

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

მეცნიერების დეპარტამენტი

2020 ჩატარებული სამეცნიერო სამუშაოების მოკლე
ანგარიში

I ნაწილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
მეცნიერების დეპარტამენტის უფროსი
პროფ. დ.თავხელიძე

თბილისი
2021

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოების მოკლე ანგარიში, წარმოდგენილი საქართველოს მეცნიერების ეროვნული აკადემიის 2020 წლის 11 ნოემბრს მიღებული მოთხოვნების შესაბამისად.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის 2020 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
ინსტიტუტები	
კიბერნეტიკის ინსტიტუტი	1
გამოთვლითი მათემატიკის ინსტიტუტი	104
მართვის სისტემების ინსტიტუტი	130
ინსტიტუტი "ტექინფორმი"	216
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი	238
ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო გეოლოგიის ინსტიტუტი	317
წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი	327
მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტი	362
საქართველოს საწარმოო ძალებისა და ბუნებრივი რესურსების შემსწავლელი ცენტრი	438
ბიოტექნოლოგიის ცენტრი	475
ნაგებობების, სპეციალური სისტემებისა და საინჟინრო უზრუნველყოფის ინსტიტუტი	505
სენსორული ელექტრონიკისა და მასალათამცოდნეობის სამეცნიერო ტექნოლოგიური ცენტრი	513
კვანტური ფიზიკის და საინჟინრო ტექნოლოგიების ინსტიტუტი	520
ინსტიტუტი "ტალღა"	579
კვების მრეწველობის ინსტიტუტი	598
სამეცნიერო-სასწავლო და საწარმოო ცენტრი "ანალიზხელსაწყო"	628

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.

ვლადიმერ ჭავჭავანიძის სახელობის
კიბერნეტიკის ინსტიტუტი

2020 წელს გაწეული სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობის ანგარიში

მათემატიკური კიბერნეტიკის განყოფილება (უფროსი — გრიგორ გიორგაძე)

2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

2.1.

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1	კომორის ტიპის MV-ალგებრებით წარმოქმნილი ქვემრავალსახეობაში სასრულად წარმოქმნილი თავისუფალი ალგებრების დახასიათება და მათი სპექტრალური სივცეების დახასიათება.	2020–2022 წწ.	რევაზ გრიგოლია (ხელმძღვანელი) რამაზ ლიპარტელიანი (შემსრულებელი) ფრიდონ ალშიბაია (შემსრულებელი) ვიაჩესლავ მესხი (შემსრულებელი)
2	დინამიკური ლუკასევიჩის ლოგიკა და მისი გამოყენება იმუნურ სისტემაში	2020–2022 წწ.	რევაზ გრიგოლია (ხელმძღვანელი) რამაზ ლიპარტელიანი (შემსრულებელი) ფრიდონ ალშიბაია (შემსრულებელი) ვიაჩესლავ მესხი (შემსრულებელი)
3	მასწავლი რეალიზაციების განსაზღვრა ფიქსირებულ რეგიონში და მოცემულ პერიოდში ბუნებრივი	2020-	ნ. ტყემალაძე – ხელმძღვანელი, (მეთოდის შემუშავება); რ. თხინვალელი-კოორდინატორი,

	<p>კატასტროფების პროგნოზისთვის. კიბერნეტიკა, სახეთა ამოცნობა</p>	<p>(საწყისი მონაცემების შერჩევა); გ. ჯიხვაშვილი – პროგრამისტი, 1 და მე-2 ამოცანების ალგორითმების პროგრამების შედგენა; გ. მამულაშვილი – პროგრამისტი, (მე-2 ამოცანის ალგორითმის პროგრამის შედგენა); მ. ქურიძე – პროგრამისტი, მე-3 ამოცანის პროგრამის შედგენა)</p>
<p>გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2020 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>1–2) სამუშაოები დაიწყო 2020 წლის ბოლოს, ამიტომ შედეგებზე საუბარი ნაადრევია.</p> <p>3) ბუნებრივი კატასტროფების (წყალდიდობის, ღვარცოფის) პროგნოზი წარმოადგენს ერთ-ერთ მნიშვნელოვან პრობლემას. ფიქსირებულ რეგიონში, დროის მოცემულ T_0 პერიოდში ჩვენს მიერ შემუშავებული სწავლებით სახეთა ამოცნობის სისტემით [1,2] ბუნებრივი კატასტროფების წინასწარი ამოცნობისთვის (პროგნოზისთვის) აუცილებელია წინასწარ გვექონდეს საწყისი მასწავლი რეალიზაციები. მასწავლი რეალიზაციების განსაზღვრის მეთოდის შემუშავება, რომელიც შეიცავს 3 ამოცანის გადაწყვეტას წარმოადგენს ხუთწლიანი თემის გარდამავალი მე-4 ეტაპის მიზანს. მათ საფუძველზე შემუშავებული მეთოდით განისაზღვრება მასწავლი რეალიზაციები მასწავლი ნულოვანი ბლოკის წინა 12 თვესთან მიმართებაში. იგი ჩართული იქნება სსას-ის პირველ მოდელში. მასწავლი რეალიზაციების განსაზღვრის შემდეგ მათგან საუკეთესო რეალიზაციები გადაეცემა მასწავლ მოდელს გარდაქმნისთვის ინფორმატულობის გაზრდის მიზნით (მეთოდი გამოქვეყნებულია ჯურნალში RS Global World Science, Multidisciplinary Scientific Edition N5(57). Vol 1, May 2020) [1].</p> <p>მასწავლი რეალიზაცია ობიექტების შემთხვევაში წარმოადგენს ობიექტის მახასიათებელი პარამეტრების მნიშვნელობათა (მახასიათებელთა) ისეთ მიმდევრობას, რომლისთვისაც წინასწარ არის ცნობილი კლასი, რომელსაც მიეკუთვნება ამ მიმდევრობით წარმოდგენილი ობიექტი. პარამეტრების მნიშვნელობათა მიმდევრობას – რეალიზაციას აგრეთვე უწოდებენ აღწერას – m კომპონენტის ვექტორს, m – პარამეტრების რაოდენობაა. მოვლენის შემთხვევაში კი ფიქსირებული რეგიონის მოცემულ პერიოდში ცნობილი უნდა იყოს ამ მოვლენის მოხდენის ან არმოხდენის ფაქტი. ამ პერიოდს ვუწოდოთ მასწავლი ნულოვანი ბლოკი, ხოლო ამ პერიოდის შესაბამის წინა 12 თვის T_0 პერიოდში მოვლენის მახასიათებელი პარამეტრების მნიშვნელობების მიმდევრობას – მასწავლი რეალიზაცია.</p> <p>სწავლებით სახეთა ამოცნობის სისტემა – სსას [2,3] შეიცავს: საწყისი ინფორმაციის წინასწარი დამუშავების, მასწავლ და ამოცნობის მოდელებს. ეს მოდელები შეიცავს 21 ძირითადი ამოცანის გადაწყვეტის მეთოდებს და ალგორითმებს, რომლებიც რეალიზებულია PC-ზე და შემოწმებულია სხვადასხვა კლასის ობიექტების ამოსაცნობად რეალური მონაცემების საფუძველზე. ამ სისტემას შეუძლია ამოიცნოს ახალი ობიექტები მოცემული კლასების სიიდან იმ შემთხვევაშიც კი, როდესაც ერთი და იმავე კლასის ობიექტების შესაბამისი რეალიზაციები უფრო განსხვავდება ერთმანეთისგან, ვიდრე სხვადასხვა კლასის.</p> <p>იმისთვის, რომ სსას-ის გამოყენებით ამოვიცნოთ მოსალოდნელია თუ არა ესა თუ ის ბუნებრივი კატასტროფა (მოვლენა), მაგალითად, ღვარცოფი, წყალდიდობა და ა.შ. მოცემულ წელს ფიქსირებულ</p>		

რეგიონში და დროის კონკრეტულ T_0 პერიოდში (ამ პერიოდს ვუწოდოთ ნულოვანი ბლოკი) აუცილებელია, რომ წინასწარ იყოს ცნობილი ამ წლის მოცემული T_0 პერიოდის წინა 12 თვის მონაცემები. ეს მონაცემები უნდა წარმოვადგინოთ მოვლენის შესაბამისი პარამეტრების მნიშვნელობების მიმდევრობების, ანუ რეალიზაციების სახით. ამ მონაცემებში იგულისხმება არსებული რეალური მონაცემები – მოვლენის მახასიათებელი პარამეტრების მნიშვნელობები (ნიშან-თვისებები). ისინი შეიძლება შეიცავდეს ბუნებრივი კატასტროფების როგორც მოხდენის, ისე არმოხდენის განმსაზღვრელ მახასიათებელ ნიშან-თვისებებს.

გარდა ამისა, სანამ სისტემა მიიღებს გადაწყვეტილებას, ეს მოვლენა მოცემულ წელს, ფიქსირებულ რეგიონში და T_0 პერიოდში (ნულოვან ბლოკში) მოხდება, თუ არ მოხდება, მანამ წინასწარ უნდა დაამუშაოს მონაცემები მის წინა წლებში ამავე რეგიონში და T_0 პერიოდში, როგორც მომხდარი, ისე არმომხდარი ბუნებრივი კატასტროფების შემთხვევაში. ეს მონაცემები უნდა შეესაბამებოდეს თითოეული წელში იმავე რეგიონისა და პერიოდის (მასწავლი ნულოვანი ბლოკის) წინა 12 თვის მონაცემების საფუძველზე შექმნილ მახასიათებელი ნიშან-თვისებების მიმდევრობებს მოვლენის მოხდენის და არმოხდენის შემთხვევაში. ამავე დროს, ეს მონაცემები უნდა იყოს მოცემული მოვლენის მასწავლ ნულოვან ბლოკთან მიმართებაში ცალკე მოხდენის და ცალკე არმოხდენის შემთხვევაში. ეს ნიშნავს, რომ უნდა გვექნოდეს მასწავლი ნულოვანი ბლოკი და მისი შესაბამისი მასწავლი რეალიზაციები კატასტროფების როგორც მოხდენის, ასევე არმოხდენის შემთხვევაში.

მასწავლ რეალიზაციებს, რომლებიც შეესაბამება ისეთ მასწავლ ნულოვან ბლოკს, რომელშიც ადგილი ჰქონდა ბუნებრივ კატასტროფას, ვუწოდოთ პირველ კლასში შემავალი მასწავლი რეალიზაციები. თუ მასწავლ ნულოვან ბლოკში ადგილი არ ჰქონია ბუნებრივ კატასტროფას, მაშინ მის შესაბამის მასწავლი რეალიზაციების სიმრავლეს ვუწოდოთ მეორე კლასი. მასწავლი მოდელი მასწავლი რეალიზაციების გარდაქმნის შემდეგ მათ საფუძველზე თითოეული კლასისთვის ცალ-ცალკე განსაზღვრავს ცოდნისა და მონაცემთა ბაზებს.

1. პირველადი და ფორმალური დამატებითი პარამეტრების განსაზღვრა

სანამ განისაზღვრება მასწავლი რეალიზაციები, პირველ რიგში, წინა წლის მონაცემების საფუძველზე შესაბამისი მოვლენითვის უნდა შეირჩეს მისი შესაბამისი მახასიათებელი საწყისი პარამეტრები. მაგალითად, წყალდიდობის შემთხვევაში სავარაუდოდ შეგვიძლია განვიხილოთ შემდეგი საწყისი პარამეტრები: ფიქსირებულ რეგიონში და პერიოდში ჰაერის საშუალო ტემპერატურა დღის 12 საათიდან ღამის 12 საათამდე და ღამის 12 საათიდან მეორე დღის 12 საათამდე. დროის ამ ინტერვალებიდან პირველ მათგანს ვუწოდოთ დროის ინტერვალის პირველი ნაწილი, ხოლო მეორეს – დროის ინტერვალის მეორე ნაწილი. ასევე, უნდა განვიხილოთ ამავე რეგიონში და დროის ინტერვალის ორივე ნაწილში ჰაერის ატმოსფერული წნევის, ჰაერის ტენიანობის და ქარის სიჩქარის საშუალო მნიშვნელობები. ვინაიდან ეს პარამეტრები სავარაუდოდაა ადებული, მათი დაზუსტება შესაძლებელია მოხდეს შემდეგში. მაგალითად, საწყისი პარამეტრებად შეგვიძლია განვიხილოთ: მაქსიმალური ტემპერატურა, მზის პირდაპირი და გაბნეული რადიაცია, ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა და ა.შ. [2.] შემდეგში ზემოთ მითითებული პარამეტრების შეცვლა ან დამატება ცხადია, არ გამოიწვევს სერიოზულ ცვლილებებს შემუშავებულ მეთოდში. ის ცვლილებები კი, რომლებიც გამოწვეული იქნება ბუნებრივი კატასტროფების წინასწარი ამოცნობის სპეციფიკასთან მიმართებაში, აუცილებლად უნდა იყოს გათვალისწინებული სსას-ის ამოცნობის მოდელში.

თუ ცალ-ცალკე განვიხილავთ დროის ინტერვალის პირველი და მეორე ნაწილის შესაბამის ზემოთ მითითებულ მხოლოდ 4 პარამეტრს მივიღებთ 8 პარამეტრის მნიშვნელობებისგან შედგენილ

მიმდევრობებს მოცემულ რეგიონში როგორც მომხდარი, ასევე არმომხდარი ბუნებრივი კატასტროფების წინა 12 თვის შესაბამის ნულოვან მასწავლ ბლოკთან მიმართებაში. ასე განსაზღვრულ პარამეტრებს ვუწოდოთ პირველადი პარამეტრები (ამ მასწავლ ნულოვან ბლოკში – პერიოდში შეგვიძლია ვიგულისხმოთ წლის ნებისმიერი თვე). არ არის გამორიცხული, რომ ჩვენ შემთხვევაში ზემოთ აღნიშნული დროის ინტერვალის პირველი და მეორე ნაწილის მიხედვით განსაზღვრული 8 პარამეტრის ან თუნდაც შემდეგში სპეციალისტების მიერ მოცემული პარამეტრების მნიშვნელობები არ აღმოჩნდეს საკმარისი მასწავლი ინფორმაციული რეალიზაციების შესადგენად და, შესაბამისად, ბუნებრივი კატასტროფების ამოსაცნობად (პროგნოზისთვის). ამ ფაქტის გათვალისწინებით მიზანშეწონილად ჩავთვალეთ განსაზღვროს დამატებითი პარამეტრები. მათ აქვთ შემდეგი სახე:

$$P_1 = \max y_v + \min y_v; P_2 = \max y_v - \min y_v; P_3 = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m y_j = \bar{y}; P_4 = \text{card} \alpha;$$

$$P_5 = \text{card} \beta; P_6 = \sum_{j \in \{j / y_j < \bar{y}\}} y_j; P_7 = \sum_{j \in \{j / y_j > \bar{y}\}} y_j; P_8 = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m (\bar{y} - y_j)^2,$$

სადაც y_j -თ აღნიშნულია შესაბამის j -ურ პერიოდში მოცემული მონაცემი, ხოლო m -ით j -ურ პერიოდში მონაცემთა რაოდენობა. α შეესაბამება j -ურ პერიოდში შემავალი მონაცემების საშუალოზე მეტი სიდიდეების მონაცემების სიმრავლეს, β კი შეესაბამება საშუალოზე ნაკლები სიდიდეების მონაცემების სიმრავლეს. ზემოთ მოცემული ფორმულების საფუძველზე განვსაზღვროთ ოთხი პარამეტრი. აღვნიშნოთ ისინი P_9, P_{10}, P_{11} და P_{12} -თ და ვუწოდოთ მათ ფორმალური დამატებითი პარამეტრები.

$$P_9 = p_1 / p_2, P_{10} = p_3 / p_8, P_{11} = p_4 / p_5, \text{ და } P_{12} = p_7 / p_6.$$

თუ პირველად პარამეტრებს მივუწერთ ამ ფორმალურ დამატებით პარამეტრებს მივიღებთ 12 პარამეტრისაგან შედგენილ მიმდევრობას.

2. მატრიცა 1 და მატრიცა 2-ის განსაზღვრა

პირველადი და ფორმალური დამატებითი პარამეტრების მნიშვნელობების გამოყენებით, მასწავლი ნულოვანი ბლოკის (დავუშვათ იანვრის) წინა 12 თვის მონაცემების საფუძველზე განსაზღვრება მასწავლი რეალიზაციები. მათი განსაზღვრისთვის შემოთავაზებული მეთოდის თანახმად შედგება ორი მატრიცა (მატრიცა 1 და მატრიცა 2). აქედან პირველი მატრიცა ეხება ბუნებრივი კატასტროფების მოხდენის შემთხვევას, ხოლო მეორე კი არმოხდენის შემთხვევას.

ამ მატრიცების შესადგენად (როდესაც მასწავლ ნულოვან ბლოკს შეესაბამება იანვარი), უნდა განვიხილოთ შესაბამისი მასწავლი ნულოვანი ბლოკის წინა 12 თვის ერთთვიანი პერიოდების შემდეგი მიმდევრობა: დეკემბერი, ნოემბერი, ოქტომბერი, სექტემბერი, აგვისტო, ივლისი, ივნისი, მაისი, აპრილი, მარტი, თებერვალი იანვარი (ეს უკანასკნელი ეხება შემდეგ წელს). თვეების ასეთი თანმიმდევრობა არის გათვალისწინებული მატრიცებში. სწორედ ამ თვეებიდან თითოეული თვე უნდა დავყოთ მცირე პერიოდებად (ბლოკებად) დღეებთან მიმართებაში. ვუწოდოთ ამ ბლოკებს მასწავლი ბლოკები, რადგან წინასწარ არის ცნობილი შესაბამის ნულოვან ბლოკში მომხდარი ან არმომხდარი ბუნებრივი კატასტროფის ფაქტის შესახებ.

ვინაიდან ყველა თვეში დღეების რაოდენობა არ ემთხვევა ერთმანეთს, ზემოთ აღნიშნული თვეები დღეებთან მიმართებაში წარმოდგენილი იქნება შემდეგი ინტერვალების (მასწავლი ბლოკების) მიმდევრობების სახით: თვეები, რომლებიც შეიცავს 31 დღეს დაიყოფა შემდეგ ინტერვალებად [31-24], [23-16], [15-8], [7-1]. თვეები, რომლებიც შეიცავს 30 დღეს მოცემული იქნება შემდეგი სახით [30-23], [22-15], [14-8], [7-1], რაც შეეხება თებერვლის თვეს, თუ ის ნაკიანია, მაშინ მოცემული იქნება შემდეგნაირად [29-22],

[21-15], [14-8], [7-1], ხოლო თუ ის არ არის ნაკიანი იგი მოცემული იქნება შემდეგი სახით [28-22], [21-15], [14-8], [7-1].

ამგვარად, შესაბამისი 12 თვიდან ყოველი თვე დაყოფილი იქნება ოთხ-ოთხ მასწავლ ბლოკად (მცირე პერიოდად). თითოეულ მატრიციდან განისაზღვრება მასწავლი რეალიზაცია შესაბამის პარამეტრებთან, დროის ინტერვალების ორივე ნაწილთან, თითოეულ თვესთან და მასში შემავალ მასწავლ ბლოკებთან მიმართებაში.

მატრიცა 1-ის პირველ სტრიქონში მოცემულია პარამეტრების დასახელება, შემდეგ 48 სტრიქონში მოცემულია შესაბამისი პარამეტრების მნიშვნელობების საშუალო მნიშვნელობები დროის ინტერვალის ნაწილებთან მიმართებაში და შემდეგ იმ მასწავლ ბლოკებთან მიმართებაში, რომლებიც შედის ერთთვიანი პერიოდების მიმდევრობაში მოცემული რიგითი ნომრის შესაბამის თვეში. აქედან გამომდინარე მატრიცის ელემენტი A'_{ij} აღნიშნავს i -ური პარამეტრის მნიშვნელობების საშუალოს, რომელიც განსაზღვრულია ჯერ დროის ინტერვალის პირველ ნაწილთან მიმართებაში (იგულისხმება დღის 12 საათიდან ღამის 12 საათამდე მონაცემები) და შემდეგ j -ური თვის t -ური მასწავლი ბლოკების მიხედვით. ანალოგიურად განისაზღვრება B'_{ij} , ღონდ დროის ინტერვალის მეორე ნაწილთან მიმართებაში (იგულისხმება ღამის 12 საათიდან მეორე დღის 12 საათამდე).

მატრიცის პირველი სტრიქონის 8 ელემენტიდან $A_i, i = \overline{1,4}$ და B_{i+4} -ის ინდექსები შეესაბამება ერთი და იგივე პარამეტრს, ოღონდ მათ აქვს სხვადასხვა მნიშვნელობა (დატვირთვა) დროის ინტერვალის სხვადასხვა ნაწილის შესაბამისად, რაც გამოისახება განსხვავებული A და B აღნიშვნებით. იგივე ეხება მატრიცა 2-ის ელემენტებსაც. ზემოთ აღნიშნული 48 სტრიქონიდან, რომლის თითოეული სტრიქონი წარმოადგენს მასწავლ რეალიზაციას, სტატიაში მოცემულია მხოლოდ პირველი 4 სტრიქონი. იგი ეხება მასწავლი ნულოვანი ბლოკის შესაბამის წინა მხოლოდ მე-12 თვის მცირე პერიოდებად დაყოფილ ყველა პერიოდს, პარამეტრების ინდექსებთან, და დროის ინტერვალის ნაწილებთან მიმართებაში. ის თვე, რომლის მიმართაც შემდეგ წლებში უნდა ამოვიცნოთ ბუნებრივი კატასტროფა მოხდება თუ არ მოხდება, რომელიც მატრიცისთვის წარმოადგენს მასწავლ ნულოვან ბლოკს, აღნიშნულია 0_k -თი. ინდექსი k მიუთითებს მასწავლი ნულოვანი ბლოკის შესაბამის თვის რიგით ნომერს, რომლის წინა 12 თვიდან ყოველი თვე დაყოფილია ზემოთ მითითებულ 4-4 მცირე პერიოდად (მასწავლ ბლოკად მატრიცების ზემოთ ერთ სტრიქონში მოცემულია ნულოვანი ბლოკის წინა 12 თვის დასახელება, შემდეგ სტრიქონში ამ თვეების რიგითი ნომრები, ხოლო მატრიცების უშუალოდ ზემოთა სტრიქონში, მატრიცის დასახელების გასწვრივ (ფრჩხილებში) იმავე სტრიქონში მოცემულია მასწავლი ნულოვანი ბლოკის დასახელება.

დეკ. ნოემ. ოქტ. სექტ. აგვ. ივლ. ივნ. მაისი აპრ. მარ. თებ. იანვ.

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

მატრიცა 1 (მასწავლი ნულოვანი ბლოკი 0_1 -იანვარი)

$A_1 A_2 A_3 A_4 B_5 B_6 B_7 B_8 P_9, P_{10}, P_{11}, P_{12}$
 $A_{112}^1 A_{212}^1 A_{312}^1 A_{412}^1 B_{512}^1 B_{612}^1 B_{712}^1 B_{812}^1 P_{912}^1 P_{1012}^1 P_{1112}^1 P_{1212}^1$
 $A_{112}^2 A_{212}^2 A_{312}^2 A_{412}^2 B_{512}^2 B_{612}^2 B_{712}^2 B_{812}^2 P_{912}^2 P_{1012}^2 P_{1112}^2 P_{1212}^2$
 $A_{112}^3 A_{212}^3 A_{312}^3 A_{412}^3 B_{512}^3 B_{612}^3 B_{712}^3 B_{812}^3 P_{912}^3 P_{1012}^3 P_{1112}^3 P_{1212}^3$
 $A_{112}^4 A_{212}^4 A_{312}^4 A_{412}^4 B_{512}^4 B_{612}^4 B_{712}^4 B_{812}^4 P_{912}^4 P_{1012}^4 P_{1112}^4 P_{1212}^4$

ანალოგიურად განისაზღვრება მატრიცა 2-ში \overline{A}_{ij}^t და \overline{B}_{ij}^t , ოღონდ ამ მატრიცაში იგულისხმება

ბუნებრივი კატასტროფების არმოხდენის შემთხვევა. მასში, ისე როგორც მატრიცა 1-ში, პირველი სტრიქონის შემდეგ 48 სტრიქონიდან მოცემულია მხოლოდ მე-12-ე თვის პირველი 4 სტრიქონი.

მატრიცა 2 (მასწავლი ნულოვანი ბლოკი $\mathbf{0}_1$ -იანვარი)

$$\begin{array}{cccccccccccc}
 A_1 & A_2 & A_3 & A_4 & B_5 & B_6 & B_7 & B_8 & P_9 & P_{10} & P_{11} & P_{12} \\
 \hline
 A_{112}^1 & A_{212}^1 & A_{312}^1 & A_{412}^1 & B_{512}^1 & B_{612}^1 & B_{712}^1 & B_{812}^1 & P_{912}^1 & P_{1012}^1 & P_{1112}^1 & P_{1212}^1 \\
 \hline
 A_{112}^2 & A_{212}^2 & A_{312}^2 & A_{412}^2 & B_{512}^2 & B_{612}^2 & B_{712}^2 & B_{812}^2 & P_{912}^2 & P_{1012}^2 & P_{1112}^2 & P_{1212}^2 \\
 \hline
 A_{112}^3 & A_{212}^3 & A_{312}^3 & A_{412}^3 & B_{512}^3 & B_{612}^3 & B_{712}^3 & B_{812}^3 & P_{912}^3 & P_{1012}^3 & P_{1112}^3 & P_{1212}^3 \\
 \hline
 A_{112}^4 & A_{212}^4 & A_{312}^4 & A_{412}^4 & B_{512}^4 & B_{612}^4 & B_{712}^4 & B_{812}^4 & P_{912}^4 & P_{1012}^4 & P_{1112}^4 & P_{1212}^4
 \end{array}$$

ამგვარად, მიიღება ორი მატრიცა: მატრიცა 1 და მატრიცა 2.

ამ მატრიცების მეორე სტრიქონიდან ნებისმიერი სტრიქონი წარმოადგენს პირველად მასწავლ რეალიზაციას. ეს გამოწვეულია იმით, რომ ეს სტრიქონები მოცემულია მოვლენის მახასიათებელი პირველადი და მათ საფუძველზე განსაზღვრული ფორმალური დამატებითი პარამეტრების მნიშვნელობების მიმდევრობების სახით. გარდა ამისა, ამავე დროს მათ შესაბამის მასწავლ ნულოვან ბლოკში წინასწარ არის ცნობილი მატრიცა 1-ის შემთხვევაში კატასტროფის მოხდენის ფაქტი, ხოლო მატრიცა 2-ში კი იგივე ბუნებრივი კატასტროფის არმოხდენის ფაქტი. ეს ნიშნავს, რომ მასწავლი ნულოვანი ბლოკის წინა 12 თვის შესაბამისი მონაცემების საფუძველზე შესაძლებელია შესაბამისი მასწავლი რეალიზაციების განსაზღვრა, ხოლო, როდესაც არ არის ცნობილი კატასტროფის მოხდენის ან არმოხდენის ფაქტი – რეალიზაციების განსაზღვრა.

3. მასწავლი რეალიზაციების შერჩევა

ყოველი მიმდევრობისთვის (მასწავლი რეალიზაციისთვის) თითოეული ფიქსირებული i -ური პარამეტრის მნიშვნელობებს შორის გამოვთვალოთ სხვაობები დროის ინტერვალის ცალ-ცალკე ორივე ნაწილებთან და j -ური თვის t -ურ მასწავლი ბლოკებთან მიმართებაში კატასტროფების მოხდენის და არმოხდენის შემთხვევაში. აღვნიშნოთ ეს სხვაობები d_{ij}^{Xt} -თი, $d_{ij}^{Xt} = X_{ij}^t - \bar{X}_{ij}^t$, სადაც X -ში იგულისხმება A ან B პირველადი i -ური $i = \overline{1,8}$ პარამეტრების მნიშვნელობები დროის ინტერვალის პირველ ან მეორე ნაწილთან მიმართებაში შესაბამისად ან P i -ური $i = \overline{9,12}$ ფორმალური დამატებითი პარამეტრები შესაბამის მიმართებაში.

$$\begin{array}{cccccccccccc}
 d_{112}^{A1} & d_{212}^{A1} & d_{312}^{A1} & d_{412}^{A1} & d_{512}^{B1} & d_{612}^{B1} & d_{712}^{B1} & d_{812}^{B1} & d_{912}^{P1} & d_{1012}^{P1} & d_{1112}^{P1} & d_{1212}^{P1} \\
 d_{112}^{A2} & d_{212}^{A2} & d_{312}^{A2} & d_{412}^{A2} & d_{512}^{B2} & d_{612}^{B2} & d_{712}^{B2} & d_{812}^{B2} & d_{912}^{P2} & d_{1012}^{P2} & d_{1112}^{P2} & d_{1212}^{P2} \\
 d_{112}^{A3} & d_{212}^{A3} & d_{312}^{A3} & d_{412}^{A3} & d_{512}^{B3} & d_{612}^{B3} & d_{712}^{B3} & d_{812}^{B3} & d_{912}^{P3} & d_{1012}^{P3} & d_{1112}^{P3} & d_{1212}^{P3} \\
 d_{112}^{A4} & d_{212}^{A4} & d_{312}^{A4} & d_{412}^{A4} & d_{512}^{B4} & d_{612}^{B4} & d_{712}^{B4} & d_{812}^{B4} & d_{912}^{P4} & d_{1012}^{P4} & d_{1112}^{P4} & d_{1212}^{P4}
 \end{array}$$

ამგვარად, მიიღება სხვაობების მიმდევრობები, რომელთაგანაც უნდა შეირჩეს საუკეთესო მიმდევრობები (შესაბამისად მატრიცებიდან მასწავლი რეალიზაციები). მათი შერჩევა მოხდება შემდეგ ალგორითმით, რომელიც შედგება 4 ეტაპისგან:

1. ზემოთ აღნიშნულ თითოეული მიმდევრობისთვის, შევარჩიოთ მასში შემავალი სიდიდეებიდან (სხვაობებიდან) მაქსიმალური და მინიმალური სიდიდეები. აღვნიშნოთ ისინი $\max d_{ij}^{Xt}$ -ით და $\min d_{ij}^{Xt}$ -ით, ვუწოდოთ მათ მიმდევრობების (შესაბამისი მასწავლი რეალიზაციების) მახასიათებლები. მათ

საშუალებით და საუკეთესო ვარიანტების შერჩევის ვექტორული-ოპტიმიზაციის მეთოდის გამოყენებით განვსაზღვროთ საუკეთესო მიმდევრობები ანუ ისეთები, რომლებიც მიეკუთვნება პარეტოს სიმრავლეს აღვნიშნოთ ამ მიმდევრობების სიმრავლე D_1 -ით.

2. თითოეული მიმდევრობისთვის განვსაზღვროთ მასში შემავალი სიდიდეების საშუალო მნიშვნელობები. როგორც 1 ეტაპზე იყო მოცეული ისეთივე გზით განვსაზღვროთ საუკეთესო მიმდევრობათა სიმრავლე, ოღონდ მიმდევრობების მახასიათებლებად ამ შემთხვევაში განიხილება საშუალო მნიშვნელობა და მაქსიმალური მნიშვნელობა, აღვნიშნოთ ეს სიმრავლე D_2 -ით.

3. ამ ეტაპზე ჩატარდება იგივე პროცედურა, რაც იყო მოცემული მე-2 ეტაპზე, ოღონდ მიმდევრობის მახასიათებლებად (ვექტორის კომპონენტებად) გამოვიყენებთ მინიმალურ და საშუალო მნიშვნელობებს, აღვნიშნოთ ეს სიმრავლე D_3 -ით.

ამგვარად, მივიღებთ საუკეთესო მიმდევრობების 3 სიმრავლეს D_1, D_2, D_3 . მათი გაერთიანებული სიმრავლე აღვნიშნოთ D -ით. იგი უნდა შეიცავდეს მითითებულ განსხვავებულ სხვაობებს (შესაბამისად მატრიცები კი განსხვავებულ მასწავლ რეალიზაციებს).

4. თუ ასე განსაზღვრული სიმრავლე D -სთვის $cardD < 40$, მაშინ D სიმრავლის გარეთ დარჩენილი სხვაობების მიმდევრობების მახასიათებლების საფუძველზე გამოვთვლით ვექტორის სიგრძეებს. ამ სიგრძეების სიდიდის მიხედვით შევავსებთ D სიმრავლეს ისე, რომ იგი შეიცავდეს 40 მიმდევრობას. შესაბამისად, თითოეულ მატრიციდან შეირჩევა შესაბამისი 40 მასწავლი რეალიზაცია. ეს რაოდენობა საკმარისია მასწავლი მოდელისთვის ცოდნისა და მონაცემთა ბაზების შესაქმნელად, როგორც გვიჩვენა სსას-ის გამოყენების სტატისტიკამ (ობიექტების ამოცნობის შემთხვევაში).

ამგვარად, მიიღება მასწავლ ნულოვან ბლოკის წინა 12 თვესთან მიმართებაში მასწავლ რეალიზაციები. ისინი გადაეცემა სსას-ის მასწავლ მოდელს შემდეგი გარდაქმნისთვის ინფორმატიულობის გაზრდის მიზნით და ცოდნისა და მონაცემთა ბაზების შესაქმნელად, რასაც მასწავლი მოდელი ახდენს მანქანური სწავლების პროცესში.

სწავლების პროცესში მასწავლი მოდელი იყენებს: კომბინატორული მათემატიკიდან გაწონასწორებულ და ნაწილობრივ გაწონასწორებულ არასრულ ბლოკ-სქემებს და $(v, b, k, r, n_i, \lambda_i, P^i)$, $i = 1, 2$ ტიპის კონფიგურაციებს და $(v, b, k, r, \lambda, \mu)$ ტიპის ტაქტიკურ კონფიგურაციებს, გეომეტრიულ კონფიგურაციებსა და საუკეთესო ვარიანტების შერჩევის ვექტორული-ოპტიმიზაციის მეთოდს. მათი საშუალებით განისაზღვრება ახალი ხელოვნური (ფორმალური) პარამეტრები, ფუნქციები, რომლებიც გვიჩვენებს შინაგან დაფარულ კავშირებს მოვლენის მახასიათებელ პირველად პარამეტრებს შორის, რომლებიც რეალურად არსებობს მათ შორის, მაგრამ პირველად მასწავლ რეალიზაციებში ცხადი სახით არ არის მოცემული. ასე განსაზღვრული პარამეტრები ამავე დროს მათი მცირე რაოდენობის შემთხვევაში გაზრდის ამ რაოდენობას, ხოლო დიდი რაოდენობის პარამეტრების დროს კი ამცირებს მას. გარდა ამისა, მათი საშუალებით განისაზღვრება ამ ფუნქციების (პარამეტრების) ისეთი მნიშვნელობები (ნიშან-თვისებები) და მათი კომბინაციები, რომლებიც ახასიათებს მხოლოდ ერთ (ანუ თითოეულ განსხვავებულ) კლასს. ამის შემდეგ მასწავლი რეალიზაციები ჩაიწერება ისეთ ენაზე (ახალ კოდებში), რომლებიდანაც მასწავლი მოდელი განსაზღვრავს მონაცემთა ბაზებს თითოეული კლასისთვის ცალ-ცალკე, როგორც კატასტროფის მოხდენის, ისე არმოხდენის შემთხვევაში.

ცოდნის ბაზა შეიცავს ყველა იმ ფორმულას (ფუნქციას), სიდიდეებს, რომელიც გამოყენებულია მასწავლი რეალიზაციების გარდაქმნისთვის და ენას (ახალ კოდებს), რომელზეც ჩაიწერება მასწავლი რეალიზაციები.

მონაცემთა ბაზა, რომელიც განისაზღვრება ზემოთ აღნიშნული ცოდნის ბაზის საფუძველზე,

შეიცავს ორივე კლასის მახასიათებლებს: ერთეულოვან ნიშან-თვისებებს, მათ წყვილებს, სამეულებს და ნიშან-თვისებათა სპეციფიკურ კომბინაციებს (ჯგუფებს). ეს ჯგუფები შეიცავს კლასების მახასიათებელ და არამახასიათებელ ნიშან-თვისებების კომბინაციებს. როგორც სამეულები, ისე ეს კომბინაციები განისაზღვრება ზემოთ მითითებული სქემების გამოყენებით სრული გადარჩევის გარეშე. ეს ფაქტი მნიშვნელოვნად ამცირებს სამეულებისა და ამ კომბინაციების რაოდენობას, რის გამოც შესაძლებელს ხდის მათ გამოყენებას.

მასწავლი რეალიზაციების განსაზღვრის მეთოდში განხილული იყო ის შემთხვევა, როდესაც ბუნებრივი კატასტროფების მოხდენის ან არმოხდენის წინასწარი ამოცნობა უნდა მომხდარიყო იანვრის თვეში, რომლის შესაბამისად იყო განსაზღვრული მატრიცა 1 და მატრიცა 2, ხოლო მათ საფუძველზე კი – მასწავლი რეალიზაციები. იგივე მეთოდი გამოიყენება ყველა თვისთვის ცალ-ცალკე. ამ მიზნით თითოეული თვისთვის (რომელსაც განვიხილავთ ნულოვან ბლოკად) შედგება შესაბამისი მატრიცა 1 და მატრიცა 2, რომელთა საფუძველზე გამოიყენება იგივე პროცედურა რაც იყო გამოყენებული იანვრის თვისთვის.

ამგვარად, როდესაც საწყისი ინფორმაცია მოცემულია მასწავლი რეალიზაციების სახით, მაშინ შეგვიძლია დავსვათ ბუნებრივი კატასტროფების (მოვლენების) წინასწარი ამოცნობის (პროგნოზის) ამოცანა სწავლებით სახეთა ამოცნობის ტერმინებში. ეს თავის მხრივ განაპირობებს ბუნებრივი კატასტროფების შესაბამისი ასეთი მასწავლი რეალიზაციების განსაზღვრის აუცილებლობას ზემოთ მითითებული ამოცანის გადასაწყეტად. ეს ფაქტი გამოწვეულია იმით, რომ ასეთი მასწავლი რეალიზაციების განსაზღვრის შემდეგ უკვე შესაძლებელი იქნება სსას-ის სამივე მოდელის გამოყენება კატასტროფების პროგნოზისთვის, ოღონდ ამოცნობის მოდელის მოდიფიკაციის შემდეგ, რაც წარმოადგენს ცალკე ამოცანას. ამავე დროს, აუცილებლად უნდა იყოს მოცემული სათანადო მონაცემები ნულოვანი ბლოკის წინა 12 თვესთან მიმართებაში.

აქედან გამომდინარე მასწავლი რეალიზაციების განსაზღვრისთვის შემოთავაზებული მეთოდის გარდა, გამოიყენება ჩვენ მიერ შემუშავებული სსას-ის მხოლოდ პირველი ორი მოდელი.

ლიტერატურა

1. Nelly Tremaladze, Violeta Jikhvashvili, Giorgi Mamulashvili. On the Method of determining Learning Discriptions to Forecast Natural Disasters with Pattern Recognition System. DOI: 10.31435, ISSN 2413 RS Global World Science. Multidisciplinary Scientific Edition, # 5(57) Vol1, May 2020, 24-30 p.
2. Нелли Ткемаладзе. Теория системы распознавания образов с обучением и ее применение. LAP LAMBERT, Academic Publishing, Nordend/Germany, 2017, стр. 136.
- 3 ნელი ტყემალაძე. სწავლებით სახეთა ამოცნობის სისტემა და მისი თეორიული საფუძვლები. ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბ. 2013. გვ. 136.

2.2.

№	დასრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1	კვანტური გამოთვლები და კვანტური სისტემების მართვის	2018-2020	მათემატიკური კიბერნეტიკის განყ. თანამშრომლები:

	<p>მათემატიკური ამოცანები.</p> <p>მეცნიერების დარგი და სამეცნიერო მიმართულება: ინფორმაციული ტექნოლოგიები</p>		<p>გ.გიორგაძე, ფიზ.-მათ. მეცნ. დოქტორი, ქვეპროგრამის ხელმძღვანელი;</p> <p>გ.ბოლოთაშვილი - ფიზ.-მათ. მეცნ.კანდიდატი, გამოთვლების სირთულის სპეციალისტი;</p> <p>გ.დონაძე - Ph.D მათემატიკაში, ალგებრული ტოპოლოგიისა და ალგორითმების თეორიის სპეციალისტი;</p> <p>მ.ელიზბარაშვილი - ფიზ.-მათ. მეცნ.კანდიდატი, კვანტური ოპტიკისა და ელექტრონიკის სპეციალისტი, ვ.ჟღამაძე - კვანტური ელექტრონიკის სპეციალისტი; გ.ფრუიძე - ალგებრული ტოპოლოგიის და ალგორითმების თეორიის სპეციალისტი, ვ.ჯიქია - მათემატიკის აკადემიური დოქტორი, კომპლექსური ანალიზისა და ელიფსური დიფერენციალურ განტოლებათა სპეციალისტი; დ. გოშაძე და ნ. ჩხიკვაძე- პროგრამისტები.</p>
2	<p>კომორის ტიპის სრულყოფილი MV-ალგებრებით წარმოქმნილი ქვემრავალსახეობაში სასრულად წარმოქმნილი თავისუფალი ალგებრების დახასიათება</p>	2018–2020 წწ.	<p>რევაზ გრიგოლია (ხელმძღვანელი)</p> <p>რამაზ ლიპარტელიანი (შემსრულებელი)</p> <p>ფრიდონ ალშიბაია (შემსრულებელი)</p> <p>ვიაჩესლავ მესხი (შემსრულებელი)</p>
3	<p>დინამიკური ლუკასევიჩის ლოგიკის და დინამიკური MV-ალგებრების შემოღება და განვითარება</p>		
<p>დასრულებული კვლევითი პროექტის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>1) 2020 წლის სამეცნიერო მუშაობის გეგმა წარმოადგენდა 2018-219 წლებში შესრულებული სამეცნიერო სამუშაოების გაგრძელებას. კერძოდ, მონოდრომიული კვანტური გამოთვლებისათვის მართვის გეომეტრიული თეორიის განვითარებას, მათ შორის დიფერენციალურ განტოლებათა რეგულარული</p>			

სისტემებისაგან ინდუცირებული ჰამილტონური სისტემების კვლევას და ამგვარი სისტემების მართვობის ამოცანას კვანტური მექანიკის დროზე დამოკიდებული ჰამილტონიანის ზუსტად ამოხსნადი მოდელებისათვის. 1) ჩაჭერილი იონების მათემატიკური მოდელი გამოკვლეული იქნა ელექტროსტატიკის შეზღუდული ამოცანის მეთოდოლოგიით იმ შემთხვევაში, როდესაც წერტილოვანი მუხტების წონასწორული მდგომარეობა უზრუნველყოფილია სიბრტყეზე კვადრატული პოტენციალით (გ.გიორგაძე); 2) განხორციელდა გადახლართული მდგომარეობების ალგებრული ანალიზი კატეგორიათა თეორიის ფარგლებში (გ.დონაძე); 3) განხილული იქნა NP სირთულის წრფივი გადაადგილების ამოცანა, როგორც წრფივი მთელრიცხვა პროგრამირების ამოცანა. დამუშავებული იქნა პოლინომიალური ალგორითმი გამოთვლებისათვის საჭირო ფასეტების მისაღებად (გ. ბოლოთაშვილი); 4) კვანტური გამომთვლელის ერთ-ერთ შესაძლო ფიზიკური მოდელის რეალიზაციის მიზნით მონოკრისტალებში გამოკვლეული იქნა დონეების ნულოვან ველში გახლეჩის მქონე სპინ ტრიპლეტური მდგომარეობების (სტმ) ანიზოტროპული დინამიკა ნულოვან მუდმივ მაგნიტურ ველში კანონიკურად ორიენტირებული ცვლადი ველის ზემოქმედებისას იმ შემთხვევაში, როდესაც სტმ-ების გახლეჩა განპირობებულია აქსიალურად ასიმეტრიული ჰამილტონიანით (მ.ელიზბარაშვილი).

2) დახასიათებულია სრულყოფილი MV-ალგებრებით წარმოქმნილ ქვემრავალსახეობაში 1 და 2 წარმოქმნილებით წარმოქმნილი თავისუფალი ალგებრები და მათი შესაბამისი სპექტრალური სივრცეები. გამოქვეყნებულია შესაბამისი სტატიები.

3) აქსიომატიკურად შემოღებულია ახალი ალგებრები - დინამიკური MV-ალგებრები, და მათი შესაბამისი დინამიკური ლუკასევიჩის ლოგიკა აქსიომატიკებითურთ. გამოქვეყნებულია შესაბამისი სტატია მაღალ რეიტინგულ (იმფაქტ ფაქტორიან) სამეცნიერო ჟურნალში.

6. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათაური, ISSN	ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	G.Giorgadze	Mondromy matrices as universal set of quantum gates and dynamics of cold trapped ions. ISSN 1512-0139	Tbilisi Mathematical Journal. Vol.13, N 2, 187-206 http://tcms.org.ge/Journals/TMJ/	E-print,თბილისის მათემატიკურ მეცნიერებათა ცენტრი	19 გვ.

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1) სტატიაში რეგულარულ განტოლებათა სისტემის მონოდრომიის მატრიცებისგან აგებულია უნივერსალურ გეიტთა სისტემა კვანტური გამოთვლებისათვის, ნაჩვენებია რომ წრფეზე განლაგებული ჩაწერილი იონების წონასწორობის პირობა და უნივერსალური გეიტების მაინდუცირებელი განტოლებათა სისტემები ერთი და იმავე ტიპისაა. საბაზისო გეიტები აგებულია ელექტროსტატიკის შეზღუდული ამოცანის გამოყენებით.

7. ბექდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

7.4. სტატიები

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN	ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	N P Fokina and M O Elizbarashvili	Free Induction Decay and Spin Echo Signals from Spin Triplet States of Axially Asymmetric Objects in Single Crystals in Zero Constant Magnetic Field: Application of Single Transition Operators, https://doi.org/10.24018/ejers.2020.5.7.2018	EJERS, European Journal of Engineering Research and Science Vol. 5, No.7	ბრიუსელი, ბელგია, European Open Access Publishing (EUROPA)	9
2	Г. К. Гиоргадзе, Г. Н. Химшиашвили	Три точечных заряда на гибкой кривой https://doi.org/10.36535/0233-6723-2020-177-63-68	Итоги науки и техн. Сер. Современ. мат. и ее прил. Темат. сб., 177 (2020), 63–68 http://mi.mathnet.ru/rus/into/v177/p63	მოსკოვი ვინიტი	6
3	Nelly Tremaladze, Violeta Jikhvashvili, Giorgi Mamulashvili	On the Method of determining Learning Descriptions to Forecast Natural Disasters with Pattern Recognition System. ISSN 2413–1032	World Science. Multidisciplinary Scientific Edition, # 5(57) Vol1	Warsaw, Poland, 2020. RS Global Sp. Z O.O	8
4	A. Di Nola, R. Grigolia, R. Liparteliani	On the free S_1^ω -algebras DOI: 10.29252/hatef.jahla.1.2.1	Journal of Algebraic Hyperstructures and Logical Algebras (JAHLA) <u>Volume 1, Issue 2, 2020</u>	<u>University of Hatef</u>	7
5	A. Di Nola, R. Grigolia, G. Vitale	Dynamic Łukasiewicz Logic and Dynamic MV-algebras, https://doi.org/10.1016/j.ijar.2020.06.003	International Journal of Approximate Reasonings <u>Volume 124, September 2020</u>	ELSEVIER	8
6	A. Di Nola, R. Grigolia, R. Liparteliani	On 2-generated free S^{ω}_1 -algebras	Reports of Enlarged Sessions of the Seminar of I. Vekua Institute of Applied Mathematics Volume 34, 2020, Proceedings of VIAM, 2020	VIAM	4

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1) მონოკრისტალებში გამოკვლეული იქნა დონეების ნულოვან ველში გახლეჩის მქონე სპინ ტრიპლეტური მდგომარეობების (სტმ) ანიზოტროპული დინამიკა ნულოვან მუდმივ მაგნიტურ ველში კანონიკურად ორიენტირებული ცვლადი ველის ზემოქმედებისას, როდესაც სტმ-ების გახლეჩა განპირობებულია აქსიალურად ასიმეტრიული ჰამილტონიანით. მიღებული იქნა მოძრაობის განტოლებები ერთგადასვლიანი

ოპერატორებისთვის (ეგო), რომლებიც შეესაბამება გახლერის ცალკეულ გადასვლებს. მიღებული განტოლებები, ჩაწერილი ერთი გასაშუალებული განტოლებით ეგო ვექტორისთვის, აღმოჩნდა ფეინმანის უნივერსალური განტოლების კერძო შემთხვევა (სტმ-სთვის). ფეინმანის განტოლება კი სამართლიანია ნებისმიერი სახის შეშფოთებისთვის, რომელიც მოქმედებს კვანტურ მექანიკური სისტემის მხოლოდ ორ დონეზე. ამავდროულად, ჩვენი განტოლებებია ანალოგიურია ბლოხის განტოლებებს მიღების გარეშე ზეემანის სისტემის ჩვეულებრივი დამაგნიტების კომპონენტებისთვის მუდმივი და მისი მართობული ცვლადი მაგნიტური ველების მოქმედებისას. აღსანიშნავია, რომ ნიმუშის დამზერადი მაკროსკოპული დამაგნიტების მოძრაობას, რომელიც გამოდინარეობს ჩვენი განტოლებებიდან, გააჩნია სრულიად განსხვავებული ხასიათი, ვიდრე ეგო ვექტორის მოძრაობას. გამოთვლილია ინდუქციის თავისუფალი მიღებისა და ორიმპულსური ექს სიგნალები ამ დამაგნიტების ტერმინებში. ეს შედეგები შეიძლება იყოს გამოყენებული ფოტოაღზნებული ქლოროფილის და კაროტენოიდის მოლეკულებისთვის, რომლებიც მნიშვნელოვანია ფოტოსინთეზისთვის; აქსიალურად ასიმეტრიული მინარევი მოლეკულებისთვის ორგანულ კრისტალებში მათი ფოტოაღზნებისას. შერეული მოლეკულური კრისტალების, რომლებიც შეიცავენ სტმ, კვლევის მნიშვნელობას განსაზღვრავს ის ფაქტი, რომ ისინი შეიძლება წარმატებულად გამოყენებული იქნას ისეთი ახალი კონცეპციის გამოკვლევისთვის, როგორცაა ბირთვული სპინების კვანტური ოსცილაციები და სპინური გადახლართვა, რომელიც არის მნიშვნელოვანი კვანტური კომპიუტერების კვანტური ალგორითმებისთვის.

2) დრეკად წირზე მოთავსებული სამი წერტილოვანი მუხტის წონასწორობის ამოცანის ამონახსმი მოყვანილია ანალიზური სახით, ამასთან მითითებულია სტაციონალურ წერტილთა ასეთი კონფიგურაციის გამოყენების შესაძლებლობაზე როგორც ჩამჭერზე კულონური ურთიერთქმედების დროს.

3) 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 მონაცემების საფუძველზე განსაზღვრული რეალიზაციებისა, წინასწარ უნდა გვქონდეს მასწავლი რეალიზაციები. მათი განსაზღვრისთვის კი – სხვა წლებში იმავე რეგიონში ამ T_0 პერიოდის წინა 12 თვის მონაცემები კატასტროფების როგორც მოხდენის ისე არმოხდენის შემთხვევაში. მასწავლი რეალიზაციების განსაზღვრის მეთოდის შემუშავება (რომელიც ჩართული იქნება სსას-ის პირველ მოდელში) წარმოადგენს სტატიის მიზანს.

მეთოდით გათვალისწინებულია საწყისი პარამეტრების შერჩევა, მასწავლი ნულოვანი ბლოკის წინა 12 თვიდან თითოეული თვის მცირე პერიოდებად (მასწავლ ბლოკებად) დაყოფა, დღე-ღამის 24 საათიანი დროის ინტერვალის ორ ინტერვალად გაყოფა, პირველადი, დამატებითი და ფორმალური დამატებითი პარამეტრების განსაზღვრა. ამ პარამეტრების მნიშვნელობების საფუძველზე განისაზღვრება მასწავლი რეალიზაციები თითოეული კლასისთვის ნულოვანი ბლოკის წინა 12 თვიდან თითოეულ თვესთან, მათში შემავალ მასწავლ ბლოკებთან და ზემოთ მითითებულ დროის ინტერვალებთან მიმართებაში. მათგან ვექტორული ოპტიმიზაციის მეთოდის გამოყენებით შეირჩევა ისეთი პირველადი მასწავლი რეალიზაციები, რომლებიც მიეკუთვნება პარეტოს სიმრავლეს. პირველადი მასწავლი რეალიზაციები გადაეცემა მეორე მოდელს (მასწავლ მოდელს) კომბინატორული სქემების გამოყენებით მათი ინფორმატულობის გაზრდისა და მათ საფუძველზე ცოდნისა და მონაცემთა ბაზების განსაზღვრის მიზნით.

4) დახასიათებულია 1 და 2-წარმომქმნელიანი თავისუფალი ალგებრები თავისი შესაბამისი სპექტრალური სივრცეებით;

5) აქსიომატიკურად შემოდებულია ახალი ალგებრები — დინამიკური MV-ალგებრები, და მათი შესაბამისი დინამიკური ლუკასევიჩის ლოგიკა აქსიომატიკებითურთ.

8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

8.1. საქართველოში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	გ.გიორგაძე	კვანტური მექანიკის ზუსტად ამოხსნადი მოდელები და მათი გამოყენება კვანტურ გამოთვლებში	თბილისი-ერევანი-დუბნა-ბონი http://conferences.hepi.tsu.ge/RDP_MathPhys_2020/
2	Revaz Grigolia	On 2-generated free S_1^ω -algebras	XXXIV International Enlarged Sessions of the Seminar of Iliia Vekua Institute of Applied Mathematics 22-24 April, 2020

მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)
1) მოხსენებაში მოყვანილი იყო მეთოდი, რომლის საშუალებით სპეციალურ სახის ყალიბური გარდაქმნებით დროზე დამოკიდებული ჰამილტონიანების საკმაოდ ფართო კლასი მიყვანილი იქნება სტაციონალურ შრიოდინგერის განტოლებაზე. აგებული იქნა მათი ევოლუციის ოპერატორი. განხილული იყო აგრეთვე, გადახლართვის ოპერატორის მიღების ერთი მეთოდი.

სტოქასტური ანალიზისა და მათემატიკური კიბერნეტიკის განყოფილება (უფროსი — ზურაბ ფირანაშვილი)

2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

2.1.

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიხედვით	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მიხედვით)
1	2	3	4
1	სტოქასტური ანალიზისა და მათემატიკური მოდელების საკითხების კვლევა	2018-2022	ზურაბ ფირანაშვილი – ხელმძღვანელი, რევაზ თევზაძე – თანახელმძღვანელი,

	<p>გამოყენებითი მათემატიკა, მათემატიკური მოდელირება</p>	<p>გიორგი ჯანდიერი – თანახელმძღვანელი, თეიმურაზ ცაბაძე – თანახელმძღვანელი, თამაზ სულაბერიძე – შემსრულებელი, ირაკლი სხირტლაძე – შემსრულებელი, ბესიკ ჩიქვინიძე – შემსრულებელი, ზურაბ ალიმბარაშვილი – შემსრულებელი, როლანდ ბაკურაძე – შემსრულებელი, ცოტნე კუტალია შემსრულებელი</p>
<p>გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2020 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>1. აღწერილია $f = (f(x); x \in R)$ ფუნქციების კლასი, რომლისთვისაც პროცესი $f(Wt)/Ef(Wt)$ არის მარტინგალი. შედეგი გამოიყენება კვადრატული ფუნქციონალური განტოლების ზოგადი ამოხსნის წარმოსადგენად</p> <p>2. ჩიტაშვილის აზრით დიფერენცირებადი არაწინმსწრები ფუნქციონალებისთვის დამტკიცებულია იტოს ფორმულა კადლაგ სემიმარტინგალების შემთვევაში. დადგენილია კავშირები ფუნქციონალური წარმოებულების სხვადასხვა განმარტებებს შორის.</p> <p>ასევე აღწერილია $f: R^n \rightarrow R^m$ ფუნქციების კლასი, რომელიც გარდაქმნის ვექტორულ ბროუნის მოძრაობას მარტინგალად და მოყვანილია მრავალგანზომილებიანი კოშის ფუნქციონალური განტოლების ზომადი ამოხსნის მარტინგლური დახასიათება.</p> <p>3. მიმდინარეობდა კვლევები მარჯვნიდან უწყვეტი ექსპონენციალური მარტინგალების თანაბრად ინტეგრებადობის საკითხებზე. შედეგად განზოგადდა ჟაკოდის ცნობილი თეორემა და მიღებულია ექსპონენციალური მარტინგალის თანაბრად ინტეგრებადობის ახალი საკმარისი პირობა. აღნიშნული პირობა არის მსგავსი უწყვეტი ფილტრაციის შემთხვევაში ადრე მიღებული პირობის. ასევე მიღებულია მარჯვნიდან უწყვეტი ექსპონენციალური მარტინგალის თანაბრად ინტეგრებადობის აუცილებელი და საკმარისი პირობა. ამით მარჯვნიდან უწყვეტი ექსპონენციალური მარტინგალებისათვის განზოგადდა 2019 წელს მიღებული შედეგი, რომელიც ეხებოდა უწყვეტ ექსპონენციალურ მარტინგალებს. ამჟამად მუშაობა მიმდინარეობს ბ.ჩიქვინიძის თეორემის საილუსტრაციო კონტრმაგალითების აგებაზე, რომლებმაც უნდა დაგვანახოს მიღებული შედეგის უპირატესობა სხვა სამეცნიერო შედეგებთან მიმართებაში. გარდა ამისა მიღებულია შედეგი, რომელიც ეხება მარჯვნიდან უწყვეტი ექსპონენციალური მარტინგალის 0-თან ტოლობის სიმრავლის დახასიათებას კვადრატული მახასიათებლის და ნახტომების საშუალებით. მიღებული შედეგი მომზადდა სამეცნიერო პუბლიკაციად და გაგზავნილია სარეცენზიოდ მაღალრეიტინგულ სამეცნიერო ჟურნალში.</p> <p>4. კოტელნიკოვის მწკრივისთვის $\sum_{n=1}^{\infty} c_n \frac{\sin(x - n\pi)}{x - n\pi}$ დამტკიცებულია შემდეგი თეორემები:</p> <p>თეორემა 1. თუ კოტელნიკოვის მწკრივის კოეფიციენტები $(c_0, c_1, c_2, \dots, c_n, \dots) \in l^2$ და მწკრივის რიმანის</p>		

ფუნქციას x წერტილში გააჩნია შვარცის მეორე რიგის წარმოებული $D^2F(x)$, მაშინ კოტელნიკოვის მწკრივი შეჯამებადია რიმანის მეთოდით $D^2F(x)$ რიცხვისკენ, ანუ ადგილი აქვს თანაფარდობას

$$\lim_{h \rightarrow 0} \left[c_0 + \sum_{n=1}^{\infty} c_n \frac{\sin(x - n\pi)}{x - n\pi} \left(\frac{\sinh n}{hn} \right)^2 \right] = D^2F(x).$$

თეორემა 2. თუ სრულდება თეორემა 1.-ის პირობები თანაბრად რაიმე E სიმრავლეზე

მაშინ კოტელნიკოვის მწკრივი შეჯამებადია რიმანის მეთოდით $D^2F(x)$ ფუნქციისკენ.

5. შემოთავაზებულია საკრედიტო რისკების შეფასების ახალი მიდგომა. განხილულია და მოკლედ გაანალიზებულია საკრედიტო რისკების შეფასების არსებული მოდელები და დასაბუთებულია ახალი მიდგომის შემოღების საჭიროება. რადგანაც ახალი მიდგომა კეთდება განუზღვრელი პირობებისათვის, აუცილებელია ფაზი მათემატიკის გამოყენება. შემოთავაზებული მიდგომა დაფუძნებულია ჯგუფურ გადაწყვეტილებათა მიღების პროცესზე, სადაც ექსპერტთა შეფასებები წარმოდგენილია ტრაპეციული ფაზი რიცხვების სახით. ახალი მეთოდის თეორიული ბაზა დამუშავებულია ტრაპეციული ფაზი რიცხვების მეტრიკულ სივრცეში. შემოთავაზებულია ექსპერტთა ფაზიფიკაციის და დეფაზიფიკაციის ორი პოლარული სკალა. აგებულია საკრედიტო რისკების შეფასების კრიტერიუმები შემოთავაზებული მიდგომა დეტალურადაა განხილული და მოყვანილია მისი რეალიზაციისათვის დამუშავებული ორი ალგორითმი. სააკრედიტო რისკების შეფასების ახალი მოდელის პრაქტიკული გამოყენების საილუსტრაციოდ მოყვანილია კონკრეტული მაგალითი..

6. კომპლექსური გეომეტრიული ოპტიკის მიახლოებაში მიღებულია სტოქასტური დიფერენციალური განტოლება ფაზის ფლუქტუაციისთვის დაჯახებად, გამტარ დამაგნიტებულ პლაზმაში პოლარული იონოსფეროსთვის. გამოთვლილია მეორე რიგის სტატისტიკური მომენტები და ნაჩვენებია, რომ გასწვრივი გამტარებლობა აღემატება პედერსენისა და ჰოლის გამტარებლობებს. მიღებული შედეგები შედარებულია ექსპერიმენტულად დაკვირვებად გაზნეული ელექტრომაგნიტური ტალღების სივრცითი სპექტრის სიმძლავრესთან, რომელიც ექვივალენტურია სიკაშკაშის იონოსფერული არაერთგვაროვნებების ანიზოტროპულობის გათვალისწინებით. ნაჩვენებია, რომ სპექტრის გაგანიერება და მისი მაქსიმუმის წანაცვლება გარეშე მაგნიტური ველის სიბრტყეში აღემატება შესაბამის სტატისტიკურ მონაცემებს პერპენდიკულარულ სიბრტყეში იმ პლაზმური სტრუქტურებისთვის, რომელთა ხაზოვანი ზომები დაახლოებით ათეული კილომეტრის რიგისაა, ასევე ეს სტატისტიკური მომენტები მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული ტალღის გავრცელების მიმართულებაზე გამტარ, დაჯახებად ტურბულენტურ მაგნიტოაქტიურ პლაზმაში. მოსვლის კუთხეებს მთავარ სიბრტყეში აქვს ანიზოტროპული გაუსური ფორმა, იმ დროს როცა პერპენდიკულარულ სიბრტყეში მცირე ანიზოტროპული კოეფიციენტებისთვის მრუდები მისწრაფვიან გაჯერებისკენ იონოსფერული არაერთგვაროვნებების ხარისხობრივი სპექტრისთვის. ნაჩვენებია, რომ გასწვრივი გამტარებლობა იწვევს მოსვლის კუთხეების გაზრდას. დროითი სპექტრის გაგანიერება ითვალისწინებს არაერთგვაროვნებების დრეიფულ სიჩქარეს, მათ ხაზოვან ზომებს, რაც საშუალებას იძლევა შებრუნებული ამოცანის ამოხსნისა.

6. ბექდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

6.1. მონოგრაფიები/წიგნები

№	ავტორი/ავტორები	მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	თეიმურაზ ტორონჯაძე, თამაზ უზუნაშვილი, მიხეილ მანია, ბესიკ ჩიქვინიძე, რევაზ თევზაძე, ცოტნე კუტალია, ირაკლი ჭელიძე, ლევან გაჩეჩილაძე, ბექა გოგიჩაშვილი	Derivatives Applications in Business (მიმდინარე პროექტი)	ქართულ-ამერიკული უნივერსიტეტი, თბილისი, საქართველო	
2	თეიმურაზ ტორონჯაძე, თამაზ უზუნაშვილი, მიხეილ მანია, ბესიკ ჩიქვინიძე, რევაზ თევზაძე, ცოტნე კუტალია, ირაკლი ჭელიძე, ლევან გაჩეჩილაძე, ბექა გოგიჩაშვილი	Modern Business Administraion (მიმდინარე პროექტი)	ქართულ-ამერიკული უნივერსიტეტი, თბილისი, საქართველო	
3	თეიმურაზ ტორონჯაძე, თამაზ უზუნაშვილი, მიხეილ მანია, ბესიკ ჩიქვინიძე, რევაზ თევზაძე, ცოტნე კუტალია, ირაკლი ჭელიძე, ლევან გაჩეჩილაძე, ბექა გოგიჩაშვილი	Decision Making (მიმდინარე პროექტი)	ქართულ-ამერიკული უნივერსიტეტი, თბილისი, საქართველო	
ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)				

6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათაური, ISSN	ჟურნალის/კრებულის	გამოცემის ადგილი,	გვერდების რაოდენობა
---	-----------------	-----------------------	-------------------	-------------------	---------------------

			დასახელება და ნომერი/ტომი	გამომცემლობა	
1	Michael Mania Revaz Tevzadze	on Martingale Transformations of the Linear Brownian Motion ISSN 1512-0066	Reports of Enlarged Sessions of the Seminar of I. Vekua Institute of Applied Mathematics Volume 34, 58-61, 2020	Tbilisi	4
2	Michael Mania Revaz Tevzadze	A Martingale Characterization of the General Solution of Quadratic Functional Equation	შემთხვევითი პროცესებისა და მათემატიკური სტატისტიკის Vკონფერენციის მასალები , 2020	თბილისი	5
ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)					
1-2. აღწერილია $f = (f(x); x \in R)$ ფუნქციების კლასი, რომლისთვისაც პროცესი $f(Wt)/Ef(Wt)$ არის მარტინგალი. შედეგი გამოიყენება კვადრატული ფუნქციონალური განტოლების ზოგადი ამოხსნის წარმოსადგენად.					

7. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

7.1. მონოგრაფიები/წიგნები

№	ავტორი/ავტორები	მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	Teimuraz Tsabadze	(September 15th 2020). A New Approach for Assessing Credit Risks under Uncertainty, in the book Credit Risk [Online First], IntechOpen, DOI: 10.5772/intechopen.93285. Available from: https://www.intechopen.com/online-first/a-new-approach-for-assessing-credit-risks-under-uncertainty	London, IntechOpen	15
ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)				
წარმოდგენილი თავის დაწერის მიზანს წარმოადგენს საკრედიტო რისკების შეფასების ახალი მიდგომის შემოთავაზება. განხილულია და მოკლედ გაანალიზებულია საკრედიტო რისკების შეფასების არსებული				

მოდელები და დასაბუთებულია ახალი მიდგომის შემოღების საჭიროება. რადგანაც ახალი მიდგომა კეთდება განუზღვრელი პირობებისათვის, აუცილებელია ფაზი მათემატიკის გამოყენება. შემოთავაზებული მიდგომა დაფუძნებულია ჯგუფურ გადაწყვეტილებათა მიღების პროცესზე, სადაც ექსპერტთა შეფასებები წარმოდგენილია ტრაპეციული ფაზი რიცხვების სახით. ახალი მეთოდის თეორიული ბაზა დამუშავებულია ტრაპეციული ფაზი რიცხვების მეტრიკულ სივრცეში. შემოთავაზებულია ექსპერტთა ფაზიფიკაციის და დეფაზიფიკაციის ორი პოლარული სკალა. აგებულია საკრედიტო რისკების შეფასების კრიტერიუმები შემოთავაზებული მიდგომა დეტალურადაა განხილული და მოყვანილია მისი რეალიზაციისათვის დამუშავებული ორი ალგორითმი. საკრედიტო რისკების შეფასების ახალი მოდელის პრაქტიკული გამოყენების საილუსტრაციოდ მოყვანილია კონკრეტული მაგალითი..

7.4. სტატიები

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათა-ური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN	ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	M. Mania and R. Tevzadze	Change of variable formulas for non-anticipative functionals 2050006. DOI: 10.1142/S021902572050006X	Infinite Dimensional Analysis, Quantum Probability and Related Topics, Vol. 23, No. 1	World Scientific	21p.
2	M. Mania and R. Tevzadze	On Martingale Transformations of Multidimensional Brownian Motion	Statistic and Probability letters, submitted	Elsevier	12p.
3	Besik Chikvinidze	New Proof of Novikov Criterion Using Backward Stochastic Differential Equations ISSN:0321-3900	Theory of Stochastic Processes; Vol 24 (40), no. 2, pp. 14 - 16	Kyiv	3
4	Besik Chikvinidze	Necessary and sufficient conditions for the uniform integrability of the stochastic exponential DOI 10.1007/s10959-020-01047-4	Journal of Theoretical Probability	Springer	13
5	G. Jandieri, J. Pistora, N. Mchedlishvili	Power spectrum in the conductive terrestrial ionosphere DOI: https:// doi.org. 10.30564/jees.v2il.1763	J. Environmental and Earth Sciences	USA	10

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1.–2. ჩიტაშვილის აზრით დიფერენცირებადი არაწინმსწრები ფუნქციონალებისთვის დამტკიცებულია

იტოს ფორმულა კადლაგ სემიმარტინგალების შემთვევაში. დადგენილია კავშირები ფუნქციონალური წარმოებულების სხვადასხვა განმარტებებს შორის.

ასევე აღწერილია $f: R_n \rightarrow R_m$ ფუნქციების კლასი, რომელიც გარდაქმნის ვექტორულ ბროუნის მოძრაობას მარტინგალად და მოყვანილია მრავალგანზომილებიანი კომის ფუნქციონალური განტოლების ზომადი ამოხსნის მარტინგალური დახასიათება.

3-4. განზოგადდა ჟაკოდის ცნობილი თეორემა და მიღებულია ექსპონენციალური მარტინგალის თანაბრად ინტეგრებადობის ახალი საკმარისი პირობა. აღნიშნული პირობა არის მსგავსი უწყვეტი ფილტრაციის შემთხვევაში ადრე მიღებული პირობის. ასევე მიღებულია მარჯვნიდან უწყვეტი ექსპონენციალური მარტინგალის თანაბრად ინტეგრებადობის აუცილებელი და საკმარისი პირობა. მიღებულია შედეგი, რომელიც ეხება მარჯვნიდან უწყვეტი ექსპონენციალური მარტინგალის 0-თან ტოლობის სიმრავლის დახასიათებას კვადრატული მახასიათებლის და ნახტომების საშუალებით.

5. კომპლექსური გომეტრიული ოპტიკის მიახლოებაში მიღებულია სტოქასტური დიფერენციალური განტოლება ფაზის ფლუქტუაციისთვის დაჯახებად, გამტარ დამაგნიტებულ პლაზმაში პოლარული იონოსფეროსთვის. გამოთვლილია მეორე რიგის სტატისტიკური მომენტები და ნაჩვენებია, რომ გასწვრივი გამტარებლობა აღემატება პედერსენისა და ჰოლის გამტარებლობებს. მიღებული შედეგები შედარებულია ექსპერიმენტულად დაკვირვებად გაზნეული ელექტრომაგნიტური ტალღების სივრცითი სპექტრის სიმძლავრესთან, რომელიც ექვივალენტურია სიკაშკაშის იონოსფერული არაერთგვაროვნებების ანიზოტროპულობის გათვალისწინებით. ნაჩვენებია, რომ სპექტრის გაგანიერება და მისი მაქსიმუმის წანაცვლება გარეშე მაგნიტური ველის სიბრტყეში აღემატება შესაბამის სტატისტიკურ მონაცემებს პერპენდიკულარულ სიბრტყეში იმ პლაზმური სტრუქტურებისთვის, რომელთა ხაზოვანი ზომები დაახლოებით ათეული კილომეტრის რიგისაა, ასევე ეს სტატისტიკური მომენტები მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული ტალღის გავრცელების მიმართულებაზე გამტარ, დაჯახებად ტურბულენტურ მაგნიტოაქტიურ პლაზმაში. მოსვლის კუთხეებს მთავარ სიბრტყეში აქვს ანიზოტროპული გაუსური ფორმა, იმ დროს როცა პერპენდიკულარულ სიბრტყეში მცირე ანიზოტროპული კოეფიციენტებისთვის მრუდები მიისწრაფვიან გაჯერებისკენ იონოსფერული არაერთგვაროვნებების ხარისხობრივი სპექტრისთვის. ნაჩვენებია, რომ გასწვრივი გამტარებლობა იწვევს მოსვლის კუთხეების გაზრდას. დროითი სპექტრის გაგანიერება ითვალისწინებს არაერთგვაროვნებების დრეიფულ სიჩქარეს, მათ ხაზოვან ზომებს, რაც საშუალებას იძლევა შებრუნებული ამოცანის ამოხსნისა.

სახეთა ამოცნობის გამოყენებითი სისტემების განყოფილება (უფროსი — გოდერძი ლეჟავა)

2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

2.1.

№	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
---	---	--	--

	მითითებით)		
1	ჩაის ფოთლის შერჩევითი კრეფის მექანიზაციის ამოცანაში კიბერნეტიკის მეთოდების გამოყენების ეფექტიანობის კვლევა ხელოვნური ინტელექტი, გამოყენებითი სისტემები	2018-2022	<p>კამკამიძე ი., მანქანური საიმიტაციო ექსპერიმენტების მომზადება და ჩატარება;</p> <p>მკრტიჩიანი ედ., სისტემის მექანიკური და ელექტრული ნაწილის მონტაჟი და გაწყობა;</p> <p>კანდელაკი მ., კომპიუტერული ექსპერიმენტებისთვის მასალის მომზადება და ექსპერიმენტების ჩატარება;</p> <p>დალაქიშვილი თ., საიმიტაციო პროგრამების მომზადება. მანქანური საკვლევ-სადემონსტრაციო ექსპერიმენტების ჩატარება;</p> <p>ვარდოსანიძე ანგ., სისტემის მექანიკური ნაწილის მონტაჟი და გაწყობა. პოტენციური პარტნიორების მოძიება;</p> <p>ოლიშვილი ბ., მექანიკური კვანძების დამუშავება. მუშა ნახაზების მომზადება;</p> <p>ბერიკიშვილი ზ., მანქანური საიმიტაციო ექსპერიმენტების მომზადება და ჩატარება.</p>
2	ინდუქციური გამოყვანის ოპერატორის გამოყენება ადამიანის ინტელექტის ფუნქციების მოდელირებასა და ტექნიკურ ამოცანებში	2018-2022	<p>კამკამიძე ი., სახეთა ამოცნობის, ცნებათა ფორმირების და ინსაიტის ოპერაციების ინდუქციური გამოყვანის პროცესორის საშუალებით რეალიზების საკითხების კვლევა;</p> <p>მკრტიჩიანი ედ., მანქანური ექსპერიმენტების მომზადება; სახეთა ამოცნობის ინდუქციური გამოყვანის პროცესორის საშუალებით რეალიზების ეფექტურობის კვლევა;</p> <p>კანდელაკი მ., ხელოვნური ინტელექტის მეტაპროცედურების ინდუქციური გამოყვანის პროცესორის საშუალებით რეალურ დროში რეალიზების საკითხების კვლევა;</p> <p>დალაქიშვილი თ., ინდუქციური გამოყვანის პროცესორის საიმიტაციო პროგრამის მომზადება და გაწყობა.</p>

			მანქანური კვლევების პროგრამული უზრუნველყოფა; ვარდოსანიძე ანგ., ინდუქციური გამოყვანის პროცესორის საშუალებით ინდუქციური ლოგიკის ოპერაციების განხორციელების საკითხების კვლევა; ოლიშვილი ბ., ექსპერიმენტების ტექნიკური ნაწილის უზრუნველყოფა; ბერიკიშვილი ზ., სახეთა ამოცნობის, ცნებათა ფორმირების და ინსაიტის ოპერაციების ინდუქციური გამოყვანის პროცესორის საშუალებით რეალიზების საკითხების კვლევა
3	ინდუქციური გამოყვანის პროცესორის საფუძველზე „ინტელექტუალური“ მიმყოლი სისტემის დამუშავება.	2020-2024	კამკამიძე ი., ბერიკიშვილი ზ. ინდუქციური გამოყვანის პროცესორის პრინციპის გამოყენებით ისეთი „ინტელექტუალური“ მიმყოლი სისტემის შექმნის პრინციპის კვლევა, რომლის ეფექტურობა დამოკიდებული არ იქნება ობიექტის რაკურსის ცვლილებაზე, ან მისი გამოსახულების ნაწილობრივ დაფარვაზე (მტვრის ღრუბელით, მცენარეებით, ან სხვა ობიექტებით). მკრტიჩიანი ედ., ოლიშვილი ბ. კამერის დაკიდების ორი თავისუფლების ხარისხის მქონე ელექტრულად მართვადი მექანიკური სისტემის დამუშავება. დალაქიშვილი თ., კანდელაკი მ., სტეფნაძე ი.: მიმყოლი სისტემის მართვის კომპიუტერული პროგრამის დამუშავება
4	ციფრული გამოსახულების აღდგენა მისი გარჩევისუნარიანობის გაზრდის მიზნით მაღალი კრებადობის სიჩქარის მქონე ახალი საინტერპოლაციო ფორმულების (ფირანაშვილის ფორმულა) გამოყენებით. ინფორმატიკა	2020-2021	ოთარ თავდიშვილი – პროექტის ხელმძღვანელი; თ.სულაბერიძე, თ. თოდუა, ზ. ალიმბარაშვილი – პროექტის შემსრულებლები
გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2020 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)			

1-3) 2020 წელს პრაქტიკული დანიშნულების საკრეფო სისტემის პროტოტიპის შესაქმნელად გათვალისწინებული იყო შემდეგი სამუშაოების შესრულება:

საჭრელ მოდულში ლენტური ხერხის გამოყენების მიზანშეწონილობის, აგრეთვე ჩამჭერი სისტემის და ლიფტის ერთ კვანძად გაერთიანების მიზანშეწონილობის კვლევების გაგრძელება. შემსრულებელი მექანიზმების მართვის ელექტრონული ბლოკების დამუშავება და დამზადება მიკროპროცესორული ტექნიკის საფუძველზე.

2020 წელს განხორციელდა შემდეგი სამუშაოები:

- მიმდინარეობდა საცდელ-სადემონსტრაციო მაკეტის დამზადების სამუშაოები. კერძოდ დამზადდა და სტენდზე გამოიყვანა აქტუატორები და მათი კვებისა და მართვის ელექტრონული ბლოკები. მიმდინარეობდა საკრეფო სისტემაზე ლენტური ხერხის დასამონტაჟებლად საჭირო კვანძების დამზადების სამუშაოები.
- ნაჩვენები იქნა, რომ მოცემული მიდგომა, რომელიც გულისხმობს ლენტური ხერხის გამოყენებას, უზრუნველყოფს სისტემის საჭრელი კვანძის არსებით გამარტივებას, საიმედოობის გაზრდას და გამოირიცხავს ბუჩქის დაზიანებას.
- გრძელდებოდა სამუშაოები, რომელთა მიზანია ხელოვნური ინტელექტის საბაზისო ოპერაციების მოდელირების გზით იყო ინდუქციური გამოყვანის პროცესორის უნივერსალური ხასიათის ჩვენება. კერძოდ, განხილული იყო პროცესორის საშუალებით ე. წ. „პრეცედენტების“ მეთოდით გადაწყვეტილების მიღების ეფექტურობა ხელოვნური ინტელექტის პრაქტიკულ ამოცანებში. სამუშაოების ნაწილი ჩატარდა უნივერსიტეტ „გეომედთან“ თანამშრომლობით. ზოგიერთი შედეგი მოხსენებული იყო ეროვნული მეცნიერებათა აკადემიის ინოვაციების კომისიის სხდომაზე. ჩატარებული კვლევების საფუძველზე მზადდება 2 სტატია, რომლებიც გამოქვეყნდება კვლევების დასრულების შემდეგ.
- სემინარული განხილვებისა და წინასწარი ექსპერიმენტების საშუალებით განხორციელდა ინდუქციური გამოყვანის პროცესორის პრინციპის გამოყენებით ისეთი „ინტელექტუალური“ მიმყოლი სისტემის შექმნის პრინციპის კვლევა, რომლის ეფექტურობა დამოკიდებული არ იქნება ობიექტის რაკურსის ცვლილებაზე, ან მისი გამოსახულების ნაწილობრივ გადაფარვაზე (მტვრის ღრუბელით, მცენარეებით, ან სხვა ობიექტებით).

4) ციფრული გამოსახულებებიდან რაც შეიძლება მეტი ინფორმაციის მიღების ერთერთ საშუალებას წარმოადგენს მისი გარჩევისუნარიანობის გაზრდა და მასშტაბირება. ამ ამოცანების გადაწყვეტისთვის გამოყენებული მეთოდებიდან ინტერპოლაციის გამოყენებას მნიშვნელოვანი ადგილი (როლი) 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. არსებული მეთოდებიდან თითოეული ხასიათდება როგორც დადებითი, ისე უარყოფითი მხარეებით. ციფრული გამოსახულების ინტერპოლაციის სხვადასხვა მეთოდებში ინტერპოლაციის მნიშვნელობების მისაღებად არსებული მნიშვნელობების სხვადასხვა რაოდენობა გამოიყენება. შესაბამისად, სხვადასხვა გამოთვლების ფასი და მიღებული გამოსახულებების ვიზუალური ხარისხი. შესაბამისად, ისმება ამოცანა იმის შესახებ, შესაძლებელია თუ არა გარკვეული კომპრომისის მიღწევა გამოთვლების ფასსა და აღდგენილი გამოსახულების ხარისხს შორის. ცხადია 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, განსხვავებით უიტკერ-კოტელნიკოვის ფორმულისგან, გამოსახულების ადგენის უკეთესი შედეგი მიიღწევა. არსებული ფორმულის გამოყენებით სხვადასხვა გამოსახულებებზე ტარდება კომპიუტერული ექსპერიმენტები. მზადდება სტატია გამოსაქვეყნებლად.

8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

8.1. საქართველოში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მომხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	ნ. კირკიტაძე, თ. თოდუა, გ. კურტანიძე	IoT system of Central Heating	შავი ზღვის საერთაშორისო უნივერსიტეტი, აბრეშუმის გზის XV საერთაშორისო კონფერენცია
2	ი. ქართველიშვილი, თ. თოდუა	Development of mathematical model for defining interrelations of normative legal documents in legal reference systems.	შავი ზღვის საერთაშორისო უნივერსიტეტი, აბრეშუმის გზის XV საერთაშორისო კონფერენცია

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

ბიოკიბერნეტიკული სისტემების განყოფილება (უფროსი — ბესარიონ ფარცვანია)

2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

2.1.

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1	„ნეირონის ინფორმაციულ აქტივობათა გამოკვლევა ელექტრომაგნიტური სმოვის	2018-2022	ბ. ფარცვანია- ხელმძღვანელი; თ. სულაბერიძე, შემსრულებელი; თ. გოგოლაძე, შემსრულებელი;

	პირობებში“. ბიოკიბერნეტიკა.	ქ.ჩუბინიძე შემსრულებელი; ვ.ჯელაძე შემსრულებელი; თ.ზორიკოვი შემსრულებელი
<p>გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2020 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>პროექტის მოცემულ ეტაპზე შევისწავლეთ სხვადასხვა უაღრესად დაბალი სიხშირის ემგ-ს გავლენა ნეირონის ერთერთ აქტივობაზე- სტიმულის მიმართ ჰაბიტუაციაზე. ამ ელექტრომაგნიტური ველების წარმომშობი მიზეზები სხვადასხვაა. მაგალითად უმავთულო კომუნკაციების მოდულაცია, მაღალი ძაბვის გადამცემი სადენები, თანამედროვე ელექტრომობილები, ჰიბრიდული ავტომობილები და სხვა.</p> <p>თანამედროვე უმავთულო საკომუნიკაციო სისტემებში გამოიყენება რადიოსიხშირული და მიკროტალღური დიაპაზონის ელექტრომაგნიტური ველები. კერძოდ, GSM სისტემაში გამოყენებული ელექტრომაგნიტური ველის (ემგ) გადამტანი სიხშირეებია 880-915 MHz, რომელიც გამოსხივდება პერიოდული პორციების სახით და რომლებსაც მართკუთხა იმპულსის სახე აქვთ. თითოეული ამ მართკუთხა იმპულსის ხანგრძლივობა (სიგანე) 4.6 მილისეკუნდის ტოლია. ასეთი იმპულსები გენერირდება იმპულსთა მწკრივის სახით, რომლის ხანგრძლივობა 120 მილისეკუნდს უდრის. ამრიგად, გამოსხივების სპექტრში შემოდის დაბალი სიხშირის მდგენელები 8.3 ჰერცი და 217 ჰერცის სიდიდით. 1800 მეგაჰერცის სისტემაში იმპულსთა ამგვარი გენერაციის სიხშირე 10 ჰერცია. რაც შეეხება ვაიფაის სისტემებს- აქ დაბალსიხშირული მოდულაციის მნიშვნელობა დამოკიდებულია გადაცემული ინფორმაციის სახეზე- Wi-Fi -ში ინფორმაციის გადაცემისას ადგილი აქვს: ლოდინის დროს (ე.წ. DIFS); უკუკავშირის დროს, რაც B ასოთი აღინიშნება, შემდეგ მოდის ინფორმაციის გადაცემის დრო, ნაკადებს შორის დრო (ე.წ. SIFS) და უკუკავშირის დრო (ე.წ. ACK). ამ დროების სიდიდე მიკროწამებში (მკწმ) შემდეგია: DIFS-ს შეესაბამება 34 მკწმ, B-ს შეესაბამება 67.5 მკწმ, ინფორმაციის გადაცემას 248 მკწმ, SIFS-ს 16 მკწმ და ACK-ს 24 მკწმ. როდესაც Wi-Fi სიგალის ხარისხი უარესდება გამოიყენება უფრო დაბალი მოდულაცია. მას შეესაბამება უფრო მაღალი „მუშა ციკლი“. რეალურ პირობებში „მუშა ციკლი“ ნაკლებიცაა. განიხილება შემდეგი აქტივობები:</p> <p>1) ინფორმაციის მოძიება ინტერნეტით (BBC, 2012), 2) ე. წ Voice over IP (VoIP), 3) Skype-ის გამოყენება, 4) ვიდეო კავშირი Skype-ის გამოყენებით, 4) აუდიო ძიება-Spotify, 5) YouTube ვიდეო (360p), 6) HD YouTube ვიდეო (1080p) და 7) ფაილის ჩამოტვირთვა.</p> <p>გაზომვათა შედეგად დადგინდა: 54Mbps აქტივობისას „მუშა ციკლი“ პროცენტებში იყო: ინტერნეტში ძიებისათვის - 0.25, skype voice-თვის - 0.80, skype ვიდეოსათვის - 1.08, აუდიო Spotify - 0.13, YouTube ვიდეოსათვის (360p) - 2.35, YouTube ვიდეოსათვის (1080p) - 10.69, ფაილის გადაცემისათვის - 46.18. 6Mbps აქტივობისას „მუშა ციკლი“ პროცენტებში იყო: ინტერნეტში ძიებისათვის - 1.57, skype voice-თვის - 3.10, skype ვიდეოსათვის - 5.42, აუდიო Spotify - 6.7, YouTube ვიდეოსათვის (360p) - 14.54, YouTube ვიდეოსათვის (1080p) - 81.30, ფაილის გადაცემისათვის - 87.41. ამრიგად Wi-Fi-ის გამოსხივებაში შემოდის დაბალი სიხშირეები: 54 MBps აქტივობის შემთხვევაში: 400; 125; 92.59; 76.2; 42.55; 9.35; 2.16 ჰერცები(Hz) შესაბამისად და 6MBps აქტივობის შემთხვევაში - 63.69; 32.2; 18.45; 14.92; 6.87; 1.23; 1.14 Hz სიხშირეები შესაბამისად.</p> <p>რადიოსიხშირის ემგ-ს მთანთქმა იწვევს ბიოლოგიური ქსოვილის გახურებას.</p> <p>მეორეს მხრივ, უაღრესად დაბალი სიხშირის ველების გავლენა არაა სითბური, თუმცა ხასიათდება ბიოლოგიურ ქსოვილზე უარყოფითი ზემოქმედებით. (Bawin et al.1975,; Blackman et al. 1979,; Azanza and Calvo 2000,). მობილური ტელეფონის ოპერირება ხდება უშუალოდ თავთან ახლოს. მის მიერ გამოსხივებული უაღრესად დაბალი სიხშირის ემგ ზემოქმედებს ადამიანის ეეგ-ზე (Cook et al.2002), (Vecchio et al.2007; Croft et al.2008). ამ დაბალ სიხშირეებს შეუძლიათ იმოქმედონ ნეირონის ფუნქციონირებაზე. (Adey 1981; Oda and Koike 2004; Goldsworthy2007). მოლუსკის ცალკეული ნეირონი</p>		

ხშირად გამხდარა კვლევის ობიექტი და მასზე მიღებული შედეგები ასევე ხშირად ექსტრაპოლირდება უმაღლესი ცხოველების და ადამიანის ნეირონების მიმართებაში. მოლუსკი შეიძლება განვიხილოთ როგორც მოსახერხებელი მოდელი ელექტრომაგნიტური ველების ნეირონზე ზემოქმედების კვლევაში (Arber and Lin 1985), Azanza et al 2002), and Pérez Bruzón et al 2004.

ჰაბიტუაცია არის ერთერთი მნიშვნელოვანი ფუნქცია, რომელიც გააჩნია როგორც უმაღლესი ნერვული სისტემების ნეირონებს, ასევე მოლუსკის ნეირონებს.

საკითხის გამარტივების მიზნით ჩვენ შევისწავლეთ ჰაბიტუაცია უჯრედშიგა ხანმოკლე იმპულსების მიმართ. შესწავლილ იქნა ჰაბიტუაციის პროცესი ნეირონებში, რომლებიც დაექვემდებარენ უაღრესად დაბალი სიხშირის ელექტრომაგნიტური ველების ზემოქმედებას. ამასთანავე, შესწავლილ იქნა ჰაბიტუაცია საკონტროლო ნეირონებში, რომლებიც არ იყვნენ აღნიშნული ველების ზემოქმედების ქვეშ.

უაღრესად დაბალი სიხშირის ემგ-ის ცალკეულ ნეირონზე ზეგავლენის გამოკვლევა საშუალებას მოგვცემს გავიაზროთ ამ ემგ-ების ნერვულ სისტემაზე და ტვინზე ზემოქმედების ზოგიერთი მექანიზმი.

მეთოდოლოგია

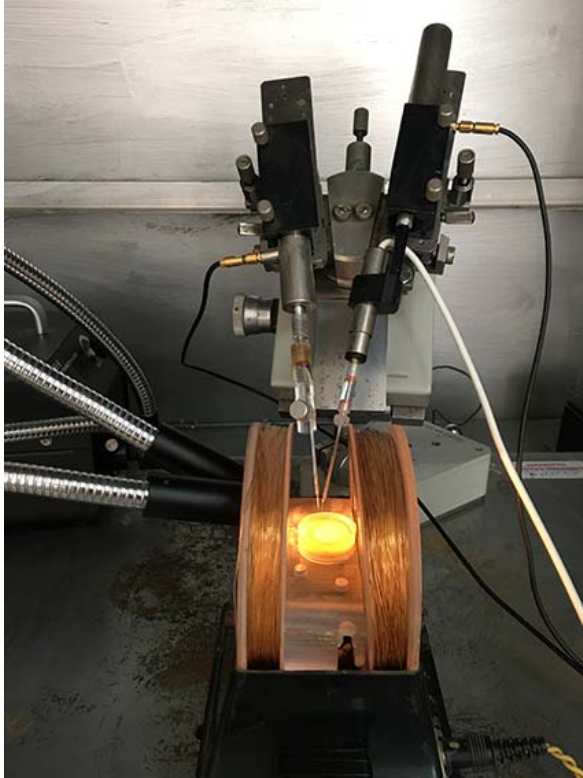
ექსპერიმენტები ტარდებოდა მოლუსკ *Helix Pomtia*-ს ნეირონებზე. თითოეული ცხოველისათვის ვიყენებდით იზოტონური $MgCl_2$ -ით ანესთეზირებას, რომელიც შეესაბამებოდა Prescott and Chase (1999) and Inoue et al.(2004). მონაცემებს. ამის შემდეგ ვახდენდით ნერვული სისტემის იზოლირებას. განგლიებს ვამუშავებდით პრონაზას 0.5% ხსნარში (“Sigma-Aldrich”) 30 წუთის განმავლობაში ოთახის ტემპერატურაზე. ამ პროტოკოლიტური დამუშავების შემდეგ ვახდენდით შემაერთებელი ქსოვილის ფრთხილად მოცილებას, რისთვისაც ვიყენებდით მიკრო მაკრატელს და პინცეტებს. შემდეგ განგლიას ვრეცხვდით სუფთა რინგერის ხსნარით. ამ ხსნარის შემადგენლობა იყო: $NaCl$ (80 mmol), KCl (4 mmol), $CaCl_2$ (35 mmol), $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ (5 mmol), Tris (7 mmol) at $pH=7.5$.

ექსპერიმენტები ტარდებოდა ოთახის ტემპერატურაზე 23-25 °C. რინგერის ხსნარის ტემპერატურა განუწყვეტლივ კონტროლდებოდა უაღრესად დაბალი სიხშირის ველით ზემოქმედების პირობებში. ეს ტემპერატურა არ იცვლებოდა.

კვლევაში ვიყენებდით ორ იდენტიფიცირებულ გიგანტურ ნეირონს: მარცხენა პარიეტალური განგლიის #3 ნეირონს და მარჯვენა პარიეტალური განგლიის #3 ნეირონს. ნეირონში შეგვყავდა ორი მიკროელექტროდი, რომლებიც შევსებული იყო 2.5 მოლარობის KCl ხსნარით. მიკროელექტროდების უჯრედში შეყვანა ხდებოდა პიეზო მიკრომანიპულატორების გამოყენებით - PM 20 (“Marzhauser” Wetzlar გერმანია). ერთი მიკროელექტროდი გამოიყენებოდა სარეგისტრაციოდ, ხოლო მეორე უჯრედშიგა სტიმულაციისათვის. მიკროელექტროდები მზადდებოდა ბოროსილიკატის კაპილარებისაგან (Sutter Instrument Company, Novato, CA). მიკროელექტროდების წვერის ზომა 1 მიკრონზე ნაკლები იყო. მიკროელექტროდის წინაღობა 10 მეგაომს არ აღემატებოდა. უჯრედშიგა სტიმულაციისათვის ვიყენებდით პიკოამპერების წყაროს-ხელსაწყოს “Picoamper source 261” (Keithley Instruments Inc. Cleveland, OH). ამ ხელსაწყოს გამოსავალზე მიერთებული მოწყობილობა განაპირობებდა ამ დენების ხანმოკლე იმპულსებად გარდაქმნას. ეს იმპულსები მიეწოდებოდა ნეირონს მასტიმულირებელი მიკროელექტროდის მეშვეობით. ამრიგად, უჯრედშიგა სტიმული წარმოადგენდა მადეპოლარიზებულ დენების იმპულსებს, ხანგრძლივობით 4 მსკ. მათი მიწოდების სიხშირე რეგულირებადი იყო. თავდაპირველად ვახდენდით უჯრედშიგა მასტიმულირებელი იმპულსის იმ კრიტიკული მნიშვნელობის დადგენას, რომელსაც ნეირონი 1 ქმედების პოტენციალით (ქპ) პასუხობდა. ე.ი. ერთ მასტიმულირებელ სიგნალზე ნეირონი გენერირებდა მხოლოდ ერთ ქპ. როგორც წესი, ამ მასტიმულირებელი იმპულსების საწყისი ამპლიტუდა 0.05 ნა იყო. ექსპერიმენტებმა აჩვენა, რომ ასეთი ამპლიტუდის სტიმული იწვევდა ნეირონის დეპოლარიზაციას ზღურბლს ქვემოთ. ამის შემდეგ მასტიმულირებელი იმპულსის ამპლიტუდას თანდათან ვზრდიდით,

ვიდრე არ მოხდებოდა 1 კვ გენერირება. ნეირონის აქტივობათა ჩაწერას ვახდენდით PowerLab ML866 მონაცემთა აღების სისტემაზე (ADInstruments Co, Castle Hill, NSW, Australia) “Chart 5.5” პროგრამის მეშვეობით.

ერთგვაროვანი ელექტრომაგნიტური (მაგნიტური) ველის შესაქმნელად გამოყენებულ იქნა ჩვენს მიერ დამუშავებული ჰელმჰოლცის კოჭები 11 სმ დიამეტრით. კოჭებს შუა არე 5,5 სმ სიგანისაა. კოჭების ორიენტაცია მართობული იყო დედამიწის გეომაგნიტური ველის მიმართ. იხ. სურათი 1.



სურათი 1.

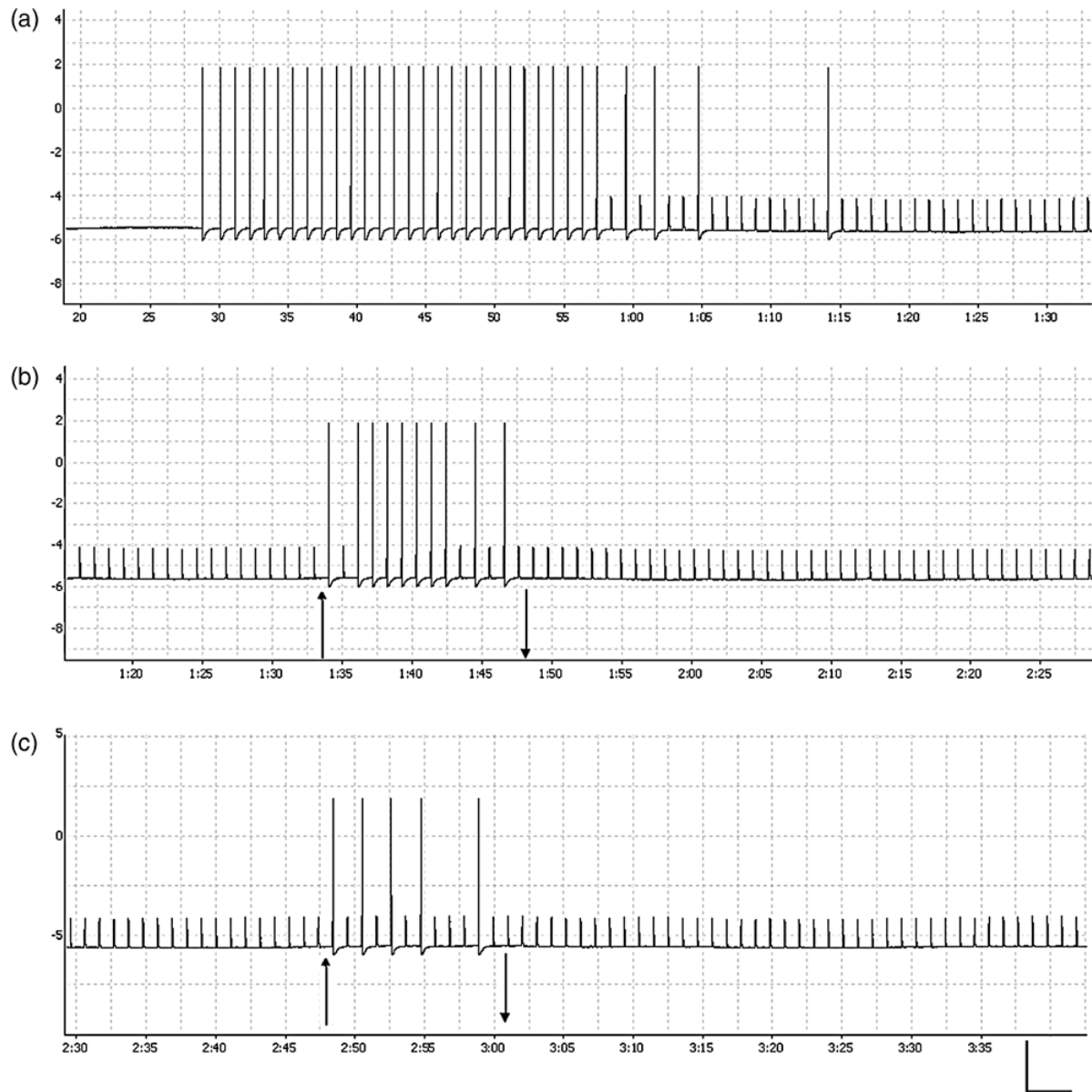
ჰელმჰოლცის კოჭები და მათ შუა მოთავსებული პეტრის ჭურჭელი განგლიებითურთ. წყვილი მიკროელექტროდი დამაგრებულია პიეზო-მიკრომანიპულატორებზე, რომლებიც თავის მხრივ დამაგრებულია მექანიკურ მიკრომანიპულატორზე. მარცხნივ ვხედავთ ოპტიკურ ბოჭკოვან გამანათებელს.

აღმრული მაგნიტური ველის პიკური მნიშვნელობის კალიბრება წინასწარ ხდებოდა კოჭებშუა არის ცენტრში Tesla-Gaussmeter “Koshava 5” -ს გამოყენებით, რომელსაც გააჩნია Hall-effect მქონე თაურა. დაბალი სიხშირის გენერატორის გამოსავალი მიერთებული იყო გამამდიერებელთან, რომელიც გამოიყენებოდა ჰელმჰოლცის კოჭების მკვებავად. მაგნიტური ინდუქციის პიკური მნიშვნელობა აღნიშნულ ცენტრში იცვლებოდა 1 დან 6 მილიტესლამდე. პეტრის მცირე ზომის ჭურჭელი განგლიებითურთ თავსდებოდა ჰელმჰოლცის კოჭების შუა წერტილში. მთელი სისტემა მოთავსებული იყო ეკრანირებულ კამერაში გარეშე ველების თავიდან ასაცილებლად.

ცდები გვიჩვენებს, რომ ინდივიდუალური ნეირონი პასუხობს უჯრედშიგა სტიმულაციას კვ-ბით, რის შემდეგაც ყალიბდება ჰაბიტუაცია. ჰაბიტუაცია გამოიხატება სტიმულზე კვ გენერირების შეწყვეტით. თავდაპირველად ვპოულობდით კვ ზღურბლს, რის მიღწევის შემდეგაც ხდებოდა ნეირონის სტიმულაცია უჯრედშიგა იმპულსების მიმდევრობით. კვ-ს აღმოცენების ზღურბლი ვარიერბდა 0.1-0.5 ნა ინტერვალში.

დრო, რომელიც საჭირო იყო სრული ჰაბიტუაციისათვის იყო 1-2 წუთი. (ე.ი. ნეირონი გენერირებდა პკ 1-2 წუთის განმავლობაში, რის შემდეგაც იგი წყვეტდა სტიმულზე კვ გენერირებას. საშუალოდ გენერირებულ კვ რაოდენობა ასეთ პირობებში იყო 30-50 ქმედების პოტენციალი. ჰაბიტუაციის დადგომის შემდეგ ქმედების პოტენციალის აღმოცენება აღარ ხდებდა და ჩანაწერში შეინიშნება მხოლოდ სტიმულის არტეფაქტები- იხ სურათი 1 ა.

სრული ჰაბიტუაციის დამყარების შემდეგ, გრძელდება რა უჯრედშიგა სტიმულაცია, ვახდენდით ჰელმჰოლცის კოჭებში საჭირო სიხშირის დენის გატარებას და მამასადამე განგლიების ექპოზიციას მაგნიტური ველის მიმართ. საინტერესოა ის, რომ ასეთი პირობებში ხდებოდა სტიმულზე ქმედების პოტენციალებით გენერირების აღდგენა. ანუ ადგილი აქვს ჰაბიტუაციის დარღვევას (დეჰაბიტუაციას)- იხ სურ 2.



სურათი 2. უაღრესად დაბალი სიხშირის ემვ-ს მიერ გამოწვეული დეჰაბიტუაცია.

(a) ნეირონის რეაქცია უჯრედშიგა დენის ხანმოკლე იმპულსებით სტიმულაციის მიმართ.

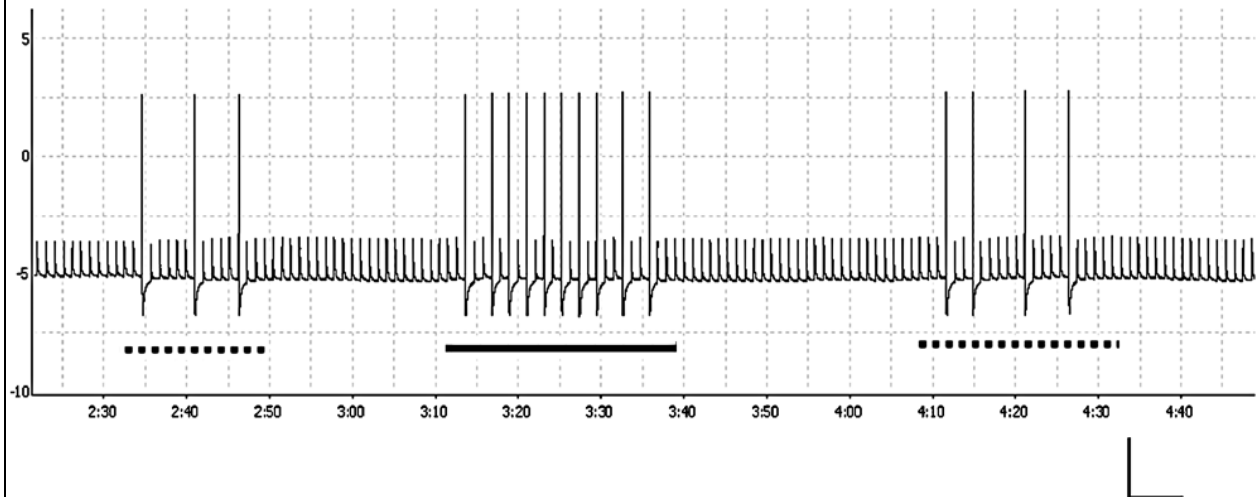
მასტიმულირებელ იმპულსთა ამპლიტუდა შეადგენს 0.4 ნა. სტიმულაციის სიხშირე 1 ჰერცია. 32 კვ გენერირების შემდეგ დამყარდა ჰაბიტუაცია და ნეირონმა შეწყვიტა კვ გენერირება. სრული ჰაბიტუაციისათვის საჭირო დრო შეადგენს 45 წამს.

(ბ) დეჰაბიტუაცია და კვ გენერირება, რაც გამოიწვია ნეირონის ექსპოზიციამ 8,34 სიხშირის უაღრესად დაბალი ემგ-ს მიმართ (8,34 სიხშირის დენის გატარებამ ჰელმჰოლცის კოჭებში). მაგნიტური ველის პიკური დამაბულობა 6 მილიტესლაა. გენერირებულ კვ საშუალო სიხშირე შეადგენს 0.7 ჰერცს. უაღრესად დაბალი ემგ-ს ზემოქმედების შეწყვეტის შედეგად ჰაბიტუაცია აღდგა.

(ც) სურათზე ვხედავთ დეჰაბიტუაციას, გამოწვეულს 217 ჰერცი სიხშირის ემგ ექსპოზიციის შედეგად. ამ შემთხვევაშიც მაგნიტური ველის პიკური დამაბულობა 6 მილიტესლაა.

უაღრესად დაბალი ემგ-ს მოდების და მოხსნის მომენტები ისრებითაა აღნიშნული ჩანაწერების ქვეშ. კალიბრება 25 მვ 3 წამი.

ექსპერიმენტებმა აჩვენა, რომ დეჰაბიტუაცია დამოკიდებულია უაღრესად დაბალ ემგ სიხშირეზე. მაქსიმალური დეჰაბიტუაცია დაიშორება 8 ჰერც სიხშირეზე. დეჰაბიტუაციის ეფექტურობა პროპორციულია უაღრესად დაბალი ემგ პიკურ მნიშვნელობაზე, რაც ილუსტრირებულია სურათზე 3.



სურათი 3. სხვადასხვა ინდუქციის მქონე ემგ ეფექტები დეჰაბიტუაციაზე. ჩანაწერების ქვეშ წყვეტილი წერტილების შესაბამისი დროის განმავლობაში 1 მილიტესლა პიკური მნიშვნელობის უაღრესად დაბალი ემგ არის ჩართული. ჩანაწერების ქვეშ უწყვეტი ხაზის შესაბამისი დროის განმავლობაში 6 მილიტესლა პიკური მნიშვნელობის უაღრესად დაბალი ემგ არის ჩართული. ვხედავთ, რომ უაღრესად დაბალი ემგ-ს პიკური მნიშვნელობის გაზრდა იწვევს დეჰაბიტუაციის შედეგად გენერირებულ კვ საშუალო სიხშირის ზრდას. უაღრესად დაბალი ემგ სიხშირე შეადგენს 8 ჰერცს. კალიბრება 25 მვ 3 წამი.

იმისათვის, რომ შედარებულ იქნას დასხივებული და საკონტროლო ნეირონების სტატისტიკები, შემდეგი სტატისტიკური ანალიზი იქნა გამოყენებული:

მონაცემების სტატისტიკური დამუშავებისათვის შემდეგი პროცესი იქნა გამოყენებული: აღვნიშნოთ D ასოთი ის ხდომილება, რომ უაღრესად დაბალი სიხშირის ემგ-ს მიმართ ნეირონის ექსპოზიცია იწვევს დეჰაბიტუაციას. ამ ხდომილების ალბათობა $p=P(D)$ არის უცნობი. ექსპერიმენტიდან მიღებული სტატისტიკური მასალიდან გამომდინარე ჩვენი ამოცანაა ავაგოთ ნდობის ინტერვალი უცნობი p ალბათობისათვის. ცხადია, რომ აქ გვექნება ბერნულის სქემა. ბერნულის სქემაში უცნობი p ალბათობა წარმოადგენს ე.წ. „წარმატების“ ალბათობას. ცნობილია (Brwonlee, 1965), რომ უცნობი p ალბათობისათვის

$1-\alpha$ დონის ნდობის ინტერვალის გამოისახება როგორც $(\underline{\Theta}, \bar{\Theta})$. $\underline{\Theta}$ და $\bar{\Theta}$ სანდობის საზღვრები შემდეგია:

$$\underline{\Theta} = \frac{x F_{\alpha/2}(2x; 2(n-x+1))}{n-x+1 + x F_{\alpha/2}(2x; 2(n-x+1))}, \quad \bar{\Theta} = \frac{(x+1) F_{1-\alpha/2}(2(x+1); 2(n-x))}{n-x + (x+1) F_{1-\alpha/2}(2(x+1); 2(n-x))},$$

აქ x არის დეჰბიტუაციების რიცხვი n დამოუკიდებელ ექსპერიმენტებში (ე.ი. „წარმატებულთა“ რიცხვი). $F_{\alpha}(k_1, k_2)$ წარმოადგენს F (ფიშერის განაწილება) განაწილების α დონის ქვანტილს. ჩვენ ჩავატარეთ 33 ექსპერიმენტი. $x=28$ ექსპერიმენტში დეჰბიტუაცია დაიშორებოდა. თუ განვიხილავთ, რომ $1-\alpha = 0,95$ და გამოვიყენებთ სათანადო სტატისტიკურ ცხრილებს (Brwonlee, 1965), მივიღებთ, რომ $\underline{\Theta} = 0,6816$; $\bar{\Theta} = 0,9490$. ე.ი უცნობი p ალბათობის ნდობის $1-\alpha$ ინტერვალი იქნება $P(\underline{\Theta} < p < \bar{\Theta}) = P(0,6816 < p < 0,9490) = 0,95$. რადგან დეჰბიტუაციის ფარდობითი სიხშირე იქნება $\hat{P} = 0,8485$ ჰიპოთეზათა შემოწმების ამოცანა ასე შეიძლება ჩამოვყალიბოთ: $H_0 : p = p_0 = 0,81$ – ძირითადი ჰიპოთეზა. ეს რიცხვითი მნიშვნელობა წარმოდგენს $0,81 = \frac{1}{2}(\underline{\Theta} + \bar{\Theta})$ ნდობის ინტერვალის შუა წერტილს.

ბუნებრივია, რომ ალტერნატიული ჰიპოთეზა იყოს; $H_1 : p > 0,81$. კრიტერიუმის სტატისტიკა

შემდეგი იქნება: $Z_0 = \frac{\hat{P} - p_0}{\sqrt{\frac{p_0 \cdot (1-p_0)}{n}}} = \frac{\hat{P} - 0,81}{\sqrt{\frac{0,81 \cdot (1-0,81)}{33}}}$. ამ სტატისტიკის რიცხვითი მნიშვნელობა არის

$z_0 = 0,5638$. ალბათობის შესაბამისი მნიშვნელობები იქნება $p = 0,288$. ამრიგად ჩვენ არ შეგვიძლია უარყოთ ნულოვანი (ძირითადი) ჰიპოტეზა.

აქედან დავასკვნით, რომ 80% შემთხვევაში გვექნება დეჰბიტუაცია, თუ ნეირონს მოვათავსებთ უაღრესად დაბალი სიხშირის ელექტრომაგნიტურ (მაგნიტურ) ველში. უაღრესად დაბალი სიხშირის ელექტრომაგნიტური (მაგნიტური) ველის ეფექტი ჰაბიტუაციაზე შეიძლება აიხსნას ასეთი სპეკულიატიური მსჯელობით: ჩავთვალოთ, რომ განმეორებითი უჯრედშიგა სტიმულაცია იწვევს მემბრანული წინააღმდეგობის ზრდას მასტიმულირებელი მიკროელექტროდის მიდამოში. ამის შედეგი იქნება იონური არხების ინაქტივაცია. ეს ეხება როგორც ნატრიუმის, ასევე კალიუმის არხებს. რადგან ქვ განპირობებულია შემავალი ნატრიუმის იონების დენებით (Stinnakre and Tauc1973). ეს ინაქტივაცია გამოიწვევს სათანადო დეპოლარიზაციის დონის შემცირებას და შეამცირებს დეპოლარიზაციის გადაადგილებას ქვ ტრიგერის ზონამდე აქსონურ ბორცვზე (Tauc 1962). ეს საბოლოო ჯამში მიგვიყვანს პქ გაქრობამდე, ე.ი ჰაბიტუაციამდე, რადგანაც ტრიგერული ზონის დეპოლარიზაცია იქნება ზღურბლოვანზე ნაკლები (Kandel, 1976).

უაღრესად დაბალი სიხშირის ელექტრომაგნიტური (მაგნიტური) ველების ბიოლოგიური ეფექტი აღწერილია და ახსნილია სხვადასხვა ავტორების მიერ. Adey,1988; Blackman et al.1988; Blackman 1990, 1992; Liboff 1992; Polk 1985; Zhadin and Fesenko, 1990; Lednev 1991; Smith et al.1987). ჩვენ ვთავაზობთ ასეთ ხედვას: როდესაც ნეირონი სხივდება უაღრესად დაბალი სიხშირის ელექტრომაგნიტური (მაგნიტური) ველით ემე ძალები ზემოქმედებენ დამუხტულ ცენტრებზე იონური არხების შიგნით და იწვევენ არხის აქტივაციას. ეს

აქტივაცია კი ხდება ჰაბიტუაციის დარღვევისა და კვ გენერირების მიზეზი უჯრედშიგა დენის იმპულსის შედეგად. მეორეს მხრივ, როგორც ცნობილია, კალციუმის იონები წარმოადგენენ ერთერთ მთავარ სამიზნეს უაღრესად დაბალი სიხშირის ელექტრომაგნიტური (მაგნიტური) ველისათვის. კარგად განმეორებადმა ექსპერიმენტებმა აჩვენა, რომ უაღრესად დაბალი სიხშირის ელექტრომაგნიტური (მაგნიტური) ველების ეფექტი იწვევს ბმული კალციუმის იონების გამოთავისუფლებას ამის ერთერთი შედეგია თავისუფალი კალციუმის კონცენტრაციის ზრდა უჯრედში. ის ფაქტი, რომ სხვადასხვა სიხშირის მქონე უაღრესად დაბალი სიხშირის ელექტრომაგნიტურ (მაგნიტურ) ველებს ერთნაირი ეფექტები არ გააჩნიათ დეჰაბიტუაციის მიმართ, ადასტურებს ე.წ. „სიხშირული ფანჯრის“ არებობას. იმის გამო, რომ ჰაბიტუაცია შეიძლება განვიხილოთ როგორც ნეირონის მიერ ინფორმაციის შენახვისა და გადამუშავების ერთერთი ფორმა, შეიძლება დავასკვნათ, რომ უაღრესად დაბალი სიხშირის ელექტრომაგნიტური (მაგნიტური) ველები იწვევენ ნეირონის ინფორმაციული აქტივობის გაუარესებას.

7. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

7.4. სტატიები

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათა-ური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	V. B. Jeladze, T. R. Nozadze, V. A. Tabatadze, I. A. Petoev- Darsavelidze, M. M. Zaridze, R. S. Partsvania B.B.	Electromagnetic Exposure Study on a Human Located inside the Car Using the Method of Auxiliary Sources doi.org/10.1134/S1064226920050034	<i>Journal of Communications Technology and Electronics</i> . Vol. 65, No. 5	რუსეთი	7
2	M. Kurasbediani, B. Chkhartishvili, M. Chikovani, B. Partsvania, N. Doreulee	Targeted delivery of Quercetin-loaded magnetic nanoparticles inhibits kainate-induced epileptiform discharges. ISSN 1512-0856	<i>Journal of Biological Physics and Chemistry</i> გადაცემულია დასაბეჭდად	ბაზელი, შვეიცარია	5
3	K. Chubinidze, B. Partsvania, A. Khuskivadze, P. Burnadze, G. Petriashvili, D. Dzidziguri I, O. Mukbaniani.	Modeling of Calmodulin-mediated processes in Tissues using calmodulin- functionalized gold nanoparticles and fluorescent dyes ISSN 1580-2949	<i>Materiali in tehnologije / Materials and technology</i> , 54 (2020) 2. 2.	Ljubljana, Slovenia	3
4	S. Abazadze, A. khuskivadze and B. Partsvania	Administration of Infrared Transillumination Method for Improving Diagnostic Outcomes of the Partial Nephrectomy ISSN :1752-1947	<i>Journal Medical Case Reports</i> 2020 2. 2.	Shpringer.com	7

5	Gia Petriashvili, Ridha Hamdi, Andro Chanishvili, Tsisana Zurabishvili, Ketevan Chubinidze, And Nino Ponjavidze	Electrically Controlled Lasing in Supercooled Liquid Crystal Blue Phase I Microdroplets Doi.org/10.1021/acsaelm.0c00279	<i>ACS Appl. Electron. Mater.</i> 2020, 2, 6, 1724–1728	American Chemical Society	14
---	--	--	--	------------------------------	----

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1. სამუშაოში შესწავლილ იქნა უმავთულო კომუნიკაციების ელექტრომაგნიტური ველების ეფექტები ადამიანზე, რომელიც ავტომობილში იმყოფება. შესწავლილი იქნა სიხშირეები 450, 900 და 1800 მეგაჰერცი. ეს სიხშირეები შეესაბამებიან თანამედროვე უმავთულო კომუნიკაციის საშუალებებს და ასევე საპოლიციო მიზნებით გამოყენებულ საშუალებების სიხშირეებს. ჩატარებული იქნა შედარებითი ანალიზი იმ სიტუაციებისა, როდესაც ავტომობილი მოძრაობს სხვადასხვა რელიეფზე. ჩატარებულ იქნა ციფრული გამოთვლები. ნაჩვენებია, რომ ავტომობილში აღიძვრება რეზონანსული მოვლენები და ჩნდება მაღალი რეაქტიული ველი მანქანის შიგნით. ეს კი იწვევს ადამიანის ქსოვილების მიერ შთანქმული სიმძლავრის მკვეთრ ზრდას, რაც უაღრესად არა სასურველია.

2. ეპილეფსია არის პროგრესირებადი ნევროლოგიური დაავადება, რომელსაც ახასიათებს განმეორებითი კრუნჩხვები და ქცევითი თანმხლები დაავადებები.

ეპილეფსია გვხვდება მსოფლიოს მოსახლეობის 1% -ში. ეპილეფსიის განვითარება დაკავშირებულია მრავალი ფაქტორის რთულ ურთიერთქმედებასთან. 20 – ზე მეტი დამტკიცებული ანტიეპილეფსიური პრეპარატის მიუხედავად, პაციენტთა დაახლოებით 30% არ ექვემდებარება მკურნალობას. იმის გათვალისწინებით, რომ ჟანგვითი სტრესი მნიშვნელოვანია ეპილეფსიის დარღვევებში, ასევე გლუტამატით გამოწვეულ ექსციტოქსიკურობის დაზიანების დროს, გამოითქვა ვარაუდი, რომ ანტიოქსიდანტური და ანტი – ინამაციურმა სამკურნალო საშუალებებმა შესაძლებელია შეამსუბუქოს ან აღკვეთოს ნეიროდეგენერაციული დარღვევები. ანტიოქსიდანტებს შორის განსაკუთრებით საინტერესოა მცენარეული წარმოშობის ფლავონოიდები. ამ ჯგუფის ერთ-ერთი საუკეთესოდ აღწერილი ფლავონოიდია Quercetin. ამასთან, ფარმაცევტულ სფეროში Quercetin- ის გამოყენება შემოიფარგლება ორგანიზმში მისი დაბალი შეღწევადობით, მისი ცუდი ხსნადობის, დაბალი ბიოშეღწევადობის, ცუდი გამტარობისა და არასტაბილურობის გამო. მეორეს მხრივ, ნანონაწილაკებს აქტიურად იყენებენ ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების მიზანმიმართულად მიწოდებისათვის სხეულის სხვადასხვა უბნებზე. წამლების დაკავშირება ნანონაწილაკებთან ზრდის მათ სტაბილურობას და მათი მიზანმდე მიტანის შესაძლებლობას. ჩვენ ვაჩვენეთ, რომ გარე სტატიკური მაგნიტური ველი გამოყენებულ იქნა Quercetin- თან დაკავშირებული მაგნიტური ნანონაწილაკების მიზანმიმართული მიტანისთვის. შედეგად მივიღეთ, რომ მოხდა ჰიპოკამპში კაინმჟავით გამოწვეულ ეპილეფტიფორმული აქტივობის მნიშვნელოვანი დეპრესია.

3. მომზადებულ და გამოკვლეულ იქნა ნანომასალა, რომელიც შეიცავს კალმოდულინს, რომელიც ფუნქციონალიზებულია ფლუორესცენტული საღებავებით და ოქროს ნანონაწილაკებით და ვაჩვენეთ, რომ კალმოდულინი კოვალენტურად უკავშირდება აღზნებულ ფლუორესცენტულ საღებავს და ოქროს ნანონაწილაკს. მას შეუძლია მოახდინოს ზედაპირული პლაზმონის დაწყვილებული გამოყოფის სტიმულირება, რის შედეგადაც ხდება ფლუორესცენციის გაძლიერება. კალმოდულინის მოლეკულების ფუნქციონირება და სტაბილიზაცია მოხდა ოქროს ნანონაწილაკებით და ფლუორესცენტული საღებავებით თხევად და მყარ გარემოში. შემოთავაზებული ახალი ნანომასალის ფოტოოპტიკური თვისებები იმედის

მომცემია მარტივი და ეფექტური მეთოდის შემუშავებისთვის. ამ მეთოდში კალმოდულინის საშუალებით შესაძლებელი იქნება პროცესების ტარგერტირება, ეტიკეტირება და ვიზუალიზაცია. მაგალითად შეიძლება გამოყენება ჰპოვოს ისეთი პროცესების კვლევისას, როგორცაა უჯრედების გამრავლება, ანთებითი პროცესები, მეტაბოლიზმი, აპოპტოზი, კუნთების შეკუმშვა, უჯრედშიდა მოძრაობა და ა.შ.

4. თირკმლის კიბოს ძირითადი მკურნალობა არის სიმსივნის ქირურგიული მოცილება. ამაში იგულისხმება ან რადიკალური ნეფრექტომია, ამ ნაწილობრივი ამოკვეთა. ნაწილობრივი ამოკვეთა ყოველთვის უნდა გაკეთდეს იმ პაციენტებში სადაც შესაძლებელია თირკმლის ნაწილობრივი შენარჩუნება. თუმცა, ასეთი ოპერაციის რისკებს განეკუთვნება ის გარემოება, რომ შესაძლებელია ამოუკვეთელ ნაწილში დარჩეს კიბოვანი წარმონაქმნი. ამის თავიდან ასაცილებლად უშუალოდ ოპერაციის მიმდინარეობისას ხდება ამოჭრილი მასალის ექსპრეს გამოკვლევა ჰისტო მორფოლოგიურად. ეს პროცესი საკმარისად ხანგრძლივია. მეორეს მხრივ, თირკმლისადმი სისხლის მიწოდების სიტემის ხანგრძლივმა გადაკვანძვამ შეიძლება გამოიწვიოს თირკმლის იშემია და სიკვდილი. ამიტომ საჭიროა ახალი ეფექტური მეთოდების ძიება აღნიშნული ექსპრეს დიაგნოსტიკისათვის. მოცემულ სამუშაოში შემოთავაზებულია ახალი ვიზუალიზაციის მეთოდიკა, რომელიც ეყრდნობა ამოჭრილი თირკმლის მასალის ინფრაწითელი სხივებით ტრანსილუმინაციას. ნაჩვენებია, რომ მეთოდი საშუალებას იძლევა მკაფიოდ გავარჩიოთ კიბოვანი და ჯანმრთელი ქსოვილის საზღვრები. პროცედურას მხოლოდ რამდენიმე წუთი სჭირდება და ეს მეთოდი შეიძლება დანერგილ იქნას კლინიკებში.

5. ჩვენს მიერ დამზადებული და გამოკვლეულია ნანომასალა, რომელიც შედგებოდა ფლუორესცენციური საღებართა და ოქროს ნანონაწილაკებით ფუნქციონალიზირებული კალმოდულინისაგან და ნაჩვენები იქნა, რომ კოვალენტურად დაკავშირებულ კალმოდულინს აღზნებულ ფლუორესცენციურ საღებარსა და ოქროს ნანონაწილაკებთან, შეუძლია ზედაპირული პლაზმონურ-შეწყვილებული გამოსხივების სტიმულირება, რაც იწვევს ფლუორესცენციური გამოსხივების მნიშვნელოვან გაძლიერებას. ამასთან, კალმოდულინის მოლეკულები ოქროს ნანონაწილაკებთან და ფლუორესცენციურ საღებარებთან ფუნქციონალიზირებული და სტაბილიზირებული იყო როგორც თხევად, ისე მყარ გარემოში. შემოთავაზებული, ახალი ნანომასალის ფოტო-ოპტიკური თვისებები პერსპექტიულია კალმოდულინის საშუალებით წარმოებული ისეთი მარტივი და ეფექტური მეთოდების განხორციელებისათვის, როგორცაა: პროლიფერაცია, ანთებითი პროცესები, მეტაბოლიზმი, აპოპტოზი, კუნთების შეკუმშვა, უჯრედშიდა მოძრაობა და სხვა.

2) დამზადებულია გლიცერინში ემულგირებული თხევადკრისტალური ცისფერფაზური (ცფ) მიკროწვეთები და ელექტრული ველის ზემოქმედებით გამოკვლეულია მათი ელექტრო-ოპტიკური თვისებები. ნაჩვენებია, რომ ლაზერული გამოსხივება გადაციებულ, ლუმინესცენციურ საღებარ ჩამატებულ ცფ I მიკროსფეროებიდან შესაძლებელია იმართებოდეს ელექტრულად. როდესაც ელექტრული ველის ინტენსიობა იზრდებოდა, ასევე იზრდებოდა ლაზერული გამოსხივების ინტენსიობა, ნახევარსიგანის 6 ნანომეტრიდან 2 ნანომეტრამდე შემცირებასთან ერთად. გარდა ამისა, ლაზერული ხაზები წანაცვლდა 11 ნანომეტრით მოკლე ტალღების მიმართულებით. ყველა ეფექტი მიღწეულია ელექტრული ველით სტიმულირებული, ცფ I-ის სტრუქტურული და სიმეტრიული მოდიფიცირებით, რაც იწვევს მათ ანიზოტროპიასა და ორმაგ სხივთა ტეხას. ლუმინესცენციური საღებართ დოპირებულმა თხევადკრისტალურ ცისფერფაზურმა მიკროწვეთებმა შეიძლება გამოყენება ჰპოვოს როგორც ელექტრულად მართვადმა მიკრო-ლაზერულმა წყაროებმა ფოტონიკასა და გარემოს მონიტორინგში.

8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

8.1. საქართველოში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მომხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	V. Jeladze,	Mobile Antenna Matching Study Considering Different Holding Positions at 2100 MHz Frequency	სექტემბერი 15-18, 2020 თბილისი
მომხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)			

გამოთვლითი ტექნიკის ელემენტებისა და ნანომასალების განყოფილება (უფროსი — დავით ჯიშიაშვილი)

2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

2.1.

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიითითებით	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მიითითებით)
1	2	3	4
1	ახალი ნანომასალებისა და მათი მიღების ტექნოლოგიების შემუშავება ნანოხელსაწყოებში გამოყენების მიზნით. 2.10. ნანო ტექნოლოგია, ნანო- მასალები, ნანო-პროცესები	2018-2022 წწ.	დ.ჯიშიაშვილი-ხელმძღვანელი; ზ.შიოლაშვილი-პსუხისმგებელი შემსრულებელი; ნ.მახათაძე-შემსრულებელი; ა.ჯიშიაშვილი-შემსრულებელი; ა.ჭირაქაძე-შემსრულებელი; ხ.წეროძე-შემსრულებელი; დ.სუხანოვი-შემსრულებელი.
2	სამედიცინო დანიშნულების მულტიფუნქციონალური მაგნიტური ნანოსისტემის სინთეზი ინოვაციური	2019-2022	შალვა კვკუტია- პროექტის ხელმძღვანელი; ვლადიმერ მიქელაშვილი - პროექტის კოორდინატორი;

<p>ტექნოლოგიით, მიმართულება: 2. ინჟინერია და ტექნოლოგიები ქვემიმართულება: 2.10 ნანო-ტექნოლოგია კატეგორია: 2.10.1 ნანო-მასალები (პროდუქცია და მახასიათებლები), პროექტი #AR-19-1211</p>		<p>ჯანო მარხულია - მკვლევარი; ლიანა სანებლიძე- მკვლევარი.</p>
---	--	---

გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2020 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1)

2020 წელს დაგეგმილი იყო და შესრულდა სამუშაოები ნანომასალების მისაღებად ახალი ტექნოლოგიების შემუშავება და მათი თვისებების კვლევა. ტექნოლოგიური თვალსაზრისით ყურადღება გამახვილდა ამონიუმის ქლორიდის არეში ნანომასალების მიღებაზე. მეთოდის უდაო უპირატესობას წარმოადგენს ის, რომ დაბალ, 338°C ტემპერატურაზე ამონიუმის ქლორიდი იშლება აქტიურ HCl და NH₃ მოლეკულებად, რომლებიც ერთის მხრივ ხელს უწყობენ ფუმერის ზედაპირის ქიმიურ გასუფთავებას (HCl), ხოლო მეორეს მხრივ ქმნიან მანიტრირებელ და წყალბადის აღმდგენელ არეს (NH₃ და მისი დაშლის პროდუქტები). გაგრძელდა წინა წელს დაწყებული კვლევები ვაკუუმური ტექნოლოგიური დანადგარის შექმნის მიზნით (ნარჩენი ვაკუუმი არაუმეტესი 2×10^{-5} ტორისა), რომელშიაც ინიცირებული იყო დაბალტემპერატურული მაღალსიხშირული პლაზმა მიკროტალღური გენერატორის მეშვეობით 4.4 გჰც სიხშირეზე. მიკროტალღური გახურების განსახორციელებლად ჯერ გავთვალეთ დატვირთვის იმპედანსი, ხოლო შემდეგ ის შეუთავსეთ გენერატორის გამოსასვლელის იმპედანსს. გენერაციისთვის გამოვიყენეთ როგორც მულტიმოდური, ისე ერთსიხშირიანი გამოსხივება. ძირითად პრობლემას ქმნიდა მიკროტალღური გახურებისას აირადი ქიმიური პროდუქტების სწრაფი დაშლა, რაც იწვევდა წნევის გაზრდას და პლაზმის ჩაქრობას. აღნიშნულის დასაძლევად შემუშავდა გამოტუმბვის სპეციალური რეჟიმი, რომელიც ამონიუმის ქლორიდის მასის გათვალისწინებით, საშუალებას იძლეოდა ჩაგვეტარებინა პროცესები შედარებით ვიწრო $(3 \div 7) \times 10^{-2}$ ტორ წნევაზე.



ნახ.1. ZnO-ს მიკრომილაკები, გაზრდილი თხევადი მარილიდან (მარცხენა სურათი) და იგივე მასალის ნანო-ტეტრაპოდი მიღებული პიროლიზით.

ყურადღება გამახვილდა ნახევარგამტარული ნანომასალების მიღებაზე, რომელთა აკრძალული ზონის (E_g) სიგანე 3 ევ-ს აჭარბებს. თუთიის ოქსიდის ($E_g=3.3$ ევ) ნანომასალის მისაღებად შეირჩა ორი ტექნოლოგია. პირველი ეყრდნობოდა გამლღვალ მარილიდან მის სინთეზს. ამ მიზნით წყარო მასალად გამოვიყენეთ ZnO-ს და CuO-ს ფხვნილები. NH_4Cl -ის არეში სუბლიმაციის შედეგად სილიციუმის ფუძემრეზე წარმოიქმნებოდა თუთიის ოქსიდით გადაჯერებული სპილენძის ოქსიქლორიდის არაორგანული გამლღვალ მარილი $Cu_2(OH)_3Cl$, $CuCl$ და $CuCl_2$, რომელთა დნობის ტემპერატურებია შესაბამისად 250, 423, 498°C. მარილის გადაჯერება თუთიის ოქსიდით იწვევს მასში ჰექსაგონალური (ვიურტიციტის) სტრუქტურის ჩამოყალიბებას, რაც ნახ. 1-ზეა ნაჩვენები. გარდა NH_4Cl -სა ანალოგიური ტექნოლოგია, მაგრამ NH_4F -ის გამოყენებით შემუშავებული იყო სხვა მკვლევარების მიერ ZnO-ს მისაღებად. ამ ორი მეთოდის შედარებამ გვიჩვენა, რომ ორივე შემთხვევაში ზრდა ხორციელდება c ღერძის გასწვრივ და ყალიბდება ჰექსაგონალური სტრუქტურა.

კიდევ ერთი პიროლიზური მეთოდი იყო შემუშავებული თუთიის ოქსიდის გასაზრდელად, სადაც გამოყენებული იყო წყლიანი ჰიდრაზინის ორთქლი. სხვადასხვა ტემპერატურულ რეჟიმებში მიღებული იყო სხვადასხვა მორფოლოგიის ნანომასალა. ნახ.1-ზე მოყვანილია ZnO-ს ტეტრაპოდები. სურათზე ჩანს, რომ ტეტრაპოდის სხივებს შორის კუთხე შეადგენს 109 გრადუსს, რაც ეთანადება კლასიკურ ტეტრაედრულ კუთხეს 109°28', თუმცა ზოგადად ეს კუთხე 5–6 გრადუსის ფარგლებში მერყეობს როგორც ჩვენი, ისე სხვა ტექნოლოგიით მიღებულ ნანომასალებში. წინასწარმა კვლევებმა გვიჩვენა, რომ ტეტრაპოდების საფუძველზე დამზადებული სენსორი გამოირჩევა მაღალი მგრძობიარობით, რაც ეთანადება სხვა მკვლევართა მონაცემებს. სენსორი დამზადდა მინაზე დაფენილი ხაზოვანი, სავარცხლისებული ოქროს კონტაქტებზე ნანომასალის გამტარი ბილიკების დატანით და კონტაქტებს შორის გამავალი დენის ძაბვაზე დამოკიდებულების შესწავლით. ეს დენი ჩვეულებრივ ასეულიდან ათასეულ პიკოამპერებს შეადგენს და მისი სიდიდე გარე ზემოქმედების (დასხივება, აირთა ადსორბცია და სხვ.) შესაბამისად იცვლება.

აგრეთვე სინთეზირებული იყო ნანომასალები სპილენძის საფუძველზე. დადგინდა, რომ შესაძლებელია როგორც სუფთა, კრისტალური სპილენძის ნანო- და მიკრონაწილაკების მიღება, ისე სპილენძის ოქსიდის მიღება.

პროექტის განხორციელება მიმდინარეობს განრიგის შესაბამისად და შესრულებულია 2020 წლისთვის დასახული კვლევითი გეგმა.

2)

ტექნოლოგიების ფართო სპექტრის განვითარებამ, რომელიც დაფუძნებულია ნანოზომის მასალების გამოყენებაზე მედიცინასა და ბიოლოგიაში, ახალი შესაძლებლობები გააჩინა მთელი რიგი დაავადებების დიაგნოზირებისა და მკურნალობისათვის.

ულტრადისპერსული მასალების გამოყენების აქტუალობა განისაზღვრება მათი ფიზიკურ-ქიმიური თვისებებით, რაც იძლევა ახალი თვისებების მქონე მასალების შექმნის შესაძლებლობას.

ნანონაწილაკების უნიკალური თვისებები ნანოპრეპარატების გამოყენების ახალ პერსპექტივას ქმნის სხვადასხვა დაავადებების, მათ შორის ონკოლოგიური დაავადებების სამკურნალოდ. ნანომედიცინის სფეროში კვლევის მნიშვნელოვანი ნაწილი ეძღვნება მაგნიტური ნანონაწილაკების გამოყენებით ფუნდამენტურად ახალი სამკურნალო საშუალებების შემუშავებას, როგორც წამლის გადამტანი ქსოვილებსა და სამიზნე უჯრედებში.

Fe_3O_4 ნწ-ების მიღების ფართოდ ცნობილი მეთოდია თანადალექვის მეთოდი. სასურველი ზომის,

ფორმის და საჭირო ფიზიკური, ქიმიური და ფარმაკოკინეტიკური მახასიათებლების მქონე რკინის ოქსიდის ფუნქციონალური ნაწილაკების მიღება დამოკიდებულია მათი სინთეზის დროს გამოყენებული მარილების სახეობაზე, ორ და სამვალენტაანი რკინის იონების თანაფარდობაზე, რეაქციის ტემპერატურაზე, pH სიდიდეზე, რეაქციის მსვლელობის გარემოზე (ვაკუუმი, ინერტული აირის გარემო, ერთგვაროვნება), გარემოს იონურ ძალაზე და რეაქციის სხვა პარამეტრებზე (მაგ: შერევის სისწრაფეზე, თანადალექვის სიჩქარეზე, შემოგარსვაზე, შეუღლებაზე, დეკანტაციაზე) და ა.შ.

რკინის ოქსიდის ნაწილაკების მონოდისპერსიულობის ასამაღლებლად ჩვენ შევიმუშავეთ მეთოდი, სადაც ნაწილაკების სინთეზის ერთ-ერთ ეტაპზე ვიყენებთ ელექტროჰიდროავლიკურ ეფექტს. როგორც წინასწარი კვლევები გვიჩვენებს, შემოთავაზებული მიდგომა მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს ნაწილაკების თვისებებს. ელექტროჰიდროავლიკურ ეფექტთან დაკავშირებული მძლავრი ოსცილაციები დამატებით ახორციელებს ქიმიურად სინთეზირებული ნაწილაკების ჰომოგენიზაციას.

მოცემულ პროექტში განხორციელდა არსებული კონტროლირებადი თანადალექვის მეთოდის ავტომატიზირებული უწყვეტი ტექნოლოგიური ხაზის (უტხ) გაფართოება/მოდერნიზაცია ფუნქციონალური მნწ სინთეზის გასაუმჯობესებლად. კერძოდ, მაგნიტური ნაწილაკების (მნს) სტაბილიზაციისა და მონოდისპერსიულობის გასაუმჯობესებლად, ასევე სინთეზის აღწარმოებადობის ასამაღლებლად არსებულ უტხ-ში მოხდა ელექტროჰიდროავლიკური დანადგარის, ულტრაბგერითი რეაქტორის, ინერტული აირისა (შლენკის ხაზის) და დეკანტაციის სისტემების ჩართვა. მსგავსი მიდგომა ხელს შეუწყობს ბიოსამედიცინო დანიშნულების აღწარმოებადი ფუნქციონალური მნწ-ების სინთეზის მასშტაბირებასა და მიღებული მასალების კომერციალიზაციას.

ამრიგად, ჩვენს მიერ შემოთავაზებული მულტიფუნქციონალური მნწ-ების სინთეზის ინოვაციური ტექნოლოგიის უნიკალურობა და უპირატესობა არსებულ ანალოგებთან შედარებით მდგომარეობს იმაში, რომ ის საშუალებას გვაძლევს განვახორციელოთ ბიოსამედიცინო გამოყენების მნწ-ების სინთეზის, მოდიფიცირებისა და მულტიფუნქციონალიზაციის ცალკეული პროცედურები ერთ ტექნოლოგიურ ციკლში კონკრეტული ამოცანის შესაბამისი ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლების მქონე მაგნიტური ნაწილაკების მისაღებად.

მნს-ის სინთეზისას დიდი ყურადღება ექცევა ნაწილაკების ზომებს. ზომები უნდა იყოს ჰომოგენური, გააჩნდეს მცირე გადახრა საშუალო ზომიდან. დღეს არსებული დისპერგირების მეთოდები ნაწილობრივ უზრუნველყოფს დისპერგირების მისაღებ ხარისხს. მაღალი ხარისხის უზრუნველსაყოფად ჩვენ მივმართავთ ელექტროჰიდროავლიკურ ეფექტს. ამისათვის გვაქვს, ჩვენს მიერ შექმნილი დანადგარი, რომელიც წარმოადგენს სტაციონალურ საპილოტო მოწყობილობას. პროექტის ფარგლებში მოხდა ამ საპილოტე დანადგარის მოდერნიზება დენის, ძაბვის, ტემპერატურისა და წნევის სენსორებით, რომლითაც ხდება განმუხტვის ძირითადი პარამეტრების ერთდროული მონიტორინგი ოსცილოგრაფის მეშვეობით (სურ. 1).



სურ. 1 ელექტროჰიდროლიკური დანადგარი მნს-ის დამუშავების პროცესში.

აღნიშნული მიდგომა, როგორც წინასწარმა დაკვირვებებმა გვიჩვენა, ცალკეულ შემთხვევებში აუმჯობესებს სურფაქტაციის ხარისხს, ასევე მაგნიტური სითხის ბაქტერიციდულ, სორბციულ თვისებებსა და ხელს უწყობს სხვადასხვა დაავადებების მიზანმიმართულ ეფექტურ განკურნებას.

შემენილი ქიმიკატები ძირითადად გამოიყენება შესყიდული სახით, შემდგომი დამატებითი გაწმენდის გარეშე. ოღონდ ყველა სინთეზური პროცესი უნდა განხორციელდეს ინერტულ ატმოსფეროში, კლასიკური შლენკის ხაზის ტექნიკის გამოყენებით, რომელიც გერმანელმა ქიმიკოსმა ვილჰელმ შლენკმა (Wilhelm Schlenk) შეიმუშავა მე-20 საუკუნის დასაწყისში. ის წარმოადგენს მინის ორ პარალელურ მილაკს, რომელსაც აქვს ამ ორი მინის მილაკის დამაკავშირებელი არხი დაბოლოებული ინდივიდუალური ჩამკეტ/გამხსნელი ვენტილებით (სურ.2).



სურათი 2. დამონტაჟებული შლენკის ხაზი.

უპირველესად შლენკის ხაზი გამოიყენება რეაქტიული ნივთიერებების დეაირიზაციაზე დაახლოებით 30 წთ ვაკუუმში ოთახის ტემპერატურაზე უფრო მაღალ მნიშვნელობაზე მექანიკური შერევის პირობებში. შემდეგ ხსნარი იგივე პირობებში გამოიქრევა აირადი აზოტით. უნდა აღინიშნოს, რომ Schlenk-ის ხაზის ტექნიკის გამოყენებით ქიმიური რეაგენტების დეგაზირება და სინთეზის მთელი პროცესის განმავლობაში მექანიკური შერევის პირობებში მისი მოქმედება აუცილებელია Fe^{3+}/Fe^{2+} თანაფარდობის შესანარჩუნებლად.



სურათი 3. შლენკის ხაზის მიერთება უტბ-თან.

უტბ შლენკის ხაზთან ერთდება ვაკუუმის შლანგების მეშვეობით, ამისათვის უნდა გაიხსნას ვაკუუმური ხაზის ვენტილი და ვენტილი მოწყობილობაზე, რათა მოხდეს სისტემიდან ჰაერის გაწოვა (ვაკუუმის შექმნა). შემდეგ უნდა გადაიკეტოს ვაკუუმური ხაზის ვენტილი და სისტემა გამოიქრეგოს ინერტული აირით, აირის ბალონის რედუქტორისა და ინერტული აირის ხაზის ვენტილების მიმდევრობითი გაღებით.



სურათი 4. მოდერნიზებული უტბ.

პროექტის ფარგლებში განსახორციელებული რკინის ოქსიდის შემცველი ნანოსუსპენზიების მომზადების მეთოდიკა მდგომარეობს რკინის ორ და სამ ვალენტიათა მარილების ქიმიურ თანადალექვაში ტუტე გარემოში. თანადალექვის შედეგად მიიღება რკინის ოქსიდის (ჩვენ შემთხვევაში მაგნეტიტის - Fe₃O₄) ნანონაწილაკების შემცველი სუსპენზია, რომელიც შემდგომ ექვემდებარება pH-ის რეგულირების, ელექტროჰიდროლიზური ან ულტრაბგერითი დამუშავების, შემოგარსვის და ფუნქციონალიზაციის პროცედურებს. ყოველ კონკრეტულ ეტაპზე (ნანონაწილაკების სინთეზი, შემოგარსვა, ფუნქციონალიზაცია) ჩვენ ვიყენებთ ნანოსუსპენზიის გამორეცხვის პროცედურას, რომელიც გულისხმობს სინთეზის შედეგად წარმოქმნილი არასასურველი რეაქციის პროდუქტების (ამონიუმის ქლორიდისა და სულფატის) და ჭარბი ტუტის, ასევე შესაძლო რკინის იონების, ელექტროჰიდროლიზური დამუშავების შემთხვევაში კი ელექტროდიდან ამოგლეჯილი ლითონის ნაწილაკებისგან გამორეცხვას.

იმის გამო, რომ საქმე გვაქვს მაგნიტურ ნანოსუსპენზიებთან, ბევრად ხელსაყრელია გამორეცხვა მოვახდინოთ მუდმივი ან ელექტრო მაგნიტების მეშვეობით. რკინის ოქსიდის სუსპენზიის მუდმივ მაგნიტზე დეკანტაციის გზით ზემოთაღნიშნული არასასურველი პროდუქტების მოცილებას ჩვენს მიერ შემუშავებული გამორეცხვის სისტემის მეშვეობით. პროცედურა მეორდება მანამ, სანამ არ მივიღებთ სასურველ ფიზიოლოგიური ნიშნულის pH=7.4 ნანოსითხეს.

გამორეცხვა დეკანტაციით ასევე საჭიროა მიღებული მაგნიტური ნანონაწილაკების რომელიმე ბიოლოგიურად აქტიური სურფაქტანტით შემოგარსვის შემდგომ. ზოგჯერ საჭიროა მოვაცილოთ ჭარბი სურფაქტანტის რაოდენობა, რომლითაც არ შემოიგარსა ნანონაწილაკი და გახსნილია სუსპენზიაში. ასევე, ზოგჯერ სურფაქტანტი მოქმედებს ხსნარის საერთო pH-ზე და საჭიროა pH-ის რეგულირება. ყოველივე ამისათვის, ჩვენ შევქმენით ოპტიმიზირებული დეკანტაციის სისტემა, რომელიც კარგად ესადაგება ჩვენს მიერ პროექტირებულ ავტომატური უწყვეტი ტექნოლოგიის ხაზს.

სისტემა მუშაობს შემდეგნაირად: რეაქტორის ყელში ჩაშვებულია შესაბამისი მინის მილაკი, რომელიც უზრუნველყოფს სუფთა დისტილირებული წყლის შეტანას და გამორეცხილი სითხის გამოტანას პერისტალტიკური ტუმბოების დახმარებით, რომლებიც იმართება ცენტრალური კომპიუტერიდან. გამორეცხვის შემდგომ მიღებული სითხე გადადის ტექნოლოგიური ციკლის შემდგომ ეტაპზე.

არსებული უტხ-ს მოდერნიზება, კერძოდ მასში ელექტროჰიდროლიზური დანადგარის, ულტრაბგერითი რეაქტორის, დეკანტაციისა და ინერტული აირის სისტემების (შლენკის ხაზის) ჩართვა, შესაძლებელს გახდის უფრო ეფექტური გავხადოთ სინთეზის პროცესი და მივიღოთ მაღალდისპერსიული, მცირე რადიუსული განაზნევის, მულტიფუნქციონალიზირებული ნანონაწილაკების შემცველი აღწარმოებადი ნანოსისტემის სინთეზის ეფექტური პლატფორმა.

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

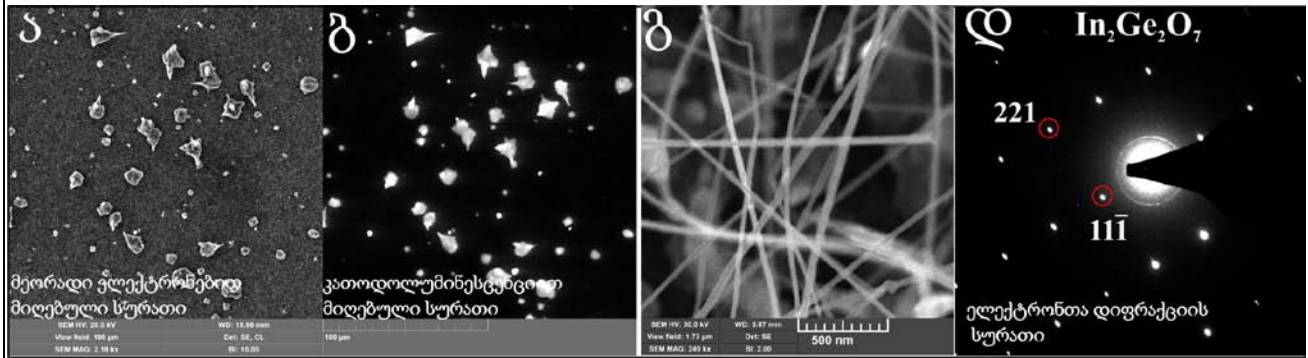
3.1.

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი)	პროექტის დაწყების და	პროექტში ჩართული პერსონალი
---	----------------------------	----------------------	----------------------------

	პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიხედვით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი	დამთავრების წლები	(თითოეულის როლის მიხედვით)
1	2	3	4
1	ფართოზონიანი ნახევარგამტარული ნანომასალების სინთეზი და კვლევა ულტრაიისფერ არეში მომუშავე ფოტოდეტექტორებში გამოსაყენებლად YS-19-087	2019-2021	ა. ჯიშიაშვილი
2	ანტისიმსივნული წამლით ფუნქციონალიზებული მაგნიტური ნანონაწილაკების თერაპიული ზემოქმედების შეფასება სარძევე ჯირკვლის სიმსივნურ უჯრედებზე, მიმართულება: 2. ინჟინერია და ტექნოლოგიები ქვე-მიმართულება: 2.10 ნანო-ტექნოლოგია კატეგორია: 2.10.1 ნანო-მასალები (პროდუქცია და მახასიათებლები) დამატებითი მიმართულებები# CARYS -19- 976	2020-2021	ჯანო მარხულია -პროექტის ხელმძღვანელი; შალვა კეკუტია- მკვლევარი; ვლადიმერ მიქელაშვილი - მკვლევარი; ლიანა სანებლიძე- მკვლევარი; თამარ ცერცვაძე- მკვლევარი; ნინო ლელაძე- მკვლევარი; ნინო მაისურაძე- მკვლევარი;
3	სამედიცინო დანიშნულების მულტიფუნქციონალური მაგნიტური ნანოსისტემის სინთეზი ინოვაციური ტექნოლოგიით, მიმართულება: 2. ინჟინერია და ტექნოლოგიები ქვე-მიმართულება: 2.10 ნანო-ტექნოლოგია კატეგორია: 2.10.1 ნანო-მასალები (პროდუქცია და მახასიათებლები), პროექტი #AR-19-1211	2019-2022	შალვა კეკუტია- პროექტის ხელმძღვანელი; ვლადიმერ მიქელაშვილი - პროექტის კოორდინატორი; ჯანო მარხულია - მკვლევარი; ლიანა სანებლიძე- მკვლევარი.
1)	პროექტის მიზნის შესაბამისად 2020 წელს ჩატარდა კვლევები ფართოზონიანი ნახევარგამტარული		

ნანომასალების სინთეზის ტექნოლოგიების შესამუშავებლად. გარდა ამისა შესწავლილი იქნა სინთეზირებული მასალების თვისებები.

ფოტოდეტექტორების დასამზადებლად უმთავრეს პირობას წარმოადგენს პირდაპირი აკრძალული ზონის მქონე ნახევარგამტარების გამოყენება, რადგან არაპირდაპირ ზონიან მასალაში ბრილუენის ზონის მინიმუმი და მაქსიმუმი $K=0$ წერტილში არ მდებარეობენ და შესაბამისად გამტარებლობის ზონაში გადასული ადგზნებული ელექტრონის რელაქსაცია მიმდინარეობს არა ფოტონის გამოსხივებით, არამედ ფონონის წარმოქმნით, რაც მესრის გახურებით მთავრდება. ულტრაიისფერ c უბანში მომუშავე დეტექტორისთვის აუცილებელ დამატებით პირობას წარმოადგენს აკრძალული ზონის სიგანე, რომელიც 4 ევ-ს უნდა აღემატებოდეს. აღნიშნულ მოთხოვნებს კარგად აკმაყოფილებს მაგალითად ინდიუმ-გერმანიუმის ოქსიდი $In_2Ge_2O_7$, რომლის აკრძალული ზონის სიგანეა 4.3 ევ. ჩვენი მუშაობის საკმაო ნაწილი სწორედ ამ ნახევარგამტარის ნანომასალის მიღებასა და შესწავლას დაევთმეთ.



ნახ. 1. $In_2Ge_2O_7$ -ის მიკროკრისტალები, გაფანტული იგივე მასალის ნანომავთულთა არეზე (ა); ინდიუმ-გერმანიუმის ოქსიდის მიკრონაწილაკების კათოდოლუმინესცენციის სურათი (ბ); $In_2Ge_2O_7$ -ის ნანომავთულების რასტრული ელექტრონულ მიკროსკოპული სურათი, გადაღებული $\times 250\ 000$ გადიდებით (გ); ნანომავთულის ელექტრონული დიფრაქციის სურათი (დ).

ნახაზ 1 ა და ბ-ზე ნაჩვენებია ჰიდრაზინის არეში პიროლიზით სინთეზირებული ინდიუმ-გერმანიუმის ოქსიდის რასტრული ელექტრონული მიკროსკოპით გადაღებული სურათები. პირველი მათგანი გადაღებულია მეორადი ელექტრონებით. როგორც ვხედავთ, მასზე ჩანს მიკრონაწილაკები. მათ შორის სივრცე კი შევსებულია ნანომავთულებით, რომლებიც კარგად მხოლოდ გაზრდილი გამაძიდებლობის შემთხვევაში ჩანან (ნახ. 1 გ). ნანომავთულთა დიამეტრი 50 ნმ-ს ფარგლებში მერყეობს. ერთ-ერთი მათგანის ელექტრონთა დიფრაქციის სურათი, გადაღებული გამჭოლი ელექტრონული მიკროსკოპით Phillips CM12, ნაჩვენებია ნახ.1 დ-ზე. გათვლილი სიბრტყეთაშორის მანძილები საშუალებას გვაძლევს დავასკვნათ, რომ სინთეზირებულ ნანომავთულებს გააჩნიათ მონოკლინური ე.წ. ტორტვრიტიტის ან უფრო მოკლედ T-ტიპის სტრუქტურა.

ნახ. 1 ა და ბ-ზე შედარებისთვის ნაჩვენებია მიღებული მასალის ერთი და იმავე არის სურათები, გადაღებული მეორადი ელექტრონებითა და კათოდოლუმინესცენციის მეთოდებით. მეორე შემთხვევაში გამოყენებული იყო უი-ხილულ სინათლის არეში (350–850 ნმ) მომუშავე დეტექტორი. როგორც ვხედავთ მიკროკრისტალები ელექტრონებით ადგზნების შედეგად ასხივებენ სინათლეს, რაც ადასტურებს, რომ მათ გააჩნიათ პირდაპირი აკრძალული ზონა. ნომავთულთა შედგენილობა დადასტურდა ენერგო-დისპერსული სპექტროსკოპითაც.

მომდევნო კვლევები ჩატარდა ბორის ნიტრიდის ნანოფენების მიღების მიზნით. ამ მიმართულებით მიღებულია პირველი დამამედებელი შედეგები და კვლევები ამჟამად გრძელდება.

2)

მაგნიტური ნაწილაკები, მათი უნიკალური თვისებების გამო, ბიოსამედიცინო მიმართულებით და მათ შორის ონკოთერაპიის კუთხით, ქიმიოთერაპიული სამკურნალო საშუალებების ეფექტურობის გაზრდის იმედისმომცემ პერსპექტივებს სახავს.

ბიომედიცინაში ნაწილაკების გამოყენებისას ბიოთავსებადობასთან ერთად საჭიროა კონკრეტული ამოცანის მოთხოვნის შესაბამისი ზომის, ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლების, სტაბილურობის მქონე ნაწილაკების სინთეზი, ამ სინთეზის აღწარმობადობისა და მასშტაბირებისათვის შესაძლო გზების ძიება და პრაქტიკული განხორციელება/დანერგვა, მიღებული პროდუქტის შემდგომი კომერციალიზაციის პერსპექტივით.

საგრანტო პროექტის I პერიოდში დაგეგმილი იყო შემდეგი ამოცანების შესრულება:

ამოცანა 1 (ა.1). მოდერნიზებული ავტომატური ქიმიური თანადალექვის ხაზის გამართვა (აქ.1), შემოუგარსავი რკინის ოქსიდის ნაწილაკების სინთეზის საწყისი სამუშაოების დაწყება და სინთეზის ოპტიმალური პარამეტრების შერჩევა სასურველი მახასიათებლების მქონე ბიოთავსებადი რკინის ოქსიდის მაგნიტური ნაწილაკების მისაღებად.

ამოცანის შესასრულებლად განხორციელდა აქტივობა 1 (აქ.1) – სინთეზის ოპტიმალური პარამეტრების შერჩევა სასურველი მახასიათებლის მქონე ბიოთავსებადი ნაწილაკების მისაღებად, კერძოდ: გაიმართა ჩვენს ხელთ არსებული ავტომატური ქიმიური რეაქტორზე დაფუძნებული ქიმიური თანადალექვის სინთეზის მართვადი ტექნოლოგიური ხაზი, სახელდობრ მოხდა მართვადი ქიმიური რეაქტორისა და ინერტული აირის სისტემის (შლენკის ხაზის) ოპტიმიზაცია (მიერთება/ტესტირება) ქიმიური რეაქციის როგორც ვაკუუმურ ისე ინერტულ გარემოში განსახორციელებლად. საჭირო მახასიათებლების მქონე რკინის ოქსიდის მაგნიტური ნაწილაკების მისაღებად დადგინდა რეაქციის განხორციელების ეტაპები და თანმიმდევრობა, შეირჩა სარეაქციო არის ტემპერატურები, რეაგენტების ოპტიმალური რაოდენობა და მიწოდების რეჟიმები, მორევის სიჩქარე (ბრუნვათა რიცხვი), რეაქციის ხანგრძლივობა, გამორეცხვისა (დეკანტაცია) და მცირე ორგანული მოლეკულებით (ლიმონმჟავა) სტაბილიზაციის პირობები, ეტაპები, და თანმიმდევრობა. ასევე გაიმართა და შეირჩა ოპტიმალური რეჟიმები ელექტროჰიდრავლიკური დანადგარის როგორც ვაკუუმურ, ისე ინერტულ გარემოში სამუშაოდ.

პროექტის ბიუჯეტი და ბიუჯეტის დასაბუთების გეგმა-გრაფიკის შესაბამისად განხორციელდა: პერსონალის საგრანტო დაფინანსება (პირველი საანგარიშო პერიოდის შესაბამისად), დამხმარე პერსონალის აყვანა და პირველი საანგარიშო პერიოდის შრომის ანაზღაურების გაცემა, საქონელი და მომსახურების ნაწილში განხორციელდა (სანგარიშო პერიოდისთვის საჭირო) საკანცელარიო და საწერ-სახაზავი მასალების, კარტრიჯების შეძენა/დატუმბვა; რეცხვის, ქიმიმენდის, უნიფორმებისა და შესაბამისი სპეც. აღჭურვილობის შეძენა, რეაქტივების ქიმიკატების შეძენა. არაფინანსური აქტივების ნაწილში განხორციელდა კვლევისთვის საჭირო აღჭურვილობის, კერძოდ მაცივრის, პროექტორის, ციფრულ/ოპტიკური მიკროსკოპის, ულტრაიისფერი/ხილული დიაპაზონის სპექტრომეტრის, რამანის სპექტრომეტრის, ასევე სამეცნიერო დანიშნულებისათვის გამოსაყენებელი საქონელის (უჯრედული კულტურის) შეკვეთა/შეძენა.

3)

ტექნოლოგიების ფართო სპექტრის განვითარებამ, რომელიც დაფუძნებულია ნაწილობრივ მასალების

გამოყენებაზე მედიცინასა და ბიოლოგიაში, ახალი შესაძლებლობები გააჩინა მთელი რიგი დაავადებების დიაგნოზირებისა და მკურნალობისათვის.

ულტრადისპერსული მასალების გამოყენების აქტუალობა განისაზღვრება მათი ფიზიკურ-ქიმიური თვისებებით, რაც იძლევა ახალი თვისებების მქონე მასალების შექმნის შესაძლებლობას.

ნანონაწილაკების უნიკალური თვისებები ნანოპრეპარატების გამოყენების ახალ პერსპექტივას ქმნის სხვადასხვა დაავადებების, მათ შორის ონკოლოგიური დაავადებების სამკურნალოდ. ნანომედიცინის სფეროში კვლევის მნიშვნელოვანი ნაწილი ეძღვნება მაგნიტური ნანონაწილაკების გამოყენებით ფუნდამენტურად ახალი სამკურნალო საშუალებების შემუშავებას, როგორც წამლის გადამტანი ქსოვილებსა და სამიზნე უჯრედებში.

Fe₃O₄ ნნწ-ების მიღების ფართოდ ცნობილი მეთოდია თანადალექვის მეთოდი. სასურველი ზომის, ფორმის და საჭირო ფიზიკური, ქიმიური და ფარმაკოკინეტიკური მახასიათებლების მქონე რკინის ოქსიდის ფუნქციონალური ნანონაწილაკების მიღება დამოკიდებულია მათი სინთეზის დროს გამოყენებული მარილების სახეობაზე, ორ და სამვალენტაანი რკინის იონების თანაფარდობაზე, რეაქციის ტემპერატურაზე, pH სიდიდეზე, რეაქციის მსვლელობის გარემოზე (ვაკუმი, ინერტული აირის გარემო, ერთგვაროვნება), გარემოს იონურ ძალაზე და რეაქციის სხვა პარამეტრებზე (მაგ: შერევის სისწრაფეზე, თანადალექვის სიჩქარეზე, შემოგარსვაზე, შეუღლებაზე, დეკანტაციაზე) და ა.შ.

რკინის ოქსიდის ნანონაწილაკების მონოდისპერსიულობის ასამაღლებლად ჩვენ შევიმუშავეთ მეთოდი, სადაც ნანონაწილაკების სინთეზის ერთ-ერთ ეტაპზე ვიყენებთ ელექტროჰიდრაულიკურ ეფექტს. როგორც წინასწარი კვლევები გვიჩვენებს, შემოთავაზებული მიდგომა მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს ნანოსითხეების თვისებებს. ელექტროჰიდრაულიკურ ეფექტთან დაკავშირებული მძლავრი ოსცილაციები დამატებით ახორციელებს ქიმიურად სინთეზირებული ნაწილაკების ჰომოგენიზაციას.

მოცემულ პროექტში განხორციელდა არსებული კონტროლირებადი თანადალექვის მეთოდის ავტომატიზირებული უწყვეტი ტექნოლოგიური ხაზის (უტხ) გაფართოება/მოდერნიზაცია ფუნქციონალური მნწ სინთეზის გასაუმჯობესებლად. კერძოდ, მაგნიტური ნანოსითხის (მნს) სტაბილიზაციისა და მონოდისპერსიულობის გასაუმჯობესებლად, ასევე სინთეზის აღწარმოებადობის ასამაღლებლად არსებულ უტხ-ში მოხდა ელექტროჰიდრაულიკური დანადგარის, ულტრაბგერითი რეაქტორის, ინერტული აირისა (შლენკის ხაზის) და დეკანტაციის სისტემების ჩართვა. მსგავსი მიდგომა ხელს შეუწყობს ბიოსამედიცინო დანიშნულების აღწარმოებადი ფუნქციონალური მნწ-ების სინთეზის მასშტაბირებასა და მიღებული მასალების კომერციალიზაციას.

ამრიგად, ჩვენს მიერ შემოთავაზებული მულტიფუნქციონალური ნნწ-ების სინთეზის ინოვაციური ტექნოლოგიის უნიკალურობა და უპირატესობა არსებულ ანალოგებთან შედარებით მდგომარეობს იმაში, რომ ის საშუალებას გვაძლევს განვახორციელოთ ბიოსამედიცინო გამოყენების ნნწ-ების სინთეზის, მოდიფიცირებისა და მულტიფუნქციონალიზაციის ცალკეული პროცედურები ერთ ტექნოლოგიურ ციკლში კონკრეტული ამოცანის შესაბამისი ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლების მქონე მაგნიტური ნანოსისტემების მისაღებად.

მნს-ის სინთეზისას დიდი ყურადღება ექცევა ნანონაწილაკების ზომებს. ზომები უნდა იყოს ჰომოგენური, გააჩნდეს მცირე გადახრა საშუალო ზომიდან. დღეს არსებული დისპერგირების მეთოდები ნაწილობრივ უზრუნველყოფს დისპერგირების მისაღებ ხარისხს. მაღალი ხარისხის უზრუნველსაყოფად

ჩვენ მივმართავთ ელექტროჰიდრაულიკურ ეფექტს. ამისათვის გვაქვს, ჩვენს მიერ შექმნილი დანადგარი, რომელიც წარმოადგენს სტაციონალურ საპილოტო მოწყობილობას. პროექტის ფარგლებში მოხდა ამ საპილოტე დანადგარის მოდერნიზება დენის, ძაბვის, ტემპერატურისა და წნევის სენსორებით, რომლითაც ხდება განმუხტვის ძირითადი პარამეტრების ერთდროული მონიტორინგი ოსცილოგრაფის მეშვეობით (სურ. 1).



სურ. 1 ელექტროჰიდრაულიკური დანადგარი მნს-ის დამუშავების პროცესში.

აღნიშნული მიდგომა, როგორც წინასწარმა დაკვირვებებმა გვიჩვენა, ცალკეულ შემთხვევებში აუმჯობესებს სურფაქტაციის ხარისხს, ასევე მაგნიტური სითხის ბაქტერიციდულ, სორბციულ თვისებებსა და ხელს უწყობს სხვადასხვა დაავადებების მიზანმიმართულ ეფექტურ განკურნებას.

შემნილი ქიმიკატები ძირითადად გამოიყენება შესყიდული სახით, შემდგომი დამატებითი გაწმენდის გარეშე. ოღონდ ყველა სინთეზური პროცესი უნდა განხორციელდეს ინერტულ ატმოსფეროში, კლასიკური შლენკის ხაზის ტექნიკის გამოყენებით, რომელიც გერმანელმა ქიმიკოსმა ვილჰემ შლენკმა (Wilhelm Schlenk) შეიმუშავა მე-20 საუკუნის დასაწყისში. ის წარმოადგენს მინის ორ პარალელურ მილაკს, რომელსაც აქვს ამ ორი მინის მილაკის დამაკავშირებელი არხი დაბოლოებული ინდივიდუალური ჩამკეტ/გამხსნელი ვენტილებით (სურ.2).



სურათი 2. დამონტაჟებული შლენკის ხაზი.

უპირველესად შლენკის ხაზი გამოიყენება რეაქტიული ნივთიერებების დეაირიზაციაზე დაახლოებით 30 წთ ვაკუუმში ოთახის ტემპერატურაზე უფრო მაღალ მნიშვნელობაზე მექანიკური შერევის პირობებში. შემდეგ ხსნარი იგივე პირობებში გამოიქრევა აირადი აზოტით. უნდა აღინიშნოს, რომ Schlenk-ის ხაზის ტექნიკის გამოყენებით ქიმიური რეაგენტების დეგაზირება და სინთეზის მთელი პროცესის განმავლობაში მექანიკური შერევის პირობებში მისი მოქმედება აუცილებელია Fe^{3+}/Fe^{2+} თანაფარდობის შესანარჩუნებლად.



სურათი 3. შლენკის ხაზის მიერთება უტბ-თან.

უტბ შლენკის ხაზთან ერთდება ვაკუუმის შლანგების მეშვეობით, ამისათვის უნდა გაიხსნას ვაკუუმური ხაზის ვენტილი და ვენტილი მოწყობილობაზე, რათა მოხდეს სისტემიდან ჰაერის გაწოვა (ვაკუუმის შექმნა). შემდეგ უნდა გადაიკეტოს ვაკუუმური ხაზის ვენტილი და სისტემა გამოიქრეგოს ინერტული აირით, აირის ბალონის რედუქტორისა და ინერტული აირის ხაზის ვენტილების მიმდევრობითი გაღებით.



სურათი 4. მოდერნიზებული უტბ.

პროექტის ფარგლებში განსახორციელებული რკინის ოქსიდის შემცველი ნანოსუსპენზიების მომზადების მეთოდიკა მდგომარეობს რკინის ორ და სამ ვალენტიანი მარილების ქიმიურ თანადალექვაში ტუტე გარემოში. თანადალექვის შედეგად მიიღება რკინის ოქსიდის (ჩვენ შემთხვევაში მაგნეტიტის - Fe₃O₄) ნანონაწილაკების შემცველი სუსპენზია, რომელიც შემდგომ ექვემდებარება pH-ის რეგულირების, ელექტროჰიდროლიზური ან ულტრაბგერითი დამუშავების, შემოგარსვის და ფუნქციონალიზაციის პროცედურებს. ყოველ კონკრეტულ ეტაპზე (ნანონაწილაკების სინთეზი, შემოგარსვა, ფუნქციონალიზაცია) ჩვენ ვიყენებთ ნანოსუსპენზიის გამორეცხვის პროცედურას, რომელიც გულისხმობს სინთეზის შედეგად წარმოქმნილი არასასურველი რეაქციის პროდუქტების (ამონიუმის ქლორიდისა და სულფატის) და ჭარბი ტუტის, ასევე შესაძლო რკინის იონების, ელექტროჰიდროლიზური დამუშავების შემთხვევაში კი ელექტროდიდან ამოგლეჯილი ლითონის ნაწილაკებისგან გამორეცხვას.

იმის გამო, რომ საქმე გვაქვს მაგნიტურ ნანოსუსპენზიებთან, ბევრად ხელსაყრელია გამორეცხვა მოვახდინოთ მუდმივი ან ელექტრო მაგნიტების მეშვეობით. რკინის ოქსიდის სუსპენზიის მუდმივ მაგნიტზე დეკანტაციის გზით ზემოთაღნიშნული არასასურველი პროდუქტების მოცილებას ჩვენს მიერ შემუშავებული გამორეცხვის სისტემის მეშვეობით. პროცედურა მეორდება მანამ, სანამ არ მივიღებთ სასურველ ფიზიოლოგიური ნიშნულის pH=7.4 ნანოსითხეს.

გამორეცხვა დეკანტაციით ასევე საჭიროა მიღებული მაგნიტური ნანონაწილაკების რომელიმე ბიოლოგიურად აქტიური სურფაქტანტით შემოგარსვის შემდგომ. ზოგჯერ საჭიროა მოვაცილოთ ჭარბი სურფაქტანტის რაოდენობა, რომლითაც არ შემოიგარსა ნანონაწილაკი და გახსნილია სუსპენზიაში. ასევე, ზოგჯერ სურფაქტანტი მოქმედებს ხსნარის საერთო pH-ზე და საჭიროა pH-ის რეგულირება. ყოველივე ამისათვის, ჩვენ შევქმენით ოპტიმიზირებული დეკანტაციის სისტემა, რომელიც კარგად ესადაგება ჩვენს მიერ პროექტირებულ ავტომატური უწყვეტი ტექნოლოგიის ხაზს.

სისტემა მუშაობს შემდეგნაირად: რეაქტორის ყელში ჩაშვებულია შესაბამისი მინის მილაკი, რომელიც უზრუნველყოფს სუფთა დისტილირებული წყლის შეტანას და გამორეცხილი სითხის გამოტანას პერისტალტიკური ტუმბოების დახმარებით, რომლებიც იმართება ცენტრალური კომპიუტერიდან. გამორეცხვის შემდგომ მიღებული სითხე გადადის ტექნოლოგიური ციკლის შემდგომ ეტაპზე.

არსებული უტხ-ს მოდერნიზება, კერძოდ, მასში ელექტროჰიდროლიზური დანადგარის, ულტრაბგერითი რეაქტორის, დეკანტაციისა და ინერტული აირის სისტემების (შლენკის ხაზის) ჩართვა, შესაძლებელს გახდის უფრო ეფექტური გავხადოთ სინთეზის პროცესი და მივიღოთ მაღალდისპერსიული, მცირე რადიუსული განაზნევის, მულტიფუნქციონალიზირებული ნანონაწილაკების შემცველი აღწარმოებადი ნანოსისტემის სინთეზის ეფექტური პლატფორმა.

7. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

7.4. სტატიები

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათა- ური, ციფრული (დიგიტალური)	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
---	---------------------	---	--	--------------------------------------	------------------------

		საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN	ნომერი/ტომი		
1	M.M.Nadareishvili, G. Mamniashvili, D. Jishiashvili, G. Abramishvili, C. Ramana, J. Ramsden	Investigation of the visible light-Sensitive ZnO photocatalytic thin films 10.48084/etasr.3392	Engineering, Technology & Applied Science Research	საბერძნეთი	4
<p>ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>ნაშრომში განხილულია თუთიის ოქსიდის კატალიზატორის თხელი ფირის აქტივობა, თვისებები და შედგენილობა.</p> <p>ZnO-ს თხელი ფირი მიღებული იყო მინის ფუძემდებზე ქიმიური დაფრქვევის ტექნოლოგიით 460°C ტემპერატურაზე. საწყის რეაგენტად გამოყენებული იყო თუთიის აცეტატი (C₄H₆O₄Zn·2H₂O), რომელიც გახსნილი იყო 2-პროპანოლში. ფირის ნიკელით ლეგირების მიზნით საწყის რეაგენტს ვამატებდით NiCl₂(6H₂O)-ის ნაერთს.</p> <p>ოპტიკური შთანთქმის სპექტრების შესწავლამ გვიჩვენა, რომ ნიკელით ლეგირებული თუთიის ოქსიდის ფირი შთანთქმავს სინათლეს ტალღის სიგრძეთა დიაპაზონში 400–600 ნმ. ამასთან, შთანთქმა იზრდება ნიკელის შემცველობის გაზრდისას. შედარებით მაღალი ლეგირებისას (5%) სინათლის შთანთქმა ფირებში მცირდება, თუმცა, 600°C-ზე გამოწვევით შთანთქმა აღდგება და პირვანდელ სიდიდეებს აღწევს. აღნიშნული ასაბუთებს იმას, რომ დამზერილი ეფექტი გამოწვეულია საწყის ფირში ნიკელის მინარევთა ჰომოგენურად განაწილებს დარღვევითა და ნიკელის აგლომერატების წარმოქმნით. ZnO-ს თხელი ფირის ზედაპირის დეკორირება ვერცხლის კლასტერებით აუმჯობესებს სინათლის შთანთქმას, თუმცა აღნიშნული გაუმჯობესება გაცილებით შესამჩნევია ნანოფხვნილებში ვიდრე თხელი ფირების შემთხვევაში. Methylene Blue-ს ნაერთის ფოტოკატალიზურ დაშლაზე ჩატარებულმა ექსპერიმენტებმა გვიჩვენა, რომ ქიმიური დაფრქვევით მიღებული ნიკელით ლეგირებულ თუთიის ოქსიდის თხელ ფირებს გააჩნიათ მნიშვნელოვანი ფოტოკატალიზური ეფექტი მზის გამოსხივების ხილულ უბანში.</p>					

კოჰერენტული ოპტიკის და ელექტრონიკის განყოფილება (უფროსი — ზაზა მელიქიშვილი)

2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

2.1.

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
---	---	--	--

	მითითებით		
1	2	3	4
1	კანის ოპტიკური არეკვლის სპექტროსკოპია <i>in vivo</i> დარგი: ფიზიკა მიმართულება: ბიოსამედიცინო ოპტიკა და სპექტროსკოპია	2018 - 2022	ზაზა მელიქიშვილი - პროექტის ხელმძღვანელი; თამაზ მედოიძე - ექსპერიმენტული კვლევა, მონაცემების ანალიზი; ზაზა ჯალიაშვილი - კომპიუტერული მოდელირება, მონაცემების ანალიზი; მარიამ წვერავა (დოქტორანტი) - ექსპერიმენტული კვლევა, კომპიუტერული მოდელირება, ანალიტიკური გამოთვლები: ვერა ქინქლაძე - არეკვლის ეტალონის და ამრეკლი გარემოს ფანტომების დამზადება.
2	ბისმუტის სისტემის ზეგამტარი მასალის ელექტროფიზიკური თვისებების გაუმჯობესება ბორისა და ვერცხლის შემცველი დოპანტების კომბინირებული გამოყენებითა და დოპირებული მასალის ბაზაზე ზეგამტარი სადენების დამზადება-ტესტირება (კონდენსირებული გარემოს ფიზიკა, ზეგამტარობა)	2018-2022	ნიკოლოზ მარგიანი (პროექტის ხელმძღვანელი), გიორგი მუმლაძე (მკვლევარი-ფიზიკოსი, პროექტის მენეჯერი, დოქტორანტი), იამზე ქვარცხავა (მკვლევარი-ტექნოლოგი), ვახტანგ ჟღამაძე (მკვლევარი-ფიზიკოსი), ზურაბ ადამია (მკვლევარი-ფიზიკოსი), მაია ბალახაშვილი (მკვლევარი-ტექნოლოგი), ნათელა მარგიანი (ლაბორანტი)
3	ფენოვანი ოქსიდური თერმოელექტრული მასალების სინთეზი და კვლევა	2019-	ნიკოლოზ მარგიანი (პროექტის ხელმძღვანელი), გიორგი მუმლაძე (მკვლევარი-ფიზიკოსი, პროექტის მენეჯერი, დოქტორანტი), იამზე ქვარცხავა (მკვლევარი-ტექნოლოგი), ვახტანგ ჟღამაძე (მკვლევარი-ფიზიკოსი), ზურაბ ადამია (მკვლევარი-ფიზიკოსი), მაია ბალახაშვილი (მკვლევარი-ტექნოლოგი), ნათელა მარგიანი (ლაბორანტი)
4	მოლეკულური აგრეგაციები და	2018-2022	ტარიელ ებრალიძე

<p>ოპტიკური გამოსახულების ფორმირების საკითხები ანიზოტროპიის ფოტონდუცირების დროს ორგანულ ნაერთებში</p>		<p>(ხელმძღვანელი), ნადია ებრალიძე (შემსრულებელი), გიორგი მუმლაძე (შემსრულებელი)</p>
<p>გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2020 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p>		
<p>1)</p>		
<p><u>1. დიფუზური არეკვლის მოდელების შესახებ</u></p>		
<p>ადამიანის ქსოვილების ოპტიკური დიაგნოსტიკის მეთოდებს შორის, ყველაზე მარტივი და ეფექტურია დიფერენციალური დიფუზური არეკვლის სპექტროფოტომეტრიის მეთოდი. ის ემყარება ქსოვილიდან არეკლილი სინათლის სპექტრის გაზომვებს. დიფერენცირება გულისხმობს მის ზედაპირზე განათებულ და მიმღებ ადგილებს შორის დაშორიშორებას (ბაზის არსებობას). ამ მეთოდების მნიშვნელოვანი უპირატესობაა შედარებით იაფი და აუცილებელი აღჭურვილობის ხელმისაწვდომობა: გაზომვები შეიძლება განხორციელდეს კომერციულად ხელმისაწვდომი ოპტიკური ელემენტების საფუძველზე - თეთრი სინათლის წყარო, სპექტრომეტრი და ოპტიკური ბოჭკოები, ერთი ნაწილი სინათლის წყაროდან ქსოვილებისთვის აღმზნები გამოსხივების მისაწოდებლად, ხოლო მეორე ნაწილი ამ ქსოვილების მიერ გაფანტული, ძირითადად დიფუზურად არეკლილი, გამოსხივების სპექტრომეტრისთვის მისაწოდებლად. დეტექტირებული ოპტიკური სიგნალები შეიცავს მნიშვნელოვან ინფორმაციას ქსოვილის ბიოფიზიკური პარამეტრების შესახებ, რომლებიც გავლენას ახდენენ ქსოვილში სინათლის ველის განაწილებაზე – გაფანტვის კოეფიციენტი, კაპილარების დიამეტრი, ძირითადი ქსოვილის ქრომოფორების კონცენტრაცია (ოქსიჰემოგლობინი, ალდეჰილი ჰემოგლობინი, მელანინი, ბილირუბინი და ა.შ.). ამ პარამეტრების რაოდენობრივი შეფასება ემყარება ქსოვილში სინათლის გადატანის პროცესის მოდელირებას და ქსოვილის არეკვლის სპექტრის თეორიული გამოთვლების შედარებას ექსპერიმენტულ მონაცემებთან. ამ შემთხვევაში, მკვლევარების უმრავლესობა ეყრდნობა მარტივ ანალიტიკურ მოდელებს, რომლებიც აღწერს დასხივებულ ქსოვილში გამოსხივების გადატანას ორი ოპტიკური პარამეტრით – შთანთქმის კოეფიციენტით და ფოტონების ტრანსპორტის გაფანტვის კოეფიციენტით. ამასთან, გამოყენებული მოდელების გამოყენების ვიწრო დიაპაზონი, ქსოვილის მრავალშრიანობის გათვალისწინება და მისი სხვა ოპტიკური პარამეტრების ვარიაციები, როგორც არის გაფანტვის ანიზოტროპიის ფაქტორი და გარდატეხის მაჩვენებელი, იწვევს ბიოფიზიკური პარამეტრების საკმაოდ უხემ შეფასებას. სინამდვილეში, ერთადერთი მეთოდი, რომელიც საშუალებას იძლევა სწორად შევადაროთ ოპტიკურ-ბოჭკოვანი სენსორების გამოყენებით მიღებული ექსპერიმენტული მონაცემები, არის მონტე კარლოს მეთოდი. ამასთან, თანამედროვე გამოთვლითი ტექნოლოგიის დიდი შესაძლებლობების მიუხედავად, ეს მეთოდი ექსპერიმენტულ მონაცემებს რეალურ დროში ჯერ კიდევ ვერ ამუშავებს. შესაბამისად, პრაქტიკული დანიშნულებისათვის ძალზე მნიშვნელოვანია ექსპერიმენტულად გაზომილი ოპტიკური სიგნალის სპექტრის მარტივი ანალიტიკური სახით დამუშავება.</p>		
<p>ზემოთქმულიდან გამომდინარე 2020 წლის სამუშაოს მიზანს წარმოადგენდა ბიოლოგიური ქსოვილების დიფუზური არეკვლის სპექტროსკოპიის მეთოდის ეფექტურობის გაზრდა ქსოვილის დიფუზური არეკვლის სპექტრის ახალი მოდელების გამოყენებით, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელი ხდება ექსპერიმენტულად გაზომილი ოპტიკური სიგნალის სპექტრის დამუშავება მარტივი ანალიტიკური</p>		

სახით და ამავდროულად მონტე კარლოს მეთოდის სიზუსტით.

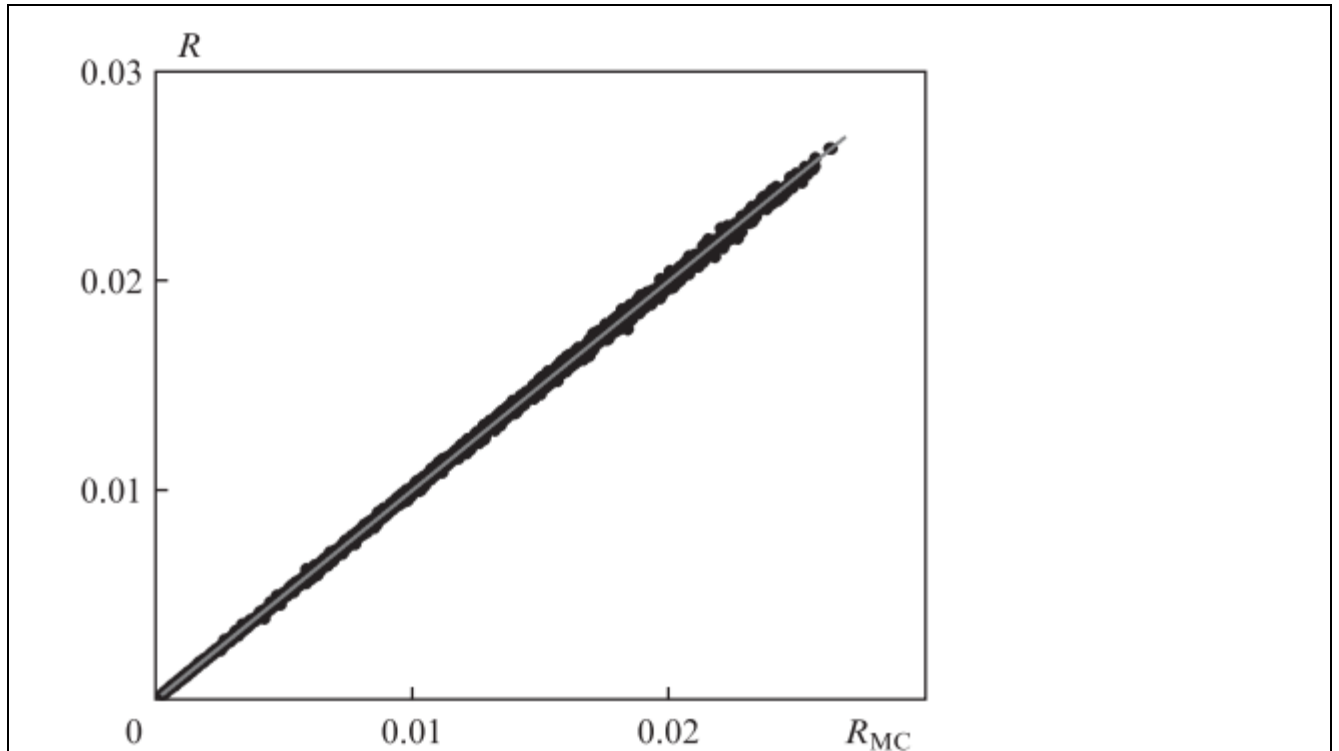
2. კანის მოდელი

ჩვენ გამოვიყენეთ კანის შემდეგი მოდელი: კანი შედგება ორი შრისგან (ეპიდერმისს და დერმას), ტოლი სინათლის გაფანტვის პარამეტრებით და შთანთქმის განსხვავებული კოეფიციენტებით.

კანის რქოვანი შრე, მცირე ოპტიკური სისქის გამო, ძალზე უმნიშვნელო როლს ასრულებს სინათლის დიფუზურ არეკვლაში, ამიტომ იგი პირობითად შედის ეპიდერმისის შემადგენლობაში. დერმის ანატომიური უბნებს (სისხლძარღვების პაპილარული, რეტიკულური, ზედაპირული და ღრმა წნულები) არ გააჩნიათ მკაფიო ფიზიკური საზღვრები ან ფუნდამენტური მორფოლოგიური განსხვავებები, ამიტომ ისინი ყველა ჩანაცვლებულია ერთი ჰომოგენური შრით. კანის ღრმა შრეები (ცხიმოვანი შრე და კუნთოვანი ქსოვილი) პრაქტიკულად არ მონაწილეობენ სინათლის არეკვლის პროცესში 450 – 800 ნმ სპექტრალურ დიაპაზონში, ვინაიდან ამ სპექტრალური უბნის ფოტონები ძლიერად შთანთქმებიან ზედა ფენების მიერ.

მოდელში შემავალი პარამეტრებია: კანის გარდატეხის მაჩვენებელი; შემაერთებელი ქსოვილის დაყვანილი გაფანტვის კოეფიციენტი 400 ნმ ტალღის სიგრძეზე; მისი მექანიზმით სინათლის გაფანტვის წილი მთლიანი ქსოვილის გაზნევაში 400 ნმ-ზე; მისი გაფანტვის დაყვანილი კოეფიციენტის სპექტრალური დამოკიდებულების პარამეტრი; ეპიდერმისის სისქე; მელანინის მოცულობითი კონცენტრაცია ეპიდერმისში; ბილირუბინის კონცენტრაცია დერმაში (გ/ლ); კაპილარების მოცულობითი კონცენტრაცია დერმაში; კაპილარების საშუალო დიამეტრი; ჰემოგლობინის საერთო კონცენტრაცია სისხლში (გ/ლ); სისხლის ოქსიგენაციის (დაჟანგვის) ხარისხი. მოდელი ასევე ითვალისწინებს კანში წყლის შემცველობას, მაგრამ წყლის გავლენა გამოსხივების შესუსტებაზე ≤ 800 ნმ ტალღის სიგრძეებისთვის შეიძლება დიდი სიზუსტით უგულვებელყოთ.

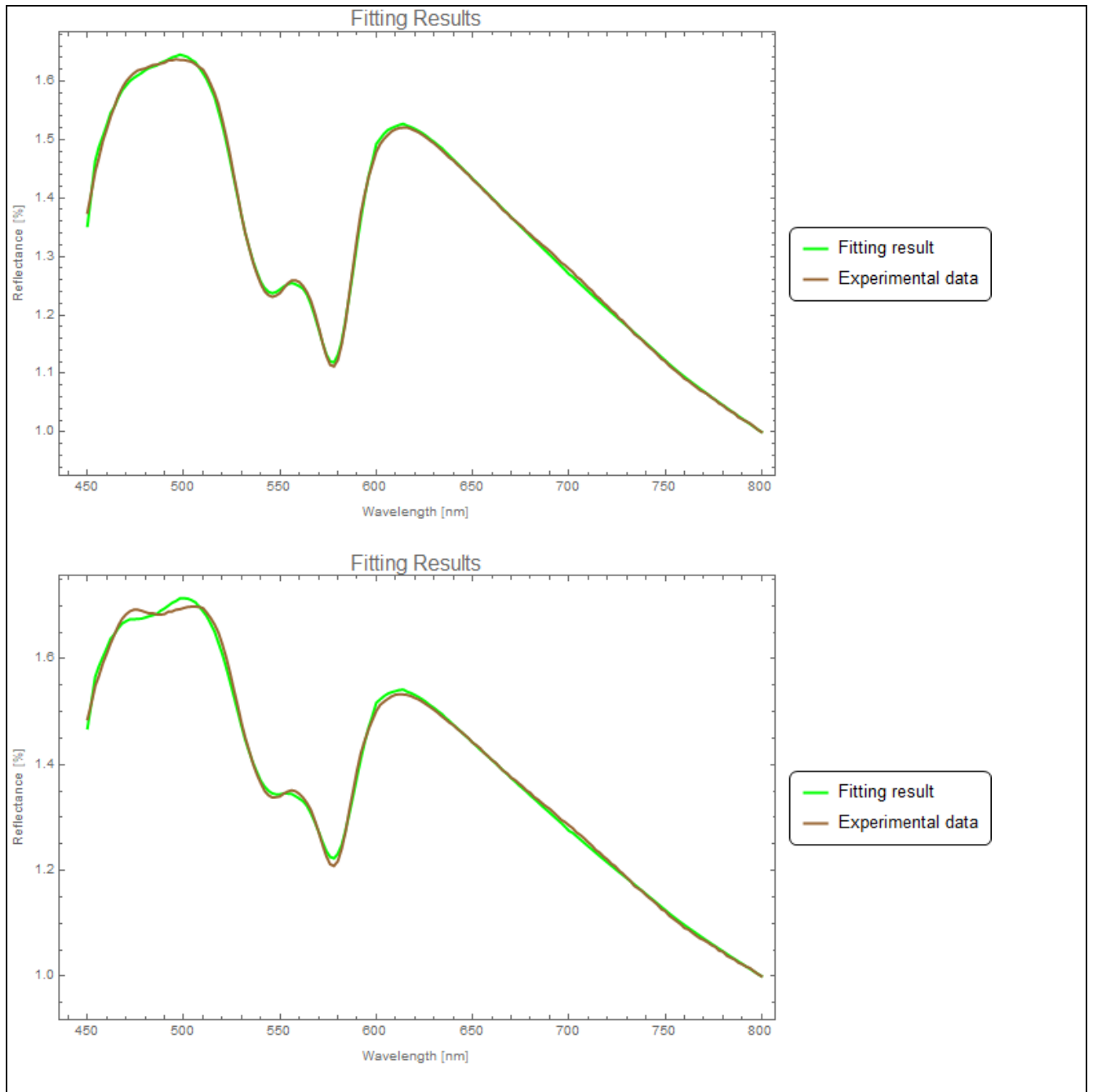
ანალიტიკური გამოსახულების ძიება განხორციელდა პოლინომური ფუნქციების კლასში. მონტე კარლოს მეთოდით (R_{MC}) და ანალიტიკური ფორმულით (R) გამოთვლილი კანის არეკვლისუნარიანობა შედარებულია ნახ. 1-ზე. ჩანს, რომ ანალიტიკური ფორმულით მიღებული მიღებული შედეგი მაღალი სიზუსტით იმეორებს არეკვლისუნარიანობის მონტე კარლოს მეთოდით გამოთვლის შედეგს. R_{MC} მიახლოებით გამოწვეული საშუალო ცდომილება არის 0.85%, ხოლო R_{MC} და R შორის კორელაციის კოეფიციენტი არის 0.9998.

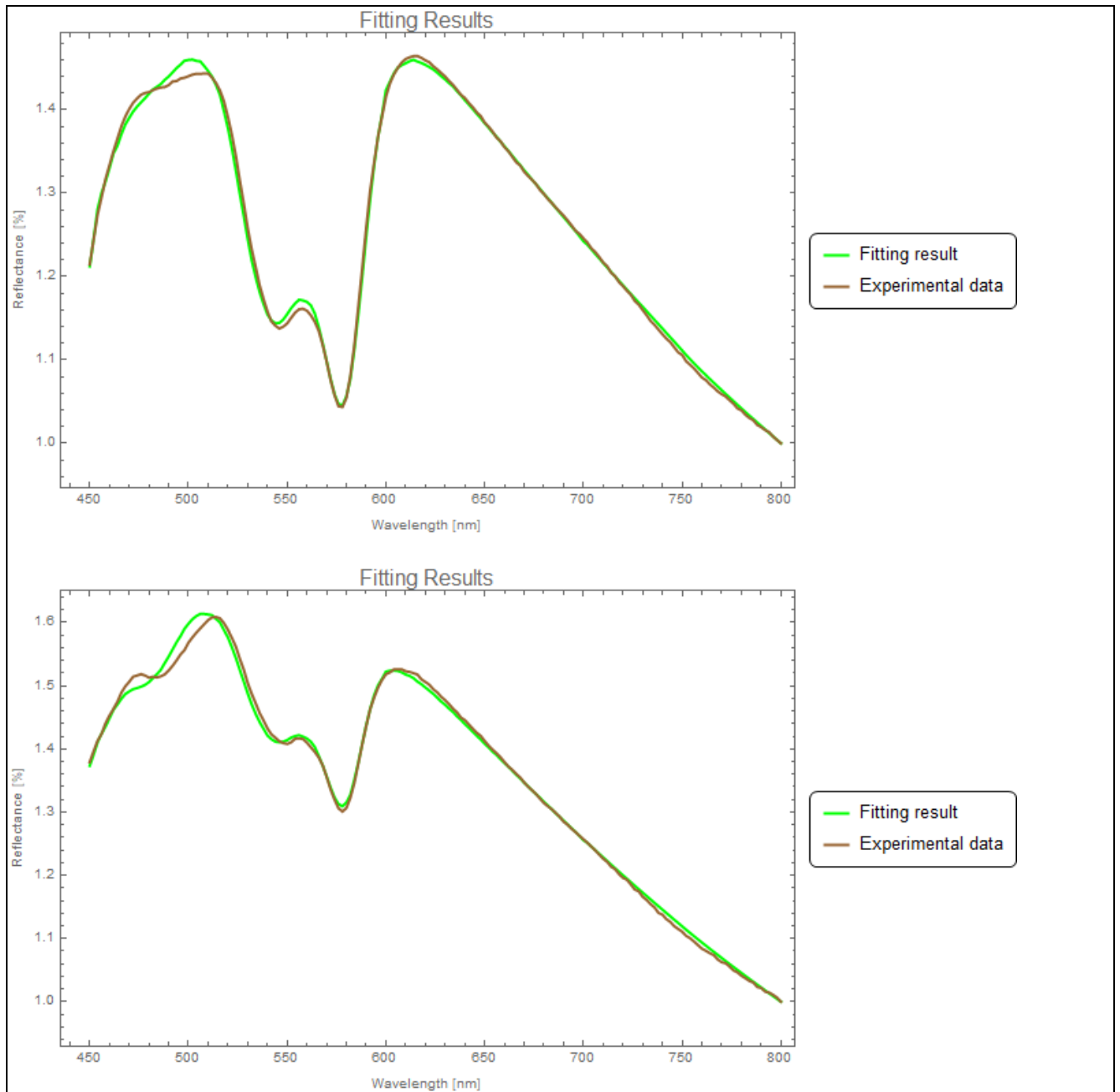


ნახ. 1 მონტე კარლოს მეთოდით (R_{MC}) და ანალიტიკური (R) ფორმულით გამოთვლილი კანის არეკვლისუნარიანობის შედარება. ოპტიკური პარამეტრები ორივე შემთხვევაში ერთი და იგივეა.

3. ანალიტიკური გამოსახულების შედარება ექსპერიმენტის მონაცემებთან

ოთხი მოხალისის კანის არეკვლის სპექტრი ნაჩვენებია ნახ.2-ზე. ფაქტობრივად, ყველა გაზომილ სპექტრს აქვს მსუბუქი „ჩავარდნა“ 475 - 480 ნმ დიაპაზონში, რაც სავარაუდოდ გამოწვეულია ბეტა-კაროტენის მიერ სინათლის შთანთქმით. ბეტა-კაროტენს მცირე რაოდენობით შეიცავს კანის ქსოვილი და არ არის გათვალისწინებული მოდელში.





ნახ. 2. ექსპერიმენტული (ყავისფერი) და მორგებული ანალიტიკური (მწვანე) მრუდების არეკვლის სპექტრები. ექსპერიმენტული მონაცემები აღებულია ოთხი მოხალისის არათითიდან.

ამრიგად, ანალიტიკური გამოსახულებით დამუშავებული ექსპერიმენტული მრუდები მონტე კარლოს მეთოდით სიზუსტით იმეორებს არეკვლისუნარიანობის გამოთვლის შედეგს და საშუალებას იძლევა ექსპერიმენტულად გაზომილი ოპტიკური სიგნალის სპექტრის მარტივი ანალიტიკური სახით დამუშავებას საშუალებას რეალური დროის რეჟიმში.

2)

პროგრამის ფარგლებში გამოიკვეთა სათანადო დოპანტების ოპტიმალური კონცენტრაციები.

მრავალრიცხოვანი ექსპერიმენტების საფუძველზე ნაჩვენები იქნა, რომ დოპანტების მაღალენერგეტიკული დამუშავება სუბმიკრონულ დიაპაზონამდე განაპირობებს ზეგამტარი ფრაქციის შედარებით მკვეთრ ზრდას ხელით დამუშავებულ მასალასთან შედარებით, თუმცა უარყოფითად აისახება სინთეზირებული ზეგამტარი მასალების კრიტიკული დენის სიმკვრივეზე, რაც, კერძოდ, აიხსნება მასალების სიმკვრივის მკვეთრი კლებით და შესაბამისად, ზეგამტარ მარცვლებს შორის ბმების გაუარესებით სუბმიკრონული დიაპაზონის დოპანტების გამოყენებისას. საიმედოდ დადგინდა, რომ სინთეზის ოპტიმალური რეჟიმი გულისხმობს ხელით დამუშავებული პრეკურსორების გამოყენებას. ათვისებულ იქნა ვერცხლის გარსიანი ნიმუშების დამზადების ტექნოლოგია და გამოწვის რეჟიმი. დამზადებულია რიგი ვერცხლისგარსიანი ნიმუშებისა, ახლო მომავალში ჩატარებულ იქნება მათი რენტგენოგრაფიული ანალიზი და ტრანსპორტული გაზომვები.

3)

პროექტის გუნდის ძალისხმევით შედეგად აწყობილ იქნა კუთრი წინაღობისა და ზეებეკის კოეფიციენტის ტემპერატურული დამოკიდებულების გასაზომი დანადგარი, რომელიც მოდერნიზებულ იქნა keithley-ის ფირმის თანამედროვე მულტიმეტრით. ლაბორატორიაში არსებული თბოგამტარობის კოეფიციენტის საბჭოური ეპოქის გასაზომი დანადგარი მოდერნიზებულ იქნა იმავე ფირმის ნანოვოლტმეტრით. გარდა ამისა, საანგარიშო პერიოდში შექმნილ იქნა ფირმა THERMTEST-ის ორი პროდუქტი: თანამედროვე გასაზომი დანადგარი და ტემპერატურული პლატფორმა, რაც მომდევნო კვლევების განხორციელებისას არა მხოლოდ თბოგამტარობის, არამედ სხვა თერმული პარამეტრების სწრაფად და საიმედოდ გაზომვის შესაძლებლობას მოგვცემს. აწყობილი და მოდერნიზებული დანადგარები მრავალჯერ დაიტესტა სინთეზირებული თერმოელექტრული მასალების გამოყენებით, გაზომვათა შედეგები შედარდა ლიტერატურულ მონაცემებს და სრულად დადასტურდა არსებული ექსპერიმენტული ინფრასტრუქტურის საიმედობა. პირველივე ფიზიკურ-ტექნოლოგიური კვლევების შედეგად დადასტურდა კობალტის ფუძიანი მასალების თერმოელექტრული ეფექტურობის მკვეთრი ზრდის შესაძლებლობა სათანადო დანამატებით დოპირების შედეგად.

4)

მიმდინარე პერიოდში, რამდენადაც ამის საშუალება მოგვცა, ვატარებდით კვლევას აზო-საღებარ ქრიზოფენინისა და ჟელატინის ნარევის ნაჯერი წყალხსნარის გამოყენებით. ტრადიციული ტექნოლოგიის მეშვეობით, როდესაც ხსნარი ისხმევა მინის ფუძეზე და შრება. შედეგად ვიღებთ მაღალი ხარისხის, მკვეთრად დამზერად აგრეგაციებს. მოცემული აგრეგაციები, ისევე როგორც წინა წლებში სხვადასხვა აზოსაღებარით მიღებული აგრეგაციები, ეფექტურად იმართება პოლარიზებული და არაპოლარიზებული სინათლის მიზნობრივი გამოყენებით. ამის დასტურია მიკროსკოპის ოკულარული ვიდეოკამერით გადაღებული უამრავი სტატიკური თუ ვიდეოგამოსახულება. აღნიშნული ეფექტის შესაძლო გამოყენება მოიაზრება ინფორმაციის ოპტიკურ ჩაწერაში, არაწრფივ ოპტიკაში, ჰოლოგრაფიაში.

აღნიშნული კვლევის შედეგები გაგზავნილია ჟურნალში Acta Physica Polonica a -ში და ელოდება სარედაქციო კოლეგიის გადაწყვეტილებას.

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

3.1.

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი)	პროექტის დაწყების და	პროექტში ჩართული პერსონალი
---	----------------------------	----------------------	----------------------------

	პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიხედვით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი	დამთავრების წლები	(თითოეულის როლის მიხედვით)
1	2	3	4
	დნმ-ის ბაზაზე ვერცხლის და ოქროს ნანომავთულების შექმნა და მათი შესწავლა სპექტროსკოპული და ელექტრონული მიკროსკოპული მეთოდებით FR – 19- 5263	2020 - 2023	ირინე ხუციშვილი - პროექტის ხელმძღვანელი, თამარ გიორგაძე - კოორდინატორი, ვასილ ბრეგაძე - მკვლევარი, შოთა გოგიჩაიშვილი - მკვლევარი (თსუ, ფიზიკის ინსტიტუტი) ზაზა მელიქიშვილი - მკვლევარი (სტუ, კიბერნეტიკის ინსტიტუტი)
2	კობალტის ფუძიანი თერმოელექტრიკების ფუნქციონალური თვისებების დახვეწა დოპირებითა და მაღალენერგეტიკული გადაფქვით FR-18-4976 (ინჟინერია და ტექნოლოგიები, თერმოელექტრული მასალები)	2019-2022	ნიკოლოზ მარგიანი- პროექტის ხელმძღვანელი, გიორგი მუმლაძე- კოორდინატორი, იამზე ქვარცხავა- მკვლევარი, ვახტანგი ჟღამაძე-მკვლევარი, მაია ბალახაშვილი- მკვლევარი ნათია მარგიანი-ლაბორანტი
3	ბისმუტის ფუძიანი მოწინავე ზეგამტარი მასალების შემუშავება დოპირებითა და მაღალენერგეტიკული გადაფქვით DI-18-479 (კონდენსირებული გარემოს ფიზიკა, ზეგამტარობა)	2018-2021	არმენ კუზანიანი- სამეცნიერო ხელმძღვანელი, ზურაბ ადამია- თანახელმძღვანელი, გიორგი მუმლაძე -კოორდინატორი, ნიკოლოზ მარგიანი- მკვლევარი, იამზე ქვარცხავა- მკვლევარი ვახტანგი ჟღამაძე- მკვლევარი, ლევანი გაბისონია- მკვლევარი, დალი მანაშვილი- მკვლევარი, თინათინ სარაშვილი- მკვლევარი, ნათია მარგიანი-ლაბორანტი, ნინო მუმლაძე - ლაბორანტი
4	კალციუმის კობალტიტის საფუძველზე მაღალეფექტური თერმოელექტრული მასალების შემუშავება დოპირებითა და ნანოინჟინერიით CARYS-19-	2020-2021	ნიკოლოზ მარგიანი- პროექტის ხელმძღვანელი, გიორგი მუმლაძე- კოორდინატორი, ანდრეი კლინდიუკი-მკვლევარი, ლევან გაბისონია-მკვლევარი, იამზე

675		ქვარცხავა- მკვლევარი, ვახტანგი ქლამაძე-მკვლევარი, მაია ბალახაშვილი- მკვლევარი, ნათია მარგიანი-ლაბორანტი, ნინო მუმლაძე-ლაბორანტი, ელენე ონიანი-ბუღალტერი
<p>გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2020 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>1)</p> <p>დნმ-ის უნიკალური სტრუქტურული თვისებები და მოლეკულური ამოცნობის შესაძლებლობები საშუალებას იძლევა დნმ-ის საფუძველზე აგებული იყოს სხვადასხვა სახის ნანოსტრუქტურები, მათ შორის ნანომავთულები.</p> <p>საკითხის აქტუალობიდან გამომდინარე კვლევის მთავარ მიზანს წარმოადგენს დნმ-ის ზედაპირზე ვერცხლის და ოქროს იონების აღდგენის საშუალებით ერთგანზომილებიანი ნანოგამტარის შექმნა, შესწავლა, დახასიათება ხსნარებში და ფირის სახით. ასევე დნმ-ის ფირებზე მათში ინტერკალირებულ საღებავებს შორის (AO-EB) ფლუორესცენტული რეზონანსული ენერჯის გადატანის შესწავლა.</p> <p>2020 წელი კვლევის პირველ წელს წარმოადგენს. ამ წელს კვლევის მთავარ მიზანს წარმოადგენს დნმ-ის უნიკალური სტრუქტურული თვისებების და მოლეკულური ამოცნობის შესაძლებლობების საშუალებით დნმ-ის კატალიზური თვისებების შესწავლა ვერცხლის იონების აღდგენით რეაქციებში და ფოტონდუცირებულ პროცესებში, სპექტროსკოპული და თერმოდინამიკური მეთოდების გამოყენებით.</p> <p>ვერცხლის იონების აღდგენა დნმ-ის ორმაგ სპირალზე ეფუძნება <i>inter-strand</i> კროსლინკის ფორმირების მოდელს, რომელიც შედგება რამოდენიმე ადსორბციული პროცესისაგან. ნაჩვენებია, რომ <i>inter-strand</i> კროსლინკი წარმოადგენს აბსორბციულ პროცესს, რომელიც შედგება რამდენიმე უფრო მარტივი ადსორბციული პროცესისაგან და ამ აბსორბციული პროცესის დრო (ხანგრძლივობა) შეადგენს თითოეული ადსორბციის შესაბამისი ხანგრძლივობების ჯამს.</p> <p>შესწავლილია დნმ-ის მაკრომოლეკულაზე ვერცხლის ატომების (Ag^0) ფოტოდასხივებით გამოწვეული კონფორმაციული გადასვლები დნმ-ში. ვერცხლის ატომების ფოტონდუცირებული დესორბცია დნმ-ის ორმაგი სპირალიდან არის კომპლექსური და მულტიფაზური პროცესი, რაც თავის მხრივ იწვევს კონფორმაციულ გადასვლებს დნმ-ში. ნაჩვენებია, რომ დნმ-ის ორმაგ სპირალზე ვერცხლის ატომების შეკავშირების ორ მდგომარეობას აქვს ადგილი: პირველი მდგომარეობა დასხივებამდე - აღდგენილი ვერცხლის ატომები აღწევენ რა დნმ-ის ორმაგი სპირალის შიგნით და წარმოქმნიან ხაზოვან ჯაჭვებს შორის ე.წ. <i>inter-strand</i> კროსლინკ ($G^*-N1 -Ag^0 -C-N3$) კომპლექსებს; და მეორე მდგომარეობა დასხივების შემდეგ - აღდგენილი ვერცხლის ატომები ტოვებენ რა <i>inter-strand</i> კროსლინკს და წარმოქმნიან დნმ-თან ხელატურ ($G-N7$ და $G-O6$) კომპლექსებს.</p> <p>დნმ-Ag^0 ატომების კომპლექსის ფოტოდესორბციის კინეტიკური შესწავლით მიღებულია დესორბციის სიჩქარის კონსტანტა k_d და ადსორბციის სითბო Q_a. პირველი მათგანი ტოლია 1.8×10^{-4} წმ$^{-1}$, ხოლო მეორე ტოლია ან აღემატება 85 კჯ/მოლ Ag^0, დნმ-თან დაკავსირებული ვერცხლის ატომებისთვის. დათვლილია დნმ-Ag^0 კომპლექსის ოსცილატორული ძალა ვერცხლის ატომისთვის, რომელიც უდრის $f(434,3 \text{ ნმ}) = 0,33$.</p> <p>პირველი წლის სამუშაოები გრძელდება.</p> <p>2)</p> <p>პროექტში დასახულ ამოცანებთან შესაბამისად, სინთეზისა და შემდგომი ფიზიკურ-ტექნოლოგიური</p>		

კვლევის ობიექტებად შერჩეულ იქნა ნომინალურად სუფთა (საყრდენი) და დანამატებით დოპირებული $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_9$ და $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Co}_x\text{O}_y$ სისტემების ოქსიდური თერმოელექტრული მასალები. კუთრი წინაღობის ტემპერატურული გაზომვების შედეგად გამოვლენილ იქნა დოპანტების შემცველობის ის დიაპაზონი, რომელიც განაპირობებს სინთეზირებული თერმოელექტრული მასალების ელექტროგამტარებლობის მკვეთრ, $2.5 \div 3$ -ჯერ გაუმჯობესებას. ამავე დროს, ზეებევის კოეფიციენტის მნიშვნელობა პრაქტიკულად არაა დამოკიდებული დოპანტის გვარობაზე დანამატების მცირე კონცენტრაციის გამო. თბოგამტარობის გაზომვების შედეგად აღმოჩნდა, რომ დოპანტები განაპირობებენ თბოგამტარობის ზრდას $\approx 1,1-1.7$ ჯერ. ამრიგად, ჩატარებული ფიზიკურ-ტექნოლოგიური კვლევების შედეგად მიღწეულ იქნა ე.წ. სიმძლავრის ფაქტორის დრამატული, $2.5 \div 3$ -ჯერ, გაუმჯობესება და ვარგისობის მაჩვენებლის მნიშვნელოვანი, $2 \div 2.5$ -ჯერ ზრდა. მიღებული შედეგების საფუძველზე თერმოელექტრული მახასიათებლების შემდგომი გაუმჯობესების რესურსი სრულიად რეალურია როგორც დოპანტის ოპტიმალური კონცენტრაციის უზუსტესი დადგენით (საჭიროებს დოპირებული ნიმუშების კონცენტრაციული სერიების დამატებით სინთეზს, როცა დოპანტის კონცენტრაცია გაიზრდება უკიდურესად მცირე ბიჯით), ასევე ნაწილობრივ დაფუძნებული დოპანტის შეტანით ოქსიდურ თერმოელექტრულ მასალებში. თერმოელექტრული მასალების საფუძვლიანი, დეტალური მიკროსტრუქტურული კვლევა და ელემენტური ანალიზი ჩატარდა სომხეთის მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის ფიზიკურ კვლევათა ინსტიტუტში. მიკროსტრუქტურულმა & ელემენტურმა ანალიზმა გამოავლინა მცირე რაოდენობის თანმდე ფაზების არსებობა. გარდა ამისა, დადგენილ იქნა, რომ $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_9$ სისტემისაგან განსხვავებით, დოპირება განაპირობებს $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Co}_x\text{O}_y$ ნიმუშების მარცვლების (კრისტალიტების) ზომების მკვეთრ ზრდას. ელემენტურმა მიკროანალიზმა დაადასტურა თერმოელექტრული მასალების შემადგენელი ელემენტების ატომური და წონითი პროცენტების შესაბამისობა საკვლევი ნიმუშებისათვის არჩეულ შედგენილობებთან.

3)

პროექტში დასახულ ამოცანებთან შესაბამისად, ჩატარდა საყრდენი და დოპირებული Bi-2223 ფაზის ნიმუშების სინთეზი და კვლევა. დეტალურად იქნა გამოკვლეული ე.წ. “პრეკურსორის სისქის” ეფექტის ზეგავლენა სინთეზირებულ ნიმუშები ფაზწარმოქმნაზე. დამზადდა ვერცხლის გარსიანი საყრდენი და დოპირებული ნიმუშები და ამჟამად მიმდინარეობს მათი თერმული დამუშავება, რომლის დასრულების შემდგომ ჩატარდება მასალის რენტგენოდიფრაქციული ანალიზი და დადგენილ იქნება დოპირების ზეგავლენა ვერცხლის გარსში მოთავსებულ მასალაში სასურველი 2223 ფაზის წარმოქმნის კინეტიკაზე. მიღებული შედეგების საფუძველზე სომეხ კოლეგებთან ერთად მიმდინარე წელს დაიბეჭდა ერთობლივი სტატია, პროექტის ფარგლებში მიღებული შედეგები აგრეთვე წარდგენილ იქნა სუმგაიტის უნივერსიტეტის მიერ ორგანიზებულ საერთაშორისო კონფერენციაზე.

4)

საანგარიშო პერიოდში ჩატარდა ხელითა და მაღალენერგეტიკული გადაფქვით დამუშავებული საყრდენი და ლეგირებული $(\text{Ca},\text{Bi})_3\text{Co}_4\text{O}_9$ თერმოელექტრული მასალების ნიმუშების კონცენტრაციული სერიების სინთეზი. პირველივე ფიზიკურ-ტექნოლოგიური კვლევების შედეგად დადასტურდა საკვლევი მასალების თერმოელექტრული ეფექტურობის მკვეთრი ზრდის შესაძლებლობა სათანადო დოპირების შედეგად. ამის საფუძველზე საქართველოს ინტელექტუალური საკუთრების ეროვნულ ცენტრში („საქპატენტი“) პროექტის გუნდის მიერ წარდგენილ იქნა საპატენტო განაცხადი. გარდა ამისა, უცხოელი კოლეგების თანაავტორობით მზადდება მოხსენება CIMTEC-2021 (იტალია) კონფერენციაზე წარსადგენად. აბსტრაქტი ატვირთულია კონფერენციის საიტზე, მიღებულია ოფიციალურ მოწვევა კონფერენციის ორგანიზატორებისაგან.

3.2.

№	დასრულებული (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1	ბორის ნაერთებით დოპირებული ბისმუტის ფუძიანი მაღალტემპერატურული ზეგამტარების საფუძველზე თხელი ფირების შემუშავება, PHDF-19-421 (კონდენსირებული გარემოს ფიზიკა, ზეგამტარობა)	2019–2020	გიორგი მუმლაძე
<p>დასრულებული კვლევითი პროექტის 2020 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>1) განხორციელებულია ნომინალურად სუფთა და დოპირებული Bi(Pb)SrCaCuO მტზ სისტემის კონცენტრაციული სერიების სინთეზი და დადგენილია სინთეზის ოპტიმალური პირობები. უნგრეთში მივლინებისას (ქ. ბუდაპეშტი, ტექნიკური ფიზიკისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტი) ჩატარებული SEM ანალიზის მეშვეობით დადგენილია ნიმუშების ზედაპირის მორფოლოგია, ამოცნობილია მტზ და დტზ ფაზების უბნები. უნგრელ კოლეგებთან ერთად ჩატარებული რენტგენოფაზური ანალიზის შედეგად დადასტურდა, რომ დოპირების შედეგად მიღებულია ნიმუშები მტზ Bi(Pb)-2223 ფაზის მაღალი შემცველობით (90 %-მდე). TEM/STEM ანალიზის მეშვეობით სიღრმისეულადაა გამოკვლეული Bi(Pb)-2223 სისტემის ნიმუშში ფაზური და ელემენტური განაწილება. ვიზუალურადაა ამოცნობილი ელემენტური რუკის დონეზე მტზ, დტზ და რეაქციაში შეუსვლეელი არეები; უნგრელი კოლეგების ხელშეწყობითვე შესრულებული ექსპერიმენტების საფუძველზე შესაძლებელი გახდა დანამატების სტრუქტურულ როლზე საფუძვლიანი ვარაუდის ჩამოყალიბება. ამ სამუშაოების საფუძველზე მიმდინარე წელს საქ. მეცნ. აკადემიის მოამბეში დაიბეჭდა სტატია.</p>			

5. პატენტები:

5.2. ეროვნული პატენტები

№	საპატენტო თემატიკის სათაური	გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები	პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი
1	კობალტის ფუძიანი თერმოელექტრული კერამიკა	ნიკოლოზ მარგიანი, გიორგი მუმლაძე, ვახტანგი ჟღამაძე, იამზე ქვარცხავა, ნათია მარგიანი, ნინო მუმლაძე	AU 2020 15487
2	კობალტის ფუძიანი ოქსიდური	ნიკოლოზ მარგიანი, გიორგი მუმლაძე, ვახტანგი ჟღამაძე,	AU 2020 15507

თერმოელექტრული კერამიკა	ზურაბ ადამია, იამზე ქვარცხავა, ნათია მარგიანი, ნინო მუმლაძე	
-------------------------	---	--

6. ბექდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათაური, ISSN	ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	Giorgi Mumladze, Iamze Kvartskhava, Nikoloz Margiani	On the structural characteristics of the B4C-doped Bi(Pb)-2223 superconductor, ISSN - 0132 - 1447	საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის მოამბე, ტ. 14, #2, 2020	საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის გამომცემლობა, თბილისი	6
<p>ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>1) ნაშრომში შესწავლილია ბორის კარბიდის (B4C) დანამატის გავლენა Bi(Pb)-2223 მაღალტემპერატურული ზეგამტარი ფაზის ფორმირებასა და სტრუქტურულ თვისებებზე. Bi_{1.7}Pb_{0.3}Sr₂Ca₂Cu₃O_y(B4C)_x, x=0, 0.040 და 0,075 ნომინალური შედგენილობის მქონე საყრდენი და B4C-დანამატიანი Bi(Pb)-2223 ნიმუშები სინთეზირებულ იქნა მყარ-ფაზური რეაქციის მეთოდით. Bi(Pb)-2223 ფაზის ევოლუცია მიღებულ ნიმუშებში შესწავლილ იქნა რენტგენოდიფრაქციული ანალიზით და ანალიზის მონაცემების საფუძველზე შეფასდა Bi(Pb)-2223 ფაზის მოცულობითი წილი. რენტგენოგრამების გამოყენებით გამოთვლილ იქნა Bi(Pb)-2223 ფაზის მესრის პარამეტრები. კუთრი წინალობის ტემპერატურული დამოკიდებულება გაიზომა ოთხკონტაქტიანი მეთოდით. ტრანსმისიური და მასკანირებელი ტრანსმისიური ელექტრონული მიკროსკოპიის მეთოდით ჩატარდა სინთეზირებული ნიმუშების მიკროსტრუქტურული და ელემენტური ანალიზი. რენტგენოდიფრაქციულმა ანალიზმა დაადასტურა Bi(Pb)-2223 ფაზის მოცულობითი წილის საგრძნობი გაუმჯობესება 56%-დან არადოპირებული ნიმუშისათვის 88%-მდე, როცა x=0,04. მესრის პარამეტრების თანდათანობით შემცირება დოპირების დონის ზრდისას მიუთითებს Cu²⁺ იონების ნაწილობრივ ჩანაცვლებაზე B³⁺ იონებით. ტრანსმისიური და მასკანირებელი ტრანსმისიური ელექტრონული მიკროსკოპიისა და ელემენტური ანალიზის მეშვეობით ვიზუალურად გამოვლინდა სრულად ფორმირებული, ნაწილობრივ ფორმირებული და ჩამოუყალიბებელი Bi(Pb)-2223 ფაზის არეები.</p>					

7. ბექდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

7.4. სტატიები

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი	ჟურნალის/კრებულის	გამოცემის ადგილი,	გვერდების რაოდენობა
---	-----------------	--	-------------------	-------------------	---------------------

		DOI ან ISSN	დასახელება და ნომერი/ტომი	გამომცემლობა	
1	Tamar G. Giorgadze, Irine G. Khutsishvili, Zaza G. Melikishvili, Vasil G. Bregadze	Reduction of silver Ions in DNA and G4-PAMAM dendrimers for their use in nanomedicine (DOI: http://dx.doi.org/10.17628/ecb.2020.9.22-27)	<i>European Chemical Bulletin</i> , 2020, 9(1), 22-27.	უნგრეთი, Deuton-X Ltd.	6
2	A. S. Kuzanyan, N. G. Margiani, G. A. Mumladze, I. G. Kvartskhava, G.R. Badalyan, V.V.Zhghamadze	Impact of Boron Nitride Additive on the Phase Formation and Transport Properties of Bi(Pb)-2223 Superconductor; DOI: 10.3103/S1068337220030081, ISSN 1068-3372	Journal of Contemporary Physics 2020, Vol. 55, No. 3, pp. 240–247.	© Allerton Press, Inc., 2020. (Armenian Academy of Sciences)	8
3	Adamia Z.A, Kvartskhava I.G, Margiani N. G., Mumladze G. A., Zhghamadze V.V.	Impact of precursor thickness and Pb(BO ₂) ₂ doping on superconducting properties of Bi(Pb)-2223 ceramics; ISSN 2708-955X	Conference Proceedings 2020, N7	Sumgait, Sumgait University Publishing House	6

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1)

კვლევა მიემდგვნა ახალი, სტაბილური ნანო ზომის მეტალოორგანული ნანოკომპლექსებით ფოტო-თერმოთერაპიას. ჩვენს შემთხვევაში, ნანოკომპლექსი წარმოადგენს PAMAM დენდრიმერის კაფსულას, რომელშიც მოთავსებულია ვერცხლის ატომი. ასეთი კომპლექსი დასხივებამდე ნაკლებად ტოქსიურია, ხოლო დასხივების შემდეგ კი უაღრესად ტოქსიური ხდება, რაც, თავის მხრივ, მათი გამოყენების საშუალებას იძლევა ნანომედიცინაში.

კვლევის მთავარი მიზანი იყო შეგვექმნა და შთანთქმის სპექტროსკოპიით შეგვესწავლა ისეთი ეს მნიშვნელოვანი ობიექტი - წამლის მიმწოდებელი ნანონაწილაკი - G4 PAMAM დენდრიმერი და G4 PAMAM დენდრიმერის უნიკალური თვისებების გამოყენებით, შეგვექმნა ახალი, სტაბილური, ნანომასშტაბის (~5 ნმ) ლითონის ორგანული ნანოკომპლექსები ვერცხლის ატომებით, რომელთაც ექნებოდათ ძლიერი შთანთქმა სპექტრის ხილულ უბანში მათი შემდგომი გამოყენებით, როგორც ფოტო-თერმოთერაპიული აგენტი კიბოს უჯრედების სამკურნალოდ.

ამ მიზნით, შევქმენით და გამოვიკვლიეთ ვერცხლის იონის აღდგენის პროცესი სამმაგ, დნმ-Ag + -AA, და ოთხმაგ, დნმ-Ag+ -AgNPs-AA, კომპლექსებში. დნმ-ს კატალიზურ თვისებებზე დაყრდნობით შევისწავლეთ დნმ-ს, ვერცხლის ატომებსა და ვერცხლის ნანონაწილაკებს შორის ურთიერთქმედების მექანიზმი. შთანთქმის სპექტროსკოპიით მიღებულ შედეგებზე დაფუძნებულმა ანალიზმა DNA-Ag⁺-AA კომპლექსებში გამოავლინა ვერცხლის ატომებს შორის რეზონანსული ურთიერთქმედების არსებობა.

2)

შესწავლილია 2223 ფაზის ფორმირების თავისებურებები, კრიტიკული სატრანსპორტო დენის სიმკვრივე და მიკროსტრუქტურა კერამიკული ნიმუშების სერიაში Bi_{1.7}Pb_{0.3}Sr₂Ca₂Cu₃O_y[BN] x (x =0–0,25).

დადგენილია როგორც ხელით დაფუძვლილი დოპანტის, ასევე მაღალენერგეტიკულად დამუშავებული დანამატის ზეგავლენა. დანამატი აჩქარებს მაღალი ტემპერატურის ფაზის ფორმირებას ორივე სერიის ნიმუშებში. ამასთან, სუბმიკრონული ზომების დოპანტის დამატება განაპირობებს იწვევს კრიტიკული დენის სიმკვრივის შემცირებას, რაც გამოწვეულია ნიმუშების სიმკვრივის საგრძნობი შემცირებითა და ზეგამტარი კრისტალიტების დეზორიენტაციის ხარისხის ზრდით.

8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

8.2. უცხოეთში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მომხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	ზურაბ ადამია	Impact of precursor thickness and Pb(BO ₂) ₂ doping on superconducting properties of Bi(Pb)-2223 ceramics	ACTUAL PROBLEMS OF APPLIED PHYSICS AND ENERGETICS. II INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE, November 12-13, 2020, SUMGAI, AZERBAIJAN REPUBLIC
მომხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)			

სხვა აქტივობა: 2020 წლის 31 ივლისის კიბერნეტიკის ინსტიტუტის სწავლულმა მდივანმა გიორგი მუმლაძემ მთ. მეც. თანამშრომლის ნიკოლოზ მარგიანის ხელმძღვანელობით დაასრულა სტუ-ს იმს ფაკულტეტის დოქტორანტურა საინჟინრო ფიზიკის სპეციალობით და დაიცვა დისერტაცია თემაზე „ბისმუტის ფუძიანი მაღალტემპერატურული ზეგამტარების თვისებებზე ბორის შემცველი დოპანტების ზეგავლენის კვლევა“.

ოპტიკურად მართვადი ანიზოტროპული სისტემების განყოფილება (უფროსი — ანდრო ჭანიშვილი)

2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

2.1.

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

	მითითებით		
1	2	3	4
1	ახალი ტიპის თხევადკრისტალური ლაზერების შემუშავება. ფიზიკა, ოპტიკა	2014-2025	ა.ჭანიშვილი/ხელმძღვანელი, გ.პეტრიაშვილი/შემსრ, ზ.ვარდოსანიძე/შემსრ, ს.თავზარაშვილი/შემსრ, მ.არონიშიძე/შემსრ, ნ.ფონჯავიძე/შემსრ, ც.ზურაბიშვილი/შემსრ.
2	კვანტურწერტილებიანი ნანო სტრუქტურირებული მასალა ნახევარგამტარების ბაზაზე. ნახევარგამტარების ფიზიკა, ნანო ტექნოლოგია	2018-2022	თინათინ ლაფერაშვილი, თემის ხელმძღვანელი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, კიბერნეტიკის ინსტიტუტი ორესტ კვიციანი, შემსრულებელი, მაგისტრი (დოქტორანტი), მეცნიერი თანამშრომელი, კიბერნეტიკის ინსტიტუტი დავით ლაფერაშვილი, შემსრულებელი, მაგისტრი (დოქტორანტი), საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი.
3	ვეიგერტის ეფექტის კვლევა აზოსადეგავებით დოპირებულ ჟელატინის ფენებში ფიზიკა, ოპტიკა	2018-2022	ზურაბ ვარდოსანიძე/ხელმძღვანელი, ანდრო ჭანიშვილი/შემსრ, გია პეტრიაშვილი/შემსრ, ნინო ფონჯავიძე/შემსრ, სვეტლანა თავზარაშვილი/შემსრ, მარინა არონიშიძე/შემსრ
4	სიბრტყეში თანაბრად თანაბრად განაწილებული ლაზერული გენერაცია	2020-2022	ზურაბ ვარდოსანიძე/ხელმძღვანელი, ანდრო ჭანიშვილი/შემსრ, გია პეტრიაშვილი/შემსრ, ნინო ფონჯავიძე/შემსრ, სვეტლანა თავზარაშვილი/შემსრ, მარინა არონიშიძე/შემსრ
გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2020 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)			
1) შესწავლილია ახალი ქოლესტერული თხევადკრისტალური (ქთკ) მასალების ოპტიკური პარამეტრები.			

შერჩეულია ისეთი მასალები, რომელთა თვისებები უყმაყოფილდებიან ოთახის ტემპერატურისა და მძლავრი ულტრაიისფერი დასხივების პირობებში მუშაობას. ფლუორესცენციური საღებარების ჩამატებისას მიღებულია ტემპერატურულად და ქიმიურად უფრო მდგრადი ნარევები. ამ ნარევებში მიღებულია ფერადი კონუსური (color cone) ლაზერული გენერაცია უკუკავშირის გარეშე. სურათზე ნაჩვენებია ლაზერული გამოსხივების ფორმა 100 μ მ იმპულსის ენერჯის მქონე აზოტის ლაზერით დატუმბვისას:



დადგენილია ზღვრული გენერაციის მკაცრი დამოკიდულება თუ ფენის ერთგვაროვნებაზე. ჩატარებულია სამუშაოები მონოდომენური თუ ფენების მისაღებად. გაუმჯობესებულ თუ ფენებში მიღებულია გენერაცია რეკორდულად დაბალი სიმკვრივის მქონე დატუმბვისას. დადგენილია, რომ დაბალი სიმკვრივის დატუმბვა არის ფერადი კონუსური ლაზერული გენერაციის ერთერთი უმნიშვნელოვანესი თვისება. შედგენილია შემდგომი სამუშაოს გეგმა.

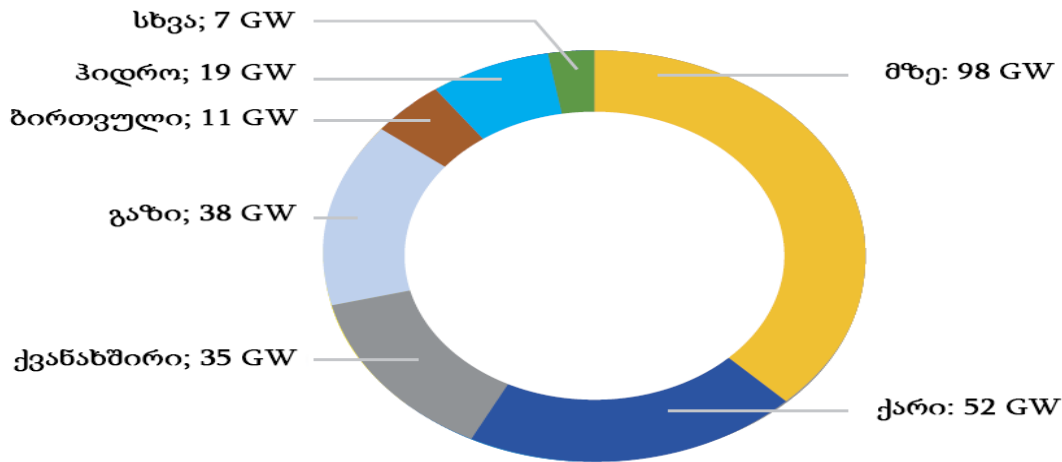
ამავე პროექტის ფარგლებში ჩვენს მიერ დამზადებულია გლიცერინში ემულგირებული თხევადკრისტალური ცისფერფაზური (ცფ) მიკროწყვეთები და ელექტრული ველის ზემოქმედებით გამოკვლეულია მათი ელექტრო-ოპტიკური თვისებები. ნაჩვენებია, რომ ლაზერული გამოსხივება გადაციებულ, ლუმინესცენციურ საღებარ ჩამატებულ ცფ I მიკროსფეროებიდან შესაძლებელია იმართებოდეს ელექტრულად. როდესაც ელექტრული ველის ინტენსიობა იზრდება, ასევე იზრდება ლაზერული გამოსხივების ინტენსიობა, ნახევარსიგანის 6 ნანომეტრიდან 2 ნანომეტრამდე შემცირებასთან ერთად. გარდა ამისა, ლაზერული ხაზები წანაცვლდა 11 ნანომეტრით მოკლე ტალღების მიმართულებით. ყველა ეფექტი მიღწეულია ელექტრული ველით სტიმულირებული, ცფ I-ის სტრუქტურული და სიმეტრიული მოდიფიცირებით, რაც იწვევს მათ ანიზოტროპიასა და ორმაგ სხივთა ტეხას. ლუმინესცენციური საღებარით დოპირებულმა თხევადკრისტალურ ცისფერფაზურმა მიკროწყვეთებმა შეიძლება გამოყენება ჰპოვოს როგორც ელექტრულად მართვადმა მიკრო-ლაზერულმა წყაროებმა ფოტონიკასა და გარემოს მონიტორინგში.

2) საანგარიშო პერიოდში შესწავლილია ახალი თაობის მზის ელემენტების ეფექტიანობის გაზრდის შესაძლებლობა მრავალგადასვლიან მზის ელემენტში კვანტურ წერტილებიანი ნანო სტრუქტურირებული ფენის ჩანერგვის გზით. საკითხის ირგვლივ არსებული ლიტერატურის ანალიზის საფუძველზე ნაჩვენებია, რომ მზის ენერჯის ელექტრულ ენერჯიად გარდაქმნელი ბატარეების ყოფა-ცხოვრებაში ფართოდ დასაწერად აუცილებელია მზის ელემენტის ეფექტიანობის მნიშვნელოვნად გაზრდა ახალი ტექნოლოგიური მეთოდების შემუშავების გზით. შეფასებულია ბოლო წლებში განვითარებული მიმართულებების უპირატესობა და ნაკლოვანებები.

განახლებადი ენერჯის წყაროების ეფექტიანი ათვისება მსოფლიოს ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს პრობლემას, რადგან ენერჯის მოხმარების განუხრელი ზრდა იწვევს დედამიწაზე არსებული წიაღისეული რესურსების მიღევას ერთის მხრივ, ხოლო მეორე მხრივ, წვის პროდუქტები აბინძურებენ გარემოს და საფრთხეს უქმნიან ეკოლოგიას.

კვლევით დასტურდება, რომ ბოლო წლებში წარმოებული ელექტროენერჯის ზრდის დიდი წილი განახლებად წყაროებზე, კერძოდ მზის ელემენტებზე მოდის; მაგალითად, 2017 წელს მზისა და ქარის ელექტროსადგურების მიერ წარმოებული ელექტროენერჯის ზრდა ჯამში აღემატებოდა ყველა სხვა დანარჩენი წყაროების მიერ წარმოებულ ენერჯის ზრდას (სურ.1) [SolarPower Europe, Global Market Outlook For Solar Power / 2018 – 2022)].

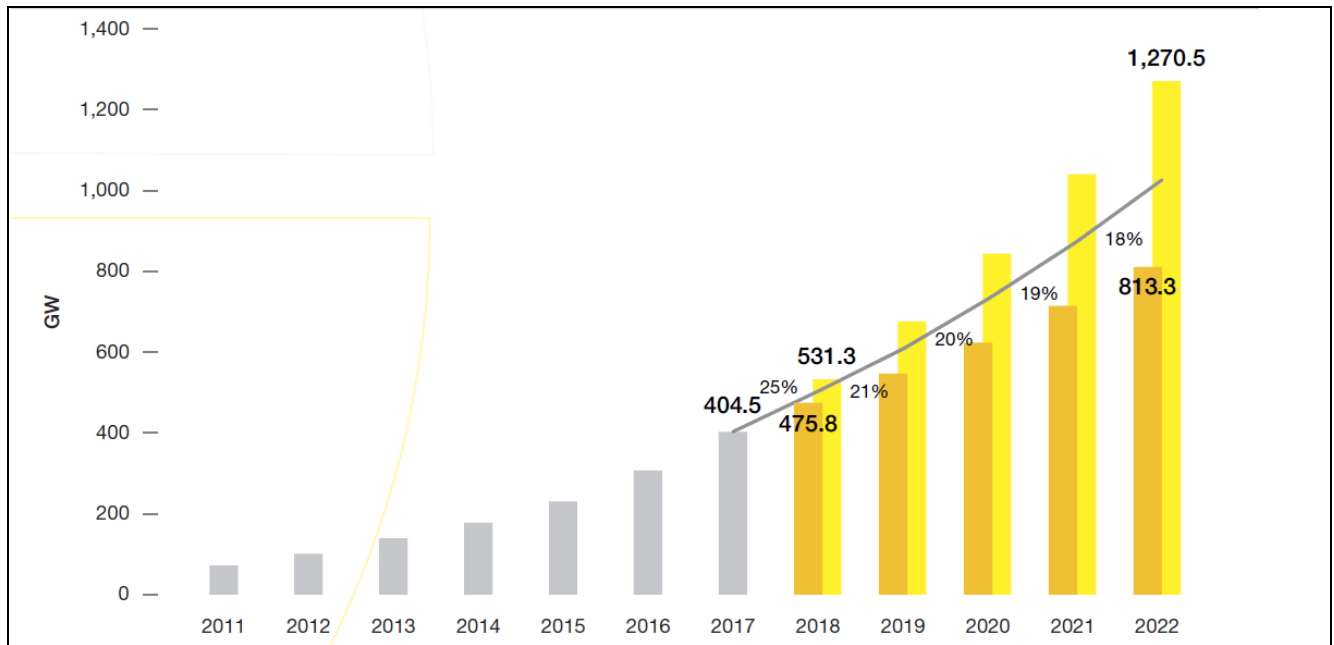
რადგან მზე არის განახლებადი ენერჯის უშრეტი ბუნებრივი წყარო, ენერგეტიკაში ეკოლოგიურად სუფთა ენერჯის წილის გაზრდა მზის ელემენტების ტექნოლოგიის განვითარების მთავარი მამომრავებელი ძალაა. მზის ელექტროსადგურების მასობრივი დანერგვისთვის საჭიროა, რომ მზის ენერგეტიკის გამოყენება ხელსაყრელი იყოს კომერციულადაც, რისთვისაც აუცილებელია ელემენტების გარდაქმნის ეფექტიანობის გაუმჯობესება და წარმოების დანახარჯების შემცირება.



სურ.1. 2017 წელს ელექტროენერჯის წარმოების ნაზრდი ტექნოლოგიების მიხედვით (წყარო: SolarPower Europe, Global Market Outlook For Solar Power / 2018 – 2022).

ამჟამად კომერციული მზის ელემენტები ძირითადად მზადდება სილიციუმის ბაზაზე, რასაც განაპირობებს ის გარემოებები, რომ მას აქვს მზის სინათლის შთანთქმის თითქმის ოპტიმალური აკრძალული ზონა (1.11 ევ.), ის უხვად მოიპოვება დედამიწაზე, გარდა ამისა, Si-ის მზის ელემენტების დამზადების ტექნოლოგია კარგად არის დამუშავებული, იმის გამო, რომ გასულ საუკუნეში ფართო გამოიყენებოდა ინტეგრალური სქემების დასამზადებლად.

სურ.2-ზე წარმოდგენილია ფოტოვოლტური მზის ელემენტების ბაზრის განვითარების პროგნოზირებული სცენარი 2018 – 2022 წლებისთვის, საიდანაც ჩანს, რომ მოსალოდნელია PV ელექტროენერჯის წილის ზრდის ტემპის მკვეთრი მატება, თუმცა აქვე უნდა აღვნიშნოთ, რომ ეს მატება ძირითადად ნავარაუდევია განვითარებად ქვეყნებში [1].



სურ. 2. მსოფლიოში მზის ფოტოვოლტური ენერჯის ბაზრის განვითარების სცენარი 2018 – 2022 წლებში (წყარო: SolarPower Europe, Global Market Outlook For Solar Power / 2018 – 2022).

მზის სინათლის ენერჯის უშუალოდ ელექტრულ ენერჯად გარდაქმნა ხდება ფოტოელექტრული (ფოტოვოლტური - PV) ელემენტით.

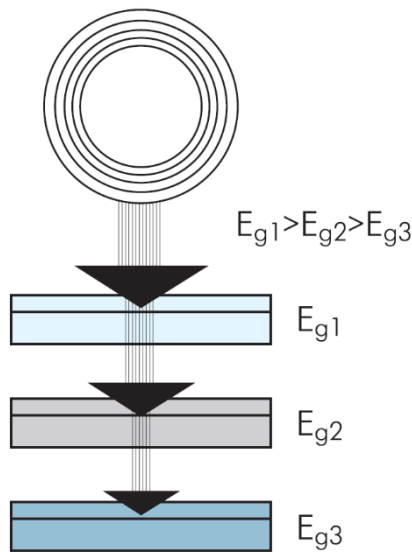
PV მზის ელემენტი არის მოწყობილობა ნახევარგამტარული p-n დიოდის ბაზაზე, რომელიც შთანთქავს მზის სინათლის მხოლოდ იმ ფოტონებს, რომელთა ენერჯია ($h\nu$) მეტია ნახევარგამტარის აკრძალულ (E_g) ზონაზე ($h\nu > E_g$). PV მზის ელემენტის ძირითადი მახასიათებლებია: მოკლე ჩართვის დენი I_{sc} , ღია წრედის ძაბვა V_{oc} , შვესების ფაქტორი FF , და მზის გამოსხივების ელექტრულ ენერჯად გარდაქმნის ეფექტიანობა - η , რომელიც განისაზღვრება როგორც მზის ელემენტის მიერ წარმოებული ელექტრული ენერჯისა (P_m) და დაცემული სინათლის ენერჯის (P_{in}) პროცენტული ფარდობა: $\eta = P_m / P_{in}$. მზის ელემენტებისგან იქმნება მოდული და მზის ელექტროსადგური.

ცნობილია, რომ ერთგადასვლიანი PV მზის ელემენტისთვის არსებობს გარდაქმნის ეფექტიანობის მაქსიმალური შესაძლებელი მნიშვნელობა, ე.წ. შოკლი-ქუეისერის ($S-Q$) თეორიული ზღვრი, რომელიც სილიციუმის შემთხვევაში შეადგენს 29.1%-ს. ექსპერიმენტულად მიღწეული Si მზის ელემენტების ეფექტიანობა არის 26.3%, რაც საკმაოდ ახლოსაა ($S-Q$) თეორიულ ზღვართან, ხოლო კომერციული მოდულების ეფექტიანობა შეადგენს 15-19%-ს.

იმის გამო, რომ ამჟამად ფაქტობრივად ამოწურულია ერთგადასვლიანი სილიციუმის PV ელემენტის ეფექტიანობის გაზრდის რესურსი, აუცილებელი გახდა ახალი მიდგომების ძიება. მეცნიერული სიახლეების დანერგვა მზის ენერჯეტიკაში შესაძლებელი გახდა თხელფიროვანი მასალების ტექნოლოგიური მეთოდების განვითარებამ. ახალი თაობის მაღალეფექტიანი მზის ენერჯის ფოტოელექტრული გარდამქმნელების დასამზადებლად განიხილება ორი ძირითადი მიმართულება: შუალედურზონიანი (IBSC) და მრავალგადასვლიანი (MJSC) მზის ელემენტები. შუალედურზონიანი მზის ელემენტის (IBSC) თეორიული მოდელი შექმნილი იყო ეფექტიანობის გაზრდის მიზნით ნახევარგამტარის აკრძალულ ზონაზე ნაკლები ენერჯის ფოტონების შთანთქმის ხარჯზე. იმ შემთხვევაში, როცა დაცემული ფოტონების ენერჯია

არ არის საკმარისი ელექტრონების ნახევარგამტარის სავალენტო ზონიდან გამტარობის ზონაში ასაგზნებად, ხდება შუალედური ზონის გამოყენება დამატებითი საფეხურად კვანტურწერტილებიანი ნანოსტრუქტურირებული ფენის ჩანერგვის გზით.

ჩვენი კვლევის ობიექტია ფოტოელექტრული მრავალგადასვლიანი მზის ელემენტი PV MJSC, რომელშიც გარდაქმნის ეფექტიანობა იზრდება შთანთქმის სპექტრის გაფართოების გზით. ასეთი მოწყობილობა შედგება ერთი-მეორეზე აკრძალული ზონის კლების მიხედვით დალაგებული სხვადასხვა ნახევარგამტარისგან შექმნილი ერთგადასვლიანი ელემენტებისაგან. ასეთ სტრუქტურაში ზედა ელემენტი შთანთქავს მაღალი ენერჯის ფოტონებს, ხოლო დანარჩენს ატარებს შემდგომი ფენებისკენ, სადაც ანალოგიური პროცესი მეორდება, როგორც სურ. 3- ზეა ნაჩვენები.



სურ.3. სინათლის შთანთქმა MJSC მზის ელემენტში

ნახევარგამტარული მასალების სათანადო შერჩევის შემთხვევაში ასეთი სქემა უზრუნველყოფს დაცემული სინათლის შთანთქმის სპექტრის გაფართოებას და თერმალიზაციაზე დანაკარგების შემცირებას, რის შედეგადაც იზრდება ელემენტის ეფექტიანობა. თანამედროვე MJSC ელემენტები ძირითადად III-V ჯგუფის ნახევარგამტარების ბაზაზე მზადდება. მიუხედავად იმისა, რომ მიღწეული ეფექტიანობა უკვე აღემატება 47%-ს, ამ სტრუქტურების ბაზაზე დამზადებული ელემენტების დანერგვა ფართო მოხმარებისთვის ვერ ხერხდება გამოყენებული მასალის სიძვირის გამო.

ბოლო წლებში ინტენსიურად მიმდინარეობს კვლევითი სამუშაოები MJSC მზის ელემენტების დასამზადებლად სილიციუმის ფუძეზე. ასეთ მრავალგადასვლიან სტრუქტურაში სილიციუმი გამოიყენება ვიწროზონიანი ელემენტად, რაზეც მოლეკულური ეპიტაქსიის მეთოდით ზრდიან III-V ჯგუფის განიერზონიანი ნახევარგამტარის თხელ ფენას. ერთის მხრივ სილიციუმი წარმოადგენს იაფ და ტექნოლოგიურად კარგად ათვისებულ მასალას 1.1 ევ. აკრძალული ზონით, ხოლო მეორეს მხრივ, პირდაპირზონიანი III-V ნახევარგამტარები GaAs და InP ხასიათდებიან აკრძალული ზონით 1,43 ევ. და 1,27 ევ. ცნობილია, რომ III-V ჯგუფის სამ და ოთხკომპონენტური მასალის სტეკიომეტრიის ცვლილებით შესაძლებელია ნახევარგამტარის აკრძალული ზონის უწყვეტი ცვლილება. III-V მასალების ამ თვისებების გამო მათი გამოყენებით შექმნილ მოწყობილობებს MJSC მზის ბატარეებს მაქსიმუმთან მიახლოებული ეფექტიანობის მიღწევის დიდი პოტენციალი აქვთ, თანაც მნიშვნელოვნად დაბალ ფასად. აქ მთავარ

სირთულეს წარმოადგენს Si-ის ფუძეზე III-V ნახევარგამტარების (GaAs, InP) ხარისხიანი თხელი ფირების გაზრდა. მასალების მესრის პარამეტრებსა და სითბური გაფართოვების კოეფიციენტებს შორის არსებული განსხვავება იწვევს დეფექტების წარმოქმნას გადასვლის მიმდებარე ფენებში, რაც, თავის მხრივ, ამცირებს გარდაქმნის ეფექტიანობას დეფექტებზე ელექტრონ-ხვრელური წყვილების რეკომბინაციის გამო.

ცნობილია, რომ გალიუმის ფოსფიდი არის მესრის პარამეტრით თავსებადი სილიციუმთან, რაც Si ფუძეზე მაღალი ხარისხის GaP-ის ფირების ეპიტაქსიური ზრდის საშუალებას იძლევა. GaP-ს, როგორც განიერზონიანი ნახევარგამტარის PV MJSC-ში გამოყენების მნიშვნელოვანი უპირატესობაა მაღალი გამოსავალი ძაბვა, რაც შეესაბამება ფაქტორისა და შესაბამისად ეფექტიანობის გაზრდას განაპირობებს. გარდა ამისა, შესაძლებელია მისი ექსპლუატაცია ტემპერატურების საკმაოდ ფართო დიაპაზონში.

ჩვენ მიდგომაში სიახლეა III-V ნახევარგამტარული ნანო სტრუქტურირებული ფენის დამატება GaP/Si მზის ელემენტის GaP-ის ზედაპირზე. შემოთავაზებულია ნანო სტრუქტურირებული ფენის გაზრდის ორიგინალური ტექნოლოგია, რაც გულისხმობს III-V ნახევარგამტარზე III ჯგუფის ლითონების და მათი მყარი ხსნარების დაფენას და ინერტული (N₂) ან/და აღმდგენი (H₂) ატმოსფეროში შემდგომ თერმოდამუშავებას. ეს ტექნოლოგიური მეთოდი, გალიუმის ფოსფიდის ზედაპირზე ნანოკრისტალების ფორმირების მექანიზმი და მიღებული მასალების ფოტოლუმინესცენციური სპექტრები დაწვრილებით იყო აღწერილი გასული წლის ანგარიშში.

ჩვენს მიერ ჩატარებული კვლევის საფუძველზე ვაჩვენებთ, რომ შემუშავებული ტექნოლოგიით GaP-ის ზედაპირზე წარმოიქმნება InGaP-ის ნანო სტრუქტურირებული ფენა და მიღებული მასალა ეფექტიანად შთანთქავს ელექტრომაგნიტურ გამოსხივებას 600-700 ნმ დიაპაზონში. ახალი თაობის მზის ელემენტების ეფექტიანობის გაზრდის გზების ძიებისადმი მიძღვნილი შრომების ანალიზისა და ჩვენი ექსპერიმენტული შედეგების საფუძველზე შეგვიძლია ვივარაუდოთ, რომ ნანო სტრუქტურირებული ფენის დამატებით შესაძლებელი იქნება GaP/Si მრავალგადასვლიანი მზის ელემენტის გარდაქმნის ეფექტიანობის გაუმჯობესება ფოტომგრძობიარობის დამატებითი უბნის წარმოქმნის გზით.

ჩატარებული კვლევის შედეგები ნაწილობრივ წარდგენილი იყო საერთაშორისო კონფერენციაზე. მომზადებულია სტატია გამოსაქვეყნებლად. პარალელურად ვასრულებთ მუშაობას მონოგრაფიაზე „III-V ჯგუფის ქვანტურწერტილებიანი ნანოსტრუქტურები კავშირგაბმულობის სისტემებში და მზის ენერგეტიკაში“. პროექტით გათვალისწინებული სამუშაოები გაგრძელდება მომავალ წელს და დასრულდება 2022 წელს.

გამოყენებული ლიტერატურა:

[1] SolarPower Europe, Global Market Outlook For Solar Power / 2018 – 2022)].

3–4)

მიღებულია და შესწავლილი ახალი ტიპის ლაზერული გენერაცია სადებარდამატებულ პოლიმერულ ფენაში. მიღებული ლაზერული გენერაციის თავისებურებას წარმოადგენს ის ფაქტი, რომ გამოსხივება სივრცულად მოდულირებულია და იძლევა ინფორმაციას დატუმბვის ველის სივრცულ განაწილებაზე. ასეთი ლაზერი აერთიანებს ლაზერის და ელემენტარული ჰოლოგრამის თვისებებს. გამოვიდა პუბლიკაცია რეცენზირებად ჟურნალში. დაწყებულია ფერადი კონუსური გენერაციის საფუძველზე გადაწყობადი ლაზერის მიღების შესაძლებლობის კვლევები ფოტონურ თხევად კრისტალში. სამუშაოს მიზნის მისაღწევად გამოყენებული იქნება ახალი მიდგომა. კერძოდ, ოპტიკური ინფორმაციის რეკონსტრუქცია განხორციელდება არა დიფრაქციის ხარჯზე, არამედ ლაზერული ფენების საკუთარი კოჰერენტული გამოსხივების მეშვეობით. შესაბამისად, პროექტის კონკრეტული მიზანია ლაზერულად აქტიური ფენების

გამოსხივების ოპტიკურად მართვადი სივრცული მოდულაციის საფუძველზე ორგანოზომილებიანი ობიექტების გამოსახულებების რეკონსტრუქციის შესაძლებლობების თეორიული და ექსპერიმენტული დადასტურება.

მიზნების მისაღწევად გამოყენებული იქნება კოჰერენტული ოპტიკის, ლაზერული სპექტროსკოპიის, ფოტონიკისა და ჰოლოგრაფიის ცნობილი მეთოდები.

ჩამოთვლილი სამეცნიერო და ტექნიკური მიდგომები არსებითად უზრუნველყოფენ პროექტის მიზნებისა და ამოცანების განხორციელებას და რაიმე სირთულეები მათი განხორციელების გზაზე მოსალოდნელი არ არის. ამის თქმის საფუძველს გვაძლევს ავტორთა გამოქვეყნებული შრომებიც.

აქედან გამომდინარე შეგვიძლია ვთქვათ, რომ შემოთავაზებული მიდგომა მნიშვნელოვანი სიახლეა და მოცემულ სამუშაოში დაგეგმილი კვლევების შედეგები ახალ პერსპექტივებს შექმნის ოპტიკურ-ინფორმაციული ტექნოლოგიების განვითარების თვალსაზრისით.

ქვეპროგრამის განხორციელებისათვის არსებობენ წინაპირობები. კერძოდ ჩვენს მიერ შესრულებულია და გამოქვეყნებულია შრომები სივრცულად მოდულირებული ლაზერული გენერაციის შესახებ თხევადკრისტალურ და პოლიმერულ ფენებში. აღზნება (ოპტიკური დატუმბვა) ხორციელდებოდა ბრტყელი ტალღების ინტერფერენციული ველის მეშვეობით. შემოთავაზებული სამუშაო ასევე ითვალისწინებს ლაზერული უჯრედის სივრცულად მოდულირებული ინტერფერენციული ველით აღზნებას (ოპტიკურ დატუმბვას), საობიექტო ინტერფერირებადი ტალღის უფრო ზოგად შემთხვევაში. ეს მნიშვნელოვანი წინსვლა იქნება, რომელიც გულისხმობს ორგანოზომილებიანი ობიექტების სივრცული გამოსახულების რეკონსტრუქციას საკუთარი ლაზერული გამოსხივების საფუძველზე.

ორგანოზომილებიანი ობიექტების გამოსახულების სივრცული რეკონსტრუქციისათვის, ლაზერული უჯრედის აღზნებად, გამოყენებული იქნება სურ. 1 - ზე წარმოდგენილი ოპტიკური სქემა მცირედი მოდიფიკაციით. კერძოდ, ერთ-ერთი, ინტერფერირებადი ტალღის არხში განთავსდება გამჭვირვალე ტრანსპარანტი, რომელზეც რეგისტრირებულია ესა თუ ის ინფორმაცია.

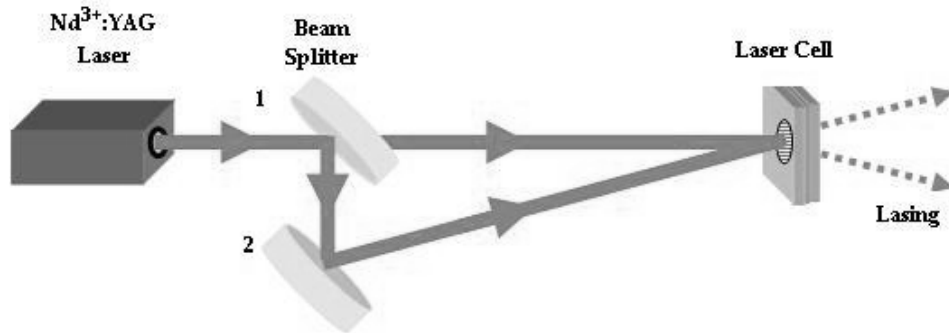
ქვეპროგრამით გათვალისწინებული საკვლევო ლაზერული ელემენტები სივრცულად განაწილებული გამოსხივებით წარმოადგენენ ახალი ტიპის ოპტიკურ მოწყობილობებს და მათ ანალოგები არ გააჩნიათ. მათში ერთდროულად შერწყმულია ლაზერისა და ჰოლოგრამის ფუნქციები, რაც მნიშვნელოვან წვლილს შეიტანს ოპტიკურ-ინფორმაციული ტექნოლოგიების განვითარებაში. ამ თვალსაზრისით სამუშაოს შედეგები მნიშვნელოვანი სიახლე იქნება როგორც ფუნდამენტური კვლევებისათვის, ასევე გამოყენებითი ამოცანებისათვის.

თავისებური ტექნიკური მიდგომა იქნება გამოყენებული აქტიური ლაზერული გარემოსა და ოპტიკური რეზონატორების კონსტრუირებისას, რადგან ჰოლოგრაფიული ექსპერიმენტის პირობების დასაცავად ისინი უნდა წარმოადგენდნენ ერთიან მყარ სისტემას. ასევე ახალი ტექნიკური მიდგომა იქნება გამოყენებული, ჯამური ინტერფერენციული სურათის ზემოქმედებით აღზნებული აქტიური ლაზერული გარემოს ცალკეულ უბნებს შორის კორელაციის მისაღწევად, რაც კონფიდენციალურ ინფორმაციას წარმოადგენს და ექვემდებარება დაპატენტებას. სამუშაოს შედეგები დაინტერესებას გამოიწვევს იმ სპეციალისტებში, კვლევით ცენტრებში და მწარმოებელ ფირმებში, რომლებიც მუშაობენ კოჰერენტული ოპტიკის, ლაზერული სპექტროსკოპიის, ფოტონიკის, ჰოლოგრაფიის და ოპტიკური ინფორმაციის დამუშავების პრობლემებზე და მისი შედეგები ასევე გავლენას მოახდენს ოპტიკურ ხელსაწყოთმშენებლობაზე.

როგორც სამეცნიერო, ისე ტექნიკისა და ტექნოლოგიების თვალსაზრისით სამუშაოს ფარგლებში მიღებული მეცნიერული შედეგები და სათანადო ოპტიკური მოწყობილობები მნიშვნელოვანი სიახლეა. სამუშაო წარმოადგენს არა მარტო ახალ მიდგომას ოპტიკურ-ინფორმაციული ტექნოლოგიების თვალსაზრისით, არამედ ინიცირებას გაუკეთებს ახალ კვლევებს ჰოლოგრაფიის, ლაზერული ფიზიკისა და სპექტროსკოპიის

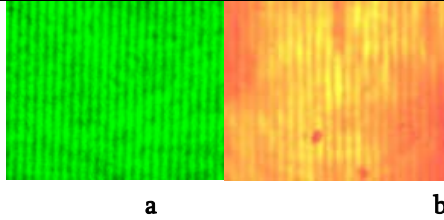
და ფოტონიკის საკითხებში. კერძოდ, ამ შემთხვევაში, მნიშვნელოვანი სამეცნიერო-ტექნიკური სიახლეა მიღებული მოწყობილობების მიერ გამოსახულების (ოპტიკური ინფორმაციის) რეკონსტრუქცია მისივე ლაზერული გამოსხივების ხარჯზე, რაც მიიღწევა ლაზერული უჯრედის სივრცულად მოდულირებული ოპტიკური აღზნების გზით. აქედან გამომდინარე, მოსალოდნელია რომ მიღებულმა შედეგებმა წინაპირობები შეუქმნას ჰოლოგრაფიული **3-D** დისკების შექმნის ამოცანებს.

წარმოდგენილი სამუშაოს საკვლევ მიმართულებას წარმოადგენს ლაზერულად აქტიური ჰოლოგრაფიული სტრუქტურები. ლაზერულად აქტიურ ჰოლოგრაფიულ სტრუქტურებს ჩვენ ვუწოდებთ სტრუქტურებს, რომლებიც ოპტიკური ინფორმაციის რეკონსტრუქციას ახორციელებენ არა გარედან დაცემული სინათლის დიფრაქციის შედეგად, არამედ თვით ამ სტრუქტურების მიერ გენერირებული ლაზერული გამოსხივების საშუალებით. პირველი შედეგები ამ მიმართულებით მიღებული მიღებული იქნა **DCM (4-Dicyanomethylene-2-methyl-6-p-dimethylaminostyryl-4H-pyran)** სადებავით დოპირებულ ქოლესტერულ თხევადკრისტალურ ლაზერულ ფენაში და როდამინ **6G** სადებავით დოპირებულ, ოპტიკურ რეზონატორში მოთავსებულ, პოლივინილის სპირტის ფენაში. ოპტიკური დანადგარი შეესაბამებოდა ორი ბრტყელი ტალღის ჰოლოგრაფიული რეგისტრაციის სქემას ელემენტარული ჰოლოგრამების (ჰოლოგრაფიული დიფრაქციული მესერების) მისაღებად (სურ. 1). ჩატარებული ექსპერიმენტისათვის გამოყენებულ იქნა **Nd³⁺:YAG** ლაზერის გამოსხივების მეორე ჰარმონიკა. სხივგამყოფის (1,2 - სურ.1) მეშვეობით იგი იყოფა ორი თანაბარი ინტენსივობის კონად, რომელთა თანხვედრა ხდება ლაზერული უჯრედის, სადებავით დოპირებულ, ქოლესტერულ თხევად კრისტალური ან პოლიმერული ფენის სიბრტყეში (Laser Cell). ლაზერული ფენის აღზნებას (ოპტიკურ დატუმბვას), ახდენს ორი



სურ.1. ლაზერული უჯრედის ჰოლოგრაფიული აღზნების სქემა

ბრტყელი ტალღის ინტერფერენციული სურათი. შედეგად, ლაზერულ ფენაში მიიღება მიკროლაზერების ერთობლიობა (სურ. 2), რომლებიც ერთდროულად ასხივებენ და მათი გამოსხივების დიაგრამა მიმართულია ლაზერული ფენის მართობულად. საინტერესოა, რომ ანალოგიური სქემა გამოიყენება სპექტრულად გადაწყობად უკუკავშირის მქონე ლაზერებშიც ოპტიკური დატუმბვით, იმ განსხვავებით, რომ აღმგზნებ ინტერფერენციულ ველში ინტენსივობა განაწილებულია ლაზერული გამოსხივების გასწვრივ.

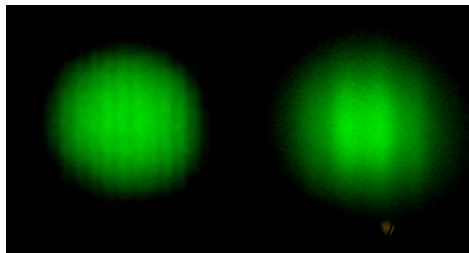


სურ.2. ინტერფერენციული სურათით აღგზნების შედეგად მიღებული მიკროლაზერების ერთობლიობა ქოლესტერულ თხევადკრისტალურ (a) და პოლიმერულ (b) ფენებში

მიკროლაზერებს შორის მანძილი, ე.ი. ლაზერულად აქტიური, ჰოლოგრაფიული სტრუქტურის პერიოდი განისაზღვრება ფორმულით:

$$d = \frac{\lambda}{2 \sin \frac{\theta}{2}} \quad (1)$$

სადაც θ აღგზნების კონების შეხვედრის კუთხეა, λ - აღგზნების (დატუმბვის) სინათლის ტალღის სიგრძე. ჰიუგენს-ფრენელის პრინციპის თანახმად, როდესაც მიღებული ცალკეული მიკროლაზერები ურთიერთკორელაციაშია, მაშინ მათი ერთობლივი გამოსხივება უნდა ქმნიდეს ჯამურ ველს, რომელიც პერიოდულ სტრუქტურაზე დიფრაქციის ანალოგიურია. სურ. 3 - ზე და სურ. 4 - ზე ნაჩვენებია გამოკვლეული ლაზერული უჯრედების მიერ გენერირებული ტალღური ველის სურათები აღგზნების (ოპტიკური დატუმბვის) კონების შეხვედრის სხვადასხვა კუთხეებისათვის. მიღებული შედეგები იმის დადასტურებაა, რომ მიკროლაზერები ერთმანეთთან ურთიერთკორელაციაშია. სურ. 3 a და b შეესაბამება აღგზნების კონების შეხვედრის 0.66° და 1.86° კუთხეებს. როგორც ვხედავთ, ამ დროს გენერირებული ლაზერული გამოსხივების ველი მოდულირებულია სივრცულად და ანალოგიურია (1) ფორმულით განსაზღვრული, პერიოდულ სტრუქტურაზე დიფრაქციის შედეგად მიღებული სურათისა. ეს მოუთითებს რომ მოცემულ შემთხვევაში ადგილი აქვს აღგზნების სინათლის ტალღური ფრონტის რეკონსტრუქციას არა დიფრაქციის ხარჯზე, არამედ ლაზერული გენერაციის ხარჯზე. ამ დროს ადგილი აქვს ლაზერული გამოსხივების სივრცულ მოდულაციას, რომელიც ხორციელდება ოპტიკურად, ლაზერული ფენის განივად განაწილებული აღგზნებით (დატუმბვით). სურ.4-ზე ნაჩვენებია ანალოგიური კვლევის შედეგები როდამინ 6G-ით დოპირებული პლიმერული ლაზერული

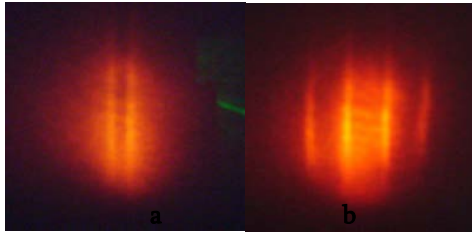


a b

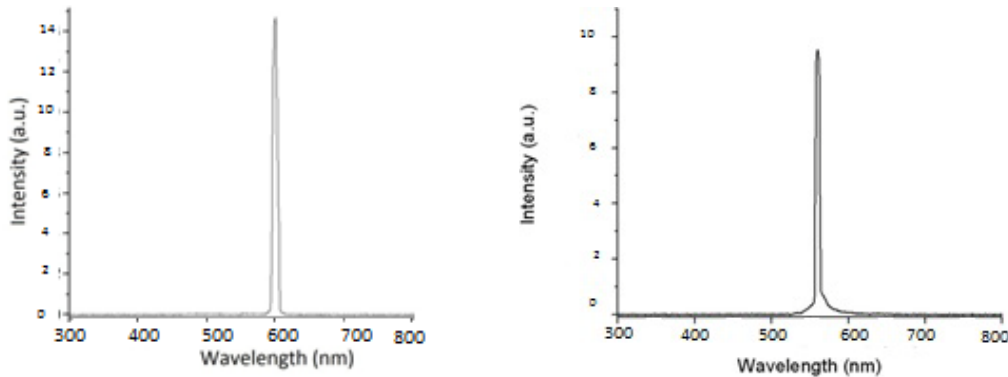
სურ. 3. გენერირებული ლაზერული გამოსხივების ველი DCM – ით დოპირებული ქოლესტერული თხევადკრისტალური ლაზერული უჯრედიდან ინტერფერენციული სურათით აღგზნების დროს (a,b)

უჯრედებისათვის. სურ. 4 a და b შეესაბამება აღგზნების კონების შეხვედრის 0.45° და 0.9° კუთხეებს. როგორც

ვხედავთ, ორივე შეთხვევაში შედეგები თვისობრივად იდენტურია, რაც მიუთითებს ჩვენს მიერ ჩამოყალიბებული მიდგომის უნივერსალობაზე. სურ. 5 - ზე წარმოდგენილია მიღებული



სურ.4. გენერირებული ლაზერული სინათლის ველი როდამინ **6G** - ით დოპირებული პოლიმერული ლაზერული უჯრედიდან ინტერფერენციული სურათით აღზნების დროს (**a,b**)



ჰოლოგრაფიული სტრუქტურის მქონე ლაზერების გამოსხივების სპექტრები.

a

b

სურ.5. ჰოლოგრაფიული ლაზერული სტრუქტურების გამოსხივების სპექტრი **DCM** საღებავით დოპირებული ქოლესტერული თხევადკრისტალური და როდამინ **6G** საღებავით დოპირებული პოლივინილის სპირტის ფენებისათვის (**a,b**)

აღნიშნული მიდგომის საფუძველზე პროექტის ფარგლებში განხორციელდება ორგანოზომილებიანი ობიექტების სივრცული გამოსახულების ჰოლოგრაფიული რეკონსტრუქცია, არა დიფრაქციის, არამედ, ლაზერული უჯრედის საკუთარი ლაზერული გამოსხივების ხაეჯზე. ზოგადად, პროექტის მიზანია საღებავით დოპირებული ფენების საკუთარი ლაზერული გამოსხივების ოპტიკურად მართვადი სივრცული მოდულაციის საფუძველზე ოპტიკური ინფორმაციის რეკონსტრუქციის შესაძლებლობების თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევა.

შეგვიძლია ვთქვათ, რომ შემოთავაზებული მიდგომა საინტერესო სიახლეა და მოცემულ პროექტში დაგეგმილი კვლევები მნიშვნელოვან ნაბიჯებს გადაადგმევენებს როგორც მეცნიერებს ასევე ქვეყანას, ოპტიკურ-ინფორმაციული ტექნოლოგიების განვითარების თვალსაზრისით.

მიღებული ლაზერული სტრუქტურები სივრცულად განაწილებული გამოსხივებით წარმოადგენენ ახალი ტიპის ოპტიკურ მოწყობილობებს და მათ ანალოგები არ გააჩნიათ. მათში ერთდროულად შერწყმულია ლაზერისა და ჰოლოგრამის ფუნქციები, რაც მნიშვნელოვან წვლილს შეიტანს ოპტიკურ-ინფორმაციული ტექნოლოგიების განვითარებაში. ამ თვალსაზრისით სამუშაოს შედეგები სერიოზული

სიახლეა როგორც ფუნდამენტური კვლევების თვალსაზრისით, ასევე გამოყენებითი ამოცანებისათვის. სამუშაო წარმოადგენს არა მარტო ახალ მიდგომას ოპტიკურ-ინფორმაციული ტექნოლოგიების თვალსაზრისით, არამედ ინიცირებას გაუკეთებს ახალ კვლევებს ჰოლოგრაფიის, ლაზერული ფიზიკის, სპექტროსკოპიის და ფოტონიკის საკითხებში. იგი ასევე საფუძველს ჩაუყრის ჰოლოგრაფიული **3-D** დისპლეების მიღების პერსპექტივებს. მიღებულ შედეგებს და ლაზერულად აქტიურ სტრუქტურებს ფართო პრაქტიკული გამოყენება ექნებათ კომერციალიზაციის თვალსაზრისითაც.

დადგენილია ვეიგერტის ეფექტის მექანიზმი აზოსაღებარებში, რომლის საფუძველზეც, ჰოლოგრაფიული ჩაწერის დინამიკის კვლევისას, დაკვირვებული იქნა თვითჩაწერის ფაქტი, როცა, უკვე რეგისტრირებულ ჰოლოგრამაში, ადგილი აქვს ხელმეორედ ჩაწერის ინიცირებას მხოლოდ ერთი სხივის მეშვეობით. მიღებულია ახალი ტიპის, სხვადასხვა ანიზოტროპიული სტრუქტურის მქონე, ჰოლოგრაფიული დიფრაქციული ოპტიკური ელემენტები: ზონური ფირფიტები და რასტრები, რომლებიც ახორციელებენ სინათლის ველის რთულ ტრანსფორმაციას, ხასისთდებიან ასიმეტრიულობით ცირკულარულად პოლარიზებული სინათლის გავრცელების მიმართულების მიმართ, ახორციელებენ გამოსახულებების გარდაქმნის ოპერაციებს. მიღებულია ასევე ჰოლოგრაფიული ქირალური სტრუქტურები, რომლებიც იქცევიან როგორც ქოლესტერული თხევადკრისტალური ფენები, მაგრამ უპირატესობა აქვთ სტაბილურობის და სპექტრული მახასიათებლების თვალსაზრისით. განხორციელებულია წრფივი პოლარიზაციის სრული რეგისტრაცია და აღწარმოება ზოგად შემთხვევაში. განხორციელებულია პოლარიზაციულ ჰოლოგრაფიული ჩაწერა არაპოლარიზებული სინათლის მეშვეობით, რამაც მნიშვნელოვნად გაამარტივა ჰოლოგრაფიული ინტერფერომეტრიისა და ფოტოდრეკადობის ამოცანები.

განხორციელდა თხევადკრისტალური კომპონენტების, ოპტიკურად აქტიური დანამატების, პოლიმერული კომპონენტების და ლაზერული საღებავების ოპტიკური მახასიათებლების კვლევა და შერჩევა. ლაზერული უჯრედების დამზადება საღებავით დოპირებული თხევადკრისტალური და პოლიმერული ფენების საფუძველზე. პოლიმერული ლაზერული ფენების შთანთქმისა და გამოსხივების სპექტრული მახასიათებლების შესწავლა. წლიური ანგარიშის მომზადება.

ექსპერიმენტულად დადგენილია, რომ აზოსაღებავის მოლეკულები ჟელატინის ფენებში ხასიათდებიან უპირატესი მიმართულებით. ეს ნიშნავს რომ პოლარიზებული აქტინური სინათლის ზემოქმედებისას ხსენებული მასალა ხასიათდება გარკვეული არაერთგვაროვანი რეაქციით მოქმედი სინათლის ელექტრული ველის ვექტორის სხვა და სხვა ორიენტაციისათვის. შესაბამისად როგორც მასალის პოლარიზაციული მგრძობიარობა, ისე გამოწვეული ანიზოტროპული ეფექტი (ვეიგერტის ეფექტი) მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული აქტინური სინათლის პოლარიზაციის მდგომარეობაზე და დაცემის კუთხეზე. ეს მნიშვნელოვანი ფაქტორია პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ჩაწერისა და ადექვატური რეკონსტრუქციის ამოცანებში, რადგან სრულფასოვანი რეკონსტრუქციის მიღწევა შეიძლება ისეთი ოპტიკური სქემებისათვის, რომელნიც უზრუნველყოფენ სხივთა სვლას პარაქსიალურ მიახლოებაში. აზოსაღებავებით დოპირებულ ჟელატინისა და პოლივინილის სპირტის ფენებში დამზერილია საღებავის მოლეკულების უპირატესი მიმართულება და დადგენილია მისი გათვალისწინების შესაძლებლობები ადექვატური ჰოლოგრაფიული ჩაწერისა და აღწარმოებისათვის. განხორციელებული იქნა გამოსახულების ინვერსია და კონტრასტის გაძლიერება ჰოლოგრაფიულ-ფოტოგრაფიული მეთოდით.

მიღებულია სიბრტყეში თანაბრად განაწილებული მადალეფექტური ლაზერული გენერაცია ლაზერული საღებარების სპირტსნარებში და გამოკვლეულია მისი სპექტრული და სივრცული სელექტურობის მახასიათებლები.

ლიტერატურა

1. D.A.Gabor, A new microscope principle, Nature, 1948, Vol. 161, pp.777-778.
2. E.N.Leith, J.Upatnieks, Reconstructed wave fronts and communication theory, Journal of Optical Society of America, 1962, Vol. 52, No.11, pp. 1123-1130.
3. 3. Y.N. Denisyuk, On display of optical properties of objects in the wave field scattered them with radiation, Reports of the USSR Academy of Sciences, 1962, v.144, No. 66, pp.1275-1278 (Russian).
4. 4. F.Weigert, Uber einen neuen Effect der Strahlung in Lictempfinliechen Schichten, Verhandl. Deutschen Physik. Ges., 1919, Bd.21, s.479-483.
5. 5. Sh. D. Kakichashvili, On polarization recording of holograms, Optics and Spectroscopy, 1972, v.33, No. 2, pp.324-327 (Russian).
6. 6. Sh. D. Kakichashvili, polarization-holographic recording with partial polarization, Journal of Technical Physics, 1989, v.59, No.2, p.26-34 (Russian).
7. 7. Sh. D. Kakichashvili, Z. V. Wardosanidze, Recovery of polarization microstructure of natural light by the polarization-holographic method, Sov. Tech. Phys. Lett., 1987, v.13, No.19, pp.1180-1183 (Russian).
8. 8. Z. V. Wardosanidze, Holographic recording by using of unpolarized light / scalar response of the medium, Sov. Tech. Phys. Lett., 1990, v.17, No.10, pp.35-39 (Russian).
9. 11. Sh. D. Kakichashvili, Z.V. Wardosanidze, D.V. Leselidze, Highly efficient holographic mirrors on the dichromated gelatin, Sov. Tech. Phys. Lett., 1983, v.9, No..18, pp.1102-1104 (Russian).
10. 12. Sh. D. Kakichashvili, Z.V. Wardosanidze, Zone plate of anisotropic profile, Sov. Tech. Phys. Lett., 1989, v.15, No.17, pp.41-44 (Russian).
11. 13. Z.V.Wardosanidze, Holographic Fresnelmicrolenses and rasters with an anisotropic profile, Micro- and Nano-optics for Optical Interconnection and Information Processing, Abstracts, SPIE Annual meeting, San Diego, USA, Proceedings SPIE Vol.4455[4455-09], 2001, July 29-31.
12. 14. Z.V.Wardosanidze, Holographic chiral structure on the basis of Weigert's effect, Applied Optics, 2006, Vol. 45, Issue 12, pp. 2666-2671.
13. 15. Z.V.Wardosanidze, Self-recording phenomenon in the process of reconstruction from a highly efficient dynamic hologram on azo-dye-colored material with powerful Weigert's effect, Applied Optics, 2007, vol. 46, Issue 14, pp.2575-2580.
14. Z.V. Wardosanidze, Holographic recording in the general case of linear polarization, Optical Engineering, Volume 45, Issue 8, pp.085801-085807, 2006.
15. Z.V.Wardosanidze, On the reversibility of Weigert's effect in Azo-Dye colored materials, Appl. Opt. 46, Issue 27, pp. 6727 - 6732, 2007.
16. Wardosanidze Z.V., Holography Based On The Weigert's Effect, Book –HOLOGRAMS – Recording Materials and Applications, INTECH OPEN ACCESS PUBLISHER, Chapter 6, pp.117-144, 2011.
17. Zurab V.Wardosanidze, Andro Chanishvili, Gia Petriashvili, Guram Chilaya, Cholesteric liquid crystal holographic laser, Optics Letters, Vol.39, Issue 4, pp. 1008-1010, 2014.
18. Z. V. Wardosanidze, "Distributed feedback laser", Patent of Georgia №2780 (2002).
19. ვარდოსანიძე ზ.ვ., ჭანიშვილი ა.გ., პეტრიაშვილი გ.შ., ჭილაია გ.ს., არონიშვილი მ.ნ., თავზარაშვილი ს.პ., თევდორაშვილი ქ.გ. „ლაზერი ორმაგი განაწილებული უკუკავშირით“, საქართველოს საინჟინრო სიახლენი, N1, გვ. 23-26, 2014.
20. Z.V.Wardosanidze, M.N.Aronishidze, A.G.Chanishvili, G.S.Chilaya, S.P.Tavzarashvili, K.G.Tevdorashvili, "Polymer Film Holographic Lazer", Georgian Engineering News, N3, 2014.
21. G.Chilaya, Z.Wardosanidze, G.Petriashvili, S.Tavzarashvili, A.Chanishvili, M.Aronishidze, K.Tevdorashvili, "Spatially Modulated Laser Emission", Bulletin of the Moscow State Regional University: Physics and Mathematics, N2, pp.90-95, 2015.
22. ZurabWardosanidze, AndroChanishvili, GuramChilaya, Gia Petriashvili, Svetlana Tavzarashvili, "Array of mutually

- coherent photonic liquid crystal micro-lasers”, International School on Nanophotonics and Photovoltaics, August 28 – September 03, 2014, Tbilisi, Georgia.
23. Zurab Wardosanidze, Andro Chanishvili, Svetlana Tavzarashvili, “Array of mutually coherent polymer film micro-lasers”, International School on Nanophotonics and Photovoltaics, August 28 – September 03, 2014, Tbilisi, Georgia.
 24. Г.С. Чилая, З.В. Вардосанидзе, Г.Ш. Петриашвили, С.П. Тавзарашвили, А.Г. Чанишвили, М.Н. Аронишидзе, К.Г. Тевдорашвили, «Пространственно модулированная лазерная эмиссия», Международная конференция «Физические свойства материалов и дисперсных сред для элементов информационных систем, нанoeлектронных приборов и экологических технологий», Москва, 21-24 апреля 2015.
 25. R. J. Collier, B. C. Burckhardt, H. L. Lin, *Optical Holography*, Academic Press, NY, London (1971).
 26. D. Kolfield, *Optical holography*, Vol.1, 2, MIR, Moscow, 1982, p. 735 (Russian).
 27. H. Kogelnik, C. V. Shank. “Stimulated emission in a periodic structure”, *Appl. Phys. Lett.*, A **18**, 152-154 (1971).
 28. J. E. Bjorkholm, Shank C. V., “Higher Order Distributed Feedback Oscillators”, *Appl. Phys. Lett.*, A **20**, 306- 308 (1972).
 29. J. E. Bjorkholm, Shank C. V., “Distributed-feedback lasers in thin-film optical waveguides”, *Quantum Electronics*, A **8**, 833-838 (1972).
 30. V. M. Katarkevich, A. N. Rubinov, S. A. Ryzhechkin, T. Sh. Efendiev, “Compact holographic solid-state distributed-feedback laser”, *Quantum Electronics*, A **24**, 871–873 (1994).
 31. N. A. Loiko, A. N. Rubinov, “Suppression of superluminescence in a dye DFB-laser with a dynamic grating”, *Journal of Applied Spectroscopy*, A **67**, 642-649 (2000).
 32. M. Fukuda, K. Mito, “Solid-State Dye Laser with Photo-Induced Distributed Feedback”, *Jpn. J. Appl. Phys.*, A **39**, 5859-5863 (2000).
 33. M. Born, E. Wolf, *Principles of Optics*, Pergamon press, Oxford-London-Edinburgh-New York-Paris-Frankfurt (1964).
 34. R.W. Ditchburn, “Light”, 3rd ed., Academic Press, New York (1976).
 35. G. Chilaia, G. Petriashvili, A. Chanishvili, Z. Wardosanidze and others, Recording of high efficiency holographic gratings in photopolymers initiated by luminescent dyes., Proceedings of the Polymer Processing Society 24th Annual Meeting, PPS-24, pp.36-39, June 15-19, Salerno (Italy), 2008.
 36. Aronishidze M.N., Chanishvili A.G., Chilaia G.S., Petriashvili G.Sh., Pondjavidze N.T., Tavzarashvili S.P., Tevdorashvili K.G., and Wardosanidze Z.W., Information Recording Based On Selective Reflection Wavelength Modulation In Photosensitive Cholesteric Liquid Crystals, *Georgian Engineering News*, No.2, 2010.
 37. Zurab V. Wardosanidze, Self-recording phenomenon in the process of reconstruction from a highly efficient dynamic hologram on azo-dye-colored material with powerful Weigert’s effect, *Applied Opt.*, Vol.46, Issue 14, pp.2575-2580, 2007.
 38. Zurab V. Wardosanidze, On the reversibility of Weigert’s effect in Azo-Dye colored materials, *Appl. Opt.* Vol., 46, Issue 27, pp. 6727 - 6732, 2007.
 39. Zurab V. Wardosanidze, Holography based on the Weigert’s effect, *Holograms - Recording Materials and Applications*, Chapter 6, pp.117-144, INTECH open access, 2011.
 40. Zurab V. Wardosanidze, Andro G. Chanishvili, Guram Chilaya, Gia Petriashvili, Cholesteric liquid crystal holographic laser, *Optics Letters*, Vol. 39, Iss. 4, pp. 1008–1010, 2014.
 41. Zurab V. Wardosanidze, Andro Chanishvili, Guram Chilaya, A Polymer Film Dye Laser with Spatially Modulated Emission Controlled by Transversely Distributed Pumping, *Advances in Optical Technologies*, Volume 2016, Article ID 1548927, 4 pages, 2016.
 42. Kuchukhidze, Preferential Orientation of Dye Molecules Detected at the Total Internal Reflection in the Unexposed Azo-dye-containing Gelatin Layer, *Journal of Materials sciences and Applications*, Vol. 3(2), pp.35-40, 2017.
 43. Zurab V. Wardosanidze, Active Holography, *Holographic Materials and Optical Systems*, Chapter 20, INTECH open access, pp.463-478, 2017.

2.2.

№	დასრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1	ოპტიკურად მართვადი სივრცულად მოდულირებული ლაზერული გენერაცია საღებარით დოპირებულ პოლიმერულ და თხევადკრისტალურ ფენებში ფიზიკა, ოპტიკა	2019-2020	ზურაბ ვარდოსანიძე ანდრო ჭანიშვილი გია პეტრიაშვილი ნინო ფონჯავიძე სვეტლანა თავზარაშვილი მარინა არონიშიძე
დასრულებული კვლევითი პროექტის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)			

7. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

7.4. სტატიები

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათაური, ციფრული (დიגיტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN	ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	Gia Petriashvili, Ridha Hamdi, Andro Chanishvili, Tsisana Zurabishvili, Ketevan Chubinidze, Nino Ponjavidze	Electrically Controlled Lasing in Supercooled Liquid Crystal Blue Phase I Microdroplets Doi.org/10.1021/acsaelm.0c00279	ACS Appl. Electron. Mater. 2020, 2, 6, 1724–1728	American Chemical Society	14
2	Zurab V. Wardosanidze	Bio Polymerization as One of The Stimulation Cause of The Cancer Cell Multiplication, ISSN: 2642-1747	American Journal of Biomedical Science & Research	USA	2
ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)					
1) ელექტრულად მართვადი ლაზერული გამოსხივება გადაციებულ თხევადკრისტალურ ცისფერი ფაზა I-ის მიკრო წვეთებში ჩვენს მიერ დამზადებულია გლიცერინში ემულგირებული თხევადკრისტალური ცისფერფაზური					

(გვ) მიკროწვეთები და ელექტრული ველის ზემოქმედებით გამოკვლეულია მათი ელექტრო-ოპტიკური თვისებები. ნაჩვენებია, რომ ლაზერული გამოსხივება გადაციებულ, ლუმინესცენციურ საღებარ ჩამატებულ ცვ I მიკროსფეროებიდან შესაძლებელია იმართებოდეს ელექტრულად. როდესაც ელექტრული ველის ინტენსიობა იზრდებოდა, ასევე იზრდებოდა ლაზერული გამოსხივების ინტენსიობა, ნახევარსიგანის 6 ნანომეტრიდან 2 ნანომეტრამდე შემცირებასთან ერთად. გარდა ამისა, ლაზერული ხაზები წანაცვლდა 11 ნანომეტრით მოკლე ტალღების მიმართულებით. ყველა ეფექტი მიღწეულია ელექტრული ველით სტიმულირებული, ცვ I-ის სტრუქტურული და სიმეტრიული მოდიფიცირებით, რაც იწვევს მათ ანიზოტროპიასა და ორმაგ სხივთა ტეხას. ლუმინესცენციური საღებარით დოპირებულმა თხევადკრისტალურ ცისფერფაზურმა მიკროწვეთებმა შეიძლება გამოყენება პოვოს როგორც ელექტრულად მართვადმა მიკრო-ლაზერულმა წყაროებმა ფოტონიკასა და გარემოს მონიტორინგში.

**ინფორმაციის ჰოლოგრაფიული ჩაწერისა და დამუშავების ლაბორატორია (ხელმძღვანელი —
ბარბარა კილოსანიძე)**

2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

2.1.

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1	ოპტიკური პარამეტრების ანიზოტროპიის ფოტონდუცირების მექანიზმის ახალი კონცეფციის შემუშავება და ჩვენ მიერ გამოვლენილი ვექტორული პოლიფოტოქრომიზმის ეფექტის ინდუცირების მექანიზმის კვლევა. ფიზიკური და ქიმიური მეცნიერებები:	2018 - 2022	გიორგი კაკაურიძე-ექსპერიმენტული და თეორიული კვლევები; ბარბარა კილოსანიძე - თეორიული კვლევები და შედეგების დამუშავება; ვლადიმერ ტარასაშვილი - ექსპერიმენტული კვლევები; ირაკლი ჩაგანავა - პოლარიზაციულად მგრძნობიარე მასალების სინთეზი და კვლევა;

	6-120 ოპტიკა, კვანტური ელექტრონიკა; 6-210 ქიმიური ფიზიკა.		იური მშვენიერაძე - ელექტრონიკის სპეციალისტი; ელენე ოსეფაიშვილი - ლაბორანტი
2	ელიფსომეტრიის პირდაპირი და არაპირდაპირი ამოცანების გადაჭრა პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული დიფრაქციული ელემენტის გამოყენებისას. სხვადასხვა მასალისა და სხვადასხვა ზედაპირული ფენის მქონე საცდელი ნიმუშების დამზადება. ფიზიკური და ქიმიური მეცნიერებები: 6-120 ოპტიკა, კვანტური ელექტრონიკა; 6-210 ქიმიური ფიზიკა.	2020 - 2022	ზარზარა კილოსანიძე - თეორიული კვლევები და შედეგების დამუშავება; გიორგი კაკაურიძე - ექსპერიმენტული და თეორიული კვლევები; ვლადიმერ ტარასაშვილი - ექსპერიმენტული კვლევები; ირაკლი ჩაგანავა - პოლარიზაციულად მგრძნობიარე მასალების სინთეზი და კვლევა; იური მშვენიერაძე - ელექტრონიკის სპეციალისტი; ელენე ოსეფაიშვილი - ლაბორანტი
3	მაპოლარიზებელი სისტემის მიერ ფორმირებული სინათლის ველის პოლარიზაციის მდგომარეობისა და ხარისხის განსაზღვრა – სისტემური ანალიზი. ფიზიკური და ქიმიური მეცნიერებები: 6-120 ოპტიკა, კვანტური ელექტრონიკა.	2018 - 2022	ზარზარა კილოსანიძე - თეორიული კვლევები და შედეგების დამუშავება; გიორგი კაკაურიძე - ექსპერიმენტული და თეორიული კვლევები; ირაკლი ჩაგანავა - პოლარიზაციულად მგრძნობიარე მასალების სინთეზი და კვლევა; იური მშვენიერაძე - ელექტრონიკის სპეციალისტი;
4	სხვადასხვა შემადგენლობის პოლარიზაციულად მგრძნობიარე ლუმინესცენტური ნახევარგამტარული მინების საფუძველზე მიღებულ არეებში ანიზოტროპულ-გროტროპულ მახასიათებლების მინის ქიმიურ შემადგენლობაზე დამოკიდებულების დადგენა. ფიზიკური და ქიმიური	2018 - 2022	ვლადიმერ ტარასაშვილი - პროექტის ხელმძღვანელი; ანა ფურცელაძე - თეორიული მოდელების შექმნა, მიღებული შედეგების ანალიზი; ვალენტინა შავერდოვა - მიღებული პოლარიზაციულად მგრძნობიარე არეების კვლევა; სვეტლანა პეტროვა - ტექნოლოგი, არეების მიღება.

<p>მეცნიერებები: 6-120 ოპტიკა, კვანტური ელექტრონიკა; 6-210 ქიმიური ფიზიკა.</p>		
<p>გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2020 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>① საანგარიშო პერიოდში ჩატარდა კვლევები ოპტიკური პარამეტრების ანიზოტროპიის ფოტონდუციების მექანიზმის ახალი კონცეფციის დასადასტურებლად. პოლარიზებული სინათლის და მატერიალური გარემოს ურთიერთქმედების ამოცანებში ოპტიკური პარამეტრების ანიზოტროპიის და გიროტროპიის ფოტონდუციების მექანიზმის ახალი კონცეფციის შემუშავება და კვლევა პოლარიზაციულად მგრძობიარე მასალებში აზოქრომოფორების პოლიმერულ მატრიცაში და აზოპოლიმერების საფუძველზე ძალზედ მნიშვნელოვანია. ეს საშუალებას მოგვცემს მიზანმიმართულად მივიღოთ ახალი მაღალეფექტური და სტაბილური პოლარიზაციულად მგრძობიარე მარეგისტრირებელი მასალები.</p> <p>დაგეგმილი იყო ფოტონიზოტროპიის ინდუციების ახალი მექანიზმის კონცეფციის განხილვა, რომელიც გულისხმობს ფოტონიზოტროპიის ინდუციების წარმოქმნაში პოლიმერების და საღებარების მყარ ხსნარებში და აზოპოლიმერებში ძირითად როლს თამაშობს არა საღებარის მოლეკულების კოლექტიური ორიენტაცია არამედ ამ ორიენტაციით გამოწვეული პოლიმერული მატრიცაში ორიენტირებული მიკრო დაძაბულობებით.</p> <p>ახალი კონცეფციის შემუშავებისთვის ჩვენ ჩავატარეთ შემდეგი ექსპერიმენტები. გამოკვლეული იქნა ფოტონიზოტროპიის განსაზღვრა საღებარის MPY ხსნარებში, კერძოდ, დისტილირებულ წყალში, გლიცერინში, პოლიეთილენ გლიკოლის ხსნარში, სხვადასხვა კონცენტრაციით და სხვადასხვა ტემპერატურაზე (-30 გრადუსიდან ოთახის ტემპერატურამდე). ხსნარი იმყოფებოდა სპეციალურ კიუვეტაში გამჭვირვალე ფანჯრებით და იყო მიღებული ზომები ამ ფანჯრების დაორთქლების საწინააღმდეგოდ. კიუვეტა იყო მოთავსებული ფოტომეტრულ დანადგარში, რომელიც ზომავდა ეფექტურ ფორონიზოტროპიას სხვადასხვა ტალღის სიგრძეზე. ერთდროულად ხდებოდა ხსნარის დასხივება წრფივად პოლარიზებული აქტინური სინათლით და მისი ზონდირება არააქტინური კონით წითელი 635 ნმ ან მწვანე 532 ნმ ტალღის სიგრძით. აქტინური ტალღის სიგრძეები იყო 445 ნმ ან 473 ნმ. მაინდუცირებელი სინათლის სიმძლავრე იყო 0.1 – 2 ვატი/ სმ². ყველა ხსნარში იყო მიღებული ერთი და იგივე შედეგი — დაბალ და საშუალო სიმძლავრეზე არავითარი ფოტონიზოტროპია არ დაიმზირებოდა, ხოლო მაღალ ინტენსიობებზე ხსნარში იზომებოდა ფორონიზოტროპია, რომელიც დაკავშირებული იყო ხსნარის ლოკალურ გათბობასთან და არამაინდუცირებული სინათლის პოლარიზაციასთან. ასეთი სურათი დაიმზირებოდა ყველა ხსნარში ნორმალურ და დაბალ ტემპერატურებზე.</p> <p>ჩატარდა შემდეგი ექსპერიმენტი. მომზადდა ნიმუშები ჟელატინის მატრიცაში შეყვანილი, როგორც მონო- ასევე ბის-აზოსაღებარების საფუძველზე. ამ ნიმუშებში მშრალ მდგომარეობაში დაიმზირებოდა საკმაოდ მაღალი ფოტონიზოტროპია. მაგრამ თუ მოვათავსებთ ნიმუშს 100% ტენიანობის პირობებში, მაშინ ფოტონიზოტროპიის ინდუციების უნარი მცირდება და ბოლოს სრულად იკარგება. ანალოგიური სურათი დაიმზირებოდა ცხიმგამხსნად საღებარებში შეყვანილ თერმოპლასტიკურ მატრიცებში — კანარის ბალზამში და კანიფოლში. ამ ნიმუშებმა -30 გრადუსიდან +30 გრადუსამდე გამოავლინეს საკმაოდ მაღალი ფოტონიზოტროპიის უნარი, ხოლო +30 გრადუსის ზემოთ ეს უნარი მცირდებოდა და 60 გრადუსის ზემოთ საერთოდ იკარგებოდა. ექსპერიმენტმა აჩვენა, რომ ჟელატინის დაორთქლებული მატრიცა და დამთბარი</p>		

თერმოპლასტიკის მატრიცა ხდება პლასტიკური, და მიკროდამაბულობების გაჩენა ამ მატრიცებში შეუძლებელია.

ყველა ექსპერიმენტმა თვალნათლივ აჩვენა, რომ პოლიმერებისა და აზო საღებარების მყარ ხსნარებზე დაფუძნებულ მასალებში, აგრეთვე აზო პოლიმერებში, ოპტიკური პარამეტრების ანიზოტროპიის ფოტონდუცირება (ორმაგისხივტების მოვლენა) ხდება არა აზოსაღებარის მოლეკულების ორიენტაციის გამო, როცა ისინი შთანთქავენ წრფივად პოლარიზებულ აქტინიურ სინათლეს (რაც იწვევს მათ ტრანს-ცის იზომერიზაციას და ფორმის შეცვლას), არამედ აზოსაღებარის მოლეკულებსა და პოლიმერის მაკრომოლეკულებს შორის კავშირის გამო პოლიმერულ მატრიცაში ჩნდება მოწესრიგებული მიკრო დამაბულობები, რომლებიც შეესაბამება წრფივად პოლარიზებული მაინდუცირებული სინათლის პოლარიზაციის მიმართულებას. ამას კი მივყავართ ოპტიკური პარამეტრების მაკროსკოპულად დამზერად ფოტოანიზოტროპიის მოვლენამდე. ეს კონცეფცია ასევე დასტურდება ჩვენი ადრინდელი შრომებით საღებარის მოლეკულებსა და პოლიმერული მატრიცის მაკრომოლეკულებს შორის კავშირის გავლენაზე ფოტოანიზოტროპიის სიდიდეზე [1-4].

ჩვენ მიერ ჩატარებული ფოტოანიზოტროპული თვისებების კვლევის პროცესში, დიდი რაოდენობის პოლიმერულ მატრიცაში შეყვანილი აზოსაღებარების საფუძველზე მიღებულ მასალებში აღმოჩენილი იქნა მიღწევადი ფოტოანიზოტროპიის ზრდა საკვლევი საღებარის მოლეკულის პოლარიზებულობის ზრდასთან ერთად.

თავდაპირველად არსებობდა ვარაუდი, რომ ეს დაკავშირებული იყო მეცნიერებაში ცნობილ, აზოსაღებარების პოლარულ მოლეკულებში ფოტოქიმიური გეომეტრული იზომერიზაციის განხორციელებისათვის ენერგეტიკული ბარიერის აღწევის მოვლენასთან; მაგრამ მოგვიანებით, ჩატარებული შემდეგი გამოკვლევებით ცხადი გახდა, რომ არსებით როლს საკვლევი მასალაში მიღწევადი ფოტოანიზოტროპიის მნიშვნელობის ზრდაში, ცხადია, ასრულებს აზოსაღებარების მოლეკულებსა და პოლიმერულ მატრიცის მაკრომოლეკულებს შორის ურთიერთკავშირების გაძლიერება [1-4].

საანგარიშო პერიოდში ასევე ჩატარდა ჩვენ მიერ გამოვლენილი ვექტორული პოლიფოტოქრომიზმის ეფექტის ინდუცირების მექანიზმის კვლევა.

რამდენიმე მაღალეფექტურ პოლარიზაციულად მგრძობიარე აზოპოლიმერულ მასალაში ჩვენ მიერ დამზერილია ახალი ვექტორული პოლიფოტოქრომიზმის ეფექტი, რომელიც ინდუცირდება წრფივად პოლარიზებული სინათლის კონების ზემოქმედებით. ეფექტს აქვს სუფთა ვექტორული ბუნება, რამდენადაც მასალის გამჭოლი სპექტრი არსებითად იცვლება ნიმუშის დასხივებული არის განთავსებისას შეჯვარებულ პოლარიზატორებს შორის და ცვლილება სპექტრში ცალსახადაა დამოკიდებული ენერგეტიკულ ექსპოზიციაზე. ექსპერიმენტებში გამოვიყენეთ მიღებული აზოპოლიმერები. თვალნათლივ არის ნაჩვენები, რომ სინათლით მართვადი ნიმუშის სპექტრული სელექტიურობა აქტივირდება მასტიმულირებელი გამოსხივების სხვადასხვა დოზებით. ექსპერიმენტული კვლევების შედეგები მოყვანილია რამდენიმე სტატიაში [5-7]. კინეტიკურ მრუდებზე დამზერილია გამტარებლობის დაქვეითება ექსპოზიციის ზრდასთან ერთად. ნაჩვენებია, რომ გამტარებლობის მოჩვენებითი შემცირება ენერგეტიკული ექსპოზიციის გაზრდისას ინტერფერენციული ბუნებისაა და დაკავშირებულია ყველა ტალღის სიგრძის გამავალი მაზონდირებელი კონის ჩაქრობასთან, როცა სვლათა სხვაობა ჩვეულებრივ და არაჩვეულებრივ სხივებს შორის უახლოვდება საცდელი კონის სიგრძეს. მაგრამ ამ შემთხვევაში გამტარებლობის (ინდუცირებული ანიზოტროპიის) სიდიდე იზრდება და არ მცირდება, რაც ადასტურებს მასალის მაღალეფექტურობას.

ვექტორული პოლიფოტოქრომიზმის მოვლენა გამოკვლეული იყო მთელ რიგ მასალებში. გამოვლენილი იქნა, რომ დასხივების სიმძლავრის სიმკვრივის ზრდასთან ერთად გამტარებლობის კინეტიკას ერთი და იგივე ნიმუშისათვის აქვს სხვადასხვა სახე და ნიმუშებში დაიმზირება ეფექტის ზრდა დასხივების

სიმკვრივის ზრდასთან ერთად. მიღებული შედეგებიდან მჟღავნდება ექსპოზიციის ენერგეტიკული მინიმუმი მაზონდირებელი კონის მაქსიმალური გამჭვირვალობის მისაღწევად. ჩვენ ვივარაუდეთ, რომ მიღებულ მრუდებზე დამზერილი გამტარებლობის დაქვეითება დაკავშირებულია საცდელი კონის ინტერფერენციულ ჩაქრობასთან, რასაც ადგილი აქვს მასალაში გასული ჩვეულებრივ და არაჩვეულებრივ სხივებს შორის სვლათა სხვაობის გამოვლენისას საცდელი სხივის ექსპონირებულ ნიმუშში გავლის დროს. სვლათა სხვაობის სიდიდე დამოკიდებულია მასალის ფოტოდრეკადობის კოეფიციენტზე და ფოტომგძნობიარე ფენის სისქეზე. ამავდროულად შესაძლებელია გამოვავლინოთ ოპტიმალური სიმძლავრის სიმკვრივე თითოეული მასალისათვის, რომლის დროსაც ენერგეტიკული ექსპოზიცია იქნება მინიმალური. ეს კი საშუალებას გვაძლევს მოვახდინოთ მაღალეფექტური პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული დიფრაქციული მესერების ჩაწერის რეჟიმების ოპტიმიზირება გამოყენებული მარეგისტრირებელი მასალისთვის.

დამზერილ იქნა მასალის გამტარებლობის სპექტრის ცვლილება, დამოკიდებული მაინდუცირებელი სინათლის პოლარიზაციის აზიმუტზე. ნაჩვენებია მასალის სპექტრული მახასიათებლების დაახლოებით სწორხაზოვანი დამოკიდებულების მიღების შესაძლებლობა განათების პირობებისაგან. ივარაუდება, რომ მასალის ე.წ. ინტერფერენციული ფერის შეცვლა ხდება მოცემული მასალის გამტარებლობის სპექტრის შესაბამისი მონაკვეთების შერჩევითი ჩაქრობის შედეგად. მიღებული შედეგების საფუძველზე მომზადდა და დასაბუქდად გაგზავნილია სტატია [8].

ლიტერატურა

1. Chaganava I., Kakauridze G., Kilosanidze B. "Photoanisotropy in polarization-sensitive medium developed on the basis of polar water-soluble components," Practical Holography XXV: Materials and Applications, edited by Hans I. Bjelkhagen, Proc. of SPIE Vol. 7957, 7957-14 (2011).
<https://doi.org/10.1117/12.874744>
2. I. Chaganava, S. Mohd Alauddin, N.F.K. Aripin, Al. Martinez-Felipe, I. Kobulashvili. "Comparative Characteristics of the Properties of Photoanisotropic Materials Composed with Covalent Bond and Electrostatic Interactions." Frontiers in Optics / Laser Science. OSA Technical Digest, paper JTu3A.21 (2018).
<https://doi.org/10.1364/FIO.2018.JTu3A.21>
3. I. Chaganava, I. Kobulashvili, S. Mohd Alauddin, N. Fadhilah Kamalul Aripin, Al. Martinez-Felipe. "Light-inducing birefringence of organic photoanisotropic materials integrated via covalent bonds", Proc. SPIE Organic Photonic Materials and Devices XXI, Vol. 10915, 17 (2019).
<https://doi.org/10.1117/12.2506036>
4. Alauddin, S. M., Aripin, N. F. K., Velayutham, T. S., Chaganava, I., & Martinez-Felipe, A. The role of conductivity and molecular mobility on the photoanisotropic response of a new azo-polymer containing sulfonic groups. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 389, 112268, (2020).
[doi: 10.1016/j.jphotochem.2019.112268](https://doi.org/10.1016/j.jphotochem.2019.112268)
5. I.Chaganava, G. Kakauridze, B. Kilosanidze, Yu. Mshvenieradze, "Vector photochromism in polarization-sensitive materials." *Optics Letters*, vol. 39, No.13, pp. 3841-3844 (2014).
<https://doi.org/10.1364/OL.39.003841>
6. I Chaganava, B Kilosanidze, G Kakauridze. "Light manipulating vector polyphotochromatic behavior in organic polarization-sensitive materials." *Light Manipulating Organic Materials and Devices II*. Edittor: Jon A. Schuller. Proc. SPIE. Vol. 9564. pp. 95640L-95640L (2015)
<https://doi.org/10.1117/12.2188049>
I. Chaganava, B. Kilosanidze, G. Kakauridze, L. Oriol, M. Piñol, A. Martinez-Felipe. "Induction of the vector polyphotochromism in side-chain azopolymers." *Journal of Photochemistry and Photobiology. A, Chemistry Elsevier*, 354, 70–77 (2018).
<https://doi.org/10.1016/j.jphotochem.2017.09.067>

7. I. Chaganava, G. Kakauridze, B. Kilosanidze, „Light-controlled spectral selectivity in polarization-sensitive materials“ SPIE Proceedings (2021).

② გამოკვლეულია ელიფსომეტრიის ამოცანების გადაჭრაში პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული დიფრაქციული ელემენტის გამოყენების შესაძლებლობა, ნიმუშიდან არეკლილი სინათლის პოლარიზაციის მდგომარეობის განსაზღვრისათვის.

ტრადიციული ელიფსომეტრები ძირითადად შეიცავენ მოძრავ, მბრუნავ ან/და ელექტრონულად მართვად პოლარიზაციულ ელემენტებს. ასეთი ელემენტების გამოყენება იწვევს ხელსაწყოების საკმაოდ მაღალ ინსტრუმენტულ ცდომილებებს, ვინაიდან მაღალი ხარისხის ფაზური ფირფიტების და კომპენსატორების მიღება წარმოადგენს ტექნიკურ სირთულეს.

ჩვენ შემოვთავაზეთ ინოვაციური სპექტროელიფსომეტრული მეთოდის შემუშავება რეალურ დროში ობიექტიდან არეკლილი სინათლის პოლარიზაციის მდგომარეობის სრული ანალიზის საფუძველზე მხოლოდ ერთი მანალიზებელი ელემენტის — ჩვენ მიერ შემუშავებული ინტეგრალური პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული დიფრაქციული ელემენტის გამოყენებით [6-9]. ამგვარი ელემენტი იძლევა საშუალებას რეალურ დროში განისაზღვროს არეკლილი სინათლის კონის პოლარიზაციის მდგომარეობა ელემენტზე დიფრაგირებული კონების ინტენსიობების ერთდროული გაზომვით.

პოლარიზაციული ოპტიკის ტრადიციულ მოწყობილობებთან შედარებით პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიულ ელემენტებს გააჩნიათ მთელი რიგი უპირატესობები: მათი მეშვეობით შესაძლებელია ჩატარდეს სინათლის ანალიზი და გარდაქმნა დროის რეალურ მასშტაბში; ერთ ელემენტს შეუძლია იმუშაოს, როგორც პოლარიზაციული ოპტიკის ჩვეულებრივი ანალოგების მთელმა ნაკრებმა.

საანგარიშო პერიოდში შემუშავდა ელიფსომეტრული მეთოდის თეორიული მოდელი, რომელმაც დაადგინა კავშირი ელიფსომეტრულ პარამეტრებსა და სტოქსის პარამეტრებს შორის. ჩვენ მივიღეთ გამოსახულებები, რომლებიც აკავშირებენ ელიფსომეტრულ პარამეტრებს საკვლევი ნიმუშიდან არეკლილი სინათლის პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიულ ელემენტზე დიფრაქციის რიგების

ინტენსიობებთან ნიმუშის ზედაპირის ყოველ წერტილში (x, y) . გასაზომი სიდიდეებია ნიმუშიდან არეკლილი სინათლის კონის ელემენტზე დიფრაქციის რიგების ინტენსიობები $I_{-C}, I_{+C}, I_{90}, I_{45}$, ამასთან აუცილებელი 4 დიფრაქციის რიგის გაზომვა მიმდინარეობს ერთდროულად რეალურ დროში. მიღებულ გამოსახულებებს აქვთ შემდეგი სახე:

$$\psi = \frac{1}{2} \arccos \left\{ - \left[(k_{C,\lambda} I_{+C} + k_{C,\lambda} I_{-C}) - 2k_{90,\lambda} I_{90} \right] \right\}$$

$$\Delta = \arctg \left[- \frac{k_{C,\lambda} I_{+C} - k_{C,\lambda} I_{-C}}{2k_{45,\lambda} I_{45} - (k_{C,\lambda} I_{+C} + k_{C,\lambda} I_{-C})} \right]$$

აღვნიშნავთ, რომ ელემენტის კუთხური დისპერსიის გამო ჩვენ შეგვიძლია მივიღოთ ელიფსომეტრული პარამეტრების დისპერსიული დამოკიდებულება, რაც მნიშვნელოვანია სპექტროელიფსომეტრიაში.

მოცემული სტრუქტურისათვის შესაძლებელია წარმოვადგინოთ ანალიტიკურად და გამოვთვალოთ რიცხობრივად მისი შესაბამისი ელიფსომეტრული პარამეტრები ψ და Δ . ასეთ ამოცანას უწოდებენ ელიფსომეტრიის პირდაპირ ამოცანას.

ელიფსომეტრიის შექცეული ამოცანა მდგომარეობს საკვლევი ობიექტის უცნობი პარამეტრების დადგენაში (n - გარდატეხის კოეფიციენტი; τ - ექსტინცია; d - ფენის სისქე) ელიფსომეტრიული კუთხეების ψ და Δ გაზომილი მნიშვნელობებით. ელიფსომეტრიის შექცეული ამოცანის პრაქტიკული განხორციელებისას, წარმოქმნილი სირთულეები შეიძლება აიხსნას რეალური ამრეკლავი სისტემისა და ამ

სისტემის აღწერი მათემატიკური მოდელის შეუსაბამობით, ასევე ექსპერიმენტულ მონაცემებში შეცდომების არსებობით.

განსხვავებით პირდაპირი ამოცანისა, შექცეულ ამოცანას მხოლოდ გამონაკლის შემთხვევებში აქვს ანალიტიკური ამოხსნა, ამის გამო უცნობი პარამეტრების მოსაძებნად ყველაზე ხშირად მიმართავენ რიცხვით მეთოდებს, ანდა იყენებენ სხვა ხერხებს.

მაგალითისთვის, განვიხილეთ შემთხვევა — ნახევრადუსასრულო არის მოდელი, როცა სინათლე აირეკლება ორი არის იდეალურად ბრტყელი გამყოფი ზედაპირიდან. ამ შემთხვევაში ელიფსომეტრიის შექცეული ამოცანა ანალიტიკურად იხსნება. ყველაზე ხშირად ელიფსომეტრული კვლევისას გამოიყენება მოდელი, როცა განიხილება ერთგვაროვანი ზედაპირული ფენა.

აღვნიშნავთ, რომ ელემენტის კუთხური დისპერსიის გამო ჩვენ შეგვიძლია მივიღოთ ელიფსომეტრული პარამეტრების დისპერსიული დამოკიდებულება, რაც მნიშვნელოვანია სპექტროელიფსომეტრიაში.

დღეისათვის ნანოტექნოლოგიების განვითარებასთან დაკავშირებით ელიფსომეტრია იძენს უფრო მეტ მნიშვნელობას, როგორც ახალი ნანომასალების შექმნისთვის, ასევე უკვე არსებული პროდუქციის კონტროლისათვის *in-situ*. აქედან გამომდინარე, შემოთავაზებული, ტექნოლოგიური, გაცილებით ფართე შესაძლებლობების მქონე, სწრაფმომქმედი, ზუსტი და შედარებით იაფი ელიფსომეტრული მეთოდის შექმნას აქვს როგორც მეცნიერული, ასევე ტექნოლოგიური ღირებულება. სავარაუდოდ, მეთოდი შეიტანს მნიშვნელოვან წვლილს ელიფსომეტრიის ამოცანების გადაჭრაში და შეძლებს დაიკავოს შესაბამისი ადგილი ტექნიკის ამ სფეროში.

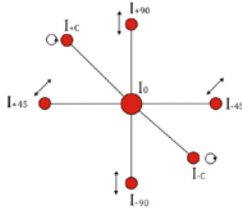
ჩვენი ვარაუდით, შემოთავაზებული მეთოდი არსებითად გაამარტივებს ელიფსომეტრიულ გაზომვებს და შედეგების ინტერპრეტაციას. ფოტოდეტექტორების მატრიცის და სპეციალურად შექმნილი პროგრამული უზრუნველყოფის გამოყენებით ეს საშუალებას მოგვცემს მივიღოთ სტოქსის პარამეტრების განაწილება ნიმუშის ზედაპირზე ნიმუშის ყოველგვარი სკანირების გარეშე და გადავჭრათ ელიფსომეტრიის შექცეული (არაპირდაპირი) ამოცანა — მივიღოთ ნიმუშის ზედაპირის ოპტიკური მახასიათებლები და ზედაპირული ფენის სისქეები უფრო მარტივი და ტექნოლოგიური მეთოდით.

ელიფსომეტრული გაზომვებისთვის საჭიროა სხვადასხვა მასალის და სხვადასხვა ზედაპირული ფენის მქონე საცდელი ნიმუშების დამზადება. ლაბორატორიაში ჩვენ შევძელით რამდენიმე ნიმუშის დამზადება. კერძოდ, ოპტიკური მინის ფირფიტის ზედაპირზე ქიმიურად დაეფინა სხვადასხვა სისქის ვერცხლის ფენები: 100 ნმ-დან 5000 ნმ-მდე. სხვა მასალების და ფენების დამზადება შესაძლებელია მხოლოდ ვაკუუმური დაფენის მეთოდით. სამწუხაროდ ლაბორატორიას ამგვარი დანადგარი არ გააჩნია. სხვადასხვა ფენის მქონე ნიმუშების დამზადების თაობაზე ჩვენ ვაპირებთ თანამშრომლობას ტექნიკური უნივერსიტეტის შესაბამის ლაბორატორიებთან. ეს თანამშრომლობა შესაძლებელი იქნება კორნავირუსის პანდემიასთან დაკავშირებული შეზღუდვების მოხსნის შემდეგ.

③ სინათლის ველის პოლარიზაციის მდგომარეობისა და ხარისხის განსაზღვრისათვის შემოთავაზებულია ჩვენ მიერ შემუშავებული პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული დიფრაქციული ელემენტის გამოყენება. ამგვარი ელემენტი მასზე დაცემულ სინათლის ნაკადს შლის ორთოგონალურ წრიულ და წრფივ მდგენელებად დიფრაქციული რიგების სახით.

ელემენტი იძლევა შესაძლებლობას რეალურ დროში მოვახდინოთ მასზე დაცემული სინათლის პოლარიზაციის სრული ანალიზი სპექტრის ფართო დიაპაზონში და განვსაზღვროთ სტოქსის ოთხივე პარამეტრი დიფრაქციის რიგების მხოლოდ ინტენსიობების ერთდროულად გაზომვის მეშვეობით, ასევე განვსაზღვროთ პოლარიზაციის მდგომარეობის განაწილება და მისი სპექტრული დისპერსია შესაბამისი პროგრამული უზრუნველყოფის გამოყენებით. ელემენტის სამუშაო სპექტრული დიაპაზონი შეადგენს 500-1500 ნმ და სპექტრული დისპერსია — $725 \text{ \AA}/\text{მმ-ზე}$ [1-3].

პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ელემენტის მიღებისათვის საჭიროა მაღალეფექტური და სტაბილური პოლარიზაციულად მგრძობიარე მასალის ერთი და იგივე არეში C და L ტიპის მესერის ჩაწერა ამ მასალისთვის აქტიური ტალღის სიგრძით ისე, რომ თითოეული მესერის მიერ ფორმირებული დიფრაქციული რიგები სივრცულად გაყოფილი იყოს. ნახაზ 1-ზე მოცემულია პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული დიფრაქციული რიგების სქემატური სურათი.



ნახაზი 1. პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიულ ელემენტზე დიფრაქციის სქემატური სურათი

ჩვენ მივიღეთ ფორმულები სტოქსის პარამეტრებისათვის, რომლებიც დამოკიდებულია ელემენტზე დიფრაგირებული კონების ინტენსიობებზე ობიექტის გამოსახულების ყოველ ($i = x, y$) წერტილში. ექვსი ფორმირებული დიფრაქციის რიგიდან ოთხის ინტენსიობები $I_{-C}, I_{+C}, I_{90}, I_{45}$ საკმარისია სტოქსის ოთხი პარამეტრის S_0, S_1, S_2, S_3 განსაზღვრისათვის:

$$S_{0,\lambda_i} = k_{C,\lambda_i} I_{+C} + k_{C,\lambda_i} I_{-C} \quad , \quad S_{1,\lambda_i} = (k_{C,\lambda_i} I_{+C} + k_{C,\lambda_i} I_{-C}) - 2k_{90,\lambda_i} I_{90} \quad ,$$

$$S_{2,\lambda_i} = 2k_{45,\lambda_i} I_{45} - (k_{C,\lambda_i} I_{+C} + k_{C,\lambda_i} I_{-C}) \quad , \quad S_{3,\lambda_i} = k_{C,\lambda_i} I_{+C} - k_{C,\lambda_i} I_{-C} \quad ,$$

სადაც $k_{C,\lambda_i}, k_{90,\lambda_i}, k_{45,\lambda_i}$ კოეფიციენტებია, რომლებიც ითვალისწინებენ ელემენტში სინათლის შთანთქმას, ელემენტის ზოგად დიფრაქციულ ეფექტურობასა და ფოტომიმდების ოპტოელექტრონულ გარდაქმნას [1-3]. ამ კოეფიციენტების მნიშვნელობა განსაზღვრება ექსპერიმენტულად ელემენტის კალიბრების დროს.

სპექტრო-პოლარიმეტრიული რეჟიმი გამოიყენება მაშინ, როცა საჭიროა ერთდროულად დაცემული სინათლის პოლარიზაციული მდგომარეობის გაზომვა სხვადასხვა ტალღის სიგრძეზე.

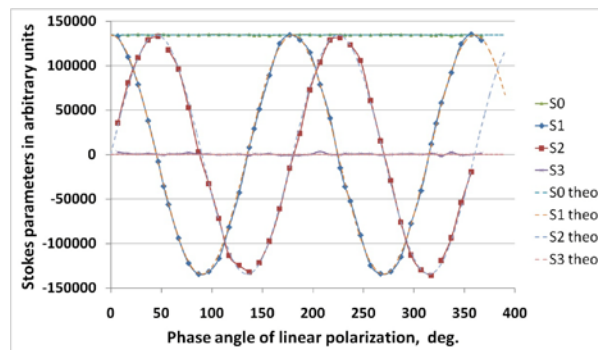
შექმნილი ოპტიკური სქემით შეიძლება მივიღოთ პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ელემენტი, რომელის ინსტრუმენტული ცდომილება პარალელურ კონებში იქნება მინიმალური, რაც საშუალებას მოგვცემს ჩატარდეს სტოქსის ოთხივე პარამეტრის პრეციზიული განსაზღვრა. ამჟამად სტოქსის პარამეტრების ერთჯერადი განსაზღვრის სიზუსტე შეადგენს 0.2%-ს.

პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ელემენტის გამოკვლევის მიზნით ჩატარდა ლაბორატორიული ტესტირებები. ლაბორატორიულ პირობებში ტესტირებისა და კალიბრების მიზნით შეიქმნა სპეციალური ოპტიკური სქემა, სინათლის განსაზღვრული, წრიულად ან წრფივად სრულად პოლარიზებული კონების მისაღებად. სინათლის წყარო არის 635 ნმ ტალღის სიგრძის ლაზერი. წრიულად პოლარიზებული ლაზერის სხივი ეცემა წრფივ მბრუნავ პოლაროიდს. წრიულად სრულად პოლარიზებული კონის შემთხვევაში პოლაროიდის ბრუნვა არ ცვლის ნაკადის ინტენსიობას და საშუალებას გვაძლევს თავიდან ავიცილოთ დამატებით მოდულირებული სისტემატური ცდომილებები ინტენსიობებში. მბრუნავი პოლაროიდი დაგრადუირებულია 1° -ის სიზუსტით და ხდება მისი მობრუნება 5 ან 10 გრადუსიანი კუთხით სრულ 0° - 360° დიაპაზონში, რათა მეტი წერტილები გვქონდეს კოეფიციენტების და გაზომვის სიზუსტის შესაფასებლად. პოლაროიდიდან გამოსული კონა ეცემა მცირე ზომის დიაფრაგმას, რათა შევამციროთ გაბნეული შუქი და ლაზერის კონის დიამეტრი. დიაფრაგმის შემდეგ მოთავსებულია კოლიმატორული

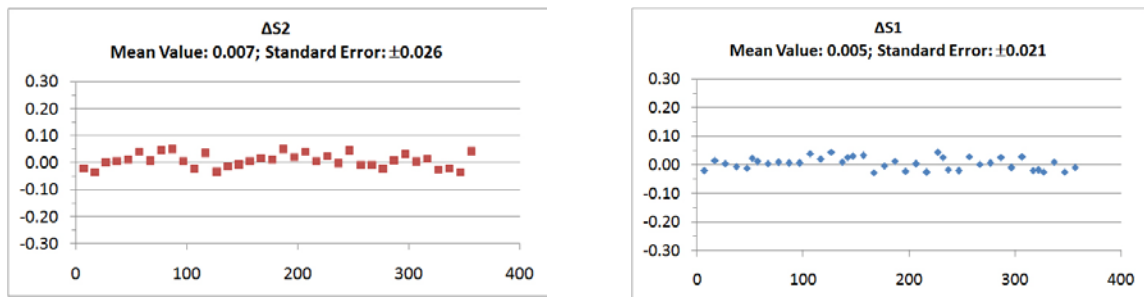
ლინზა, რომლის ფოკუსი შეთავსებულია დიფრაგმასთან, რის შედეგადაც კოლიმატორიდან გამოდის პარალელური სხივთკონა. კოლიმატორული ლინზიდან გამოსული პარალელური სინათლის კონის შეკრება ხდება რეალური 100მმ/1000მმ ტელესკოპით, რომლის ფოკუსში მოთავსებულია პოლარიზაციულ-პოლოგრაფიული ელემენტი. დიფრაქციული სურათის გადაღება ხდება ყოველი ცალკეული პოზიციური კუთხისათვის.

ნახაზ 2-ზე მოცემულია სტოქსის ექსპერიმენტული და თეორიული მნიშვნელობების ცვლილებათა მრუდები 0° - 360° დიაპაზონში. აბსცისთა ღერძზე გადაზომილია პოლარიზაცია და ცემული წრფივად პოლარიზებული სინათლის პოზიციური კუთხის მნიშვნელობები, ხოლო ორდინატთა ღერძზე — სტოქსის არანორმირებული პარამეტრები CCD მატრიცის ანათვლებში.

ნახაზ 3-ზე მოცემულია S_1 და S_2 სტოქსის პარამეტრების გაზომილი და თეორიული მნიშვნელობების სხვაობები S_0 -ზე ნორმირებულ ერთეულებში წრფივად პოლარიზებული სინათლის შესაბამისი პოზიციური კუთხეებისათვის. როგორც ნახაზ 2-ზე მოცემული გრაფიკებიდან ჩანს, მითითებული ცდომილების ფარგლებში სისტემატური ცდომილებები არ შეინიშნება.



ნახაზი 2. სტოქსის ექსპერიმენტული (წერტილები) და თეორიული (უწყვეტი ხაზი) მნიშვნელობების ცვლილებათა მრუდები მიღებული ლაბორატორიაში მონოქრომატული სინათლის წყაროს (635 ნმ ლაზერის) წრფივად პოლარიზებული კონის პოზიციური კუთხის 5° - 10° ცვლილებისას 0° - 360° დიაპაზონში.



ნახაზი 3. S_1 (მარცხენა მრუდი) და S_2 (მარჯვენა მრუდი მრუდი) თეორიული და ექსპერიმენტული ნორმირებული სტოქსის პარამეტრების მნიშვნელობათა შორის სხვაობების განაწილება წრფივად პოლარიზებული სინათლის წყაროს პოზიციური კუთხის მიხედვით.

ელემენტების კვლევის შედეგებმა ცხადყო, რომ მისი ხარისხი მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული ჩაწერის დროს გამოყენებული პოლარიზაციული და ოპტიკური ხელსაწყოების ხარისხზე და ჩაწერის სქემის

იუსტირების პრეციზიულობაზე. ამ პირობების იდეალურთან მიახლოების შემთხვევაში შესაძლებელია თეორიულ ზღვართან მიახლოებული პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ელემენტის მიღება.

ლიტერატურა

1. Kilosanidze B., Kakauridze G. “Polarization-holographic gratings for analysis and transformations of light: 1. The analysis of completely polarized light.” Applied Optics, 2007, Vol.46, No. 7, p. 1040-1049 (2007). <https://doi.org/10.1364/AO.46.001040>
2. Kakauridze G., Kilosanidze B. “Polarization-holographic diffraction element-based real-time Imaging Stokes Spectropolarimetry,” Practical Holography XXV: Materials and Applications, edited by Hans I. Bjelkhagen, Proc. of SPIE Vol. 7957, 7957-28 (2011). <https://doi.org/10.1117/12.873847>
3. Kilosanidze, G. Kakauridze, T. Kvernadze, G.Kurkhuli. “Sensor for real-time determining the polarization state distribution in the object images.” Optics and Photonics for Counterterrorism, Crime Fighting, and Defence XI; and Optical Materials and Biomaterials in Security and Defence Systems Technology XII, Editor(s): Douglas Burgess; Gari Owen; Harbinder Rana; Roberto Zamboni; François Kajzar; Attila A. Szep. Proc. SPIE. Vol. 9652, 96520M (2015). <https://doi.org/10.1117/12.2195078>

④ ჩატარდა კვლევები სხადასხვა შემადგენლობის პოლარიზაციულად მგრძნობიარე ლუმინესცენტური ნახევარგამტარული მინების საფუძველზე მიღებულ არეებში ანიზოტროპულ-გიროტროპული მახასიათებლების მინის ქიმიურ შემადგენლობაზე დამოკიდებულების დადგენისათვის. სხადასხვა შემადგენლობის პოლარიზაციულად მგრძნობიარე ლუმინესცენტური ნახევარგამტარული მინების საფუძველზე მიღებულ მარეგისტრირებელ არეებს ახასიათებს: ზემადალი მგრძნობიარობა, უკუკავშირის უდიდესი სიჩქარე, ბიოლოგიურ პროცესებთან შეთავსება, ზემადალი გარჩევისუნარიანობა; ნანოსტრუქტურული ობიექტების მულტიპლექსური 3D ვიზუალიზაციის შესაძლებლობა; ჰოლოგრაფირებისას გამოსხივების სპექტრის ვარირება ჩაწერის და ინფორმაციის ამოკითხვის ეტაპებზე; დადგენილია სხადასხვა შემადგენლობის ლუმინესცირებადი ნახევარგამტარული ფერადი მინების, და მაღალი ენერგიის ზემოქმედებით შეღებილი მინების საფუძველზე შექმნილი ლუმინესცირებადი არეების ფოტოანიზოტროპულ-გიროტროპული მახასიათებლების დამოკიდებულება ქიმიურ შემადგენლობაზე(მიმდინარე საანგარიშო პერიოდში,კერძოდ, ნახევარგამტარული ფერადი მინების C3C-19 და მაღალი ენერგიის ზემოქმედებით შეღებილი სილიკატური მინების მაგალითზე). შეიქმნა ლუმინესცენტური პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული მეხსიერების ზემადალი ტევადობის სამგანზომილებიანი მრავალარხიანი ელემენტი – მულტიპლექსორი/დემულტიპლექსორი, IDU; დამზადდა ლუმინესცენტური პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული მეხსიერების სისტემის 3D ელემენტი შემხვედრი და გამჭოლი კონებით, აღნისნული მინების შაფუძველზე; მონაცემთა რეგისტრაცია შესაძლებელია ელემენტის შთანთქმის(320 ნმ-520 ნმ), ხოლო ვიზუალიზაცია – პოლარიზებული ლუმინესცენციის სპექტრის მთელ დიაპაზონში(400 ნმ-800 ნმ),– მეხსიერების ელემენტის ლუმინესცენციის სპექტრში ერთდროულად.

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

3.1.

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის
---	--	--	---

	მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი		მითითებით)
1	2	3	4
1	<p>რეალურ დროში მომუშავე პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული სპექტროელიფსომეტრი ფიზიკური და ქიმიური მეცნიერებები:</p> <p>6-120 ოპტიკა, კვანტური ელექტრონიკა;</p> <p>6-210 ქიმიური ფიზიკა.</p> <p>გამოყენებითი კვლევებისათვის სახელმწიფო სამეცნიერო საგრანტო პროექტი AR-19-1154</p>	2019 – 2022	<p>ბარბარა კილოსანიძე - პროექტის ხელმძღვანელი;</p> <p>გიორგი კაკაურიძე- პროექტის მენეჯერი, ექსპერიმენტული და თეორიული კვლევები;</p> <p>ირაკლი ჩაგანავა - პოლარიზაციულად მგრძობიარე მასალების სინთეზი და კვლევა, შედეგების დამუშავება;</p> <p>იური მშვენიერაძე - ელექტრონიკის სპეციალისტი;</p> <p>ირინე ქობულაშვილი - ახალგაზრდა მეცნიერი;</p> <p>ლევან არჩვაძე - ბიზნესის წარმომადგენელი.</p>
<p>გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2020 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>მიუხედავად მრავალი ელიფსომეტრული მეთოდისა და არსებული ხელსაწყოების სიმრავლისა, ახალი ელიფსომეტრული მეთოდის შემუშავება ნიმუშიდან არეკლილი სინათლის პოლარიზაციის მდგომარეობის რეალურ დროში სრული განსაზღვრისათვის, საკმაოდ მარტივი, შედარებით იაფი და უნივერსალური, უდაოდ აქტუალურია და წარმოადგენს ინტერესს როგორც მეცნიერული კვლევებისათვის, ასევე მიკროელექტრონიკის, ნანომასალების, ფარმაკოლოგიის, ბიოლოგიის და სხვა დარგებისათვის.</p> <p>გამოკვლეულია ელიფსომეტრიის ამოცანების გადაჭრაში პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული დიფრაქციული ელემენტის გამოყენების შესაძლებლობა, ნიმუშიდან არეკლილი სინათლის პოლარიზაციის მდგომარეობის განსაზღვრისათვის. ტრადიციული ელიფსომეტრები ძირითადად შეიცავენ მოძრავ, მბრუნავ ან/და ელექტრონულად მართვად პოლარიზაციულ ელემენტებს. ასეთი ელემენტების გამოყენება იწვევს ხელსაწყოების საკმაოდ მაღალ ინსტრუმენტულ ცდომილებებს, ვინაიდან მაღალი ხარისხის ფაზური ფირფიტების და კომპენსატორების მიღება წარმოადგენს ტექნიკურ სირთულეს.</p> <p>პროექტში შემოთავაზებულია ინოვაციური სპექტროელიფსომეტრული მეთოდის შემუშავება რეალურ დროში ობიექტიდან არეკლილი სინათლის პოლარიზაციის მდგომარეობის სრული ანალიზის საფუძველზე მხოლოდ ერთი მანალიზებელი ელემენტის — ჩვენ მიერ შემუშავებული ინტეგრალური პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული დიფრაქციული ელემენტის გამოყენებით [6-9]. ამგვარი ელემენტი იძლევა საშუალებას რეალურ დროში განისაზღვროს განსაზღვროთ არეკლილი სინათლის კონის პოლარიზაციის მდგომარეობა ელემენტზე დიფრაგირებული კონების ინტენსიობების ერთდროული გაზომვით.</p>			

პოლარიზაციული ოპტიკის ტრადიციულ მოწყობილობებთან შედარებით პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიულ ელემენტებს გააჩნიათ მთელი რიგი უპირატესობები: მათი მეშვეობით შესაძლებელია ჩატარდეს სინათლის ანალიზი და გარდაქმნა დროის რეალურ მასშტაბში; ერთ ელემენტს შეუძლია იმუშაოს, როგორც პოლარიზაციული ოპტიკის ჩვეულებრივი ანალოგების მთელმა ნაკრებმა.

საანგარიშო პერიოდში შემუშავდა ელიფსომეტრული მეთოდის თეორიული მოდელი, რომელიც დაადგინა კავშირი ელიფსომეტრულ პარამეტრებსა და სტოქსის პარამეტრებს შორის. ჩვენ მივიღეთ გამოსახულებები, რომლებიც აკავშირებენ ელიფსომეტრულ პარამეტრებს საკვლევი ნიმუშიდან არეკლილი სინათლის პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიულ ელემენტზე დიფრაქციის რიგების

ინტენსიობებთან, ნიმუშის ზედაპირის ყოველ წერტილში (x, y) . გასაზომი სიდიდეებია ნიმუშიდან არეკლილი სინათლის კონის ელემენტზე დიფრაქციის რიგების ინტენსიობები $I_{-C}, I_{+C}, I_{90}, I_{45}$, ამასთან აუცილებელი 4 დიფრაქციის რიგის გაზომვა მიმდინარეობს ერთდროულად რეალურ დროში. მიღებულ გამოსახულებებს აქვთ შემდეგი სახე:

$$\psi = \frac{1}{2} \arccos \left\{ - \left[(k_{C,\lambda} I_{+C} + k_{C,\lambda} I_{-C}) - 2k_{90,\lambda} I_{90} \right] \right\}$$

$$\Delta = \arctg \left[- \frac{k_{C,\lambda} I_{+C} - k_{C,\lambda} I_{-C}}{2k_{45,\lambda} I_{45} - (k_{C,\lambda} I_{+C} + k_{C,\lambda} I_{-C})} \right]$$

აღვნიშნავთ, რომ ელემენტის კუთხური დისპერსიის გამო ჩვენ შეგვიძლია მივიღოთ ელიფსომეტრული პარამეტრების დისპერსიული დამოკიდებულება, რაც მნიშვნელოვანია სპექტროელიფსომეტრიაში.

მოცემული სტრუქტურისათვის შესაძლებელია წარმოვადგინოთ ანალიტიკურად და გამოვთვალოთ რიცხობრივად მისი შესაბამისი ელიფსომეტრული პარამეტრები ψ და Δ . ასეთ ამოცანას უწოდებენ ელიფსომეტრიის პირდაპირ ამოცანას.

ელიფსომეტრიის შექცეული ამოცანა მდგომარეობს საკვლევი ობიექტის უცნობი პარამეტრების დადგენაში (n - გარდატეხის კოეფიციენტი; τ - ექსტინცია; d - ფენის სისქე) ელიფსომეტრული კუთხეების ψ და Δ გაზომილი მნიშვნელობებით. ელიფსომეტრიის შექცეული ამოცანის პრაქტიკული განხორციელებისას, წარმოქმნილი სირთულეები შეიძლება აიხსნას რეალური ამრეკლავი სისტემისა და ამ სისტემის აღმწერი მათემატიკური მოდელის შეუსაბამობით, ასევე ექსპერიმენტულ მონაცემებში შეცდომების არსებობით.

განსხვავებით პირდაპირი ამოცანისა, შექცეულ ამოცანას მხოლოდ გამონაკლის შემთხვევებში აქვს ანალიტიკური ამოხსნა, ამის გამო უცნობი პარამეტრების მოსაძებნად ყველაზე ხშირად მიმართავენ რიცხვით მეთოდებს, ანდა იყენებენ სხვა ხერხებს.

მაგალითისთვის, განვიხილოთ შემთხვევა — ნახევრადუსასრულო არის მოდელი, როცა სინათლე აირეკლება ორი არის იდეალურად ბრტყელი გამყოფი ზედაპირიდან. ამ შემთხვევაში ელიფსომეტრიის შექცეული ამოცანა ანალიტიკურად იხსნება. ყველაზე ხშირად ელიფსომეტრული კვლევისას გამოიყენება მოდელი, როცა განიხილება ერთგვაროვანი ზედაპირული ფენა.

ჩვენ ასევე განვიხილოთ ამოცანა ოპტიკური მუდმივებისთვის n და τ , ზუსტი და მარტივი გამოსახულების მიღების ამოცანა არეკვლის მახასიათებლების საშუალებით (სტოქსის პარამეტრები) და კომპლექსური გარდატეხის კუთხის გამოყენებით. გარდატეხის კომპლექსური კუთხის კომპონენტები თამაშობენ შუალედური სიდიდეების როლს და ამ შემთხვევაში ხელს უწყობენ ოპტიკური მუდმივების განსაზღვრას არეკლილი სინათლის ინტენსიობიდან. ჩვენ შევთავაზეთ გამოგვეყენებინა ჩვენ მიერ შემუშავებული პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული დიფრაქციული ელემენტი სტოქსის პარამეტრების

გასაზომად.

მიღებულია ზუსტი ანალიტიკური გამოსახულებები გარდატეხის მაჩვენებლის და შთანთქმის კოეფიციენტის არეკლილი სინათლის მახასიათებლებზე დამოკიდებულებისათვის. გარდატეხის კომპლექსური კუთხის კომპონენტების მნიშვნელობები და, შესაბამისად n და τ ასევე შეიძლება განისაზღვროს არეკლილი სინათლის სტოქსის პარამეტრების გაზომვებიდან პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული დიფრაქციული ელემენტის გამოყენებით. ასეთი მიდგომა საშუალებას გვაძლევს ზუსტად გადავჭრათ ელიფსომეტრიის შექცეული ამოცანა.

აღვნიშნავთ, რომ ელემენტის კუთხური დისპერსიის გამო ჩვენ შეგვიძლია მივიღოთ ელიფსომეტრული პარამეტრების დისპერსიული დამოკიდებულება, რაც მნიშვნელოვანია სპექტროელიფსომეტრიაში.

დღეისათვის ნანოტექნოლოგიების განვითარებასთან დაკავშირებით ელიფსომეტრია იძენს უფრო მეტ მნიშვნელობას როგორც ახალი ნაწარმების შექმნის, ასევე უკვე არსებული პროდუქციის კონტროლისათვის *in-situ*. აქედან გამომდინარე, შემოთავაზებული, ტექნოლოგიური, გაცილებით ფართე შესაძლებლობების მქონე, სწრაფმომქმედი, ზუსტი და შედარებით იაფი ელიფსომეტრული მეთოდის შექმნას აქვს როგორც მეცნიერული, ასევე ტექნოლოგიური ღირებულება. სავარაუდოდ, მეთოდი შეიტანს მნიშვნელოვან წვლილს ელიფსომეტრიის ამოცანების გადაჭრაში და შეძლებს დაიკავოს შესაბამისი ადგილი ტექნიკის ამ სფეროში.

ჩვენი ვარაუდით შემოთავაზებული მეთოდი არსებითად გაამარტივებს ელიფსომეტრიულ გაზომვებს და შედეგების ინტერპრეტაციას. ფოტოდეტექტორების მატრიცის და სპეციალურად შექმნილი პროგრამული უზრუნველყოფის გამოყენებით ეს საშუალებას მოგვცემს მივიღოთ სტოქსის პარამეტრების განაწილება ნიმუშის ზედაპირზე, ნიმუშის ყოველგვარი სკანირების გარეშე და გადავჭრათ ელიფსომეტრიის შექცეული (არაპირდაპირი) ამოცანა – მივიღოთ ნიმუშის ზედაპირის ოპტიკური მახასიათებლები და ზედაპირული ფენის სისქეები უფრო მარტივი და ტექნოლოგიური მეთოდით.

ელიფსომეტრული გაზომვებისთვის საჭიროა სხვადასხვა მასალისგან და სხვადასხვა ზედაპირული ფენის მქონე საცდელი ნიმუშების დამზადება. ლაბორატორიაში ჩვენ შევძელით რამოდენიმე ნიმუშის დამზადება. კერძოდ, ოპტიკური მინის ფირფიტის ზედაპირზე ქიმიურად დაეფინა სხვადასხვა სისქის ვერცხლის ფენები: 100 ნმ-დან 5000 ნმ-მდე. სხვა მასალების და ფენების დამზადება შესაძლებელია მხოლოდ ვაკუუმური დაფენის მეთოდით. სამწუხაროდ ლაბორატორიას ამგვარი დანადგარი არ გააჩნია. სხვადასხვა ფენის მქონე ნიმუშების დამზადების თაობაზე ჩვენ ვაპირებთ თანამშრომლობას ტექნიკური უნივერსიტეტის შესაბამის ლაბორატორიებთან. ეს თანამშრომლობა შესაძლებელი იქნება კორონავირუსის პანდემიასთან დაკავშირებული შეზღუდვების მოხსნის შემდეგ.

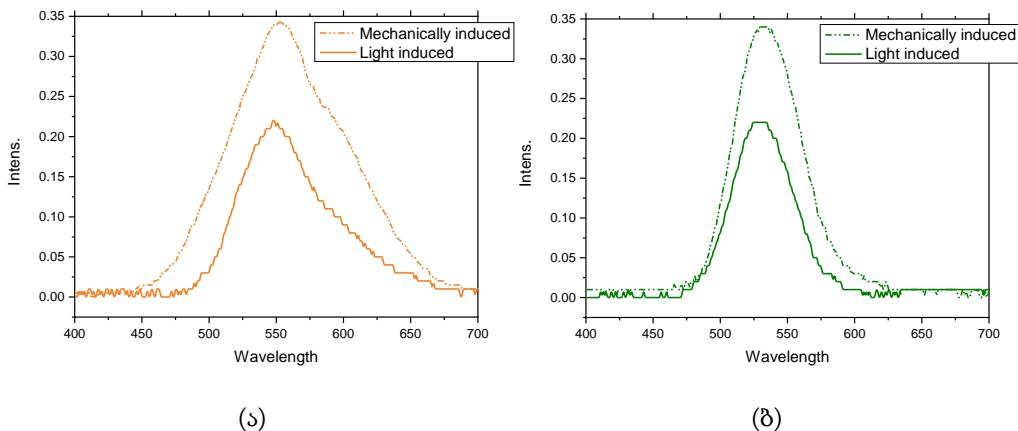
საანგარიშო პერიოდში დაგეგმილი იყო პოლარიზაციულად მგრძნობიარე მასალების მიღების ლაბორატორიაში არსებული ტექნოლოგიის მოდიფიკაცია, რათა მკვეთრად გავზარდოთ მასალის ეფექტურობა. ამგვარ მასალებს გამოვიყენებთ მაღალი დიფრაქციული ეფექტურობის მქონე პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ელემენტის მიღებისათვის. ამ მიზნით ჩავატარეთ ოპტიკური პარამეტრების ფოტოანიზოტროპიის ინდუცირების მექანიზმის კვლევა.

ადრე ჩვენს ლაბორატორიაში, მაღალეფექტურ პოლარიზაციულად მგრძნობიარე მასალებში აღმოვაჩინეთ სინათლით ინდუცირებული ეფექტი, რომელსაც ვექტორული პოლიფოტოქრომიზმი უწოდეთ [1]. აღსანიშნავია, რომ ამ ეფექტის ინდუცირება და მისი შემდგომი რეგისტრაცია შესაძლებელია მხოლოდ პოლარიზებული სინათლით. ეფექტი ვლინდება მთლიან ხილულ დიაპაზონში პოლარიზაციის სპექტრული მახასიათებლების გადაწყობის შესაძლებლობით. ჩვენ ვაგრძელებთ ამ მოვლენის შესწავლას და ვიკვლევთ მისი ფორმირების მექანიზმს. წინა ნამუშევრებში გაირკვა აზოსაღებარებისა და პოლიმერების საფუძველზე მიღებულ ორგანულ მასალებში პოლიფოტოქრომიზმის წარმოქმნის ინტერფერენციული

ბუნება [2-3].

ამ ეფექტის შესწავლისას ჩვენ შევამჩნიეთ, რომ როდესაც მაღალეფექტური პოლარიზაციულად მგრძობიარე მასალა განიცდის აქტინური სინათლის ზემოქმედებას, მისი სპექტრული თვისებები იცვლება ენერგეტიკული ექსპოზიციის ზრდასთან ერთად იმავე თანმიმდევრობით, როგორც მიშელ-ლევის ინტერფერენციული ფერის დიაგრამაში [4-5]. ოპტიკურად ანიზოტროპულ გარემოში ჩვეულებრივ და არაჩვეულებრივ სხივებს შორის ინტერფერენციის გამო, პოლარიზაციულად მგრძობიარე მასალის დასხივებასთან ერთად წარმოიქმნება ზოლების სურათიც. მნიშვნელოვანია აღინიშნოს, რომ ფოტოქრომული უბნის ფერის შეცვლის თანმიმდევრობის დასაწყისში არსებობს იგივე თანმიმდევრობა, რომლითაც იწყება მიშელ-ლევის ინტერფერენციულ ფერთა დიაგრამა (ორივე შემთხვევაში აღინიშნება მაზონდირებელი სინათლის გამტარებლობა ყვითელ სპექტრალურ უბანში).

პოლარიზაციულად მგრძობიარე მასალაში პოლიფოტოქრომიზმის შემდგომი განვითარება ხდება ზუსტი თანმიმდევრობით, ამ დიაგრამის შესაბამისად. მაგალითად, ყვითელი ფერის შემდეგ აქტინური სინათლის ზემოქმედების გაზრდის პროცესში, დასხივებული მასალის სპექტრული თვისებები იცვლება ნარინჯისფერის გატარებაში, შემდეგ გადადის წითელ დიაპაზონში, მეწამულზე, ლურჯზე, ცისფერზე და ამთავრებს სერიას გამტარებლობით სპექტრის მწვანე დიაპაზონში. ამრიგად, საჭირო გახდა პოლარიზებული სინათლის გამტარებლობის სპექტრის შესაბამისობის შემოწმება ფოტოაქტივირებული მასალის ერთ შემთხვევაში, ხოლო მეორეს მხრივ — მექანიკური დაძაბულობის ზემოქმედებით. მიღებული პოლარიზაციის სპექტრის პროფილები ემთხვევა, იხილეთ ნახაზზე 1 (ა) და (ბ).



ნახ. 1. მსგავსება ფოტოანოზოტროპული მასალის პოლარიზაციის სპექტრის სინათლით და მექანიკურად დაძაბულ უბანს შორის, (ა) 545-555 ნმ და (ბ) 525-535 ნმ-ის დიაპაზონში მაქსიმალური გამტარებლობისათვის.

ეს მაგალითები აღებულია, როგორც ნიმუშები, რომლებიც შეესაბამება იზოქრომატული ზოლების თანმიმდევრული ერთი სერიის დაწყებისა და დასრულების უბანს.

ამრიგად, მასალის დამზერილი ერთნაირი ქცევა, როგორც სინათლის ზემოქმედების ქვეშ, ასევე მექანიკური მოქმედების ქვეშ მიგვანიშნებს იმაზე, რომ ვექტორული პოლიფოტოქრომიზმის ეფექტი ემყარება მასალის პოლიმერული კომპონენტის ფოტოელასტიურობას.

ამ ვარაუდის დასადასტურებლად ჩავატარეთ შემდეგი ექსპერიმენტი: პოლარიზაციის კვლევებისთვის მოდიფიცირებულ სპექტროფოტომეტრზე SF-18, ჯვარედინ პოლარიზატორებში მიღებულ იქნა ძლიერი ნარჩენი დაძაბულობის მქონე პოლიმერული ფირფიტის გამტარებლობის სპექტრები (გამტარებლობა სპექტრის მწვანე უბანში), როცა დაძაბულობის ღერძი ორიეტირებულია 45 გრადუსით პოლარიზატორისა

და ანალიზატორის ღერძებს მიმართ. შემდეგ, მადალეფექტური პოლარიზაციულად მგრძობიარე მასალის ნიმუში გაშუქდა აქტინური წრფივად პოლარიზებული სინათლით ტალღის სიგრძით 445 ნმ და სიმძლავრის სიმკვრივით 0,5 ვატი/სმ². შედეგად, მასალის ექსპონირებულ უბანს ჯვარედინ პოლარიზატორებში გაუჩნდა მაქსიმალური გამტარებლობა სპექტრის მწვანე უბანში. ამ ნიმუშისთვის მიღებულია გამტარებლობის სპექტრული მრუდი. ექსპერიმენტმა აჩვენა ორივე მრუდის კარგი შესაბამისობა, რაც ადასტურებს ჩვენს ვარაუდს ფოტოანიზოტროპიის წარმოქმნის მექანიზმის შესახებ.

ლიტერატურა

1. Irakli Chaganava, George Kakauridze, Barbara Kilosanidze, and Yuri Mshvenieradze, "Vector photochromism in polarization-sensitive materials," *Opt. Lett.* 39, 3841-3844 (2014).
<https://doi.org/10.1364/OL.39.003841>
2. Irakli Chaganava, George Kakauridze, Barbara Kilosanidze and Yuri Mshvenieradze, "Light-controlled vector polyphotochromism", *Proc. SPIE* 9137, 9137121-9137126 (2014).
<https://doi.org/10.1117/12.2051756>
3. Irakli Chaganava, Barbara Kilosanidze, George Kakauridze, Luis Oriol, Milagros Piñol, Alfonso Martinez-Felipe, "Induction of the vector polyphotochromism in side-chain azopolymers, *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*," Volume 354, 70-77 (2018).
<https://doi.org/10.1016/j.jphotochem.2017.09.067>
4. Nesse, W. D., 1991, *Introduction to Optical Mineralogy*, 2nd edition, last edited 16 June 2018, www.wikipedia.org/wiki/Interference_colour_chart
5. John Gustav Delly., "The Michel-Lévy Interference Color Chart," 22 September 2016, <https://www.mccrone.com/mm/the-michel-levy-interference-color-chart-microscopys-magical-color-key>

7. ბექდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

7.4. სტატიები

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათა-ური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN	ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდები ს რაოდენობა
1	R. Koizumi, T. Turiv, M. M. Genkin, R. J. Lastowski, Hao Yu, I.Chaganava, Qi-Huo Wei, I. S. Aranson, O. D. Lavrentovich.	Control of microswimmers by spiral nematic vortices: Transition from individual to collective motion and contraction, expansion, and stable circulation of bacterial swirls DOI: https://doi.org/10.1103/PhysRevResearch.2.033060	<i>Physical Review Research</i> 2, no. 3 (2020): 033060.	American Physical Society, USA	10
2	Alauddin S. M., Aripin N. F. K.,	The role of conductivity and molecular mobility on the	<i>Journal of Photochemistry</i>	Elsevier	27

	Velayutham T., Chaganava I., Martinez-Felipe A..	photoanisotropic response of a new azo-polymer containing sulfonic groups doi: 10.1016/j.jphotochem.2019.112268	<i>and Photobiology</i> A: <i>Chemistry</i> , 389, 112268, (2020).		
3	I. Chaganava, G. Kakauridze, B. Kilosanidze, I. Kobulashvili	Light-controlled spectral selectivity in polarization- sensitive materials	SPIE Proceedings (in press)	SPIE, USA	8
4	Шавердова В.Г., Петрова С.С., Пурцеладзе А.Л., Тарасашвили В.И., Тарасашвили М.В.	Поляризационно- чувствительные регистрирующие среды для голографии на базе красителя- флуорофора LuciferYellow. DOI:10.21883/OS.2020.02.48966.238-19	Оптика и спектроскопия, 128, № 2 (2020)	СанктПетербург, <u>Россий</u> <u>ская академия наук</u> <u>Физико-технический</u> <u>институт им.А.Ф.Иоффе</u>	229-235.
5	Тарасашвили В.И., Пурцеладзе А.Л., Петрова С.С., Шавердова В.Г., Тарасашвили М.В.	Качественный анализ вин и виноматериалов методами поляризованного- люминесцентной голографии на основе использования их оптических поляризационных спектров. DOI:10.21883/OS.2020.03.49063.307-19	Оптика и спектроскопия12 8, № 3 (2020)	СанктПетербург, <u>Россий</u> <u>ская академия наук</u> <u>Физико-технический</u> <u>институт им.А.Ф.Иоффе</u>	351-357
6	Тарасашвили В.И., Пурцеладзе А.Л., Петрова С.С., Шавердова В.Г., Тарасашвили М.В.	Исследование фотоиндуцированной оптической активности (хиральности) люминесцентных регистрирующих сред методами поляризационной голографии на основе спектров круговой поляризации люминесценции	Оптика и спектроскопия. გადაცემულია დასაბუქდად. სარეგისტრაციო #188-20	СанктПетербург, <u>Россий</u> <u>ская академия наук</u> <u>Физико-технический</u> <u>институт им.А.Ф.Иоффе</u>	6

7	Тарасашвили В.И., Пурцеладзе А.Л., Петрова С.С., Тарасашвили М.В.	Фотоиндуцированная гиротропия поляризационно-чувствительных люминесцентных голограммных материалов, формируемых на основе водных сред.	Оптика и спектроскопия, гадაცემულია დასაბეჭდად. სარეგისტრაციო #252-20	СанктПетербург, Россия академия наук Физико-технический институт им.А.Ф.Иоффе	7
---	--	--	--	---	---

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

① აქტიური სისტემები, რომლებიც შედგება თვითმავალი ნაწილებისგან (ნაწილაკებისგან), აჩვენებს მიმზიდველ გადასვლას ბრაუნის დინამიკიდან კოლექტიურ თანმიმდევრულ მოძრაობაში, ნათელი მაგალითია მცურავი ბაქტერიების უწყვეტი სპირალური მოძრაობის. ეს კვლევა ცხადყოფს, რომ ნემატური თხევადი კრისტალური გარემო, რომელსაც ახასიათებს სპირალური მორევის სტრუქტურა, აკონტროლებს ინდივიდუალურ-კოლექტიურ გადასვლას ბაქტერიულ მორევებში და განსაზღვრავს მათ გაფართოებას ან შეკუმშვას. განზავებული დისპერსიის დროს ბაქტერიები მოძრაობენ ღია სპირალურ ტრაექტორიაზე წინასწარ განსაზღვრული მოლეკულური ორიენტაციის შესაბამისად. ტრაექტორია არაპოლარულია. როდესაც მათი კონცენტრაცია გარკვეულ ზღვარს გადააჭარბებს, ბაქტერიები იკუმშება ერთპოლარულ წრიულ მორევებში, რომლებიც ჰგავს სტაბილურ ზღვრულ ციკლებს. ამ კოლექტიურ წრიულ მოძრაობას აკონტროლებს სპირალის კუთხე, რომელიც განსაზღვრავს ფონის დირექტორის გაჭიმვის და გაღუნვის თანაფარდობას. დომინანტური გაღუნვის მქონე მორევები შეკუმშავს მორევებს ცენტრისკენ, ხოლო დომინანტური გაღუნვითი მორევები გააფართოვებს მათ პერიფერიისკენ. სპირალური მორევები 45° -იანი კუთხით გაფართოებული გაღუნვის პარიტეტით ქმნის ყველაზე სტაბილურ მორევებს. ყველა დინამიური სცენარი აიხსნება ბაქტერიების ჰიდროდინამიკური ურთიერთქმედებით, სტრუქტურირებული პასიური ნემატიკური საშუალების საშუალებით და კონცენტრაციასა და ორიენტაციას შორის კავშირით. მიღებული ცოდნა იმის შესახებ, თუ როგორ უნდა გააკონტროლონ მიკრო მოცურავეების (ნაწილაკების) ინდივიდუალური და კოლექტიური მოძრაობები ნემატიკური საშუალების გამოყენებით, ხელს შეუწყობს მიკროსკოპული მექანიკური სისტემების შემუშავებას.

② ჩვენ წარმოვიდგინეთ ახალი მსუბუქი რეაგირების გვერდითი ჯაჭვის ტერპოლიმერის მომზადებას, რომელიც შეიცავს აზობენზენებს, როგორც ქრომოფორულ კომპონენტებს, ასევე სულფონურ ჯგუფებს, როგორც პოლარულ კომპონენტებს და მეტაკრილის ჯგუფებს, როგორც ფირების წარმოქმნის კომპონენტებს და გთავაზობთ მის თერმული პარამეტრების დეტალურ დახასიათებას, დიელექტრიკულ რეაქციას და ოპტოელექტრონულ თვისებებს. პოლი [(4-მეთოქსიზაზობენზოლ-4'-ოქსი) მეტაკრილატი] -კო-პოლი [2-აკრილამიდო-2-მეთილ-1-პროპანესულფონის მჟავა] -კო-პოლი [მეთილმეტაკრილატი], MeOAzB / AMPS / MMA, მომზადდა რადიკალური კოპოლიმერიზაცია, აქვს მაღალი თერმული სტაბილურობა და არის ამორფული. მისი მაღალი მინის გარდამავალი $T(g) = 151^\circ C$ ახსნილია სტერიული ეფექტებით (დიდი აზობენზენებით გამოწვეული) და წყალბადის კავშირით (პოლარული სულფონური ჯგუფების მიერ ხელშეწყობით) პოლიმერული ხერხემლის მახლობლად, რამაც შეიძლება ასევე შეამციროს ფოტოანიზოტროპული

ეფექტურობა. აზობენზენების (MeOAzB) ენერგეტიკულ დონეებს შორის გადასვლა ტერპოლიმერში კონტროლდება p ტიპის გამტარობით და შეიძლება ასოცირდეს მოძრაობებთან გვერდით ჯაჭვებში, რომლებიც შეიცავს სულფონურ ჯგუფებს (AMPS), რომლებიც ადგილობრივად გააქტიურებულია MeOAzB / AMPS / MMA მინის გადასვლა.

③ ვექტორული პოლიფოტოქრომიზმის მოვლენა ადრე აღმოჩენილი იყო მაღალეფექტურ პოლარიზაციულად მგრძობიარე მასალებში. ეს მოვლენა დამოკიდებულია წრფივად პოლარიზებული აქტიური სინათლის ენერგეტიკურ ექსპოზიციაზე. ეფექტი განხილული იყო, როდესაც ხდებოდა მასალის გამტარებლობის სპექტრის ცვლილება, დამოკიდებული მაინდუცირებელი სინათლის პოლარიზაციის აზიმუტზე. ნაჩვენებია მასალის სპექტრული მახასიათებლების დაახლოებით სწორხაზოვანი დამოკიდებულების მიღების შესაძლებლობა განათების პირობებისაგან. ივარაუდება, რომ მასალის ე.წ. ინტერფერენციული ფერის შეცვლა ხდება მოცემული მასალის გამტარებლობის სპექტრის შესაბამისი მონაკვეთების შერჩევითი ჩაქრობის შედეგად.

④ შექმნილია პოლარიზაციულად მგრძობიარე ჰოლოგრაფიული არეები პოლივინილპიროლიდონის მატრიცის და ჟელატინის საფუძველზე, რომელთა შემადგენლობაში შეყვანილი იქნა Lucifer Yellow და Coumarin 466 საღებარები.

LSR 405 NL-50 ($\lambda=405$ nm) ლაზერის წრფივად პოლარიზებული გამოსხივების გამოყენებით ლუმინესცენტურ ფოტოანიზოტროპულ-გიროტროპულ მასალაში ჩაწერილია დენისიუკის მულტიპლექსური დინამიური ჰოლოგრამა.

პოლარიზაციულ-ლუმინესცენტური ჰოლოგრაფიის მეთოდებით გაზომილია საობიექტო ველის აღდგენილი გამოსახულების შესაბამისი კონის პოლარიზაციული მახასიათებლები.

მიღებულია წარმოსახვითი გამოსახულების პოლარიზაციული და ფოტოლუმინესცენციის ინტენსიობის სპექტრები, მარეგისტრირებელი გარემოს ქიმიურ შემადგენლობაზე დამოკიდებულებით.

ნაჩვენებია ერთდროულად რამდენიმე ანიზოტროპულ-გიროტროპული ობიექტის გამოსახულების მულტიპლექსური ჩაწერის, აღდგენის და დაკვირვების შესაძლებლობა, როცა ობიექტი კოდირებულია ემისიის(ან) პოლარიზაციის მდგომარეობის სხვადასხვა სიხშირით.

არადესტრუქციული პოლარიზაციულ-ლუმინესცენტური ჰოლოგრაფიის გაზომვის მეთოდების კომბინირება სხვა სპექტროსკოპულ ლუმინესცენტურ მეთოდებთან მნიშვნელოვნად აფართოებს პოლარიზაციულ-ლუმინესცენტური ჰოლოგრაფიის მეთოდის გამოყენების სფეროს, მკვეთრად ამაღლებს კვლევების ზოგად ინფორმაციულობას.

⑤. საკვლევი ღვინის პროდუქციის (კონკრეტული მარკის ღვინოების) საფუძველზე მიღებულ მასალებში ჩაწერილია დენისიუკის მულტიპლექსური დინამიური ლუმინესცენტური ჰოლოგრამები. ჰოლოგრამების სხვადასხვა სახის პოლარიზაციული სპექტრების ერთობლივი დამუშავების საფუძველზე რეალიზირებულია ღვინოების იდენტიფიკაცია და კლასიფიკაცია. ანალიზისათვის შეირჩეულ იქნა: ობიექტის აღდგენილი გამოსახულების ლუმინესცენციის, რეკონსტრუირებული ობიექტური ველის ლუმინესცენციის ანიზოტროპიის ხარისხის და რეკონსტრუირებული ველის ლუმინესცენციის ელიფსურობის კოეფიციენტის სპექტრები. ჩატარებულია ლუმინესცენტურ ფონონანიზოტროპულ-გიროტროპულ მასალებში წრფივად პოლარიზებული კოჰერენტული სინათლის წყაროს გამოყენებით მიღებული დენისიუკის ჰოლოგრამების პოლარიზაციული თვისებების

ექსპერიმენტული კვლევა; დაიშორებოდა პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული მეხსიერების მოვლენა. აღწერილია ექსპერიმენტი კონკრეტული მარკის ღვინოების ნიმუშების იდენტიფიკაციისა, პოლარიზაციული სპექტრების ღვინის ამოცნობის მიზნით შესაძლო გამოყენების თაობაზე.

⑥. პოლარიზაციულ-ლუმინესცენტური ჰოლოგრაფიის მეთოდებით გამოკვლეულია ლუმინესცენტური მარეგისტრირებელი არეების ფოტონდუცირებული ოპტიკური აქტივობა (ბუნებრივი ნავთობის და მისი ტემპერატურული ფრაქციების მაგალითზე). მიღებულია ადდგენილი ობიექტის წარმოსახვითი გამოსახულების ლუმინესცენციის წრიული პოლარიზაციის ცირკულარობის ხარისხის სპექტრები (CPL) ჰოლოგრაფიული არის ქიმიური შემადგენლობაზე დამოკიდებულებით. ბუნებრივი ნავთობისა და მისი ინდივიდუალური შემადგენლების (ტემპერატორული ფრაქციების) კუთრი ქირალობა განაპირობებს ინდუცირებული ფოტორეაქციის სელექტურობას და დასხივებული ნიმუშის ფოტონდუცირებულ ოპტიკურ აქტივობას. ნაჩვენებია, რომ ნავთობის სხვადასხვა ფრაქციებს ახასიათებთ ქირალობის კუთრი სპექტრული მახასიათებლები, ხოლო ლუმინისცირებადი ზოლების სპექტრული მდგომარეობა შეესაბამება მათი გამოსხივების უბნებს. ფრაქციების ოპტიკური აქტივობა იზრდება დუდილის ტემპერატურის ზრდასთან ერთად. CPL-ს სპექტრების სიგნალი ნიშნით ემთხვევა აქტინური (დამსხივებელი) სინათლის პოლარიზაციის მიმართულებას. ნაჩვენებია პოლარიზაციულ-ლუმინესცენტური ჰოლოგრაფიის მეთოდებით ბუნებრივი ნავთობის ფრაქციული შემადგენლობის, ანუ ბუნებრივი ნავთობის სამომხმარებლო თვისებების (ხარისხის) ანალიზის შესაძლებლობა ადდგენილი ობიექტის წარმოსახვითი გამოსახულების ლუმინესცენციის წრიული პოლარიზაციის ცირკულარობის ხარისხის სპექტრების (CPL) ანალიზის საფუძველზე. ლუმინესცენტური მარეგისტრირებელი არეებში ფოტონდუცირებული ოპტიკური აქტივობის (კუთრი ქირალობის) გამოვლენა პოლარიზაციულ-ლუმინესცენტური ჰოლოგრაფიის მეთოდით შეიძლება მისადაგებული იქნას პოლარიზაციულ-ლუმინესცენტური ჰოლოგრაფიის გამოყენებითი ამოცანებისათვის.

⑦. გამოკვლეულია სხვადასხვა სასმელი და ქართული მინერალური წყლების საფუძველზე ფორმირებული პოლარიზაციულად მგრძნობიარე ლუმინესცენტური მარეგისტრირებელი არეების ფოტოგიროტროპული თვისებები (კერძო შემთხვევა — ქირალობა, ოპტიკური აქტივობა). ნაჩვენებია, რომ რასემიული (DL) ფორმიდან ქირალურად სუფთა ფაზებში გადასვლისას სხვადასხვა საკვლევი ჰოლოგრაფიული არეების ნიმუშებში, კერძოდ, ქ.თბილისის წყალსადენის ქსელიდან აღებული წყლის ნიმუშში, ამავე ქსელის დისტილირებული წყლის ნიმუშში, ს.ძიმითის „სუფთა“ სასმელი წყაროს ნიმუშში, ასევე ქართული მინერალური წყლების ნიმუშებში — ბორჯომი, ნაბეღლავი და ბაკურიანი, დაიშორება არეში მიღებული დენისიუკის ლუმინესცენტური მულტიპლექსური ჰოლოგრამების მოლეკულარული სტრუქტურის (სივრცული ორგანიზაციის) და ლუმინესციის სპექტრების მნიშვნელოვანი მოდიფიკაცია — ადგილი აქვს გიროტროპიის (ქირალობა, ოპტიკური აქტივობა) პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული მეხსიერების მოვლენას. ნაჩვენებია, რომ სხვადასხვა სასმელი და მინერალური წყლების არეების ნიმუშების ოპტიკური პოლარიზაციული სპექტრების პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ანალიზი საშუალებას გვაძლევს მივიღოთ დამატებითი ინფორმაცია ანიზოტროპულ-ჰოლოგრაფიული მასალების მოლეკულარული სტრუქტურის გიროტროპული თვისებების (სივრცული ორგანიზაციის) თაობაზე, კერძოდ, გამოვლენილი და შესწავლილი იქნას არეში შემავალი თითოეული ინდივიდუალური კომპონენტი, რომელთაც გააჩნია კუთრი ქირალობა და არიან ოპტიკურად აქტიურები. ინდუცირებული ფოტორეაქციის სელექტურობა

ადასტურებს იმასაც, რომ განხილული პოლარიზაციულ-ლუმინესცენტური მარეგისტრირებელი მასალები წარმოადგენენ ენანტიომერების რასიმიულ (DL) ნარევს, რაც წარმოადგენს ჰოლოგრაფიული არეების სამეცნიერო ექსპერიმენტებისათვის ვარგისიანობის აუცილებელ წინაპირობას.

8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

8. 2. უცხოეთში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მომხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	R. Koizumi, T. Turiv, M.Genkin, R. Lastowski, Hao Yu, I. Chaganava, Qihuo Wei, I. Aronson, O.Lavrentovich	"Control of bacterial dynamics by splay and bend in nematic vortices"	Active Matter and Liquid Crystals in Biological Systems I, APS March Meeting 2020 (American Physical Society) 2 - 6 March 2020 The Colorado Convention Center Denver, Colorado, United States http://meetings.aps.org/Meeting/MA R20/Session/P29.3
მომხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)			

ოპტიკურ-ქიმიურ კვლევათა ლაბორატორია (ლაბორატორიის გამგე — ჯიმშერ მასურაძე)

2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

2.1.

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	
1	ახალი სპიროპირანების სინთეზი 1,1,4,5,5-პენტამეთილ-2-მეთილენ-1,2,4,5-ტეტრაპიროლო [3,2,1-hi] ინდოლის ბაზაზე და მათი ფიზ.-ქიმიური კვლევა	2018–2022	ჯიმშერ მასურაძე - თემის საერთო ხელმძღვანელობა. თინათინ ზუკია - ორგანული სინთეზი, მიღებული შუალედური და მიზნობრივი

			<p>პროდუქტების სტრუქტურის დადგენა.</p> <p>შორენა ახოზაძე - თემაზე არსებული უახლესი ლიტერატურის მოძიება და დამუშავება.</p> <p>ხატია მესხიძე - ორგანული სინთეზი</p> <p>გიორგი სანიკიძე - თემაზე არსებული უახლესი ლიტერატურის მოძიება და დამუშავება.</p> <p>ეკა არველაძე - ლაბორატორიაში არსებული ელექტრო- და გამზომი ხელსაწყოების მოწესრიგება და ზოგიერთი ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლის გაზომვა.</p> <p>ლალი დევაძე - ხილულ არეში ფოტოქრომული გარდაქმნების და ოპტიკურ-კინეტიკური მახასიათებლების შესწავლა.</p> <p>ნინო სეფაშვილი - ხილულ არეში ფოტოქრომული გარდაქმნების და ოპტიკურ-კინეტიკური მახასიათებლების შესწავლა.</p>
2	<p>პოლიმერული და ნანოკომპოზიტური გრადიენტული სისტემების ელექტროფიზიკური თვისებების კვლევა</p> <p>პოლიმერული მეცნიერება</p>	2018–2022	<p>ლევან ნადარეიშვილი (ხელმძღვანელი) მანანა არეშიძე (ორიენტაციული პროცესები); ინეზა ფავლენიშვილი (საკვლევი ნიმუშების მომზადება, ელექტრული გაზომვები); ლიანა შარაშიძე (საკვლევი ნიმუშების მომზადება, მაგნიტური გაზომვები)</p>
<p>გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2020 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>1)</p> <p>სპიროპირანები არის ორგანული ფოტოქრომული ბისტაბილური ნაერთები, რომელთაც შეუძლია გარკვეული ენერგეტიკული ბარიერით გაყოფილ ორ თერმოდინამიკურად სტაბილურ მდგომარეობაში არსებობა. გადართვა ერთი მდგომარეობიდან მეორეში შესაძლებელია გარე სტიმულატორებით (სინათლე, სითბო, მექანიკური სტრესი, ელექტრული და მაგნიტური ველები და სხვ.). სპიროპირანის შეუფერავი მოლეკულა ულტრაიისფერი UV ზემოქმედებით გარდაიქმნება შეფერილ, კოპლანარულ, პოლარულ</p>			

მეროცინიულ ფორმად. სპიროპირანები პრაქტიკულ გამოყენებას პოულობენ სინათლით მართვად მოწყობილობებში, როგორცაა ინფორმაციის ჩამწერი სამგანზომილებიანი დამმახსოვრებელი და გადამამუშავებელი სისტემები, არაწრფივი ოპტიკური მასალები, ოპტიკური სიმკვრივის რეგულირებადი ფილტრები, ოპტიკური გადამრთველები, სხვადასხვა სახის სენსორები; ხდება მასალების დინამიური თვისებების რეგულირება, ბიოქიმიური ინფორმაციის მიმართული ტრანსპორტირება, ბიოლოგიურ მემბრანებში სიგნალის გავლა, სამკურნალო პრეპარატების მისამართით მიწოდება და სხვ.

სპიროპირანების ბაზაზე შექმნილია მაღალმგრძობიარე და სელექციური ქემოსენსორები. სპიროპირანები საშუალებას იძლევა სინათლით გაკონტროლდეს ბიოლოგიური და ხელოვნური მემბრანების შედგენადობა და ენზიმების (ფერმენტების) აქტიურობა. აზოტის ატომთან ცხიმოვანი რიგის გრძელი რადიკალის შემცველი სპიროპირანის მოლეკულის გახსნილ (შეფერილ) ფორმას ახასიათებს ზედაპირული აქტიურობა, ე.ი. მიცელების წარმოქმნის უნარი, რაც ბიოქიმიური ინფორმაციის ტრანსპორტირების საშუალებას იძლევა.

სპიროპირანის მოლეკულაში სხვადასხვა ჩამნაცვლებლის შეყვანით შესაძლებელია ისეთი ნაერთების მიღება, რომლებიც ადვილად წარმოქმნის ნანონაწილაკებს – ნანო ზომების სტრუქტურებს (კლასტერები, კომპლექსები, აგრეგატები, მიცელები და სხვა). ამავე დროს აღსანიშნავია ისიც, რომ სინთეზისთვის არ არის საჭირო რთული ტექნიკური მოწყობილობა და დიდი ენერგოდანახარჯები.

სპიროპირანების სინთეზის მიმართულებით კვლევები დღემდე აქტუალურია. იგი მოიცავს ახალი თვისებების (არსებულის შენარჩუნებით) მქონე ნაერთების შექმნას და შესწავლას. სპიროპირანის უნიკალური თვისებების ფუნქციური გაუმჯობესება შესაძლებელია მოლეკულის მოდიფიცირებით:

1. ინდოლინურ ან ქრომენულ ნაწილში, ან ორივეში ერთად სხვადასხვა ელექტრონული ბუნების (ელექტროდონორული, ელექტროაქცეპტორული) ჩამნაცვლებლების და მათი პოზიციის ვარირებით.
2. მოლეკულის ჩონჩხის ცვლილებით ისე, რომ შენარჩუნებული იქნას ძირითადი ცენტრი, სპირო-ნახშირბადი.

მიმდინარე წლის სამუშაო ეხებოდა 5-წევრა ციკლის მქონე სპიროპირანების სინთეზს. სამუშაოს მიზანს წარმოადგენდა შეგვესწავლა სპიროპირანების სხნარებზე სინათლით მრავალჯერადი გაუფერულება-შეფერვის დროს მიმდინარე შეუქცევად პროცესები, ასევე დაკვირვება ჩაგვეტარებინა იგივე შეფერილ ხსნარებში სიბნელეში ხანგრძლივი დაყოვნების დროს მიმდინარე პროცესზე. რაც საშუალებას მოგვცემდა სისტემაში არსებულ კიდევ ერთ წონასწორობზე სპიროპირანის შეფერილ ფორმასა და ამოსავალ ნივთიერებებს შორის დაგვედგინა, რაც შეიძლება გამოეწვია შეფერილი ფორმის ჰიდროლიზს და ფოტოქრომული ნაერთის დესტრუქცია.

სამუშაო განხორციელდა 1,1,4,5,5-პენტამეთილ-2-მეთილენ-1,2,4,5-ტეტრაპიროლო[3,2,1-hi]ინდოლის ბაზაზე სქემის მიხედვით. იგი მოიცავს შემდეგ საფეხურებს:

- 1) 2,3,3-ტრიმეთილინდოლენინის (1) სინთეზი;
- 2) 2,3,3-ტრიმეთილინდოლენინის აღდგენა მეტალური ნატრიუმით;
- 3) 2,3,3-ტრიმეთილინდოლინის (2) ნიტროზირება გოგირდმჟავა არეში;
- 4) 2,3,3-ტრიმეთილ-1-ნიტროზოინდოლინის (3) აღდგენა;
- 5) 2,3,3-ტრიმეთილინდოლინ-1-ამინის (4) ურთიერთქმედება მეთილიზოპროპილკეტონთან და

ციკლიზაცია;

- 6) 1,1,4,5,5-პენტამეთილ-2-მეთილენ-1,2,4,5-ტეტრაპიროლო[3,2,1-hi]ინდოლის (5) ურთიერთქმედება პარა-ნიტროსალიცილის ალდეჰიდთან;
- 7) 1',1',4',5',5'-პენტამეთილ-6-ნიტრო-4',5'-დიჰიდრო-1'H-სპირო[ქრომენი-2,2'-პიროლო[3,2,1-hi]ინდოლი]-ის (6) ფიზ.ქიმიური [UV, IR, NMR, Mass] მახასიათებლების შესწავლა;

|

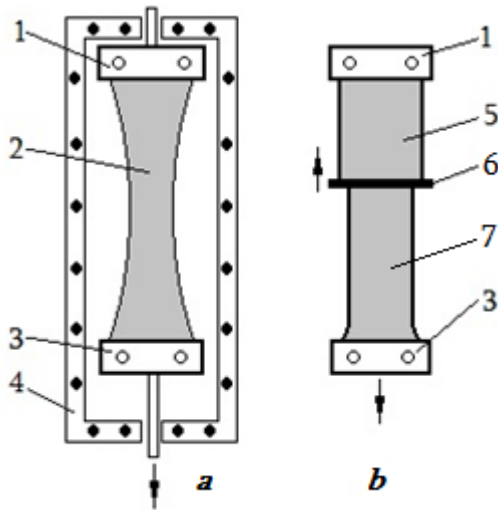
2,3,3-ტრიმეთილინდოლენინის (1) სინთეზი ჩავატარეთ ცნობილი მეთოდით [H. Illy, L. Harmon Funderburk, T. River, Process for the Preparation of 2,3,3-trimethyl indolenines, 1972]. 2,3,3-ტრიმეთილინდოლენინის (2) მისაღებად შევარჩიეთ ორი მეთოდი, 1) აღდგენა მეტალური Sn-ის გამოყენებით 10% პროცენტანი მარილმჟავას თანაობისას, 2) აღდგენა მეტალური ნატრიუმით ეთანოლის არეში. პირველი გზით რეაქციის ჩატარებამ არ დაგვაკმაყოფილა, რადგან რეაქციის დამთავრებას დაჭირდა ხანგრძლივი დრო, მორეაგირე მჟავას კონცენტრაციის გაზრდა 30%-მდე დადებითად აისახა რეაქციის მიმდინარეობის დროზე, თუმცა გამოსავალი იყო დაბალი, ხოლო მეორე მეთოდით, რეაქცია ენერგიულად წავიდა მორეაგირე კომპონენტებს შორის და სასურველი პროდუქტის გამოსავლიანობაც მაღალი იყო. ნიტროზირება ჩავატარეთ ნატრიუმის ნიტრიტით 0-5 °C ტემპერატურაზე გოგირდმჟავას არეში (მარილმჟავა არეში რეაქციის ჩატარებას თან სდევს თანამდე პროდუქტების წარმოქმნა, კერძოდ ხდება წარმომნილი >N-NO-დან NO-ს გადაჯგუფება 2,3,3-ტრიმეთილინდოლენინის მე-7 მდგომარეობაში, რაც ამცირებს სასურველი პროდუქტის გამოსავლიანობას და ძნელდება მათი ერთმანეთისგან დაცილება ნიტროზო ნაერთის არამდგრადობის გამო), გამოვყავით მაღალი გამოსავლიანობით 2,3,3-ტრიმეთილ-1-ნიტროზოინდოლენინი (3). აღმდგენლებს შორის ყველაზე უკეთესი აღმოჩნდა აღდგენა LiAlH₄ -ის გამოყენებით აბსოლუტური ეთერის არეში (60-65%), თუმცა აღდგენის რეაქცია მოსინჯული იქნა Zn-ის მტევრის გამოყენებით კონც. მმარმჟავას თანაობისას, მაგრამ ამ უკანასკნელში მიმდინარე რეაქციის გამოსავლიანობამ არ დაგვაკმაყოფილა (30-35%). ჩავატარეთ მიღებული ნაერთის (4) კონდენსაცია ოქსონაერთთან, კერძოდ მეთილიზოპროპილკეტონთან, ეს უკანასკნელი შევარჩიეთ იმ მიზნით, რომ ინდილის მე-3 მდგომარეობა დაცული ყოფილიყო. გამოვყავით ბლანტი, მოყავისფრო სითხე, რომლის ეთერხსნარში გავატარეთ ახლად მომზადებული HI. მივიღეთ ფუძის (5) მარილი, იგი გადავაკრისტალეთ ეთანოლიდან. დავამუშავეთ KOH-ის წყალხსნარით, ამოვწვლილეთ ეთერით, დავაკონცენტრირეთ შემცირებულ წნევის პირობებში მშრალ ნაშთამდე და შევიყვანეთ რეაქციაში სხვადასხვა ნიტროჯგუფის შემცველ სალიცილის ალდეჰიდებთან. ვგეგმავთ ფოტოქრომული თვისებების შესაწავლას პროტონულ და აპროტონულ გამხსნელებში სხვადასხვა ტემპერატურაზე.

ჩატარებულ სამუშაოსთან დაკავშირებით ცალკეული საფეხური შესწავლილია და დადგენილია რეაქციის ოპტიმალური პირობები. შემუშავებული მეთოდები შეიძლება გამოყენებული იქნას სხვა ტიპის სპიროციკლური ნაერთების მისაღებად. ჩატარებულია 1-6 საფეხურზე მიღებული ნაერთების იწ და $^1\text{HNMR}$ სპექტრული ანალიზი. შესასწავლია მე-6 პროდუქტის ფიზ-ქიმიური მახასიათებლები. მიმდინარე სამუშაოს დასრულებას ხელი შეუშალა ქვეყანაში არსებულმა პანდემიურმა მდგომარეობამ.

მოცემული სამუშაო საინტერესოა ახალი პოლიფუნქციური, ფოტოქრომული ნივთიერებების მიღების თვალსაზრისით.

2)

წლის განმავლობაში მიმდინარეობდა გრადიენტულად ორიენტირებული პოლიმერების შექმნა და კვლევა. შემუშავდა სათანადო კონცეფცია გრადიენტულად ორიენტირებული მდგომარეობის (გომ) შესახებ. დადგენილია მისი რაოდენობრივი პარამეტრები. შემუშავდა ორიენტაციული გაჭიმვის ახალი ტექნიკური გადაწყვეტა მოდიფიცირებული გამჭიმის მეშვეობით. შესწავლილია გრადიენტულად მართვადი ზონური პოლიმერების მექანიკური და ოპტიკური თვისებები. შემუშავებულია ერთლერძიანი გრადიენტული ზონური გაჭიმვის მათემატიკური მოდელი. საილუსტრაციო სქემა თანდართულია. ჩატარებული სამუშაოს შედეგების შესახებ მოხსენება წაიკითხა ლევან ნადარეიშვილმა საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში ჩატარებულ სამეცნიერო კონფერენციაზე.



ფიგურა 1. ერთლერძიანი გაჭიმვის რეჟიმები: *a*-თერმოკამერაში; *b* -ზონური;

1-უძრავი მომჭერი; 2-ერთლერძიანად გაჭიმული ნიმუში; 3-აქტიური/მოძრავი მომჭერი; 4-თერმოკამერა;
5-ნიმუშის გაუჭიმავი ნაწილი; 6 - ზონური გამათბობელი; 7-ნიმუშის გაჭიმული ნაწილი.

↓ აქტიური მომჭერის (3) გადაადგილების (გაჭიმვის) მიმართულება;

↑ - ზონური გამათბობლის (6) გადაადგილების მიმართულება).

8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

8.1. საქართველოში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მომხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	ხატია მესხიძე, თინათინ ბუკია	Synthesis of a new hybrid (azo and spiro) photochromic compound	„Compounds and Materials with Specific Properties” თბილისი, 10-11 ივლისი 2020
<p>მომხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)</p> <p>Spiropyrans (spirochromens) are an important class of organic photochromic compound. Bistable molecules and molecular ensembles can exist in two different, thermodynamically stable states. Transferring from one state into another occurs through different stimulators (light, heat, mechanical stress, electrical and magnetic fields, etc). An uncolored spirocyanine molecule with volumetric structure by the expose with ultraviolet light, converts into a coplanar, colored merocyanine form with a high dipole moment. Such bipolar molecules easily self-organize in a certain area, i. e. form nanoparticles. [1-3].</p> <p>Perspectives to use spirocyranes to design new photo controlled molecular equipment and biological materials, logic valves and sensors are not exhausted. Therefore, today, active investigation to design and study compounds with new properties (by maintaining the existing ones) are underway.</p> <p>It is interesting to combine spirocyanine with other photochromic compounds so that maintain the important properties of both classes.</p> <p>For this purpose, we have selected a diazo group, which, after irradiation of the sample by incorporating the formed spirocyanine conjugated chain, will cause (or lead to) a sharp change in the maximum absorption, which has been confirmed.</p> <p>We synthesized a new hybrid (azo and spiro) photochromic compound according to the given scheme. We first synthesized the starting compound - 5-nitro-2,3,3-trimethylindolenine (2) by nitration of 2,3,3-trimethylindolenine (1)[4]. With further reduction with LiAlH_4, in the area of absolute diethyl ether, at room temperature, was obtained compound 4 with a high-yield (99%). Quaternization of the formed compound 4 with CH_3I was performed in a shallow ampoule at 80-82 °C in the acetonitrile area and quaternized salt 5 was isolated. We obtained the same compound 5 in the second way, namely, we first conducted quaternation of compound 2 with CH_3I at an acetonitrile at 25-30 °C. With further reduction of compound 3 with LiAlH_4 in the area of tetrahydrofuran compound 5 is formed. By the treatment of obtained compound 5 with alkaline solutions forms compound 6, which reacts with 5-nitro salicylic aldehyde and gives a compound 7, the maximum absorption of which in the alcohol area is 660 nm (the maximum absorption of similar spirocyranes is 540 nm). Presumably, it represents spirocyrane.</p>			

The structures of the synthesized compounds are determined by infrared and NMR spectral data. The final product is being studied.

References:

1. R. Wizinger H. Wenning, *Helv. Chem. Acta*, vol. 23, No. 1, pp. 247-271 (1940).
2. R. C. Bertelson, *Organic Photochromic and Thermochromic Compounds* (Eds. J. C. Crano, R. Guglielmetti). Plenum Press, New York, vol. 1, pp. 11-81 (1999).
3. J. C. Crano, R. J. Guglielmetti, *Organic Photochromic and Thermochromic Compounds*, vol. 2, Plenum Press, New York (1999).
4. Patented # 2016 836 Oct. 8, 1935. Henry Alfred Piggott. *Heterocyclic Nitrogen Compounds*

**ნიკო მუსხელიშვილის სახელობის
გამოთვლითი მათემატიკის ინსტიტუტი**

2020 წელს გაწეული სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობის ანგარიში

1. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები

№	პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიითითებით	პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები	პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მიითითებით)
1	2	3	4
1	მათემატიკური და კომპიუტერული მოდელები – თეორია და პრაქტიკა. გამოთვლითი ალგორითმების აგება და რეალიზაცია/ზუსტი და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებები/ მათემატიკა, ინფორმატიკა	2018 - 2022	პროექტში ჩართულია ინსტიტუტის მთელი სამეცნიერო პერსონალი და პროგრამისტები

2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

2.1.

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიითითებით	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მიითითებით)
1	2	3	4
1	მათემატიკური და კომპიუტერული მოდელები – თეორია და პრაქტიკა. გამოთვლითი ალგორითმების აგება და რეალიზაცია. ზუსტი და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებები/ მათემატიკა, ინფორმატიკა	2018 - 2022	პროექტში ჩართულია ინსტიტუტის მთელი სამეცნიერო პერსონალი და პროგრამისტები

გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2020 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

საანგარიშო 2020 წელს ინსტიტუტში მიმდინარეობდა ხუთწლიანი პროექტის „მათემატიკური და კომპიუტერული მოდელები – თეორია და პრაქტიკა. გამოთვლითი ალგორითმების აგება და რეალიზაცია“ გარდამავალი ეტაპის, მესამე 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 2. ოპერაციულ, არაწრფივ და არაკორექტულ ამოცანათა მათემატიკური მოდელირება და შესაბამის ამოცანათა ანალიზური და რიცხვითი ამოხსნების მეთოდების დამუშავება.

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

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

ქვემოთ მოცემულია ინსტიტუტის სამეცნიერო ანგარიში მიმართულებების მიხედვით.

მიმართულება 1

მიმართულება 1 ძირითადად მუშავდება გამოთვლითი მეთოდების განყოფილებაში განყოფილების გამგის, მ. ზაქრადის 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 მუშავდებოდა საანგარიშო წლის გეგმით გათვალისწინებული შემდეგი ამოცანები:

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

განყოფილებაში შეისწავლება სააპროქსიმაციო გამოთვლითი სქემების აგების საკითხები სინგულარული ინტეგრალისათვის. აგებულია წონიანი სინგულარული ინტეგრალისათვის, გახსნილი კონტურების შემთხვევაში, მაღალი რიგის სიზუსტის კვადრატურული ფორმულები, რომლებიც ეფექტურად გამოიყენება პირველი გვარის სინგულარული ინტეგრალური განტოლებების რიცხვითი განტოლებებისათვის. ამ უკანასკნელზე მიიყვანება მექანიკისა და მათემატიკური ფიზიკის ბევრი მნიშვნელოვანი გამოყენებითი ტიპის ამოცანა. შედგენილია და რეალიზებულია კომპიუტერული პროგრამები სიმბოლურ ენაზე „Mathematica“. ამ საკითხებთან დაკავშირებით მომზადებულია 1 ნაშრომი (იხ. მომზადებული ნაშრომები [1]).

თემის ფარგლებში ელიფსური განტოლებისთვის განხილული იქნა ამოცანა, როცა მართკუთხედის ორ მოპირდაპირე გვერდზე დირხლეს პირობებია მოცემული, დანარჩენ ორზე კი ინტეგრალური სახის არალოკალური შეზღუდვები. დამტკიცებულია ამოცანის ამონახსნის არსებობა და ერთადერთობა წონიან სობოლევის სივრცეში. შესაბამისი სტატია მზადდება გამოსაქვეყნებლად.

ამოცანა 1.2. დირიხლეს ჩვეულებრივი და განზოგადებული ჰარმონიული ამოცანების მიახლოებით ამოხსნა ალბათური მეთოდით, ერთი ზედაპირით შემოსაზღვრული სივრცითი სასრული არეების შემთხვევაში.

ელექტრული და თერმული სტაციონარული ველების განსაზღვრისათვის განხილულია დირიხლეს ჩვეულებრივი და განზოგადებული ჰარმონიული ამოცანები. ტერმინ "განზოგადებულის" ქვეშ იგულისხმება, რომ სასაზღვრო ფუნქციას ამოცანის საზღვარზე აქვს პირველი გვარის წყვეტის წირთა სასრული

რაოდენობა. სასაზღვრო ამოცანების რიცხვითი ამოხსნისათვის გამოყენებულია ალბათური მეთოდი, რომელიც თავის მხრივ გულისხმობს ვინერის პროცესის მოდელირებას. შემოთავაზებული ალგორითმი არ მოითხოვს სასაზღვრო ფუნქციის აპროქსიმაციას, რაც არის ძირითადი მისი მნიშვნელოვანი თვისებებიდან. მეთოდის ეფექტურობის და სიმარტივის საილუსტრაციოდ განხილულია ოთხი რიცხვითი მაგალითი - ელექტრული და თერმული ველების განსაზღვრაზე. არეების როლში აღებულია: სასრული მართი წრიული სრული და წაკვეთილი კონუსები; მართკუთხა პარალელებიპედი. ჩატარებული რიცხვითი ექსპერიმენტების შედეგებმა გვიჩვენა, რომ შემოთავაზებული ალგორითმი ხასიათდება სიზუსტით, რომელიც მისაღებია პრაქტიკულ ამოცანათა ფართო სპექტრისთვის. **შედეგები ასახულია გამოქვეყნებულ სტატიაში (იხ. 7.4 [1]), მომზადებულია 1 ნაშრომი (იხ. მომზადებული ნაშრომები [2]).**

განხილულია დირიხლეს განზოგადებული ჰარმონიული ამოცანა წესიერი n -გვერდა სრული და წაკვეთილი პირამიდისათვის, იმ შემთხვევაში, როცა პირამიდის წიბოები წარმოადგენენ პირველი გვარის წყვეტის წირებს სასაზღვრო ფუნქციისათვის. მოყვანილი ამოცანა რიცხვითი ამოხსნის თვალსაზრისით მიეკუთვნება რთულ ამოცანათა კატეგორიას. სასაზღვრო ამოცანების რიცხვითი ამოხსნისათვის შემოთავაზებულია ალგორითმი, რომელიც შედგება სამი ძირითადი საფეხურისაგან:

ა) ალბათური მეთოდის გამოყენება, რომელიც თავის მხრივ დაფუძნებულია ვინერის პროცესის მოდელირებაზე;

ბ) მოდელირებული ვინერის პროცესის ტრაექტორიისა და პირამიდის ზედაპირის კვეთის წერტილის პოვნა;

გ) განზოგადებული ამოცანების ალბათური ამონახსნის პოვნა ამოცანის არის ფიქსირებულ წერტილებში.

ალგორითმი არ მოითხოვს სასაზღვრო ფუნქციის აპროქსიმაციას და რაიმე განტოლებათა სისტემის ამოხსნას. შემოთავაზებული მეთოდის ეფექტურობის და სიმარტივის საილუსტრაციოდ განხილულია რამდენიმე რიცხვითი მაგალითი. წარმოდგენილია ექსპერიმენტების შედეგები და ჩატარებულია სათანადო ანალიზი. **ამ საკითხებთან დაკავშირებით მომზადებულია 1 ნაშრომი (იხ. მომზადებული ნაშრომები [3]).**

განყოფილებაში მიმდინარეობს კვლევა კონფორმულ გადასახვათა საკითხებთან დაკავშირებით. განხილულია ზოგიერთი ასპექტი, რომელიც წამოიჭრება სასაზღვრო ამოცანების ამოხსნისას კონფორმულ ასახვათა მეთოდით. აღნიშნული მეთოდით სასაზღვრო ამოცანათა ამოხსნისათვის შემოთავაზებულია ახალი მიდგომა, რომელიც ხასიათდება სიმარტივით და მაღალი სიზუსტით. **ამ საკითხებს მიეძღვნა მოხსენება კონფერენციაზე საქართველოში (იხ. 8.1 [1]).**

ჩატარებულია კვლევა კონფორმულ გადასახვათა თეორიის ძირითად შებრუნებულ ამოცნასა და მასთან დაკავშირებულ საკითხებზე. შექმნილია სათანადო პროგრამული უზრუნველყოფა Wolfram Mathematica სისტემაში. **შესაბამისი ნაშრომის გაფორმება დაგეგმილია მომავალ საანგარიშო წელს.**

ამოცანა 1.3. ფენოვანი ცილინდრული გარსის დეფორმაციის ამოცანის შესწავლა ლოკალური ზედაპირული ძალებით დატვირთვის შემთხვევაში.

განხილულია ზედაპირული ძალის ზეგავლენით გამოწვეული ფენოვანი გოფირებული ცილინდრული გარსის არაწრფივი დეფორმაციის ამოცანის რიცხვითი ანალიზი განსხვავებული თეორიების საფუძველზე. მოყვანილია კერძო მაგალითი, რომლის რიცხვითი რიალიზაციით მიღებული ამოხსნები იძლევა ფენოვანი გოფირებული ცილინდრული გარსის დეფორმაციის პროცესის შეფასების საშუალებას. **ამ საკითხებს მიეძღვნა მოხსენება კონფერენციაზე საქართველოში (იხ. 8.1 [2]); მომზადებულია 1 ნაშრომი (იხ. მომზადებული ნაშრომები [4]).**

ამოცანა 1.4. რიცხვითი ალგორითმების დამუშავება საინჟინრო მექანიკის ზოგიერთი ამოცანისათვის.

საკვლევი თემის ფარგლებში მიმდინარეობდა მუშაობა ამოცანაზე - რიცხვითი ამოხსნის ალგორითმების დამუშავება კონკრეტული სახის (მაგ. კოლინეარული, თერმოიზოლირებული და ა.შ.) ბზარების მქონე დრეკადი სხეულის შემთხვევაში. შესწავლილია სამოქალაქო ნაგებობების ყოფაქცევა დინამიკურ სეისმიკურ მოქმედებებზე. აღნიშნული პროცესი მიიყვანება გარკვეული ტიპის ტრანსცენდენტულ განტოლებაზე. ამ განტოლებისათვის აგებულია რიცხვითი ამოხსნის მათემატიკური მოდელი. შედგენილია და რეალიზებულია კომპიუტერული პროგრამა სიმბოლურ ენაზე “Mathematica”. მიღებული შედეგები სწორად ასახავს მიმდინარე რეალურ ფიზიკურ პროცესებს. ამ საკითხებთან დაკავშირებით იხ. გამოსაქვეყნებლად გადაცემული ნაშრომი [1].

მიმართულება 2

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 (მეცნიერი თანამშრომელი), ჯ. გიორგობიანი (კონსულტანტი), ნ. მეტონიძე (სპეციალისტი). მათემატიკური მოდელირების განყოფილების 2018-2022 ხუთწლიანი გეგმით დასახულია ოპერაციულ, არაწრფივ და არაკორექტულ ამოცანათა მათემატიკური მოდელირება და შესაბამის ამოცანათა ანალიზური და რიცხვითი ამოხსნების მეთოდების დამუშავება.

ამ მიმართულებით მუშავდებოდა საანგარიშო წლის გეგმით გათვალისწინებული შემდეგი ამოცანები:

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

დამუშავებულია მატრიცულ თამაშთა ამოხსნის იტერაციული მეთოდი. მეთოდი დაფუძნებულია თამაშთა ამოხსნის ახალ გეომეტრიულ წარმოდგენაზე და კაჩმაჟის იდეაზე. ეს არის წრფივ ალგებრულ განტოლებათა სისტემის ამოხსნის მეთოდი და მიეკუთვნება ე.წ. სწრაფდაშვების მეთოდთა ჯგუფს. თამაშის მატრიცა $\{a_{ij}\}$ ($i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}$) განხილულია როგორც b_j ვექტორ-სვეტების ერთობლიობა. პირველი მოთამაშის ნებისმიერი შერეული $X = (x_1, x_2, \dots, x_m)$ სტრატეგიისთვის სკალარული ნამრავლი $V^j = (X, b_j)$ წარმოადგენს პირველი მოთამაშის მოგებას, როცა ის ირჩევს X შერეულ სტრატეგიას, ხოლო მეორე - b_j სვეტს (წმინდა სტრატეგიას). თამაშის ამოხსნა ნიშნავს მოიძებნოს თამაშის მნიშვნელობა $V^* = \max_X \min_j V^j$ და პირველი მოთამაშის შერეული სტრატეგია X , რომელზეც მიიღწევა მაქსიმუმი. m - განზომილებიანი ევკლიდური სივრციდან წერტილებით $X = (x_1, x_2, \dots, x_m)$ ხდება გადასვლა $m+1$ განზომილებიან სივრცეზე წერტილებით $(X, V) = (x_1, x_2, \dots, x_m, V)$. ამ სივრცეში ტოლობები $V^j = (X, b_j)$ წარმოადგენენ კოორდინატთა სათავეზე გამავალ m განზომილებიან ჰიპერსიბრტყეებს და ამავე დროს წრფივ ფუნქციურ დამოკიდებულებას V ორდინატსა და x_i არგუმენტებს შორის. ამ ფუნქციების მნიშვნელობები გვაინტერესებს მხოლოდ ფუნდამენტური სიმპლექსის წერტილებზე. ამრიგად, ჩვენთვის საძიებო წერტილი მდებარეობს ფუნდამენტური სიმპლექსის შესაბამის $H^0 = \{\sum_{i=1}^m x_i = 1\}$ სიბრტყეზე, უფრო ზუსტად, $\min_j (b_j, X)$ -ის შესაბამისი წერტილები წარმოადგენენ ჩაზნექილი მრავალწახნაგას ქვედა მომვლეს, რომელსაც გააჩნია ჩვენთვის საინტერესო ექსტრემუმის წერტილი. შემდეგში ხდება კაჩმაჟის იდეის განზოგადება ისე, რომ საძიებნი კუთხური წერტილი მდებარეობდეს H_0 ჰიპერსიბრტყეზე. იტერაციული პროცესის ყოველ ბიჯზე გავდივართ მომვლების მომდევნო წერტილზე V ცვლადის უფრო მეტი მნიშვნელობით. V სიდიდის მნიშვნელობათა მიმდევრობა ზრდადია და ზემოდან შემოსაზღვრული, ამიტომ იგი კრებადია.

წარმოდგენილი იტერაციული პროცესისთვის შედგენილია პროგრამა მატლაბის გარემოში და აპრობირებულია მაგალითებზე. დაგეგმილია პროცესის მოსინჯვა დიდი ზომის მაგალითებზე. **გამოსაქვეყნებლად მზადდება შედეგების ამსახველი სტატია.**

ოპტიმიზაციის ამოცანების ერთი კლასისათვის შესწავლილია პირობითი ექსტრემუმის პოვნის ამოცანა. განხილულია დადებითი, რაციონალური და მთელი რიცხვების ნამრავლის მაქსიმიზაციის საკითხი, როდესაც მათი ჯამი ცნობილია. დამუშავებულია აგებული ალგორითმის პროგრამული უზრუნველყოფა. მიღებული შედეგები გამოიყენება რესურსების განაწილების ამოცანებში. **მიღებული შედეგებს მიეძღვნა სტატია (იხ. გამოსაქვეყნებლად გადაცემული ნაშრომები [2]) და მოხსენება (8.1 [3]).**

ამოცანა 2.2. კომპიუტერული ტომოგრაფიის ამოცანის მიახლოებითი ამოხსნის ახალი წრფივი სპლაინური ცენტრალური ალგორითმი.

ამ თემასთან დაკავშირებით დასრულებულია წინა წელს დაწყებული კვლევა. განხილულია ჰილბერტის H და M სივრცეებს შორის მოქმედი სინგულარული დაშლის მქონე A ოპერატორი. არაკორექტული $Au = f$ განტოლებისათვის იძებნება მისი ამონახსნი მური-პენროუზის აზრით, რომელიც აკმაყოფილებს $A^*Au = A^*f$ განტოლებას, სადაც A^* არის A ოპერატორის შეუღლებული ჰილბერტის სივრცეში. ეს განტოლება გადაგვაქვს n -ურ ორბიტათა სპეციალურ $D((A^*A)^{-n})$, $n \in N_0$ (N_0 არის არაუარყოფით მთელ რიცხვთა სიმრავლე) სივრცეში, რომელიც აღჭურვილია სპეციალური ნორმით. მარჯვენა მხარეზე დადებული არაადაპტური ინფორმაციისათვის აგებულია წრფივი სპლაინური ალგორითმი. განხილულ ნორმათა სპეციფიურობა იმაში მდგომარეობს, რომ მიახლოებითი ამონახსნები წარმოადგენენ წაკვეთილ სინგულარულ გაშლებს და არ არიან დამოკიდებული n -ზე. $n = 0$ შემთხვევაში ორბიტათა განხილული სივრცე ემთხვევა გამოსავალ H სივრცეს და ჩვენი შედეგების გამოყენება შესაძლებელია ამ სივრცეში. მოცემული გვაქვს მიღებული შედეგების გამოყენება კომპიუტერული ტომოგრაფიის ამოცანისათვის, ან რაც იგივეა, რადონის გარდაქმნის შებრუნებისათვის, რისთვისაც გამოყენებული გვაქვს ა. ლოუსის სინგულარული გაშლის ფორმულა. **მიღებული შედეგები ასახულია სტატიაში (იხ. გამოსაქვეყნებლად გადაცემული ნაშრომები [3]).**

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

2020 წელს ჩატარებული კვლევის თემაა ჰარმონიული ოსცილატორის შებრუნებულის გამოთვლა ორბიტების სივრცეში. განხილულია ჰილბერტის სივრცეში წრფივი სიმეტრიული დადებითად განსაზღვრული დისკრეტულ სპექტრიანი და მკვრივი ანასახის მქონე A ოპერატორის შემცველი $Au = f$ განტოლება. ეს განტოლება გადატანილია სასრულო ორბიტების ჰილბერტის $D(A^n)$ სივრცეში და ყველა ორბიტების ფრემს $D(A^=)$ სივრცეში, რომელიც წარმოადგენს სივრცეთა $\{D(A^n)\}$ მიმდევრობის პროექციულ ზღვარს. ამ სივრცეებში შებრუნებული ოპერატორის მიახლოებისათვის აგებულია წრფივი სპლაინური ცენტრალური ალგორითმი. განხილულია მიახლოებითი ამონახსნების ზუსტი ამონახსნისაკენ კრებადობის და ცდომილების შეფასების საკითხი. მიღებული შედეგები გამოყენებულია კვანტური ჰარმონიული ოსცილატორისათვის სასრულო ორბიტების ჰილბერტის $D(A^n)$ სივრცეში და ყველა ორბიტების ფრემს $D(A^=)$ სივრცეში, რომელიც ემთხვევა შვარცის სწრაფად კლებად ფუნქციათა სივრცეს. მოცემულია აგრეთვე ამოცანის კვანტურ მექანიკური ინტერპრეტაციები. მიღებული შედეგები გამოყენებულია \mathcal{H} ჰამილტონიანის ორბიტალური \mathcal{H}_n ოპერატორის შემცველი $\mathcal{H}_n \text{orb}_n(\mathcal{H}, \varphi) = \text{orb}_n(\mathcal{H}, f)$ განტოლებისათვის სასრულო ორბიტების $D(\mathcal{H}^n)$ ჰილბერტის სივრცეში და აგრეთვე \mathcal{H} ჰამილტონიანის ორბიტალური ოპერატორის შემცველი $\mathcal{H}^= \text{orb}(\mathcal{H}, \varphi) = \text{orb}(\mathcal{H}, f)$ განტოლებისთვის ფრემს $D(\mathcal{H}^=)$ სივრცეში. ამ

თემასთან დაკავშირებით წარდგენილია გამოსაქვეყნებლად 1 სტატია (იხ. გამოსაქვეყნებლად გადაცემული ნაშრომები [4]); გაკეთდა 1 მოხსენება საქართველოში (8.1 [4]).

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

საანგარიშო წელს განხილულია კერძოწარმოებულებიან კვაზიწრფივ განტოლებათა კონკრეტული კლასები. მოცემული განტოლებებისთვის შესწავლილია კოშის შებრუნებული ამოცანის არაწრფივი ანალოგი. დამტკიცებულია შებრუნებული ამოცანის ამონახსნის არსებობა და ერთადერთობა. ნაჩვენებია შემთხვევები, როცა შებრუნებული ამოცანის ამოხსნა დაიყვანება გურსას მახასიათებელი ამოცანის ამოხსნაზე. წარმოდგენილი მეთოდების ეფექტურობა ნაჩვენებია კონკრეტულ მაგალითებზე. აგებულია რიცხვითი ამოხსნის ალგორითმი, დამტკიცებულია სხვაობიანი სქემის კრებადობა. შედეგების ამსახველი ნაშრომი მომზადების პროცესშია; გაკეთდა 1 მოხსენება საქართველოში (8.1 [5]).

მიმართულება 3

მიმართულება 3 ძირითადად მუშავდება ალბათურ-სტატისტიკური მეთოდების განყოფილებაში, განყოფილების გამგის, ვ. ტარიელაძის ხელმძღვანელობით. შემსრულებლები არიან: ს. ჩობანიანი, 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:

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

განყოფილებაში გრძელდება კვლევები ვექტორული შესაკრებების გადანაცვლებებთან, ნიშნების განლაგებებთან და შესაბამის მაქსიმალური უტოლობებთან დაკავშირებული ამოცანების გარშემო. ამ ამოცანებს მრავალი გამოყენება აქვთ როგორც მათემატიკაში, ასევე სხვადასხვა პრაქტიკულ ამოცანებში.

მიღებულია მაქსიმალური უტოლობები სასრულგანზომილებიანი ვექტორების ჯამების ნორმების მაქსიმუმების შესაფასებლად ნიშნების განლაგებისთვის. გამოყენებულია ალბათური მეთოდი, რაც ასევე გვამღვეს ნიშნების „კარგი“ ერთობლიობების სიმრავლის ალბათურ შეფასებებს. მიღებულია მატრიცული ნორმების ზედა საზღვრები ორთოგონალური მატრიცებისთვის. მიღებული უტოლობები, ჩობანიანის ცნობილი „გადატანის თეორემის“ გამოყენებით, გავრცელებულია ვექტორული შესაკრებების გადანაცვლებებისთვის. ადამარის მატრიცებისთვის ანალოგიური შეფასებები მიიღება როგორც კერძო შემთხვევა. ჩვენი ინტერესი ადამარის მატრიცებისადმი განპირობებულია მათი მრავალმხრივი გამოყენებებით, როგორცაა, მაგალითად სახეთა ამოცნობის, სიგნალის აღდგენის, სატელიტური და ფიჭური გადაცემების, ქიმიური ფიზიკის, კოდირების თეორიის და სხვა ამოცანები. ამ საკითხებთან დაკავშირებით გამოქვეყნდა 1 სტატია (იხ. 7.4 [2]).

საანგარიშო წელს გრძელდებოდა შტაინიცის $St(X) = \sup_{A \subset B_X} \inf_{\pi \in \text{Sym}(n)} \max_{x \in n} \|\sum_{i=1}^x a_{\pi(i)}\|$ და დვორცკი-ჰანანის $ss(X) = \sup_{A \subset B_X} \inf_{\theta_i = \pm 1} \max_{x \in n} \|\sum_{i=1}^x \theta_i a_i\|$ კონსტანტების ურთიერთკავშირის კვლევა, სადაც $\pi \in \text{Sym}(n)$ გადანაცვლებებია, B_X არის X სასრულგანზომილებიანი ნორმირებული სივრცის ერთეულოვანი ბურთი და $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\} \subset B_X, 1 < m < \infty$. ჩვენი კვლევებიდან გამომდინარეობს, რომ $St(X) \leq ss(X)$, რასაც ფართო გამოყენება აქვს გეომეტრიული განსხვავებების (Geometric Discrepancy) თეორიაში, მანქანურ სწავლებაში, სტატისტიკური დასკვნების თეორიაში დიდი ამონარჩევებისთვის და სხვა. მიმდინარეობს შებრუნებული უტოლობის კვლევა, რაც არანაკლებ მნიშვნელოვანია ზემოაღნიშნული

დისციპლინებისთვის. ეს წარმოადგენს ძველ, ღია პრობლემას. დღეისათვის $St(X)/ss(X)$ ფარდობის შემოსაზღვრულობაც კი არ არის ცნობილი. ამ საკითხებზე ჩატარდა 2 სასემინარო მოხსენება აშშ-ში (იხ. მივლინებები [2]); შესაბამისი ნაშრომი მომზადების პროცესშია.

განყოფილებაში დამუშავებული მეთოდები გამოყენებულია ანალიზის ისეთ კლასიკურ ამოცანაში, როგორცაა დირიხლეს მწკრივების უნივერსალობა. განვითარებულია ახალი მიდგომა, კერძოდ, დირიხლეს ნიშნებიანი მწკრივებისთვის შემოღებულია ახალი ცნება - „ლოკალურად უნივერსალურობა“. დამტკიცებულია, რომ $\frac{1}{2} < Re z < 1$ კრიტიკულ ზოლში განსაზღვრული ნებისმიერი ჰოლომორფული ფუნქცია (კერძოდ, მაგალითად რიმანის ძეტა ფუნქცია) არის გადანაცვლებული დირიხლეს ნიშნებიანი მწკრივის ჯამი კომპაქტზე თანაბარი კრებადობის ტოპოლოგიაში. ამავე დროს ასეთი ნიშნების სიმრავლე სრული ზომისაა, რაც განპირობებულია დირიხლე-რადემახერის მწკრივის თითქმის ყველგან კრებადობით გარკვეულ ბერგმანის სივრცეში. ანალოგიური თეორემა სამართლიანია მარტივი რიცხვების ხარისხოვანი მწკრივისთვისაც. შედეგები ასახულია (გამოსაქვეყნებლად გადაცემული ნაშრომი [5]; მოხსენება საქართველოში (8.1 [6])).

იგივე ამოცანა $0 < Re z \leq \frac{1}{2}$ კრიტიკულ ზოლში მოითხოვს განსხვავებულ მიდგომას. ამ შემთხვევაში ჰოლომორფული ფუნქციების სივრცეს განვიხილავთ როგორც ბირთვულ ფრეშეს სივრცეს, სადაც ჯ. ბეკის 2017 წლის ერთ მნიშვნელოვან შედეგზე დაყრდნობით, ვამტკიცებთ ბირთვული სივრცეების დამახასიათებელ ასევე მნიშვნელოვან შედეგს, კერძოდ ბანაშჩიკის ერთ ჰიპოთეზას. დამტკიცებულია, რომ ლოკალურად უნივერსალურობის თეორემა ამ შემთხვევაშიც სამართლიანია როგორც დირიხლეს მწკრივისთვის, ასევე მარტივი რიცხვების ხარისხოვანი მწკრივისთვისაც. უნდა აღინიშნოს, რომ „კარგი“ ნიშნების სიმრავლე აღარ არის სრული ზომის, თუმცა ყველგან მკვრივია მეტრიზებად სიმრავლეში $\{-1,1\}^{\mathbb{N}}$. მომზადებულია ამ შედეგების ამსახველი სტატია (იხ. მომზადებული ნაშრომები [5]).

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

შესწავლილია ერთგანზომილებიანი ვინერის პროცესის ბანახის სივრცეში მნიშვნელობების მქონე ფუნქციონალის იტოს სტოქასტური ინტეგრალით წარმოდგენადობის ამოცანა ზოგად შემთხვევაში. სუსტი მეორე რიგის ფუნქციონალისთვის ნაპოვნია ინტეგრანდი, როგორც განზოგადოებული შემთხვევითი პროცესი; განზოგადოებულია შირიაევის შედეგი ერთგანზომილებიანი შემთხვევისთვის და მიღებული შედეგის ანალოგი დამტკიცებულია ბანახის სივრცის შემთხვევაში. ამ საკითხებთან დაკავშირებით გამოქვეყნებულია სტატია (იხ. 7.4 [9]).

განხილულია ინტეგრალური ტიპის ერთგანზომილებიანი ვინერის ფუნქციონალი და მიღებულია მისი სტოქასტური ინტეგრალის სახით წარმოდგენა. ინტეგრანდი მიღებულია კლარკ-ოკონეს ტიპის ფორმულის მეშვეობით. ამ საკითხებთან დაკავშირებით გამოქვეყნებულია სტატია (იხ. 7.4 [10]).

საანგარიშო წელს გრძელდებოდა განყოფილების ტრადიციული თემის, ალბათური განაწილებები ვექტორულ სივრცეებში, დამუშავება. შესწავლილია ბანახის სეპარაბელურ სივრცეში მნიშვნელობების მქონე სუბგაუსის შემთხვევითი ელემენტის თვისებები. განხილულია სუსტად სუბგაუსის, T -სუბგაუსის და F -სუბგაუსის შემთხვევითი ელემენტები. მიღებულია სუბგაუსობის აუცილებელი და საკმარისი პირობები როგორც ინდუცირებული ოპერატორის, ასევე გაუსის სტანდარტის კვადრატების მწკრივის კრებადობის ტერმინებში. ამ საკითხებთან დაკავშირებით გამოქვეყნდა 1 სტატია (იხ. 7.4 [3]).

საანგარიშო წელს გრძელდებოდა ადამარის მატრიცების კვლევა. განვითარებულია განსხვავებული მიდგომა მათ გამოსაკვლევად. შემოღებულია ერთი ფუნქციონალი, შესწავლილია მისი ზოგიერთი თვისება და ნაპოვნია მისი ექსტრემუმი. ადამარის მატრიცის სტრიქონების გადანაცვლებებთან დაკავშირებით ჩამოყალიბებულია ერთი ჰიპოთეზა. ამ შედეგებთან დაკავშირებით (იხ. იბეჭდება ნაშრომები [2]; მოხსენებები (8.1 [7], 8.2 [1]).

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 გამოკვლევაც 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. ამ შედეგებთან დაკავშირებით (იხ. გამოსაქვეყნებლად გადაცემული ნაშრომები [6]; მოხსენება საქართველოში (8.1 [8]). იხილეთ აგრეთვე თავი: „თანამშრომლობა სხვა ორგანიზაციებთან“, ქვეთავი „თანამშრომლობა ა(ა)იპ - სასწავლო-კვლევით სამეცნიერო ცენტრთან“.

განყოფილებაში გრძელდება ტოპოლოგიური ჯგუფების კვლევა. მოძებნილია პირობები აბელის ტოპოლოგიური ჯგუფის ქვეჯგუფზე და ფაქტორ-ჯგუფზე, რომელთა შესრულების შემთხვევაში მათი ლოკალურად კვაზი-ამონექილობიდან გამოვა საწყისი ჯგუფის ლოკალურად კვაზი-ამონექილობა (იხ. გამოსაქვეყნებლად გადაცემული ნაშრომი [7]).

მიმართულება 4

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

ინფორმატიკის განყოფილების 2018-2022 ხუთწლიანი გეგმით დასახულია დიდი მოცულობისა და რთული სტრუქტურის მონაცემების დამუშავების პარალელური ალგორითმების აგება, ანალიზი, რეალიზაცია და შესაბამისი პროგრამული უზრუნველყოფის ვერიფიკაცია. მიმდინარეობდა 4 ძირითადი ამოცანის კვლევა:

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

არაზუსტი მონაცემების ადეკვატური წარმოდგენის მიზნით შემოღებულია არამკაფიო ქვესიმრავლის ახალი მახასიათებელი - არამკაფიო ფერი და შესწავლილია მასთან დაკავშირებული ძირითადი რიცხვითი მახასიათებლების თვისებები. ნაჩვენებია, რომ ჰილბერტის სივრცეში არამკაფიო ფერი და მისი კანონიკურად შეუღლებული შეიძლება წარმოდგენილი იყოს არაკომპაქტობადი წრფივი ოპერატორების სახით, რომელთა საკუთრივი მნიშვნელობების ერთობლიობა შეიძლება იყოს როგორც დისკრეტული, ისე უწყვეტი. სპეციალური განხილვის საგანია ფერის ოპერატორის საკუთრივი საინფორმაციო ფუნქციებისათვის ნორმირების, ორთოგონალურობისა და სისრულის საკითხები. აღმოჩნდა, რომ ფერის ოპერატორის საკუთრივი მნიშვნელობების და ე.წ. “შერეული” სპექტრის შემთხვევაში ფუნქციათა სრულ სისტემას ქმნის ორივე სპექტრის საკუთრივი ფუნქციების ერთობლიობა. დადგენილია გადანაცვლებადობის წესები კანონიკურად შეუღლებული ფერების ოპერატორებისათვის. მომზადებულია ამ შედეგების ამსახველი სტატია (იხ. მომზადებული ნაშრომები [7]).

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

ა. სამარსკის რეგულარიზაციის მეთოდის გამოყენებით აგებულია და გამოკვლეულია მაღალი რიგის ფაქტორიზებული სხვაობიანი სქემა მუდმივკოეფიციენტებიანი ჰიპერბოლური ტიპის დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემისათვის შერეული წარმოებულების გარეშე. ეს სქემა მიეკუთვნება ეკონომიური სხვაობიანი სქემების კლასს. მოცემული ალგორითმის კომპიუტერზე რეალიზაციისათვის საჭირო არითმეტიკული ოპერაციების რაოდენობა $O(n)$ რიგისაა, სადაც n ბადის კვანძების რაოდენობაა. დამტკიცებულია სხვაობიანი სქემის მდგრადობა და თანაბარი კრებადობა. განხილულია სხვაობიანი ამოცანის ამოხსნის ამოხსნის ალგორითმი, რომლის რეალიზაციაც ეფექტურად შესაძლებელია პარალელურ გამოთვლით სისტემებზე. **შედეგები ასახულია სტატიაში (იხ. 6.5 [1]).**

მათემატიკის თანამედროვე მეთოდები, მათ შორის ისინიც, რომლებიც არსებითად იყენებს ამოზნექილი სიმრავლეების თვისებებს, მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ეკონომიკის ბევრი ამოცანის მათემატიკური მოდელების აგების პროცესში. ეს გამოწვეულია იმით, რომ ევკლიდეს სივრცის მნიშვნელოვანი სტრუქტურული თვისებები, რომელთა საშუალებითაც აგებენ ეკონომიკის მათემატიკურ მოდელებს, ხშირად მჭიდროდ არის დაკავშირებული ამოზნექილი სიმრავლეების ტოპოლოგიურ თვისებებთან. ნაჩვენებია, რომ ეკონომიკის უმარტივესი მათემატიკური მოდელების შესწავლაც კი მოითხოვს მათემატიკის ფუნდამენტური ცნებების გამოყენებას. ამ მიზნით განხილულია ერთი ეკონომიკური ამოცანა, კერძოდ, ადამიანური რესურსების ოპტიმალურად განაწილების ამოცანა, რომლის მაგალითზე ნაჩვენებია, თუ როგორ შეიძლება იქნეს გამოყენებული ამოზნექილი სიმრავლეების თვისებები. **შედეგები ასახულია სტატიაში (იხ. 6.5 [2]).**

გამოკვლეულია არალოკალური საკონტაქტო ამოცანა სითბოგამტარებლობის განტოლებებისათვის როგორც მუდმივი, ისე ცვლადი კოეფიციენტების შემთხვევაში. მუდმივი კოეფიციენტების შემთხვევაში გამოიყენება ცვლადების განცალკევების მეთოდი (ფურიეს მეთოდი). დამტკიცებულია ამ ამოცანების რეგულარული ამონახსნის არსებობა და ერთადერთობა. ცვლადი კოეფიციენტების შემთხვევაში აგებულია იტერაციული პროცედურა, რომლის საშუალებითაც საწყისი ამოცანის ამოხსნა დაიყვანება კლასიკური საწყის-სასაზღვრო ამოცანების მიმდევრობის ამოხსნამდე. **შედეგებს მიეძღვნა სტატია და მოხსენება უცხოეთში (იხ. 7.4 [4], 8.2 [2]).**

რთული საინჟინრო სისტემების ფუნქციონირება დამოკიდებულია სხვადასხვა ფიზიკურ პროცესებზე, მათ შორისაა თერმული, ელექტრო, ჰიდროდინამიკური, მექანიკური, ელექტრომაგნიტური და ა.შ. საინჟინრო სისტემის ელემენტების პარამეტრები და იგივე პროცესები არის სტოქასტური, რაც გამომდინარეობს როგორც ელემენტების პარამეტრების სტოქასტური ხასიათიდან, ისე გარემოსა და გარე პარამეტრების შემთხვევითი ხასიათიდან. შემუშავებული სტოქასტიკური საინჟინრო სისტემების მათემატიკური მოდელირება ემყარება საინჟინრო სისტემის უნივერსალურ სტრუქტურულ კონცეპტუალურ მოდელს, რომელიც წარმოდგენილია მიმართული გრაფის სახით, რომელიც ასახავს საინჟინრო სისტემის სტრუქტურას და მოდელირებულ ფიზიკურ პროცესებს. ნაშრომი შემოთავაზებული მეთოდი დაფუძნებულია განზოგადებული ნორმალური ამოხსნის ცნებაზე, ფსევდომებრუნებულ მატრიცულ და განზოგადებულ შებრუნებულ მატრიცულ მეთოდზე, რომელიც საშუალებას იძლევა ჩაწერილ იქნეს განტოლება სტატისტიკური მახასიათებლებისათვის. **იბეჭდება შედეგების ამსახველი სტატია (იხ. იბეჭდება ნაშრომები [2]).**

ამოცანა 4.3. დიდი მოცულობის მონაცემების დასამუშავებლად პარალელური თვლის ალგორითმების აგება,

დამუშავება და შესაბამისი პროგრამული უზრუნველყოფის ვერიფიკაცია.

განყოფილებაში გრძელდება მუშაობა პარალელური მონაცემების გამოყენების სხვადასხვა მიმართულებით. ერთ-ერთი გამოყენება შესაძლოა იყოს მიწისძვრის პროგნოზის გაუმჯობესება. ამისათვის საჭიროა მოძიებული იქნეს მიწისძვრის სხვადასხვა წინამორბედების მონაცემების დიდი ბაზა და პარალელური მონაცემების ალგორითმის საშუალებით გამოიყოს ისეთი წყვილები (სამეულები და ა.შ.) რომლებიც ერთობლიობაში იძლევიან ბევრად უკეთეს პროგნოზს ვიდრე ყველა ცალკე არსებული პროგნოზი. **შედეგები ასახულია სტატიაში (იხ. 7.4 [5]).**

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

აფრიკა მსოფლიოს იმ კონტინენტების რიცხვს ეკუთვნის, რომლებზეც ყველაზე მეტად არის გავრცელებული შიდსის დაავადება. ჯანდაცვის ერთ-ერთ მთვარ ამოცანას, ამ ქვეყნებში, მისი პრევენცია და მკურნალობა წარმოადგენს. კვლევის მიზანი იყო ინფორმაციული ტექნოლოგიების პოტენციალის შესწავლა ჯანდაცვის მართვის პრობლემებისთვის საპარის სამხრეთით მდებარე მალავის რესპუბლიკაში. გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემებისა (გის) და ონლაინ რეჟიმში მონაცემთა ანალიტიკური დამუშავების (OLAP) მეთოდების გამოყენების საფუძველზე მიღწეულია შემდეგი შედეგები: შიდსის გავრცელების სიმკვრივის გადატანა რუკაზე, შიდსის გავრცელების ტენდენციების მონიტორინგი, შიდსის ტესტირების სამსახურების მონიტორინგი და ჯანდაცვის სხვადასხვა რესურსების განთავსებისა და ეფექტურობის შეფასება. კვლევები განხორციელდა სამაგისტრო კვლევების ფარგლებში შავი ზღვის საერთაშორისო უნივერსიტეტში. მონაცემები მოწოდებული იქნა მალავის რესპუბლიკის ჯანდაცვის სამინისტროს დემოგრაფიული და ჯანმრთელობის პროგრამის მიერ. **იხილეთ შედეგების ამსახველი სტატია (იხ. იხილეთ ნაშრომები [3]).**

გამოქვეყნდა სახელმძღვანელო „დიდი მონაცემების ანალიტიკა“ (იხ. 6.2 [1]), რომელშიც განხილულია საინფორმაციო სისტემებში გამოყენებული დიდი მონაცემების ანალიზის, მეთოდებისა და ალგორითმების, პლატფორმების, ფრეიმვორქებისა და ბიბლიოთეკების პრაქტიკული გამოყენების საკითხები. სახელმძღვანელო გამიზნულია ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების სპეციალობის სტუდენტების, მაგისტრანტებისა და დოქტორანტებისთვის.

განყოფილებაში მიმდინარეობს კვლევა სხვადასხვა ამოცანის მათემატიკური მოდელების პროცესში ალბათურ-სტატისტიკური მეთოდების გამოყენების მიმართულებით.

გამოკვლეულია ისეთი მნიშვნელოვანი პრაქტიკული ამოცანები, როგორცაა:

- კომპიუტერული ტექნოლოგიების დამუშავება ბუნებრივი წყლის ობიექტების ეკოლოგიური მდგომარეობის კონტროლისა და მართვისთვის. **შედეგები ასახულია სტატიაში (იხ. 7.4 [6]).**
- საქართველოს კიბოს რეესტრის 2015-2016 წწ-ის მონაცემთა სტატისტიკური დამუშავების გზით განხორციელდა საქართველოს დასახლებული პუნქტების კლასტერიზაცია (დაჯგუფება) კიბოს დაავადების გავრცელების ინტენსივობის მიხედვით ქვეყანაში არსებული რესურსების და საშუალებების პრიორიტეტული განაწილებისა და დაავადებულთა საერთო რაოდენობის შემცირებისა და მკურნალობის ხარისხის ამაღლების მიზნით. **შედეგები ასახულია სტატიაში (იხ. 7.4 [7]).**

განხილულია მარტივი ძირითადი ჰიპოთეზის შემოწმების ამოცანა რთულ ალტერნატივთან მიმართებაში, როდესაც საჭიროა ალტერნატიულ ჰიპოთეზასთან დაკავშირებით არა მარტო გადაწყვეტილების მიღება, არამედ, აგრეთვე, პარამეტრის მნიშვნელობებს შორის განსხვავებების მიმართულების გარკვევა, რომელიც განპირობებულია ძირითადი და ალტერნატიული ჰიპოთეზებით, ანუ მნიშვნელოვანია გადაწყვეტილების

მიღება პარამეტრი ასწრებს თუ ჩამორჩება ძირითადი ჰიპოთეზით განსაზღვრულ მნიშვნელობას. ასეთი პრობლემა აქტუალურია, მაგალითად, მიკროარეების მონაცემთა ანალიზისას, გამოსახულებათა ანალიზისას, ბიოლოგიურ გამოყენებებში და გენეტიკურ კვლევებში. ამ ამოცანასთან დაკავშირებით განხილულია პირობითი ბაიესის მეთოდის (ჰბმ (CBM)) გამოყენებები ასიმეტრიული ჰიპოთეზების შემოწმებისათვის და მრავლობითი ჰიპოთეზების ტესტირებისათვის. **შედეგები ასახულია სტატიაში და 2 მოხსენებაში (იხ. 7.4 [8], 8.2 [3, 4]).**

განხილულია მრავალგანზომილებიანი შემთხვევითი მწკრივის მოდელირების ამოცანა კომპიუტერის დახმარებით, რომელიც ფართოდ გამოიყენება მრავალი გამოყენებითი ამოცანის გასაწყვეტად. მოცემულია დამოკიდებულება, რომელიც განსაზღვრავს შესაბამისი მწკრივის საჭირო სიზუსტით მოდელირებისათვის საჭირო დაკვირვებების რაოდენობას, რომლითაც განისაზღვრება მოდელირებისათვის საჭირო კოვარიაციული მატრიცები. **შედეგები ასახულია მოხსენებაში (იხ. 8.1 [9]).**

განხილულია არაწრფივი რეგრესიული დამოკიდებულებების იდენტიფიკაციის ზოგადი წესი, რომელიც აგრეთვე მიზნად ისახავს 2 ძირითადი სირთულის დაძლევას: პრობლემის არაწრფივობას და მრავალგანზომილებიანობას. დამუშავებულია უცნობი რეგრესიის პარამეტრების შემცველი ინტერვალების განსაზღვრის უნივერსალური ალგორითმი. **შედეგები ასახულია მოხსენებაში (იხ. 8.1 [10]).**

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	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	ალბათური მეთოდების გამოყენება დისკრეტული ოპტიმიზაციის და განრიგების თეორიის ამოცანებში/ ზუსტი და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებები/ მათემატიკა. DI-18-1429	2018 -2021	ნ. ვახანია (ხელმძღვანელი, მექსიკა), ვ. ტარიელაძე (თანახელმძღვანელი). შემსრულებლები: ბ. მამფორია, ზ. სანიკიძე, ვ. ბერიკაშვილი, ა. ჩახვაძე

გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2020 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)
 საანგარიშო 2020 წელს მიმდინარეობდა მუშაობა პროექტის გეგმა-გრაფიკით განსაზღვრულ განრიგების თეორიის სხვადასხვა ამოცანებზე. გარკვეული ყურადღება დაეთმო შემთხვევას, როცა პროცესორის მიერ დავალებათა შესრულების დროები შემთხვევითი სიდიდეა. ამ დროს, გაუსის კანონით განაწილებულმა შემთხვევითმა სიდიდემ შეიძლება მიიღოს რაგინდ დიდი აბსოლუტური სიდიდის მქონე უარყოფითი მნიშვნელობა, რამაც შეიძლება მოგვცეს დავალების შესრულების დროის უარყოფითი მნიშვნელობა. ამ

პრობლემის დასაძლევად შერჩეულ იქნა სიმეტრიულად წაკვეთილი ნორმალურად განაწილებული შემთხვევითი სიდიდეები, რითაც, ამოცანის შინაარსიდან გამომდინარე, წაკვეთის დონის შერჩევით, გამოირიცხება დავალების შესრულების დროის უარყოფითობა და შესაძლებელი ხდება მათემატიკური მოდელის რეალურ სიტუაციასთან უფრო დაახლოება, ხოლო არსი კი არ იცვლება.

აგრეთვე, ჩამოყალიბებული და დამტკიცებულია თეორემები, სადაც ნაჩვენებია საუკეთესო განრიგების შერჩევის შესაძლებლობა შესაბამისი ამოცანის ოპტიმალური ამონახსნების სიმრავლისა და რაოდენობის განსაზღვრის პირობებში.

პროექტის მონაწილეთა მიერ 2020 წლის განმავლობაში რეფერირებად ჟურნალებში გამოქვეყნდა 2 სტატია (იხ. 6.5, [3], 7.4 [11]), გაკეთდა 2 მოხსენება (იხ. 8.1. [11, 12]).

6. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

6.2. სახელმძღვანელოები

№	ავტორი/ავტორები	სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	ბ. მეფარიშვილი, ბ. ცერცვაძე, ბ.ჯანელიძე	დიდი მონაცემების ანალიტიკა, ISBN: 9941821615	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2020 წ.	244
ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)				
1. სახელმძღვანელოში წარმოდგენილია საინფორმაციო სისტემებში გამოყენებული დიდი მონაცემების ანალიზის, მეთოდებისა და ალგორითმების, პლატფორმების, ფრეიმვორქებისა და ბიბლიოთეკების პრაქტიკული გამოყენების საკითხები. სახელმძღვანელო სასარგებლო სამსახურს გაუწევს ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების სპეციალობის სტუდენტებს, მაგისტრანტებს და დოქტორანტებს დიდ მონაცემთა მართვის საფუძვლების შესწავლაში.				

6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათა-ური, ISSN	ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	H. Meladze, T. Davitashvili	The Scheme of Increased Order of Precision for System of Differential Equations of Hyperbolic Type with Constant Coefficients without Mixed Derivatives,	Tskhum-Abkhazian Academy of Sciences, Proceedings,	Tbilisi, Georgia	6

		ISSN: 2233-3363	2020, vol. XIX-XX.		
2	თ. დავითაშვილი, 3. მელაძე	ამოხსნეილი სიმრავლეები და ეკონომიკური ამოცანების მათემატიკური მოდელები (ადამიანური რესურსების ოპტიმალური განაწილება). ISSN 2298-0938	სამეცნიერო-პოპულარული ჟურნალი „მათემატიკა“ #6, გვ.12-19, 2020	თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემლობა	8
3	B. Mamporia, Z. Sanikidze, N. Vakhania	On Number of Optimal Solutions in some Scheduling Problems, ISSN 1512-0082	Bulletin of TICMI, vol. 24, No. 1, 2020, pp. 13-25	Georgia, TSU, Tbilisi University Press	13

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1. ნაშრომში ა. სამარსკის რეგულარიზაციის მეთოდის გამოყენებით აგებულია და გამოკვლეულია მაღალი რიგის ფაქტორიზებული სხვაობიანი სქემა მუდმივკოეფიციენტებიანი ჰიპერბოლური ტიპის დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემისათვის შერეული წარმოებულების გარეშე. დამტკიცებულია სხვაობიანი სქემის მდგრადობა და თანაბარი კრებადობა. განხილულია სხვაობიანი ამოცანის ამოხსნის ამოხსნის ალგორითმი, რომელიც ეფექტურია პარალელური გამოთვლებისთვის.

2. სტატიაში ნაჩვენებია, რომ ეკონომიკის უმარტივესი მათემატიკური მოდელების შესწავლაც კი მოითხოვს მათემატიკის ფუნდამენტური ცნებების გამოყენებას. ამ მიზნით ავტორები განიხილავენ ერთ ეკონომიკურ ამოცანას. კერძოდ, ადამიანური რესურსების ოპტიმალურად განაწილების ამოცანის მაგალითზე ნაჩვენებია თუ როგორ შეიძლება იქნეს გამოვყენებული ამოხსნეილი სიმრავლეების თვისებები ამ ტიპის ამოცანების ამოსახსნელად.

3. ნაშრომში განხილულია განრიგების თეორიის ამოცანებში ოპტიმალური ამონახსნების რაოდენობის დადგენასთან და შესაბამისი ოპტიმალური განრიგების წარმოდგენასთან, აგრეთვე, სრული ოპტიმალური დასრულების დროის სიდიდის განსაზღვრასთან დაკავშირებული საკითხები. განხორციელებულია ალბათობის გამოთვლა იმ ხდომილებისა, რომ შესაძლო დასაშვები განრიგებიდან შემთხვევით აღებული განრიგება არის ოპტიმალური. აღნიშნული პრობლემატიკა შესწავლილია შემთხვევებისათვის, როცა

ა) განრიგების ამოცანებში დავალებათა შესრულების დაწყების შესაძლო დრო არის იდენტური ყველა დავალებისთვის;

ბ) დავალებათა შესრულების შესაძლო დაწყების დროთა სიმრავლე ორ ელემენტია და შესრულებული დავალების მომხმარებელამდე მიწოდების დროთა ხანგრძლივობაც წარმოადგენს ორ ელემენტს სიმრავლეს.

7. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

7.4. სტატიები

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო	ჟურნალის/ კრებულის	გამოცემის ადგილი,	გვერდების რაოდენობა
---	---------------------	--	-----------------------	----------------------	------------------------

		კოდი DOI ან ISSN	დასახელება და ნომერი/ტომი	გამომცემლობა	
1	M. Zakradze, M. Kublashvili, N. Koblishvili, A. Chakhvadze	The method of probabilistic solution for determination of electric and thermal stationary fields in conic and prismatic domains. ISSN 2346-8092	Transactions of A. Razmadze Mathematical Institute Vol.174(2020), issue 2, 235-246”	Copyright © 2020 Ivane Javakhishvili Tbilisi State University. Production and hosting by Elsevier B.V.	12
2	G. Giorgobiani, V. Kvaratskhelia	Maximal inequalities and their applications to orthogonal and Hadamard matrices. DOI 10.1007/s10998-020-00314-5.	Periodica Math. Hungarica (2020) 81:88-97.	Springer	9
3	G. Giorgobiani, V. Kvaratskhelia, V. Tarieladze	Notes on Sub-Gaussian Random Elements. doi.org/10.1007/978-3-030-56356-1_11	In: Jaiani G., Natroshvili D. (eds) Applications of Mathematics and Informatics in Natural Sciences and Engineering. AMINSE 2019. Springer Proceedings in Mathematics & Statistics, vol 334. p. 197 – 203, (2020) Springer, Cham.	Springer	7
4	Г. Меладзе, Т. Давиташвили	Нелокальные контактные задачи для одномерных уравнений теплопроводности, ISBN 978-966-641-797-1	Proceedings of the XII International Scientific-Practical Conference, May 26-29, 2020	Ukraine, Vinnytsia, VNTU	3
5	Z. Gasitashvili , M.Pkhovelishvili, N. Archvadze	Prediction of events means of data parallelism, DOI:10.1109/MACISE.2019.00013	Proceedings, Conference - Mathematics and Computers in Science and Engineering, MACISE, 2019, 8944725	Madrid, Spain	4
6	K.J. Kachiashvili	Information Technologies for Control and Management of Environmental Water Quality. ISSN: 2581-3226	Acta Scientific Microbiology, (2020) 3(11)	<i>Acta Scientific</i> IF = 1.125	6
7	K.J. Kachiashvili , J.K. Kachiashvili	Indexes for Classification of Populations According to the Intensity of Cancer Diseases. ACRCI. MS. ID..000543. DOI: 10.33552/ACRCI.2020.02.000543	Advances in Cancer Research & Clinical Imaging, (2020) 2(4)	Ris Publishers	6

8	K.J. Kachiashvili , J.K. Kachiashvili, I.A. Prangishvili	CBM for Testing Multiple Hypotheses with Directional Alternatives in Sequential Experiments. DOI: 10.1080/07474946.2020.1727166	(2020) Sequential Analysis, 39(1)	Taylor & Francis IF = 0.567	7
9	B. Mamporia, O. Purtukhia	Banach space valued functionals of the Wiener process. ISSN 2346-8092	Transactions of A. Razmadze Mathematical Institute, 174, pp. 207-216 (2020)	Copyright © 2020 Ivane Javakhishvili Tbilisi State University. Production and hosting by Elsevier B.V.	11
10	B. Mamporia, O. Purtukhia	On the Clark-Ocone Type Formula for Integral Type Wiener Functional. ISBN 978-9943-18-262-2	Abstracts of communications of the Conference “Modern stochastic models and problems of actuarial mathematics”. Karshi, Uzbekistan, pp. 42-44 (2020).	Publishing house Nasaf. Karshi State University, Uzbekistan	3
11	N. Vakhania, B. Mamporia.	Fast Algorithms for Basic Supply Chain Scheduling Problems. doi.org/10.3390/math8111919	Mathematics 2020, 8(11), 1919	MDPI, Basel, Switzerland	19

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1. ელექტრული და თერმული სტაციონარული ველების განსაზღვრისათვის განხილულია დირიხლეს ჩვეულებრივი და განზოგადებული ჰარმონიული ამოცანები. ტერმინ "განზოგადებული" ქვეშ იგულისხმება, რომ სასაზღვრო ფუნქციას ამოცანის საზღვარზე აქვს პირველი გვარის წყვეტის წირთა სასრული რაოდენობა. სასაზღვრო ამოცანების რიცხვითი ამოხსნისათვის გამოყენებულია ალბათური ამოხსნის მეთოდი, რომელიც თავის მხრივ გულისხმობს ვინერის პროცესის მოდელირებას. შემოთავაზებული ალგორითმი არ მოითხოვს სასაზღვრო ფუნქციის აპროქსიმაციას, რომელიც არის ძირითადი მისი მნიშვნელოვანი თვისებებიდან. მეთოდის ეფექტურობის და სიმარტივის საილუსტრაციოდ განხილულია ოთხი რიცხვითი მაგალითი ელექტრული და თერმული ველების განსაზღვრაზე. არეების როლში აღებულია: სასრული მართი წრიული სრული და წაკვეთილი კონუსები; მართკუთხა პარალელეპიპედი. ჩატარებული რიცხვითი ექსპერიმენტების შედეგებმა გვიჩვენა, რომ შემოთავაზებული ალგორითმი ხასიათდება სიზუსტით, რომელიც მისაღებია პრაქტიკულ ამოცანათა ფართო სპექტრისთვის.

2. მიღებულია მაქსიმალური უტოლობები ნიშნებიანი ვექტორული შესაკრებებისთვის. „გადატანის“ მეთოდის გამოყენებით, შესაბამისი უტოლობები აგრეთვე მიღებულია გადანაცვლებებისთვის. მოცემულია გამოყენებები ორთოგონალური და ადამარის მატრიცებისთვის.

3. შესწავლილია ჰილბერტის სეპარაბელურ სივრცეში მნიშვნელობების მქონე სუბგაუსის შემთხვევითი ელემენტის თვისებები. კერძოდ, მიღებული იქნა შემდეგი შედეგები:

- ვთქვათ, ξ არის სუსტად სუბგაუსის შემთხვევითი ელემენტი მნიშვნელობებით X ბანახის სივრცეში. თუ ξ არის T -სუბგაუსის შემთხვევითი ელემენტი, მაშინ ინდუცირებული ოპერატორი $T_\xi: X^* \rightarrow SG(\Omega)$ არის

2-აბსოლუტურად შემკრები. შებრუნებული დებულებაც სწორია, თუ X არის ტიპი 2-ის მქონე რეფლექსური ბანახის სივრცე;

- ჰილბერტის სეპარაბელურ H სივრცეში ξ შემთხვევითი ელემენტი არის T -სუბგაუსის შემთხვევითი ელემენტი მაშინ და მხოლოდ მაშინ, როცა H -ის ყველი (e_n) ორთონორმირებული ბაზისისათვის სრულდება პირობა: $\sum_{n=1}^{\infty} \tau^2((e_n, \xi)) < \infty$,
- ყოველი F -სუბგაუსის შემთხვევითი ელემენტისათვის ინდუცირებული ოპერატორი $T_\xi: X^* \rightarrow SG(\Omega)$ არის 2-აბსოლუტურად შემკრები ოპერატორი;
- ჰილბერტის სეპარაბელურ სივრცეში არსებობს შემოსაზღვრული და სიმეტრიული შემთხვევითი ელემენტი, რომელიც არ არის T -სუბგაუსის;
- ჰილბერტის სეპარაბელურ სივრცეში არსებობს შემოსაზღვრული და სიმეტრიული ξ შემთხვევითი ელემენტი, რომლის შესაბამისი ინდუცირებული ოპერატორი $T_\xi: X^* \rightarrow SG(\Omega)$ არ არის 2-აბსოლუტურად შემკრები;
- ვთქვათ, H არის ჰილბერტის უსასრულოგანზომილებიანი სეპარაბელური სივრცე, (e_n) არის H -ის ორთონორმირებული ბაზისი. მაშინ არსებობს შემოსაზღვრული და სიმეტრიული $\xi: \Omega \rightarrow H$ შემთხვევითი ელემენტი, რომლისთვისაც:
 - (a) $\sum_{n=1}^{\infty} \|(e_n, \xi)\|_{L_p}^2 < \infty$ ყოველი $p \in]0, \infty[$ -სათვის;
 - (b) $\sum_{n=1}^{\infty} \tau^2((e_n, \xi)) = \infty$;
 - (c) ინდუცირებული ოპერატორი $T_\xi: H \rightarrow SG(\Omega)$ არ არის 2-აბსოლუტურად შემკრები.

4. ნაშრომში გამოკვლეულია არალოკალური საკონტაქტო ამოცანა სითბოგამტარებლობის განტოლებებისათვის როგორც მუდმივი, ისე ცვლადი კოეფიციენტების შემთხვევაში. მუდმივი კოეფიციენტების შემთხვევაში გამოიყენება ცვლადების განცალკევების მეთოდი (ფურიეს მეთოდი). დამტკიცებულია ამ ამოცანების რეგულარული ამონახსნის არსებობა და ერთადერთობა. ცვლადი კოეფიციენტების შემთხვევაში აგებულია იტერაციული პროცედურა, რომლის საშუალებითაც საწყისი ამოცანის ამოხსნა დაიყვანება კლასიკური საწყის-სასაზღვრო ამოცანების მიმდევრობის ამოხსნამდე.

5. სტატიაში აღწერილია მიწისძვრის პროგნოზის გასაუმჯობესებლად პარალელური მონაცემების გამოყენების შესაძლებლობა. ამისათვის საჭიროა მოძიებულ იქნეს მიწისძვრის სხვადასხვა წინამორბედებით არსებული მონაცემების დიდი ბაზა და პარალელური მონაცემების ალგორითმის საშუალებით გამოიყოს ისეთი წყვილები (სამეულეები და ა.შ.) რომლებიც ერთობლიობაში იძლევიან ბევრად უკეთეს პროგნოზს, ვიდრე ყველა ცალკე არსებული პროგნოზები.

6. სტატიაში აღწერილია ორიგინალური კომპიუტერული ტექნოლოგიები ბუნებრივი წყლის ობიექტების ეკოლოგიური მდგომარეობის კონტროლისა და მართვისათვის, რომელიც შემუშავებულია ავტორის ხელმძღვანელობითა და უშუალო მონაწილეობით. კერძოდ, მოკლედ აღწერილია მათი მიზანი, შესაძლებლობები და თავისებურებები. ასევე მოკლედ არის მოცემული მათი გამოყენებით გადაჭრილი პრობლემების მოკლე აღწერა.

7. საქართველოს კიბოს რეესტრის 2015-2016 წწ-ის მონაცემთა სტატისტიკური დამუშავების გზით განხორციელდა საქართველოს დასახლებული პუნქტების კლასტერიზაცია (დაჯგუფება) კიბოს დაავადების გავრცელების ინტენსივობის მიხედვით ქვეყანაში არსებული რესურსების და საშუალებების პრიორიტეტული განაწილებისა და დაავადებულთა საერთო რაოდენობის შემცირებისა და მკურნალობის ხარისხის ამაღლების მიზნით. კვლევისათვის გამოყენებული იქნა მათემატიკური სტატისტიკის კლასტერ-ანალიზის

მეთოდები უნივერსალური სტატისტიკური პროგრამული პაკეტის SPSS-ის გამოყენებით. დასახული მიზნის მისაღწევად შემოტანილი იქნა დაავადების ინდექსის ცნება და განისაზღვრა მისი რამდენიმე ვარიანტი. ინდექსების გამოყენებით კვლევის შედეგებმა აჩვენა, რომ მათი საშუალებით შეიძლება ობიექტურად მოვახდინოთ ქვეყნის დასახლებული პუნქტებისა და რეგიონების დაჯგუფება სიმსივნური დაავადების გავრცელების ინტენსიურობის მიხედვით.

8. მარტივი ძირითადი ჰიპოთეზის შემოწმება რთულ ალტერნატივთან მიმართებაში არის კარგად შესწავლილი პრობლემა მრავალ სამეცნიერო შრომაში (Marden, 2000; Anderson, 1982; Wijsman, 1967; Berger and Pericchi, 1996; Kass and Wasserman, 1996; Gomez-Villegas et al., 2009; Duchesne and Francq, 2014; Bedbur et al. 2013). არც ისე დიდი ხნის წინ, მრავალ გამოყენებებში, დაიწყო პრობლემების განხილვა, როდესაც საჭიროა ალტერნატიულ ჰიპოთეზასთან დაკავშირებით არა მარტო გადაწყვეტილების მიღება არამედ, აგრეთვე, პარამეტრის მნიშვნელობებს შორის განსხვავებების მიმართულების გარკვევა, რომელიც განპირობებულია ძირითადი და ალტერნატიული ჰიპოთეზებით, ანუ მნიშვნელოვანია გადაწყვეტილების მიღება პარამეტრი ასწრებს თუ ჩამორჩება ძირითადი ჰიპოთეზით განსაზღვრულ მნიშვნელობას (Kaiser, 1960; Leventhal and Huynh, 1996; Finner, 1999; Jones and Tukey, 2000; Shaffer, 2002; Bansal and Sheng, 2010; Bansal et al., 2016). ასეთი პრობლემა აქტუალურია, მაგალითად, მიკროარეების მონაცემთა ანალიზისას, გამოსახულებათა ანალიზისას, ბიოლოგიურ გამოყენებებში და გენეტიკურ კვლევებში (Bansal and Miescke, 2013; Bansal and Sheng, 2010).

პარამეტრული მოდელებისათვის ეს პრობლემა შეიძლება ასე იქნეს ფორმულირებული:

$$H_0 : \theta = \theta_0 \text{ vs. } H_- : \theta < \theta_0 \text{ or } H_+ : \theta > \theta_0, \quad (1)$$

სადაც θ არის მოდელის პარამეტრი, θ_0 არის ცნობილი. ამ ალტერნატიულებს ეწოდებათ ასიმეტრიული ან მიმართული ალტერნატიულები.

ბევრ გამოყენებაში მრავალი ასიმეტრიული ჰიპოთეზის შემთხვევა არის განხილული, ანუ შესამოწმებელი ჰიპოთეზებს აქვს შემდეგი სახე (Bansal et al., 2016; Bansal and Miescke, 2013; Benjamini and Hochberg, 1995; Finner, 1999; Shaffer, 2002; Kachiashvili et al., 2020):

$$H_i^{(0)} : \theta_i = 0 \text{ vs } H_i^{(-)} : \theta_i < 0 \text{ or } H_i^{(+)} : \theta_i > 0, i = 1, \dots, m. \quad (2)$$

სადაც m არის $\theta_1, \dots, \theta_m$ პარამეტრებთან დაკავშირებით ინდივიდუალური ჰიპოთეზების რაოდენობა, რომლებიც უნდა შემოწმდეს $X = (X_1, \dots, X_m)$ ტესტ-სტატისტიკით, სადაც $X_i \approx f(x_i | \theta_i)$.

მრავალ შემთხვევაში, განსაკუთრებულად ბიო-სამედიცინო გამოკვლევებისას, ჰიპოთეზების რაოდენობა არის ძალზე დიდი (Bansal et al., 2016). დიდი რაოდენობის მრავლობითი ჰიპოთეზების შესამოწმებლად, დასახული მიზნისაგან დამოკიდებულებით, მრავალი სხვადასხვა კრიტერიუმი გამოიყენება. მაგალითად, შედარების ტიპის შეცდომის დონე (შტშდ (*CWER*)), ოჯახური ტიპის შეცდომის დონე (ოტშდ (*FWER*)) და არა-ჭეშმარიტი აღმოჩენის დონე (აად (*FDR*)) ან დადებითი არაჭეშმარიტი აღმოჩენის დონე (დაად (*pFDR*)) (Benjamini and Yekutieli, 2005; Chow, 2011). კარგად არის ცნობილი, რომ ამ კრიტერიუმებს შორის არსებობს შემდეგი დამოკიდებულება: „როდესაც ძალზე ბევრი ტესტი უნდა იქნეს გამოყენებული, დაად (*FDR*) (ან სხვა ალტერნატიული ფორმა, როგორცაა დაად (*pFDR*)) წარმოადგენს იმედისმომცემ ალტერნატივას (ხშირად უფრო მაღალი სიმძლავრის მქონეს) შედარების ტიპის შეცდომებს (შტშ (*CWE*)) შორის“ (იხ., მაგალითად, პროფესორ დ. ედვარდსის კომენტარი სტატისტიკისათვის (Benjamini and Yekutieli, 2005)).

როდესაც ალტერნატივები არიან ასიმეტრიულები, მიმართული არაჭეშმარიტი აღმოჩენის დონე (მაად (*DFDR*)) ან შერეული მიმართული არაჭეშმარიტი აღმოჩენის დონე (შშაად (*mdFDR*)) არის გამოყენებული (Bansal et al., 2016). ოპტიმალური პროცედურები, რომლებიც აკონტროლებენ მაად (*DFDR*) ან შშაად (*mdFDR*) იყენებენ ორ ბოლიან პროცედურებს იმ პირობით, რომ ასიმეტრიული ალტერნატივები არიან სიმეტრი-

ულად განაწილებული. ამიტომ, გადაწყვეტილების წესი არის სიმეტრიული ძირითადი ჰიპოთეზით განსაზღვრული პარამეტრის მნიშვნელობის მიმართ (Shaffer, 2002; Benjamini and Yekutieli, 2005). ექსპერიმენტებისათვის, რომლებშიც ალტერნატიული ჰიპოთეზების განაწილებები არიან ასიმეტრიულები, ასიმეტრიული გადაწყვეტილების წესი, რომელიც დაფუძნებულია ასიმეტრიულ ნორმალურ პრიორულ ალბათობებზე და ტესტირებისათვის იყენებს ბაიესის მეთოდოლოგიას, შემოთავაზებულია შრომაში (Bansal et al., 2016). აქ თეორიულად დამტკიცებულია „რომ ასიმეტრიული პრიორული ალბათობები იძლევა მაღალ სიმძლავრეს სწორი აღმოჩენების რაოდენობაში ვიდრე სიმეტრიული პრიორული ალბათობები“. ეს შედეგი დადასტურებულია იმიტაციური მოდელირებით განხორციელებული გამოკვლევით, რომლითაც დარდება შემოთავაზებული წესი სიხშირულ წესთან და ნაშრომში (Benjamini and Yekutieli, 2005) შემოთავაზებულ წესთან.

პბმ (CBM)–ზე დაფუძნებული მიმდევრობითი მეთოდი მრავლობითი ჰიპოთეზების შესამოწმებლად განხილული იყო ნაშრომში (Kachiashvili, 2014), სადაც ნაჩვენებია იყო, რომ ორივეს, ოჯახური ტიპის შეცდომის დონის და ოჯახური ტიპის სიმძლავრის საკონტროლებლად ის იყენებს ამონარჩევს მნიშვნელოვნად მცირე დაკვირვების შედეგებით ვიდრე ბონფერონის ან ურთიერთ გადაკვეთის სქემა, რომელიც იყენებს მაღლა აღმავალ და დაბლა დაღმავალ მეთოდებს მრავლობითი შედარებისას მიმდევრობით დამუშავებებში. ახალი მეთოდი აღემატება ადრე შემოთავაზებულ ტესტირების მეთოდებს ამონარჩევის მოსალოდნელი ზომის არსებითი შემცირებით. რადგან პირობითი ბაიესის მეთოდი (პბმ (CBM)) შეიძლება გამოყენებული იქნეს სიმეტრიული და ასიმეტრიული ჰიპოთეზებისათვის რაიმე ცვლილების გარეშე და იმის მხედველობაში მიღებით, რომ მას შეუძლია გაითვალისწინოს ასიმეტრიულობა მარტივად როგორც პრიორულ განაწილებებში, ასევე შეზღუდვების დონეებში, ვფიქრობთ, რომ პბმ (CBM)–ის მიდგომის გამოკვლევა ასიმეტრიული მრავლობითი ჰიპოთეზებისათვის საინტერესო და პერსპექტიულია. აღნიშნულზე დაყრდნობით, პბმ (CBM)–ის გამოყენება ორივე, ინდივიდუალური და მრავლობითი ასიმეტრიული ჰიპოთეზებისათვის არის განხილული ქვემოთ აად (*FDR*)–თან კონტექსტში.

პბმ (CBM)–ის ერთ–ერთი შესაძლო ფორმულირება ასიმეტრიული ჰიპოთეზების შემოწმებისათვის განხილულია პარაგრაფ 2–ში და დამტკიცებულია, რომ შეიძლება პბმ (CBM)–თვის სასურველ დონეზე კონტროლირებული იყოს არაჭეშმარიტი აღმოჩენის დონე (აად (*FDR*)). აქ აგრეთვე დამტკიცებულია, რომ მიმდევრობითი ტესტი შექმნილი პბმ (CBM)–ის განხილული ფორმულირებისათვის ყოველთვის იძლევა მარტივ გადაწყვეტილებას შემოსაზღვრული შბაად (*mdFDR*)–ით. პარაგრაფ 3–ში მოცემულია პბმ (CBM)–ის გამოყენება მრავლობითი ჰიპოთეზების ტესტირებისათვის. ამასთანავე, მოცემულია თეორემები, რომლებიც ამტკიცებენ, რომ შესაძლებელია აად (*FDR*)–ის კონტროლი სასურველ დონეზე. პარაგრაფ 2–ში მიღებული ფორმულების ზოგიერთი კონკრეტიზაცია ნორმალური (ძირითადი ჰიპოთეზისას) და წაკვეთილი ნორმალური (ალტერნატიული ჰიპოთეზისას) განაწილებებისათვის მოცემულია პარაგრაფ 4–ში. შემოთავაზებული თეორიული შედეგების გამოკვლევები სიმულაციით, ინდივიდუალური და მრავლობითი ასიმეტრიული ჰიპოთეზებისათვის, მოცემულია პარაგრაფ 5–ში. ზოგიერთი გამოთვლის შედეგების განხილვა და დასკვნები მოცემულია, შესაბამისად, პარაგრაფებში 6 და 7.

9. განხილულია ერთგანზომილებიანი ვინერის პროცესის ბანახის სივრცეში მნიშვნელობების მქონე ფუნქციონალის იტოს სტოქსტური ინტეგრალით წარმოდგენადობის ამოცანა. ადრე ეს ამოცანა განხილული იყო იმ შემთხვევისთვის, როცა ვინერის პროცესს და მისი ფუნქციონალს აქვთ ერთობლივი გაუსის განაწილება. აქ განიხილება ზოგადი შემთხვევა. სუსტი მეორე რიგის ფუნქციონალისთვის ნაპოვნია ინტეგრანდი, როგორც განზოგადოებული შემთხვევითი პროცესი; განზოგადოებულია შირიაევის შედეგი ერთგანზომილებიანი შემთხვევისთვის და მიღებული შედეგის ანალოგი დამტკიცებულია ბანახის სივრცის შემთხვევაში.

10. განხილულია ინტეგრალური ტიპის ერთგანზომილებიანი ვინერის ფუნქციონალი და მიღებულია მისი სტოქასტური ინტეგრალის სახით წარმოდგენა. ინტეგრანდი მიღებულია კლარკ-ოკონეს ტიპის ფორმულის მეშვეობით.

11. განხილულია დავალებების განუსაზღვრელი მოცულობის პარტიებად ოპტიმალურად გადაგზავნის ამოცანა. თითოეული პარტიის გადაგზავნას სჭირდება ფიქსირებული დრო D , თუ დავალება დანიშნულ დროზე გვიან გაიგზავნა, შესაბამისი ჯარიმა ფიქსირდება, რომელიც ტოლია დავალების ლოდინის დროის. განიხილება პარტიების გადაგზავნის სრული დროის და დავალებების დაგვიანებების ჯამის მინიმიზაციის ამოცანა. აგებულია ამ ამოცანის ამოხსნის ალგორითმი, რომელიც უფრო სწრაფია ვიდრე აქამდე ცნობილი სხვა ალგორითმები.

8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

8.1. საქართველოში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მომხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	M. Zakradze, M. Kublashvili	On some aspects of solving boundary problems by the method of conformal mapping	The XXXIV International Enlarged Sessions of the Seminar of Ilia Vekua Institute of Applied Mathematics of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia, 16-19 September, 2020. 41-42.
2	ე. აბრამიძე	ფენოვანი გოფირებული ცილინდრული გარსის არაწრფივი დეფორმაციის ამოცანის რიცხვითი ანალიზი დაზუსტებული თეორიის საფუძველზე	საქართველოს მექანიკოსთა კავშირის XI ყოველწლიური საერთაშორისო კონფერენცია, ბათუმი, 27 – 29 აგვისტო, 2020
3	მ. ნიკოლეიშვილი, ვ. ტარიელაძე, გ. ჭელიძე	AM -GM უტოლობის შესახებ ნატურალური რიცხვებისათვის	საქართველოს მექანიკოსთა კავშირის XI ყოველწლიური საერთაშორისო კონფერენცია, ბათუმი, 27 – 29 აგვისტო, 2020
4	დ. ზარნაძე, დ. უგულავა	Approximate solution of Schrodinger equation in the spaces of orbits	საქართველოს მექანიკოსთა კავშირის XI ყოველწლიური საერთაშორისო კონფერენცია, ბათუმი, 27 – 29 აგვისტო, 2020
5	გ. ბალათურია, მ. მენტეშაშვილი	Inverse problems for nonlinear hyperbolic equation	საქართველოს მექანიკოსთა კავშირის XI ყოველწლიური საერთაშორისო კონფერენცია, ბათუმი, 27 – 29 აგვისტო, 2020.
6	გ. გიორგობიანი, ვ. კვარაცხელია, ნ. მანჯავიძე.	დირიხლეს მწკრივის უნივერსალობა.	საქართველოს მექანიკოსთა კავშირის XI ყოველწლიური საერთაშორისო კონფერენცია,

			ბათუმი, 27 – 29 აგვისტო, 2020.
7	გ. გიორგობიანი, ვ. კვარაცხელია,	ადამარის მატრიცები და მასთან დაკავშირებული ამოცანები.	კონფერენცია „შემთხვევითი პროცესებისა და მათემატიკური სტატისტიკის გამოყენებანი ფინანსურ ეკონომიკასა და სოციალურ მეცნიერებებში V“. ქართულ ამერიკული უნივერსიტეტი, ბიზნესის სკოლა, ბიზნეს კვლევების სამეცნიერო ცენტრი, თბილისის მეცნიერებებისა და ინოვაციების 2020-წლის ფესტივალი. თბილისი, 19-20 ნოემბერი, 2020.
8	გ. გიორგობიანი, ქ. კანდელაკი, ვ. კვარაცხელია, მ. ცაცანაშვილი.	ქალაქ თბილისის მუნიციპალური ტრანსპორტის მოძრაობის სტატისტიკური ანალიზი.	საქართველოს მექანიკოსთა კავშირის XI ყოველწლიური საერთაშორისო კონფერენცია, ბათუმი, 27 – 29 აგვისტო, 2020.
9	Kachiashvili K.J.	Modeling of Multidimensional Gaussian Markov Real Processes Having Memory with Given Accuracy	საქართველოს მექანიკოსთა კავშირის XI ყოველწლიური საერთაშორისო კონფერენცია, ბათუმი, 27 – 29 აგვისტო, 2020
10	Kachiashvili K.J.	Identification of regression dependences at passive and active experiments	The XXXIV International Enlarged Sessions of the Seminar of Ilia Vekua Institute of Applied Mathematics of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia, 16-19 September, 2020. 41-42.
11	ბ. მამფორია, ვ. ტარიელაძე, ა. ჩახვაძე	სიმეტრიულად წაკვეთილი ნორმალური განაწილება სტოქასტური განრიგების ამოცანებში	საქართველოს მექანიკოსთა კავშირის XI ყოველწლიური საერთაშორისო კონფერენცია, ბათუმი, 27 – 29 აგვისტო, 2020
12	ბ. მამფორია, ნ. ვახანია	სამუშაოების დაგეგმვის პრობლემის მათემატიკური ასპექტები დავალებათა შესრულების დროის ორი განსხვავებული მნიშვნელობისთვის იდენტურ პროცესორებზე.	საქართველოს მექანიკოსთა კავშირის XI ყოველწლიური საერთაშორისო კონფერენცია. ბათუმი, 27-29 აგვისტო, 2020

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

1. მოხსენება ეხება ზოგიერთ ასპექტს, რომელიც წამოიჭრება სასაზღვრო ამოცანების ამოხსნისასკონფორ- მულ ასახვათა მეთოდით. აღნიშნული მეთოდით სასაზღვრო ამოცანათა ამოხსნისათვის შემოთავაზებულია

ახალი მიდგომა, რომელიც ხასიათდება სიმარტივით და მაღალი სიზუსტით.

2. მოხსენებაში განხილულია ზედაპირული ძალის ზეგავლენით გამოწვეული ფენოვანი გოფირებული ცილინდრული გარსის არაწრფივი დეფორმაციის ამოცანის რიცხვითი ანალიზი განსხვავებული თეორიების საფუძველზე. მოყვანილია კერძო მაგალითი, რომლის რიცხვითი რიალიზაციით მიღებული ამოხსნები იძლევა ფენოვანი გოფირებული ცილინდრული გარსის დეფორმაციის პროცესის შეფასების საშუალებას.

3. მოხსენება ეხება პირობითი ექსტრემუმის პოვნის ამოცანას ოპტიმიზაციის ამოცანების ერთი კლასისათვის. განხილულია დადებითი, რაციონალური და მთელი რიცხვების ნამრავლის მაქსიმიზაციის საკითხი, როდესაც მათი ჯამი ცნობილია. დამუშავებულია აგებული ალგორითმის პროგრამული უზრუნველყოფა. მიღებული შედეგები გამოიყენება რესურსების განაწილების ამოცანებში.

4. \mathcal{H} ჰამილტონიანის ორბიტალური \mathcal{H}_n ოპერატორის შემცველი შრედინგერის $\mathcal{H}_n \text{orb}_n(\mathcal{H}, \varphi) = \text{orb}_n(\mathcal{H}, f)$ განტოლებისათვის სასრულო ორბიტების $D(\mathcal{H}^n)$ ჰილბერტის სივრცეში და აგრეთვე \mathcal{H} ჰამილტონიანის ორბიტალური \mathcal{H}^∞ ოპერატორის შემცველი $\mathcal{H}^\infty \text{orb}(\mathcal{H}, \varphi) = \text{orb}(\mathcal{H}, f)$ განტოლებისთვის ყველა ორბიტების $D(\mathcal{H}^\infty)$ ფრემეს სივრცეში აგებულია წრფივი სპლანური ცენტრალური (ძლიერად ოპტიმალური) ალგორითმი.

5. განხილულია კომის შებრუნებული ამოცანის ერთი ვარიანტი მეორე რიგის არაწრფივი შერეული ტიპის განტოლებისათვის. შესწავლილია ამონახსნის არსებობის პრობლემა, მიახლოებითი ამოხსნის განსაზღვრისათვის აგებულია შესაბამისი სხვაობიანი სქემა, შესწავლილია სხვაობიანი სქემის კრებადობა.

6. შემოღებულია გადანაცვლებების მიმართ ლოკალური უნივერსალობის ცნება. დამტკიცებულია, რომ კრიტიკულ ზოლში განსაზღვრული ნიშნებიანი დირიხლეს და მარტივ რიცხვთა ხარისხების მწკრივები ლოკალურად უნივერსალურია. კერძოდ, ყოველი კომპაქტისთვის კრიტიკული ზოლიდან, არსებობს ზემოაღნიშნული მწკრივების ისეთი გადანაცვლებები, რომლებიც თანაბრად იკრიბებიან ამ კომპაქტზე რიმანის ძეგა ფუნქციისკენ.

7. მოცემულია ადამარის მატრიცების მოკლე მიმოხილვა. დამტკიცებულია ადამარის მატრიცის თვისებები და ჩამოყალიბებულია ადამარის მატრიცებთან დაკავშირებით ერთი ჰიპოთეზა.

8. ე. თბილისის მუნიციპალური ავტობუსების სისტემის მაგალითზე ჩატარებულია მგზავრთა ნაკადების სტატისტიკური ანალიზი 2019 წლის მონაცემებით. შესწავლილია სისტემის ზოგიერთი სტატისტიკური პარამეტრი, რომელიც შედარდა 2017 წლის ანალოგიურ პარამეტრებს. აგრეთვე შესწავლილია მგზავრთა ნაკადის დამოკიდებულება დასვენების დღეებზე და საზაფხულო სეზონზე. გამოყენებულია ჰიპოთეზების შემოწმების არაპარამეტრული ტესტები SPSS Statistics პროგრამული პაკეტის გარემოში.

9. მრავალგანზომილებიანი შემთხვევითი მწკრივის მოდელირება კომპიუტერის დახმარებით ფართოდ გამოიყენება მრავალი გამოყენებითი ამოცანის გასაწყვეტად. შემთხვევითი მწკრივების მოდელირების ყველა არსებული მეთოდი გულისხმობს გარკვეული აპრიორული ინფორმაციის არსებობას: მრავალგანზომილებიანი განაწილების ფუნქციის ან სპექტრალური სიმკვრივის, მათემატიკური ლოდინის ვექტორის, კოვარიაციული ფუნქციების და ა.შ., რომლებიც, როგორც წესი, უცნობია და მათი განსაზღვრა ხდება დაკვირვების შედეგების საფუძველზე. შეფასებებისას დაშვებული შეცდომები, რა თქმა უნდა, გავლენას ახდენენ მოდელირების შედეგების სიზუსტეზე. სტაციონალური გაუსის მწკრივი სრულად განისაზღვრება მოცემული კოვარიაციის მატრიცით. ამიტომ, m -განზომილებიანი გაუსის ტიპის მარკოვის მწკრივი

$X(t) = (x_1(t), x_2(t), \dots, x_m(t))$, N -ის ტოლი კავშირის სიღრმით მოიცემა ფორმულით

$$x_p(t) = \sum_{l=1}^{p-1} b_l^p x_l(t) + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^N a_{ij}^p x_i(t-j) + \sigma_p \xi_p(t), \quad (1)$$

სადაც, b_l^p , a_{ij}^p კოეფიციენტები დამოკიდებული არიან m -განზომილებიანი შემთხვევითი მწკრივის $x(t) = (x_1(t), x_2(t), \dots, x_m(t))$ ავტოკოვარიაციულ და ურთიერთკოვარიაციულ ფუნქციებზე; σ_p^2 არის არის $x_p(t)$ შემთხვევითი მწკრივის ნარჩენი დისპერსია; $\xi_p(t)$ არის ნორმალურად განაწილებული სტანდარტული შემთხვევითი სიდიდე. ნაშრომში მოცემულია დამოკიდებულება, რომელიც განსაზღვრავს (1) მწკრივის საჭირო სიზუსტით მოდელირებისათვის საჭირო დაკვირვებების რაოდენობას, რომლითაც განისაზღვრება მოდელირებისათვის საჭირო კოვარიაციული მატრიცები.

10. არაწრფივი რეგრესიული დამოკიდებულებების იდენტიფიკაციის ზოგადი წესი შემოთავაზებულია ნაშრომში. ის დამუშავებულია არა მხოლოდ რეგრესიული ანალიზის, არამედ მთელი თანამედროვე მათემატიკის ორი ძირითადი სირთულის დაძლევის მიზნით: პრობლემის არაწრფივობა და მრავალგანზომილებიანობა. დამუშავებულია უცნობი რეგრესიის პარამეტრების შემცველი ინტერვალების განსაზღვრის უნივერსალური ალგორითმი, რომელიც ერთთან ახლო ალბათობით შეიცავს პარამეტრების უცნობ მნიშვნელობებს. რეგრესიული დამოკიდებულებების იდენტიფიკაციის ხარისხი დამოკიდებულია ამ ინტერვალების წარმატებით განსაზღვრაზე. მეთოდი მისაღებია პასიური ექსპერიმენტის დროს არაწრფივი რეგრესიების საკმაოდ ფართო კლასისთვის. ეს მნიშვნელოვნად ამცირებს იდენტიფიკაციის პრობლემების გადასაჭრელად საჭირო დროს და უზრუნველყოფს საჭირო საიმედოობას. მიღებული შედეგები ასევე სწორია აქტიური ექსპერიმენტის დროს, ხმაურის ხასიათზე დაწესებული შეზღუდვების გარკვეული გამკაცრებით.

11. მოხსენებაში განხილულია სიტუაცია, როცა პროცესორის მიერ დავალებათა შესრულების დროები შემთხვევითი სიდიდეებია. დასაბუთებულია, რომ ხელსაყრელია ამ მიზნით შემოღებული და გამოყენებული იქნეს სიმეტრიულად წაკვეთილი ნორმალური განაწილების მქონე შემთხვევითი სიდიდეები.

12. განხილულია იდენტურ პროცესორებზე დავალებათა შესრულების ოპტიმალური დაგეგმარების ამოცანა, როცა პროცესორებზე დავალებების შესრულების ორი განსხვავებული დროა მოცემული.

8. 2. უცხოეთში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	G. Giorgobiani, V. Kvaratskhelia	On a numerical characteristic of the Hadamard matrices	Statistics for Twenty-first Century - 2020 [ICSTC 2020] during 16-19 December 2020 at Trivandrum, India https://sites.google.com/keralauniversity.ac.in/icstc-2020/home?authuser=0 .
2	Г. Меладзе, Т. Давиташвили	Нелокальные контактные задачи для одномерных уравнений теплопроводности	IES-2020 New Informational and Computer Technologies in Education and Science. PROCEEDINGS Of the XII International Scientific-Practical Conference, Ukraine, Vinnytsia, VNTU, May 26-29, 2020

3	K.J. Kachiashvili, I.A. Prangishvili and J.K. Kachiashvili	Quasi-optimal rule of testing directional hypotheses	International conference “Strategic Management, Decision Theory & Data Science”, Kolkata, India, 4-6 January, 2020. 45-46.
4	K.J. Kachiashvili	Conditional Bayes method for different types of hypotheses testing	Statistics for Twenty-first Century - 2020 [ICSTC 2020] during 16-19 December 2020 at Trivandrum, India https://sites.google.com/keralauniversity.ac.in/icstc-2020/home?authuser=0 .
5		Asymptotics related with Cramer-Von Mises-Smirnov Statistics	Statistics for Twenty-first Century - 2020 [ICSTC 2020] during 16-19 December 2020 at Trivandrum, India https://sites.google.com/keralauniversity.ac.in/icstc-2020/home?authuser=0

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

1. განხილულია ადამარის მატრიცებთან დაკავშირებული ამოცანები. შემოღებულია ზოგიერთი რიცხვითი მახასიათებელი და ნაპოვნია მათი ზედა და ქვედა შეფასებები. ადამარის მატრიცის სტრიქონების გადანაცვლებებთან დაკავშირებით ჩამოყალიბებულია ერთი ჰიპოთეზა.

2. იხ. სტატია (7.4 [4]).

3. შესწავლილია ასიმეტრიული ჰიპოთეზების შემოწმების პრობლემა ძირითადი და ალტერნატიული ჰიპოთეზების წყვილ-წყვილად განხილვით. გადაწყვეტილების წესის ოპტიმალურობისთვის გამოიყენება შერეული მიმართულების ყალბი აღმოჩენის დონის კონცეფცია (mdFDR). შემუშავებული მეთოდი გამოყენებულია მრავალი ჰიპოთეზის შესამოწმებლად. შემუშავებული მიდგომისთვის გადაწყვეტილების სასურველი დონეზე მიღების ხარისხის გარანტია თეორიულად დამტკიცებულია და პრაქტიკულად დადასტურებული კონკრეტული მაგალითების გამოთვლით. ასევე ნაჩვენებია, რომ შემოთავაზებული მეთოდი არის გაერთიანება-გადაკვეთა და გადაკვეთა-გაერთიანება ჰიპოთეზების შემოწმების პრობლემების კერძო შემთხვევა.

4. განხილულია პირობითი ბაიესის მეთოდი პბმ (CBM) სხვადასხვა ტიპის ჰიპოთეზების შესამოწმებლად. ნაჩვენებია, რომ პბმ წარმოადგენს ახალ ფილოსოფიას სტატისტიკური ჰიპოთეზების შემოწმების თეორიაში, რომელიც მოიცავს ფიშერის, ნეიმან-პირსონის, ჯეფრისა და ვალდის მიდგომებს. პბმ-ის გამოყენებით შემოწმებულია სხვადასხვა ტიპის ჰიპოთეზები პარალელური და მიმდევრობითი ექსპერიმენტების დროს: მარტივი, რთული, ასიმეტრიული, მრავლობითი, გაერთიანება-თანაკვეთა და თანაკვეთა-გაერთიანება. მიღებული შედეგები ცხადად მიუთითებს ჩამოთვლილი მიდგომების მიმართ პბმ-ის უპირატესობაზე.

5. მოხსენებაში მოკლედ არის მიმოხილული კვლევის შედეგები, რომელსაც საფუძვლად დაედო ნ. კანდელაკის (ზღვართი თეორემა ჰილბერტის სივრცეში, 1965) და ვ. საზონოვის (ω^2 კრიტერიუმის შესახებ, 1968) ორიგინალური შრომები.

დამატებითი ინფორმაცია

თანამშრომლობა სხვა ორგანიზაციებთან

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

1. თანამშრომლობა დაავადებათა კონტროლისა და საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის ეროვნული ცენტრთან.

ინსტიტუტის წარმომადგენელთა პირველი ვიზიტი დაავადებათა კონტროლისა და საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის ეროვნულ ცენტრში შედგა 2020 წლის ივნისში. სამუშაო შეხვედრა-სემინარი გაიმართა 3 ივლისს საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ნიკო მუსხელიშვილის სახელობის გამოთვლითი მათემატიკის ინსტიტუტში, რომელიც ძირითადად მიემდგვნა საქართველოში და მის საზღვრებს გარეთ არსებული ეპიდემიური მდგომარეობის შესწავლასთან დაკავშირებულ საკითხებს. დაავადებათა კონტროლისა და საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის ეროვნული ცენტრის სპეციალისტთა მიერ მომზადებულ საინფორმაციო მასალებზე დაყრდნობით, წარმოდგენილი იქნა კოვიდ 19-ის ფარგლებში ქართული ჯანდაცვისათვის ამ ეტაპზე აქტუალური ამოცანები, რომელთა გადაწყვეტაც მოითხოვს მათემატიკური სტატისტიკის და მოდელირების მეთოდების გამოყენებას.

აღნიშნული პრობლემატიკის გადაწყვეტაში ჩაერთო გამოთვლითი მათემატიკის ინსტიტუტის მეცნიერ-მკვლევართა ჯგუფი. ორგანიზაციებს შორის გაფორმდა „ურთიერთთანამშრომლობის მემორანდუმი“. სემინარებმა მიიღო რეგულარული ხასიათი, სადაც ხდებოდა ინფორმაციის გაცვლა-განახლება, ამოცანების დაზუსტება, კორონავირუსის ფარგლებში არსებული ინფორმაციის მათემატიკური დამუშავების მეთოდისკასთან დაკავშირებული საკითხების განიხილვა. ჩვენს მიერ წარმოდგენილი იქნა სტატისტიკური კვლევის ზოგიერთი შედეგი. შეთავაზებული მიდგომა იძლევა რიცხვითი შედეგების სიზუსტის გაზრდის საშუალებას მონაცემთა სათანადო სტრუქტურისა და გარკვეული ოპტიმიზირების პირობებში.

კვლევა ჩატარდა მიმდინარე წლის გაზაფხულ-ზაფხულის მონაცემების მიხედვით. ქვეყნები დაჯგუფებული და შედარებული იქნა განხორციელებული ღონისძიებების და დაავადებულთა რაოდენობების მიხედვით. გარდა ამისა, ქვეყნები დაიყო დაახლოებით თანაბარი რაოდენობის მოსახლეობის მიხედვით და ყოველი ჯგუფისთვის ჩატარდა ზემოთ აღნიშნული გამოკვლევები. კვლევამ აჩვენა, რომ საქართველომ სხვა ქვეყნებთან შედარებით ყველაზე მეტი კოვიდ საწინააღმდეგო ღონისძიება განახორციელა დროულად, რის გამოც გაზაფხულ-ზაფხულის პერიოდში ეპიდემიის შემოტევა საქართველოში ნაკლებად იყო საგრძნობი.

2. თანამშრომლობა ა(ა)იპ - სასწავლო-კვლევით სამეცნიერო ცენტრთან.

2019 წლიდან საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ნიკო მუსხელიშვილის სახელობის გამოთვლითი მათემატიკის ინსტიტუტი თანამშრომლობს ა(ა)იპ - სასწავლო-კვლევით სამეცნიერო ცენტრთან. თანამშრომლობის მიზანია ხელი შეუწყოს ჰუმანიტარული (და სხვა) მიმართულების კვლევებში მათემატიკური მეთოდების გამოყენებას და მათი რეალიზაციისთვის კვლევითი კომპეტენციების გამომუშავებას; სხვადასხვა დარგის მეცნიერთა შორის თეორიული და პრაქტიკული ცოდნის გაცვლას.

ამ მიზნით სხვადასხვა სპეციალობის დოქტორანტებისთვის სასწავლო-კვლევით სამეცნიერო ცენტრთან ერთად ორგანიზებული იქნა სასწავლო ტრენინგები, რომლებიც ტარდებოდა ნიკო მუსხელიშვილის სახელობის გამოთვლითი მათემატიკის ინსტიტუტის სამეცნიერო განყოფილებებში და სასწავლო-სამეცნიერო ლაბორატორიაში წინასწარ შერჩეული საკითხების და ინდივიდუალური მეცადინეობების გეგმის შესაბამისად. პანდემიის პირობებში ტრენინგები ტარდებოდა დისტანციურ რეჟიმში.

პროგრამაში მონაწილეობდნენ სხვადასხვა სპეციალობის დოქტორანტები. ეს სპეციალობებია საჯარო მმართველობა, ბიზნესი, ფსიქოლოგია, მშენებლობა. თითოეული დოქტორანტის კვლევის ხასიათის გათ-

ვალისწინებით, ტრენინგების პროგრამებში ჩართული იქნა გამოყენებითი მათემატიკის შემდეგი საკითხები: გამოყენებითი სტატისტიკის ზოგიერთი მეთოდი, მათ შორის პარამეტრული და არაპარამეტრული ტესტები; გამოთვლითი მეთოდების საკითხები; პროგრამული პაკეტები SPSS, Excel, Wolfram Mathematica.

თანამშრომლობის ფარგლებში, ნიკო მუსხელიშვილის სახელობის გამოთვლითი მათემატიკის ინსტიტუტის ბაზაზე, ინსტიტუტის მეცნიერების მონაწილეობით სულ განხორციელდა 7 პროექტი 7 დოქტორანტთან.

2020 საანგარიშო წელს სასწავლო ტრენინგები ჩაუტარდა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ბიზნესტექნოლოგიების ფაკულტეტის დოქტორანტს, ქ. კანდელაკს, სადოქტორო თემა: ადგილობრივი თვითმმართველობის ორგანოებში მუნიციპალური ტრანსპორტის სისტემის მართვა (პრობლემები და გადაჭრის გზები). დოქტორანტთან ერთად მომზადდა ერთობლივი მოხსენება (იხ. 8.1 [8]), სადაც განხილული იყო ქ. თბილისის მუნიციპალიტეტის ავტობუსების მარშრუტებთან დაკავშირებული ამოცანები და შესაბამისი სტატისტიკური ანალიზი. მოხსენების მასალებზე დაყრდნობით, პროგრამაში მონაწილე 2 დოქტორანტის თანავტორობით მომზადდა ერთობლივი სამეცნიერო სტატია (იხ. **გამოსაქვეყნებლად გადაცემული ნაშრომები [6]**). ნაშრომის პრეზენტაცია შედგა 2020 წლის 3 ნოემბერს ინსტიტუტის სხდომათა დარბაზში. შეხვედრას ესწრებოდნენ ინსტიტუტისა და ცენტრის ხელმძღვანელები და მეცნიერები. მუშაობის პროცესში დასმული იქნა ახალი ამოცანებიც, რომელსაც მიეძღვნება კიდევ ერთი სამეცნიერო ნაშრომი. შედგენილი იქნა შესაბამისი მონაცემთა შეგროვების და დამუშავების გეგმა.

ცენტრთან თანამშრომლობა გრძელდება. ახალ პროგრამაში მონაწილეობენ საჯარო მმართველობის, ბიზნეს-ადმინისტრირებისა და იურიდიული ფაკულტეტების სტუდენტები.

იბეჭდება ნაშრომები:

1. G. Giorgobiani, V. Kvaratskhelia. Hadamard matrices and some related problems. შრომების კრებული. კონფერენცია: „შემთხვევითი პროცესებისა და მათემატიკური სტატისტიკის გამოყენებანი ფინანსურ ეკონომიკასა და სოციალურ მეცნიერებებში V“. ქართულ ამერიკული უნივერსიტეტი. თბილისი, 19-20 ნოემბერი, 2020. <https://www.gau.edu.ge/ka/news-events/news/business-school-conference-2020>
2. Madera, H. Meladze, M. Surguladze. Mathematical Modeling of Stochastic Systems Using the Generalized Normal Solution Method, Transactions of A.Razmadze Mathematical Institute
3. G. Ghlonti, B. Singini. Some aspects of application of information technologies in healthcare management (case of republic of Malawi). Journal of Technical Sciences and Technologies", IBSU, Vol-8, No-1, 2020

გამოსაქვეყნებლად გადაცემული ნაშრომები:

1. თ. ბაციკაძე, მ. კუბლაშვილი, ნ. მურღულია, ჯ. ნიჟარაძე მალღივი შენობების დინამიკური მახასიათებლების განსაზღვრა . სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №2(55) 2020წ.
2. G. Chelidze, M. Nikoleishvili, V. Tarieladze. On AM-GM and general problems of maximization of products. (გადაცემულია Expo. Math.).
3. D. Zarnadze, D. Ugulava. A linear spline algorithms of computerized tomography in the spaces of \mathbf{n} -orbits (გადაცემულია Georgian Math. Journal).
4. D. Zarnadze, D. Ugulava. On calculation of the inverce of harmonic oszillator in the space of orbits (გადაცემულია Journal of complexity).
5. G. Giorgobiani, N. Manjavidze. Rearrangement universality of the Dirichlet and prime numbers' power series. (გადაცემულია Studia Scientiarum Mathematicarum Hungarica).
6. G. Giorgobiani, V. Kvaratskhelia. Statistical analysis for efficient design of passenger transit system (გადაცემულია Bulletin of TICMI, ISSN 1512-0082; თანავტორები T. Giorgobiani, K. Kandelaki, , M. Tsatsanashvili).
7. V. Tarieladze. On local quasi-convexity as a three-space property in topological abelian groups. (გადაცემულია Journal of Mathematical Analysis and Applications; თანავტორი X. Domonguez).

მომზადებული ნაშრომები:

1. J. Sanikidze, M. Kublashvili, M. Mirianashvili. On a question of application of direct computational methods to numerical solution of singular equations with Cauchy kernel.
2. M. Zakradze, Z. Tabagari, N. Koblishvili. On numerical solving of the Dirichlet generalized harmonic problem for regular n-sided pyramidal domains by the probabilistic method.
3. M. Zakradze, M. Kublashvili, N. Koblishvili, T. Saginadze. On solving the Dirichlet generalized harmonic problem for axisymmetric finite domains with cylindrical hole by the probabilistic method.
4. ე. აბრამიძე. ფენოვანი გოფრირებული ცილინდრული გარსის არაწრფივი დეფორმაციის ამოცანის რიცხვითი ანალიზი დაზუსტებული თეორიის საფუძველზე.
5. G. Giorgobiani, N. Manjavidze, V. Tarieladze. Banaszchik-Beck theorem and universal Dirichlet and prime numbers' power series.
6. ქ. ყაჭიაშვილი. მანქანური სწავლება. სახელმძღვანელო.
7. Г.Церцвадзе, Г.Меладзе, Т.Давиташвили. Канонически сопряжённые представления операторов Заде.

პედაგოგიური საქმიანობა:

- ✓ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი: პროფესორები - მ. კუბლაშვილი, დ. უგულავა, ვ. კვარაცხელია, ვ. ტარიელაძე, ქ. ყაჭიაშვილი; ასოცირებული პროფესორები - ე. აბრამიძე, ზ. სანიკიძე, მ. ნაჭყებია; მიწვეული პროფესორები - ჰ.მელაძე, გ. ცერცვაძე, გ. ბადათურია, მ. ფხოველიშვილი.
- ✓ ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი: ბ. მამფორია - ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტის მიწვეული პროფესორი.
- ✓ ქუთაისის ტექნოლოგიური უნივერსიტეტი - გ. ჭელიძე (ასოცირებული პროფესორი)
- ✓ შავი ზღვის საერთაშორისო უნივერსიტეტი - გ. ლლონტი (ასოცირებული პროფესორი)
- ✓ საქართველოს საზოგადოებრივ საქმეთა ინსტიტუტი (GIPA) - მ. ნიკოლეიშვილი (პროფესორი)
- ✓ ბიზნესისა და ტექნოლოგიების უნივერსიტეტი (BTU) - ა. ჩახვაძე (ასისტენტ პროფესორი)
- ✓ სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტი - მ. მენთეშაშვილი (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)

დისერტაციის რეცენზირება.

- ✓ რეცენზენტი პროფ. ჰ.მელაძე - დოქტორანტი ოთარ კემულარია, „საფრენი აპარატების მოდელირება“, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2020 წელი.

მივლინება

1. ვ. კვარაცხელია, გ. გიორგობიანი, მ. მენთეშაშვილი, ჰ. მელაძე, ვ. ტარიელაძე, ე. აბრამიძე. 27 – 29 აგვისტო, 2020, ბათუმი. საქართველოს მექანიკოსთა კავშირის XI ყოველწლიური საერთაშორისო კონფერენცია.
2. ს. ჩოხანიანი - აშშ, სან-ფრანცისკო, კომპანია “Radio Gigabit”. ერთობლივი კვლევები.

**არჩილ ელიაშვილის სახელობის
მართვის სისტემების ინსტიტუტი**

2018-2020 წლების სამეცნიერო კვლევების პროგრამის:
**მართვის თეორია, ტექნიკური სისტემებისა და მოწყობილობების
იდენტიფიკაცია, ოპტიმიზაცია და აგება, ინტელექტუალური პროცესების მოდელირება**

დასრულებული სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობის ანგარიში
ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგები

ინსტიტუტის ძირითადი მიმართულებების მიხედვით

მიმართულება – მართვის პროცესები

**მინდია სალუქვაძის სახელობის სისტემების იდენტიფიკაციისა და
ოპტიმალური მართვის განყოფილება**

2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

2.2.

№	დასრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1	რთული სისტემების მოდელირების, იდენტიფიკაციისა და ოპტიმიზაციის ამოცანათა კვლევა მიმართულება I: რთული სისტემების მოდელირება და ოპტიმიზაცია. ქვემიმართულება I.1.:	2018 – 2020	1. ვლადიმერ გაბისონია - პროექტის ხელმძღვანელი. 2. ბესარიონ შანშიაშვილი - ძირითადი შემსრულებელი (მიმართულება II). 3. ვიქტორ ხუციშვილი - ძირითადი შემსრულებელი (ქვემიმართულება I.3). 4. იოსებ გოგოძე - ძირითადი

<p>ოპტიმიზაციის პრობლემების ანალიზი და რიცხვითი ამოხსნა.</p> <p>ქვემიმართულება I.2.: კონფლიქტური კრიტერიუმების და/ან ქვესისტემების მქონე სისტემების მოდელირება, მართვა და რეგულირება.</p> <p>ქვემიმართულება I.3.: რთული სისტემების მოდელირება შემთხვევითი ფაქტორებისა და გაურკვევლობის პირობებში.</p> <p>მიმართულება II: რთული სისტემების იდენტიფიკაცია.</p> <p>მართვის თეორია; მართვის სისტემების იდენტიფიკაცია; ოპტიმალური მართვა</p>		<p>შემსრულებელი (ქვემიმართულება I.1.).</p> <p>5. ნუგზარ დადიანი - ძირითადი შემსრულებელი.</p> <p>6. ნელი კილასონია - ძირითადი შემსრულებელი.</p> <p>7. ქეთევან კუთხაშვილი - ძირითადი შემსრულებელი (ქვემიმართულება I.2.)</p> <p>8. დალი სიხარულიძე - ძირითადი შემსრულებელი (ქვემიმართულება I.2.)</p> <p>9. დუდუხანა ცინცაძე - შემსრულებელი.</p> <p>10. ქეთევან ოშიაძე - შემსრულებელი.</p>
<p>დასრულებული კვლევითი პროექტის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>მიმართულება I: რთული სისტემების მოდელირება და ოპტიმიზაცია. მიმართულება გულისხმობს რთული სისტემების მოდელირებისა და ოპტიმიზაციის ამოცანათა ანალიზს, როგორც ზოგად, ასევე ცალკეული კონკრეტული სისტემების კონტექსტში.</p> <p>ქვემიმართულება I.1.: ოპტიმიზაციის პრობლემების ანალიზი და რიცხვითი ამოხსნა.</p> <p>შესავალი საანგარიშო პერიოდში განხორციელებულია მრავალკრიტერიალური ამოცანების კლასიკური თეორიის განვითარება პოსტ-პარეტო ანალიზის მიმართულებით. კერძოდ, შემოთავაზებულია ორი ახალი მიდგომა მრავალკრიტერიალური ამოცანებისადმი. ერთი მიდგომა ეფუძნება თამაშთა-თეორიას, ხოლო მეორე რანჟირების თეორიას. წარმოდგენილი მიდგომები ძირითადადში გაანხილულია კრიტერიუმთა და ალტერნატივათა სასრული რაოდენობის მქონე ამოცანებისთვის. ამასთანავე, საანგარიშო პერიოდში განხორციელებულმა წინასწარმა კვლევებმა აჩვენა, რომ ანალოგიური მიდგომები შეიძლება შემუშავდეს ამოცანათა უფრო ფართო კლასებისთვისაც (მრავალ/უსასრულო გაზომილებიან სივრცეებში, ალგებრულ/დიფერენციალური შეზღუდვებით განსაზღვრულ დასაშვებ ალტერნატივათა სიმრავლეებისთვის), მაგრამ ეს საკითხები უფრო დაწვრილებით განხილული იქნება მომავალ კვლევებში (მათი განხილვა მიზანშეწონილია უფრო ზოგად კონტექსტში). შესაბამისად, წინამდებარე ანგარიშში ჩვენ წარმოვადგენთ შედეგებს ძირითადად კრიტერიუმთა და ალტერნატივათა სასრული რაოდენობის მქონე ამოცანებისთვის.</p> <p>საანგარიშო პერიოდში, შემოთავაზებული მიდგომების შესაძლებლობები ილუსტრირებულ იქნა</p>		

აგრეთვე კონკრეტული პრაქტიკული მაგალითებით. მიღებული თეორიული და გამოყენებითი ხასიათის შედეგები, ნაწილობრივ გამოქვეყნებულია, ნაწილობრივ კი მზადდება პუბლიკაციისთვის.

საანგარიში პერიოდში მიღებული შედეგების აღსაწერად, პირველ რიგში წარმოვადგინოთ თვით განსახილველი მრავალკრიტერიალური გადაწყვეტილების მიღების (მკგმ) ამოცანა.

განსახილველი მკგმ ამოცანისთვის, ალტერნატივათა სიმრავლეა A , კრიტერიუმთა სიმრავლეა C , განსაზღვრულია ნატურალური რიცხვები $m = |A|$, $n = |C|$ და კრიტერიუმები $c_j(\cdot): A \rightarrow \mathbb{R}$, $1 \leq j \leq n$. ამ მონაცემებით, შეგვიძლია აგრეთვე განვსაზღვროთ გადაწყვეტილებათა მატრიცა $X = [x_{ij}]$, სადაც $x_{ij} = c_j(a_i)$, $i = 1, \dots, m$, $j = 1, \dots, n$. რასაკვირველია, განსახილველი მკგმ ამოცანისთვის ამოხსნის ბუნებრივი კონცეფციაა პარეტოს ამოხსნა. ამასთანავე უნდა აღინიშნოს, რომ პარეტოს ამოხსნის გამოყენებას გარკვეული პრობლემები ახლავს, რადგან მრავალელემენტოვანი პარეტო-ამოხსნათა სიმრავლიდან, როგორც წესი, მხოლოდ ერთი კონკრეტული ამოხსნაა წარსადგენი სარეალიზაციოდ. ამგვარი კონკრეტული პარეტო ამოხსნის მოსაძებნად დამატებით მოსაზრებებს მოიხმობენ.

ქვემოთ განვიხილავთ ორ მიდგომას, რომელიც შემუშავებულ იქნა საანგარიშო პერიოდში განხორციელებული კვლევების შედეგად.

თამაშთა თეორიის მიდგომა

ამ მიდგომის ფარგლებში შეფასებათა მატრიცა განიხილება როგორც გადახდათა მატრიცა გარკვეული ორ პირთა თამაშისთვის ნულოვანი ჯამით. ამ თამაშის ამოხსნა შერეულ სტრატეგიებში გამოყენებულია განსახილველი მრავალკრიტერიული ამოცანის „ობიექტური“ რანჟირებისთვის. კერძოდ, ჩვენ მიერ შემოთავაზებული მიდგომა მდგომარეობს შემდეგში: განვიხილოთ X მატრიცა, როგორც გადახდათა მატრიცა თამაშისა ნულოვანი ჯამით. ეს თამაში შეიძლება ინტერპრეტირებულ იქნას შემდეგნაირად: A - მოთამაშე ირჩევს ალტერნატივას $a_i \in A$, ხოლო C - მოთამაშე ირჩევს კრიტერიუმს $c_j \in C$. სიდიდე $x_{ij} = c_j(a_i)$, გამოხატავს თანხას, რომელსაც C - მოთამაშე უხდის A - მოთამაშეს თუ იგი ირჩევს $a_i \in A$ ალტერნატივას, ხოლო C - მოთამაშე ირჩევს კრიტერიუმს $c_j \in C$ ($i \in \{1, \dots, m\}, j \in \{1, \dots, n\}$). განვსაზღვროთ, რომ

A - მოთამაშის შერეული სტრატეგიაა ვექტორი $\xi \in \Delta_m$, ხოლო C - მოთამაშის შერეული სტრატეგიაა ვექტორი $\zeta \in \Delta_n$ (აქ Δ_m, Δ_n სტანდარტული სიმპლექსებია). ამრიგად, სიდიდე $\langle \xi, X\zeta \rangle$ (შესაბამისად, $-\langle \xi, X\zeta \rangle$) შეიძლება ინტერპრეტირებულ იქნას, როგორც მოსალოდნელი შემოსავალი/ხარჯი A - მოთამაშისთვის (ხარჯი/შემოსავალი) C - მოთამაშისთვის. ამრიგად, საწყისი მრავალკრიტერიალური ამოცანიდან გამომდინარე მივიღეთ ნულოვანი ჯამით ორ პირთა თამაში, [4].

შევნიშნოთ, რომ ზემოთაღწერილი თამაშისთვის განსაზღვრული ნემის აზრით წონასწორული შერეული სტრატეგიებით $(\xi^*, \zeta^*) \in \Delta_m \times \Delta_n$ შეიძლება განხორციელებულ იქნას კრიტერიუმებისა „ადექვატური“ აგრეგირება, რაც შესაძლებელს ხდის განისაზღვროს მათი „ბუნებრივი“ პოსტ-პარეტო ამოხსნა.

რანჟირებათა თეორიის მიდგომა

ამ შემთხვევაში მრავალკრიტერიულ გადაწყვეტილებათა მიღების ამოცანას ვუსაბამებთ გარკვეულ „სატურნირო ცხრილს“ ალტერნატივების წყვილ-წყვილად შედარება-შეფასებისთვის. ამ „სატურნირო ცხრილს“ შესაძლებელია მიუყენოთ გარკვეული რანჟირების მეთოდები (მაგ. ისეთები რომლებიც გამოიყენება სპორტის სხვადასხვა სახეობებში, ინტერნეტ საძიებო სისტემებში და ა.შ.). შემოთავაზებული მიდგომის არსი რომ უფრო ადვილად გასაგები იყოს, გამოვიყენოთ „სპორტული ტერმინოლოგია“. წარმოვიდგინოთ რომ მიმდინარეობს ალტერნატივათა შეჯიბრი მრავალჭიდაში. $a, b \in A$ ალტერნატივათა შეჯიბრი (მატჩი) $M(a, b)$ მოიცავს n შეჯიბრს. $S(a, b)$ აღნიშნავდეს $a \in A$ ალტერნატივის მოგებათა

რიცხვს $M(a, b)$ მატჩში შემდეგ აზრით:

$$S(a, b) = \sum_{c \in C} s_c(a, b), s_c(a, b) = \begin{cases} 1 & c(a) < c(b); \\ 0 & c(a) \geq c(b); \end{cases} \quad \forall c \in C.$$

(აქ წარმოდგენილია უმარტივესი შესალებლობა). შესაბამისად ჩვენ ვამბობთ, რომ მატჩში $M(a, b)$ $a \in A$ ალტერნატივას აქვს $S(a, b)$ მოგება, $S(b, a)$ წაგება და $n - S(a, b) - S(b, a)$ ფრე. (ანალოგიურად $b \in A$ ალტერნატივისთვის)

შევნიშნოთ, ეხლა ფუნქციას S გააჩნია შემდეგი თვისებები: $S(a, b) \geq 0, S(a, a) = 0, \forall a, b \in A$. ამრიგად, ფუნქცია S წარმოადგენს ქულათა მატრიცას რანჟირებათა თეორიის აზრით [5] და შეიძლება გამოყენებულ იქნას ალტერნატივებისთვის სხვადასხვა რანჟირებების ასაგებად. საილუსტრაციოდ განხილულ იქნა სხვადასხვა კონკრეტული მაგალითი რანჟირებების აგებისა: ბუხპოლცის მეთოდი (გამოიყენება ჭადრაკში), კინერის მეთოდი (გამოიყენება ამერიკულ ფეხბურთში), გუგლის გვერდების რანჟირების მეთოდი (გამოიყენება ინტერნეტ-სამიებო სისტემებში), ანალიტიკური იერარხიის პროცესი (იხ. [6]) და სხვ.

უსასრულოგანზომილებიანი განზოგადოების შესაძლებლობა

დავუშვათ $T(t)$ არის ტემპერატურა გარკვეულ მოცულობაში, ხოლო T_{out} არის ტემპერატურა აღნიშნული მოცულობის გარეთ დროის t მომენტში. ტემპერატურის დინამიკა მოცულობაში ავლწეროთ შემდეგი კოშის ამოცანით:

$$\dot{T}(t) = -a(T(t) - T_{out}) + bu(t), T(0) = T_0,$$

სადაც $a, b > 0, T_0$ მოცემული მუდმივებია, და პროცესი განიხილება დროის $\mathcal{J} = [0, t_f], t_f > 0$ ინტერვალზე. თუ შემოვიღებთ ცვლადებს $x(t) = T(t) - T_{out}, x_0 = T_0 - T_{out}$, მივიღებთ შემდეგ კოშის ამოცანას:

$$\dot{x}(t) = -ax(t) + bu(t), x(0) = x_0,$$

რომლითაც ავლწერთ სამართ ობიექტს. განვიხილოთ შემდეგი ორი ფუნქციონალი, რომლითაც ავლწერთ ამ სისტემის მართვის ხარისხს:

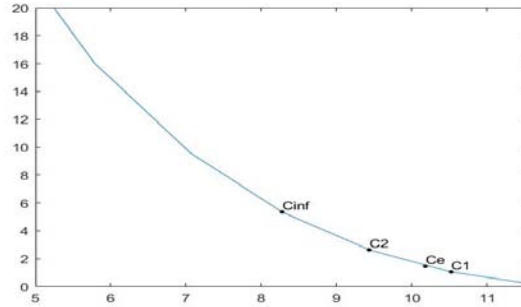
$$J_1(x, u) = \frac{1}{2} \kappa_T \int_0^{t_f} |x(t) - x_\theta|^2 dt, \quad J_2(x, u) = \frac{1}{2} \kappa_U \int_0^{t_f} |u(t)|^2 dt.$$

სადაც $\kappa_T, \kappa_U > 0$ მოცემული მუდმივებია. ამრიგად, ერთი ფუნქციონალით მიზანია მაქსიმალურად მივუახლოვდეთ გარკვეულ ტემპერატურას განსახილველი მოცულობის შიგნით, მეორეთი კი ხარჯის მინიმიზაცია გვაქვს მიზნად. პარეტო ოპტიმალობის აუცილებელი და საკმარისი პირობები მოცემული ამოცანისთვის შეგვიძლია შემდეგი სახით წარმოვადგინოთ:

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = -ax(t) + u(t), \\ \dot{p}(t) = -ap(t) + a\kappa_T(x(t) - x_\theta), \quad u(t) = \frac{1}{(1-\alpha)\kappa_U} p(t). \\ x(0) = x_0, p(t_f) = 0, \end{cases}$$

სადაც $\alpha \in]0, 1[$, პარეტო-ამოხსნების პარამეტრიზაციის ფაქტორია. შესაბამისად, პარამეტრიზებულად შეგვიძლია ჩავთვალოთ პარეტო-ფრონტივ კრიტერიუმების სივრცეში: $\{J(\alpha) = (J_1(\alpha), J_2(\alpha)) \mid \alpha \in]0, 1[\}$.

მას შემდეგ რაც დადგინდა პარეტო-ამოხსნები, დგება საკითხი მათგან ამორჩევა ისეთის, რომელიც უფრო „კარგია“. რასაკვირველია ამ ფორმით საკითხის დასმა მათემატიკურად უაზროა თუ დამატებითი მოსაზრებები არ იქნა მოხმობილი ანუ უნდა განხორციელდეს პოსტ-პარეტო ანალიზი. ამ თვალსაზრისით, შესაძლებელია გამოყენებულ იქნას ზემოთაღწერილი მიდგომები.



ნახ.1. ჰორიზონტალური დერმი - J_2 ; ჰორიზონტალური დერმი- J_3

აღნიშნული გარემოების საილუსტრაციოდ განვახორციელოთ ზემოთაღწერილი ამოცანის რიცხვითი ამოხსნა შემდეგ დაშვებებში: რიცხვითი ამოხსნა ამოცანის პარამეტრების შემდეგი მნიშვნელობებისთვის: $\kappa_U = b, \kappa_T = b^{-1}, x_0 = 0, x_\theta = 5, t_f = 1, a = 2, b = 1$.

ნახატსა და ცხრილში მოტანილია კლასიკური L_p პარეტო-ამოხსნები როცა $p = 1, 2, \infty$, და ენტროპიული პარეტო-ამოხსნა (L_2 -ამოხსნა არის სალუქვადის ამოხსნა [1], ხოლო ენტროპიული ამოხსნის შესახებ იხ. მაგ. [3]).

ცხრილი 1

	C_1	C_2	C_∞	C_e
I_1	10.522	9.4325	8.2743	10.179
I_2	1.0373	2.6394	5.3478	1.4531

განხილულ მაგალითში (და უფრო ზოგად კონტექსტშიც), შესაძლებელია აგრეთვე აგებულ იქნას ამოხსნები თამაშთა თეორიისა და რანჟირების თეორიის მიდგომებით, როგორც ეს აღწერილი იყო ზემოთ, მაგალითად სათანადო დისკრეტიზაციის გამოყენებით. მეორეს მხრივ, სავარაუდოა რომ ეს მიდგომები უფრო სასურველია განვითარდეს ოპტიმალობის აუცილებელი პირობების ბაზაზე, ვინაიდან დისკრეტიზაციის საფუძველზე ამოხსნების აგება უფრო გამოთვლითტევადი შეიძლება იყოს. თუმცა ეს საკითხი მოითხოვს უფრო დაწვრილებით ანალიზს. აღნიშნული ანალიზის ჩატარება მომავალ კვლევებში გვაქვს დაგეგმილი.

გამოყენებანი

შემოთავაზებული მეთოდების შესაძლებლობები ილუსტრირებულია სატესტო მაგალითებზე. კერძოდ: მასალათა შერჩევის, პოგრამული საშუალებების შედარების, ქვეყნების ინოვაციურ შესაძლებლობებით შედარების და სხვ. ამოცანებზე.

ქვემომართულება I.2.: კონფლიქტური კრიტერიუმების და/ან ქვესისტემების მქონე სისტემების მოდელირება, მართვა და რეგულირება.

1. წარმოების განთავსების ამოცანის ერთერთ ვარიანტს წარმოადგენს ამოცანა სიმრავლის დაფარვის შესახებ, ანუ განთავსების ადგილების რაოდენობის და მდებარეობის განსაზღვრის ამოცანა. სიმრავლის დაფარვის ამოცანების ერთერთი ნაირსახეობაა სახელმწიფო ავტონისსპექციის საგუშაგოების (სას) შესაძლო განთავსების ამოცანები. მათში მოცემულია გზების ქსელი და სას შესაძლო განთავსების პუნქტების სიმრავლე. ყოველ საგუშაგოს შეუძლია გზის გაკონტროლება მისგან მოცემულ მანძილზე. ცნობილია სახიფათო მონაკვეთების სიმრავლე. იმის მიხედვით, თუ რისი ოპტიმიზაცია არის საჭირო, შეიძლება ჩამოყალიბდეს რამდენიმე ამოცანა. ჩვენ განვიხილეთ ასეთი ამოცანების ოთხი ვარიანტი.

პირველ ამოცანაში უნდა ვიპოვოთ საგუშაგოების მინიმალური რაოდენობა ყველა სახიფათო

მონაკვეთის გასაკონტროლებლად.

მეორე ამოცანაში მოცემულია საგუშაგოების მაქსიმალური შესაძლო რაოდენობა p და ეს რაოდენობა არ არის საკმარისი, რომ ყველა სახიფათო მონაკვეთი კონტროლდებოდეს. ამ შეზღუდვებში საჭიროა საგუშაგოების მაქსიმალური რაოდენობა გაკონტროლდეს.

მესამე ამოცანაში თითოეული სახიფათო მონაკვეთისთვის მოცემულია ავარიების წლიური საშუალო რაოდენობა. საგუშაგოები უნდა განლაგდეს ისე, რომ ავარიების მაქსიმალური რიცხვი ავიცილოთ.

მეოთხე ამოცანაში, წინა ამოცანებისაგან განსხვავებით მოცემულია თითოეული საგუშაგოს განთავსების ღირებულება. საჭიროა მინიმალური დანახარჯებით მაქსიმალური რაოდენობის სახიფათო მონაკვეთის გაკონტროლება.

ზემოთხსენებული ამოცანები წარმოადგენს მთელრიცხვა პროგრამირების ამოცანებს. საუკეთესო ალტერნატივების ამოსარჩევად ჩვენ შევიმუშავეთ “ხარბი” (“greedy”, “жадный”) ალგორითმები.

2. მიუხედავად იმისა, რომ ქარხნების და საწყობების განლაგების ამოცანები სხვადასხვა ვარიაციით დიდი ხანია წარმოადგენს განხილვის საგანს, ინტერესი ამ პრობლემისადმი მისი დიდი ეკონომიკური მნიშვნელობის გამო არ შენელებულა. ჩვენ განვიხილეთ ამ პრობლემის დასმა ახალი და განსხვავებული მიზნის ფუნქციით, იგი ეხება სოფლის მეურნეობის ნედლეულის საწყობების და გადამამუშავებელი ქარხნების განლაგების ოპტიმიზაციას გარკვეულ შეზღუდვებში. ეს არის ბინარული ნაწილობრივ მთელრიცხვა პროგრამირების ამოცანათა სასრული სირავლე. შემოთავაზებულია ამ ამოცანის ამოხსნის გზა MATLAB-ის გამოყენებით.

3. ინოვაციური პროექტების ეფექტური მართვისათვის იმ რისკების შესამცირებლად, რომლებიც დაკავშირებულია პროექტებში ინვესტიციების ჩადებასთან, აქტუალურია მრავალკრიტერიული ოპტიმიზაციის გამოყენება როგორც მთლიანი მოდელის აგების, ასევე მისი ცალკეული ეტაპების განხილვის დროს. პროექტებთან მუშაობის დროს ერთერთი მნიშვნელოვანი ეტაპი არის ამ პროექტების ექსპერტიზა. ექსპერტებისაგან პროექტის სწორი შეფასების მისაღებად საჭიროა იმ კრიტერიუმების განსაზღვრა, რომლის მიხედვითაც უნდა მოხდეს პროექტის შეფასება. კრიტერიუმების სიას ყოველი კომპანია დამოუკიდებლად აყალიბებს.

საწარმოს პროექტის შედგენისას სამუშაო გეგმის ეფექტურობა მრავალი სხვადასხვა კრიტერიუმით შეიძლება შეფასდეს. ძირითადად განიხილება შემდეგი კრიტერიუმები: მოგება, დანახარჯები (ღირებულება), ხარისხი, დრო, რისკები.

ჩვენს მოდელში ვიგულისხმეთ, რომ საწარმოს შეუძლია რამდენიმე სხვადასხვა ტიპის პროდუქციის გამოშვება. თითოეული მათგანის წარმოება დაყოფილია რამდენიმე ეტაპად. ყოველ ეტაპზე საწარმოო ციკლის შესრულების რამდენიმე ალტერნატივა არსებობს და შემდეგ ეტაპზე გადასვლა არ შეიძლება, სანამ წინა ეტაპი არ დასრულდება. საჭიროა ამ ალტერნატივებიდან ოპტიმალური ვარიანტების შერჩევა ხსენებული კრიტერიუმებისა და გარკვეული შეზღუდვების გათვალისწინებით.

ამ ამოცანის ამოსახსნელად ჩვენ გამოვიყენეთ კრიტერიუმთა ადიტიური (წრფივი) ნახვევის მეთოდი. რადგან ექსპერტებს უჭირთ რაოდენობრივად კრიტერიუმების უპირატესობების შეფასება,

კრიტერიუმების წონების დასადგენად ვიყენებთ Saathy-ს იერარქიათა ანალიზის მოდიფიცირებულ მეთოდს. მიღებული ბინარული ნაწილობრივ მთელრიცხვა ამოცანის ამოსახსნელად შეიძლება შტოების და საზღვრების მეთოდის გამოყენება, მცირე განზომილების შემთხვევაში, ვიყენებთ MATLAB-ში ფუნქციას Bintprog მთელრიცხვა პროგრამირების ამოცანების ამოსახსნელად.

4. აგებულია დისკრეტული ოპტიმიზაციის ერთი კლასიკური ამოცანის, კერძოდ, განრიგთა თეორიის ერთკრიტერიუმიანი ამოცანის მათემატიკური მოდელი განუზღვრელობის პირობებში. განხილულია ამოცანა, სადაც დავალებათა შესრულება ხდება უწყვეტი ერთსაფეხურა სისტემით. პროცესორები

ნაწილობრივ ურთიერთშეცვლადია. ნაწილობითი დალაგების სიმრავლე და დამატებითი რესურსების სიმრავლე ცარიელია, წინასწარ ცნობილია პროცესორების წარმადობა, დავალებათა შესრულებისათვის საჭირო დრო დამოკიდებულია პროცესორის ნაირგვარობაზე. ფუნქციის სახით არის მოცემული დავალების შესასრულებლად საჭირო ფინანსური ხარჯები, რაც შეიძლება რამდენიმე პარამეტრზე იყოს დამოკიდებული, აგრეთვე მოცდენის ხარჯები საჯარიმო ფუნქციის სახით არის მოცემული. დავალებათა სისტემაში მოხვედრა ზუსტად არ არის განსაზღვრული, არამედ ალბათური სიდიდეა და მოცემულია ინტერვალის სახით. ოპტიმალური ამორჩევა ხდება დავალებათა მთლიანი სისტემის დამუშავების საერთო ღირებულების გათვალისწინებით. განრიგთა თეორიის დასმული ამოცანისათვის განსაკუთრებულ პირობებში, სადაც კრიტერიუმად განრიგის სრული ღირებულება განიხილება, აიგო პოლინომიალური სირთულის ალგორითმი და მოყვანილი ალგორითმის ეფექტურობის ხარისხი $O(n^2)$ სიდიდით განისაზღვრება.

ქვემიმართულება I.3.: რთული სისტემების მოდელირება შემთხვევითი ფაქტორებისა და გაურკვევლობის პირობებში.

საჩოგბურთო in-play კოეფიციენტების მოდელირება (2018 წელი).

განვითარებულია ჩოგბურთის მატჩის in-play კოეფიციენტების მყისიერი გათვლის კომპიუტერული მოდელი. ის იყენებს ე.წ. ძირეულ ალბათობებს - მიმდინარე ქულის მოგების ალბათობებს საკუთარი და მოწინააღმდეგის მოწოდების დროს. მოდელში ძირეული ალბათობები იდენტიფიცირდება მატჩის დაწყებამდე მოცემული საიმედო კოეფიციენტების საფუძველზე და შემდგომში ზუსტდება გარკვეული, ქულის მიმდინარე გათამაშების შედეგზე დამოკიდებული წესით. მოყვანილია კონკრეტული გათვლების ილუსტრაციები.

მსროლელთა ბრძოლის მოდელირება (2019 წელი).

განხილულია ბრძოლა მოწინააღმდეგის განადგურებისთვის მსროლელთა ორ გუნდს შორის. გუნდების შემადგენლობები შეიძლება განსხვავდებოდეს როგორც მსროლელთა რაოდენობით, ასევე მიზანში მოხვედრის ინდივიდუალური ალბათობებით. ამოცანა მდგომარეობს თითოეული გუნდისთვის დამიზნების ოპტიმალური სქემის შერჩევაში მათი გამარჯვებისა და მარცხის ალბათობებს შორის სხვაობის მაქსიმიზაციის აზრით. ფორმულირებული ამოცანა, ამოხსნილი ადრე ორი კერძო შემთხვევისთვის, განიხილება გუნდების უფრო დიდი რიცხოვნული შემადგენლობებისთვის. შესაბამისი ნულოვანჯამიანი სტრატეგიული თამაშის ამოხსნისას პირველ პლანზე გამოდის დიდი განზომილების გადახდების მატრიცის ელემენტების გამოთვლის პრობლემა. კომპიუტერული დროის ეკონომიის მიზნით დამიზნების ოპტიმალური სქემების მიმართ გაკეთდა გარკვეული დაშვებები. მსროლელთა ყველა შესაძლო ჯგუფებს შორის დალაგების შემოღებამ მოგვცა სქემებისთვის ალგორითმული თვალსაზრისით ეფექტური ოპტიმალობის აუცილებელი პირობის გამოყვანის საშუალება. შედეგად მიღწეული იქნა კომპიუტერული დროის მნიშვნელოვანი ეკონომია

ტიპური ონლაინ სლოტის მოდელირება და პარამეტრების იდენტიფიკაცია (2020 წელი).

გამოყოფილია სლოტის მახასიათებელი პარამეტრები – 13 ფიგურებიდან თითოეულის შემთხვევითი ამოსვლის პირობითი ალბათობები. ჩამოყალიბებულია ამ პარამეტრებზე დამოკიდებული სლოტის მთავარი მახასიათებლის – გაცემის წინასწარ დასახელებული დონისა და სტრუქტურის მიღწევის ამოცანა. ალბათობის თეორიის ფორმულებზე დაყრდნობით შედგენილია შესაბამისი არაწრფივ ალგებრულ განტოლებათა სისტემა. მის ამოხსნისად შემოთავაზებულია სამეტაპიანი რიცხვითი ალგორითმი. ორ ეტაპზე გამოიყენება იტერაციები, რომელთა სწრაფი კრებადობა განპირობებულია ამოცანის სპეციფიკის გათვალისწინებით შერჩეული კარგი საწყისი მიახლოებით. მოყვანილია სლოტის პარამეტრების რიცხვითი იდენტიფიცირების მაგალითები.

მიმართულება II: რთული სისტემების იდენტიფიკაცია.

არაწრფივი სისტემების კვლევისას გვიხდება პრინციპიალურად ახალ მოვლენებთან შეხვედრა, რომლებიც არ არიან დაკვირვებადი წრფივ სისტემებში. ამ თავისებურებების გამო არაწრფივი სისტემების დახასიათება შესაძლებელია მხოლოდ არაწრფივი მოდელების საშუალებით.

არაწრფივი სისტემების იდენტიფიკაციის დროს არაწრფივი მოდელებით შეიძლება გამოიყოს ძირითადად ორი ტენდენცია. პირველი მდგომარეობს კერძო სახის, უმთავრესად ბლოკურად-ორიენტირებული მოდელების, ხოლო მეორე კი ზოგადი მოდელების, ძირითადად ვოლტერას და ვინერის ფუნქციონალური მწკრივებისა და კოლმოგოროვ-გაბორის უწყვეტი და დისკრეტული პოლინომების გამოყენებაში კერძო მოდელების უპირატესობა გამოიხატება მათი გამოყენების სიმარტივით არაწრფივი სისტემების წარმოსადგენად. არაწრფივი სტაციონარული სისტემების სტრუქტურული იდენტიფიკაციის ამოცანა განიხილება უწყვეტ ბლოკურად-ორიენტირებული მოდელების სიმრავლეზე, რომლის ელემენტებია მაღალი რიგის ჰამერშტეინის და ვინერის მოდელების სხვადასხვა მოდიფიკაციები, კერძოდ ჰამერშტეინის მარტივი და განზოგადებული მოდელები, ვინერის მარტივი, განზოგადებული და გაფართოებული მოდელები, ვინერ-ჰამერშტეინის მარტივი, განზოგადებული და გაფართოებული კასკადური მოდელები, ჰამერშტეინ-ვინერის მარტივი კასკადური მოდელი.

ბლოკურად-ორიენტირებული მოდელებით სტრუქტურული იდენტიფიკაციისას ძირითადი შედეგები მიღებულია დისკრეტული მოდელებით იდენტიფიცირების დროს ან უწყვეტი დაბალი რიგის მოდელებით ასეთი მოდელების სიმრავლის გარკვეულ ქვესიმრავლეებზე.

არაწრფივი სისტემების სტრუქტურული იდენტიფიკაციის ამოცანა დასმულია შედეგანირად: ცნობილია მოდელთა და შესავალი სიგნალების კლასები და საჭიროა დამუშავებული იქნას მოდელის განსაზღვრის კრიტერიუმი მოდელთა კლასიდან. სტრუქტურული იდენტიფიკაციის ამოცანის ასეთი დასმა ეთანადება ლ. ზადეს მიერ შემოტანილ იდენტიფიკაციის კლასიკულ განმარტებას.

პროექტში დამუშავებულია არაწრფივი სისტემების სტრუქტურული იდენტიფიკაციის მეთოდი დამყარებულ რეჟიმში, როდესაც მოდელების შემადგენლობაში მყოფი არაწრფივი სტატიკური რგოლები აღიწერება სასრული ხარისხის პოლინომიალური ფუნქციებით, ხოლო მდგრადი წრფივი დინამიკური რგოლები - წრფივი ჩვეულებრივი დიფერენციალური განტოლებებით, სისტემის შესავალი ჰარმონიული ზემოქმედებისას. ამასთან, სისტემის შესახებ აპრიორული ინფორმაცია გამოიყენება მოდელების სიმრავლის, ხოლო აპოსტერიორული ინფორმაცია - მოდელის სტრუქტურის განსაზღვრისათვის მოდელების მოცემული სიმრავლიდან.

მოდელების გამოსასვლელზე მიღებული იძულებითი რხევების მუდმივი მდგენელების, ჰარმონიკებისა და მათ შორის ურთიერთდამოკიდებულებების შესავალი სიგნალის სიხშირეზე დამოკიდებულების მიხედვით, მოდელის სტრუქტურის იდენტიფიკაციის დამუშავებული კრიტერიუმის მიხედვით შესაძლებელია გამოიყოს მოდელთა სიმრავლის ქვესიმრავლეები, რომელთა ელემენტებია: 1. ჰამერშტეინის მარტივი, 2. ჰამერშტეინის განზოგადოებული; 3. ვინერის მარტივი, ვინერ-ჰამერშტეინისა და ჰამერშტეინ-ვინერის მარტივი კასკადური, 4. ვინერის გაზოგადოებული, 5. ვინერის გაფართოებული, 6. ვინერ-ჰამერშტეინის გაზოგადოებული კასკადური, 7. ვინერ-ჰამერშტეინის გაფართოებული კასკადური მოდელები, საკვლევი არაწრფივი სისტემის წარმოსადგენად.

შემუშავებული მეთოდის საფუძველზე აგებულია სტრუქტურული იდენტიფიკაციის ალგორითმი, რომელიც გამოკვლეულია როგორც თეორიული ისე კომპიუტერული მოდელირების საშუალებით.

დამუშავებული მეთოდების სიზუსტე დამოკიდებულია სისტემის შესავალ-გამოსავალი ცვლადების გაზომვისა და მიღებული ექსპერიმენტალური მონაცემების მათემატიკური დამუშავების სიზუსტეზე. ცდომილებების თავიდან ასაცილებლად შემუშავებულია შესაბამისი რეკომენდაციები.

სისტემის შესახებ არსებული აპრიორული ინფორმაციის მიხედვით არჩევენ იდენტიფიკაციის სხვადასხვა ამოცანებს.

სისტემების იდენტიფიკაცია ეყრდნობა ძირითადად წრფივ სტაციონარულ მოდელებს, რომლებიც ფართოდ გამოიყენება საწარმოო პროცესებისათვის. ამავე დროს უმრავლესი რეალური სისტემა არის არაწრფივი. არაწრფივ სისტემებში გვხვდება პრინციპულად ახალი მოვლენები და მათი წარმოდგენა წრფივი მოდელებით არ იძლევა მაღალეფექტური მართვის სისტემების შესაქმნელად მათი გამოყენების შესაძლებლობას.

არაწრფივი სისტემების მოდელის სტრუქტურის დადგენის შემდეგ დგება პარამეტრული იდენტიფიკაციის ამოცანა. ეს ამოცანა წარმოადგენს სისტემების იდენტიფიკაციის ერთ-ერთ ძირითად ამოცანას, რომელიც საკმაოდ სრულყოფილად არის შესწავლილი იდენტიფიკაციის სხვა ამოცანებთან შედარებით.

არაწრფივი სისტემების ბლოკურად ორიენტირებული მოდელებით წარმოდგენისას ძირითადი სირთულე პარამეტრული იდენტიფიკაციის ამოცანის გადაწყვეტისას მდგომარეობს იმაში, რომ ბლოკურად ორიენტირებული მოდელების უმრავლესობა, გარდა ჰამერშტეინის მოდელებისა, არაწრფივია პარამეტრების მიმართ და ასევე შესაფასებელი პარამეტრების დიდი რაოდენობით. ასე მაგალითად, ვინერ-ჰამერშტეინის მარტივი კასკადური მოდელისათვის, რომლის შემადგენლობაში მყოფი არაწრფივი ელემენტი აღიწერება n ხარისხის პოლინომიალური ფუნქციით, ხოლო წრფივი დინამიკური რგოლები - m_1 და m_2 რიგის ჩვეულებრივი დიფერენციალური განტოლებებით, შესაფასებელი პარამეტრების რიცხვი ტოლია: $n + m_1 + m_2 + 3$. ამის გამო, ასეთი სისტემების პარამეტრული იდენტიფიკაციის ამოცანის გადაწყვეტა ანალიზური სახით შესაძლებელია მხოლოდ ზოგიერთი დაბალი რიგის მოდელისათვის.

არაწრფივი სისტემების პარამეტრული იდენტიფიკაციის ამოცანისადმი მიძღვნილია ნაშრომთა დიდი რაოდენობა, რომლებშიც ამ ამოცანის გადაწყვეტა ეფუძნება სხვადასხვა მიდგომას. არაწრფივი სისტემების ბლოკურად-ორიენტირებული მოდელებით წარმოდგენისას ამ მოდელების პარამეტრული იდენტიფიკაციის მეთოდების უმრავლესობა დამუშავებულია ჰამერშტეინისა და ვინერის მარტივი მოდელებისათვის.

არაწრფივი სისტემების პარამეტრული იდენტიფიკაციის ამოცანა პროექტში ისმება სიხშირულ არეში ჰამერშტეინ-ვინერის მარტივი კასკადური მოდელისათვის სისტემის შესასვლელზე ჰარმონიული სიგნალის მოქმედებისას და გამოსასვლელზე მიღებული პერიოდული სიგნალის მიმართ ფურიეს აპროქსიმაციის გამოყენებისას. ამასთან იგულისხმება, რომ სისტემის მოდელის არაწრფივი სტატიკური რგოლები აღიწერება მეორე ხარისხის პოლინომიალური ფუნქციით, ხოლო მოდელის წრფივი დინამიკური რგოლი - პირველი რიგის ჩვეულებრივი დიფერენციალური განტოლებით. ასეთი მოდელები ფართოდ გამოიყენება საწარმოო პროცესების მოდელირებისათვის.

პროექტის შესრულებისას ჰამერშტეინ-ვინერის მარტივი კასკადური მოდელის გამოსასვლელზე დამყარებულ რეჟიმში მიღებული იძულებითი რხევების ანალიზური გამოსახულების მისაღებად ამოხსნილი იყო მოდელის აღმწერი დიფერენციალური განტოლება სისტემის შესასვლელზე ჰარმონიული სიგნალის ზემოქმედებისას.

ექსპერიმენტის ჩატარებისას საკვლევი სისტემის გამოსასვლელზე მიღებული იძულებითი პერიოდული სიგნალის მიმართ ფურიეს აპროქსიმაციის გამოყენება იძლევა საშუალებას გამოთვლილი იყოს პერიოდული სიგნალების მუდმივი მდგენელები და ჰარმონიკების ამპლიტუდები შემავალი სიგნალის სხვადასხვა სიხშირისას. მათი გატოლებით თეორიულ მნიშვნელობებთან მიღებულ იქნა ალგებრულ განტოლებათა სისტემები უცნობი პარამეტრების შესაფასებლად. მიღებული განტოლებათა სისტემებიდან, როდესაც მათში შემავალი განტოლებათა რაოდენობა მეტია შესაფასებელ პარამეტრების რაოდენობაზე,

უმცირესი კვადრატების მეთოდის შესაბამისი გარდაქმნებისა და გამოთვლების შემდეგ მიღებულ იქნა უცნობი პარამეტრების შეფასებები.

უნდა აღინიშნოს, რომ პარამეტრების შეფასებისათვის შეიძლება გამოყენებული იყოს ფურიეს სხვადასხვა კოეფიციენტებისათვის მიღებული გამოსახულებები, რაც იძლევა მიღებული შედეგების შედარების საშუალებას.

პარამეტრების შეფასების საიმედოობა დამოკიდებულია სიგნალების გაზომვისა და ექსპერიმენტული მონაცემების მათემატიკური დამუშავების სიზუსტეზე.

ამრიგად, პროექტის ამოცანების შესრულების ამ ეტაპზე შემუშავდა არაწრფივი სისტემების პარამეტრული იდენტიფიკაციის მეთოდი და ალგორითმი მათი ჰამერშტეინ-ვინერის კასკადური მოდელით წარმოდგენისას. პარამეტრების შეფასებები მიღებული იქნა უმცირესი კვადრატების მეთოდით, რაც იძლევა შემუშავებული მეთოდის საწარმოო პირობებში გამოყენების საშუალებას.

6. ბექდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

6.2. სახელმძღვანელოები

№	ავტორი/ავტორები	სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	შანშიაშვილი ბ.	სისტემების იდენტიფიკაცია. II ნაწილი. ISBN 978-9941-28-391-8	თბილისი, ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2019.	158 გვ.

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

სახელმძღვანელოს მეორე ნაწილში გარკვეული ადგილი ეთმობა მართვადობისა და დაკვირვებადობის კრიტერიუმებისა და შესაბამისი მათემატიკური აპარატის განხილვას.

ნაჩვენებია უწყვეტი და დისკრეტული არაწრფივი სისტემების პარამეტრული იდენტიფიკაციისას, კვაზიგაწრფეების მეთოდის გამოყენების შესაძლებლობა.

განხილულია წრფივი და არაწრფივი დაკვირვებადი სისტემების პარამეტრებისა და მდგომარეობის ერთდროული თანამიმდევრული შეფასებისთვის ინვარიანტული ჩადგმის მეთოდის გამოყენების თავისებურებები.

წრფივი არასტაციონარული სისტემების იდენტიფიკაციის ამოცანები განხილულია სინუსოიდურ სიგნალზე რეაქციის საფუძველზე და დიფერენციალური განტოლებების ამოხსნის შეზღუდულ ამოცანებთან დაკავშირებით.

არაწრფივი დინამიკური სისტემების სტრუქტურული და პარამეტრული იდენტიფიკაციის ამოცანები განხილულია უწყვეტ ბლოკურად ორიენტირებულ მოდელთა სიმრავლეზე.

სახელმძღვანელო განკუთვნილია სტუდენტების, მაგისტრების, დოქტორანტების, მეცნიერ მუშაკების, ინჟინრებისა და მკითხველთა იმ წრისათვის, რომლებიც დაინტერესებულნი არიან სისტემების იდენტიფიკაციის, მართვისა და მოდელირების საკითხებით.

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

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათაური, დიგიტალური საიდენტიფიკაციო კოდი DOI	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	Gogodze Joseph	PageRank Method for Benchmarking Computational Problems and their Solvers, DOI: 10.5281/zenodo.1292395.	International Journal of Computer Science Issues, Volume 15, Issue 3, May 2018	Online	pp. 1- 7
2	Gogodze Joseph	Using a Two-Person Zero-Sum Game to Solve a Decision-Making Problem DOI: 10.11648/j.pamj.20180702.11	Pure and Applied Mathematics Journal. Vol. 7, No. 2, 2018,	Online	pp. 11-19
<p>ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>1. შემოთავაზებულია ახალი მიდგომა, რომელიც უზრუნველყოფს გამოთვლითი ამოცანების ამომხსნელების შედარებითი ანალიზის ამოცანის დაყვანას მულტიკრიტერიულ ამოცანად. ამ მულტიკრიტერიულ ამოცანის ამოსახსნელად შემოთავაზებულია სპეციალური მეთოდი, რომელიც წარმოადგენს ე.წ. (გუგლის) გვერდების რანჟირების მეთოდის გარკვეულ ვერსიას. შემოთავაზებული მიდგომის საილუსტრაციოდ განხილულია მაგალითი.</p> <p>2. შემოთავაზებულია მიდგომა, რომელიც უზრუნველყოფს გადაწყვეტილებათა მიღების ამოცანის ამომხსნას თამაშთა თეორიის საფუძველზე. წარმოდგენილი მიდგომის თანახმად, გადაწყვეტილებათა მიღების ამოცანას შეესაბამება ნულოვანი ჯამით ორი პირის თამაში და მისი ამომხსნა შერეულ სტრატეგიებში გვაძლევს „სწორ“ წონებს განსახილველ გადაწყვეტილებათა მიღების ამოცანის კრიტერიუმების აგრეგირებისათვის. საილუსტრაციოდ განხილულია მაგალითი.</p>					

6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით (2018 წ.)

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათა-ური, ISSN	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	მ. სალუქვაძე, გ. ბელთაძე	ნემის წონასწორული არსებობის პრობლემა სტოქასტიკურ	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის	თბილისი, შპს „პოლიგრაფი “	6 გვ.

		თამაშებში რანჟირებული მრავალკრიტერიულიანი მოგებების შემთხვევაში. ISSN 0135-0765	სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული #22, 2018		
2	ქ. კუთხაშვილი ვ. გაბისონია	დისკრეტული ოპტიმიზაციის ერთი ამოცანის ალბათური მოდელი. ISSN 0135-0765	სტუ არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული #22, 2018	თბილისი, შპს „პოლიგრაფი“	4 გვ.
3	დ. ცინცაძე, ქ. ომიაძე	რადიოლოკაციური ინფორმაციის მომზადება კომპიუტერში შეყვანისათვის ISSN 0135-0765	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული #22, 2018	თბილისი, შპს „პოლიგრაფი“	6 გვ.
4	В.Хуцишвили, Г.Котолашвили	Проблема количества стрелков в стратегической игре выбора целей. ISSN 0135-0765	Сборник трудов Института Систем Управления Арчила Элиашвили Грузинского Технического Университета, № 22, 2018	თბილისი, შპს „პოლიგრაფი“	5 გვ.
5	В.Хуцишвили, Г.Котолашвили	Инновационный рынок виртуальных поединков и технология мгновенной оценки шансов виртуальных соперников. ISSN 1512-3979 (print)	Труды. Грузинский Технический Университет. Автоматизированные системы управления, № 2 (26), 2018.	თბილისი,	4 გვ.
6	В. Хуцишвили	Modeling of In-Play Tennis Odds. EIISSN 1512-2174 (online)	GESJ: Computer Science and Telecommunications №2 (54), 2018 (http://gesj.internet-academy.org.ge/download.php?id=3116.pdf).		5 გვ.

7	დ. სიხარულიძე, ნ. დადიანი	ხარბი ალგორითმები სიმრავლის დაფარვის ზოგიერთი ამოცანისთვის	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული #22, 2018	თბილისი შპს „პოლიგრაფი“	
8	A. Prangishvili B. Shanshiashvili Z. Tsveraidze	System Matrix Identification at Modelling of Linear Dynamic Systems with Variable Parameters. ISSN 1512-3979	Transactions Automated Control Systems № 2 (26) Dedicated to the 15 th Anniversary of the UNESCO Chair “Information Society” of GTU	Publishing House “Technical University”, Tbilisi 2018	9pp.
9	ბ. შანშიაშვილი, მ. სალუქვაძე	ჰამერშტეინ- ვინერის არაწრფივი სისტემების პარამეტრული იდენტიფიკაცია	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშ- ვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული № 22. 2018	თბილისი შპს „პოლიგრაფი“	6

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1. სტოქასტიკური თამაშები განხილულია როგორც ზოგადი დინამიკური თამაშების კერძო კლასი. შესწავლილია არაკოალიციური თამაშების გარკვეული კლასი - m -კრიტერიუმისანი მატრიცული სტოქასტიკური თამაშები ლექსიკოგრაფიულად რანჟირებული მოგების კრიტერიუმებით, რომლებსაც m -განზომილებიან ლექსიკოგრაფიულ სტოქასტიკურ მატრიცულ თამაშებს ვუწოდებთ და აღვნიშნავთ $\Gamma^L = (\Gamma^1, \dots, \Gamma^m)$. შეისწავლება ასეთ თამაშებში ნემის წონასწორობის არსებობის პრობლემა სტანდარტული ანალიზით. სტანდარტული გულისხმობს იმავე სახის შერეული სტრატეგიების გამოყენებას, რომლებსაც ვიყენებთ სკალარული თამაშების შემთხვევაში. ასეთ შემთხვევაში ლექსიკოგრაფიულ სტოქასტიკურ მატრიცულ თამაშში ნემის წონასწორობა შესაძლოა არ არსებობდეს. მისი არსებობა დაიყვანება მოცემული თამაშის შესაბამის სტოქასტიკურ აფინურ მატრიცულ თამაშში ნემის წონასწორობის არსებობაზე. Γ^L თამაშში ნემის წონასწორობათა სიმრავლე წარმოდგენილია შესაბამისი სტოქასტიკური აფინური მატრიცული თამაშის წონასწორობათა სიმრავლის საშუალებით. დამტკიცებულია ასეთი აფინური თამაშის მნიშვნელობის არსებობის საკმარისი პირობები.

2. ნაშრომში განხილულია დისკრეტული ოპტიმიზაციის ერთი კლასიკური ამოცანის, კერძოდ განრიგთა თეორიის ამოცანის ალბათური მოდელი. განხილულია ამოცანა, სადაც დავალებათა

შესრულება ხდება უწყვეტი ერთსაფეხურა სისტემით. პროცესორები ნაწილობრივ ურთიერთშეცვლადია. ნაწილობითი დალაგების სიმრავლე და დამატებითი რესურსების სიმრავლე ცარიელია, წინასწარ ცნობილია პროცესორების წარმადობა, დავალებათა შესრულებისათვის საჭირო დრო და ფინანსური ხარჯები, ხოლო დავალებათა სისტემაში მოხვედრა ალბათური სიდიდეა და დავალებების სისტემაში მოხვედრის დრო ინტერვალით განისაზღვრება. ოპტიმალური ამორჩევის კრიტერიუმად განხილულია დავალებათა მთლიანი სისტემის დამუშავების საერთო ღირებულება.

3. რადიოლოკაცია ნიშნავს სივრცეში ობიექტის აღმოჩენას და მისი ადგილმდებარეობის დადგენას. იგი იძლევა საშუალებას საგნების აღმოჩენისა ისეთ მანძილზე, რომელთა გადაადგილების სიჩქარე შეიძლება გაუტოლდეს ბგერის გავრცელების სიჩქარეს. რადიოლოკაციას დიდი გამოყენება აქვს ნავიგაციაში და ასევე მეტეოროლოგიური სამსახურის გამოყენებაში სახალხო მეურნეობის სხვადასხვა დარგებისათვის. ამ მიზნით მართვის სისტემების ინსტიტუტში შეიქმნა მართვის ავტომატიზირებული სისტემა სექცვასაშიში ღრუბლის აღმოჩენის და მასზე ზემოქმედების ჩასატარებლად. სისტემა, რადიოლოკატორი ტიპისა MPJ-5, ჩართული, გამოთვლით ტექნიკურ საშუალებებში (იგულისხმება ცვმ, კომპიუტერი, აღჭურვილი დამხმარე მოწყობილობებით: ანალოგო-ციფრული და პირიქით, გარდამსახებით და შეთავსებისთვის საჭირო ინტერფეისი), ემსახურება მეტეოროლოგიური სიდიდეების გაზომვის სიზუსტის გაზრდას, ოპერატიულ ზემოქმედებას სექცვის წარმოქმნის პროცესებზე. სტატიაში განხილულია რადიოლოკაციური ინფორმაციის კომპიუტერში შეყვანისა და მისი პროგრამული დამუშავების მომზადების საკითხები ღრუბლის სტრუქტურის და ჩამოყალიბების შესწავლისათვის.

4. განხილულია ბრძოლა მოწინააღმდეგის განადგურებისთვის მსროლელთა ორ გუნდს შორის. გუნდების შემადგენლობები შეიძლება განსხვავდებოდეს როგორც მსროლელთა რაოდენობით, ასევე მიზანში მოხვედრის ინდივიდუალური ალბათობებით. ამოცანა მდგომარეობს თითოეული გუნდისთვის დამიზნების ოპტიმალური სქემის შერჩევაში მათი გამარჯვებისა და მარცხის ალბათობებს შორის სხვაობის მაქსიმიზაციის აზრით. ფორმულირებული ამოცანა, ამოხსნილი ადრე ორი კერძო შემთხვევისთვის, განხილულია გუნდების უფრო დიდი რიცხოვნული შემადგენლობებისთვის. შესაბამისი ნულოვანჯამიანი სტრატეგიული თამაშის ამოხსნისას პირველ პლანზე გამოდის დიდი განზომილების გადახდების მატრიცის ელემენტების გამოთვლის პრობლემა. კომპიუტერული დროის ეკონომიის მიზნით დამიზნების ოპტიმალური სქემების მიმართ გაკეთდა გარკვეული დაშვებები. მსროლელთა ყველა შესაძლო ჯგუფებს შორის დალაგების შემოღებამ მოგვცა სქემებისთვის ალგორითმული თვალსაზრისით ეფექტური ოპტიმალობის აუცილებელი პირობის გამოყვანის საშუალება.

5. სტატიაში შემოთავაზებულია ფსონების ინოვაციური ბაზარი, ორიენტირებული დაუსწრებელი სპორტული ორთაბრძოლების შედეგების გამოცნობაზე. ვირტუალური მოწინააღმდეგეების როლში შეიძლება გამოვიდნენ სპორტის როგორც ერთი, ასევე სხვადასხვა სახეობების წარმომადგენლები. კოდურ სახელად ასეთი ბაზრისთვის შეგვიძლია ავირჩიოთ წყვილი Real vs Federer, რომელიც აერთიანებს სპორტის ორ ყველაზე პოპულარულ სახეობას. ბუკმეკერის ლისტინგში მოთავსებული რეალური მატჩების ბაზაზე ვირტუალური მოწინააღმდეგეების გენერირების პროცესი გამაგრებულია მათი შანსების მყისიერი შეფასებისა და შესაბამისი კოეფიციენტების გამოცხადების საიმედო ტექნოლოგიით. ამ ტექნოლოგიის საფუძველში დევს ხდომილებების ბუკმეკერული კოეფიციენტებიდან მათ ალბათობებზე და პირიქით გადასვლის დაწვრილებით აღწერილი თეორია. შექმნილია შესაბამისი სადემონსტრაციო ინტერნეტ-აპლიკაცია.

6. განვითარებულია ჩოგბურთის მატჩის in-play კოეფიციენტების მყისიერი გათვლის კომპიუტერული მოდელი. ის იყენებს ე.წ. ძირეულ ალბათობებს - მიმდინარე ქულის მოგების ალბათობებს საკუთარი და მოწინააღმდეგის მოწოდების დროს. მოდელში ძირეული ალბათობები იდენტიფიცირდება მატჩის დაწყებამდე მოცემული საიმედო კოეფიციენტების საფუძველზე და შემდგომში ზუსტდება გარკვეული, ქულის მიმდინარე გათამაშების შედეგზე დამოკიდებული წესით. მოყვანილია კონკრეტული გათვლების ილუსტრაციები.
7. პროგრამირების ამოცანების ამოსახსნელად გამოიყენება ალგორითმები, რომლებიც წარმოადგენს გარკვეული ნაბიჯების მომდევრობას, რომელთაგან თითოეულზე გვაქვს ალტერნატივათა გარკვეული სიმრავლე. ბევრ შემთხვევაში საუკეთესო ალტერნატივის ამორჩევა დინამიური პროგრამირების პრინციპით შრომატევადია გამოთვლითი თვალსაზრისით, ასეთი ამოცანებისათვის მიზანშეწონილია უფრო მარტივი დეა ეფექტური ალგორითმების გამოყენება. „ხარბ“ (“greedy”, “жадный”) ალგორითმში ყოველ ნაბიჯზე კეთდება არჩევანი, რომელიც მოცემულ მომენტში საუკეთესოდ გვეჩვენება იმ იმედით, რომ ის გლობალური ამოცანის ოპტიმალურ ამოხსნამდე მიგვიყვანს. ხარბი ყოველთვის არ იძლევა ოპტიმალურ ამოხსნას, მაგრამ ბევრ ამოცანაში ისინი საჭირო შედეგს გვაძლევს. სტატიაში განიხილება 4 ამოცანის სიმრავლის დაფარვის შესახებ (კერძოდ, ამოცანები სახელმწიფო ავტონსპექციის საგუშაგოების განთავსების შესახებ საგზაო ქსელის მოცემული სახიფათო მონაკვეთების გასაკონტროლებლად). მათ ამოსახსნელად შემოთავაზებულია შესაბამისი ხარბი ალგორითმები.
8. განხილულია წრფივი ცვლადპარამეტრებიანი დინამიკური სისტემების პარამეტრული იდენტიფიკაციის ამოცანა. პარამეტრული იდენტიფიკაციის ამოცანა დასმულია როგორც წრფივი ჩვეულებრივი ცვლადკოეფიციენტებიანი დიფერენციალური განტოლებების კომის ამოცანის გარკვეული აზრით შებრუნებული ამოცანა. სისტემის პარამეტრებზე, შესავალ და გამოსავალ ცვლადებზე ზოგიერთი შეზღუდვების დროს ფორმულირებულია და დამტკიცებული თეორემა ისეთი ინტერვალის არსებობის შესახებ სადაც კოეფიციენტების უწყვეტი მატრიცა იდენტიფიცირებადია. პარამეტრების შეფასების ალგორითმი და მოდელის დადასტურების საკითხი გამოკვლეულია მეორე რიგის სისტემების იდენტიფიკაციის მაგალითზე.
9. სამუშაოში განხილულია ჰამერშტეინ-ვინერის არაწრფივი დინამიკური სისტემების პარამეტრული იდენტიფიკაციის ამოცანა სიხშირულ არეში. იგულისხმება, რომ სისტემის მოდელის არაწრფივი სტატიკური რგოლები აღიწერება მეორე ხარისხის პოლინომიალური ფუნქციით, ხოლო მოდელის წრფივი დინამიკური რგოლი - პირველი რიგის ჩვეულებრივი დიფერენციალური განტოლებით. იდენტიფიკაციისათვის გამოიყენება სისტემის გამოსავალი იძულებითი რხევების გამოსახულებები მის შესავალზე ჰარმონიული სიგნალის ზემოქმედებისას. პარამეტრების შეფასებები მიიღება უმცირესი კვადრატების მეთოდით ფურიეს აპროქსიმაციის გამოყენებისას. სიგნალების გაზომვისა და ექსპერიმენტული მონაცემების მათემატიკური დამუშავების სიზუსტე მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს პარამეტრების შეფასების საიმედოობას.

სტატიები ISSN-ის მითითებით (2019 წ.)

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათაური, ISSN	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
---	---------------------	--------------------------	---	--------------------------------------	------------------------

1	Dali Sikharulidze, Vladimir Gabisonia, Nugzar Dadiani	On One Problem of plant Location ISSN 0135-0765	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული #23, 2019	თბილისი შპს „მაცნე-პრინტი“	7
2	ქეთევან კუთხაშვილი, ვლადიმერ გაბისონია	დისკრეტული ოპტიმიზაციის მათემატიკური მოდელი განუზღვრელობის პირობებში ISSN 0135-0765	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული #23, 2019	თბილისი შპს „მაცნე-პრინტი“	6
3	დუდუხანა ცინცაძე, ქეთევან ომიადე	ინტერპოლირების ამოცანის გადაწყვეტა Matlab-ის საშუალებით ISSN 0135-0765	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული #23, 2019	თბილისი შპს „მაცნე-პრინტი“	4
4	Виктор Хуцишвили	Микросистемы массового обслуживания с ремонтом и заменой отказавших элементов ISSN 0135-0765	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის თბილისი არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული #23, 2019	თბილისი შპს „მაცნე-პრინტი“	5
5	Shanshiashvili B., Kavlashvili N.	Parameter identification identification of nonlinear dynamic systems of industrial processes. ISBN 978-9941-462-97-9	Book of Abstracts of 11th Japanese-Mediterranean Workshop Applied Electromagnetic Engireening for Magnetic, Superconducting, Multifunctional and Nanomaterials.	Batumi, Georgia	2
6	Shanshiashvili B., Kavlashvili N., Dadiani N., Omiadze K.	Frequency domain identification of block-oriented nonlinear systems. ISSN 0135-0765	Institute of control systems of the Georgian Technical University. Proceedings, № 23.	Tbilisi, Georgia	9

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1. წარმოდგენილი ამოცანა ეხება შესაძლო განლაგებათა მოცემული სიმრავლიდან ქარხნების ოპტიმალური განლაგების პოვნას მოცემული მოთხოვნების მინიმალური დანახარჯებით დასაკმაყოფილებად მოცემულია ტრანსპორტირების ღირებულება, საწყობების ტევადობა, ქარხნების აშენების ღირებულება და მათი სიმძლავრე. ეს არის ნაწილობრ ბინარული პროგრამირების ამოცანა. როდესაც ქარხნების და საწყობების რაოდენობა არ არის დიდი, ამოცანა შეიძლება აომიხსანას ქარხნების განლაგების ყველა შესაძლო ვარიანტის გადარჩევით და შესაბამისი წრფივი პროგრამირების ამოცანების განხილვით. რადგანაც ყველა შესაძლო ალტერნატივის რაოდენობა სასრულია, თუ დასაშვებ ამონახსნთა სიმრავლე არ არის ცნობილი, ამოცანას ამოხსნა ექნება. მეთოდის საილუსტრაციოდ მოყვანილია მაგალითი, რომელშიც ქარხნების შესაძლო რაოდენობა არის 3, ხოლო, საწყობების -10.

2. ნაშრომში აგებულია დისკრეტული ოპტიმიზაციის ერთი კლასიკური ამოცანის მათემატიკური მოდელი. განხილულია ამოცანა, სადაც დავალებათა შესრულება ხდება უწყვეტი ერთსაფეხურა სისტემით. პროცესორები ნაწილობრივ ურთიერთშეცვლადია. ნაწილობითი დალაგების სიმრავლე და დამატებითი რესურსების სიმრავლე ცარიელია, წინასწარ ცნობილია პროცესორების წარმადობა, დავალებათა შესრულებისათვის საჭირო დრო და ფინანსური ხარჯები, ხოლო დავალებათა სისტემაში მოხვედრა ზუსტად არ არის განსაზღვრული, არამედ მოცემულია ინტერვალის სახით. ოპტიმალური ამორჩევა ხდება ორი კრიტერიუმის ერთობლივი გათვალისწინებით. კრიტერიუმებად განხილულია დავალებათა მთლიანი სისტემის დამუშავების საერთო ღირებულება და სისტემის შექმნის ხანგრძლივობა. აგებულია ალგორითმი, რისთვისაც გამოყენებულია ინტერვალური და შტოებისა და საზღვრების მეთოდები მრავალკრიტერიუმის ამოცანისათვის.

3. ტექნიკურ სისტემებში ხშირად გვხვდება ექსპერიმენტის დროს ჩატარებული გაზომვების შედეგად მიღებული შედეგების გამოყენება სხვადასხვა მათემატიკური მოდელების ასაგებად. ერთერთი ასეთი ამოცანაა აეროდინამიკური მახასიათებლების კოეფიციენტების შემოღება, რომლებიც ჩვეულებრივ განისაზღვრებიან ექსპერიმენტების საშუალებით აეროდინამიკურ მილში. მახასიათებლებს ფუნქციონალური დამოკიდებულების სახე აქვთ, წარმოდგენილი არიან გრაფიკების სახით და განსაზღვრულია გარკვეულ სეგმენტზე. ინტერპოლირების მიზანია „აღვადგინოთ“ საწყის ფუნქციასთან მიახლოებული ფუნქცია, ცხრილური მნიშვნელობების გამოყენებით. ასეთი ამოცანა შესრულებული იქნა მართვის სისტემების ინსტიტუტში. თანამედროვე კომპიუტერული ტექნოლოგიები ამ ამოცანის ბევრად უფრო მარტივად გადაწყვეტის საშუალებას იძლევა.

სტატიაში აღწერილია ფუნქციათა ინტერპოლირების ამოცანის დასმა და მისი პროგრამული გადაწყვეტა Matlab-ის მეშვეობით.

4. განხილულია და ერთმანეთთან შედარებული მასობრივი მომსახურების სისტემები მუშა ელემენტების მცირე რაოდენობით. შემოსავლის მომტანი ფუნქციონირებადი ელემენტების მტყუნების პროცესს უპირისპირდება მათი აღდგენის პროცესი, რომელიც შეიძლება დაიშალოს ორად - რემონტისა და შემდგომი ჩანაცვლების ფაზებად. სულ განხილულია ორი ერთფაზიანი და სამი ორფაზიანი მიკროსისტემა. გამოყვანილია შესაბამისი ფორმულები მიკროსისტემის შესაძლო მდგომარეობების ალბათობებისთვის და მისი შემოსავლიანობისთვის. ყველაზე რთული შემთხვევისთვის აგებულია თვალსაჩინო Excel-ის ცხრილი. შემოსავლიანი ელემენტისთვის ერთადერთი სამუშაო ადგილის შემთხვევაში გამოვლენილია მოულოდნელი კავშირი ალბათობებსა

და ფიზონაჩის რიცხვებს შორის.

5. სამრეწველო პროცესების არაწრფივი დინამიური სისტემების პარამეტრების იდენტიფიკაციის პრობლემა განიხილება უწყვეტ ბლოკურად ორიენტირებული მოდელების სიმრავლეზე, რომელთა ელემენტები ჰამერსტინისა და ვინერის მოდელების სხვადასხვა მოდიფიკაციაა. შემუშავებულია პარამეტრების იდენტიფიკაციის მეთოდი დამყარებულ მდგომარეობაში, სისტემის შემავალი და გამომავალი სიგნალების დაკვირვებადობის საფუძველზე სისტემის შემავალი ჰარმონიული ზემოქმედებისას. ფურიეს აპროქსიმაციის გამოყენების საფუძველზე უცნობი პარამეტრების შეფასებები მიიღება უმცირესი კვადრატების მეთოდით, რაც იძლევა იმის საშუალებას, რომ დამუშავებული მეთოდი გამოყენებული იყოს სამრეწველო პირობებში ხმაურის არსებობის პირობებში.

6. განხილულია ბლოკურად ორიენტირებული არაწრფივი დინამიური სისტემების პარამეტრული იდენტიფიკაციის ამოცანა სიხშირულ არეში. შემოთავაზებულია პარამეტრული იდენტიფიკაციის მეთოდი დამყარებულ რეჟიმში სისტემის შემავალი სინუსოიდური ზემოქმედების დროს დინამიური სისტემების წარმოდგენისას ჰამერსტინისა და ვინერის მარტივი, ვინერ-ჰამერსტინის და ჰამერსტინ-ვინერის კაკადური მოდელებით. პარამეტრული იდენტიფიკაციის ამოცანის გადაწყვეტა ფურიეს აპროქსიმაციის გამოყენებით დაიყვანება ალგებრულ განტოლებათა სისტემის ამოხსნაზე. პარამეტრების შეფასებები მიიღება უმცირესი კვადრატების მეთოდით. მიღებული შედეგების საიმედოობა სამრეწველო პირობებში ხმაურის არსებობის პირობებში, დამოკიდებულია სისტემის შემავალი და გამომავალი სიგნალების გაზომვისა და ექსპერიმენტული მონაცემების მათემატიკური დამუშავების სიზუსტეზე.

სტატიები ISSN-ის მითითებით (2020 წ.)

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათაური, ISSN	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	Besarion Shanshiashvili, Nugzar Kavlashvili, Beqa Avazneli	Frequency domain parameter identification of expanded Wiener model	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის თბილისი არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №24,2020	თბილისი შპს „საჩინო“	7
2	ქეთევან კუთხაშვილი, ვლადიმერ გაბისონია	განრიგთა თეორიის ერთი ამოცანის მათემატიკური მოდელი განუზღვრელობის	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის თბილისი არჩილ ელიაშვილის მართვის	თბილისი შპს „საჩინო“	6

		პირობებში	სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №24,2020		
3	Dali Sikharulidze, Vladimer Gabisonia, Nugzar Dadiani	Plant Optimal Work Plan Estimation Using Multicriteria Optimization	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის თბილისი არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №24,2020	თბილისი შპს „საჩინო“	4
4	ქეთევან ომიამე, ნუგზარ დადიანი, დუდუხანა ცინცამე	არაზომადი სიმრავლეების შესახებ	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის თბილისი არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №24,2020	თბილისი შპს „საჩინო“	4
5	Виктор Хуцишвили	Два критерия оптимальности в стратегической игре „Бой стрелков“	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის თბილისი არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №24,2020	თბილისი შპს „საჩინო“	4

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1. განხილულია არაწრფივი დინამიკური სისტემების პარამეტრული იდენტიფიკაციის ამოცანა სიხშირულ არეში მათი გაფართოებული ვინერის მოდელით წარმოდგენისას, როდესაც მისი წრფივი ელემენტები აღიწერება ჩვეულებრივი დიფერენციალური განტოლებებით. შემოთავაზებულია პარამეტრული იდენტიფიკაციის მეთოდი დამყარებულ რეჟიმში სისტემის შემავალი სინუსოიდური ზემოქმედების დროს. პარამეტრული იდენტიფიკაციის ამოცანის გადაწყვეტა ფურიეს აპროქსიმაციის გამოყენებით დაიყვანება ალგებრულ განტოლებათა სისტემის ამოხსნაზე. პარამეტრების შეფასებები მიიღება უმცირესი კვადრატების მეთოდით. გამოკვლეულია მიღებული შედეგების საიმედოობა სამრეწველო პირობებში ხმაურის არსებობის პირობებში.

2. ნაშრომში აგებულია დისკრეტული ოპტიმიზაციის ერთი კლასიკური ამოცანის, კერძოდ, განრიგთა თეორიის ერთკრიტერიუმის ამოცანის მათემატიკური მოდელი განუზღვრელობის პირობებში. კერძოდ, განხილულია ამოცანა, სადაც დავალებათა შესრულება ხდება უწყვეტი ერთსაფეხურა სისტემით. პროცესორები ნაწილობრივ ურთიერთშეცვლადია. ნაწილობითი დალაგების სიმრავლე და დამატებითი რესურსების სიმრავლე ცარიელია, წინასწარ ცნობილია პროცესორების წარმადობა, დავალებათა შესრულებისათვის საჭირო დრო დამოკიდებული

პროცესორის ნაირგვარობაზე. ფუნქციის სახით არის მოცემული დავალების შესასრულებლად საჭირო ფინანსური ხარჯები, რაც შეიძლება რამდენიმე პარამეტრზე იყოს დამოკიდებული, აგრეთვე მოცდენის ხარჯები საჯარიმო ფუნქციის სახით არის მოცემული. დავალებათა სისტემაში მოხვედრა ზუსტად არ არის განსაზღვრული, არამედ ალბათური სიდიდეა და მოცემულია ინტერვალის სახით. ოპტიმალური ამორჩევა ხდება დავალებათა მთლიანი სისტემის დამუშავების საერთო ღირებულების გათვალისწინებით. აგებულია განხილული ამოცანის ალგორითმი.

3. ნაშრომში განხილულია ახალი მიდგომა საწარმოს ოპტიმალური სამუშაო გეგმის შედგენისადმი მრავალკრიტერიული ოპტიმიზაციის გამოყენებით. მოდელში იგულისხმება, რომ საწარმოს შეუძლია რამდენიმე განსხვავებული ტიპის პროდუქციის გამოშვება. თითოეული მათგანის წარმოება დაყოფილია ეტაპებად. ყოველ ეტაპზე საწარმოო ციკლის შესრულების რამდენიმე ალტერნატივა არსებობს და შემდეგ ეტაპზე გადასვლა არ შეიძლება, სანამ წინა არ დასრულდება. საწარმოს პროექტის შეფასება ხდება ძირითადად 5 კრიტერიუმით: მოგება, დანახარჯები, რისკები, ხარისხი, დრო. საჭიროა არსებული ალტერნატივებიდან ოპტიმალური ვარიანტების შერჩევა ხსენებული კრიტერიუმებისა და გარკვეული შეზღუდვების გათვალისწინებით. ამ ამოცანის ამოსახსნელად სტატიაში გამოიყენება კრიტერიუმთა ადიტიური ნახვევის მეთოდი [1]. კრიტერიუმების რაოდენობრივი შეფასებისთვის გამოყენებულია Saathy-ს მოდიფიცირებული მეთოდი [2] განსხვავებით [3]-გან. ამ გზით ამოცანა დაიყვანება მთელრიცხვა პროგრამირების ამოცანაზე, რომლის პროგრამულად ამოსახსნელად შემოთავაზებულია Matlab-ის Bintprog ფუნქცია.

4. გამოკვლეულია ევკლიდეს სივრცეებში G – ზომათა კლასის მიმართ აბსოლუტურად არაზომადი სიმრავლეების არსებობისა და აგრეთვე ვიტალის კონსტრუქციის შესრულების საკითხები ზომათა იმავე კლასში. ნაჩვენებია, რომ მისაღები შედეგები არსებითადაა დამოკიდებული იმაზე, თუ რომელი სიმრავლე იქნება აღებული ევკლიდეს სივრცეში საკოორდინატო კუბის როლში. მიღებულია, G – ზომათა კლასის მიმართ, აბსოლუტურად არაზომადი სიმრავლეების არსებობისა და ზომათა იმავე კლასში ვიტალის კონსტრუქციის შესრულების აუცილებელი და საკმარისი პირობები, როდესაც ერთეულოვანი კუბის როლში აღებულია $\Delta_3=[0;1]^3$ კუბი.

5. განხილულია ბრძოლა მოწინააღმდეგის განადგურებისთვის მსროლელთა ორ გუნდს შორის. გუნდების შემადგენლობები შეიძლება განსხვავდებოდეს როგორც მსროლელთა რაოდენობით, ასევე მიზანში მოხვედრის ინდივიდუალური ალბათობებით. ამოცანა მდგომარეობს ორივე გუნდისთვის დამიზნების ოპტიმალური სქემების შერჩევაში. განიხილება ოპტიმალობის ორი ბუნებრივი კრიტერიუმი – გამარჯვების ალბათობის მაქსიმუმი და დამარცხების ალბათობის მინიმუმი. ნაჩვენებია მათ შორის სხვაობა, ასევე, ორივე კრიტერიუმთან ერთდროული მუშაობის სირთულე. შემოთავაზებულია ხარისხის კრიტერიუმის კომპრომისული სკალარული ვარიანტი, რომელიც გუნდების მოგების, ფრესა და წაგების შანსების ეფექტურად გამოთვლის საშუალებას იძლევა. მოყვანილია შესაბამისი კომპიუტერული გათვლების შედეგები.

7. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

7.4. სტატიები

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათა- ური, ციფრული	ჟურნალის/ კრებულის	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
---	---------------------	-------------------------------	-----------------------	-----------------------------------	------------------------

		(დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN	დასახელება და ნომერი/ტომი		
1	Shanshiashvili B., Prangishvili A., Tsveraidze Z.	Structure Identification of Continuous-Time Block-Oriented Nonlinear Systems in the Frequency Domain	ScienceDirect. IFAC- PapersOnLine. 9th IFAC Conference on Manufacturing Modelling, Management and Control MIM 2019, vol. 52, issue 13, pp. 463-468	Berlin, Germany, 2019	6
2	Shanshiashvili B., Kavlashvili N.	Parameter identification identification of nonlinear dynamic systems of industrial processes.	Biological and Chemical Research. Vol.7, Issue 2, February 2020, pp. 21-34.	<u>Science Signpost Publishing Inc. http://www.ss-pub.org/journals/biological-and-chemical-research/issues/vol-7-issue-2-february-2020/,</u> 2020	14
3	Shanshiashvili B., Rigishvili T.	Parameter Identification of Block-Oriented Nonlinear Systems in the Frequency Domain.	Preprints of the 21st IFAC World Congress (Virtual) (Berlin, Germany, July 12-17, 2020). 2020, pp. 10839-10844.	<u>https://www.rayseven.com/r7/runtime/vdi/ifac2020/download/IFAC2020.zip,</u> 2020	6

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1. განხილულია არაწრფივი დინამიკური სისტემების სტრუქტურული იდენტიფიკაციის ამოცანა სიხშირის არეში უწყვეტ ბლოკურად ორიენტირებული მოდელების სიმრავლეზე არაწრფივი ელემენტებით სასრული ხარისხის პოლინომიალური ფუნქციების ფორმით და მდგრადი წრფივი ელემენტებით. შემოშავებულია სტრუქტურული იდენტიფიკაციის მეთოდი დამყარებულ მდგომარეობაში სისტემის შემავალი და გამომავალი ცვლადების დაკვირვებების საფუძველზე. სტრუქტურული იდენტიფიკაციის პრობლემა განიხილება ზადეს იდენტიფიკაციის კლასიკური განსაზღვრის შესაბამისად. დამუშავებულია მოდელის სტრუქტურის განსაზღვრის კრიტერიუმი. იდენტიფიკაციის მეთოდი გამოკვლეულია თეორიული ანალიზითა და კომპიუტერული მოდელირებით.

2. განიხილება სამრეწველო პროცესების არაწრფივი დინამიკური სისტემების პარამეტრების იდენტიფიკაციის ამოცანა უწყვეტ ბლოკურად ორიენტირებული მოდელების სიმრავლეზე, რომლის ელემენტებია ჰამერშტეინისა და ვიენერის მოდელების სხვადასხვა მოდიფიკაციები. შემოთავაზებულია პარამეტრული იდენტიფიკაციის მეთოდი დამყარებულ მდგომარეობაში, სისტემის შემავალი და გამომავალი ცვლადების დაკვირვების საფუძველზე სინუსოიდული ზემოქმედებისას. პარამეტრული იდენტიფიკაციის ამოცანის გადაწყვეტა დაიყვანება ალგებრულ განტოლებათა სისტემების ამოხსნაზე, ფურიეს აპროქსიმაციის გამოყენებით. პარამეტრების შეფასებები მიიღება უმცირესი კვადრატების მეთოდით. მიღებული შედეგების საიმედოობა, ინდუსტრიულ პირობებში არაწრფივი სისტემის პარამეტრის იდენტიფიკაციისას, ხმაურის არსებობის

შემთხვევაში, დამოკიდებულია სისტემის გამომავალი სიგნალების გაზომვის სიზუსტეზე და ექსპერიმენტული მონაცემების მათემატიკური დამუშავებაზე აპროქსიმაციისას.

3. განიხილება საწარმოო პროცესების არაწრფივი დინამიკური სისტემების პარამეტრების იდენტიფიკაციის ამოცანა სინშირულ არეში ბლოკურად ორიენტირებული მოდელების ადრე განხილულზე უფრო დიდი სიმძლავრის მქონე სიმრავლეზე. შემოთავაზებულია პარამეტრების შეფასების დამყარებულ მდგომარეობაში სისტემის შემავალი ჰარმონიული ზემოქმედებისას. ფურიეს აპროქსიმაციის გამოყენებით პარამეტრული იდენტიფიკაციის პრობლემის გადაწყვეტა დაიყვანება ალგებრული განტოლების სისტემების ამოხსნაზე. პარამეტრების შეფასებები მიიღება უმცირესი კვადრატების მეთოდით. იდენტიფიკაციის მეთოდი გამოკვლეულია თეორიული ანალიზითა და კომპიუტერული მოდელების საშუალებით.

8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

8.1. საქართველოში (2018 წ.)

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	Prangishvili A., Shanshiashvili B., Tsveraidze Z.	System Matrix Identification at Modelling of Linear Dynamic Systems with Variable Parameters.	28-29.09. 2018 Tbilisi, Georgia. International Scientific - Technical Conference: „Information Society and Technologies for Intensification of Education“.
2	ვიქტორ ხუციშვილი, გურამ ქოთოლაშვილი	ვირტუალური სპორტული ორთაბრძოლების ინოვაციური ბაზარი და მოწინააღმდეგეების შანსების მყისიერი შეფასების ტექნოლოგია	საერთაშორისო კონფერენცია „ინფორმაციული საზოგადოება“ 2018 წელი თბილისი
3	გოგოძე იოსებ	გამოთვლითი ამოცანებისა და მათი ამომხსნელების შედარებითი ანალიზი თამაშთა თეორიის გამოყენებით.	International Conference Information Society and Technologies for Intensification of Education, ISITE'18, September 28- 29, 2018, Tbilisi, Georgia
4	Gogodze Joseph	Problems, Solvers and PageRank Method.	IX International Conference of the Georgian Mathematical Union, Batumi-Tbilisi, September 3-8, 2018
მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)			

საქართველოში 2019 წ.

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	ქეთევან კუთხაშვილი	Mathematical Model of Project Management.	მეოთხე საერთაშორისო კონფერენციის „მათემატიკისა და ინფორმატიკის გამოყენებები საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებსა და ინჟინერიაში“, 2019 წლის 23-26 სექტემბერი ი. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ილია ვეკუას სახელობის გამოყენებითი მათემატიკის ინსტიტუტი
2	ქეთევან კუთხაშვილი	ერთი ეკონომიკური ამოცანის მათემატიკური მოდელის შესახებ.	საქართველოს მათემატიკოსთა კავშირის X საერთაშორისო კონფერენცია. ბათუმი 2-8 სექტემბერი, 2019
3	ქეთევან კუთხაშვილი	On the Mathematical Model of One Multicriteria Planning Problem	საქართველოს მექანიკოსთა კავშირის X ყოველწლიური საერთაშორისო კონფერენცია. 26-28 სექტემბერი, 2019 წელი, იაკობ გოგებაშვილის სახელობის თელავის სახელმწიფო უნივერსიტეტი.
4	Shanshiashvili B., Kavlashvili N.	Parameter identification identification of nonlinear dynamic systems of industrial processes.	16-19 July 2019, Batumi, Georgia 11th Japanese-Mediterranean Workshop Applied Electromagnetic Engineering for Magnetic, Superconducting, Multifunctional and Nanomaterials
მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)			

8. 2. უცხოეთში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	Shanshiashvili B., Rigishvili T.	Parameter Identification of Block-Oriented Nonlinear Systems in the Frequency Domain.	July 12-17, 2020, Berlin, Germany. 21st IFAC World Congress (Virtual).
2	Shanshiashvili B., Prangishvili A.,	Structure Identification of	August 28-30, 2019, Berlin,

	Tsveraidze Z.	Continuous-Time Block-Oriented Nonlinear Systems in the Frequency Domain.	Germany. 9th IFAC Conference - Manufacturing Modelling, Management and Control, MIM 2019
3	ქეთევან კუთხაშვილი	On a probabilistic model of scheduling theory.	The International Conference on Mathematical Optimization Theory and Operations Research (MOTOR 2019), July 8-12, 2019, Ekaterinburg, Russia.
<p>მოსხენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოსხენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)</p>			

ინფორმაციის გარდაქმნის პრობლემების განყოფილება

1. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები

№	პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიხედვით	პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები	პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მიხედვით)
1	<p>ინფორმაციის გარდაქმნის მოწყობილობების დამუშავება თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით.</p> <p>მეცნიერების დარგი და მიმართულება: ელექტრომაგნიტური გარდამქნელების დამუშავება მართვის სისტემებისათვის</p> <p>ამოცანა 1 მრავალსახსრული რობოტის მართვის თანამედროვე სისტემების აგების პრინციპების დამუშავება.</p> <p>ამოცანა 2 უნივერსალური მადალსიხშირიანი მცირეგაბარიტიანი დიდი დენის კალიბრატორის აგების პრინციპების დამუშავება.</p>	2018-2020	<p>ო. ლაბაძე - პროექტის ხელმძღვანელი;</p> <p>ნ. ყავლაშვილი - ძირითადი შემსრულებელი;</p> <p>ზ. ბუაჩიძე - შემსრულებელი;</p> <p>ლ. გვარამაძე - შემსრულებელი;</p> <p>პ. სტავრიანიძე - შემსრულებელი;</p> <p>თ. საანიშვილი - ძირითადი შემსრულებელი;</p> <p>მ. ცერცვაძე - შემსრულებელი;</p> <p>დ. ფურცხვანიძე - ძირითადი შემსრულებელი;</p> <p>ქ. კვიციანიშვილი - შემსრულებელი;</p> <p>ვ. ბახტაძე - შემსრულებელი;</p> <p>გ. კვიციანიძე - შემსრულებელი;</p> <p>თ. ხუციშვილი - შემსრულებელი</p>
<p>პროექტით დაგეგმილია ორი ამოცანის შესრულება. პირველი ამოცანით გათვალისწინებულია მრავალსახსრული რობოტის მართვის თანამედროვე სისტემების აგების პრინციპების დამუშავება, ხოლო მეორე ამოცანით - უნივერსალური მადალსიხშირიანი მცირეგაბარიტიანი დიდი დენის</p>			

კალიბრატორის აგების პრინციპების დამუშავება.

ამოცანა 1.

მეორე თაობის რობოტებს შეუძლიათ იმუშაონ, როგორც წინასწარ განსაზღვრული პროგრამის, ისე ინფორმაციის სენსორებისგან მიღებული მაკორექტირებელი ბრძანებების შესაბამისად. სენსორული რობოტების მთავარი მახასიათებელია ფუნქციონირების პროცესში ადაპტაციისა და სწავლის უნარი, შესაბამისად, არასაკმარისად ორგანიზებულ, ნაწილობრივ ცვალებად გარემოში მუშაობის უნარი. „მგრძნობიარე“ ადაპტირებული რობოტების შემდგომი განვითარებაა მესამე თაობის რობოტები - რობოტები ტექნიკური ან ხელოვნური ინტელექტი. შემუშავებულია გარე სამყაროს ანალიზისა და მათი ქცევის დაგეგმვის საშუალებები, რაც მათ აძლევს შესაძლებლობას შეასრულონ სამუშაო გარემოში მნიშვნელოვანი გაურკვევლობისა და მისი შემთხვევითი ორგანიზების პირობებში.

რობოტების აღჭურვა ტექნიკური შეგრძნებებით, ბუნებრივი და ამავე დროს ეფექტური საშუალებათა ორი ძირითადი ამოცანის წარმატებით გადასაჭრელად - მანიპულირების მუშაობის სიზუსტის გაუმჯობესება და რობოტის ავტონომიური ფუნქციონირების უზრუნველყოფა მრავალფეროვან ცვლად პირობებში. ამ ძირითადი ამოცანების გადასაჭრელად აუცილებელია რობოტს მიეცეთ ორი ტიპის მგრძნობელობა: პირველ რიგში, რობოტმა უნდა იგრძნოს საკუთარი თავი, ანუ გამოიყენოს სენსორები ყველა მოძრაობის შედეგის ჩასაწერად და შეაფასოს ამ მოძრაობების სისწორე; მეორეც - რობოტმა უნდა იგრძნოს გარემო, ანუ მისი კორექტირება და მოძრაობები უნდა დაუკავშირდეს მის გარეთ მდებარე ობიექტებსა და მათ მოძრაობებს.

მრავალსახსრული სამრეწველო რობოტის ადაპტური მართვისათვის ჩვენს მიერ დაგეგმარებული იქნა ვიზუალური მართვის სპეციალური მოწყობილობა, თითოეული სახსრის კოორდინატების დასადგენად მუშაობის ნებისმიერ მომენტში. ამ მიზნით, ხუთსახსრიანი რობოტის თითოეული სახსარი შეიღება ერთი განსაზღვრული ფერით: შავი, წითელი, მწვანე და ყვითელი. შუქფილტრების მეშვეობით ხდებოდა მათი ამოცნობა და თითოეული სახსრის მდებარეობა დგინდებოდა შესაბამისი ფერის მიხედვით. ცალკეული სახსრის მდებარეობის ცოდნა ამარტივებს მართვის პროცესს, საშუალებას იძლევა თანმიმდევრულად განისაზღვროს ჯერ პირველი, შემდეგ მეორე და ა. შ. სახსრის მდებარეობები. შესაბამისად კი მოხდეს ჯერ პირველი სახსრის მდებარეობის კორექტირება, შემდეგ მეორე სახსრისა და ა.შ. ამდენად, მთელი მრავალსახსრული რობოტის მართვა დაიყვანება ცალ-ცალკე სახსრის მართვაზე.

ჩვენს მიერ შემოთავაზებული ახალი ტიპის მრავალსახსრიანი რობოტი, ჩვენს მიერ მანამდე დამუშავებული რობოტებისგან იმით განსხვავდება, რომ მის კონსტრუქციაში საერთოდ არაა გამოყენებული გვარლები. რობოტის ყოველ სახსარში ხდება შემობრუნება სახსრის წინა რგოლის მიმართ α კუთხით და გადახრა წინა რგოლის ღეროს მიმართ β კუთხით. „უგვარლო რობოტის“ აგება შესაძლებელი გახდა თანამედროვე მინიატურული მძლავრი სერვომძრავების მაღალი ტექნიკური მახასიათებლების რობოტ-ტექნიკაში შემოტანის შემდეგ, რამაც შესაძლებელი გახდა მანიპულატორის საიმედოობისა და სიზუსტის გაზრდა. სახსრის წინა რგოლის მიმართ α კუთხით მაბრუნებელი სერვომოტორი დამაგრებულია სახსრის ძირითად პლატფორმაზე, რომელიც გორგოლაჟ საკისრით უკავშირდება მცირე პლატფორმას. ამ უკანასკნელზე დამაგრებულია წინა რგოლის ღეროს მიმართ β

კუთხით გადამხრელი, მეორე სერვომოტორი.

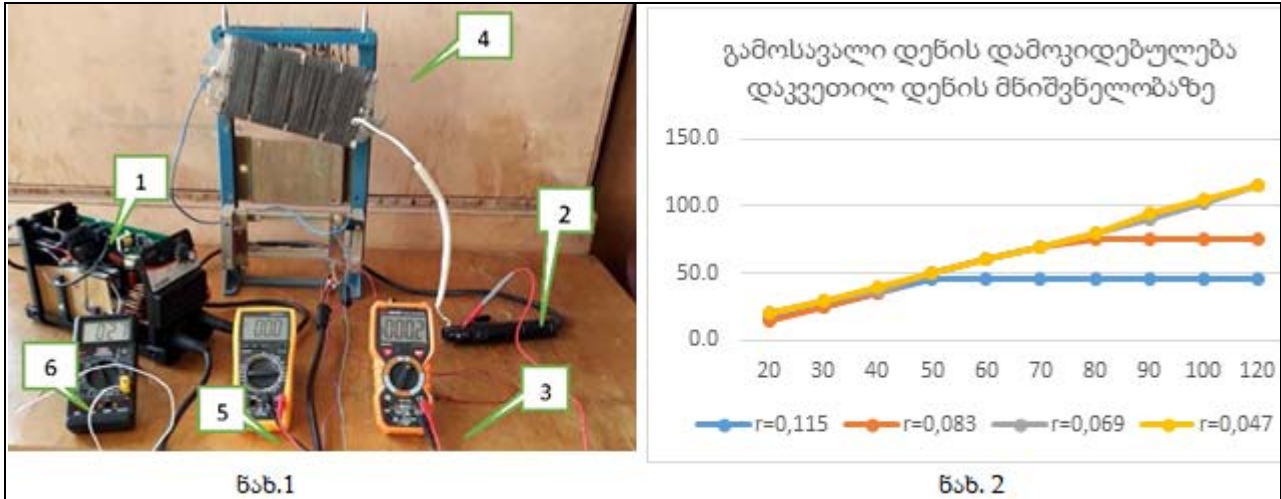
ახალი ტიპის რობოტი გამორიცხავს გვარლების დეფორმაციასთან დაკავშირებულ ცდომილებებს.

ამოცანა 2.

ტრადიციულ პრინციპებზე აგებული დიდი მუდმივი დენის კალიბრატორები ხასიათდებიან დიდი მასით და გაბარიტებით, წარმოადგენენ ნაკლებად ტრანსპორტაბელურ ხელსაწყოებს, რაც განაპირობებს გამოსავალი დენის ობიექტზე მიწოდებისთვის მნიშვნელოვანი სიგრძის სადენების გამოყენების აუცილებლობას. თუმცა ეს, სადენების დიდი დიამეტრის და მცირე დრეკადობის გამო მოუხერხებელია, იწვევს ამ სადენებზე საკმაოდ დიდ დენის ვარდნას, ენერჯის უყაირათოდ ხარჯვას და გამოსავალი დენის პარამეტრების ცვლილებას. აღნიშნული დანადგარის მასა ძირითადად განპირობებულია მაგნიტური ნაკადის საშუალებით ელექტრული ენერჯის გარდამქმნელი ხელსაწყო - ტრანსფორმატორის დიდი გაბარიტებით და მასით. ამასთან, ცნობილია მოწყობილობები, რომლებსაც საფუძვლად უდევს გამოყენებული ენერჯის გარდასახვის სხვა სქემა, მაღალი სიხშირის ელექტრული დენის გამოყენებით - ინვერტორები. მათი გამოყენებით შესაძლებელია კალიბრატორის მასის და გაბარიტების მნიშვნელოვანი შემცირება. შედეგად, ტრანსპორტირების და დატვირთვის დენის სადენების სიგრძის პრობლემის გადაწყვეტა.

ასეთი მოწყობილობის პროექტირება და დამზადება შესაძლებელია მცირეგაბარიტიანი შედუღების აპარატების ქარხნულად დამზადებული ბლოკების გამოყენებით. პროექტირების და გაწყობის პროცესის გაადვილებისთვის შეიქმნა სპეციალური ინსტრუმენტი - ნახევრად ნატურული მოდელირების სტენდი (ნახ.1. სტენდის აგებულება: 1- შედუღების აპარატი, 2 - გამოსავალი დენის გასაზომი 75 მკ შუნტი, 3 - შუნტზე ძაბვის გამზომი ხელსაწყო, 4 - დატვირთვა, 5 - დატვირთვაზე ძაბვის გამზომი, 6 - ტემპერატურის გამზომი ხელსაწყო). სტენდის საშუალებით შესაძლებელია დასაპროექტებელი კალიბრატორის ძირითადი მახასიათებლების გადაღება და იმ შედეგის წინასწარი შეფასება, რომელიც თან სდევს კალიბრატორში მზა ქარხნული ბლოკების გამოყენებას, მათი სტრუქტურის ან პარამეტრების ცვლილებას.

აღწერილი სტენდის გამოყენებით შესწავლილი იქნა ქარხნული წესით დამზადებული გადასატანი შედუღების აპარატ LV200-ის შესაძლებლობები, კალიბრატორის როლში მისი გამოყენების შემთხვევაში. შეიქმნა მუდმივი დენის კალიბრატორი გამოსავალი დენის მაქსიმალური მნიშვნელობით - 200ა. დადგინდა, რომ დანადგარში გამოყენებული გამოსავალი დენის რეგულირების პოტენციომეტრის სკალის მნიშვნელობები არ ემთხვევა გამოსავალი დენის მნიშვნელობას, რაც განპირობებულია იმით, რომ დენის ძალის რეგულირების სისტემა გახსნილია და შესაბამისად არ ითვალისწინებს დატვირთვის სიდიდის ცვლილებას. გამოსავალი დენის ზუსტი აღრიცხვისთვის ხელსაწყო აღიჭურვა 200ა დიაპაზონის ისრიანი ამპერმეტრით. ნახ.2-ზე მოცემული გრაფიკიდან ჩანს, რომ მოდიფიცირებული ხელსაწყო გამოსავალი მახასიათებელი პრაქტიკულად წრფივია. გადახრას ადგილი აქვს დატვირთვის წინააღმდეგობის შედარებით დიდი მნიშვნელობებისათვის.



ჩატარებული კვლევების შედეგად დადგინდა იქნა, რომ LV, LVS სერიის შედუღების აპარატებში, შესაბამისი კონსტრუქციული ცვლილებების შეტანით, შესაძლებელია ავად მუდმივი დენის კალიბრატორები, რომლებშიც გამოსავალი დენის ცვლილების დიაპაზონი დამოკიდებულია ქარხნული ხელსაწყო შესაძლებლობებზე (სიმძლავრეზე). COVID-19 პანდემიასთან დაკავშირებულ პრობლემებთან (ფინანსური პრობლემები და საჭირო დანადგარების შექმნის სირთულეები) დაკავშირებით ვერ განხორციელდა აღწერილი მეთოდის გამოყენება შედარებით დიდი სიმძლავრის დენის 800ა -1000ა კალიბრატორის შექმნისათვის.

დიდი მუდმივი დენის კალიბრატორისათვის, რომლის ძალური ნაწილი რეალიზებულია ტირისტორული ბლოკების ფაზოიმპულსური მართვის სქემით, გამოსავალი დენის მახასიათებელი შეიცავს ჰარმონიკებს რომელთა დახშობისათვის გამოიყენება სპეციალური ფილტრები. ჩვენს მიერ დამუშავებულ იქნა გამოსავალი დენის რეგულირების ახალი პრინციპი, რომლის დროსაც ძალური ინვერტორი მუშაობს რეზონანსულ რეჟიმში. შედეგად ცვალებადი ძაბვა ინვერტორის გამოსავალზე ფორმით უახლოვდება სინუსოიდალურს. ეს ზრდის მოწყობილობის მ.ქ.კ.-ს, ამარტივებს ფილტრის სტრუქტურას, ამცირებს მის გაზარტებს.

5. პატენტები:

5.2. ეროვნული პატენტები

№	საპატენტო თემატიკის სათაური	გამომგონებელი/ები და პატენტმფლობელი/ები	პატენტის საიდენტიფიკაციო კოდი
1	კალიბრატორის დენის სტაბილიზაციის ხერხი	ოთარ ლაბაძე ნუგზარ ყავლაშვილი პანაიოტ სტავრიანიდი ლევან გვარამაძე	მიღებულია დადებითი გადაწყვეტილება 06.03.2019 AP 2018 14851
2	დენის კალიბრატორი	ოთარ ლაბაძე ნუგზარ ყავლაშვილი პანაიოტ სტავრიანიდი	მიღებულია დადებითი გადაწყვეტილება 06.03.2019 AP 2018 14852

		ლევან გვარამაძე	
3	პროტონ-ლითიუმის სინთეზის მოწყობილობა	დავით ფურცხვანიძე	GE P 2020 7181 B

6. ბექდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათაური, ISSN	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	ნ. ყავლაშვილი, ა. გიგინეიშვილი, ი. ხომერიკი, კ. გორგაძე, ლ. გვარამაძე, მ. თაქთაქიშვილი ა. ჭირაქაძე, ზ. ბუაჩიძე.	ავტომატიზირებული დანადგარი ეთილის სპირტის მისაღებად. ISSN 0135-0765	საქართველოს ტექნი- კური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული. №22	თბილისი, „პოლიგრაფი“ 2018	4
2	ო. ლაბაძე, ნ. ყავლაშვილი, ლ. გვარამაძე, პ. სტავრიანიდი, თ. საანიშვილი, ქ. კვირიკაშვილი	დიდი მუდმივი დენის კალიბრატორის აგების ახალი ტენდენციები და პრინციპები. ISSN 0135-0765	საქართველოს ტექნი- კური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული. №22	თბილისი, „პოლიგრაფი“ 2018	4
3	ლ. გვარამაძე, ქ. კვირიკაშვილი, თ. საანიშვილი, პ. სტავრიანიდი, დ. ფურცხვანიძე, ნ. ყავლაშვილი	რვაფეხა მახიჯი რობოტი. ISSN 0135-0765	საქართველოს ტექნი- კური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული. №22	თბილისი, „პოლიგრაფი“ 2018	3
4	ნ. ყავლაშვილი, ო. ლაბაძე, პ. სტავრიანიდი, ლ. გვარამაძე	დიდი მუდმივი დენის კალიბრატორის რეალიზების თანამედროვე ციფრული ტექნოლოგიების გამოყენება. ISSN 1512-0120	ჟურნალი ენერგია, N3 (91)/2019 ნაწ. II, გვ. 163	„ენერგია“, 2018	3
5	ნ. ყავლაშვილი, ო. ლაბაძე, პ. სტავრიანიდი,	მოდერნიზებული რობოტ-ტექნიკური მანიპულატორი	საქართველოს ტექნი- კური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების	თბილისი, „პოლიგრაფი“ 2018	3

	დ. ფურცხვანიძე, მ. ცერცვაძე, გ. კიკნაძე	ISSN 0135-0765	ინსტიტუტის შრომათა კრებული. №22		
6	დ. ფურცხვანიძე, ო. ლაბაძე, თ.საანიშვილი, ვ. ბახტაძე	რობოტის ინტელექტის შეფასების კრიტერიუმები ISSN 0135-0765	საქართველოს ტექნი- კური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული. №22	თბილისი, „პოლიგრაფი“ 2018	5
7	დ. ფურცხვანიძე, ა. ფურცხვანიძე	ახალი ტიპის საწარმოო რობოტი მრავალი სახსრით ISSN 0135-0765	საქართველოს ტექნი- კური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული. №22	თბილისი, „პოლიგრაფი“ 2018	4
8	ნ. ყავლაშვილი, ლ. გვარამაძე, ო. ლაბაძე, პ. სტავრიანიძი, თ. საანიშვილი, გ. კიკნაძე	დიდი მუდმივი დენის კალიბრატორის აგება ინვერტორის გამოყენებით. ISSN 0135-0765	საქართველოს ტექნი- კური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული. #23	თბილისი, „მაცნე- პრინტი“ 2019	5
9	დ. ფურცხვანიძე, ო. ლაბაძე, ვ. ბახტაძე, ქ. კვირიკაშვილი, მ. გეგეჭკორი	მრავალსახსრული სამრეწველო რობოტი ადაპტური მართვის სისტემით ISSN 0135-0765	საქართველოს ტექნი- კური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული. №23	თბილისი, „მაცნე- პრინტი“ 2019	7
10	დ. ფურცხვანიძე, ო. ლაბაძე, პ. სტავრიანიძი ვ. ბახტაძე, გ. კიკნაძე	ახალი ტიპის მრავალსახსრიანი რობოტი ISSN 0135-0765	საქართველოს ტექნი- კური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული. №23	თბილისი, „მაცნე- პრინტი“ 2019	6
11	A. Chirakadze, N. Kavlashvili, Z. Buachidze, N. Meskhi, A. Gigineishvili, A. Jishiashvili, A. Laperishvili, L. Zazadze, N. Khuskivadze,	Study of synergy of insecticidal formulations against BMSB using the mathematical isobole method ISSN 0135-0765	საქართველოს ტექნი- კური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული. №23	თბილისი, „მაცნე- პრინტი“ 2019	6

	I. Khomeriki, M. Taktakishvili				
12	M. Amobokadze, N. Lomidze, A. Chirakadze, Z. Buachidze, A. Gigineishvili, M. Tsverava, G. Kacharava, I. Khomeriki, M. Taktakishvili	Selection, application and experimental testing using quantitative methods for determination of synergy rate and biological effectiveness of synergistic insecticidal composition against the Brown marmorated stink bug (<i>Halyomorpha Halys</i>)	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული. #24	თბილისი, „საჩინო“ 2020	4
13	Maia Amobokadze, Nino Lomidze, Archil Chirakadze, Zakaria Buachidze, Akaki Gigineishvili, Nugzar Kavlashvili, Mariam Tsverava, Gia Kacharava, Irina Khomeriki, Mikhail Taktakishvili	Quantitative in vivo determination of the biological effectiveness of a new combined insecticidal composition against the <i>Calliptamus italicus</i> , <i>Leptinotarsa decemlineata</i> , <i>Zabrus tenebrioides elongatus</i> , <i>Anisoplia alazanica</i> and <i>Mayetiola destructor</i> and proof of the reliability of the obtained experimental data using variation criteria	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული. #24	თბილისი, „საჩინო“ 2020	4
14	ნ. ყავლაშვილი, ლ. გვარამაძე, ო. ლაბაძე, პ. სტავრიანიძე, თ. საანიშვილი, გ. კიკნაძე	დიდი მუდმივი დენის კალიბრატორების აგების ზოგიერთი ძირითადი ტენდენცია ISSN 0135-0765	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული. #24	თბილისი, „საჩინო“ 2020	4
15	დ. ფურცხვანიძე, მ. ცერცვაძე, პ. სტავრიანიძე, ვ. ბახტაძე, გ. კიკნაძე, თ. ხუციშვილი, ქ.კვირიკაშვილი, მ. გეგეჭკორი	მრავალსახსრული სამრეწველო რობოტიკული კუთხური მმართველი კოორდინატით ISSN 0135-0765	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული. №24	თბილისი, „საჩინო“ 2020	4
1. შემუშავებულია ავტომატიზირებული დანადგარი ეთილის სპირტის მისაღებად, რომელიც საშუალებას იძლევა მოღებულ იქნას ეთილის სპირტი „ცივი“ (65-75)C ⁰ დისტილაციით აზიური					

ფაროსანათი დაბინძურებული ალადასტურის და საფერავის ჯიშის ყურძნის ღვინო მასალით და მათი ნარჩენებით. სპირტის წინასწარმა ანალიზმა და ორგანოლექტივურმა დეგუსტაციამ გვიჩვენა, რომ დამაბინძურებლების კონცენტრაცია ჩვენი მეთოდით დამზადებულ სპირტებსა და არყებში რამდენჯერმე ნაკლებია, ვიდრე ცხელი (120 -130)C⁰ დისტილაციით მიღებულ ნიმუშებში. მოყვანილია სპირტის აღნიშნული მეთოდით წარმოების ავტომატიზაციისათვის განკუთვნილი ორარხიანი ავტომატური რეგულირების სისტემა, რომელიც განკუთვნილია დანადგარის მუშა მოცულობაში ტექნოლოგიური პროცესისათვის აუცილებელი ტემპერატურისა და წნევის საჭირო ფარგლებში შენარჩუნებისათვის.

2. მიმოხილულია დიდი მუდმივი დენის კალიბრატორის ცნობილი სტრუქტურები და მათი რეალიზაციის პრინციპები, მითითებულია მათი დადებითი და უარყოფითი თვისებები, შეფასებულია ეფექტურობა. გამოკვეთილია თანამედროვე მრეწველობასა და მეურნეობაში ამოცანების კლასი, რომელთა გადაწყვეტისათვის აუცილებელია ხელსაწყო, რომელიც უზრუნველყოფს 1კა დონის მუდმივი დენის გენერაციას. განხილულია მეთოდები და აპარატურული რეალიზაციის საშუალებები, რომელთა გამოყენებით შესაძლებელია დენის კალიბრატორის ისეთი სტრუქტურის აგება რომელიც დააკმაყოფილებს თანამედროვე მოთხოვნებს. შემოთავაზებულია დიდი მუდმივი დენის კალიბრატორის ინვერტორული სტრუქტურა, რომელშიც გენერირებული დენის მნიშვნელობის დაყენება ტირისტორების მართვის წრედებში ხდება ციფრული ფორმით.

3. დამუშავდა მაბიჯი რობოტი რვა ფეხით. მაბიჯი რობოტები ხასიათდებიან დიდი გამავლობით. თანამედროვე მაბიჯი რობოტების უმრავლესობას თითოეულ ფეხზე აქვთ ერთი ან რამდენიმე სახსარი, რომლებშიც ხდება ფეხის მოხრა რობოტის გადაადგილებისას. ასეთი რობოტები გადაადგილებისას მოიხმარენ დიდ ენერგიას იმ რობოტებთან შედარებით, რომელთაც არ გააჩნიათ მოხრადი სახსრები. დამუშავებულ მაბიჯ რობოტს აქვს რვა ფეხი, რომელთაგან ის ოთხ-ოთხს იყენებს გადაადგილების ან მობრუნების დროს. რობოტს აქვს ერთმანეთზე განლაგებული ორი ზედა და ქვედა პლატფორმები. რობოტის ფეხები მოძრაობისას იცვლიან სიგრძეს, რის მეშვეობითაც იგი ეყრდნობა ხან ზედა და ხან ქვედა პლატფორმას. ჰორიზონტალურ ზედაპირზე გადაადგილებისას ერთი პლატფორმა, მასთან დაკავშირებულ ფეხებთან ერთად, გადაადგილდება მეორე, საყრდენი ზედაპირის მიმართ უძრავ პლატფორმაზე.

4. განხილულია დიდი მუდმივი დენის კალიბრატორის მოდერნიზაციის გზები, რომლებიც საშუალებას გვაძლევს გამოვასწოროთ მისი ძირითადი ტრადიციული ნაკლოვანებები (დიდი მასა და ენერჯის ხარჯი). აღწერილია ნახევრად ნატურული მოდელირების სტენდი, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელია დაპროექტების სტადიაზე გავნსაზღვროთ კალიბრატორის ძირითადი მახასიათებლები და მოვახდინოთ იმ შედეგის წინასწარი შეფასება, რომელიც თან სდევს კალიბრატორში მზა ბლოკების გამოყენებას, მათი სტრუქტურის ან პარამეტრების ცვლილებას. მოცემულია რეკომენდაციები არსებული მცირეგაბარიტებიანი ინვერტორის პრინციპზე აგებული შედულების აპარატების ბლოკების დიდი მუდმივი დენის კალიბრატორების ასაგებად.

5. ჩამოთვლილია ძირითადი თვისებები და თავისებურებები, რომლებიც დამახასიათებელია დიდი მუდმივი დენის კალიბრატორების დაპროექტებასა და აგების დროს. განხილულია ტრადიციული პრობლემა დაკავშირებული მოწყობილობის გაბარიტებთან და მასასთან. ნაჩვენებია თუ რა გზით არის შესაძლებელი მოწყობილობის გაბარიტების, მასის და ენერგოდანახარჯების შემცირება. განხილულია ავტორების მიერ შემოთავაზებული და საავტორო მოწმობით დაცული კალიბრატორის მეტროლოგიური მახასიათებლების გაუმჯობესების მეთოდი, რომელიც ამცირებს გარე ზემოქმედებით გამოწვეული მადესტაბილიზირებელი ფაქტორების მოქმედებას

მოწყობილობის მახასიათებელზე. ილუსტრირებულია მეთოდი, რომლის გამოყენებით შესაძლებელია დანადგარის გამოსავალი დენის მახასიათებლების გაუმჯობესება (გამოსავალ დენში პულსაციების შემცირება)

მოცემულია რეკომენდაციები ქარხნული წესით დამზადებული მცირეგაბარიტიანი ინვერტორული შედუღების აპარატების მზა ბლოკების გამოყენებისათვის დიდი მუდმივი დენის კალიბრატორების ასაგებად.

6. შეფასებულია დიდი მუდმივი დენის კალიბრატორების გამოყენების სფეროები და მინიშნებულია განვითარების შესაძლო ტენდენციები. გამოკვეთილია ის უარყოფითი მხარეები, რომლებიც თან ახლავს თანამედროვე კალიბრატორების ექსპლუატაციას. შეთავაზებულია ერთ-ერთი შესაძლო მეთოდი თუ როგორ დინამიურად გავაკომპენსიროთ ხელსაწყოს გამოსავალ მახასიათებელში არასასურველი ცვლილებები, რომლებიც განპირობებულია სისტემაზე მოქმედ გარეშე აღმშფოთი ზემოქმედებებით (დატვირთვის წინაღობის, ძალური ქსელის ძაბვის, სიხშირის, გარემოს ტემპერატურის ცვლილებები და ა.შ.). მოყვანილია ამ მეთოდის გამოყენებით აგებული კალიბრატორის ბლოკ-სქემა.

7. განხილულია ხორთუმის ტიპის მოდერნიზებული რობოტ -ტექნიკური მანიპულიატორი მობრუნების რგოლების ღერძების ურთიერთორთოგონალური ორიენტაციით. ჩვენ მიერ ადრე აღწერილი მანიპულიატორებისგან განსხვავებით, ის არ შეიცავს გვარლებს. თითოეული რგოლის ორიენტაცია ხორციელდება ავტონომიური ელექტროამძრავით, რომლებიც დაკავშირებულია მობრუნების რგოლების ღერძებთან რედუქტორების საშუალებით.

8. განხილულია დიდი მუდმივი დენის კალიბრატორის მოდერნიზაციის გზები, რომლებიც საშუალებას გვაძლევს გამოვასწოროთ მისი ძირითადი ტრადიციული ნაკლოვანებები (დიდი მასა და ენერჯის ხარჯი).

აღწერილია ნახევრადნატურული მოდელირების სტენდი, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელია დაპროექტების სტადიაზე განვსაზღვროთ კალიბრატორის ძირითადი მახასიათებლები და მოვახდინოთ იმ შედეგის წინასწარი შეფასება, რომელიც თან სდევს კალიბრატორში მზა ბლოკების გამოყენებას, მათი სტრუქტურის ან პარამეტრების ცვლილებას.

მოცემულია რეკომენდაციები არსებული მცირეგაბარიტებიანი ინვერტორის პრინციპზე აგებული შედუღების აპარატების ბლოკების დიდი მუდმივი დენის კალიბრატორების ასაგებად.

9. განიხილება მეორე თაობის სხვადასხვა ტიპის სენსორებით აღჭურვილი რობოტები. მოყვანილია რობოტების „გამგრძობიერების“ საშუალებები. განიხილება გეომეტრიული და ფიზიკური თვისებების სენსორები. აღწერილია სატელევიზიო კამერით აღჭურვილი ვიზუალური მართვის სისტემა სამრეწველო რობოტის სამართავად. მოყვანილია ადაპტური ვიზუალური მართვის პროცესის ეტაპები. განხილულია ოპტიკური ინფორმაციის წინასწარი დამუშავების სახეები: სტრუქტურირებული განათება, დიფუზიური განათება, ობიექტის უკნიდან განათება, მიმართული განათება, მოდულირებული განათება. გაშუქებულია ჩვენს მიერ დაგეგმარებული, მრავალსახსრული საწარმოო რობოტის მართვის სპეციფიკიდან გამომდინარე, ვიზუალური მართვის სპეციალური მოწყობილობები თითოეული სახსრის კოორდინატების დასადგენად მუშაობის ნებისმიერ მომენტში.

10. განიხილება ახალი ტიპის მრავალსახსრიანი საწარმოო რობოტი და მისი უპირატესობა პროტოტიპებთან შედარებით. აღწერილია მრავალსახსრიანი რობოტისათვის დამუშავებული სახსარი. ყოველი სახსარი შედგება ძირითადი პლატფორმისაგან, რომელზედაცაა დამაგრებული სახსრის წინა რგოლის მიმართ ღეროს გადახრელი სერვომრავა და ძირითად პლატფორმასთან

გორგოლაჟ-საკისარით დაკავშირებული მცირე პლატფორმა, რომელზედაც ხისტადაა მიბმული ძირითადი პლატფორმის ირგვლივ მარბუნებელი სერვოდრავა; ახალი ტიპის რობოტი გამორიცხავს გვარლების დეფორმაციასთან დაკავშირებულ ცდომილებებს. გამარტივებულია ტრანსპორტის დაგეგმვის ამოცანაც. საკმარისია სახსრის მეზობელ სახსართან ურთიერთგანლაგების გამოთვლა და კოორდინატთა ნაზრდების შეკრება.

11. მარტივი და თვალსაჩინო მათემატიკური მოდელი, ეგრეთ წოდებული "იზობოლების მეთოდი", მოდიფიცირდა და გამოყენებულ იქნა აზიური ფაროსანას (*Halyomorpha Halys*) წინააღმდეგ სამი ინსექტიციდური პრეპარატის ნარევის მოქმედების სინერგიზმის რაოდენობრივი შეფასებისთვის. შედეგების მაღალი სიზუსტის და სანდოობის მისაღწევად საჭიროა შემდგომი ექსპერიმენტების ჩატარება, აგრეთვე ახალი ალგორითმის და სპეციალიზირებული პროგრამული უზრუნველყოფის შემუშავება. სინერგიული ნარევის შექმნისთვის და ტესტირებისთვის აუცილებელია *in vitro* და *in vivo* ექსპერიმენტების ძალიან დიდი რიცხვი, ხოლო მიღებული შედეგები უნდა შემოწმდეს გრძელვადიანი, ძვირი და რთული სავლე ცდების დროს. სწორედ ამიტომ სხვადასხვა სინთეზური და ბუნებრივი ინსექტიციდების ურთიერთქმედების სინერგიის შეფასების შედარებით მარტივი და მაღალეფექტიანი მათემატიკური მოდელების შემუშავების მწვავე აუცილებლობა სრულიად აშკარაა, რათა, ე. წ. *in silico* ექსპერიმენტებთან ერთად ხელი შეუწყოს მკვლევარებს დროისა და რესურსების დაზოგვით შეიმუშაონ ნაკლებად სახიფათო მაღალეფექტიანი ინსექტიციდური ნარევი. მიღწეული შედეგები ხელს შეუწყობს მკვლევარებს იზობოლების მეთოდის და *in silico* ექსპერიმენტების გამოყენებით უკვე კარგად შესწავლილი ცალკეული ინსექტიციდური პრეპარატებიდან უფრო აქტიურად შეიმუშაონ სინერგიული ნარევი აზიური ფაროსანას და სხვა ინვაზიური და ადგილობრივი მავნებლების წინააღმდეგ, მათ შორის *in vivo* და *in vitro* და სავლე შემოწმებისთვის.

12. კვლევა ეძღვნება ინსექტიციდური მოქმედების პრეპარატების სინერგიზმის და ბიოლოგიური ეფექტიანობის რაოდენობრივი განსაზღვრის შედარებით მარტივი, მონიტორინგის პროცესში იოლად გამოსაყენებელი მეთოდების შერჩევას და ლაბორატორიულ შემოწმებას. ჩატარებული კვლევის შედეგად განსაზღვრულია სხვადასხვა ფართოდ გამოყენებული და ახლად შემუშავებული მეთოდის გამოყენებით მიღებული შედეგების თანხვედრის ხარისხი.

13. მიუხედავად კვლევის სფეროსი, ექსპერიმენტული გაზომვის მონაცემების სიზუსტეს და საიმედოობას დიდი მნიშვნელობა აქვს კვლევისა და შემუშავების ტესტირებული და/ან კონტროლირებადი ობიექტების სწორად შეფასების, შერჩევისა და გამოყენებისათვის. მოცემული კვლევა პირდაპირ კავშირშია მაღალეფექტიანი ფართო სპექტრის ინსექტიციდების შემუშავებასთან, ტესტირებასა და მონიტორინგთან. ბიოლოგიური ეფექტიანობის და მაღალი აქტივობით მოქმედების ხანგრძლივობის განსაზღვრის ახლახან შემუშავებული მეთოდი გამოყენებულ იქნა *Calliptamus italicus*, *Leptinotarsa decemlineata*, *Zabrus tenebrioides elongatus*, *Anisoplia aladana* *Mayetiola destructor*-ის წინააღმდეგ ახალი ინსექტიციდური კომპოზიციის ტესტირებისთვის და მიღებული შედეგების სანდოობის დასადასტურებლად. 5 მაღალი მგრძობიარობის ტესტის (ირვინის მეთოდი, ზოგადი ESD ტესტი, მოდიფიცირებული ტომპსონ ტაუს ტესტი, დიქსონის Q-ტესტი, პირსის კრიტერიუმი) გამოყენებით ჩატარებულმა კვლევამ აჩვენა, რომ შემუშავებული კომპოზიცია დაახლოებით ორჯერ უფრო ეფექტიანია, ვიდრე ბიფენტრინი, და რომ ზემოთ ჩამოთვლილი ტესტების მეშვეობით შესაძლებელია გაზომვის შეცდომების „ფილტრაცია“ და მონაცემთა სიზუსტის და სანდოობის მკვეთრი ამაღლება.

14. აღწერილია ძირითადი თვისებები და თავისებურებები, რომლებიც დამახასიათებელია

დიდი მუდმივი დენის კალიბრატორების დაპროექტებისა და აგების დროს. განხილულია ტრადიციული პრობლემა, დაკავშირებული მოწყობილობის გაბარიტებთან და მასასთან. ნაჩვენებია თუ რა გზით არის შესაძლებელი მოწყობილობის გაბარიტების, მასის და ენერგოდანახარჯების შემცირება.

განხილულია ავტორების მიერ შემოთავაზებული და საავტორო მოწმობით დაცული კალიბრატორის მეტროლოგიური მახასიათებლების გაუმჯობესების მეთოდი, რომელიც ამცირებს გარე ზემოქმედებით გამოწვეული მადესტაბილიზირებელი ფაქტორების მოქმედებას მოწყობილობის მახასიათებელზე.

ილუსტრირებულია მეთოდი, რომლის გამოყენებით შესაძლებელია დანადგარის გამოსავალი დენის მახასიათებლების გაუმჯობესება (გამოსავალ დენში პულსაციების შემცირება).

მოცემულია რეკომენდაციები ქარხნული წესით დამზადებული მცირეგაბარიტიანი ინვერტორული შედუღების აპარატების მზა ბლოკების გამოყენებისათვის დიდი მუდმივი დენის კალიბრატორების ასაგებად.

15. განხილულია სამრეწველო რობოტის კონსტრუირების ზოგადი პრინციპები. შემოთავაზებულია სისტემური მეთოდოლოგია სამრეწველო რობოტების ტექნიკური დონის შეფასებისა და კონტროლისთვის, აგებული ინფორმაციის მოდელის საფუძველზე, ყველა კომპონენტის საჭირო და საკმარისი ურთიერთკავშირებით. განხილულია ჩვენს მიერ დაპროექტებული რობოტის სახსარი, ურთიერთ ორთოგონალურ სიბრტყეში მაბრუნებელი ორი სერვომრავით. მოყვანილია რობოტის ფუნქციონირებისათვის განკუთვნილი პროგრამის შედგენისათვის საჭირო ჯოისტიკის კონსტრუქცია. აღწერილია რობოტის სამუშაო პროგრამის შემუშავებისა და დამახსოვრების მოწყობილობა.

7. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

7.1. საქართველოში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	დ. ფურცხვანიძე, ა. ფურცხვანიძე	განახლებადი ენერჯის წყარო. პერსპექტივები.	V საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „ენერჯეტიკა: რეგიონული პრობლემები და განვითარების პერსპექტივები“. 2018 25-26 ოქტომბერი, ქუთაისი.
2	დ. ფურცხვანიძე, თ. საანიშვილი	ხელოვნური ინტელექტის გამოყენება რობოტის მართვისათვის.	კონსტანტინე კამკამიძის დაბადების 90 წლისთავისადმი მიძღვნილი სამეცნიერო- პრაქტიკული კონფერენცია „ციფრული ტექნოლოგიები: დღევანდელი და გამოწვევები“, 10.05.2018, თბილისი

3	ო. ლაბაძე, პ. სტავრიანიძე, დ. ფურცხვანიძე, მ. ცერცვაძე, მ. სტავრიანიძე	რობოტის მართვის გამარტივება ახალი ტიპის სახსრის დამუშავების გზით.	კონსტანტინე კამკამიძის დაბადების 90 წლისთავისადმი მიძღვნილი სამეცნიერო- პრაქტიკული კონფერენცია „ციფრული ტექნოლოგიები: დღევანდელი და გამოწვევები“, 10.05.2018, თბილისი
4	დ. ფურცხვანიძე, ვ. ბახტაძე.	მოქნილი საწარმოო რობოტის სამართავი პროგრამის შედგენა თავაკის მომრავლის შესაბამისად.	კონსტანტინე კამკამიძის დაბადების 90 წლისთავისადმი მიძღვნილი სამეცნიერო- პრაქტიკული კონფერენცია „ციფრული ტექნოლოგიები: დღევანდელი და გამოწვევები“, 10.05.2018, თბილისი
5	ნ. ყავლაშვილი, ო. ლაბაძე, პ. სტავრიანიძე, ლ. გვარამაძე	დიდი მუდმივი დენის კალიბრატორის რეალიზების თანამედროვე ციფრული ტექნოლოგიების გამოყენება	I საერთაშორისო სამეცნიერო- ტექნიკური კონფერენცია, 2019 წლის 7-11 ოქტომბერი, ქ. თბილისი, სტუ
6	დ. ფურცხვანიძე	განახლებადი ენერჯის წყარო მართვადი თერმობირთვული სინთეზის სახით	I საერთაშორისო სამეცნიერო- ტექნიკური კონფერენცია, 2019 წლის 7-11 ოქტომბერი, ქ. თბილისი, სტუ
<p>მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)</p> <p>6. განახლებადი ენერჯის წყარო მართვადი თერმობირთვული რეაქციის დანადგარი, რომელშიდაც ხორციელდება პროტონ-ლითიუმის ურთიერთქმედება. აღწერილია პროტონების წყაროსა და სინთეზის დანადგარის ორიგინალური კონსტრუქციები. შემოთავაზებულია პროტონების აჩქარება ელექტრო- სტატიკური ტიპის ამაჩქარებელში. სინთეზის პროცესში ლითიუმი წარმოადგენს როგორც სინთეზის მასალას, ასევე გაგრილების სისტემის თბოგადამტან ნივთიერებას. თერმობირთვული სინთეზის კატალიზატორად შემოთავაზებულია კოსმოსური სხივების შემადგენლობაში არსებული მიუონების ნაკადის გამოყენება. შემოთავაზებულია მიუონების ნაკადის გაზრდის მეთოდი.</p>			

მართვის პროცესებისა და მოწყობილობების განყოფილება

1. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები

№	პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები	პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1	<p>სხვადასხვა სახის დინამიური ობიექტების მართვის, დიაგნოსტიკის და ამოცნობის საკითხები საკუთარი ხმაურის რხევების გამოყენებით.</p> <p>დარგი: ელექტრონული ინჟინერია მიმართულება: ავტომატიზაცია და მართვის სისტემები</p>	2018-2020	<p>თამაზ ტროყაშვილი - პროექტის ხელმძღვანელი, გურამ ურუშაძე - შემსრულებელი, ნოდარ შენგელია - შემსრულებელი, მერი გეგეჭკორი - შემსრულებელი, ნინო დოლონაძე - შემსრულებელი</p>
2	<p>აგროსამრეწველო კომპლექსის საწარმოებში თბური ტუმბოს ბაზაზე მოქმედი თბოსიცივით მომარაგების სისტემების მიერ ენერგომოხმარების ოპტიმიზაცია</p>		<p>ნოდარ მირიანაშვილი - ჯგუფის ხელმძღვანელი ნოდარ გმელიშვილი - შემსრულებელი ვენერა ხათაშვილი - შემსრულებელი</p>
<p>კვლევითი პროექტის 2020 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p>			
<p>ამოცანა 1</p>			
<p>პროექტში განხილულია სხვადასხვა ტიპის დინამიური ობიექტების, მოძრავი მექანიზმების (ძრავები, გენერატორები) მართვა საკუთარი ხმაურის გამოყენებით, რაც არის სიახლე. დაიხვეწა მართვის ალგორითმი, მოხდა მართვაში გამოყენებული პარამეტრების უფრო ზუსტი გამოთვლა.</p>			
<p>მოძრავი მექანიზმების ხმაური წარმოადგენს საკმაოდ რთული ფორმის სიგნალს, რომელიც შედგება ძირითადი მდგენელისა და შედარებით მაღალი სიხშირის ჰარმონიკებისაგან. ხმაურის მართვაში გამოყენებისათვის, გამოყოფილია ძირითადი სიგნალი. ამ სიგნალის სიხშირის და ცდომილების გაზომვით, მიღებულია პირველი რიგის წარმოებული. ამ პარამეტრების გამოყენებით მოხდა მართვის ალგორითმის შედგენა. ჩატარდა მოდელირება და ნახევრად ნატურალური მოდელირება.</p>			
<p>შესრულებულია ელექტრონული კამერტონების საცდელი ნიმუშების ელექტრონული სქემები. დამზადებულია შესაბამისი საცდელი ნიმუშები.</p>			
<p>ამოცანა 2</p>			
<p>კვების მრეწველობის ობიექტების თბოსიცივით მომარაგების სისტემების ენერგომოხმარების ოპტიმიზაციის პრობლემა მოიცავს ურთიერთდაკავშირებული საკითხების ფართო კომპლექსს.</p>			
<p>ჩვენს მიერ ჩატარებული ანალიზის საფუძველზე დადგენილ იქნა ლუდის წარმოებაში არსებული</p>			

სახის მეორეული ენერგორესურსები: ბადაგის სახარში ქვების მეორეული ორთქლის კონდენსატის სითბოს გამოყენება; ლუდის პასტერიზაციის პროცესში მოხმარებული ცხელი წყლის სითბოს გამოყენება; ლუდის ფერმენტაციის პროცესში არსებული დაბალპოტენციური თბური ენერჯის გამოყენება; ლუდის შრობის პროცესში არსებული დაბალპოტენციური თბური ენერჯის გამოყენება;

ლუდის წარმოებაში მნიშვნელოვანია აგრეთვე ლუდის გაცივების პროცესი, რომელიც მიმდინარეობს 0-2°C-ზე და ლუდის ჩამოსხმის პროცესი, რომელიც მიმდინარეობს 3°C-ზე.

ლუდსახარში ქარხნის თბოსიცივით მომარაგების განხილვისას ჩვენს მიერ შერჩეულ იქნა:

ა) არსებული ვარიანტი - თბომომარაგება ორგანულ სათბობზე (ბუნებრივ აირზე) მომუშავე საქვების საშუალებით და სიცივით მომარაგება სამაცივრო დანადგარებით;

ბ) შემოთავაზებული ვარიანტი - თბოსიცივით მომარაგება თბური ტუმბოს დანადგარებით.

მოცემული ამოცანის გადასაწყვეტად შედგენილ იქნა ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელი.

2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

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

1.

პროექტში განხილულია სხვადასხვა ტიპის დინამიური ობიექტების, მოძრავი მექანიზმების (ძრავები, გენერატორები) მართვა საკუთარი ხმაურის გამოყენებით, რაც არის სიახლე. დაიხვეწა მართვის ალგორითმი, მოხდა მართვაში გამოყენებული პარამეტრების უფრო ზუსტი გამოთვლა.

მოძრავი მექანიზმების ხმაური წარმოადგენს საკმაოდ რთული ფორმის სიგნალს, რომელიც შედგება ძირითადი მდგენელისა და შედარებით მაღალი სიხშირის ჰარმონიკებისაგან. ხმაურის მართვაში გამოყენებისათვის, გამოყოფილია ძირითადი სიგნალი. ამ სიგნალის სიხშირის და ცდომილების გაზომვით, მიღებულია პირველი რიგის წარმოებულნი. ამ პარამეტრების გამოყენებით მოხდა მართვის ალგორითმის შედგენა. ჩატარდა მოდელირება და ნახევრად ნატურალური მოდელირება.

შესრულებულია ელექტრონული კამერტონების - პიანინო, ვიოლინო, გიტარა საცდელი ნიმუშების ელექტრონული სქემები. დამზადებულია შესაბამისი საცდელი ნიმუშები.

სხვადასხვა სიმძლავრის ჰესებისათვის სიხშირის რეგულატორის მართვის მოწყობილობის საცდელი ნიმუში.

ეს მოწყობილობა შესაძლებელია გამოვიყენოთ 50-500 კილოვატი და უფრო მეტი სიმძლავრის ჰესების მართვისათვის. სიხშირის ცდომილება 0,1 ჰერცი. სწრაფმოქმედება ბალასტური რეგულირების შემთხვევაში 2 წამი . უფრო მეტი სიმძლავრის ჰესებისათვის რეგულირების დრო 8 -10 წამი.



მოწყობილობა არის მოდიფიცირებული და, ამავე დროს, აგებულია მთლიანი სტენდი - ჰიდროაგრეგატის მათემატიკური მოდელი, რომლის გამოყენებით შესაძლებელია დინამიური პროცესების დემონსტრირება.



მუსიკალური ინსტრუმენტების ასაწეობი მოწყობილობა
მისი გამოყენებით შესაძლებელია სიმებიანი მუსიკალური ინსტრუმენტების (პიანინო, ვიოლინო, ექვს სიმებიანი გიტარა, შვიდსიმებიანი გიტარა და სხვ.) აწეობა.

აწეობის კონტროლი ხორციელდება ინდიკატორის - ვოლტმეტრის საშუალებით. სიმი აწეობილია, როდესაც ინდიკატორის ისარი მოხვდება „0“ დანაყოფთან.

შერჩეული სიმებიანი ინსტრუმენტის აწეობისათვის საჭიროა გადამრთველების შესაბამის მდგომარეობაში დაყენება.

მოწყობილობა იკვებება ქსელიდან~220 ვოლტი ან ელემენტიდან 9V, მოხმარების დენი 6 მილიამპერი.



ტემპერატურის რეგულატორი

ტემპერატურის რეგულატორის გამოყენებით შესაძლებელია გარკვეულ მოცულობაში ტემპერატურის რეგულირება 10-80 გრადუსამდე.

ტემპერატურის შერჩევა ხდება სახელურის საშუალებით.

სურათზე ნაჩვენებია ამ მოწყობილობის საცდელი ნიმუში. ცდომილება 0,2 გრადუსი.



განათების ავტომატური ჩამრთველი-გამორთველი

მოწყობილობის გამოყენებით შესაძლებელია განათების ავტომატური ჩართვა და გამორთვა. განათების ჩართვა მოხდება შებინდებისას, სადამოს საათებში. ხოლო გამორთვა დილით. შესაძლებელია ჩართვისა და გამორთვის მომენტების რეგულირება.

დამზადებულია აგრეთვე პიანინოს, ვიოლინოს და გიტარის ასაწყობი მოწყობილობების საცდელი ნიმუშები

2.

კვების მრეწველობის ობიექტების თბოსიცივით მომარაგების სისტემების ენერგომომხმარების ოპტიმიზაციის პრობლემა მოიცავს ურთიერთდაკავშირებული საკითხების ფართო კომპლექსს. ეს საკითხებია: თბოსიცივით მომარაგების წყაროების ტიპებისა და სიმძლავრეების შერჩევა; თბური ტუმბოს დანადგარებს შორის თბური დატვირთვების განაწილება; რეგულირების ავტომატიზებული სისტემის დამუშავება; თბოსიცივით მომარაგების სისტემის მუშაობის საიმედოობის მაჩვენებლების განსაზღვრა; დაბალპოტენციური სითბოს წყაროს ან მეორეული ენერგორესურსის პოტენციალის შეფასება.

ჩვენ მიერ ჩატარებული ანალიზის საფუძველზე დადგენილ იქნა ლუდის წარმოებაში არსებული შემდეგი სახის მეორეული ენერგორესურსები:

- ბადაგის სახარში ქვების მეორეული ორთქლის კონდენსატის სითბოს გამოყენება (ბადაგის ხარშვა მიმდინარეობს 101°C-ზე, მისი ხარშვის ხანგრძლივობაა 1,5 სთ ანუ 90 წუთი);
- ლუდის პასტერიზაციის პროცესში მოხმარებული ცხელი წყლის სითბოს გამოყენება

(პასტერიზაციის პროცესი მიმდინარეობს 66-80°C-ზე და მისი ხანგრძლივობაა 3-20 წთ, რის შედეგადაც მიღებული პროდუქციის შენახვის ვადა იზრდება 6 თვემდე);

- ლუდის ფერმენტაციის პროცესში არსებული დაბალპოტენციური თბური ენერგიის გამოყენება (ფერმენტაციის პროცესი მიმდინარეობს 18-22°C-ზე და მისი ხანგრძლივობაა 7-90 დღე);

- ლუდის შრობის პროცესში არსებული დაბალპოტენციური თბური ენერგიის გამოყენება (ქუცმაცის შრობა მიმდინარეობს 75-80°C-ზე და მისი შრობის ხანგრძლივობაა 40-50 წთ);

ლუდის წარმოებაში, გარდა ზემოთ ჩამოთვლილი მეორეული ენერგორესურსებისა, მნიშვნელოვანია აგრეთვე ლუდის გაცივების პროცესი, რომელიც მიმდინარეობს 0-2°C-ზე და ლუდის ჩამოსხმის პროცესი, რომელიც მიმდინარეობს 3°C-ზე.

ლუდსახარშ ქარხნებში ლუდის წარმოებაზე გაწეული დანახარჯების შემცირებისათვის საჭიროა ჩატარდეს სპეციალური გამოკვლევები ლუდსახარში ქარხნის ოპტიმალური მწარმოებლობისა და მიღებული პროდუქციის ცივად შესანახი სამაცივრო კამერის ოპტიმალური ტევადობის დასადგენად.

ლუდსახარში ქარხნის თბოსიცივით მომარაგების განხილვისას ჩვენს მიერ შერჩეულ იქნა:

- ა) არსებული ვარიანტი - თბომომარაგება ორგანულ სათბობზე (ბუნებრივ აირზე) მომუშავე საქვების საშუალებით და სიცივით მომარაგება სამაცივრო დანადგარებით;

- ბ) შემოთავაზებული ვარიანტი - თბოსიცივით მომარაგება თბური ტუმბოს დანადგარებით.

მოცემული ამოცანის გადასაწყვეტად შედგენილ იქნა ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელი.

მოდელი შეიცავს:

- მიზნის ფუნქციას, რომელიც წარმოადგენს ქარხნის ასაგებად გაწეული ინვესტიციის, საექსპლუატაციო დანახარჯების, სამაცივრო კამერის ტევადობის, სითბოსა და სიცივის წყაროების სიმძლავრეების ჯამს;

- ბალანსის განტოლებას, რომელიც აღწერს მუშაობის რეჟიმებს;

- ქარხნის სიმძლავრის შეზღუდვას;

- სამაცივრო კამერის შეზღუდვას;

- განტოლებას, რომელიც ითვალისწინებს ლუდის (მიღებული პროდუქციის) შენახვის ვადას სამაცივრო კამერაში;

- ორ განტოლებას, რომლებიც ამყარებს კავშირს, ერთი მხრივ, ქარხნის მწარმოებლობასა და სამაცივრო კამერის ტევადობას შორის, ხოლო მეორე მხრივ, თბოსიცივით მომარაგების ამჟამად არსებულ და ჩვენს მიერ შემოთავაზებულ ვარიანტებს შორის;

- განტოლებას, რომელიც ითვალისწინებს თბური ტუმბოს ტიპს.

6. ბექდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით (2018 წ.)

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათაური, ISSN	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	თ. ტროყაშვილი, გ. ურუშაძე, ნ. შენგელია, ნ. დოლონაძე	ბალასტების მართვა გენერატორის საკუთარი ხმაურის გამოყენებით ISSN 0135-0765	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული. № 22	ქ. თბილისი. შ.პ.ს „პოლიგრაფია“	5
2	თ. ტროყაშვილი, გ. ურუშაძე, ნ. შენგელია.	ძრავის სიჩქარის სტაბილიზაცია საკუთარი ხმაურის გამოყენებით ISSN 0135-0765	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული. № 22	ქ. თბილისი. შ.პ.ს „პოლიგრაფია“	4
3	ნ. მირიანაშვილი, ნ. გმელიშვილი	„თბოსიცივით მომარაგების პრინციპული სქემები თბური ტუმბოს დანადგარების გამოყენებით ლუდის წარმოებაში“. ISSN 1512-0538	აკად. ლ. ჩიქავას 90-ე წლისთავისადმი მიძღვნილი მეექვსე საერთაშორისო ეკონომ. კონფ. „ეროვნული ეკონომიკის განვითარების მოდელები: გუშინ, დღეს, ხვალ“. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. თბილისი. 13-14 ოქტომბერი 2018 წ.	თბილისი, სტუ	3

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1. ბალასტების მართვა გენერატორის საკუთარი ხმაურის გამოყენებით

სტატიაში განხილულია გენერატორის ძაბვის სიხშირის მართვა საკუთარი ხმაურის გამოყენებით, რომელიც იზომება მიკროფონის გამოყენებით. ეს ხმაური არის საკმაოდ რთული ფორმის. ხმაურიდან გამოყოფილია ძირითადი მდგენელი-B. ამისათვის გამოყენებულია ფილტრი. B-ს სიხშირე არის 200 ჰერცი. ნაჩვენებია სქემა, სადაც გენერატორის ძაბვის სიხშირის მართვა ხორციელდება გენერატორის საკუთარი ხმაურის გამოყენებით, სქემაში გამოყენებულია გარდამქმნელი, რომელიც ფილტრის B ცვლად ძაბვას სწრაფად გარდაქმნის შესაბამის -f მუდმივ ძაბვაში. ეს ძაბვა სიხშირის პროპორციულია. მართვის ალგორითმში გამოყენებულია ცდომილება Δf დამისი წარმოებული

2. ძრავის სიჩქარის სტაბილიზაცია საკუთარი ხმაურის გამოყენებით

სტატიაში განხილულია მუდმივი დენის ძრავის სიჩქარის სტაბილიზაცია საკუთარი ხმაურის გამოყენებით. ხმაური იზომება მიკროფონის გამოყენებით. ხმაურიდან გამოყოფილია ძირითადი

მდგენელი-B. ხმაური არის საკმაოდ რთული ფორმის. ხმაურიდან გამოყოფილია ძირითადი მდგენელი. მისი სიხშირე არის 300 ჰერცი. სქემაში გამოყენებულია გარდამქმნელი, რომელიც ცვლად ძაბვას სწრაფად გარდაქმნის შესაბამის მუდმივ ძაბვაში. ნაჩვენებია შესაბამისი სტრუქტურული სქემა.

3. კვების მრეწველობის საწარმოებში ენერგომეურნეობის არარაციონალური ორგანიზაციის გამო თბური ენერჯის მნიშვნელოვანი დანაკარგებია, რომლის შემცირება შესაძლებელია სხვადასხვა ღონისძიებების, მათ შორის ენერგოდამზოგი თბური ტუმბოს დანადგარების გამოყენებით.

ლუდის წარმოებაში, თბური ტუმბოს დანადგარების გამოყენების შედეგად, მეორეული ენერგორესურსების მაქსიმალურად ათვისების შემთხვევაში, შესაძლებელია დანახარჯების შემცირება დაახლოებით 25-30%-ის ოდენობით, რის შედეგადაც მნიშვნელოვნად შემცირდება წარმოებული პროდუქციის თვითღირებულება.

ჩატარებული კვლევიდან, რომელიც მოხსენებაშია წარმოდგენილი, ჩანს, რომ ლუდის წარმოებაში თბური ენერჯის მნიშვნელოვანი დანაკარგებია, რომელთა შემცირება ეფექტური იქნება ენერგოდამზოგი თბური ტუმბოს დანადგარების გამოყენებით.

სტატიები ISSN-ის მითითებით (2019)

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათაური, ISSN	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	თ. ტროყაშვილი, გ. ურუშაძე, ნ. შენგელია, ნ. დოლონაძე	მუსიკალური ინსტრუმენტების ავტომატური აწყობა ISSN 0135-0765	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელაიშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №23, 2019	თბილისი შპს „მაცნე- პრინტი“	3 გვ.
2	Нугзар Кавлашвили, Нодар Мирианашвили	Энергосбережение при применении Теплонасосных установок в пищевой промышленности. ISSN-2587-5000	„ეკონომიკა და ფინანსები“. #3, 2019 წ.	ქ. თბილისი, „დანი“.	2

3	ნოდარ მირიანაშვილი, ნოდარ გძელიშვილი, ქეთევან კვირიკაშვილი, ვენერა ხათაშვილი	აგროსამრეწველო კომპლექსის საწარმოებში არსებული მეორეული ენერგორესურსების მოხმარება თბური ტუმბოს დანადგარების გამოყენებით	სტუ არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული. #23, 2019 წ.	თბილისი შპს „მაცნე-პრინტი“	5
4	ნოდარ მირიანაშვილი, ზურაბ ლომსაძე, ნოდარ გძელიშვილი, ქეთევან კვირიკაშვილი, ვენერა ხათაშვილი	საქართველოში განახლებადი, არატრადიციული ენერგორესურსების გამოყენების თანამედროვე მდგომარეობა და ქვეყნის სათბობ-ენერგეტიკულ კომპლექსში მათი ჩართვის პერსპექტივები. ISSN-1512-0120	„ენერგია“. #3(91), ტომი 2, 2019 წ.	ქ. თბილისი	3
5	Z.Lomsadze, N.Mirianashvili	Georgian Natural Resources (Brief Review). ISSN-1512-1887	ANNALS OF AGRARIAN SCIENCE. Volume 17, Number 1, March 2019	Journal homepage: //http://journals.org.ge/index.php	pp..59-74.
<p style="text-align: center;">ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>1. სტატიაში განხილულია მუსიკალური ინსტრუმენტების ავტომატურად აწყობის სქემა. რხევები იზომება მიკროფონის გამოყენებით. გამოყენებულია ორი აქტიური ზოლოვანი ფილტრი. პირველი აწყობილია მუსიკალური რხევის შესაბამის რეზონანსულ სიხშირეზე. მეორე არის გამზომი ფილტრი. აწყობისათვის გამოყენებულია ძრავი რედუქტორით. ძრავის მართვის სქემაში შემოტანილია უგრძნობლობის ზონა. აწყობის სიზუსტე 0,1÷ 1 ჰერცი.</p> <p>2. ჩატარებული კვლევიდან ნათლად ჩანს, რომ კვების მრეწველობაში თბური ენერჯის მნიშვნელოვანი დანაკარგებია, რომელთა შემცირება ეფექტური იქნება ენერგოდამზოგი თბური ტუმბოს დანადგარების გამოყენებით. კვების მრეწველობაში, თბური ტუმბოს დანადგარების გამოყენების შედეგად, მეორეული ენერგორესურსების მაქსიმალურად ათვისების შემთხვევაში, შესაძლებელია დანახარჯების შემცირება დაახლოებით 25-30%-ის ოდენობით. ამის შედეგად მნიშვნელოვნად შემცირდება წარმოებული პროდუქციის თვითღირებულება.</p> <p>3. ჩატარებული კვლევებიდან, რომელიც სტატიაშია წარმოდგენილი ჩანს, რომ აგროსამრეწველო კომპლექსის საწარმოებში თბური ენერჯის მნიშვნელოვანი დანაკარგებია, რომელთა შემცირება ეფექტური იქნება ენერგოდამზოგი თბური ტუმბოს დანადგარების გამოყენებით.</p> <p>განალიზებულია მაღალი კონდენსაციის ტემპერატურის მქონე მუშა სხეულების</p>					

მახასიათებლები, რომელთა გამოყენება უფრო ეფექტურს გახდის თბური ტუმბოს დანადგარების მუშაობას, როგორც აგროსამრეწველო კომპლექსის, ასევე მრეწველობის სხვა დარგების საწარმოებში.

თბური ტუმბოს დანადგარების გამოყენების შედეგად, საწარმოში არსებული მეორეული ენერგორესურსების მაქსიმალურად ათვისების შემთხვევაში, შესაძლებელია დანახარჯების შემცირება 20-30%-ის ოდენობით.

4. გაანალიზებულია საქართველოში მზის, ქარის, თერმული წყლების, ბიომასის გამოყენების დღევანდელი მდგომარეობა და მათი ათვისების პერსპექტივები. ნაჩვენებია, რომ განახლებადი, არატრადიციული ენერგორესურსების ფართოდ გამოყენების შემთხვევაში, ქვეყანაში დაიზოგება მოხმარებული სათბობ-ენერგეტიკული რესურსების 15-20%. ჩატარებულმა კვლევებმა გვიჩვენა, რომ საქართველოს სათბობ-ენერგეტიკული კომპლექსის ერთ-ერთი პერსპექტიული მიმართულებაა ენერგოდაზოგვა და ენერგოდამზოგი ტექნოლოგიების ფართოდ დანერგვა ქვეყნის ეკონომიკის სახვადასხვა დარგის საწარმოებში.

5. ნაშრომში გაანალიზებულია დიდი მოცულობის მნიშვნელოვანი მასალა საქართველოს ბუნებრივი და ადამიანური რესურსების პოტენციალის შესახებ, არა მხოლოდ დღევანდელი დღის არსებით პრობლემებზე, არამედ ახლო და შორეულ პერსპექტივებზე ორიენტირებით; მეცნიერულად არის დასაბუთებული ბუნებრივი რესურსების შენარჩუნებისა და აღწარმოების აუცილებლობა ტექნოლოგიური ნოვაციების გამოყენებით, რაციონალური ბუნებათსარგებლობის პრინციპების გათვალისწინება, ქვეყნის მდგრადი განვითარების უზრუნველსაყოფად.

თანამედროვე მეცნიერული მეთოდოლოგიის გამოყენებით შესწავლილია საქართველოს ბუნებრივი რესურსები: მიწის (მათ შორის სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების), ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლების, ტყის, სასარგებლო წიაღისეულის, სათბობ-ენერგეტიკული, ჰიდრო, მზის, ქარის, გეოთერმული წყლების, ბიოგაზის ენერგორესურსები, ბუნებრივ-რეკრეაციული (ტურისტული და კურორტული; ეკოლოგიური პრობლემები; ადამიანური (შრომითი) რესურსები; განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა ინოვაციურ მიდგომებსა და უახლესი ტექნოლოგიების გამოყენებას, რომლებიც უზრუნველყოფენ რესურსდამზოგველი პოლიტიკის გატარებას, რესურსების ხანგრძლივი ვადით შენარჩუნება-აღწარმოების მიზნით.

ნაშრომში, დასკვნების სახით, მოცემულია კვლევის შედეგად შემუშავებული მეცნიერულად დასაბუთებული წინადადებები და რეკომენდაციები ქვეყნის ბუნებრივი და ადამიანური რესურსების მაღალეფექტიანად გამოყენებისა და გარემოსდაცვითი პრობლემების გადასაწყვეტად.

სტატიები ISSN-ის მითითებით (2020)

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათა- ური, ISSN	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	ნ. მირიანაშვილი, ზ. ლომსაძე, დ. გამეზარდაშვილი, ა. დვალაძე,	განახლებადი ენერგორესურსების გამოყენება და ეკოლოგიური	ჟ. „მეცნიერება და ტექნოლოგიები“. #2(734), 2020,	თბილისი	გვ.47-54.

	ქ. კვირიკაშვილი.	უსაფრთხოების ევროპული გამოცდილება საქართველოში			
2	ნ. მირიანაშვილი, ნ. გგელიშვილი, ქ. კვირიკაშვილი, ვ. ხათაშვილი.	„გათბობისა და ჰაერის კონდიციონერების სისტემებში ენერჯის განახლებადი წყაროების გამოყენების პერსპექტივები“.	სტუ-ს ა. ელიაშვილის სახ. მართვის სისტემების შრომათა კრებული. 2020.N24,	თბილისი	გვ.88-92.

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1. სტატიაში გაანალიზებულია დედამიწაზე კლიმატის ცვლილების გამომწვევი მიზეზები. ნაჩვენებია, რომ კლიმატის ცვლილების გამომწვევ ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ფაქტორს წარმოადგენს ორგანულ სათბობზე მომუშავე თბოენერგეტიკული დანადგარები. დასაბუთებულია, რომ გლობალური დათბობის წინააღმდეგ ბრძოლაში მნიშვნელოვანი როლი ენიჭება როგორც ენერჯის განახლებადი წყაროების ფართოდ გამოყენებას, ასევე ენერგოდაზოგვის ფაქტორის გათვალისწინებას. საექსპერტო გათვლებით ენერგოეფექტიანობის გამოყენებული ტექნოლოგიური პოტენციალი ქვეყნის მთლიანი ენერგომომარაგების დაახლოებით ერთი მესამედის ტოლია.

2. სტატიაში გაანალიზებულია საქართველოში, გათბობისა და ჰაერის კონდიციონერების სისტემებში, ენერჯი ს განახლებადი წყაროების გამოყენების პერსპექტივები; კერძოდ:

ენერჯის განახლებადი წყაროების მოხმარების არსებული დონე და საპროგნოზო მოთხოვნები გათბობასა და ჰაერის კონდიციონერებზე, მათ შორის, ენერგოეფექტურობის ღონისძიებათა გათვალისწინებით. ნაჩვენებია, რომ ენერჯის განახლებადი რესურსების გამოყენებისა და ენერგოეფექტურობის ღონისძიებათა განხორციელების შედეგად, ენერჯის საბოლოო მოხმარებაში მათი წილი გათბობასა და ჰაერის კონდიციონერებზე გაიზრდება 23,5 ათასი გვტ.სთ-დან (2020წ.) 32,0 ათასიგვტ.სთ-მდე (2030წ.). ჩატარებული ანალიზის შედეგად დადგინდა, რომ საქართველოს ეროვნული ენერგოეფექტურობის სამოქმედო გეგმის მიხედვით გათვალისწინებული ღონისძიებების განხორციელების მიუხედავად, ელექტროენერჯის საპროგნოზო მოხმარება წელიწადში საშუალოდ გაიზრდება დაახლოებით 3,5%-ით.

8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

8.1. საქართველოში (2018)

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
---	-----------------------------	--------------------	---------------------------------

1	ნ. მირიანაშვილი, ნ. გძელიშვილი	თბოსიცივით მომარაგების პრინციპული სქემები თბური ტუმბოს დანადგარების გამოყენებით ლუდის წარმოებაში.	აკად. ლ. ჩიქავას 90-ე წლისთავისადმი მიძღვნილი VI საერთაშ. ეკონომ. კონფ. „ეროვნული ეკონომიკის განვითარების მოდელები: გუმინ, დღეს, ხვალ“. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. თბილისი. 13-14 ოქტომბერი 2018წ.
2	ნ. ყავლაშვილი, ნ. მირიანაშვილი, ვ. ხათაშვილი	მეორეული ენერგორესურსების გამოყენების პერსპექტივები ლუდის წარმოებაში	V საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია - “ენერგეტიკა: რეგიონული პრობლემები და განვითარების პერსპექტივები“. ა. წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი. ქუთაისი. 25-26 ოქტომბერი 2018წ.
3	ნ. მირიანაშვილი, ქ. ვეზირიშვილი- ნოზაძე, ზ. ლომსაძე	თბური ტუმბოს დანადგარების გამოყენების სპეციფიკა საქართველოში	V საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია - “ენერგეტიკა: რეგიონული პრობლემები და განვითარების პერსპექტივები“. ა. წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი. ქუთაისი. 25-26 ოქტომბერი 2018წ.
4	თ. ტროყაშვილი	ჰიდროაგრეგატების მართვა და დიაგნოსტიკა საკუთარი ხმაურის გამოყენებით	V საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია - “ენერგეტიკა: რეგიონული პრობლემები და განვითარების პერსპექტივები“. ა. წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი. ქუთაისი. 25-26 ოქტომბერი 2018წ.

საქართველოში (2019)

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	თ. ტროყაშვილი	ელექტრომექანიკური ობიექტების მართვის საკითხები მათი ხმაურის გამოყენებით	I საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია „ენერგეტიკის თანამედროვე პრობლემები და მათი გადაწყვეტის გზები“ 07.10.2019 – 11.10.2019. თბილისი
2	ნოდარ მირიანაშვილი, ზურაბ ლომსაძე,	საქართველოში განახლებადი, არატრადიციული	I საერთაშორისო სამეცნიერო- ტექნიკური კონფერენცია

ნოდარ გპელიშვილი, ქეთევან კვირიკაშვილი, ვენერა ხათაშვილი	ენერგორესურსების გამოყენების თანამედროვე მდგომარეობა და ქვეყნის სათბობ-ენერგეტიკულ კომპლექსში მათი ჩართვის პერსპექტივები.	„ენერგეტიკის თანამედროვე პრობლემები და მათი გადაწყვეტის გზები“ 7-11 ოქტომბერი, 2019 წ. ქ. თბილისი
მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)		

საქართველოში (2020)

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	ნ. მირიანაშვილი, ნ. ყავლაშვილი, ქ. კვირიკაშვილი.	თბური ტუმბოები ლუდის წარმოებაში.	თბილისი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2020. 7- 11 დეკემბერი. მე-2 საერთაშორისო ტექნიკური კონფერენცია „ენერგეტიკის თანამედროვე პრობლემები და მათი გადაწყვეტის გზები“.
2	ნ. მირიანაშვილი, ზ. ლომსაძე, ქ. ვეზირიშვილი-ნოზაძე.	„ენერჯის განახლებადი რესურსები და ენერგოდაზოგვის პერსპექტივები კახეთის რეგიონში“.	თბილისი, სტუ, 22 ოქტომბერი, 2020. მე-8 საერთაშორისო ეკონომიკური კონფერენცია „ეროვნული ეკონომიკის განვითარების მოდელები: გუმინ, დღეს, ხვალ“.
3	ქ. ვეზირიშვილი-ნოზაძე, ნ. მირიანაშვილი, ე.ფანცხავა, მ. ლორია, მ. ტულუმი.	საქართველოს ელექტროენერგეტიკული სექტორის განვითარების ანალიზი და შუქ-ჩრდილები (შედეგები).	თბილისი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2020. 7-11 დეკემბერი. მე-2 საერთაშორისო ტექნიკური კონფერენცია „ენერგეტიკის თანამედროვე პრობლემები და მათი გადაწყვეტის გზები“.
<p style="text-align: center;">მოხსენების ანოტაცია</p> <p>1. აგროსამრეწველო კომპლექსის საწარმოები წარმოადგენენ სათბობ-ენერგეტიკული რესურსების მსხვილ მომხმარებლებს, სადაც როგორც სათბობის, ასევე ენერჯის ეკონომიის პრობლემა მწვავედ დგას. მოხსენებაში წარმოდგენილი ჩატარებული კვლევიდან ნათლად ჩანს, რომ ლუდის წარმოებაში თბური ენერჯის მნიშვნელოვანი დანაკარგებია, რომელთა შემცირება ეფექტური იქნება ენერგოდაზოგი თბური ტუმბოს დანადგარების გამოყენებით. ლუდის წარმოებაში, თბური ტუმბოს დანადგარების გამოყენების შედეგად, მეორეული ენერგორესურსების მაქსიმალურად ათვისების შემთხვევაში, შესაძლებელია დანახარჯების შემცირება დაახლოებით 25-30%-ის ოდენობით. ამის</p>			

შედეგად მნიშვნელოვნად შემცირდება წარმოებული პროდუქციის თვითღირებულება.

2. მოხსენებაში გაანალიზებულია კახეთის რეგიონში განახლებადი ენერგეტიკული რესურსების (ჰიდრო, მზის, ქარის, ბიომასის) ათვისების არსებული მდგომარეობა და ენერჯის დაზოგვის პერსპექტივები. განახლებადი ენერგეტიკული რესურსების გამოყენება საშუალებას იძლევა რეგიონში შეიქმნას დამატებითი ენერგეტიკული სიმძლავრეები, რომლებიც უზრუნველყოფენ აღნიშნული რესურსების 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. მოხსენებაში გაანალიზებულია საქართველოს ენერგოსისტემის სიძლიერის განმაპირობებელი ფაქტორები, მისი სატრანზიტოპოტენციალი, შეფასებულია ძირითადი რისკები და საფრთხეები, განვითარების სტრატეგიული მიმართულებები და მიწოდების უსაფრთხოების ამაღლების ვარიანტები.

შეფასებულია ქვეყანაში განახლებადი, ალტერნატიული ენერგორესურსების გამოყენების პერსპექტივები, საქართველოსა და ევროკავშირს შორის დადებული ასოცირების შესახებ შეთანხმების კონტექსტში.

8. 2. უცხოეთში (2019)

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	ნუგზარ კავლავილი, ნოდარ მირიანაშვილი	Энергосбережение при применении теплонасосных установок в пищевой промышленности.	25-26 ივლისი, 2019 წ. ქ. რიგა

მიმართულება – ინფორმატიკა

ენობრივი მოდელირების განყოფილება

1. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები

№	პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და	პროექტის დაწყებისა და დამთავრების	პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის
---	---	--------------------------------------	---

	სამეცნიერო მიმართულების მიითებებით	წლები	მიითებებით)
1	2	3	4
1	<p>ქართული ენის კომბინატორული ონლაინ ლექსიკონის შემუშავება</p> <p>დარგი: ინფორმატიკა</p> <p>მიმართულება: კომპიუტერული ლინგვისტიკა</p>	2018-2020	<ol style="list-style-type: none"> 1. ჩიკოიძე გიორგი - პროექტის ხელმძღვანელი, 2. ლორთქიფანიძე ლიანა - შემსრულებელი, 3. ამირეზაშვილი ნინო - შემსრულებელი, 4. თუშიშვილი ალა - შემსრულებელი, 5. თუშიშვილი მიხეილ - შემსრულებელი, 6. სამსონაძე ლია- შემსრულებელი, 7. ჩუტკერაშვილი ანა - შემსრულებელი, 8. ჯავაშვილი ნინო - შემსრულებელი 9. მაკრახიძე ლევანი - შემსრულებელი
<p>კვლევითი პროექტის 2020 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>პროექტის 2020 წლის ეტაპის გეგმით გათვალისწინებული იყო კომბინატორული სალექსიკონო ერთეულების მორფოლოგიური და სემანტიკური ზონების გაერთიანება; ფუძეთა სალექსიკონო ბაზის ლექსიკური ფუნქციების პარამეტრების მახასიათებლებით შევსება (100 ერთეულამდე); სისტემის ინტერაქტიული რეჟიმის უზრუნველყოფა; ავტომატური ლექსიკონის ტესტირება და მისი შევსება-გაფართოების საბოლოო ინსტრუქციების ჩამოყალიბება; ავტომატური ლექსიკონის ინტერნეტში განთავსება.</p> <p>სალექსიკონო ერთეულთა მორფოლოგიური და სემანტიკური ზონების გაერთიანება და მათი ურთიერთშეთანხმება, ერთი შეხედვით, წმინდა ტექნიკური, ანუ პროგრამული ამოცანაა. ბუნებრივია, რომ როდესაც მომხმარებელი რომელიმე კონკრეტულ ერთეულს მიმართავს, მას საშუალება უნდა ჰქონდეს ერთეულის შესახებ მაქსიმალურად სრული და სისტემატიზირებული ინფორმაცია მიიღოს, რომელიც მას გამოადგება როგორც ტექსტის წარმოქმნის (სინთეზის), ისე მისი წაკითხვის და გაგების (ანალიზის) დროს.</p> <p>სათანადო ერთეულის არჩევა შეიძლება დამოკიდებული იყოს კონტექსტზე, ანუ იმ სიტყვებზე, რომლებიც სინტაქსურად უშუალოდ დამოკიდებულია ასარჩევ ერთეულზე. ამ შემთხვევაში არჩევანი ხშირად განისაზღვრება მოცემული ერთეულის ლექსიკურ ფუნქციათა პარადიგმით (იხ. ქვემოთ). ზოგჯერ კი საჭირო ხდება უფრო იშვიათი (არასტანდარტული) ფუნქციებისადმი მიმართვა.</p> <p>პროგრამულ-კომპიუტერული თვალსაზრისით, მორფოლოგიური და სემანტიკური ზონების გაერთიანების მთავარ კრიტერიუმს “ეკონომიის პრინციპი” წარმოადგენს, რომელსაც უნდა ექვემდებარებოდეს როგორც ხარჯები, ისე მეხსიერების მოცულობა. მაგალითად, ოპერაციული ხარჯების შესაკუმშად დიდი წვლილი მიუძღვის მორფოლოგიურ ზონას, რომლის გამოყენებით მორფოლოგიური გენერატორი წარმოშობს მთელ პარადიგმას და ამით თავიდან ვიცვილებთ ზონაში პარადიგმების სიების შეტანას.</p> <p>ასევე, სინონიმური მწკრივი შეტანილი იქნება სრული სახით მხოლოდ მისი დომინანტი წევრის</p>			

სათანადო ზონაში; დანარჩენ წევრებთან მოცემული იქნება მხოლოდ შესაბამის დომინანტაზე მითითება. ანალოგიური ხერხი ნავარაუდევია გადატანითი მნიშვნელობების, მეტაფორების, ანდაზებისა და იდიომების სიმრავლისთვისაც.

ლექსიკური ერთეულის ინფორმაციული ზონების გაერთიანებას, ზემოგანხილულ გამოყენებით მნიშვნელობებთან ერთად, საკმაოდ სერიოზული თეორიული მნიშვნელობაც აქვს. სახელდობრ, სწორედ მაქსიმალურად სრული ინფორმაციის მქონე ერთეულს შეუძლია იმ ფუნქციის დემონსტრირება, რომელიც ბუნებრივი ენის მოქმედ სისტემაში აკისრია სიტყვას.

ეს მოკლე მონახაზი ალბათ საკმარისია იმისთვის, რომ წარმოვიდგინოთ ლექსიკონის და მასში დაგროვილი ინფორმაციის უზარმაზარი წვლილი ენის გლობალურ მოქმედებაში. სახელდობრ, გულისხმობს ბუნებრივი ენის სამივე ფუნდამენტური ასპექტის მოდელირებას: ენის ცოდნას, ამ ცოდნის შექმნას და გამოყენებას.

შედეგი: კომბინატორული ლექსიკონის ბაზა შეივსო ლექსიკური ფუნქციების პარამეტრებით დახასიათებული 100 ერთეულით. მიღებული შედეგების საფუძველზე დაიბეჭდა 4 სამეცნიერო ნაშრომი. კოვიდის ვირუსის ხელისშემშლელი სიტუაციის გამო ლექსიკონის ინტერნეტში განთავსება გადაიდო 2021 წლის 1 მარტამდე.

2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

2.2.

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

ენის მოდელირება თანამედროვე ლინგვისტიკის ერთ-ერთი მეტად მნიშვნელოვანი მიმართულებაა. მისი მთავარი დანიშნულება და მიზანია შექმნას ისეთი სისტემები, რომლებიც იმეორებენ ადამიანის ენობრივ ქცევას, ანუ ახდენენ მოცემული ენის ნებისმიერი ტექსტის ანალიზს (გაგება) ან სინთეზს (წარმოქმნა). სისტემა გულისხმობს კლასიკური სქემის - “შინაარსი↔ტექსტი” - ჩამოყალიბებას და, საბოლოო ჯამში, მის კომპიუტერულ რეალიზაციას. შემოთავაზებული პროექტის ფარგლებში ჩამოყალიბდა უნივერსალური სახის ავტომატური კომბინატორული ლექსიკონის მორფოლოგიური და სემანტიკური ზონის შევსების პრინციპები (ქართული ენის სპეციფიკის გათვალისწინებით) და ინტერნეტში განთავსდება ლექსიკონის საპილოტე ვერსია.

პროექტში გამოყენებულია ორი მეთოდი. პირველი – პარადიგმატული, ორიენტირებულია ლექსემათა ისეთი ჯგუფების გამოყოფაზე, რომელთა წევრების შინაარსს მნიშვნელოვანი საერთო ბირთვი აქვთ, მაგრამ, ამავე დროს, რაღაც ნიუანსებით ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან და, ამგვარად, ერთმანეთის კვაზი-სინონიმებს წარმოადგენენ. ეს მიდგომა, ერთი მხრივ, კუმშავს ლექსიკური ინფორმაციის მოცულობას, მეორე მხრივ, ავლენს და უფრო თვალსაჩინოს ხდის მის შინაგან სტრუქტურას, რაც მეტად მნიშვნელოვანია როგორც სათანადო ლექსემის ასარჩევად (სინთეზი), ასევე მისი შინაარსის დასადგენად (ანალიზი). მეორე მიდგომა – სინტაგმატური, გვთავაზობს ორი უკიდურესად განსხვავებული შემთხვევის გათვალისწინებას: ლექსიკური პარამეტრების ცნება მოიცავს როგორც ლექსიკურ ჩანაცვლებებს, ისე ლექსიკურ ფუნქციებსაც. პირველი მათგანი

(ჩანაცვლება) შეესაბამება აბსოლუტურ სინონიმებს, კვაზისინონიმებს, ანტონიმებს და კონვერსიებს, რომლებიც უშუალოდ ან მცირე ტრანსფორმაციის შედეგად ჩანაცვლებიან ერთმანეთს ტექსტში მისი შინაარსის შეუცვლელად.

ქართული ენის კომბინატორული ლექსიკონის მორფოლოგიურ ზონაზე მუშაობისას ძირითადად დამუშავდა ქართული ენის გრამატიკის სახელმძღვანელოები და ქართული ენის ლექსიკონები. კომპიუტერული ბაზის შექმნის ტექნოლოგია შემდეგ ეტაპებს მოიცავდა:

- ელექტრონული გრამატიკული ლექსიკონის ლექსიკოგრაფიული სისტემის სტრუქტურის, მისი ნიშნების და იდენტიფიკატორების შემუშავება;
- ელექტრონული გრამატიკული ლექსიკონის პარადიგმული კლასიფიკაციის ალგორითმების შემუშავება და მათი რეალიზაცია;
- პარადიგმული სახით მიწოდებულ ინფორმაციაზე დაყრდნობით მონაცემთა ლექსიკური ბაზის ფორმირება (გრამატიკული კლასებისა და პარადიგმული კლასების ამოსავალ სიტყვათა ავტომატური ინდექსაცია მარკერებით);
- ელექტრონული ტექსტების სახით მიწოდებული პარადიგმების ავტომატური გარდაქმნა ლექსიკოგრაფიულ ბაზად.

სალექსიკონო ბაზის მუშაობის პრინციპების გათვალისწინებით, შეიქმნა კომპილაციური სინთეზის სტრუქტურა. სალექსიკონო ერთეულების საყრდენი სემანტიკების გახმოვანებისთვის გამოყენებულია კომპილაციური სინთეზი. სინთეზის პარამეტრების შერჩევა სალექსიკონო ერთეულების გახმოვანებისას, სხვა ენებთან შედარებით, საკმაოდ გაგვიადვილდა, ვინაიდან ქართული ტექსტი შესაძლებელია მივიჩნიოთ ფონეტიკურად ტრანსკრიბირებულ ტექსტად. გაბმულ მეტყველებაში ცალკეულ ფონემათა აღქმა მინიმუმ მარცვლის კონტექსტში ხდება. ეს კი გვაფიქრებინებს, რომ მეტყველების კომპილაციური სინთეზის საბაზო ეტალონებად ავირჩიოთ მარცვლები, რაც, რა თქმა უნდა, აღემატება ცალკეულ ფონემათა ეტალონების რიცხვს.

გამოყენებული სიგნალის დონის ანალოგური ნორმალიზატორი საშუალებას გვაძლევს მოვახდინოთ შემავალი ბგერითი სიგნალის 60 დბ-მდე ცვალებადობა დავიყვანოთ 3 დბ-მდე გამოსავალზე. ხდება ფონემების ფორმანტული სტრუქტურის შენარჩუნება. აღსანიშნავია, რომ სიტყვის აბსოლუტურ ბოლოში ინტენსივობის შესუსტების გამო ხმოვნების ფორმანტული სტრუქტურის დადგენა გაძნელებული იყო. კომპრესიის შედეგად ეს ხარვეზი გამოსწორდა.

კომპილაციური სინთეზის ალგორითმის სტრუქტურის დამუშავება, სალექსიკონო ბაზის მუშაობის პრინციპების გათვალისწინებით, შედარებით გაადვილდა, ვინაიდან არ გვაქვს გაბმული მეტყველება და, აქედან გამომდინარე, არ დაგვჭირდება გათვალისწინება თანხმოვან ბგერათა ამოვარდნის, მჟღერი ბგერის დაყრუების, ყრუ ბგერის გაჟღერების, მკვეთრი ბგერის შეცვლა ფშვინვიერით და, პირიქით, სისინა ბგერის შეცვლა შიშინათი, მჟღერი-ნაპრალოვნის შეცვლა ნახევარხმოვნით.

საანგარიშო პერიოდში, კომბინატორული ონლაინ ლექსიკონისთვის, ტრადიციული გრამატიკის შესაბამისად, გამოყოფილი იქნა სამი ზონა (მორფოლოგიური, სინტაქსური, სემანტიკური), რომლებიც ენობრივი მოდელის სამივე დონეს შეესატყვისება. ენობრივი მოდელის ფუნქციონირების ტექსტში გამოვლინდა, რომ ეს ინფორმაციული ზონები უბრალოდ “მეზობლები” კი არ არიან, არამედ შერწყმული არიან ერთი და იმავე სალექსიკონო ერთეულის ინფორმაციაში. ეს შერწყმა ვლინდება ენობრივი სისტემის მოქმედების ანუ მისი დინამიკის ფარგლებში, რომლის ყველაზე ზოგად და არსებით მახასიათებლებს წარმოადგენს ორმიმართულებიანობა და პარალელიზმი.

პარალელური მიმართულება ემთხვევა ტექსტის მეტყველების წარმოქმნის / აღქმის გზას; სწორედ

ამ გზით ვითარდება გამონათქვამის აღქმა / წარმოქმნასთან ერთად მისი აღწერის, მისი სტრუქტურის ყოველი დონე, ფონეტიკურ / გრაფიკულიდან დაწყებული და სემანტიკურ/პრაგმატიკულით დამთავრებული, რაც ფაქტობრივად ამოწურავს “შინაარსი↔ტექსტი” ენობრივი მოდელის მოქმედების არეს.

ორმიმართულებიანობა ვლინდება, გარკვეული თვალსაზრისით “პერპენდიკულარული” (“ვერტიკალური”, პარადიგმატული) მიმართულებით: მის რეალიზაციას წარმოადგენს ურთიერთობა პარალელურად მოქმედ დონეებს შორის. სწორედ ამ მიმართულებით ხდება “შინაარსი↔ტექსტი” მოდელის გლობალური ამოცანის გადაწყვეტა, ანუ ორმხრივი გადასვლა გამონათქვამის შინაარსიდან მის გამოხატულებამდე (სინთეზი) და პირიქით (ანალიზი).

აქედან გამომდინარე, ინფორმაციის ზონების “ურთიერთშერწყმა” გულისხმობს იმ მხარდაჭერას, რომელიც ამ მონაცემებმა უნდა გაუწიონ შესაბამის დონეებს მათ ინტრადონებრივ კავშირებში და მიმართებებში.

კომბინატორულ-განმარტებითი ლექსიკონის სემანტიკური დონე ლექსიკური ფუნქციებითაა წარმოდგენილი. ლექსიკური ფუნქციების სისტემას მოდელის ფუნქციონირების უზრუნველსაყოფად მრავალმხრივი პოტენციალი გააჩნია. მათი ნაწილი, პირველ რიგში, “ჩანაცვლებები” (Syn, Der, Conv) ორიენტირებულია სინონიმურ გარდაქმნებზე. სიტყვათა კორექტულ კომბინატორიკას (სინონიმური გარდაქმნების დროს) უზრუნველყოფს Oper, Func, Labor ფუნქციები, მაგრამ მათ ძირითად დანიშნულებას წარმოადგენს შესაბამისი ლექსემის (ანუ ზმნის) სემანტიკური დახასიათება. ლექსემის სემანტიკური ნიშნების (“პრიმიტივების”) შესაძლებლობას იძლევა ფუნქციები Gener, Mult, Incep, Proper და ა.შ. ლექსიკური ფუნქციების და სუპერ-პარადიგმები ნიადაგს ამზადებს სემანტიკური ნიშნების სისტემის ჩამოსაყალიბებლად, რომლებითაც შესაძლებელია ლექსემის სემანტიკის ფორმალიზებული აღწერა.

პროექტის ფარგლებში ჩვენს მიერ უკვე შევსებულია კომბინატორული ლექსიკონის მორფოლოგიური და სინტაქსური დონის ძირითადი ნაწილი. ლექსიკური ფუნქციების შევსების ჩანართში მომხმარებელი გაეცნობა ლექსიკური ფუნქციების სრულ ჩამონათვალს და აღწერას. სალექსიკონო ერთეულების ლექსიკური ფუნქციებით აღწერა უნდა შესრულდეს EXCEL-ის კომპიუტერულ ფაილში, რომელიც შეიძლება ჩამოიტვირთოს ლექსიკური ფუნქციების შევსების ჩანართიდან. ხოლო გამზადებული სახით ასევე შეიძლება აიტვირთოს ლექსიკონის ვებ-გვერდზე.

ქართული ენის კომბინატორული ლექსიკონის შექმნის გამოცდილებამ აჩვენა, რომ ამ მიმართულებით შედარებით მცირე დანახარჯების დროსაც კი შეიძლება მიღებულ იქნას სამეცნიერო თვალსაზრისით საინტერესო და პრაქტიკული გამოყენების პერსპექტიული შედეგები. როგორც ჩანს, პროგრამისტებისა და ენათმეცნიერების მცირე ჯგუფმაც კი ძალზე შეზღუდულ და გარკვეულ ვადებში შეიძლება მოახდინოს ონლაინ კომბინატორული ლექსიკონის კომერციულ დონეზე დაყვანა, როგორც შინაარსობრივი, ისე გარეგნულად სამომხმარებლო გაგებით. მაგალითად, ეს და სხვა მსგავსი ონლაინ-ლექსიკონები, რომლებიც დაფუძნებულია იმავე ქართული ენის კომბინატორულ, განმარტებით და გრამატიკულ ლექსიკონებზე, შეიძლება გახდეს პირველი ზოგადი გამოყენების უაღრესად სასარგებლო პროდუქტი ქართული ენის შემსწავლელთათვის. მეორეც, ასეთი ლექსიკონები შეიძლება გახდეს ხელსაყრელი ინსტრუმენტული გარემო ენათმეცნიერების და მასთან დაკავშირებული პროფესიების მკვლევარებისთვის. მესამე, კომბინატორული ლექსიკონები შეიძლება გახდეს უნივერსალური სემანტიკური (ონტოლოგიური) ქსელების საფუძველი, რომლის მხარდაჭერის გარეშე წარმოუდგენელია სერიოზული პროგრესი ბუნებრივი ენის ავტომატური დამუშავების სფეროში.

6. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით (2018)

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათა- ური, ISSN	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	გ. ჩიკოიძე	ენა - შინაარსი - გამოხატულება, ISSN 0135-0765	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №22	თბილისი „პოლიგრაფია“	15
<p>ენობრივი პროცესის ცალკეული აქტების რეალიზაციის ყველაზე მარტივი და “ჩვეულებრივი” კონტექსტია დიალოგი ანუ ენობრივი გამონათქვამების “მიწოდება→მიღება” ორ პირს შორის: მოლაპარაკე გამოთქვამს რაღაც აზრს, “შინაარსს”, რომელიც “შეფუთულია” ენობრივი გამოხატულებებით; მსმენელი კი, თავის მხრივ, აანალიზებს ამ გამოხატულებას, რის შედეგადაც წვდება მასში “შეფუთულ” შინაარსს.</p> <p>სიტუაციის ამსახველი ერთეულები, რომლებიც არ არიან წარმოდგენილი “აშკარა” ზმნის პირიანი ფორმის საშუალებით, ხშირად ერთმნიშვნელოვნად შეესაბამებიან რომელიმე სემანტიკურ როლს. ნაშრომის ძირითადი მიზანია ამგვარი სიტუაციის გამოხატველი შემადგენლების გამოყოფა და მათი მიმართებების განსაზღვრა</p> <p>ნაშრომში ასევე მოცემულია სენტენციური პრიმიტივების გამოყოფისა და მათ შორის არსებული მიმართებების დადგენის მონახაზი.</p>					
2	ნ. ჯავაშვილი	სომატური ლექსიკა ოთარ ჭილაძის რომანების ტექსტურ კორპუსში, ISSN 0135-0765	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №22	თბილისი „პოლიგრაფია“	9
<p>ნებისმიერი ენის ლექსიკური ფონდი მრავალფეროვანი, სხვადასხვანაირად ორგანიზებული თემატური ჯგუფებისგან შედგება, რომლებიც მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ ენის ლექსიკური სისტემის ორგანიზებაში. ლექსემათა ერთ-ერთი ასეთი თემატური ჯგუფია სომატური სახელები – სხეულის ნაწილებთან დაკავშირებული სიტყვები, რომლებიც სტატიაში განხილულია ოთარ ჭილაძის რომანების ტექსტური კორპუსის მასალაზე.</p> <p>მოცემულია მწერლის მიერ ნაწარმოებებში გამოყენებული სომატური სახელების ზოგადი მიმოხილვა და სტატისტიკური მონაცემები. განხილულია, აგრეთვე, სომატური ფუძეებისგან ნაწარმოები სახელები და სომატურფუძიანი კომპოზიტები.</p> <p>გამოყოფილია სომატური ლექსემებისა და სომატური ფუძისგან შედგენილი კომპოზიტური მოდელები. მოცემულია თითოეული მოდელის აღწერა. წარმოდგენილია სომატური ლექსიკის ხმარების სტატისტიკური მონაცემების ცხრილი.</p>					
3	Л. Лордкипанидзе, Н. Джавашвили,	Грузино- Английский	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ	თბილისი „პოლიგრაფია“	6

	A. Чуткерашвили, Г. Аидарашвили	двунаправленный автоматический перевод деривационных форм, ISSN 0135-0765	ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №22		
<p>ნაშრომში განხილულია ქართული და ინგლისური ენების დერივაციული ფორმების ავტომატური თარგმანის პრობლემები და მათი გადაჭრის გზები. ამ პრობლემის გადასაჭრელად, პირველ რიგში, შეიქმნა ქართული ენის დერივაციული აფიქსების მონაცემთა ელექტრონული ბაზა [1]. იგი აერთიანებს მორფემებს, რომლებიც თანამედროვე ქართული სალიტერატურო ენისთვის არის დამახასიათებელი, ან შემოსულია სხვა ენებიდან. ქართულ-ინგლისური დერივაციული ფორმების ავტომატური ფორმირებისათვის, სხვადასხვა სემანტიკური ჯგუფისთვის ორივე ენაზე შეიქმნა სიტყვის ფორმირების მოდელები. შეიქმნა ასევე ინგლისური სიტყვაწარმოებითი აფიქსების მონაცემთა ბაზა.</p> <p>სტატიაში განხილულია სხვადასხვა ენებისთვის სიტყვის ნორმალიზაციის ცნობილი მოდელები. აღწერილია ქართული სიტყვების ამოსავალი ფორმის მიღების ალგორითმი. მოცემულია ქართული დერივაციული და ფლექსიური ფორმების ნორმალიზაციის წესები, რომელთა დახმარებით შეიძლება როგორც ლექსიკალიზებული, ისე პროდუქტიული სიტყვაწარმოებით მიღებული ახალი ფორმების წარმოება.</p>					
4	ნ. ამირეზაშვილი	ინგლისური პასიური ზმნების დროის ფორმების შესაბამისობები ქართულში, ISSN 0135-0765	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №22	თბილისი „პოლიგრაფია“	5
<p>სტატიაში განხილულია პრობლემები, რომლებიც გვხვდება ინგლისური პასიური ზმნების ქართულ ენაზე თარგმნისას. ნაჩვენებია ინგლისური პასიური ზმნის დროის კონკრეტულ ფორმას ქართულში ზმნის რომელი დროის ფორმა შესაბამეა. აღნიშნული საკითხები გასათვალისწინებელია ავტომატური თარგმნის დროს. საკითხი განხილულია კონკრეტულ მაგალითებზე.</p>					
5	ლ. სამსონაძე	კვაზი-სინონიმების როლი თარგმნის სრულყოფისათვის, ISSN 0135-0765	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №22	თბილისი „პოლიგრაფია“	4
<p>ხარისხიანი და სრულყოფილი თარგმანი ვერ მიიღწევა, თუ მის სემანტიკაში არ იქნა გამოყენებული ის ნიუანსები, რითაც ხასიათდება ნაწარმოების სტილი და რითაც თარგმანი ხდება საინტერესო საკითხავი და, ამავე დროს, უფრო მეტად მიახლოებული ორიგინალთან. ყოველ კონკრეტულ მოვლენას მთარგმნელმა უნდა შეუსაბამოს სწორედ ის გამონათქვამი, რომელიც ზუსტად ასახავს მოცემულ სიტუაციას. ამაში კი დაეხმარება სინონიმური და კვაზი-სინონიმური რიგები, სადაც სიტყვების ისეთი სიმრავლეა, რომ ნებისმიერ კონტექსტში მათი ურთიერთჩანაცვლებით გამონათქვამის შინაარსი არ ირღვევა.</p>					

6	<p>ნ. სარალიძე, ნ. შარაშენიძე, ი. ხუნდაძე, ნ. სვანიძე, ა. თუშიშვილი, მ. თუშიშვილი, ზ. ქვენიშვილი</p>	<p>გარე ხმაურის ზემოქმედება ასობგერათა აღქმის სიხშირულ სპექტრზე ახალგაზრდა პოპულაციაში, ISSN 0135-0765</p>	<p>საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №22</p>	<p>თბილისი „პოლიგრაფია“</p>	6
<p>სმენის ფუნქცია 38 ინდივიდზე იქნა შესწავლილი. გამოკვლეულთა ასაკი 18-30 წლების ფარგლებში თავსდებოდა. ინსპექტირებულთაგან 22 საყურისული მუსიკის რეგულარული მომხმარებელი იყო, 16 კი ასეთ მოსმენათა მიმდევრებს არ განეკუთვნებოდა და, შესაბამისად, საკონტროლო ჯგუფს ქმნიდა. საყურისული მუსიკის ექსპოზიციების ხანგრძლივობა სხვადასხვა მოყვარულში დღეში 1-დან 8 საათამდე პერიოდებს მოიცავდა. სმენის სიმახვილე ტონალური აუდიომეტრით 1-16 კჰც სიხშირულ დიაპაზონში განისაზღვრებოდა. ზღურბლოვანი აუდიომეტრიული კვლევით, როგორც საყურისული მუსიკის მომხმარებელს ისე არამომხმარებელს, ნორმალური სმენის ზღურბლები ჰქონდათ ყველა სიხშირეზე. თავისუფალ ველში, ხმაურის ფონით, მეტყველებითი აუდიომეტრიის მონაცემები უფრო საინტერესო აღმოჩნდა. სიტყვები შედგებოდა ერთი ან ორი მარცვლისგან და მისი ინტენსივობა 62 დბ იყო. ხმაურის ფონი ქუჩის ხმაურის ანალოგი იყო და 82 დბ-ს შეადგენდა, მათ შორის განსხვავება 20 დბ-ს იყო. მიწოდებული 100 სიტყვიდან გარჩევადობის 100%-იანი შედეგი არც ერთ კვლევის მონაწილეს არ ჰქონდა. თუმცა, საკმაოდ დიდი განსხვავება აღმოჩნდა კმმმ-ის მომხმარებლის და არამომხმარებელთა მიერ სიტყვების გარჩევის უნარს შორის. კერძოდ, კმმმ-ის მომხმარებელთა უმეტესობა არასწორად ან საერთოდ ვერ იგებდა მიწოდებული სიტყვების 68%-ს, ხოლო საკონტროლო ჯგუფში იგივე მონაცემი უდრიდა 35%-ს. წარმოდგენილი მასალის საფუძველზე შესაძლებელია ვივარაუდოთ, რომ სენსორული აპარატის რეგულარული სტიმულაცია იწვევს ოლიგოკოხლური კომპლექსის დამცავი ფუნქციის დარღვევას, რომელიც გამოიხატება ხმაურის გავლენის ქვეშ სიტყვების გარჩევადობის შემცირებაში.</p>					
7	<p>ა. თუშიშვილი, მ. თუშიშვილი, მ. ცერცვაძე</p>	<p>ქართული ტექსტის კომპილაციური სინთეზის გაბუნებრივების შესახებ, ISSN 0135-0765</p>	<p>საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №22</p>	<p>თბილისი „პოლიგრაფია“</p>	3
<p>ქართული ორთოგრაფიული ტექსტის გახმოვანებისას საჭირო გახდა ეტალონების ფორმირებისას მოგვეხდინა ბგერითი სიგნალის ამპლიტუდური ნორმალიზება (კომპრესია). ამ გარდაქმნის შემდეგ მეტყველების ტემბრი და მახვილის აღქმა პრაქტიკულად არ შეცვლილა, გამარტივდა ეტალონების ფორმირება, ფონემების გადაბმის ადგილები კი უფრო ბუნებრივად ჟღერს.</p>					

სტატიები ISSN-ის მითითებით (2019)

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათაური, ISSN	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	G. Chikoidze, N. Javashvili, A. Chutkerashvili	Interactive Synthesis of Georgian Sentence ISSN 0135-0765	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №23	თბილისი, შპს მაცნე- პრინტი	10
2	გიორგი ჩიკოიძე	ენის დინამიკის ზოგი ასპექტი ISSN 0135-0765	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №23	თბილისი, შპს მაცნე- პრინტი	12
3	Liana Lortkipanidze, Levan Makrakhidze	Morphological Analyser of Georgian Language Subsystems ISSN 0135-0765	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №23	თბილისი, შპს მაცნე- პრინტი	4
4	Н. Амirezашвили, Л. Самсонадзе	Модель Автоматического Грузино- Английского Перевода «Сентенциальных Примитивов» Содержащих Имя Прилагательное ISSN 0135-0765	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №23	თბილისი, შპს მაცნე-პრინტი	4

5	N. Javashvili, A. Chutkerashvili	Derivation Models According to Otar Tchiladze Text Corpus ISSN 0135-0765	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №23	თბილისი, შპს მაცნე-პრინტი	7
6	ნ. სარალიძე, ნ. სვანიძე, ა. თუშიშვილი, ნ. შარაშენიძე.	გამოწვეული ოტოაკუსტიკური ემისიის პარამეტრების ცვალებადობა და მეტყველებითი აუდიომეტრიის მონაცემები სმენის ლატენტური დაქვეითების ჩამოყალიბების პროცესში	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №23	თბილისი, შპს მაცნე-პრინტი	6

1. სტატიაში განხილულია მომხმარებელსა და კომპიუტერულ სისტემას შორის დიალოგზე დამყარებული ინტერაქტიული რეჟიმი, რომელიც, როგორც ქართული წინადადების წარმოების მექანიზმი, კვაზი-სინონიმური გამონათქვამების გენერატორის შესავლის ფუნქციას უნდა ასრულებდეს. სისტემა წარმოდგენილია გარკვეულწილად ტრანსფორმირებული მორფოლოგიური ქსელების საშუალებით. წინადადების სინთეზის გარდა, სისტემა შეიძლება გამოსადეგი იყოს ფსიქო-ლინგვისტიკური კვლევებისთვის და აგრეთვე, ისეთი გამოყენებითი სისტემებისთვის, როგორცაა ავტომატური თარგმნა.

2. სტატია ეხება ენის მოდელის ფუნქციონირების პროცესში გამოვლენილი ძირითადი თვისებების გამოყოფას. ენის ორმიმართულებიანობა (ანალიზი/სინთეზი) არის ენის არსი და ავლენს მის ძირითად დანიშნულებას. ამის გათვალისწინებით, შეიძლება ითქვას, რომ მისი ეს ზოგადი თვისებები ახასიათებს ენის მთელ არსს და ქცევას.

ნაშრომში გამოყოფილია უზოგადესი ურთიერთდაპირისპირებული მახასიათებლები: სტატიკა და დინამიკა; ანალიზი და სინთეზი; გამონათქვამის დაშლა შემადგენელ ნაწილებად და ამ უკანასკნელთა შერწყმა ერთობლივ სტრუქტურაში; ენობრივი დონეების მოქმედების პარალელურობა ინტერაქტიურ რეჟიმში; პროცესის განვითარება, ერთდროულად ჰორიზონტალური (გამონათქვამის გასწვრივ) და ვერტიკალური (გამოხატულებიდან შინაარსისკენ) მიმართულებით; მთლიანი სტრუქტურისა და მისი შემადგენელი ნაწილების დაპირისპირება და შერწყმა; ამ კომპონენტებისა და მათი შინაარსის მიმართებების რადიალური სქემა.

ნაშრომი გულისხმობს, რომ “დაპირისპირებები” თავს იჩენს ენობრივი სისტემის ფუნქციონირების პროცესში და განსაზღვრავს როგორც ამ პროცესებს, ისე ენის მთლიანობის ფუნდამენტურ ხასიათს.

3. მორფოლოგიური ანალიზი ბუნებრივი ენის ავტომატური დამუშავების ერთ-ერთი ყველაზე

მნიშვნელოვანი კომპონენტია. ენის მორფოლოგიის აღწერა ჩვენს სისტემაში წარმოდგენილია სიტყვათა ბრუნებისა და უღლების პარადიგმით. წინა სამუშაოებში დასრულდა თანამედროვე ქართული ენის ლინგვისტური პროცესორის რეალიზაცია. მაგრამ ის გამოუსადეგარია სხვა ქართველური ენების დიალექტებისთვის, ვინაიდან მათ შორის დიდია ლექსიკური, გრაფიკული და მორფოლოგიური განსხვავება. ჩვენ შევიმუშავეთ ქართული ენის ქვესისტემებზე ადაპტირებული ანალიზატორი. სტატიაში განხილულია ანალიზატორის შემუშავების პრინციპები.

სტატიაში აგრეთვე განხილულია ქართული ენის ავტომატური მორფოლოგიური ანალიზატორი. თანამედროვე ქართული ენის ანალიზატორზე დაშენებული პროგრამული მოდული ქართული ენის სხვადასხვა დიალექტების მორფოლოგიური ანალიზის საშუალებას იძლევა. სისტემა შეიძლება გამოსადეგი იყოს ავტომატური მორფოლოგიური ანალიზისა და სინთეზისთვის.

4. სტატიაში განხილულია „სენტენციური პრიმიტივების“ როლბრივი მიმართებების არსებითი თვისებები, კონკრეტულად, ზედსართავი სახელის შემცველი პრიმიტივები ქართულ ენაში და მათი ინგლისურ ენაზე ავტომატური თარგმნის მოდელი. იმის მიხედვით, თუ ზედსართავი სახელი წინადადების რომელ წევრს უკავშირდება და რა როლს ასრულებს იგი წინადადებაში, გამოყოფილია სენტენციური პრიმიტივების ტიპები.

თუ მთარგმნელობით პროცესში ორივე ენა უზრუნველყოფილი იქნება პრიმიტივებად დაშლის და პირიქით, პრიმიტივებისგან გამონათქვამის მიღების საშუალებებით, თარგმნის პროცესი მხოლოდ პრიმიტივების თარგმნის დონემდე დავა და თარგმანი საგრძნობლად გამარტივდება. საკითხი განხილულია კონკრეტულ მაგალითებზე.

5. სტატიაში წარმოდგენილია დერივაციული მოდელები ოთარ ჭილამის ნაწარმოებების ტექსტური კორპუსის მიხედვით. ნაჩვენებია სიტყვაწარმოებითი საშუალებების პრინციპები და თავისებურებები, სიტყვაწარმოების გამოყენების ფორმები და საშუალებები.

სიტყვაწარმოება ენობრივი ცოდნის მნიშვნელოვანი ნაწილია და გულისხმობს ენაში ახალი ლექსიკური ერთეულების წარმოქმნას, რომლებიც სახელის ფუძეზე სიტყვამაწარმოებელი აფიქსების დართვით მიიღება. სიტყვის ძირზე დართული სიტყვამაწარმოებელი ელემენტები სხვადასხვაგვარ აქტივობას იჩენენ და, ამასთან, მათ სხვადასხვა შინაარსობრივი დატვირთვა აქვთ. ამის გათვალისწინებით, სტატიაში განხილულია არა ცალკეული იზოლირებული სიტყვამაწარმოებელი ელემენტები, არამედ მოდელები, რომლებიც ამ ელემენტებს მოიცავენ.

6. სმენის ლატენტური (ფარული) დაქვეითება სხვადასხვა ასაკობრივ ჯგუფებში შესწავლილ იქნა როგორც სუბიექტური, ასევე ობიექტური მეთოდებით. კვლევა აუდიოლოგიის ეროვნული ცენტრის და სიმონ ხეჩინაშვილის საუნივერსიტეტო კლინიკის ბაზაზე ჩატარდა. კვლევაში მონაწილეობა მიიღო სუბიექტურად ნორმალური სმენის მქონე 18-დან 30 წლამდე ორმოცმა და 50-დან 55 წლამდე თხუთმეტმა ინდივიდმა. ახალგაზრდები, თავის მხრივ, ორ ჯგუფად იყვნენ გაყოფილი. ერთ ჯგუფში მუსიკის მოსასმენი პერსონალური მოწყობილობების (მმპმ) მომხმარებელი 22 ადამიანი იყო გაერთიანებული, ხოლო მეორე ჯგუფში - 18 მმპმ-ის არამომხმარებელი. ყველა მონაწილეს პირველ ეტაპზე ოტოსკოპიური შემოწმება უტარდებოდა. შემდეგ ივსებოდა კითხვარი, სადაც ყურადღება ექცეოდა მმპმ-ის გამოყენების ხანგრძლივობას, ტიპს, მოსმენის პროცესში მის ინტენსივობას, სუბიექტურ ჩივილებს მმპმ-ის მოსმენის დროს ან შემდეგ და მავნე ჩვევების მოხმარებას. კვლევაში მონაწილე ყველა პირს უტარდებოდა, პირველ რიგში, სუბიექტური ტონალური აუდიომეტრია 0.125კჰც-დან 16კჰც-მდე სიხშირულ დიაპაზონში; შემდეგ ეტაპზე კვლევაში მონაწილე ყველა ინდივიდის გამოწვეული ოტოაკუსტიკური ემისია

იწერებოდა. ბოლო ეტაპზე ტარდებოდა მეტყველებითი აუდიომეტრია ხმაურის ფონზე. შედეგებმა შემდეგი ტენდენციები გამოავლინა: ახალგაზრდების ორივე ჯგუფში აღმოჩნდა სუბიექტურ აუდიომეტრიაზე ნორმიდან გადახრა, ხოლო 50-55 ასაკობრივ ჯგუფში, 12-16 კპც სიხშირეებზე, სმენის ზღურბლის მომატება ასაკთან შესაბამისობაში იყო. გამოწვეული ოტოაკუსტიკური ემისიის ჯამური ამპლიტუდის საშუალო მაჩვენებლები სამივე ჯგუფში რაოდენობრივად და სტატისტიკურად მნიშვნელოვნად არ განსხვავდებოდა ერთმანეთისგან. ამპლიტუდის სიდიდეების გარკვეული ინდივიდუალური რყევა შეიმჩნეოდა სამივე ჯგუფში, მაგრამ გასაშუალოებული სიდიდეები ერთმანეთს ემსგავსებოდა. ხმაურის ფონზე მეტყველების აღქმის შესწავლამ აჩვენა, რომ მიწოდებული 100 სიტყვიდან მძმ-ის მომხმარებლებმა საშუალოდ 53 სიტყვის სწორად გამოცნობა შეძლეს, მძმ-ს არამომხ-მარებლემმა - 74, ხოლო ასაკოვანთა ჯგუფმა - 63 სიტყვა. კვლევამ აჩვენა, რომ ხმაურში მეტყველების გარჩევადობის უნარი ჯგუფებში განსხვავებული იყო, მაგრამ გამოწვეული ოტოაკუსტიკური ემისიის და სუბიექტური ტონალური აუდიომეტრიის მაჩვენებლები ამ მონაცემებთან შესაბამისობაში არ მოდიოდა. ამგვარად, ლატენტური სმენის დაქვეითების გამომჟღავნება შესაძლებელია მეტყველებითი აუდიომეტრით ხმაურის ფონზე.

სტატიები ISSN-ის მითითებით (2020)

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათა-ური, ISSN	ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	ნ. ამირეზაშვილი	სიტყვების ლექსიკური ფუნქციებით აღწერის ნიმუშები ქართულში ISSN 0135-0765	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №24	თბილისი შპს „საჩინო“	6 გვ.
2	ლ. ლორთქიფანიძე	GeWordNet თესაურუსის გამოყენება ქართულენოვან დიალოგურ სისტემაში ISSN 0135-0765	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №24	თბილისი შპს „საჩინო“	8 გვ.
3	ლ. ლორთქიფანიძე	ქართული ენის კომპინატორული	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის	თბილისი შპს „საჩინო“	7

		ლექსიკონი ISSN 0135-0765	არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №24		
4.	ლ. სამსონაძე	სიტყვა „ხელოვნების“ ლექსიკური გარემოს განსაზღვრა ISSN 0135-0765	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №24	თბილისი შპს „საჩინო“	5 გვ.
5.	გ. ჩიკოიძე	“შინაარსი ↔ ტექსტი” მოდელის განვითარების ზოგი ასპექტი ISSN 0135-0765	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №24	თბილისი შპს „საჩინო“	8 გვ.
6.	ნ. ჯავაშვილი	ზმნური ფუძეები განმარტებით- კომბინატორულ ლექსიკონში ISSN 0135-0765	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №24	თბილისი შპს „საჩინო“	9 გვ.
7	Anna Chutkerashvili	On Particle ai in Georgian Language Information Structure ISSN 0135-0765	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №24	თბილისი შპს „საჩინო“	4
8	ლევან მაკრახიძე	წყალბადის სისტემების დანერგვა სატრანსპორტო ინდუსტრიაში	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის	თბილისი შპს „საჩინო“	4

			შრომათა კრებული №24		
9	მანველ კლოიანი	In-Memory მონაცემთა ბაზები ISSN 0135-0765	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №24	თბილისი შპს „საჩინო“	7

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1. სტატიაში განხილულია განმარტებით-კომბინატორული ლექსიკონის მოკლე აღწერა და ი. ა. მეღვჯვისა და ა. კ. ჟოლკოვსკის მიერ დამუშავებულ ლექსიკონში ТОЛКОВО-КОМБИНАТОРНЫЙ СЛОВАРЬ СОВРЕМЕННОГО РУССКОГО ЯЗЫКА-საქართველოში გამოცემული ლექსიკური ფუნქციების საშუალებით ქართული ენის აღწერის მცდელობა. ლექსიკური ფუნქციები უზრუნველყოფენ ენაში სიტყვის ბუნებრივი გარემოს ცოდნას. საკითხი განხილულია კონკრეტულ მაგალითებზე, კერძოდ, ნიმუშად აღწერილია სამი სიტყვა: აგრესიული, აგრესია და აგრესორი. სიტყვის შესაფერისი ბუნებრივი გარემოს ცოდნა საშუალებას გვაძლევს თავიდან ავიცილოთ ისეთი შეცდომები, როგორცაა ხშირად უშვებენ ენის არასრულყოფილად ფლობისას.

2. სტატიაში გამოკვლეულია ქართული ენის ავტომატური დამუშავების ძირითადი ეტაპები: მორფოლოგიური, სინტაქსური და სემანტიკური ანალიზი. ნაჩვენებია კავშირი GeWordNet თესაურუსის სემანტიკური მოდელის, საძიებო მოთხოვნის, მონაცემთა ბაზის შიდა წარმოდგენის და დიალოგური სისტემის სუბიექტებს შორის.

შემოთავაზებულია GeWordNet თესაურუსის სემანტიკური მოდელის გამოყენება მონაცემთა ბაზებთან ქართულენოვანი სამომხმარებლო ინტერფეისის დასაკავშირებლად. ნაჩვენებია სემანტიკურ მოდელში მოცემული მონაცემების გარდაქმნა მოთხოვნის შუალედურ K-რეპრეზენტაციაში და შემდგომ მისი SQL ბაზის მოთხოვნად გარდაქმნა წინასწარგანსაზღვრული შაბლონის საფუძველზე.

აღწერილია GeWordNet თესაურუსის სემანტიკური მონაცემთა ბაზის მოდელის გამოყენების მაგალითი მომხმარებლის ქართულენოვანი ინტერფეისით. ნაჩვენებია NL (Natural Language) ბუნებრივენოვანი შეკითხვის მონაცემთა ბაზის SQL მოთხოვნაზე გადაყვანის მაგალითი.

შემოთავაზებული მიდგომის საფუძველზე გადაწყდება მომხმარებლის ბუნებრივენოვან შეკითხვაზე დაფუძნებული მოთხოვნის შესაბამისი ინფორმაციის GeWordNet თესაურუსის მონაცემთა ბაზაში მოძიების საკითხი.

3. სტატიაში აღწერილია ქართული ენის კომბინატორული ლექსიკონის ერთეულებს შორის პარადიგმატული, სინტაქსური და სინტაგმატური კავშირები. ლექსიკონი ამჟამად შეიცავს 3 მილიონ კავშირს მის 100,000 ჩანაწერს შორის. ბმულები პარადიგმატულია (ძირითადად მორფოლოგიური), სინტაქსური (ზმნურ-აქტანტური მიმართებები) ან სინტაგმატური (ლექსიკური ფუნქციები). ლექსიკონის სიტყვა-სტატიები ერთი ან მრავალსიტყვიანია (შესიტყვებები). ისინი ეკუთვნის მეტყველების ოთხ ძირითად ნაწილს: სახელი, ზმნა, ზედსართავი სახელი, ზმნიზედა. სალექსიკონო ერთეულები წარმოადგენენ ეგრეთ წოდებულ გრამატიკულ ფორმებს და არა ლექსემებს: მაგ., სახელები წარმოადგენილია სახელობითი ბრუნვის მხოლოდით რიცხვში; ზმნები წარმოადგენილია საწყისებად და მასთან დაკავშირებული ზმნის მყოფადის მხოლოდითი რიცხვის მესამე პირის ფორმით. სალექსიკონო ერთეულებად წარმოადგენილი შესიტყვებები, თავის მხრივ,

შეიძლება იყოს იდიომატურად თავისუფალი.

4. ნაშრომში მოკლედ არის გადმოცემული „ლექსიკური ფუნქციების“ არსი და მისი მნიშვნელობა.

ლექსიკური ფუნქციების მეშვეობით ხდება შესაძლებელი სიტყვის ბუნებრივი გარემოს შექმნა და მისი მოქმედების სფეროს განსაზღვრა, რაც მდგომარეობს იმაში, რომ გაირკვეს არჩეული სიტყვა სემანტიკურად რომელ სიტყვებთან კავშირშია თავსებადი, როგორი ლექსიკური მიმართებები აქვს დანარჩენ სიტყვებთან.

სტატიაში წარმოდგენილია სიტყვა „ხელოვნება“. შერჩეულია მისი სემანტიკის შესაბამისი ლექსიკური ფუნქციების კატეგორიები, რომელთა მეშვეობით განსაზღვრულია ამ სიტყვასთან მისადაგებული ლექსიკური გარემო.

5. წარმოდგენილი ნაშრომი იმ მდგომარეობების მოკლე მიმოხილვას წარმოადგენს, რომლებსაც, სავარაუდოდ, გარკვეული წვლილის შეტანა შეუძლიათ ენის მოდელირებაში და, კერძოდ, მისი ცალკეული კომპონენტებისა და დონეების განვითარებაში. ასეთებია ლექსიკური ფუნქციების აპარატი [1], მორფოლოგიური გენერაციები [2], ფენობრივი სინტაქსი [3], სემანტიკური როლები [4] და სხვა.

განსაკუთრებული აქცენტი გადატანილია სენტენციურ პრიმიტივებზე (SPR) და მათ როლებრივ სტრუქტურირებაზე შინაარსის წარმოსადგენად, რაც ენის მოდელირების ყველაზე სიღრმისეულ დროულ ამოცანად გვესახება.

6. სტატიაში მოცემულია ზმნური ფუძეების აღწერა განმარტებით-კომბინატორული ლექსიკონისთვის. ასეთი ლექსიკონი ძალიან საჭირო და მნიშვნელოვანია ნებისმიერი ენის სრული აღწერისთვის. სხვა ლექსიკონებისაგან განსხვავებით, კომბინატორული ლექსიკონის მიზანია მომხმარებელს მიაწოდოს ინფორმაცია მოცემული სიტყვის სხვა სიტყვებთან სემანტიკური და კომბინატორული მიმართებების შესახებ.

ნაშრომში სალექსიკონო ერთეულებად განხილული ზმნები აღწერილია განმარტებით-კომბინატორული ლექსიკონისთვის დამახასიათებელი ზონების მიხედვით. კერძოდ, გამოყენებულია ლექსიკური ფუნქციები და მართვის მოდელები. ლექსიკონის სიტყვა-სტატიის აღწერაში პირველად ხდება მართვის მოდელის ჩართვა. სტატიის ბოლოს მოცემულია გამოყენებული ლექსიკური ფუნქციების ახსნა.

7. სტატიაში მოცემულია ‘აი’ ნაწილაკის ზოგადი აღწერა, განხილულია მისი მნიშვნელობა და რამდენიმე ფუნქცია ქართული ენაში საინფორმაციო სტრუქტურის თვალსაზრისით. ნაწილაკები ხაზს უსვამენ, გამოკვეთენ ინფორმაციის გარკვეულ ნაწილს; ამასთანავე, ისინი სპეციფიკურ სემანტიკურ ელფერსაც მატებენ წინადადებას და, გარკვეული თვალსაზრისით, ლექსიკური შინაარსითაც არიან დატვირთულნი; ისინი, როგორც წესი, ქმნიან სპეციფიკურ მორფოსინტაქსურ კონსტრუქციებს. შესაბამისად, ნაწილაკების როლი წინადადების საინფორმაციო სტრუქტურის ფორმირებაში ძალიან მნიშვნელოვანია.

8. სტატია ეხება მსოფლიოში დღეისათვის არსებულ ერთ-ერთ ყველაზე აქტუალურ თემას - ალტერნატიული ენერჯის მოძიებასა და გამოყენებას, კერძოდ წყალბადს, როგორც ეკოლოგიურად სუფთა და საუკეთესო საწვავ ნივთიერებას. განხილულია წყალბადის გამომუშავებისა და გამოყენების გზები და ეკონომიკური სარგებლიანობა.

ნაჩვენებია წყალბადის სისტემების აქტუალობა და პერსპექტივები მომდევნო ათწლეულების მანძილზე, ვინაიდან ალტერნატიული ენერჯის ძიების საკითხი დღეს მწვავედ დგას და დიდ საჭიროებას წარმოადგენს მთელი მსოფლიოსთვის, მითუმეტეს რომ ნავთობზე, გაზზე და

სხვადასხვა ენერჯის წყაროებზე მოთხოვნა ყოველდღიურად იზრდება.

9. დღევანდელ პირობებში თანამედროვე სისტემებისგან მოითხოვება ძალიან სწრაფი რეაგირება (მაგ., 1 წამზე ნაკლები). დისკზე დაფუძნებულ სტანდარტულ მონაცემთა სისტემებს არ შეუძლიათ უზრუნველყონ ასეთი სწრაფი პასუხი მათთან წვდომის დროის შეზღუდვის გამო. თუ სრული ბაზა შეიძლება იყოს შენახული ძირითად მეხსიერებაში, წვდომის დრო საგრძნობლად შემცირდება. In-memory მონაცემთა ბაზები ინახება სერვერის ოპერატიულ მეხსიერებაში. ეს უზრუნველყოფს დიდ უპირატესობას სიჩქარეში, რადგანაც ოპერაციები მონაცემებზე მეხსიერებაში სრულდება პროცესორის ნაკლები რაოდენობის ინსტრუქციით, ხოლო მონაცემებთან seek ტიპის ოპერაციებით წვდომის დრო გაცილებით მეტია - ოპერატიული მეხსიერება გლობალურად უგებს მყარ დისკს.

სტატიაში აღწერილია არსებული რამდენიმე In-Memory მონაცემთა ბაზა, მათი უპირატესობები და უარყოფითი მხარეები. ასევე განხილულია ასეთი ბაზის შექმნის მაგალითი და ჩატარებული ექსპერიმენტების შედეგი.

8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

8.1. საქართველოში (2018 წ.)

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მომხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	ლ. ლორთქიფანიძე	ქართული ენის გრამატიკული ლექსიკონის კომპაილერი	ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მეექვსე საფაკულტეტო სამეცნიერო კონფერენცია ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებში. თბილისი, 2018
<p>ქართული ენის გრამატიკული ლექსიკონის დანიშნულებაა სალექსიკონო ერთეულს (სიტყვას) მიეთითოს მორფოლოგიური და სინტაქსური მახასიათებლები, რომლებსაც არსებითი მნიშვნელობა აქვს გრამატიკულად სწორი ფრაზების ასაგებად. სიტყვასთან შეიძლება მიითითებული იყოს: რომელ მეტყველების ნაწილს ეკუთვნის ეს სიტყვა; მისი გრამატიკული მნიშვნელობა; გრამატიკული ფორმები; სიტყვის ხმარების ვარიანტები ან ფორმების არასტანდარტული სტრუქტურა; ფორმების გარჩევა განპირობებული მათი მნიშვნელობების ან ლექსიკური თავსებადობის მიხედვით; შესაბამისი ფორმების სემანტიკური შეუთანხმებლობა, ცალკეული ფორმების არარსებობა ან არხმარება და ა.შ. სიტყვების შერჩევის პრინციპი და მათ შესახებ საჭირო ინფორმაცია შეიძლება სხვადასხვა იყოს გრამატიკული ლექსიკონის დანიშნულების შესაბამისად.</p>			

8.1. საქართველოში (2019 წ.)

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მომხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	ლ. ლორთქიფანიძე	ქართულ-ინგლისური გრამატიკული ლექსიკონის კომპაილერი https://ice.ge/of/wp-content/uploads/2019/12/lmt-2019.masalebi.pdf	15-17 დეკემბერი, 2019, თბილისი „ენა და თანამედროვე ტექნოლოგიები V – ისტორიული და ეტიმოლოგიური ლექსიკოგრაფიის საკითხები“ ISBN 978-9941-13-900-0
2	N. Amiridze, A. Chutkerashvili, B. Dundua, I. Temnikova	Towards a Georgian Controlled Language in Crisis Management	16-20 სექტემბერი, 2019, ციხისძირი TbiLLC 2019: Thirteenth International Tbilisi Symposium on Language, Logic and Computation

8. 2. უცხოეთში (2018 წ.)

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მომხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	Лордкиपანიძე Л. Л. Джавашвили Н. Г., Чуткерашвили А. Р.	Грузино-Английский Двунаправленный Автоматический Перевод Деривационных Форм	Международная научная конференция «Актуальные проблемы прикладной лингвистики». Азербайджанская Республика, г. Баку 25-26 Октября 2018г.
<p>გარკვეული სირთულეები ახლავს ნაწარმოები სახელების (დერივატები) ერთი ენიდან მეორე ენაზე თარგმნის დროს. სირთულე უკავშირდება მაწარმოებელ აფიქსებს, რომლებიც შეიძლება იყოს ომონიმური ან/და სინონიმური. პრობლემის გადაჭრა მნიშვნელოვანია კომპიუტერული მოდელების აგებისთვის. პროგრამირების დროს გასათვალისწინებელია ფონეტიკური მოვლენები და ფუძისეული ცვლილებები. ამოცანის გადასაჭრელად შექმნილია ქართული და ინგლისური ენების მაწარმოებელი აფიქსების მონაცემთა ბაზა. სრულფასოვანი ავტომატური თარგმნისთვის სისტემა უზრუნველყოფილია მორფოლოგიური პროცესორით. ხორციელდება ქართული სიტყვების ავტომატური ლემატიზაცია, რის შემდეგაც გამოიყენება დერივაციული მოდელისა და ავტომატური თარგმანის ამოცნობის ალგორითმები. იგივე პროცესი, მხოლოდ საპირისპირო მიმართულებით, გამოიყენება ინგლისური სიტყვის დერივაციული ფორმისთვისაც.</p> <p>მომხსენებაში განხილული იქნა ქართულ და ინგლისურ ენებში ნაწარმოები სიტყვების ავტომატური თარგმნის პრობლემები და მათი გადაჭრის გზები.</p>			
2	Амирезашвили Н. З., Лордкипანიძე Л. Л., Самсонадзе Л. А.	Модель Автоматического Грузино-Английского Перевода «Сентенциальных	Международная научная конференция «Актуальные проблемы прикладной лингвистики». Азербайджанская

	Примитивов» Содержащих Имя Прилагательное	Республика, г. Баку 25-26 Октября 2018г.
<p>მოხსენებაში წარმოდგენილი იყო „სენტენციური პრიმიტივების“ როლებრივი მიმართებების არსებითი თვისებები, კონკრეტულად, ზედსართავი სახელის შემცველი პრიმიტივები ქართულ ენაში და მათი ინგლისურ ენაზე ავტომატური თარგმნის მოდელი. იმის მიხედვით, თუ ზედსართავი სახელი წინადადების რომელ წევრს უკავშირდება და რა როლს ასრულებს იგი წინადადებაში, გამოყოფილია სენტენციური პრიმიტივების ტიპები. ერთითი თუ მთარგმნელობით პროცესში ორივე ენა უზრუნველყოფილი იქნება პრიმიტივებად დაშლის და პირიქით, პრიმიტივებისგან გამონათქვამის მიღების საშუალებებით, თარგმნის პროცესი მხოლოდ პრიმიტივების თარგმნის დონემდე დავა და თარგმანი საგრძნობლად გამარტივდება. საკითხი განხილულია კონკრეტულ მაგალითებზე.</p>		

8. 2. უცხოეთში (2019 წ.)

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	L. Lortkipanidze, N. Amirezashvili, G. Chikoidze, N. Javashvili	The Translation Model Based on Sentential Primitives https://www.dpublication.com/wpcontent/uploads/2019/11/8046.pdf	3 - 5 დეკემბერი, 2019, ვენა, ავსტრია https://www.rssconf.org/
2	N. Amiridze, A. Chutkerashvili	Grammaticalization of quotation enclitic into a modal particle: A case of the Georgian metki	06-07 დეკემბერი, 2019, ზალცბურგი, ავსტრია

2. ინფორმაციის წყაროს აღნიშვნის მიზნით, ქართული იყენებს რამდენიმე ცნობილ მეტყველების მარკერს, მათ შორის, პოსტვერბალურ ნაწილაკს - მეთქი, რომელიც მომდინარეობს “მე ვთქვი” გამოთქმიდან და აღნიშნავს პირველადი ინფორმაციის გადაცემას მხოლოდითი რიცხვის პირველ პირში. ნაწილაკი „მეთქი“ ითვლება შუალედურ ეტაპად ნაწილაკსა და ავტონომიურ ზმნას შორის.

ზოგჯერ სასაუბრო ენაში „მეთქი“ ორჯერ გვხვდება წინადადებაში, როგორც ავტონომიური ლექსიკური ერთეული (დასაწყისში) და როგორც ნაწილაკი (წინადადების ბოლოს) ნათქვამის გასამლიერებლად. ზოგიერთ კონტექსტში „მეთქი“, როგორც ავტონომიური მარკერი, კარგავს სიტყვის თავდაპირველ მნიშვნელობას, იძენს ნათქვამის საიმედოობის ელფერს, როგორიცაა "ვფიქრობდი", "დარწმუნებული ვიყავი".

ვლადიმერ ჭავჭავანიძის სახელობის მანქანური ინტელექტის პრობლემების განყოფილება

2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

2.2.

№	დასრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიხედვით	პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1	<p>სახელწოდება: სამედიცინო ინტელექტუალური მხარდამჭერი სისტემის შექმნა მონაცემთა ინტელექტუალური ანალიზის ტექნოლოგიების საფუძველზე</p> <p>დარგი: ინფორმატიკა</p> <p>მიმართულება: ხელოვნური ინტელექტი, საინფორმაციო სისტემების მოდელები, მონაცემთა ინტელექტუალური ანალიზი (Data Mining)</p>	2018-2020	<p>მ. მიქელაძე – პროექტის ხელმძღვანელი,</p> <p>ნ. ანანიაშვილი – ძირითადი შემსრულებელი, პროგრამისტი</p> <p>ვ. რამიევსკი – ძირითადი შემსრულებელი,</p> <p>ნ. ჯალიაბოვა – ძირითადი შემსრულებელი,</p> <p>დ. რამიევსკი – ძირითადი შემსრულებელი, პროგრამისტი</p>
<p>დასრულებული კვლევითი პროექტის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>პროექტი ითვალისწინებს სამედიცინო ინტელექტუალური მხარდამჭერი სისტემის შექმნას მონაცემთა ინტელექტუალური ანალიზის (Data Mining) ტექნოლოგიების საფუძველზე ნევროლოგიურ და ენდოკრინოლოგიურ დაავადებათა კლასის მაგალითზე.</p> <p>სამედიცინო დარგის კომპიუტერიზაციამ წარმოქმნა სხვადასხვა ტიპის ელექტრონული სამედიცინო მონაცემები, რომლებიც ხასიათდებიან დიდი და სულ უფრო მზარდი მოცულობით. დიდი მოცულობის და მრავალგვარობის გარდა, სამედიცინო მონაცემები ხასიათდება უზუსტობით, არასრულობით და წინააღმდეგობრიობით. ყოველივე ეს შეუძლებელს ხდის ტრადიციული სტატისტიკური ანალიზის გამოყენებას და მოითხოვს ინტელექტუალური ანალიზის მეთოდების გამოყენებას. სამედიცინო სფეროში დაგროვილი ინფორმაციის დამუშავება Data Mining მეთოდების და ალგორითმების გამოყენებით იძლევა იმის საშუალებას, რომ გამოვლინდეს ფარული ცოდნა და გარკვეული კანონზომიერებები შესაბამის სამედიცინო დარგში.</p> <p>მოცემული პროექტის ფარგლებში განხილულ იქნა ენდოკრინული და ნერვული სისტემის ზოგიერთი დაავადება და წარმოდგენილი იქნა ამ დაავადებათა კომპიუტერული დიაგნოსტიკა და მკურნალობა. დიაგნოსტიკის ამოცანის გადასაწყვეტად, უპირველეს ყოვლისა საჭიროა გამოსაკვლევი დაავადების შესახებ ინფორმაციის მოძიება და დაავადების დამახასიათებელი სიმპტომების დადგენა.</p>			

მედიცინაში დიაგნოსტიკების მნიშვნელობის მიხედვით გამოყოფენ სიმპტომების შემდეგ სახეობებს: პათოგნომური სიმპტომები, სპეციფიკური სიმპტომები და არასპეციფიკური სიმპტომები. დაავადების დიაგნოსტიკა, როგორც წესი, ეფუძნება დაავადების სინდრომის გამოვლენას - სპეციფიკური და არასპეციფიკური სიმპტომების მდგრად ერთობლიობას, რომლებიც წარმოადგენენ დაავადების დამახასიათებელ სურათს.

ზემოაღნიშნული საშუალებას გვაძლევს გამოვიტანოთ შემდეგი დასკვნა: დიდი მოცულობის სამედიცინო მონაცემების (დაავადებათა ისტორიების) დამუშავება, ხშირად შემხვედრი სიმპტომების ერთობლიობების აღმოსაჩენად, მოგვცემს საშუალებას გამოვავლინოთ დაავადების ახალი ან დავაზუსტოთ დაავადების უკვე არსებული სინდრომები. ამ ამოცანის ამოსახსნელად ჩვენს მიერ იყო გამოყენებული ასოციაციების ძიების მეთოდი.

ასოციაციების ძიების მეთოდები განკუთვნილია მონაცემთა დიდ მასივებში ელემენტთა ხშირად შემხვედრი ნაკრებების გამოვლენისთვის. ამ ძიების შედეგები წარმოიდგინება ასოციაციური წესების სახით: „ $A \rightarrow B$ “. ასოციაციური წესის ძირითად მახასიათებლებს წარმოადგენენ წესის მხარდაჭერა (*support*) და წესის სანდობა (*confidence*).

ასოციაციური წესების ძიების ყველაზე ცნობილ ალგორითმს წარმოადგენს ალგორითმი *Apriori*. ამ ალგორითმის ძირითადი აზრი მდგომარეობს იმაში, რომ ხშირად შემხვედრი ნაკრების ყველა ქვესიმრავლე უნდა იყოს ასევე ხშირად შემხვედრი.

ვინაიდან ეს ალგორითმი შექმნილი იყო ეკონომიკური მონაცემების დამუშავებისთვის (სახელდობრ, საცალო გაყიდვების ანალიზისთვის), ჩვენს მიერ განხორციელდა მისი ადაპტაცია სამედიცინო მონაცემებისთვის და შემდგომ მისი პროგრამული რეალიზაცია C^{++} ენაზე.

სამედიცინო მონაცემების შემთხვევაში ჩვენ გვაქვს ნიშანთვისებების 2 კატეგორია: სიმპტომები (90-მდე ბინარული S_i ნიშანთვისება) და დიაგნოზები (სამი ბინარული D_1, D_2 და D_3 ნიშანთვისება). ვინაიდან ჩვენ მიზანს წარმოადგენდა კონკრეტული დაავადებისთვის დამახასიათებელი სიმპტომების და სინდრომების გამოვლენა, მონაცემთა ბაზის დამუშავებისას ჩვენ ვეძებდით ნიშნების არა ნებისმიერი სახის ნაკრებებს, არამედ ნაკრებებს, რომლებიც ერთერთი ნიშნის სახით შეიცავდნენ რომელიმე D_j დიაგნოზს:

$$S_{i_1} S_{i_2} \dots S_{i_k} D_j.$$

ასეთი სახის ხშირად შემხვედრი ნაკრები ნიშნავს, რომ $S_{i_1} S_{i_2} \dots S_{i_k}$ სიმპტომები ხშირად აღენიშნება D_j დიაგნოზის მქონე პაციენტებს. ე.ი. $S_{i_1} S_{i_2} \dots S_{i_k}$ სიმპტომები შეიძლება ჩაითვალოს D_j დაავადებისთვის დამახასიათებელ სიმპტომოკომპლექსად, ანუ დაავადების სინდრომად. დაავადებისთვის დამახასიათებელ სიმპტომოკომპლექსად, ანუ დაავადების სინდრომად. ამ ხშირად შემხვედრი ნაკრების საფუძველზე შექმნილი ასოციაციური წესი, რომელსაც აქვს შემდეგი სახე:

$$(S_{i_1} S_{i_2} \dots S_{i_k} \rightarrow D_j) - \text{“თუ ადგილი აქვს } S_{i_1} S_{i_2} \dots S_{i_k} \text{ სიმპტომებს, მაშინ ადგილი აქვს } D_j \text{ დაავადებასაც”},$$

შეიძლება შემდგომ გამოყენებულ იქნას სამედიცინო ინტელექტუალური მხარდაჭერი სისტემის ცოდნის ბაზაში, სინდრომული დიაგნოსტიკების პროცესის განხორციელებლად.

განხილული ალგორითმის მეშვეობით მონაცემთა ბაზის დამუშავების შედეგად გამოვლენილ იქნა სამი დაავადებისთვის (შაქრიანი დიაბეტი, ფარისებრის დაავადება მომატებული ფუნქციით, ფარისებრის დაავადება დაქვეითებული ფუნქციით) დამახასიათებელი სიმპტომები და ხშირად შემხვედრი სიმპტომოკომპლექსები, ანუ სინდრომები. აგრეთვე განხორციელდა გამოვლენილი სიმპტომების სპეციფიურობის შეფასება მოცემული დაავადებებისთვის ($S_{i_k} \rightarrow D_j$) ასოციაციური წესის სანდობის (*confidence*) საფუძველზე.

შესრულდა შემდეგი ამოცანები:

- სამედიცინო ინფორმაციის დამუშავება ფარული ცოდნის გამოსავლენად Data Mining-ის სხვადასხვა მეთოდის გამოყენებით და მიღებული შედეგების საფუძველზე მათი ეფექტურობის შეფასება;
- ცოდნის წარმოდგენის პროდუქციული მოდელის და ქსელური მეთოდების ანალიზი და ჩატარებული ანალიზის საფუძველზე ცოდნის წარმოდგენის მეთოდების შერჩევა/შემუშავება;
- სამედიცინო ინტელექტუალური მხარდამჭერი სისტემის ცოდნის ბაზის და დიაგნოსტიკების კომპონენტის აგება მიახლოებითი მსჯელობის მეთოდის გამოყენებით.

ასოციაციების ძიების მეთოდი ერთ-ერთი მეთოდია, რომელიც ჩვენ გამოვიყენეთ სამედიცინო მონაცემების დასამუშავებლად. მონაცემთა დამუშავებისას ჩვენ ვეძებდით ნიშნების ისეთ ნაკრებებს, რომლებიც ერთერთი ნიშნის სახით შეიცავდნენ რომელიმე დიაგნოზს D_j .

ასეთი სახის ხშირად შემხვედრი ნაკრები ნიშნავს, რომ $S_{i_1} S_{i_2} \dots S_{i_k}$ სიმპტომები ხშირად აღენიშნება D_j დიაგნოზის მქონე პაციენტებს. ე.ი. ამ სიმპტომების ნაკრები შეიძლება ჩაითვალოს D_j დაავადების სინდრომად. შესაბამის ასოციაციურ წესს ექნება სახე:

$(S_{i_1} S_{i_2} \dots S_{i_k} \rightarrow D_j)$ – “თუ ადგილი აქვს $S_{i_1} S_{i_2} \dots S_{i_k}$ სიმპტომებს, მაშინ ადგილი აქვს D_j დაავადებასაც”.

მონაცემების დამუშავების შედეგად გამოვლენილი ასოციაციური წესები შემდგომ შეტანილ იქნა ინტელექტუალური სისტემის ცოდნის ბაზაში. ამ ასოციაციურ წესებს ვიყენებთ სინდრომული დიაგნოსტიკების პროცესის განსახორციელებლად. ასოციაციური წესის სანდოობა შეიძლება განვიხილოთ როგორც ამ წესის მიხედვით დასმული დიაგნოზის სარწმუნოობა.

მეორე მეთოდი, რომელიც ჩვენ ავირჩიეთ ჩვენი მონაცემების დასამუშავებლად, არის „K უახლოესი მეზობლის“ მეთოდი. “K უახლოესი მეზობლის” მეთოდის დროს არ ხდება კლასიფიკაციური მოდელის აგება. კლასიფიკაცია ხორციელდება უშუალოდ მონაცემთა სასწავლო სიმრავლის გამოყენებით. ახალი ობიექტი მიეკუთვნება იმ კლასს, რომელსაც მიეკუთვნება მისი „K უახლოესი მეზობლის“ უმეტესობა. მანძილის შესაფასებლად გამოიყენება სხვადასხვა მეტრიკები. ვინაიდან ჩვენი მონაცემები ბინარულია, ჩვენ გამოვიყენეთ ჰემინგის მსგავსების ზომა.

ჩვენი მონაცემების შემთხვევაში ეს მეთოდი აღმოჩნდა საკმაოდ არაეფექტური. ეს განპირობებულია იმით, რომ არასპეციფიური სიმპტომების რაოდენობა ბევრად მეტია დაავადების სინდრომში შემავალი სიმპტომების რაოდენობაზე, ამიტომ ჩვენ ვაპირებთ გამოვიკვლიოთ “K უახლოესი მეზობლის” მეთოდის ეფექტურობა არა ყველა სიმპტომის სიმრავლეზე, არამედ არჩეული დაავადებებისთვის დამახასიათებელი სიმპტომების სიმრავლეზე.

კიდევ ერთი მეთოდი, რომელიც ჩვენ გამოვიყენეთ მონაცემების დასამუშავებლად, - გადაწყვეტილების ხეებია. გადაწყვეტილების ბინარული ხეების ასაგებად გამოიყენება *Cart* ალგორითმი. ამ ალგორითმის თითოეულ ბიჯზე ხდება ისეთი ატრიბუტის არჩევა, რომელიც იძლევა სასწავლო ამონაკრეფის საუკეთესო დაყოფას. ჩართ ალგორითმში დაყოფის ხარისხის შეფასება ხდება Gini-ს ინდექსის საფუძველზე.

გადაწყვეტილების ხის აგებისას დაყოფის ხარისხის კრიტერიუმად გამოვიყენეთ როგორც Gini-ს ინდექსი, ასევე ნიშან-თვისებების ინფორმატიულობა. პრაქტიკული გამოყენების დროს მცირე მოცულობის სასწავლო ამონაკრეფის შემთხვევაში ორივე კრიტერიუმმა მოგვცა იდენტური გადაწყვეტილების ხეები. დიდი მოცულობის სასწავლო ამონაკრეფის შემთხვევაში სხვადასხვა კრიტერიუმის მიხედვით აგებული გადაწყვეტილების ხეები შეიცავდნენ როგორც იდენტურ, ასევე განსხვავებულ ფრაგმენტებს. ამავდროულად ჩვენი კრიტერიუმით აგებული ხე შეიცავდა ნაკლები რაოდენობის დონეებს. სატესტო ამონაკრეფზე კლასიფიკაციის სიზუსტის შემოწმებისას ორივე ხემ მოგვცა იდენტური და საკმაოდ მაღალი

სიზუსტე – 83%. ყოველივე ეს მიუთითებს ჩვენი კრიტერიუმის გარკვეულ უპირატესობაზე.

რაც შეეხება ცოდნის წარმოდგენის მოდელებს - ჩვენ განვიხილეთ ქსელური მოდელი და პროდუქციული მოდელი. პროდუქციული მოდელის ძირითადი უპირატესობებია ცოდნის მოდიფიცირების სიადვილე და გამჭვირვალობა გადაწყვეტილების მიღებაში. ეს მოდელი აგრეთვე საკმაოდ ეფექტურად მუშაობს არამკაფიო მონაცემების და ცოდნის პირობებში. იმის გათვალისწინებით, რომ ასოციაციური წესები წარმოადგენენ პროდუქციის ტიპის წესებს, ხოლო გადაწყვეტილებათა ხის საფუძველზე აგრეთვე შესაძლებელია პროდუქციის ტიპის წესების აგება, ჩვენ ცოდნის ბაზის აგებისას გამოვიყენეთ პროდუქციული მოდელი. ცოდნის ბაზაში ცოდნის გამოყვანის ორგანიზებისთვის გამოყენებულ იქნა მიახლოებითი მსჯელობის შორტლიფის სქემა.

პროექტის ბოლო ეტაპზე შესრულდა შემდეგი ამოცანები:

- მკურნალობის შერჩევის ამოცანის გადაწყვეტა მრავლკრიტერიული არჩევანის მეთოდების გამოყენებით; ინტელექტუალური სისტემის მკურნალობის შერჩევის კომპონენტის აგება.
- სამედიცინო ტექსტური დოკუმენტების ანალიზი და დამუშავება; ინტელექტუალურ სისტემასთან ურთიერთების განხორციელება ბუნებრივ ენაზე.

პირველი ამოცანის გადასაწყვეტად ჯერ კიდევ წინა პროექტის ფარგლებში ჩვენ შევიმუშავეთ მეთოდი, რომელიც დაფუძნებულია არამკაფიო სიმრავლეთა თეორიაზე.

ამ შემთხვევაში ეფექტურობის თითოეულ i -ურ კრიტერიუმს შეუსაბამეთ

$Q_i = \left\{ \frac{\mu_{i1}}{R_1} \dots \frac{\mu_{in}}{R_n} \right\}$ არამკაფიო სიმრავლე, რომელიც ასახავს წამლების ეფექტურობას ამ კრიტერიუმის

მიხედვით. აქ შეფასება μ_{ij} წარმოადგენს j -ური წამლის ეფექტურობას i -ური კრიტერიუმის მიხედვით.

Q არამკაფიო სიმრავლე, რომელიც შეესაბამება ეფექტურობას ყველა m კრიტერიუმის მიხედვით, განვსაზღვრეთ როგორც Q_i არამკაფიო სიმრავლების გადაკვეთა:

$$Q_i = Q_1 \cap Q_2 \cap \dots \cap Q_m = \left\{ \frac{\min \mu_{i1}}{R_1} \dots \frac{\min \mu_{im}}{R_m} \right\} \quad i = 1, \dots, m$$

Q სიმრავლეში შემავალი ელემენტი, რომელსაც გააჩნია მიკუთვნების მაქსიმალური ხარისხი, ჩაითვლება ყველა კრიტერიუმის მიხედვით ეფექტურ სამკურნალო პრეპარატად.

ზემოთ განხილული მეთოდი დაფუძნებული იყო მედიკამენტების ეფექტიანობის მხოლოდ ზოგად კრიტერიუმზე და არ ითვალისწინებდა დაავადების გამოვლინებებს (ანუ სიმპტომებს) კონკრეტული პაციენტის შემთხვევაში. შაქრიანი დიაბეტის გამოვლინებები ინდივიდუალურია და თითოეულ პაციენტს გააჩნია სიმპტომების სხვადასხვა ნაკრებები. შაქრიანი დიაბეტის მართვის მიზანია ძირითადი დარღვევის - გლუკოზის დონის - რეგულირების გარდა სხვა თანმხლები სიმპტომების კუპირება.

შაქრიანი დიაბეტის სამკურნალო სხვადასხვა მედიკამენტი ხასიათდება განსხვავებული ზეგავლენით სხვადასხვა გამოსავალზე (სიმპტომზე). ჩვენ დავსახეთ ამოცანა - კონკრეტული პაციენტის სიმპტომების გათვალისწინებით და ამ სიმპტომებზე სხვადასხვა წამლის გავლენის განსხვავებული ეფექტურობის საფუძველზე ამოვარჩიოთ პაციენტისთვის ეფექტური სამკურნალო პრეპარატი.

ამ ამოცანის გადასაწყვეტად ავაგეთ მატრიცა C , რომელშიც ყოველი A_j წამლის ეფექტურობა s_j სიმპტომის მიმართ მოიცემა c_{ij} კოეფიციენტის მეშვეობით, რომელიც ღებულობს მნიშვნელობას (0-1)-ის შუალედში. კონკრეტული პაციენტის მდგომარეობა ავსახეთ ნულ-ერთეულოვანი S ვექტორით, სადაც i -ური კომპონენტი 1-ის ტოლია, თუ შესაბამისი s_j სიმპტომი აღენიშნება პაციენტს, და 0-ის ტოლია წინააღმდეგ შემთხვევაში. S ვექტორის და C მატრიცის სცალარული ნამრავლის შედეგად მიღებული $D = (D_1, D_2, \dots, D_n)$ ვექტორის j -ური კომპონენტი წარმოადგენს A_j წამლის ჯამურ ეფექტურობას

კონკრეტული პაციენტისთვის:

$$S \cdot C = (s_1c_{11} + s_2c_{21} + \dots + s_m c_{m1} = D_1, s_1c_{12} + s_2c_{22} + \dots + s_m c_{m2} = D_2, \dots, s_1c_{1n} + s_2c_{2n} + \dots + s_m c_{mn} = D_n)$$

მაქსიმალური ჯამური ეფექტურობა $\max(D_1, D_2, \dots, D_n)$ მიუთითებს წამალზე, რომელიც რეკომენდირებულია კონკრეტული პაციენტისთვის.

კიდევ ერთი მეთოდი, რომელიც ითვალისწინებს კონკრეტული პაციენტის მდგომარეობას. შემოგვაქვს „იდეალური“ წამლის ცნება, რომელიც წარმოდგენილია $P = (P_1, P_2, \dots, P_n)$ ვექტორის სახით, რომლის კომპონენტები აჩვენებენ „იდეალური“ წამლის ეფექტიანობას კონკრეტული პაციენტისთვის. უნდა გამოვთვალოთ მანძილი იდეალურ ვექტორს და დანარჩენი წამლების ამსახველ ვექტორებს შორის. მანძილის გამოსათვლელად ჩვენ გამოვიყენეთ მანჰეტენის მანძილის ფორმულა:

$$R(P, Y) = \sum_{k=1}^n |P_k - Y_k|$$

ის წამალი, რომელიც შეესაბამება მინიმალურ მანძილს, წარმოადგენს ამ კონკრეტული ავადმყოფისთვის რეკომენდირებულ სამკურნალო პრეპარატს.

რაც შეეხება ამ ეტაპის მეორე ამოცანას - სამედიცინო ტექსტური დოკუმენტების ანალიზი და დამუშავება; ინტელექტუალურ სისტემასთან ურთიერთების განხორციელება ბუნებრივ ენაზე. ენის უნივერსალური აგებულების ვარაუდიდან გამომდინარე, ზოგიერთმა ლინგვისტმა (განსაკუთრებით Chomsky 1965; Fillmore 1968) წამოაყენა ჰიპოთეზა, რომ ყველა წინადადებას აქვს სიღრმისეული და ზედაპირული სტრუქტურა. ზედაპირული სტრუქტურას წარმოადგენს თვით რეალური წინადადება. ხოლო სიღრმისეული სტრუქტურის დონეზე წარმოდგინება წინადადების აზრობრივი შინაარსი. ერთი და იგივე წინადადება შეიძლება განსხვავებულად წარმოდგინოთ ზედაპირული სტრუქტურების სახით, მაგრამ სემანტიკურ დონეზე მათ შეესაბამებათ ერთი და იგივე აზრი. ცხადია, რომ ინტელექტუალური ცოდნის ბაზაში საჭიროა წინადადების წარმოდგენა სიღრმისეული სტრუქტურის დონეზე. შესაბამისად საჭიროა ზედაპირული სტრუქტურის დონეზე წარმოდგენილი შემავალი წინადადების გარდაქმნა და მისი სიღრმისეული სტრუქტურის დონემდე დაყვანა. თუ ეს გარდაქმნა შედგება, მაშინ შემავალი წინადადების სტრუქტურა და ცოდნის ბაზაში წარმოდგენილი ერთ-ერთი წინადადება დაემთხვევიან ერთმანეთს. ზედაპირული სტრუქტურის გარდაქმნა სიღრმისეულ სტრუქტურაში მოითხოვს ლინგვისტური ანალიზის ჩატარებას და დაკავშირებულია სიმწელებთან. აღსანიშნავია რომ ზოგიერთ შემთხვევაში ხერხდება ბუნებრივ ენაზე ურთიერთობის ამოცანის გადაწყვეტა ზედაპირული სტრუქტურის ფარგლებში, სიღრმისეულ სტრუქტურაში გადასვლის გარეშე.

ამ პრობლემის გადასაწყვეტად შემუშავებულ იქნა გასაღები სიტყვების მეთოდი. ინტელექტუალური სისტემის ცოდნა წარმოდგენილია პროდუქციების მეშვეობით: პროდუქციის მარცხენა მხარეს გვაქვს სიმპტომების ჩამონათვალი, ხოლო მარჯვენა მხარეს - დიაგნოზი, რომელიც შეესაბამება მარცხენა მხარეს მოყვანილ სიმპტომებს. ამასთან პროდუქციის მარცხენა მხარე წარმოდგენილია წინადადებების ერთობლიობით შეზღუდული ბუნებრივი ენის გამოყენებით.

სიტყვა წარმოადგენს გასაღებ სიტყვას იმ შემთხვევაში, თუ ამ სიტყვას შეიცავს პროდუქციის პირობით ნაწილში გამოყენებული წინადადებების ერთი ნახევარი და მეორე ნახევარი არა, ე.ი. გასაღები სიტყვა ახორციელებს ამ წინადადების სიმრავლის დაყოფას ორ კლასად. თითოეული ქვეკლასი კიდევ დაყოფა ორ კლასად ახალი გასაღები სიტყვის მეშვეობით და ასე შემდეგ. შედეგად ვღებულობთ ბინარულ ხეს, რომლის წვეროებს მიწერილი აქვს გასაღები სიტყვები, მარჯვენა შტოებს - იმ წინადადებების ნომრები,

რომლებშიც გვხვდება შესაბამისი გასაღები სიტყვა, ხოლო მარცხენა შტოებს - იმ წინადადებების ნომრები, რომლებშიც არ გვხვდება ეს გასაღები სიტყვა. თითოეულ ტერმინალურ წვეროს შეესაბამება რომელიღაც ერთი წინადადება პროდუქციის პირობითი ნაწილიდან. თითოეული შემავალი წინადადება კანონიზების შემდეგ მოწმდება გასაღები სიტყვების და შესაბამისი ბინარული ხის მეშვეობით. შემოწმების შედეგად მიღწეული ტერმინალური წვერო მიგვითითებს პროდუქციაში გამოყენებულ იმ წინადადებაზე, რომელსაც შინაარსობრივად ემთხვევა შემავალი წინადადება.

განხორციელდა მონაცემთა დამუშავების ყველა განხილული მეთოდისა და ინტელექტუალური სისტემის დიაგნოსტიკური და სამკურნალო კომპონენტების პროგრამული რეალიზაცია C++ ენაზე.

6. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით (2020)

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათა-ური, ISSN	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	М.Микеладзе, В. Радзиевский (მ. მიქელაძე, ვ. რადიევსკი)	Применение деревьев решений в задаче дифференциальной диагностики форм сахарного диабета. (გადაწყვეტილების ხეების გამოყენება შაქრიანი დიაბეტის ფორმების დიფერენციალური დიაგნოსტიკის ამოცანის გადასაჭრელად) ISSN 0135-0765	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული, №24,	თბილისი, შპს „საჩინო“ 2020	6
2	ვ. რადიევსკი, მ. მიქელაძე, დ. რადიევსკი, ი. ოკონიანი	დაავადების გამო- ვლინების ინდივი- დუალური თავისე- ბურებების გათვა- ლისწინებით სა- მკურნალო პრეპარატების შერჩევის ინტელექტუ- ალური სისტემა. ISSN 0135-0765	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული, №24	თბილისი, შპს „საჩინო“ 2020	6
3	В. Радзиевский, М. Микеладзе, Н. Джалябова, Д. Радзиевский, И. Оконян	Метод сокращения перебора при поиске информации в базе знаний и его исполь- зование в задачах медицинской диагностики.	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის	თბილისი, შპს „საჩინო“ 2020	6

	(ვ. რაძიევსკი, მ. მიქელაძე, ნ. ჯალიაბოვა, დ. რაძიევსკი, ი. ოკონიანი)	(ცოდნის ბაზაში ინფორმაციის ძიებისას გადარჩევის შემცირების მეთოდი და მისი გამოყენება სამედიცინო დიაგნოსტიკის ამოცანებში) ISSN 0135-0765	სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული, №24		
4	ნ. ანანიაშვილი, მ. მიქელაძე.	სამედიცინო დიაგნოსტიკის ამოცანის გადაწყვეტა “K უახლოესი მეზობლის” ალგორითმის გამოყენებით. ISSN 0135-0765	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული, №24	თბილისი, შპს „საჩინო“ 2020	5
5	Д. Радзиевский (დ. რაძიევსკი)	Интеллектуальная диагностическая подсистема поддержки принятия врачебного решения. (სამედიცინო გადაწყვეტილების მიღების მხარდაჭერისთვის განკუთვნილი ინტელექტუალური დიაგნოსტიკური ქვესისტემა)	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული, №24	თბილისი, შპს „საჩინო“ 2020	5
ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)					
<p>1. განიხილება შაქრიანი დიაბეტის ფორმების დიფერენციალური დიაგნოსტიკის პრობლემა. ამ პრობლემის გადასაჭრელად გამოიყენება მონაცემთა ინტელექტუალური ანალიზის ერთ-ერთი მეთოდი - გადაწყვეტილების ხეების მეთოდი. გადაწყვეტილების ხეები ფართოდ გამოიყენება სამედიცინო დიაგნოსტიკის პრობლემების გადასაჭრელად, რაც გამოწვეულია ისეთი უპირატესობებით, როგორცაა: კლასიფიკაციის წესების ინტერპრეტაციის შესაძლებლობა; როგორც რიცხვით, ისე თვისობრივ მონაცემებთან მუშაობის შესაზლებლობა; არსებითი ნიშან-თვისებების ავტომატური შერჩევის შესაძლებლობა; სწავლების სწრაფი პროცესი; კლასიფიკაციური მოდელის საკმაოდ მაღალი სიზუსტე. ამ ნაშრომში, დიაგნოსტიკური გადაწყვეტილების ხის აგებისას, შემოთავაზებულია დაყოფის კრიტერიუმად ნიშან-თვისების ინფორმატიულობის ევრისტიკული კრიტერიუმის გამოყენება. მიღებული ხის შედარებამ Gini-ს ინდექსის გამოყენებით აშენებულ ხესთან აჩვენა, რომ ხეების მრავალი ფრაგმენტი იდენტურია, თუმცა ინფორმატიულობის კრიტერიუმით აგებული ხის სიღრმე ნაკლებია, ვიდრე Gini-ს ინდექსით აგებული ხის. ამასთან, სატესტო ამონაკრეფზე ორივე ხემ გამოავლინა დიაგნოსტიკის იდენტური და საკმაოდ მაღალი სიზუსტე. ყოველივე ეს მიუთითებს შემოთავაზებული დაყოფის კრიტერიუმის გარკვეულ უპირატესობაზე.</p>					

2. განიხილება პაციენტის დაავადების გამოვლინების ინდივიდუალური თავისებურებების გათვალისწინებით ეფექტიანი წამლის შერჩევის ამოცანა. შეთავაზებულია ამოცანის ამოხსნის ორი მეთოდი. პირველში შეთავაზებულია წამლის შერჩევა დარღვევებზე მისი ზემოქმედების ეფექტიანობის მიხედვით, რომლებიც გამოხატული აქვს კონკრეტულ ავადმყოფს. მეორეში შეთავაზებულია წამლის შერჩევა იმ „იდეალურ“ წამალთან მისი აღწერის სიახლოვის საფუძველზე, რომელიც განკუთვნილია მოცემული დარღვევების სამკურნალოდ. ორივე შემთხვევაში წამალთა შეფასება ხორციელდება მრავალი კრიტერიუმის საფუძველზე.

3. განიხილება ინფორმაციის ძიების ამოცანა პროდუქციულ ცოდნის ბაზაში. ამ ამოცანის ამოხსნა ხდება შესავალი ინფორმაციის და პროდუქციის პირობითი ნაწილების შედარების გზით. ამ ამოცანის ამოხსნა მოითხოვს შემავალი სიტუაციის აღწერილობის და პროდუქციის პირობითი ნაწილის ზუსტ დამთხვევას. ეს პრაქტიკულად იშვიათად არის შესაძლებელი, რადგან შემავალი ინფორმაცია მომდინარეობს ადამიანისგან და არ არის სტანდარტიზებული. სამუშაოში ნაჩვენებია, რომ ბევრ შემთხვევაში ამ პრობლემის გადაჭრა შესაძლებელია წინადადებათა ლინგვისტური ანალიზის გარეშე. სამუშაოში ეს ამოცანა იხსნება პროდუქციებში შემავალი აღწერილობების სტრუქტურირების გზით, რაც ხორციელდება გადაწყვეტილების ხეების გამოყენებით და ე. წ. გასაღები სიტყვების გამოვლენით.

4. განიხილება სამედიცინო დიაგნოსტიკების ამოცანა რამდენიმე ენდოკრინოლოგიური დაავადებისათვის. შემოთავაზებულია დიაგნოსტიკების ამოცანის გადაწყვეტა Data Mining- ის ერთ-ერთი მეთოდის - “K უახლოესი მეზობლის” მეთოდის გამოყენებით. ენდოკრინოლოგიური დაავადებების კლინიკური მონაცემების თვისობრივი ხასიათიდან გამომდინარე “K უახლოესი მეზობლის” ალგორითმში გამოყენებულ იქნა ჰემინგის მანძილი. ამასთან დიაგნოსტიკების სიზუსტის გასაუმჯობესებლად მოხდა K პარამეტრის მნიშვნელობის შერჩევა და ამ ალგორითმის მოდიფიცირებული ვერსიის გამოყენება შეწონილი ხმების დათვლით.

5. შემოთავაზებულია და პრაქტიკულად განხორციელდა ინტელექტუალური დიაგნოსტიკური ქვესისტემა სამედიცინო გადაწყვეტილების მიღების მხარდამჭერი ინტელექტუალური სისტემისთვის. სამედიცინო დიაგნოსტიკის პრობლემის გადასაჭრელად გამოიყენება ასოციაციების ძიების მეთოდი. მოცემულია მონაცემთა ბაზის აგების აღწერა, რომელიც გამოიყენება მონაცემთა ინტელექტუალური ანალიზისთვის (Data Mining). მონაცემთა ბაზის შექმნის ეს იდეა შედარებით უნივერსალური პროგრამის შექმნის საშუალებას იძლევა, რომელიც შეიძლება გამოყენებულ იქნას გადაწყვეტილების მხარდამჭერ მრავალ სისტემაში. მონაცემთა ბაზასა და პროგრამის ტექსტში მცირე ტექნიკური ცვლილებების ხარჯზე შესაძლებელია პროგრამის დახვეწა საჭირო დაავადებების დიაგნოსტიკების მიზნით. მოცემულია ქვესისტემის მუშაობის მოკლე აღწერა. განმარტებულია პრინციპი, რომელიც საშუალებას აძლევს ქვესისტემას შეიმუშავოს პაციენტის დიაგნოზთან დაკავშირებული გადაწყვეტილება.

(2019 წ.)

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათაური, ISSN	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	მ. მიქელაძე, ვ. რამიევსკი, ნ. ჯალიაბოვა, ნ. ანანიაშვილი, დ. რამიევსკი.	სამედიცინო ინტელექტუალური მხარდამჭერი სისტემის შემუშავება ასოციაციების ძიების საფუძველზე ISSN 0135-0765	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ა.ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული, №23	თბილისი, შპს მაცნე- პრინტი	6
2	ვ. რამიევსკი მ. მიქელაძე, დ. რამიევსკი, ი. ოკონიანი	სამედიცინო ცოდნის ბაზაში ახალი კანონზომიერებების გამოვლენა და მათი გამოყენება დიაგნოსტიკების და პროგნოზირების ამოცანების ამოხსნისას ISSN 0135-0765	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ა.ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული, №23	თბილისი, შპს მაცნე- პრინტი	6
3	ვ. რამიევსკი მ. მიქელაძე, დ. რამიევსკი, ი. ოკონიანი	სამედიცინო დიაგნოსტიკების არაფორმალიზებული ამოცანები და მათი ამოხსნის მეთოდები ISSN 0135-0765	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ა.ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული, №23	თბილისი, შპს მაცნე- პრინტი	4
<p style="text-align: center;">ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>1. განიხილება სამედიცინო მონაცემების ინტელექტუალური ანალიზის ამოცანა სამედიცინო ინტელექტუალური მხარდამჭერი სისტემის აგების მიზნით. მონაცემთა ანალიზისთვის გამოიყენება ასოციაციების ძიების მეთოდის მოდიფიცირებული ვერსია, რომელიც განკუთვნილია სამედიცინო დიაგნოსტიკების ამოცანის ამოსახსნელად. სამედიცინო მონაცემების შემოთავაზებული მეთოდით დამუშავებისას შესაძლებელია თითოეული დაავადებისთვის ხშირად შემხვედრი სიმპტომების და სიმპტომთა ნაკრებების გამოვლენა; აგრეთვე, მოძიებული სიმპტომების სპეციფიურობისა და სიმპტომთა ხშირად შემხვედრი ნაკრებების საფუძველზე აგებული ასოციაციური წესების სანდოობის შეფასება.</p> <p>მიღებული ასოციაციური წესების მეშვეობით შესაძლებელია დავადებათა სინდრომული დიაგნოსტიკების პროცესის განხორციელება. შემოთავაზებული მეთოდი გამოყენებულ იქნა რამდენიმე ენდოკრინოლოგიური დაავადების კლინიკური მონაცემების დამუშავებისთვის. მიღებული ასოციაციური წესების საფუძველზე აგებულ იქნა ინტელექტუალური მხარდამჭერი სისტემის ცოდნის ბაზა, რომელიც განკუთვნილია ენდოკრინოლოგიური დაავადებების</p>					

დიაგნოსტიკისთვის.

2. განიხილება სამედიცინო ცოდნის ბაზაში ახალი ცოდნის გამოყვანის ამოცანა და მისი გამოყენება სამედიცინო დიაგნოსტიკის და პროგნოზირების სფეროში. ცოდნის წარმოსადგენად გამოიყენება სემანტიკური ქსელის ერთ-ერთი სახე – მიზეზ-შედეგობრივი ქსელი. ახალი კანონზომიერებების გამოსავლენად გამოიყენება ცოდნის შევსების ოპერაცია. ეს ოპერაცია ხორციელდება ქსელში არსებულ დამოკიდებულებათა ალგებრული თვისებების საფუძველზე. ეს ახალი ცოდნა წარმოადგენს დამატებით ინფორმაციას, რომლის მეშვეობით ხორციელდება დიაგნოსტიკის და პროგნოზირების ამოცანის ამოხსნა უფრო მაღალი ეფექტურობით.

3. განიხილება სამედიცინო დიაგნოსტიკის არაფორმალური ამოცანები. ნაჩვენებია, რომ თუ ობიექტი აღწერილია რაოდენობრივი ნიშნების მეშვეობით, მაშინ ამოცანის ამოსახსნელად შეიძლება გამოყენებული იყოს მეთოდები, რომლებიც ეფუძნება მანძილის ცნებას. ობიექტები მიკუთვნება ერთსა და იმავე კლასს, თუ წერტილები, რომლებიც ამ ობიექტებს წარმოადგენენ ევკლიდეს სივრცეში, ერთმანეთთან ახლოს არიან. სამედიცინო დიაგნოსტიკის სფეროში მონაცემთა ნაკრები ხშირად წარმოიდგინება თვისობრივად ბუნებრივ ენაზე. ასეთი ამოცანების ამოსახსნელად სტატიაში შეთავაზებულია ვექტორების შედარების მეთოდი, რომელშიც გამოიყენება ე.წ მიკუთვნების ფუნქცია. ეს ფუნქცია განსაზღვრავს ვექტორების სიახლოვეს ნიშნების სივრცეში.

(2018 წ.)

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათაური, ISSN	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	М.Микеладзе, Д. Радзиевский, В. Радзиевский, Н. Джалябова	Медицинская информационная система выбора лекарственных препаратов для лечения первичных головных болей. ISSN 0135-0765	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული, №22	თბილისი, შ.პ.ს. „პოლიგრაფია“	5
2	ვ. რაძიევსკი მ. მიქელაძე, ნ. ჯალიაბოვა, დ. რაძიევსკი	გადაწყვეტილების ბინარული ხის გამოყენება სამედიცინო დიაგნოსტიკის ამოცანაში ISSN 0135-0765	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული, №22	თბილისი, შ.პ.ს. „პოლიგრაფია“	6

3	В. Радзиевский, М. Микеладзе, Д. Радзиевский	Причинно- следственные сети представления знаний в задаче создания интеллектуальной системы медицинской диагностики ISSN 0135-0765	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული, №22	თბილისი, შ.პ.ს. „პოლიგრაფია“	6
4	М. Микеладзе, В. Радзиевский, Н. Джалябова, Г. Бесиашвили, П. Карчава, Д. Радзиевский	Применение методов Machine Learning и Data Mining в задачах анализа медицинских данных и построения систем поддержки принятия решений. ISSN 1512-3979	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის შრომათა კრებული „მართვის ავტომატიზებული სისტემები“, №2(26)	თბილისი, „ტექნიკური უნივერსიტეტი“	7

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1. განიხილება, მრავალი კრიტერიუმის თვალსაზრისით, ყველაზე უფრო ეფექტური სამკურნალო პრეპარატების არჩევის ამოცანა. ამ ამოცანის ამოსახსნელად გამოყენებულია მრავალი კრიტერიუმის მიხედვით გადაწყვეტილების მიღების მეთოდი, რომელიც დაფუძნებულია არამკაფიო სიმრავლეების თეორიაზე. შეთავაზებული მეთოდის საფუძველზე დამუშავებულია პირველადი თავის ტკივილის სამკურნალო პრეპარატების არჩევის სამედიცინო საინფორმაციო სისტემა. ეს საინფორმაციო სისტემა წარმოადგენს პირველადი თავის ტკივილის დიაგნოსტიკის და პროგნოზირების ინტელექტუალური სისტემის ქვესისტემას და ამარტივებს თითოეული პაციენტისათვის სამკურნალო პრეპარატების შერჩევის პროცესს.

2. სამუშაოში აღწერილია დაავადებათა დიაგნოსტიკის ერთ-ერთი მეთოდი, რომელიც იყენებს გადაწყვეტილების ბინარულ ხეს. ბინარული ხის აგება და დაავადებათა დაყოფა კლასებად და ქვეკლასებად ხორციელდება დაავადებათა აღწერების საფუძველზე, გამოვლენილი გასაღები ნიშნების მეშვეობით. აღწერილი მეთოდი გამოიყენება ენდოკრინული სისტემის დაავადებების დიაგნოსტიკაში, რომლებიც დაკავშირებულია ფარისებრი ჯირკვლის დარღვევებთან. დიაგნოსტიკის ინტელექტუალური სისტემის აგება ხორციელდება ექიმის (ექსპერტის) ცოდნის საფუძველზე. ცოდნა დაავადებათა შესახებ წარმოდგენილია პროდუქციების სახით. დიაგნოზის დასმა ხდება პაციენტში გამოვლენილი გასაღები ნიშნების საფუძველზე.

3. განიხილება იერარქიულად ორგანიზებული ინტელექტუალური სისტემა, რომელიც განკუთვნილია დაავადებათა დიაგნოსტიკისთვის. დიაგნოსტიკა იწყება ოჯახის ექიმის ან თერაპევტის დონიდან, სადაც განიხილება დაავადების კლასები. ამ კლასების დაზუსტება ხდება შემდეგ ქვედა დონეებზე. სისტემა იყენებს ექიმ-სპეციალისტის ცოდნას კონკრეტულ სფეროში. სისტემის ცოდნა წარმოიდგინება მიზეზ-შედეგობრივი ქსელის სახით. კომპიუტერში ეს ქსელი წარმოიდგინება დაავადებათა (0,1) მატრიცის სახით ან მატრიცის სახით, რომლის ელემენტები წარმოადგენენ სარწმუნოების კოეფიციენტებს. ამოცანის გადაწყვეტა ხორციელდება კონკრეტული ავადმყოფის სიმპტომების ამსახველი ვექტორის წრფივი გარდაქმნის გზით, დაავადების მატრიცის მეშვეობით. ინტელექტუალური სისტემის იერარქიული სტრუქტურა ქსელის დიდი მონაკვეთების ამოგდების საშუალებას იძლევა, რაც აუმჯობესებს დიაგნოსტიკის პროცესის სელექტიურობას.

4. განხილულია სამედიცინო მონაცემების ანალიზის ამოცანა როგორც მონაცემთა

ინტელექტუალური ანალიზის (Data Mining-ის) ერთ-ერთი ამოცანა. ამ ამოცანის გადასაწყვეტად შემოთავაზებულია მანქანური სწავლების მეთოდები - კლასიფიკაციის ლოგიკური მეთოდი კონცეპტუალური მიდგომის საფუძველზე და პირდაპირი გავრცელების ნეირონული ქსელები. ქსელის სწავლებისთვის გამოიყენება დასწავლის ალგორითმი შეცდომების გასწორებით. ამ მეთოდების საფუძველზე აგებულია პირველადი თავის ტკივილების დიაგნოსტიკისა და პროგნოზირების ინტელექტუალური სისტემა, რომელიც გამოიყენება ექიმის მიერ გადაწყვეტილებათა მიღების მხარდასაჭერად.

8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

8.1. საქართველოში (2019 წ.)

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	Ananiashvili N.	About One Heuristic Algorithm of Solution of a Problem of Optimization	Batumi, September, 2019
მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)			

2018 წ.

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	მ. მიქელაძე	Применение методов Machine Learning и Data Mining в задачах анализа медицинских данных и построения систем поддержки принятия решений.	28-29 სექტემბერი, 2018 წ. თბილისი
მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)			

მიმართულება – ენერგეტიკის პრობლემები

ვახტანგ გომელაურის სახელობის ენერგოსისტემების სტრუქტურისა და ენერგოდანადგარების ოპტიმიზაციის განყოფილება

1. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები

№	პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიითითებით	პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები	პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მიითითებით)
1	2	3	4
1	<p>საქართველოს ენერგეტიკის ზოგიერთი აქტუალური პრობლემის გამოკვლევა</p> <p>ამოცანა 1. საქართველოს ენერგეტიკული უსაფრთხოების საკითხების დამუშავება</p> <p>ამოცანა 2. ენერგოდანადგარებში თბოგადაცემის ინტენსიფიკაციის პრობლემების გამოკვლევა</p> <p>ენერგეტიკა</p>	2018-2020	<p>თ.მაგრაქველიძე - პროექტის ხელმძღვანელი</p> <p>ხ.ლომიძე - ჯგუფის ხელმძღვანელი (ამოცანა1)</p> <p>მ.ჯანიკაშვილი - შემსრულებელი</p> <p>ი.არჩვაძე - შემსრულებელი</p> <p>გ.გიგინეიშვილი - ჯგუფის ხელმძღვანელი (ამოცანა2)</p> <p>ა.მიქაშავიძე - შემსრულებელი</p> <p>ტ.კობერიძე - შემსრულებელი</p>
<p>კვლევითი პროექტის 2020 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>ამოცანა 1.</p> <p>სისტემატიზებულია ენერგოსისტემის განვითარების შედეგად წარმოქმნილი ეკოლოგიური საფრთხეები და შემოთავაზებულია ზოგიერთი მათგანის აღმოფხვრის გზები.</p> <p>კერძოდ, შემოთავაზებულია სქემა, რომელიც გულისხმობს გაზაფხული-შემოდგომა წყალდიდობების პერიოდში მდინარის მხოლოდ ჭარბი ნაკადის გადაგდებას და დაგროვებას უწყლო ხეობაში, რომელიც შემდგომ გეგმაზომიერად იქნება გამოყენებული ჰესის ფუნქციონირებისათვის. აღნიშნული სქემა თავიდან აგვაცილებს მდინარის კალაპოტის გადაკეტვას და, შესაბამისად, მის გაუწყლოვნებას და, აქედან გამომდინარე, უარყოფით შედეგებს. ამასთან ერთად, ვინაიდან საქართველოს მდინარეების უდიდესი ნაწილის ჩამონადენი გაზაფხული-შემოდგომის პერიოდში მნიშვნელოვნად (ზოგჯერ 3-ჯერ და მეტად) აღემატება ზამთარ-ზაფხულის ჩამონადენს, აღნიშნული სქემის გამოყენების შემთხვევაში ჩამონადენის გამოყენების კოეფიციენტი მეტი იქნება 0,5-ზე. ხოლო, მეორე მხრივ, ჰიდროსადგურის ოპტიმალური სიმძლავრის შერჩევის შემთხვევაში, სიმძლავრის გამოყენების კოეფიციენტი პრაქტიკულად 1-ს შეიძლება მიუახლოვდეს.</p> <p>მსოფლიოში ელექტროენერგეტიკის განვითარების ტენდენციების, ტექნოლოგიური მიღწევებისა და კაპიტალური დანახარჯების მოსალოდნელი დინამიკის გათვალისწინებით ამოხსნილი ოპტიმიზაციის ამოცანის საფუძველზე გაკეთებულია დასკვნა, რომ პირველ ეტაპზე ძირითადი აქცენტი უნდა გაკეთდეს ე.წ. ტრადიციულ ენერგორესურსებზე, ხოლო შემდგომ – მზისა და ქარის ენერგორესურსებზე.</p> <p>ამოცანა 2.</p> <p>ჩატარებულია ექსპერიმენტები თბოგადაცემის ინტენსიურობაზე კომბინირებული ხორკლიანობის გავლენის გამოსაკვლევად ვერტიკალურ მილზე წყლის აფსკის ჩამოდინების დროს. მიღებული</p>			

შედეგების საფუძველზე დადგენილია თბოგაცემის ინტენსიფიკაციის თვალსაზრისით საუკეთესო გეომეტრიის მქონე ზედაპირი.

გამოკვლეულია ხორკლიანი ზედაპირების თბოგაცემის ზოგიერთი თეორიული საკითხი.

კერძოდ, შემოთავაზებულია პროექტის ხელმძღვანელის მიერ ადრე მიღებული თბოგაცემის პროცესის ფიზიკური მოდელის დაზუსტება ბოლო ხანს მიღებული ექსპერიმენტული მონაცემების საფუძველზე.

2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

2.2.

№	დასრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1	<p>საქართველოს ენერგეტიკის ზოგიერთი აქტუალური პრობლემის გამოკვლევა</p> <p>ამოცანა 1. საქართველოს ენერგეტიკული უსაფრთხოების საკითხების დამუშავება</p> <p>ამოცანა 2. ენერგოდანადგარებში თბოგადაცემის ინტენსიფიკაციის პრობლემების გამოკვლევა</p> <p>ენერგეტიკა</p>	2018-2020	<p>თ.მაგრაქველიძე - პროექტის ხელმძღვანელი</p> <p>ხ.ლომიძე - ჯგუფის ხელმძღვანელი (ამოცანა1)</p> <p>მ.ჯანიკაშვილი - შემსრულებელი</p> <p>ი.არჩვაძე - შემსრულებელი</p> <p>გ.გიგინეიშვილი - ჯგუფის ხელმძღვანელი (ამოცანა2)</p> <p>ა.მიქაშავიძე - შემსრულებელი</p> <p>ტ.კობერიძე - შემსრულებელი</p>
<p>დასრულებული კვლევითი პროექტის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>პროექტით გათვალისწინებულია ორი ამოცანის გადაჭრა, რომელთაგან პირველი ითვალისწინებს საქართველოს ენერგეტიკული უსაფრთხოების საკითხების დამუშავებას, ხოლო მეორე - ენერგოდანადგარებში თბოგადაცემის ინტენსიფიკაციის პრობლემების გადაჭრას.</p> <p>ამოცანა 1</p> <p>ანგარიშში გაანალიზებულია მსოფლიო ქვეყნების ენერგეტიკის სტატისტიკური მონაცემები, კერძოდ, ელექტროენერგეტიკის განვითარების ტენდენციები, ელექტროენერჯის მოხმარების სადღეისო დონე და უახლოეს ათწლეულებში ელექტროენერგეტიკის განვითარების პროგნოზები. განხილულია აგრეთვე მაგენერირებელი ელექტროსადგურების სტრუქტურა სხვადასხვა ქვეყანაში.</p>			

განალიზებულია საქართველოს ელექტროენერგეტიკული სისტემის სადღეისო მდგომარეობა. ქვეყნის მრეწველობის, სოფლის მეურნეობისა და ტრანსპორტის მოსალოდნელი განვითარების, აგრეთვე საყოფაცხოვრებო პირობების გაუმჯობესების პროგნოზირებული დონის საფუძველზე შეფასებულია ელექტროენერგიაზე მოთხოვნილება ქვეყნის ენერგეტიკული უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად. კერძოდ, ნაჩვენებია, რომ უახლოეს ათწლეულებში, მაგალითად, მარტო ტრანსპორტის ფუნქციონირებისათვის საჭირო იქნება დაახლოებით 12-13 მლრდ კვტ.სთ წელიწადში ელექტროენერგია, რაც საერთო მოხმარების დღევანდელ დონეს უტოლდება. ანალოგიურად, სხვა დარგებშიც მოსალოდნელია ელექტროენერგიის მოხმარების მკვეთრი ზრდა. აქედან გამომდინარე, გაკეთებულია დასკვნა იმის თაობაზე, რომ აუცილებელია ელექტროენერგეტიკულ სისტემაში ინტენსიურად იქნეს შეყვანილი ახალი სიმძლავრეები. ამასთან, ქვეყნის ენერგეტიკული უსაფრთხოების საკითხებიდან გამომდინარე, ელექტროენერგეტიკული სისტემა დაფუძნებული უნდა იქნეს ადგილობრივ ენერგორესურსებზე. ნაჩვენებია, რომ ასეთი რესურსები როგორც ტრადიციული, ისე არატრადიციული ენერგორესურსების სახით საქართველოს გააჩნია.

ნაჩვენებია, რომ მსოფლიოში მნიშვნელოვანი მიღწევებია ქარისა და მზის ენერგიების ათვისების ტექნოლოგიებში, რაც ამ რესურსებზე მომუშავე ელექტროსადგურებს კონკურენტუნარიანს ხდის ე.წ. ტრადიციულ ელექტროსადგურებთან მიმართებაში.

განხილულია საქართველოს განახლებადი ენერგორესურსების როლი საერთო ელექტრო-ენერგეტიკულ სისტემაში. ნაჩვენებია, რომ ხსენებული ენერგორესურსების მაქსიმალურად ათვისება ხელს შეუწყობს საქართველოს ენერგეტიკული უსაფრთხოების უზრუნველყოფას.

ამოხსნილია ოპტიმიზაციის ამოცანები კაპიტალური დანახარჯების მოსალოდნელი დინამიკის გათვალისწინებით. კერძოდ, განხილულია სამი სცენარი: ინერციული, სტაგნაციური და ინოვაციური.

მიღებული შედეგების საფუძველზე გაკეთებულია დასკვნა იმის შესახებ, რომ პირველ ეტაპზე უმჯობესია ძირითადი აქცენტი გაკეთდეს ტრადიციული ენერგორესურსებზე, ხოლო არცთუ შორეულ მომავალში - მზისა და ქარის ელექტროსადგურებზე.

სისტემატიზებულია ენერგოსისტემის განვითარების შედეგად წარმოქმნილი ეკოლოგიური საფრთხეები და შემოთავაზებულია ზოგიერთი მათგანის აღმოფხვრის გზები.

კერძოდ, შემოთავაზებულია სქემა, რომელიც გულისხმობს გაზაფხული-შემოდგომა წყალდიდობების პერიოდში მდინარის მხოლოდ ჭარბი ნაკადის გადაგდებას და დაგროვებას უწყლო ხეობაში, რომელიც შემდგომ გეგმაზომიერად იქნება გამოყენებული ჰესის ფუნქციონირებისათვის. აღნიშნული სქემა თავიდან აგვაცილებს მდინარის კალაპოტის გადაკეტვას და, შესაბამისად, მის გაუწყლოვნებას და, აქედან გამომდინარე, უარყოფით შედეგებს. ამასთან ერთად, ვინაიდან საქართველოს მდინარეების უდიდესი ნაწილის ჩამონადენი გაზაფხული-შემოდგომის პერიოდში მნიშვნელოვნად (ზოგჯერ 3-ჯერ და მეტად) აღემატება ზამთარ-ზაფხულის ჩამონადენს, აღნიშნული სქემის გამოყენების შემთხვევაში ჩამონადენის გამოყენების კოეფიციენტი მეტი იქნება 0,5-ზე. ხოლო, მეორე მხრივ, ჰიდროსადგურის ოპტიმალური სიმძლავრის შერჩევის შემთხვევაში, სიმძლავრის გამოყენების კოეფიციენტი პრაქტიკულად 1-ს შეიძლება მიუახლოვდეს.

ამოცანა 2

მოძიებული და განალიზებულია ვერტიკალურ ზედაპირზე ჩამომდინარე აფსკის თბოგაცემასა და მისი ინტენსიფიკაციისადმი მიძღვნილი უახლესი ლიტერატურული მონაცემები.

ნაჩვენებია, რომ, მიუხედავად ინტენსიური კვლევებისა და ამ კვლევების შედეგად, მათ შორის

წინამდებარე პროექტის ავტორთა მიერ, მიღებული სერიოზული შედეგებისა, მრავალი საკითხი პრობლემის გადასაჭრელად ჯერ კიდევ შეუსწავლელი რჩება, რამაც განაპირობა შემდგომი კვლევების ჩატარების აუცილებლობა. ამ მიზნით, არსებული ექსპერიმენტული დანადგარი რადიკალურად იქნა გადაკეთებული, ამან საშუალება მოგვცა ჩატარებულიყო ექსპერიმენტები რეინოლდსის რიცხვისა და თბოგადამცემი ელემენტის ხორკლიანობის გეომეტრიული პარამეტრების ფართო დიაპაზონში. კერძოდ, დამზადდა ექსპერიმენტული დანადგარის საცდელი უბნები გლუვი და სხვადასხვა ტიპისა და გეომეტრიული პარამეტრების მქონე ხორკლიანი მილები. ჩატარდა ტექსტური ექსპერიმენტები.

ჩატარებულია ცდები ვერტიკალურად განთავსებული გლუვი და ხორკლიანი მილების გარე ზედაპირზე წყლის აფსკის ჩამოდინების პირობებში.

დადგენილია, რომ ჩამოდინების ლამინარულ რეჟიმში ზედაპირის ხორკლიანობა არ ახდენს გავლენას თბოგაცემაზე. გარდამავალ რეჟიმში ხორკლიანობის გავლენა მნიშვნელოვანია. ამასთან შვერილების სიმაღლის ზრდით იზრდება თბოგაცემის ინტენსიფიკაციის ხარისხი. ასევე მნიშვნელოვანია ხორკლიანობის ეფექტი ტურბულენტურ რეჟიმში, ამასთან, შვერილების სიმაღლე თბოგაცემის ინტენსიფიკაციაზე პრაქტიკულად არ ახდენს გავლენას.

ჩატარებულია ექსპერიმენტები თბოგაცემის ინტენსიურობაზე კომბინირებული ხორკლიანობის გავლენის გამოსაკვლევად ვერტიკალურ მილზე წყლის აფსკის ჩამოდინების დროს. მიღებული შედეგების საფუძველზე დადგენილია თბოგაცემის ინტენსიფიკაციის თვალსაზრისით საუკეთესო გეომეტრიის მქონე ზედაპირი.

გამოკვლეულია ხორკლიანი ზედაპირების თბოგაცემის ზოგიერთი თეორიული საკითხი.

კერძოდ, შემოთავაზებულია პროექტის ხელმძღვანელის მიერ ადრე მიღებული თბოგაცემის პროცესის ფიზიკური მოდელის დაზუსტება ბოლო ხანს მიღებული ექსპერიმენტული მონაცემების საფუძველზე.

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	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
	ვერტიკალური მილის გარე ზედაპირზე ჩამომდინარე წყლის აფსკში თბოგაცემაზე ხელოვნური ხორკლიანობის	2020-2023	თ. მაგრაქველიძე, პროექტის ხელმძღვანელი; ტ. კობერიძე, კოორდინატორი; გ. გიგინეიშვილი, მკვლევარი;

	<p>გავლენის ექსპერიმენტული გამოკვლევა. ინჟინერია და ტექნოლოგიები. FR-19-3034</p>		<p>ა. მიქაშავიძე, მკვლევარი; ბ. ლომიძე, მკვლევარი</p>
<p>გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2020 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>ჩატარდა მოსამზადებელი სამუშაოები. დამუშავდა ექსპერიმენტული დანადგარის სქემა სათანადო ელექტროკვებისა და გაზომვების სისტემებით, შეირჩა მოწყობილობები და გამზომი ხელსაწყოები. დამზადდა ექსპერიმენტული დანადგარის ცალკეული კვანძები. ნაწილობრივ აწყობილ იქნა ექსპერიმენტული დანადგარი.</p> <p>ველოდებით ხელსაწყოებისა და მოწყობილობების მიღებას, რომელთა შესაძენად ტენდერი უკვე ჩატარებულია.</p>			

6. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით (2020 წ)

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათაური, ISSN	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	<p>თ. მაგრაქველიძე, გ. გიგინეიშვილი, ა. მიქაშავიძე, ტ. კობერიძე, ბ. ლომიძე</p>	<p>ვერტიკალური ზედაპირის ხორკლიანობის გავლენა თბოგაცემაზე წყლის აფსკის ჩამოდინების პირობებში</p>	<p>სტუ არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტი. შრომათა კრებული. ტომი 24, 2020</p>	<p>თბილისი შ.პ.ს „საჩინო“</p>	5
2	<p>თ.მაგრაქველიძე, ბ. ლომიძე, მ. ჯანიკაშვილი, ი. არჩვაძე.</p>	<p>საქართველოს ელექტროენერჯით მომარაგებისა და ეკოლოგიის ზოგიერთი პრობლემის შესახებ.</p>	<p>სტუ არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტი. შრომათა კრებული. ტომი 24, 2020</p>	<p>თბილისი შ.პ.ს „საჩინო“</p>	5
<p>ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>1. სტატიაში წარმოდგენილია ვერტიკალურ მილზე ჩამომდინარე წყლის აფსკში თბოგაცემაზე გრძივი და განივი შვერილებითა და მათი კომბინირებით შექმნილი ხორკლიანობის გავლენის ექსპერიმენტული გამოკვლევის შედეგები.</p>					

ექსპერიმენტების შედეგად დადგენილია, რომ თბოგამცემ მილზე ჩამომდინარე აფსკის დინების გასწვრივ განთავსებული შვერილები შესამჩნევ გავლენას ახდენს თბოგაცემის ინტენსიურობაზე, ხოლო გრძივი და განივი შვერილებით შექმნილი კომბინირებული ხორკლიანობის გავლენა მნიშვნელოვანია. მაგრამ, ამასთან ერთად, ამ უკანასკნელის ეფექტი თბოგაცემაზე უფრო ნაკლებია, ვიდრე მხოლოდ განივი შვერილებით შექმნილი ხორკლიანობისა. გამოთქმულია მოსაზრება აღნიშნული შედეგის ასახსნელად.

2. სტატიაში ხაზგასმულია ელექტროენერჯის გამომუშავებისა და მოხმარების მკვეთრი ზრდის აუცილებლობა. ნაჩვენებია, რომ ენერგოუსაფრთხოების საკითხებიდან გამომდინარე უმთავრესი აქცენტი უნდა გაკეთდეს ადგილობრივი ენერგორესურსების ათვისებაზე. ამასთან, პრიორიტეტი უნდა მიენიჭოს ჰიდროენერგორესურსების ათვისებას როგორც დიდი, ისე მცირე და საშუალო ელექტროსადგურების აშენების გზით.

ნაჩვენებია, რომ ელექტროენერჯის მისაღებად მაქსიმალურად უნდა იქნეს გამოყენებული მზისა და ქარის ენერგორესურსები. განხილულია ელექტროსადგურების აშენებითა და ფუნქციონირებით გამოწვეული ეკოლოგიური პრობლემები. გამოთქმულია მოსაზრებები ზოგიერთი სახის ეკოლოგიური ზიანის შემცირების მიმართულებით.

სტატიები ISSN-ის მითითებით (2019 წ)

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათაური, ISSN	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	თ. მაგრაქველიძე, ხ. ლომიძე, მ. ჯანიკაშვილი, ი. არჩვაძე	საქართველოს ელექტროენერჯით უზრუნველყოფის ზოგიერთი საკითხის შესახებ 1512-0120	ენერჯია №3 (91)/2019	თბილისი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“	4
2	ხ. ლომიძე, მ. ჯანიკაშვილი, ი. არჩვაძე.	მომავალ ათწლეულებში საქართველოს ელექტროენერჯით დაკმაყოფილების ზოგიერთი საკითხის შესახებ 0135-0765	სტუ არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტი. შრომათა კრებული. ტომი 23, 2019	თბილისი შ.პ.ს „მაცნე-პრინტი“	7
3	თ. მაგრაქველიძე, გ. გიგინეიშვილი, ა. მიქაშაიძე,	თბოგამცემი ზედაპირის ხორკლიანობის	სტუ არჩილ ელიაშვილის	თბილისი შ.პ.ს „მაცნე-პრინტი“	5

	ტ. კობერიძე, ხ. ლომიძე	შვერილების სიმაღლის გავლენა თბოგაცემის ინტენსიფიკაციაზე ვერტიკალურ მილზე წყლის აფსკის ჩამოდინების დროს 0135-0765	მართვის სისტემების ინსტიტუტი. შრომათა კრებული. ტომი 23, 2019		
--	---------------------------	---	---	--	--

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1. ნაჩვენებია, რომ ელექტროენერჯის გამომუშავებისა და მოხმარების არსებული დონე სრულიად არასაკმარისია ქვეყნის ნორმალური განვითარებისათვის. გამოთქმულია მოსაზრებები ელექტროენერჯის გამომუშავების მკვეთრი ზრდის აუცილებლობაზე და ახალი ელექტროსადგურების მშენებლობისადმი არსებული წინააღმდეგობის დაძლევის ზოგიერთ საკითხზე.

აღნიშნულია, რომ ელექტროენერჯიაზე სამომხმარებლო ტარიფი არ ასახავს ელექტროენერგეტიკული სისტემის თავისებურებებს. ნაჩვენებია სამ საფეხურიანი ტარიფის უარყოფითი მხარეები და შემოთავაზებულია სამომხმარებლო ტარიფის საანგარიშო ფორმულა, რომელიც შეიძლება გამოყენებულ იქნეს პრაქტიკაში.

2. სტატიაში აღნიშნულია, რომ ქვეყნის ნორმალური განვითარებისათვის აუცილებელია ელექტროენერჯის გამომუშავებისა და მოხმარების მკვეთრი ზრდა ძირითადად ადგილობრივი რესურსების ბაზაზე.

საქართველოს ელექტროსადგურების სტრუქტურის ადრე დამუშავებულ მათემატიკურ მოდელში შეტანილია გარკვეული დაზუსტებები მსოფლიოში ელექტროენერგეტიკის განვითარების ტენდენციებისა და ტექნოლოგიური მიღწევების გათვალისწინებით. ამოხსნილია ოპტიმიზაციის ამოცანები კაპიტალური დანახარჯების მოსალოდნელი დინამიკის გათვალისწინებით. კერძოდ, განხილულია სამი სცენარი: ინერციული, სტაგნაციური და ინოვაციური. მიღებული შედეგების საფუძველზე გაკეთებულია დასკვნა იმის შესახებ, რომ პირველ ეტაპზე უმჯობესია ძირითადი აქცენტი გაკეთდეს ტრადიციულ ენერგორესურსებზე, ხოლო არცთუ შორეულ მომავალში - მზისა და ქარის ელექტროსადგურებზე.

3. სტატიაში ნაჩვენებია პრობლემის აქტუალურობა და ექსპერიმენტულად მისი შემდგომი გამოკვლევის საჭიროება. მოცემულია ექსპერიმენტული დანადგარის მოკლე აღწერა და ცდების ჩატარების მეთოდიკა. ცდები ჩატარდა ვერტიკალურად განთავსებული გლუვი და ხორკლიანი მილების გარე ზედაპირზე წყლის აფსკის ჩამოდინების პირობებში. თბოგამცემი მილის გარე დიამეტრი $d=10$ მმ, ხოლო სიგრძე $l=200$ მმ. თბოგამცემ ზედაპირზე ხორკლიანობა იქმნებოდა მილზე სპილენძის მავთულის სპირალურად დახვევით. აღნიშნული მავთულის დიამეტრი (ხორკლიანობის შვერილების სიმაღლე $-h$) ექსპერიმენტებში იყო 0,3 მმ, 0,5 მმ და 1მმ. ყველა ექსპერიმენტში შვერილებს შორის ბიჯის ფარდობა სიმაღლესთან $-s/h=10$. ექსპერიმენტები ტარდებოდა ქსელის წყალზე. პრანდტლის რიცხვი $-Pr=10$, ხოლო რეინოლდსის რიცხვი (Re) იცვლებოდა 250-დან 10 000-მდე.

დადგენილია, რომ ჩამოდინების ლამინარულ რეჟიმში ზედაპირის ხორკლიანობა არ ახდენს გავლენას თბოგაცემაზე. გარდამავალ რეჟიმში ხორკლიანობის გავლენა მნიშვნელოვანია. ამასთან

შვერილების სიმადლის ზრდით იზრდება თბოგაცემის ინტენსიფიკაციის ხარისხი. ასევე მნიშვნელოვანია ხორკლიანობის ეფექტი ტურბულენტურ რეჟიმში. ამასთან, შვერილების სიმადლე თბოგაცემის ინტენსიფიკაციაზე პრაქტიკულად არ ახდენს გავლენას.

სტატიები ISSN-ის მითითებით (2018 წ)

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათაური, ISSN	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	თ. მაგრაქველიძე, ხ. ლომიძე, მ. ჯანიკაშვილი, ი. არჩვაძე.	საქართველოს ელექტროენერჯით უზრუნველყოფასა და სამომხმარებლო ტარიფებთან დაკავშირებული ზოგიერთი საკითხის შესახებ. 0135-0765	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტი. შრომათა კრებული. ტომი 22, 2018	თბილისი, შ.პ.ს „პოლიგრაფი“	6
2	თ. მაგრაქველიძე, ა. მიქაშვიძე, ხ. ლომიძე, გ. გიგინეიშვილი, ტ. კობერიძე.	კომბინირებული ხორკლიანობის გავლენა თბოგაცემაზე ვერტიკალურ ზედაპირზე წყლის აფსკის ჩამოდინების დროს. 0135-0765	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტი. შრომათა კრებული. ტომი 22, 2018	თბილისი, შ.პ.ს „პოლიგრაფი“	5
<p>ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>სტატიაში-1 ნაჩვენებია, რომ ელექტროენერჯის გამომუშავების სადღეისო დონე არა-დამაკმაყოფილებელია. გამოთქმულია მოსაზრებები ელექტროენერგეტიკულ სისტემაში ახალი სიმძლავრეების შეყვანის აუცილებლობაზე და ახალი ელექტროსადგურების მშენებლობისადმი წინააღმდეგობების დაძლევის საკითხებზე.</p> <p>განალიზებულია ელექტროენერჯიაზე სამომხმარებლო ტარიფში არსებული შეუსაბამობები და ნაჩვენებია, რომ ტარიფი არ ასახავს ელექტროენერგეტიკული სისტემის სტრუქტურის თავისებურებებს.</p> <p>გამოთქმულია მოსაზრება იმის თაობაზე, რომ ისეთი დეფიციტური პროდუქციის, როგორცაა</p>					

ელექტროენერგია, ღირებულება ეკონომიკის დაბალ დონეზე მყოფი ქვეყნებისათვის შეიძლება ყოველთვის არ შეესაბამებოდეს საბაზრო ეკონომიკის პრინციპებს და, აქედან გამომდინარე, შესაძლებელია გამართლებული იყოს ე.წ. პროგრესული გადასახადი.

ნაჩვენებია სამსაფეხურიანი ტარიფის ნაკლოვანებები და შემოთავაზებულია სამომხმარებლო ტარიფის საანგარიშო ფორმულა, რომელიც შეიძლება გამოყენებულ იქნეს პრაქტიკაში.

სტატიაში-2 ნაჩვენებია, რომ ისეთი მნიშვნელოვანი პრობლემა, როგორცაა თბოგაცემის ინტენსიფიკაცია ვერტიკალურ ზედაპირზე სითხის აფსკის ჩამოდინების დროს არასაკმარისადაა შესწავლილი და ამ მიმართულებით შემდგომი კვლევების ჩატარება უაღრესად აქტუალურია.

სტატიაში წარმოდგენილია ექსპერიმენტული მონაცემები, რომლებიც მიღებულია ვერტიკალურად განთავსებული მილის გარე ზედაპირზე ჩამომდინარე წყლის აფსკის თბოგაცემის საკვლევ დანადგარზე. თბოგაცემი ზედაპირი წარმოადგენდა უქანგავი ფოლადის მილს, რომელზეც შექმნილი იყო კომბინირებული ხორკლიანობა (ქლიბისებური ხორკლიანობის მქონე მილზე სპირალურად დახვეული მავთული). ექსპერიმენტები ჩატარდა პრანდტლისა და რეინოლდსის რიცხვების შემდეგ დიაპაზონებში $Pr=6 \div 7$ $Re=2000 \div 5000$.

დადგენილია, რომ კომბინირებული ხორკლიანობა თბოგაცემის ინტენსიფიკაციის თვალსაზრისით უფრო ეფექტურია, ვიდრე ქლიბისებური ხორკლიანობა.

8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

8.1. საქართველოში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	თ. მაგრაქველიძე	საქართველოს ელექტროენერგე- ტიკის განვითარების სტრატეგია და ტექტიკა მსოფლიოში არსებული პროგნოზული მონაცემების გათვალისწინებით	დეკემბერი, 2020 საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისი
2	თ. მაგრაქველიძე	საქართველოს ელექტროენერგით უზრუნველყოფის ზოგიერთი საკითხის შესახებ	ოქტომბერი, 2019 საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისი

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

8. 2. უცხოეთში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	გ.გიგინეიშვილი	თბოგაცემის ინტენსიფიკაცია ვერტიკალურ მილზე წყლის აფსკის ჩამოდინების დროს	მაისი, 2020 (გადაიდო 2021 წლის მაისამდე) მინსკი ვ. ლიკოვის სახელობის სითბოსა და მასის გადაცემის ინსტიტუტი

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

ინსტიტუტი ტექინფორმი

2020 წელს გაწეული სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობის ანგარიში

1. პროგრამული დაფინანსებით შესრულებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1.1.	<p>მიმართულება 1: სამეცნიერო და საინოვაციო საქმიანობის მონიტორინგისა და მართვის ინფორმაციული უზრუნველყოფა.</p> <p>1.1. საუნივერსიტეტო საინფორმაციო ელექტრონული სისტემების შემუშავება-დანერგვა.</p>	2020-2022 წწ.	<p>ხელ-ლი თ. ჩუბინიშვილი პასუხისმგებელი შემსრულებლები: ნ. ჩხაიძე, ე. მისაბიშვილი, ნ. ბაჩილავა პროგრამული უზრუნველყოფა: ა. ბერიძე, ა. ფაცაცია ინფორმაციული უზრუნველყოფა ნ. შოთაშვილი</p>
<p>2020 წლის სამუშაო გეგმა გულისხმობდა კვლევითი პროექტების რეგისტრაციისა და შრომათა დეპონირების ელექტრონული სისტემების შექმნასა და უნივერსიტეტის მეცნიერ-მკვლევართა ელექტრონული პორტფოლიოსა და პროფილის შექმნის ხელშეწყობას.</p> <p>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, პროექტის ამ ეტაპზე განიხილება გამოუქვეყნებელი ექსპერტიზაგავლილი (რეცენზირებული) სამეცნიერო შრომების აღრიცხვა-დეპონირება და მონაცემთა ბაზის ფორმირება. პარალელურად მიმდინარეობს საქართველოში დაცული დისერტაციების ავტორეფერატების ფონდის - მონაცემთა ბაზის ფორმირება.</p> <p>ტექინფორმი 1974 წლიდან საქართველოს დამოუკიდებლობის მიღებამდე აწარმოებდა კვლევითი ორგანიზაციების მიერ წარმოდგენილ გამოუქვეყნებულ რეცენზირებულ სამეცნიერო ნაშრომების დეპონირებას, ანუ ნაშრომების სახელმწიფო აღრიცხვა-რეგისტრაციას და მიღებას შესაბამისად. დამოუკიდებლობის მიღების შემდეგ ტექინფორმი აგრძელებს ექსპერტიზაგავლილი ნაშრომების დეპონირებას, როგორც მნიშვნელოვან სამეცნიერო რუხ დოკუმენტებს. ამჟამად დეპონირებულ შრომათა ფონდი შეიცავს 1261 ერთეულს.</p> <p>მიმდინარე წლის დასაწყისში დასრულდა ტექინფორმში 1974 წლიდან დღემდე დეპონირებისათვის შემოსული რეცენზირებული, ექსპერტიზაგავლილი გამოუქვეყნებული სამეცნიერო შრომების ბიბლიოგრაფიულ-რეფერატული ფონდის ციფრულ ფორმატში გადაყვანის სამუშაოები. შედეგად შესაძლებელი ხდება გამოუქვეყნებული სამეცნიერო დეპონირებული შრომების ჩართვა IT ტექნოლოგიების საფუძველზე წარმოებულ კვლევებში. ამისათვის ტექინფორმში მუშავდება</p>			

გამოუქვეყნებული სამეცნიერო ლიტერატურის დეპონირების ელექტრონული სისტემა. დღეისათვის დეპონირების პროცესი გულისხმობს რუხი სამეცნიერო ლიტერატურის განთავსებას ელექტრონული ფორმით სადეპოზიტო ბიბლიოთეკაში, ხოლო მისი ბიბლიოგრაფიულ-რეფერატული აღწერის განთავსებას დეპონირებული ლიტერატურის მონაცემთა ბაზაში.

2020 წელს დაიწყო დეპონირების ელექტრონული სისტემის პროგრამული უზრუნველყოფის ფორმირება. პროექტის ეს ნაწილი ეფუძნება შემდეგ თანამედროვე IT- ტექნოლოგიებს: Angular 9, Apollo GraphQL client/server, Node.js Express.js, Prisma ORM, PostgreSQL. პარალელურად მიმდინარეობს დეპონირების ელექტრონული სისტემის პრაქტიკაში დანერგვისათვის აუცილებელ ღონისძიებათა შემუშავება.

საანგარიშო პერიოდში გრძელდებოდა საქართველოში დაცული დისერტაციების ავტორეფერატების ფონდის ფორმირება. 2006 წლამდე ამ ფონდის შევსება ხდებოდა სამეცნიერო სადისერტაციო საბჭოების მიერ სადისერტაციო ნაშრომის ავტორეფერატის სავალდებულო ეგზემპლარის ტექნიფორმში წარდგენის საშუალებით. სამწუხაროდ, ამჟამად სადისერტაციო საბჭოები აღარ ავალდებულებენ დისერტანტებს ავტორეფერატების ელექტრონული ვერსიის ტექნიფორმისთვის გადაგზავნას. ეს აფერხებს პირველადი ინფორმაციის მოპოვებას. ამჟამად დაცულ დისერტაციათა მონაცემთა ფონდი შეიცავს 6774 ჩანაწერს.

გასულ წელს ტექნიფორმში სტუ-ს ახალგაზრდა მეცნიერთა და სტუდენტთა ინოვაციურ საქმიანობათა ხელშემწყობი სამსახურის - „ერთად“ მონაწილეობით დასრულდა **სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების სავალდებულო რეგისტრაციის ელექტრონული, on-line რეჟიმში მოქმედი სისტემის დანერგვითი სამუშაოები** საუნივერსიტეტო დონეზე. 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 სავალდებულო რეგისტრაციის სისტემის დანერგვა საუნივერსიტეტო დონეზე - სტუ-ს სტრუქტურის დაქვემდებარებაში მყოფ სამეცნიერო-კვლევით ერთეულებში (ინსტიტუტები, კვლევითი ცენტრები, ფაკულტეტები). ამ გადაწყვეტილების შესაბამისად საანგარიშო წელს ჩამოყალიბდა კვლევითი პროექტების სავალდებულო რეგისტრაციის დებულების სამუშაო ვერსია და მომზადდა კვლევითი პროექტების რეგისტრირების პროცესის გზამკვლევი. ამ დოკუმენტების გაცნობის, სამეცნიერო პროექტების online რეგისტრირების პროცესის დემონსტრირებისა და სწავლების მიზნით სამეცნიერო ჯგუფებისთვის მომზადდა ტრენინგის ჩატარების სცენარი და შესაბამისი საინფორმაციო მასალები.

№	გარდამავალი პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
	მიმართულება 1: სამეცნიერო და საინოვაციო საქმიანობის მონიტორინგისა და მართვის	2020-2025 წწ.	ხელ-ლი: ნ. მახვილამე

<p>1.2.</p>	<p>ინფორმაციული უზრუნველყოფა. 1.2. ქართული სამეცნიერო პუბლიკაციების ელექტრონული რეფერატული ჟურნალების მომზადება და გამოცემა. - საბუნებისმეტყველო და ჰუმანიტარული მეცნიერებები; - ამიერკავკასიის პუბლიკაციები ნანოტექნოლოგიებში.</p>		<p>პას. შემსრ.: ლ. ჩხარტიშვილი, მ. კოპალეიშვილი შემსრულებლები: ი. ბედინაშვილი, მ. ლოღელიანი, ა. ფაცაცია</p>
-------------	--	--	---

2020 წელს მომზადდა და ტექნიფორმის საიტზე განთავსდა სამეცნიერო-ტექნიკური „ქართული რეფერატული ჟურნალის“ (ქრჟ) ორი ნომერი #23(35), 2020 და #24(36), 2020. მათში ასახულია ძირითადად 2019-2020 წლების 70-მდე სამეცნიერო-პერიოდულ გამოცემაში გამოქვეყნებული 1000-ზე მეტი პუბლიკაციის რეფერატი.

მომზადდა ინგლისურენოვანი ელექტრონული ჟურნალი **Caucasus Abstracts Journal of Nanoscience and Nanotechnology (CAJNN)** #2, 2020, რომელიც მოიცავს საქართველოს, აზერბაიჯანისა და სომხეთის სამეცნიერო პუბლიკაციების რეფერატებს და ბიბლიოგრაფიებს ნანომეცნიერებისა და ნანოტექნოლოგიების სფეროში. ჟურნალი ინტერნეტში განთავსდა დეკემბრის მე-2 ნახევარში.

№	გარდამავალი პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
<p>1.3.</p>	<p>მიმართულება 1: სამეცნიერო და საინოვაციო საქმიანობის მონიტორინგისა და მართვის ინფორმაციული უზრუნველყოფა. 1.3 საქართველოს სამეცნიერო პუბლიკაციების საერთაშორისო ბაზებში ჩართვის ხელშეწყობა. - საქართველოს სამეცნიერო-პერიოდული გამოცემების რეიტინგის შეფასება და შესაბამისი რეკომენდაციების შემუშავება სამეცნიერო პუბლიკაციების ხარისხის ამაღლებისა და მათი საერთაშორისო ბაზებში მოხვედრის ხელშეწყობის მიზნით.</p>	<p>2020-2021 წწ.</p>	<p>ხელ-ლი: ნ.მახვილაძე პას. შემსრ.: მ. კოპალეიშვილი შემსრულებელი: ი. ბედინაშვილი მ. ლოღელიანი</p>

საქართველოს სამეცნიერო-ტექნიკური პერიოდული გამოცემების მონიტორინგი მიზნად ისახავდა მათი ბიბლიომეტრული მონაცემების შესწავლას და ჩატარდა შემდეგი ფორმატით:

- ჟურნალის ტიპი (საერთაშორისო, სამეცნიერო, სამეცნიერო-პოპულარული);

- გამომცემელი (უნივერსიტეტი, ასოციაცია, კერძო პირი და სხვ.);
- რედკოლეგია (ადგილობრივი, საერთაშორისო, პროცენტული თანაფარდობა);
- მთ. რედაქტორი (გვარი, სახელი, სტატუსი, ტელეფონი ან ელ. ფოსტა);
- გამოცემის პერიოდულობა (რაოდენობა წელიწადში);
- საიტის მისამართი (URL);
- სად არის ინდექსირებული:
- DOI;
- ჟურნალის არქივი (წლები);
- ჟურნალის ბოლო ნომერი;
- კონტაქტი (ტელეფონი, ელ. ფოსტა).

აღნიშნული მონაცემების შესწავლით შეფასების მიღმა რჩება პუბლიკაციების მეცნიერული დონე, რაც შეუძლებელია მრავალრიცხოვანი, სხვადასხვა სფეროს ექსპერტების ჩართულობის გარეშე, მაგრამ საშუალება გვძლევს შევაფასოთ ის მნიშვნელოვანი კრიტერიუმები, რომლის დაცვასაც მოითხოვენ სამეცნიერო პუბლიკაციების საერთაშორისო ბაზები, მაგალითად, Scopus:

- ჟურნალი იყოს რეცენზირებადი;
- რედკოლეგია იყოს საერთაშორისო შემადგენლობის;
- ჟურნალი გამოდიოდეს შეუფერხებლად ბოლო ორი წლის განმავლობაში;
- ჟურნალის პერიოდულობა იყოს დაცული;
- პუბლიკაციების შინაარსი იყოს ხელმისაწვდომი მკითხველისათვის;
- ჟურნალს ჰქონდეს ინგლისურენოვანი საიტი;
- ჟურნალი ინდექსირებულ იყოს რომელიმე საერთაშორისო ბაზაში;
- ციფრული ინდექსის არსებობა;
- გამოცემის თემატურობა.

ISSN-ის ეროვნული ცენტრის მონაცემებით საქართველოში რეგისტრირებული სამეცნიერო-ტექნიკური პერიოდული გამოცემების რაოდენობა არ აღემატება 200-ს. ჩვენს მიერ აღწერილია 146, 20 დასახელება სხვადასხვა მიზეზით ვერ მოხვდა საერთო სიაში. აღწერილი ჟურნალებიდან 32% ელექტრონულია, დანარჩენი ბეჭდური, ამასთან 22% (32 დასახელება) გამოდის შერეული ფორმატით ანუ აქვთ ორმაგი ნომერი. ონლაინ ჟურნალების ნაწილს არ აქვს მინიჭებული E ISSN (ამავდროულად ჟურნალის ზოგიერთ ბეჭდურ ვერსიას შეიძლება გააჩნდეს pdf ფორმატი).

გამოცემების უმრავლესობა თემატურია, 30-მდე გამოცემა (ძირითადად სასწავლო-სამეცნიერო ორგანიზაციათა შრომები, წლიური ანგარიშები) პოლითემატურია.

თემატური ჟურნალების რაოდენობა ასე გამოიყურება:

- აგრარული მეცნიერება - 5
- საინფორმაციო ტექნოლოგიები - 5
- ბიოლოგიური მეცნიერებები - 7
- ფიზიკური მეცნიერებები - 10
- მათემატიკა - 11
- საინჟინრო საქმე და ტექნოლოგიები - 17
- სამართალი - 20
- ეკონომიკა - 26
- მედიცინა - 26

დია წვდომის ჟურნალებად ROAD-ის (დია წვდომის სამეცნიერო რესურსების ცნობარი) მიერ რეგისტრირებულია 22 დასახელების საქართველოს სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი.

ციფრული ობიექტის ინდექსით (DOI) სარგებლობს 11 დასახელების ჟურნალი (2020 წლის ივლისის თვის მდგომარეობით).

მონაცემები, რომელთა შესწავლა მოხდება მომავალ წელს:

- ავტორთა გეოგრაფიული სხვადასხვაობა (უცხოელ ავტორთა წილი);
- რეფერატებისა და ანოტაციების ხარისხი (მოცულობა, ლაკონიურობა);
- ბიბლიოგრაფიის საშუალო რაოდენობა ჟურნალის ერთ სტატიაზე (უცხოურ ჟურნალებში - საშუალოდ 30 ერთ სტატიაზე);
- საქართველოს სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალების იმპაქტ-ფაქტორი.

არსებული მდგომარეობის შესწავლის საფუძველზე შემუშავდება კონკრეტული რეკომენდაციები საქართველოს სამეცნიერო პუბლიკაციების საერთაშორისო ბაზებში ასახვის უზრუნველსაყოფად.

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1.4	<p>მიმართულება I: სამეცნიერო და საინოვაციო საქმიანობის მონიტორინგისა და მართვის ინფორმაციული უზრუნველყოფა.</p> <p>სამეცნიერო და საინოვაციო ინტეგრირებული საინფორმაციო სისტემის პირველად მონაცემთა ინფორმაციული ნაკადების ფორმირების პროცედურების სრულყოფა და მონაცემთა ბაზებისა და სხვა საინფორმაციო ფონდების ფორმირება.</p> <p>სამეცნიერო საქმიანობის აღმწერი ინფორმაციის მოპოვება-დამუშავების, ანალიზისა და გავრცელების, აგრეთვე ინფორმაციის ხელმისაწვდომობის ტექნოლოგიური პროცედურების სრულყოფა (მოდერნიზაცია).</p>	<p>2020-2025 წწ.</p> <p>2020-2025 წწ.</p>	<p>ხელ-ლი თ. ჩუბინიშვილი</p> <p>პასუხისმგებელი</p> <p>შემსრულებელი დ. გაბუნია</p> <p>პროგრამული</p> <p>უზრუნველყოფა ა. ბერიძე</p> <p>ოპერატორი ნ. შოთაშვილი</p>
<p>გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2020 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p>			
<p>საანგარიშო პერიოდში სრულდებოდა ტექნიკური ტრადიციული სამუშაოები ქვეყნის სამეცნიერო და ინოვაციური საქმიანობის შედეგების აღმწერ ინფორმაციის ელექტრონული ფონდის ფორმირება-აქტუალიზაციის მიმართულებით.</p> <p>2020 წელს გრძელდებოდა ახალი ტექნოლოგიების და საინოვაციო წინადადებების მონაცემთა ბაზის აქტუალიზაცია (შევსება, განახლება). დღეისათვის ბაზა შეიცავს 860-მდე ჩანაწერს ქართული და</p>			

<p>ინგლისურენოვანი ვერსიებით. ისევე როგორც წინა წლებში, ბაზის აქტუალიზაციისათვის საჭირო ინფორმაციის ძირითადი წყაროებია: უშუალოდ კვლევითი ორგანიზაციები, კვლევების, ტექნოლოგიების და ინოვაციების ხელშეწყობი საერთაშორისო ცენტრი - ICARTI, საქართველოს ინტელექტუალური საკუთრების ეროვნული ცენტრი „საქპატენტი“.</p> <p>ბაზაში ჩანაწერების მონაცემების მოძიება 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.</p> <p>ამ მეტად მნიშვნელოვანი მონაცემთა ბაზის ჩანაწერების რაოდენობის გაზრდის მიზნით (ბაზის შესავსებად) მუშავდება (შემუშავებულია) შესაბამისი ელექტრონული სისტემა, რომელიც ნებისმიერ სამეცნიერო ჯგუფს შესაძლებლობას აძლევს მათ მიერ შემუშავებული საინოვაციო პროექტის (წინადადების) on-line რეჟიმში მონაცემთა ბაზაში ჩატვირთვას.</p> <p>ამასთან ერთად საანგარიშო პერიოდში დაინტერესებული გამომგონებლების, მეცნიერ-მკვლევარებისთვის ტექნიფორმის ინტერნეტ-ვერდზე განთავსდა და განახლდა ტექნოლოგიების ტრანსფერის ქსელებისა და ინოვაციების გავრცელების ხელშეწყობი ორგანიზაციების ელექტრონული კატალოგი (ცნობარი). აქ შესაძლებელია ორგანიზაციის მოძიება საქმიანობის, ადგილმდებარეობის და საკვანძო სიტყვის მიხედვით. გრძელდება ახალი ორგანიზაციების (ქსელების, ცენტრების) მოძიება.</p> <p>საანგარიშო პერიოდში გრძელდება წინა პერიოდში დაწყებული ტექნიფორმის წიგნადი ფონდის აღწერა საბიბლიოთეკო სტანდარტების დაცვით და წიგნადი ფონდის და პერიოდული გამოცემების ელექტრონული კატალოგის ფორმირება. კერძოდ, მთავრდება განახლებული კატალოგის Excel ფორმატის ვარიანტის საფუძველზე ელექტრონული კატალოგის (მონაცემთა ბაზის) ფორმირება და ტექნიფორმის საიტზე მისი განთავსების სამუშაოები.</p>			
№	გარდამავალი პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1.5	ეროვნული ტერმინთა ბანკის შექმნისა და განვითარების ინფორმაციული მხარდაჭერა (ენათმეცნიერების ინსტიტუტთან თანამშრომლობით). ტერმინოლოგიური მასალების კვლევა, ტერმინთა შესატყვისების შესწავლა, ფონდის შექმნა.	2020-2025 წწ.	ნ. მახვილაძე ხელმძღვანელი თ. ჩუბინიშვილი მენეჯერი ე. პავლოვიჩი მეცნიერი თანამშრომელი მ. რაზმაძე მკვლევარი თ. ლაფაური მკვლევარი
გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2020 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)			
ტერმინოლოგიური ბაზების (ტერმინთა ბანკის) შექმნა ევროპაში გასული საუკუნის 80-იანი წლებიდან დაიწყო. ბაზების შექმნის უმთავრესი მიზანი იყო ტერმინოლოგიური ლექსიკონების თავმოყრა-შესწავლა და ეროვნული მრავალდარგოვანი ტერმინოლოგიური ფონდის შექმნა, რომელსაც დაეყრდნობოდა ყველა სახის ნორმატიული ლექსიკონი მომავალში. საბოლოოდ კი ეროვნული ტერმინთა ბანკი საერთაშორისო ტერმინოლოგიურ ბაზებს უერთდება, რაც თავისთავად განაპირობებს			

ამა თუ იმ ენის ნორმატიული ტერმინოლოგიური ლექსიკონების საერთაშორისო მიმოქცევაში თავისუფალ გამოყენებას.

ტერმინთბანკი (ტერმინთსაცავი) უკვე ევროპის მრავალ ქვეყანას აქვს. საერთაშორისო ტერმინოლოგიურ ბაზებში ეროვნული ტერმინოლოგიური მასალის განთავსება, მას შემდეგაა შესაძლებელი, რაც დადგინდება ეროვნული ნორმატიული ტერმინოლოგიური შესატყვისები. ცნობილია, რომ საქართველო ფლობს მდიდარ ტერმინოლოგიურ მასალას. არსებობს სხვადასხვა დარგის ტერმინოლოგიური ლექსიკონები, თუმცა მათი ციფრულ ფორმატში გადაყვანა რთულად მიმდინარეობს. გარდა ამისა ენათმეცნიერები უარყოფითად უყურებენ და ნაადრევად მიიჩნევენ ქართული მასალის საერთაშორისო ტერმინოლოგიურ ბაზებში შეტანას, სანამ არ აღმოიფხვრება ქართულ ენაში არსებული ტერმინოლოგიური სიჭრელე (ლ. ქაროსანიძე).

ქართული ტერმინთსაცავის (ტერმინთბანკის) შექმნა 2015 წლიდან დაიწყო. ქართული ტერმინთ-საცავი ვითარდება თსუ არნ. ჩიქობავას სახელობის ენათმეცნიერების ინსტიტუტის სამეცნიერო ტერმინოლოგიის განყოფილების ხელმძღვანელობით შექმნილი აკადემიური ლექსიკონების ბაზაზე. მასში მონაწილეობს საქართველოს თავდაცვის სამინისტრო (მიიღო მონაწილეობა პროგრამის შექმნაში), საქართველოს პარლამენტის ეროვნული ბიბლიოთეკა (აციფრებს ტერმინოლოგიურ ლექსიკონებს და აწვდის ელექტრონულ ვერსიებს ტერმინოლოგიის განყოფილების მეცნიერ თანამშრომლებს; საქართველოს პარლამენტის ეროვნულმა ბიბლიოთეკამ გამოყო გვერდი ამ გრიფით გამოსული, ანუ აკადემიური, ტერმინოლოგიური ლექსიკონების განსათავსებლად, იხ. <http://www.nplg.gov.ge/academic/index.php>) და საქართველოს ვუკოლ ბერიძის სახელობის ტერმინოლოგიური საზოგადოება (<http://termbank.ge/>). პროექტის წარდგინება გაიმართა საქართველოს პარლამენტის ეროვნულ ბიბლიოთეკაში.

2017 წლიდან კი ევროპის ქვეყნების ტერმინთბანკის რუკაზე უკვე საქართველოც გაჩნდა. (http://www.termcat.cat/docs/te/terminology_in_europe/?fbclid=IwAR1IIQfxpd6yRByr6FPULhaq3i41hpi0RH OK FpQi2kZztL6Q6tNzA970).

სამეცნიერო-ტექნიკური ტერმინების სტანდარტიზაციის საკითხებზე მუშაობენ ისეთი საერთაშორისო ორგანიზაციები, როგორცაა იუნესკოს ტერმინოლოგიის საინფორმაციო ცენტრი INFOTERM; სტანდარტიზაციის საერთაშორისო ორგანიზაცია ISO და სხვ.

ტერმინოლოგიური გამოცემების შექმნაზე საქართველოში მრავალი კვლევითი ინსტიტუტი, არასამთავრობო ორგანიზაცია თუ ფირმა მუშაობს, თუმცა სათუთა ამ პროდუქციის ხარისხიანობა ტერმინების სტანდარტულობის, ასახვის სისრულის, განახლების თვალსაზრისით. გარდა ამისა, რაც მთავარია, ტერმინოლოგიური საქმიანობა მიმდინარეობს სრულიად ქაოსურად.

ინსტიტუტი ტექინფორმი 2020 წლიდან ჩაერთო საქართველოს ტერმინთბანკის ერთ-ერთი ფუნქციის შემუშავებაში. საქართველოს ტერმინთბანკი აგროვებს ტერმინოლოგიის ბიბლიოგრაფიას, სადაც აღწერილია არა მხოლოდ ტერმინოლოგიური ლექსიკონები, არამედ ყველა სტატია, პრეზენტაცია და ინფორმაცია კი გარკვეულ წიგნში დართული ტერმინების ჩამონათვალის შესახებ. კერძოდ, ტექინფორმის დახმარებით ივსება ტერმინთბანკის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ნაწილი - ბიბლიოგრაფია.

ამ დროისთვის შესრულდა შემდეგი სამუშაო - ქართული ლექსიკოლოგიური ლიტერატურის ერთი ნაწილის (1823-1939 წლების) ბეჭდური ვერსია გადავიდა ელექტრონულ ფორმატში და ტერმინთ-ბანკში ბიბლიოგრაფიისთვის შემუშავებული ფორმატის მიხედვით დალაგდა. ბიბლიოგრაფია მოიცავს სხვადასხვა სახის ლექსიკონებს: განმარტებითი, დიალექტოლოგიური, ონომასტიკური,

ტერმინოლოგიური, უცხო სიტყვათა, ორთოგრაფიული და სხვ.

ბიბლიოგრაფია შედგენილია ექსელის ფორმატში და მოიცავს შემდეგ ველებს: გამოცემის სახელწოდება, ავტორი, დარგი, გამოცემის ადგილი, გამოცემის ტიპი, გამომცემლობა, გვერდების რაოდენობა, შენიშვნა, დამატებითი ინფორმაცია.

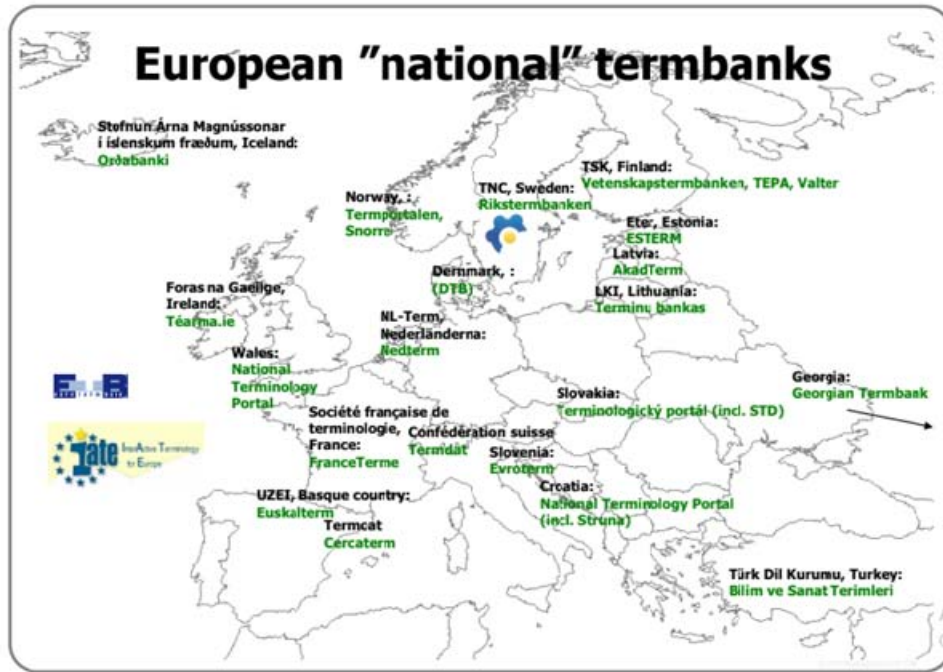
სამუშაოს ფარგლებში 2020 წლის 15 დეკემბერს ტექნიფორმა არნოლდ ჩიქობავას სახელობის ენათმეცნიერების ინსტიტუტთან ერთად ონლაინპლატფორმით ჩაატარა სამეცნიერო, საინფორმაციო სემინარი თემაზე - **„ტერმინოლოგიური პოლიტიკა და ქართული ტერმინთბანკი“**.

სემინარზე მოხსენებით გამოვიდნენ ინსტიტუტ ტექნიფორმის დირექტორი - ნელი მახვილაძე, არნოლდ ჩიქობავას სახელობის ენათმეცნიერების ინსტიტუტის სამეცნიერო ტერმინოლოგიისა და თარგმნითი ლექსიკონების განყოფილების ხელმძღვანელი - ლია ქაროსანიძე და ინსტიტუტ ტექნიფორმის სპეციალისტი - თეონა ლაფაური.

სამეცნიერო სემინარს ესწრებოდნენ მეცნიერები, სპეციალისტები, ექსპერტები, გამომცემლები ქვეყნის სხვადასხვა უნივერსიტეტიდან, სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუციებიდან, არასამთავრობო ორგანიზაციებიდან და სხვ.

წარმოგიდგინთ ამონარიდს ენათმეცნიერების ინსტიტუტის სამეცნიერო ტერმინოლოგიისა და თარგმნითი ლექსიკონების განყოფილების ხელმძღვანელის, ქ-ნი ლია ქაროსანიძის მოხსენებიდან:

„იუნესკოს მიერ მომზადებულ ტერმინოლოგიურ სახელმძღვანელოში წერია: **„ტერმინოლოგიის დაგეგმვასა და, განსაკუთრებით, ეროვნულ ტერმინოლოგიურ პოლიტიკაში ეროვნული ტერმინოლოგიის მონაცემთა ბაზა გამოიყენება, როგორც ერთ-ერთი პირველი დასაყრდენი ამ პოლიტიკის გასატარებლად“**. ეროვნული ტერმინოლოგიური ბაზა ევროპის მრავალმა ქვეყანამ ჯერ კიდევ წინა საუკუნის ბოლოს შექმნა. საქართველოში კი ქართული ტერმინთბანკის შექმნა 2014 წელს დაიწყო თსუ ენათმეცნიერების ინსტიტუტის, საქართველოს თავდაცვის სამინისტროსა და საქართველოს პარლამენტის ეროვნული ბიბლიოთეკის ერთობლივი პროექტით. ყოველ წელს მის განვითარებაში სხვა უწყებებიც იღებენ მონაწილეობას. 2020 წლიდან ქართული ტერმინთბანკის შექმნისა და განვითარების უმნიშვნელოვანეს საქმეში ჩაერთო ინსტიტუტი ტექნიფორმი. ქართული ტერმინთბანკის განვითარებას მხარს უჭერენ ევროპის ტერმინოლოგიური საზოგადოებები. ევროპის ტერმინთბანკის რუკაზე მონიშნულია ქართული ტერმინთბანკიც“.



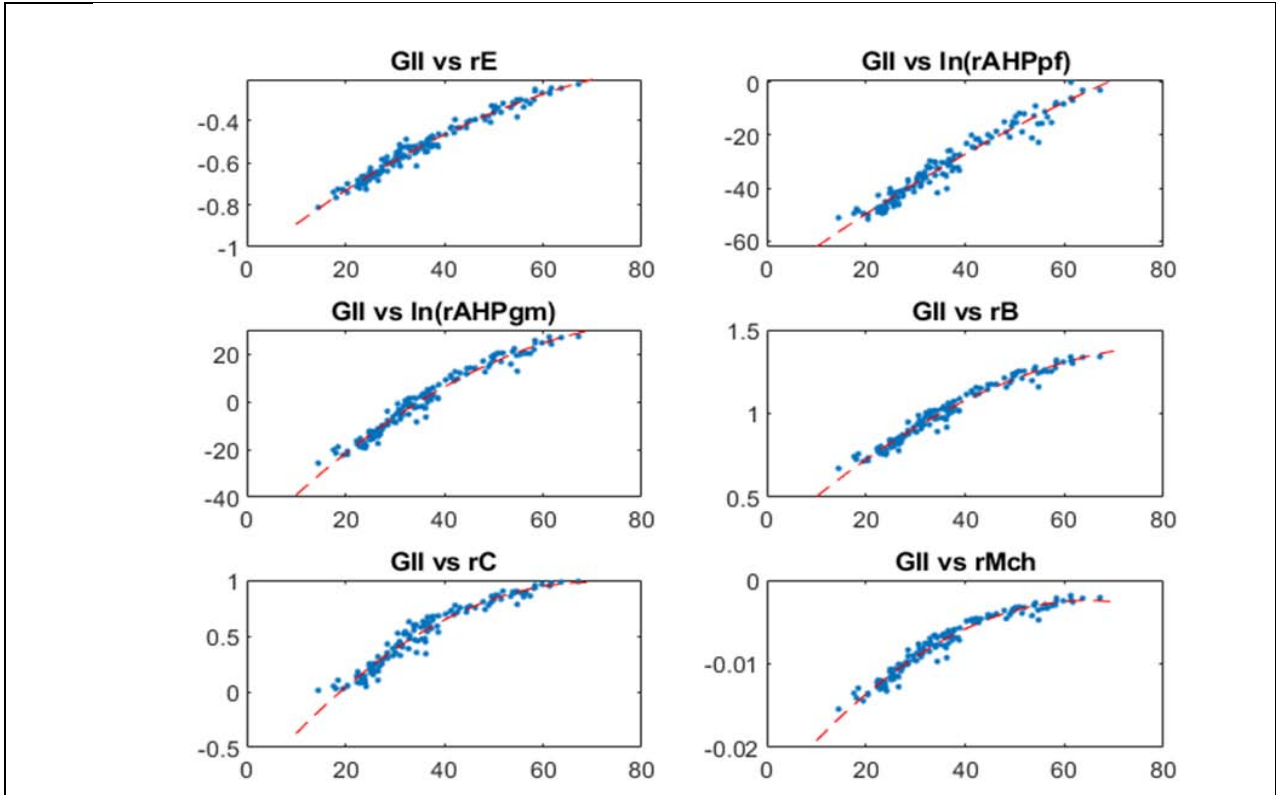
ნელი მახვილადე, ლია ქაროსანიძე, თეონა ლაფაური
ტერმინოლოგიური პოლიტიკა და ქართული ტერმინთბანკი

სემინარის ბოლოს გაიმართა დისკუსია, განიხილეს სხვადასხვა დარგის (სამეცნიერო მიმართულებების) ტერმინების მოძიებასთან და დადგენასთან დაკავშირებული პრობლემები, დაიგეგმა სამომავლო საქმიანობა.

სახელმწიფო რეგულაციის პირობებში საჭიროა ტერმინთმეცნიერებას მიენიჭოს კუთვნილი მნიშვნელობა, სხვა მასშტაბები, ყურადღება და კონტროლი ქვეყნის ხელისუფლების მხრიდან. ამის მაგალითები ბევრია ტექნიკურად და ტექნოლოგიურად განვითარებულ მცირე ქვეყნებში და საჭიროა მათი გამოცდილების შესწავლა-გაზიარება.

№	გარდამავალი პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიხედვით	პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები	პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მიხედვით)
1	2	3	4
1.6	<p>მიმართულება II.</p> <p>სამეცნიერო და ინოვაციური სფეროების მდგომარეობის და განვითარების ტენდენციების შეფასება სტატისტიკურ-მათემატიკური მოდელების</p>	2020 -2025 წწ.	<p>ი. გოგოძე ხელმძღვანელი და პასუხისმგებელი შემსრულებელი</p> <p>მ. ლოდელიანი</p> <p>ოპერატორი ნ. შოთაშვილი</p>

<p>მეთოდების გამოყენებით.</p> <p>1. საქართველოს ინოვაციური შესაძლებლობების პოზიციონირება მსოფლიოს სხვა ქვეყნებთან მიმართებაში.</p> <p>2. ეკონომიკის ინოვაციური განვითარების (მათემატიკურ-სტატისტიკურ-რიცხვითი) მოდელების შემუშავება.</p>		
<p>კვლევითი პროექტის 2020 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p>		
<p>საანგარიშო პერიოდში (2020 წ.) მიღებული შედეგები ქვემომართულებების მიხედვით შემდეგია:</p> <p>საქართველოს ინოვაციური შესაძლებლობების პოზიციონირება მსოფლიოს სხვა ქვეყნებთან მიმართებაში</p> <p>GII (გლობალური ინოვაციური ინდექსი) მონაცემთა ბაზის საფუძველზე განხორციელდა ქვეყნების წინასწარი რანჟირება ინოვაციური შესაძლებლობების მიხედვით ქვეყნების (მათ შორის საქართველოს) პოზიციონირებისთვის. რანჟირება განხორციელდა სხვადასხვა მეთოდით (იხ. ქვემომართულება 2). ჩატარებულმა ანალიზმა აჩვენა რომ ქვეყნების რანგი გარკვეულწილად (ძირითადად არაწრფივად GII რანჟირების მიმართ) დამოკიდებულია მეთოდზე რომლითაც ხორციელდება რანჟირება.</p> <p>ეკონომიკის ინოვაციური განვითარების (მათემატიკურ-სტატისტიკურ-რიცხვითი) მოდელების შემუშავება.</p> <p>ეროვნული ინოვაციური სისტემები (NIS) წარმოადგენენ მრავალგანზომილებიან რთულ სოციალურ-ეკონომიკურ სისტემებს, რომელთა დასახასიათებლად იყენებენ ინდიკატორთა საკმაოდ დიდ რაოდენობას რაც მნიშვნელოვნად ართულებს ანალიზს. გამარტივების ერთ-ერთი საშუალებაა აღნიშნული მრავალრიცხოვანი ინდიკატორების აგრეგირება. უნდა აღვნიშნოთ, რომ უშუალო „წრფივი“ აგრეგირება, როგორც მაგ. განხორციელებულია GII ინდექსში, ხშირად კრიტიკის საგანია.</p> <p>საანგარიშო პერიოდში განხორციელდა კვლევის წინა ეტაპზე მიღებული შედეგების ნაწილის (რანჟირების მეთოდები და მათი გამოყენება) მომზადება გამოსაქვეყნებლად (ინგლისურად თარგმნა-რედაქტირება), ხოლო სამუშაოთა მეორე ნაწილი (არქეტაპ-ანალიზის-მიდგომით NIS-ების დინამიკის ანალიზი) გრძელდება. გამოსაქვეყნებლად მომზადებულია სტატია: J. Gogodze. INNOVATIVE ADVANTAGES RANKING: IN-DEPTH ANALYSIS, და ამჟამად მიმდინარეობს შესაბამისი ჟურნალის მოძიება.</p> <p>განხორციელებული კვლევის შედეგების მოკლე აღწერილობა შემდეგია:</p> <p><i>NIS-ების რანჟირებათა მეთოდები</i></p> <p>განხორციელდა საანგარიშებანი სხვადასხვა მეთოდის აპრობაციისთვის, რომლებიც შეიძლება გამოყენებულ იქნეს NIS-ების რანჟირებისთვის. მიღებული ცალკეული შედეგები ილუსტრირებულია ნახატზე.</p>		



NIS-ების დინამიკის ანალიზი.

ხორციელდება NIS-ების დინამიკის აღმწერი განტოლებების პარამეტრთა იდენტიფიკაციის სამუშაოები. არსებით სირთულეს ამ ამოცანაში ქმნის საკმარისად მდგრადი პროცედურების შემუშავების აუცილებლობა პარამეტრების იდენტიფიცირებისთვის.

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები	პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1.7	<p>მიმართულება III.</p> <p>სამეცნიერო კვლევითი საქმიანობის პროდუქტიულობის შეფასება მეცნიერებათ-მზომელობის (scientometrics) მეთოდების გამოყენებით.</p> <p>ა) მეცნიერების სხვადასხვა დარგებში მომუშავე მეცნიერების და სამეცნიერო კოლექტივების ბიბლიომეტრული პარამეტრების</p>	2020 -2022 წწ.	<p>ხელმძღვანელი ლ. ჩობანიანი</p> <p>პასუხისმგებელი შემსრულებელი ფ. წოწკოლაური</p> <p>შემსრულებელი მ. ლებედევა</p> <p>ინფორმაციული უზრუნველყოფა ა. ფაცაცია</p> <p>ინფორმაციული</p>

შერჩევის და გამოთვლის სპეციალიზებული პროცედურების შემუშავება. ბ) ინოვაციური პროექტების პერსპექტიულობის შეფასება.		უზრუნველყოფა ა. ბერიძე
გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2020 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)		
<p>ა) მეცნიერების სხვადასხვა დარგებში მომუშავე მეცნიერების და სამეცნიერო კოლექტივების ბიბლიომეტრული პარამეტრების შერჩევის და გამოთვლის სპეციალიზებული პროცედურების შემუშავება.</p> <p>სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობის პროდუქტიულობის შეფასების ინფორმაციულ საფუძველს წარმოადგენს სამეცნიერო ინფორმაციის მონაცემები რომელიც ასახულია საერთაშორისო მონაცემთა ბაზებში WEB of Science, Scopus, Scholar Google.</p> <p>WEB of Science ის მონაცემთა ბაზების (Core Collection) საფუძველზე ტექინფორმში შექმნილია და ფუნქციონირებს ქართველ მეცნიერთა პუბლიკაციების მონაცემთა ბაზა.</p> <p>საანგარიშო პერიოდში დასრულდა სამეცნიერო ციტირების ქართული ინდექსის ფორმირების მეთოდის შემუშავება სამეცნიერო პუბლიკაციების ინდექსაციის DOI (Digital Object Identifier) სისტემის და კვლევების რეგისტრაციის საერთაშორისო სისტემის ORCID (Open Researcher and Contributor ID) გამოყენებით. საანგარიშო წელს კვლევითი საქმიანობების აქტივობების დახასიათებისათვის განიხილებოდა ტექინფორმში განხორციელებული სამეცნიერო კვლევები. მათი ინოვაციური პოტენციალის შეფასებები ხორციელდებოდა საპატენტო მონაცემთა ბაზებში ასახული კვლევითი პროექტების შედეგების და თემატიკის შესწავლის საფუძველზე.</p> <p>კვლევის ეფექტიანობის ანალიზის ჩატარება შესაძლებელია SCOPUS-ის მონაცემთა ბაზების ან Clarivate Analytics-ის მონაცემთა ბაზების საფუძველზე, როგორცაა: Web of Science, Derwent World Patents Index (DWPI) და Derwent Patents Citations Index (DPCI).</p> <p>კვლევების ეფექტიანობის ანალიზისათვის SCOPUS სისტემის გამოყენება გულისხმობს SciVal ინსტრუმენტის გამოყენებას. SciVal - არის ონლაინ ინსტრუმენტი, რომელიც ბიბლიომეტრული მეთოდით კვლევის შედეგების მიდწევის საშუალებას იძლევა. მისი გამოყენებით წარმოებს კვლევის შედეგების ვიზუალიზაცია და კვლევების ტენდენციების ანალიზი.</p> <p>Scopus-ის მონაცემთა ბაზები აერთიანებს 43.7 მლნ-ზე მეტ საპატენტო დოკუმენტს. დოკუმენტებს, რომელიც გამოქვეყნებულია 5 საპატენტო უწყების მიერ:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ინტელექტუალური საკუთრების მსოფლიო ორგანიზაცია (World Intellectual Property Organization - WIPO) 2. ევროპული საპატენტო უწყება (European Patent Office - EPO) 3. აშშ -ის საპატენტო უწყება (United States Patent and Trademark Office -USPTO) 4. იაპონიის საპატენტო უწყება (Japan Patent Office - JPO) 5. დიდი ბრიტანეთის ინტელექტუალური საკუთრების საპატენტო უწყება (Intellectual Property Office GOV.UK - IPO.GOV.UK). <p>SCIVAL ინსტრუმენტი გამოიყენება SCOPUS-ის მონაცემთა ბაზებში, რომლებიც აერთიანებს საპატენტო დოკუმენტებში სამეცნიერო პუბლიკაციების ციტირების მონაცემებს, ასევე სხვა</p>		

საპატენტო დოკუმენტების ციტირების მონაცემებსაც. ყოველივე ეს განსაზღვრავს კავშირებს სამეცნიერო კვლევებსა და საპატენტო კვლევებს შორის, რაც სამეცნიერო კვლევების შედეგების პრაქტიკული გამოყენების პერსპექტიულობის შეფასების საშუალებას იძლევა.

ამასთან ერთად SCOPUS-ის მონაცემთა ბაზების საფუძველზე სამეცნიერო-ტექნიკური კვლევების მონაცემების შესაბამისი საპატენტო დოკუმენტების ძიების მაღალი მაჩვენებლების მიღწევა უკიდურესად ძნელია.

ამის ძირითად მიზეზს წარმოადგენს ის, რომ საპატენტო და სამეცნიერო ინფორმაციის კლასიფიკაციის სისტემები სხვადასხვა პრინციპით არის აგებული.

ეს სიძნელეები მნიშვნელოვანი ხარისხით უმნიშვნელოა Clarivate Analytics-ის მონაცემთა ბაზებში: Web of Science, Derwent World Patents Index (DWPI) და Derwent Patents Citations Index (DPCI) .

საპატენტო მონაცემთა ბაზებში Derwent World Patents Index (DWPI) და Derwent Patents Citations Index (DPCI) მოცემულია რეფერატები და საკვანძო სიტყვები, რის შედეგადაც შესაძლებელი გახდა შესაბამისობის დადგენა სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოების ბიბლიოგრაფიული აღწერების რეფერატებთან და საკვანძო სიტყვებთან.

ბ) ინოვაციური პროექტების პერსპექტიულობის შეფასება.

გაფართოებული მონაცემთა ბაზების საფუძველზე ტექნიკურში შემუშავდა სამეცნიერო-კვლევითი პროექტის აქტუალობის ანალიზის მეთოდიკა - რელევანტური IPC (International Patent Classification) ინდექსების განსაზღვრის, აგრეთვე უფრო მეტად ციტირებული საპატენტო დოკუმენტების, რაც პერსპექტიული კვლევების გაგრძელების საშუალებას იძლევა.

IPC ინდექსებთან უფრო მეტად შესაბამისი თემატიკის განსაზღვრისათვის წარმოდგენილი პროექტის ფარგლებში გამოკვლეულ იქნა სხვადასხვა თემატიკისათვის ცალკეულ დოკუმენტებზე ციტირების საშუალო რაოდენობის აღრიცხვის შესაძლებლობა. ასევე შემოღებულ იქნა რელევანტური კრიტერიუმების მეშვეობით IPC თემატიკის ციტირების ეფექტიანობის დამატებითი პარამეტრები.

ანალიზის შედეგად გამოვლენილი მაღალრეიტინგული დოკუმენტები და გამოგონებათა საერთაშორისო კლასიფიკაციის ინდექსები განთავსდება ტექნიკურის სამეცნიერო-ტექნიკური პროექტების მონაცემთა ბაზებში, როგორც შესაბამისი პროექტის ბიბლიოგრაფიული აღწერის ველი, რომელიც მიღწევადია როგორც პროექტის შემსრულებლებისთვის, ასევე მეცნიერების მართვის ორგანოებისათვის.

საპატენტო დოკუმენტების და IPC თემატიკის შესაბამისობის განსაზღვრისას უპირატესობა მიენიჭა დროის მიხედვით აქტიურობის მზარდ დოკუმენტებს და ციტირების მაღალი ინდექსების მქონე დოკუმენტებს, ბოლო წლებში გამოქვეყნებულ პუბლიკაციებს. გარდა ამისა, ანალიზის შედეგად შესაძლებელი გახდა პატენტების ეკონომიკის სფეროების მიხედვით და გეოგრაფიული განაწილების რუკის გენერირება. ეს თავის მხრივ შესაძლებლობას იძლევა განისაზღვროს სამეცნიერო-ტექნიკური თანამშრომლობის საგნობრივი სფერო და გეოგრაფია.

ტექნიკურში შემუშავებული სამეცნიერო-ტექნიკური პროექტების აქტუალობის ანალიზის სისტემის ამოცანები ანალოგიურია Clarivate Analytics-ის მიერ დიდი პროექტებისათვის შემუშავებული THEMESCAPE ინსტრუმენტარის და მისი ამოცანების. THEMESCAPE ინსტრუმენტების მეშვეობით ანალიზის ჩატარება ძალიან ძვირია, და ამ ინსტრუმენტების Clarivate Analytics-ის მონაცემთა ბაზების ჩვენი ხელმძღვრებისთვის მათი გამოყენება არ არის შესაძლებელი.

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1.8	<p>მიმართულება IV.</p> <p>აგრარული სფეროს საინფორმაციო-ანალიზური სისტემის საინფორმაციო-ტექნოლოგიური უზრუნველყოფის შემუშავება FAO სტანდარტებისა და დებულებების და GODAN-ის საფუძველზე.</p> <p>საერთაშორისო დონეზე აგრარული სფეროს ქართველ მეცნიერთა პუბლიკაციების ხელმისაწვდომობის გაზრდა (შრომების ექსპორტირება FAO AGRIS-ის ელექტრონულ სივრცეში, თეზაურუს AGROVOC-ში ტერმინების მიწოდებაში).</p>	2020 -2025 წწ.	<p>ნ. მახვილაძე - ხელმძღვანელი პასუხისმგებელი შემსრულებელი</p> <p>თ. ჩუბინიშვილი - პასუხისმგებელი შემსრულებელი</p> <p>ე. პავლოვიჩი - შემსრულებელი</p> <p>მ. რაზმაძე - შემსრულებელი</p> <p>ც. დოსმიშვილი - შემსრულებელი</p> <p>მ. ლებედევა - შემსრულებელი</p> <p>ნ. ჯავახაძე - მთარგმნელი</p> <p>ა. ბერიძე - პროგრ. უზრუნველყოფა</p>
<p>გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2020 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p>			
<p>აგროსაინფორმაციო სისტემის განვითარებისათვის</p> <p>ქვეყანაში სოფლის მეურნეობა პრიორიტეტულ მიმართულებასა და აღიარებული. მაგრამ მიუხედავად იმისა, რომ სოფლის მეურნეობის განვითარებისათვის საკმაოდ დიდი ფინანსური რესურსი დაიხარჯა როგორც სახელმწიფოს, ასევე დონორი ორგანიზაციების მიერ სოფლის მეურნეობა მაინც მნიშვნელოვანი გამოწვევების წინაშე დგას. სოფლის მეურნეობის განვითარების 2021-2027 წლების სახელმწიფო სტრატეგია დარგის სისუსტედ, გარდა ინფრასტრუქტურისა, კვლავ უნარ-ჩვევებსა და ცოდნას, ტექნოლოგიებზე შეზღუდულ ხელმისაწვდომობას ასახელებს. აგრეთვე ფორბსის ანალიზით, სოფლის მეურნეობის სფეროში და საერთოდ ქვეყანაში, ერთ-ერთი მტკივნეული საკითხი არის ცოდნის და პროფესიონალების ნაკლებობა.</p> <p>სოფლის მეურნეობის განვითარების სტრატეგიაში (2017-2020 წწ.) მითითებულია მრავალ გამოწვევაზე, მ.შ. ინფორმირებულობისა და საკონსულტაციო მომსახურების დაბალი დონე (შეზღუდული ხელმისაწვდომობა), ახალი ტექნოლოგიების სიმწირე, ინტერნეტის დაბალი სიჩქარე ან ხელმიუწვდომლობა რეგიონებში და ა.შ.</p> <p>ამდენად, ქვეყანაში განსაკუთრებული მნიშვნელობა აგროსაინფორმაციო სისტემის არსებობას და განვითარებას ენიჭება, რომელიც უზრუნველყოფს აგროინფორმაციის გენერირებას, დამუშავებასა და გავრცელებას როგორც ქვეყნის შიგნით ასევე მის გარეთ, და აგრეთვე ფერმერთათვის ცოდნის გამოყენების მხარდაჭერას. აგროინფორმაცია არის აუცილებელი ფაქტორი სისტემაში ცოდნის გავრცელებისათვის.</p> <p>საქართველოში აგროსაინფორმაციო სისტემის კომპონენტებია - ცოდნის გავრცელების სამსახურები, მათ შორის ინფორმაციის ინსტიტუტი ტექნიფორმი, გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის</p>			

სამინისტრო, სოფლის მეურნეობის ეროვნული სამეცნიერო აკადემია, სოფლის მეურნეობის სამეცნიერო-კვლევითი ცენტრი, აგრარული პროფილის უნივერსიტეტები, კვლევითი ინსტიტუტები, არასამთავრობო ორგანიზაციები, საკონსულტაციო ცენტრები, ფერმერთა გაერთიანებები, კოოპერატივები და სხვ.

აგროსაინფორმაციო სისტემის განვითარებისათვის ინსტიტუტი ტექნიკური იყენებს ორ გზას:

შიდასაინფორმაციო ქსელებითა და საერთაშორისო საკომუნიკაციო ქსელებით საინფორმაციო უზრუნველყოფას.

შიდასაინფორმაციო ქსელების გამოყენებით ინსტიტუტი აწოდებს სისტემის მომხმარებლებს (აგროსფეროს მეცნიერები, სპეციალისტები, ფერმერთა გაერთიანებები და ა.შ.) საერთაშორისო ქსელებში განთავსებულ სამეცნიერო ინფორმაციას, ხოლო საერთაშორისო გზებით ავრცელებს ქვეყანაში გამოქვეყნებულ სამეცნიერო ინფორმაციის ნაკადს და განათავსებს აგროსფეროს სხვადასხვა საერთაშორისო და რეგიონულ სისტემებში.

სამეცნიერო - საინფორმაციო ნაკადის გავრცელება FAO AGRIS-ის სისტემაში

გაეროს სურსათისა და სოფლის მეურნეობის ორგანიზაციასთან FAO თანამშრომლობის ფარგლებში გრძელდება ინფორმაციის მიწოდება საქართველოში სოფლის მეურნეობისა და მის მომიჯნავე დარგებში შესრულებული სამეცნიერო შრომების, კონფერენციების, მონოგრაფიების, წიგნების და მათ შორის რუხი ლიტერატურის შესახებ სოფლის მეურნეობის მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების საერთაშორისო სისტემაში AGRIS-ი განსათავსებლად. აღნიშნული უზრუნველყოფს საქართველოს მეცნიერების ნაშრომების გავრცელებას საზღვარგარეთ.

მიმდინარე წლის განმავლობაში მონაცემების სწრაფი და ხარისხიანი დამუშავებისათვის შემოწმებული და შერჩეული იქნა მრავალი მზა პროგრამული უზრუნველყოფა (პლატფორმა - EndNote, Mendeley, Zotero და სხვ.) რომლის გამოყენებითაც შესაძლებელია ბიბლიოგრაფიული მონაცემების ერთ სივრცეში შეკრება და დახარისხება. მრავალი მცდელობების და ინფორმაციის AGRIS-ში მრავალჯერადი გადაგზავნის შედეგად გამოვლინდა, რომ ამ პროგრამულ უზრუნველყოფებს შორის ყველაზე მართებული აღმოჩნდა უფასო და ღია კოდის პრ. უზრუნველყოფა Zotero. განხორციელდა ამ პროგრამული უზრუნველყოფის შესწავლა და გამართვა ინსტიტუტის ბაზაზე. Zotero ძალიან მარტივი და ამავდროულად მრავალი ფუნქციის მქონე პროგრამაა, ამასთან ერთად მისი ინტეგრირება შესაძლებელია ინტერნეტ ბრაუზერში, როგორებიცაა Mozilla Firefox და Google Chrome-ი (გაფართოებების საშუალებით). მასში ბიბლიოგრაფიული მონაცემების შეტანა შესაძლებელია ორი გზით: ბიბლიოგრაფიული მონაცემების შესაბამისი ველების შევსება ხელით (იმ შემთხვევაში, როდესაც არ გაგვაჩნია სამეცნიერო ნაშრომის ელექტრონული ვარიანტი) ან სამეცნიერო ნაშრომის არსებული PDF ფაილის ატვირთვა Zotero სისტემაში, საიდანაც სისტემა კრეფს საჭირო ბიბლიოგრაფიულ მონაცემებს და აგენერირებს შევსებულ ბიბლიოგრაფიულ ველებს PDF ფაილის მიხედვით. ამ შემთხვევაში გამოყენებული იქნა ინფორმაციის შეტანის ორივე გზა. ამის გარდა სისტემა Zotero ითხოვს ბმულებს სამეცნიერო ნაშრომების სრულ ტექსტებზე (PDF ფაილების სახით) ინსტიტუტის ოფიციალურ ვებ-გვერდზე.

AGRIS-ში ინფორმაციის სრულყოფილად განსათავსებლად, რაც გულისხმობს ბიბლიოგრაფიულ მონაცემებთან ერთად სრულ ტექსტებზე ბმულებით უზრუნველყოფას ინსტიტუტის ოფიციალურ ვებ-გვერდის ბაზაზე შეიქმნა ცალკე სივრცე სრული ტექსტების განსათავსებლად (<https://files.techinformi.ge/>), სადაც ყველა თანამშრომელს გააჩნია საკუთარი რეკვიზიტი (მომხმარებლის სახელი და პაროლი) ინფორმაციის შეტანისა და კორექტირებისათვის. წელს სისტემაში

განთავსებულ იქნა 500-მდე ნაშრომის PDF-ფაილები.

ამის გარდა, Zotero სისტემაში ყველა დოკუმენტის საკვანძო სიტყვა სავალდებულოა შეთანხმებული იქნეს მრავალენოვანი თეზაურუსის AGROVOC-ის ტერმინებთან (რაც მომავალში ხელს უწყობს ნაშრომს ძიებადი და ხილვადი იყოს ინტერნეტ სივრცეში). შესაბამისად თითოეული ნაშრომის ავტორისეული საკვანძო სიტყვების შესატყვისები მოძიებული იქნა თეზაურუსში და შეტანილი იქნა Zotero-ს შესაბამის ველებში. 2020 წელს მომზადდა 500 ბიბლიოგრაფიული ჩანაწერი, საკვანძო სიტყვებით AGROVOC-ის მიხედვით და სრულ ტექსტებზე ბმულებით. შესაბამისი XML-ფაილები გადაგზავნილი იქნა სოფლის მეურნეობის მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების საერთაშორისო სისტემა AGRIS-ში განსათავსებლად.

AGRIS, the International System for Agricultural Science and Technology

სოფლის მეურნეობის კვლევებისა და ტექნოლოგიების საერთაშორისო საინფორმაციო სისტემა - ეს არის უმსხვილესი საინფორმაციო სისტემა, რომლის მიზანია - ხელი შეუწყოს მსოფლიოს ქვეყნებში სოფლის მეურნეობისა და სურსათის პრობლემის შესახებ ინფორმაციის შეგროვების, დამუშავებისა და გავრცელების კოორდინაციას.

AGRIS-ის სისტემაში თავმოყრილია პუბლიკაციები, ჟურნალის სტატიები, მონოგრაფიები, რუხი ლიტერატურა - მათ შორის, სამეცნიერო და ტექნიკური ანგარიშები, თეზისები, დისერტაციები, კონფერენციების მასალები სოფლის მეურნეობისა და მის მომიჯნავე მეცნიერებების სფეროში მთელი მსოფლიოს მასშტაბით.

აღსანიშნავია, რომ 2020 წელს AGRIS-ში საგრძნობლად გაიზარდა 150 ქვეყნის 450 მონაცემთა პროვაიდერის (მ.შ. საქართველოდან) მიერ გაგზავნილი მასალების რაოდენობა და შესაბამისად AGRIS-ის კოლექცია 12 მილიონზე მეტ ჩანაწერს შეადგენს. გარდა ამისა, ამ სისტემაში ვიზიტების რაოდენობა 2019 წელთან შედარებით 25%-ით გაიზარდა. სამიზნო სისტემა კვლავ ხელმისაწვდომია <https://agris.fao.org/>.

ინსტიტუტის მიერ ქართულად ითარგმნა და ელექტრონულად გამოიცა AGRIS-ის მომხმარებლის გზამკვლევი **AGRIS User Guide**, რომელიც უახლოეს მომავალში განთავსდება ტექნიფორმის საიტზე.

AGROVOC-ის მრავალენოვანი თეზაურუსი

FAO-სთან შეთანხმების საფუძველზე, 2016 წლიდან ტექნიფორმში იქმნება მრავალენოვანი თეზაურუსის AGROVOC-ის ქართული ვერსია (ამჟამად 40 ენაზე), რომელსაც აქვეყნებს FAO მრავალი ქვეყნის სპეციალისტებთან/ინსტიტუტებთან თანამშრომლობით და რომელიც მოიცავს ტერმინოლოგიას FAO-ს საქმიანობის ყველა სფეროდან - სოფლის მეურნეობა, გარემოს დაცვა, სურსათის უსაფრთხოება და ა.შ. თეზაურუსში ასევე შედის ცხოველთა და მცენარეების სისტემატიკა, ბიოლოგიური ცნებები და ქვეყნების გეოგრაფიული სახელები, მდინარეები, ტბები და ა.შ. დღეს AGROVOC შეიცავს 40 ათასზე მეტ ტერმინს ძირითად ინგლისურ ენაზე. AGROVOC არის მუდმივად განახლებადი და აქტუალიზებადი ლექსიკონი.

თეზაურუსს AGROVOC-ი ტექნიფორმი იყენებს FAO-ს სადეპოზიტო ბიბლიოთეკაში გამოცემების ინდექსირებისათვის, AGRIS-ის მონაცემთა ბაზაში განთავსებული ქართული პუბლიკაციების ინდექსაციისთვის და აგრეთვე, ინფორმაციის დამუშავების პროცესში, როგორც სტანდარტული ტერმინების ტერმინოლოგიურ საფუძველს.

თეზაურუსის ტერმინოლოგია შეთანხმებულია შესაბამისი დარგების სპეციალისტებთან, ასევე

ენათმეცნიერების ინსტიტუტთან.

2020 წელს AGROVOC-ის ოფიციალურ ვებ-გვერდზე (<http://www.fao.org/agrovoc/>) შეტანილ იქნა და გამოქვეყნდა 14 700-ზე მეტი ქართული ტერმინი. ამჟამად, თეზაურუსი შეიცავს 28 134 ცნებას ქართულ ენაზე, რაც ძირითად ინგლისურ ენაზე არსებული ყველა ცნების 75%-ს შეადგენს. მიმდინარეობს სამუშაოები თეზაურუსის ქართული ენდემური სახეობებით, საქართველოს გეოგრაფიული ტერმინებით, აგრეთვე ქართული ტრადიციული პროდუქტების სახელწოდებებით გასამდიდრებლად.

წელს შესრულდა FAO-ს მიერ მომზადებული თეზაურუსის AGROVOC-ი ბროშურის თარგმანი ქართულ ენაზე **AGROVOC სურსათისა და სოფლის მეურნეობის სფეროს ურთიერთდაკავშირებული ცნებების ჰაბი**, რომელიც ასევე 25 ენაზეა ხელმისაწვდომი.

ბროშურა ქართულ ენაზე განთავსებულია ტექნიფორმის საიტზე [https://files.techinformi.ge/\\$/RGrea](https://files.techinformi.ge/$/RGrea)
ქართული რეფერატული ჟურნალი (ქრჟ)

მომზადდა და გამოიცა პოლითემატური რეფერატული ჟურნალები, სადაც ერთი რუბრიკა ეძღვნება აგრარულ და მის მომიჯნავე სფეროებს. ჟურნალებში ასახულია საქართველოში გამოცემული უახლესი პუბლიკაციების რეფერატები, ქართულ და ინგლისურ ენებზე. რეფერატები აგრეთვე განთავსებულია მონაცემთა ბაზაში - **საქართველოს სამეცნიერო პუბლიკაციები** (www.techinformi.ge).

FAO-ს სადეპოზიტო ბიბლიოთეკა

მიმდინარეობს FAO-ს სადეპოზიტო ბიბლიოთეკის ელექტრონული კატალოგის პერმანენტული განახლება და აგროსაინფორმაციო ქსელის მომხმარებელთა ინფორმირება სპეციალური საინფორმაციო ბიულეტენის გავრცელების საშუალებით.

ეროვნული სადეპოზიტო ბიბლიოთეკა ტექნიფორმის ბაზაზე FAO-ს მხარდაჭერით 2000 წელს დაფუძნდა, დღეისათვის საბიბლიოთეკო ფონდი 2400-მდე ერთეულს შეიცავს.

FAO-ს სადეპოზიტო ბიბლიოთეკის ლიტერატურის ელექტრონული კატალოგი განთავსებულია ტექნიფორმის საიტზე, რომლის თითოეული ჩანაწერი ინდექსირებულია ნორმალიზებული საკვანძო სიტყვებით AGROVOC-ის თეზაურუსიდან ინგლისურ და ქართულ ენებზე.

აგროსაინფორმაციო შიდა ქსელით მომსახურება

ტექნიფორმის ბაზაზე შექმნილი შიდა ქსელით ინფორმაციული მომსახურება ითვალისწინებს სოფლის მეურნეობის სფეროს უცხოური და ადგილობრივი სიახლეების, ტექნოლოგიების, ახალი გამოცემული წიგნების, სახელმძღვანელოების, პრაქტიკული რჩევებისა და სხვა აქტივობების შესახებ კოოპერატივების, საინფორმაციო-საკონსულტაციო სამსახურების, მწარმოებლებისა და ფირმების, ბიბლიოთეკების, მეცნიერთა და სპეციალისტთა ინფორმაციულ უზრუნველყოფას. მომავალში გათვალისწინებულია რაიონული გაზეთების პლატფორმის გამოყენებით უშუალოდ სოფლის მოსახლეობისთვის ინფორმაციის მიწოდება.

FAO-ს სადეპოზიტო ბიბლიოთეკისა და AGRIS-ის საერთაშორისო სისტემის საინფორმაციო მასალის ბაზაზე წელს მომზადდა და გავრცელდა სპეციალური ბიულეტენი შიდა ქსელისათვის. ბიულეტენი სხვა სიახლეებთან ერთად აგრეთვე მოიცავს კოვიდ-19 პანდემიასთან დაკავშირებულ საკითხებს, როგორცაა, მაგ.

What is the impact of COVID-19 disease on agriculture? Scientia Agropecuaria vol. 11, no.1, Trujillo ene./mar 2020. Versión impresa ISSN 2077-9917

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172020000100003&script=sci_arttext&tlng=en

რა ზემოქმედებას ახდენს COVID-19-ს დაავადება სოფლის მეურნეობაზე?

<http://www.fao.org/news/story/en/item/1297986/icode/>

FAO launches the new COVID-19 Response and Recovery Programme outlining seven key priority areas.

FAO იწყებს ახალი COVID-19 რეაგირებისა და აღდგენის პროგრამას, რომელიც ასახავს შვიდ ძირითად პრიორიტეტულ მიმართულებას.

Eating well for good health. Lessons on nutrition and healthy diets. Valeria Menza, Claudia Probart., 2013, FAO, Rome. 1-360 pp. ISBN 978-92-5-107610-1, ISBN 978-92-5-107611-8. ზიბ./L. Job/# E=65.01.33= 655/44

კარგი კვება ჯანმრთელობისთვის. კვებისა და ჯანსაღი დიეტის გაკვეთილები.

გარდა ამისა საინფორმაციო მომსახურების ფარგლებში მომზადდა სხვადასხვა დაკვეთა (შენაკრების სახით მომზადდა შემდეგი ინფორმაცია - როგორცაა მაგ. ირიგაცია-დრენაჟი და წყლის მეურნეობა საქართველოში, Biodiversity for Agriculture, Alcohol & non Alcohol technology (Hand & soft drinks. Beverenge), ნიადაგის ნაყოფიერების (ვარგისიანობის) შეფასების ლაბორატორიული კვლევა და სხვ.).

საერთაშორისო და რეგიონულ ორგანიზაციებთან კავშირუროთიერთობა

ტექნიკორმი ასევე ჩართულია ASFA-ს (Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts - თევზისა და წყლის მეცნიერების შესახებ რეფერატული მონაცემთა ბაზა) მონაცემთა ბაზების საინფორმაციო სისტემაში, არის GODAN-ის (Global Open Data for Agriculture and Nutrition: GODAN), CENN-ის (CENN - Caucasus Environmental NGO Network) და სხვა ქსელების წევრი და სისტემატურად იღებს მათგან აგროსფეროს სიახლეებს.

კვლევის განვითარების პერსპექტივები

ათვისებული ტექნოლოგიების შიდა და საერთაშორისო ქსელების გამოყენებით გათვალისწინებულია:

- სოფლის მეურნეობის კვლევითი და სასწავლო დაწესებულებების ბაზაზე ტრენინგებისა და სემინარების ჩატარება:
 - ✓ სოფლის მეურნეობის სფეროს სამეცნიერო პერიოდული გამოცემებისათვის ინფორმაციის საერთაშორისო სტანდარტების მიხედვით მომზადების შესახებ,
 - ✓ სოფლის მეურნეობის საერთაშორისო მონაცემთა ბაზების და ქსელების (AGRIS, AGROVOC, ASFA, GODAN) ინფორმაციით სარგებლობის შესახებ,
- საქართველოს რეგიონების მზაობის ანალიზის ჩატარება ინფორმაციული უზრუნველყოფის თანამედროვე ფორმების დანერგვისადმი და მათი სრულყოფის ღონისძიებების შემუშავება.

4. უცხოური გრანტებით დაფინანსებული სამეცნიერო პროექტები

№	დასრულებული (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი, დამფინანსებელი ორგანიზაცია/ სამეცნიერო ფონდი, ქვეყანა	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	<p>პროექტის დასახელება: „აღმოსავლეთ ევროპასა და ცენტრალურ აზიაში Access to Scientific Information Resources in Agriculture (ASIRA)-ს (სოფლის მეურნეობის სამეცნიერო ინფორმაციულ რესურსებზე წვდომა) მეშვეობით, სოფლის მეურნეობის სექტორში სამეცნიერო პუბლიკაციების შესახებ ცოდნის დონის ამაღლების და სამეცნიერო კვლევების შესახებ ინფორმაციის ხელმისაწვდომობის უზრუნველყოფის თაობაზე“.</p> <p>სამეცნიერო მიმართულება: პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი: N1946 _FAO_211349192; დამფინანსებელი ორგანიზაცია: გაეროს სურსათისა და სოფლის მეურნეობის ორგანიზაცია (FAO)/ იტალია, რომი.</p>	<p>2019 წლის დეკემბერი - 2020 წლის ნოემბერი.</p>	<p>ნელი მახვილაძე - პროექტის ხელმძღვანელი, მარინა რაზმაძე - პროექტის თანახელმძღვანელი, თეიმურაზ ჩუბინიშვილი - კონსულტანტი, ევა პავლოვიჩი - AGROVOC თეზაურუსის მთავარი რედაქტორი ნანა ჯავახაძე - თარჯიმანი ვალერი სარჯველაძე - თარჯიმანი ირინა ბედინაშვილი - რეფერატების რედაქტორი მარინა ლებედევა - AGRIS მონაცემთა ბაზაში მონაცემთა რეგისტრატორი</p>
<p>დასრულებული კვლევითი პროექტის 2020 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p>			
<p>2019 წლის დეკემბრის თვეში საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინსტიტუტ ტექნიფორმსა და გაეროს სურსათისა და სოფლის მეურნეობის ორგანიზაციას (FAO)-ს შორის გაფორმდა და ხელი მოეწერა სამეცნიერო გრანტს - აღმოსავლეთ ევროპასა და ცენტრალურ აზიაში ASIRA-ს (წვდომა სოფლის მეურნეობის სამეცნიერო ინფორმაციულ რესურსებზე) მეშვეობით, სოფლის მეურნეობის სექტორში სამეცნიერო პუბლიკაციების შესახებ ცოდნის დონის ამაღლებასა და სამეცნიერო კვლევებზე ინფორმაციის ხელმისაწვდომობის უზრუნველყოფის თაობაზე. (“Raising awareness in scientific publishing in agriculture and providing capacities to access to information in agricultural research through Access to Scientific Information Resources in Agriculture (ASIRA) in Eastern Europe and Central Asia”).</p> <p>სამეცნიერო გრანტის ფარგლებში ინსტიტუტ ტექნიფორმის მიერ 2020 წელს ჩატარდა 2 ადგილობრივი და 2 საერთაშორისო ტრენინგი/სწავლება სოფლის მეურნეობის დარგში საერთაშორისო სამეცნიერო მონაცემთა ბაზებთან წვდომის და მათი სარგებლობის საკითხებზე. ამის გარდა სამეცნიერო შრომების საერთაშორისო სტანდარტში მოყვანის და AGRIS-ის მონაცემთა ბაზაში</p>			

მათი ასახვის და დარეგისტრირების თაობაზე. ღონისძიებებში მონაწილეობდნენ საქართველოს სოფლის მეურნეობის აკადემიის მეცნიერები, გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტროს წარმომადგენლები, საქართველოს უნივერსიტეტების და ინსტიტუტების მეცნიერები, ბიბლიოთეკარები, გამომცემლები, სოფლის მეურნეობის დარგის სპეციალისტები და სხვ.

გრანტის ფარგლებში ტექნიფორმა სოფლის მეურნეობის მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების საერთაშორისო საინფორმაციო სისტემაში - AGRIS განათავსა 500 სამეცნიერო ნაშრომის რეფერატი ინგლისურ ენაზე, სრულ ტექსტებზე ბმულების უზრუნველყოფით. რეფერატები დარეგისტრირებულია მონაცემთა ბაზაში და საკვანძო სიტყვები შესაბამისობაშია საერთაშორისო მრავალენოვან თეზაურუსთან AGROVOC, რომლის ოფიციალური და ერთადერთი რედაქტორი საქართველოდან ინსტიტუტი ტექნიფორმა. 2020 წელს ინსტიტუტმა საერთაშორისო თეზაურუსი 2000-მდე ქართული ტერმინით გაამდიდრა.

AGRIS - სოფლის მეურნეობის მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების საერთაშორისო სისტემა - არის საინფორმაციო სისტემა (მრავალენოვანი ბიბლიოგრაფიული მონაცემების ბაზა), რომელიც უზრუნველყოფს მსოფლიოს მასშტაბით სურსათისა და სოფლის მეურნეობის სფეროში განხორციელებული კვლევის შედეგებსა და ტექნიკური ინფორმაციის მდიდარ კოლექციაზე ხელმისაწვდომობას. AGRIS-ში ჩანაწერების უმეტესობა ინდექსირებულია AGROVOC-ის (FAO-ს მრავალენოვანი თეზაურუსი) საშუალებით/ გამოყენებით და ინდექსირდება Google Scholar-ში.

ტექნიფორმა საქართველოში AGRIS-ის ეროვნულ ცენტრს წარმოადგენს 2000 წლიდან, ხოლო წელს გრანტის ფარგლებში განხორციელებული შედეგების და შეფასებების შედეგად მას **ჰაბის წოდება** მიენიჭა სოფლის მეურნეობის დარგში სამეცნიერო ინფორმაციის გავრცელებისა და გაძლიერების საკითხებში.

6. ელექტრონული პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

6.3. კრებულები

№	ავტორი/ავტორები	კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	მ. კოპალეიშვილი ნ. მახვილაძე თ. ჩუბინიშვილი ი. ბედინაშვილი ნ. ჩხაიძე მ. ლოდელიანი ვ. სარჯველაძე ნ. ჯავახაძე ფ. წოწკოლაური	ქართული რეფერატული ჟურნალი ISSN 1512-0775 E ISSN 1987-5800 DOI: http://doi.org/10.36073/1512-0775 #23, 24 (2020)	თბილისი, ტექნიფორმა	#23 (2020) – 242 გვ. #24 (2020) – 235 გვ.

ქართული რეფერატული ჟურნალი (ქრჟ) წარმოადგენს საქართველოში გამოცემული სამეცნიერო პუბლიკაციების რეფერატების ნაკრებს. ჟურნალი ძირითადად პოლითემატურია. 2020 წელს მომზადდა ორი პოლითემატური ჟურნალი – ნომერი 23 და 24. 23-ე ნომერში დარეფერირდა 438 სამეცნიერო სტატია, 24 ნომერში – 457. ქართული რეფერატული ჟურნალი (ქრჟ) მომზადებულია ქართულ და ინგლისურ ენებზე, განთავსებულია ინტერნეტში ტექნიკური საიტზე.

8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

8.1. საქართველოში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მომხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	Цоцколаური П.И.	Методы и механизмы для оценки научной продуктивности	IV International Scientific-Practical Conference “Integration of Business Structures: Strategies and Technologies”. New Higher Education Institute, February 21, 2020. Georgia.
მომხსენების ანოტაცია			
<p>ნაშრომში დახასიათებულია საქართველოს მეცნიერებაში განხორციელებული რეფორმის მიმართულებები, მათი აქტუალობა და მნიშვნელობა. მითითებულია ცალკეული მეცნიერების და სამეცნიერო კოლექტივების ინფორმაციული სურათის განსაზღვრის აუცილებლობა. განხილულია სამეცნიერო პუბლიკაციების ციტირების - მეცნიერთა სამეცნიერო აქტივობის მაჩვენებელი. ასეთი მაჩვენებლების გაანგარიშება ყოველთვის ეფუძნება მეცნიერების აღმწერი საინფორმაციო მონაცემთა ბაზების ინფორმაციას. მონაცემთა ბაზები ასევე წარმოადგენს სამეცნიერო კვლევების პროდუქტიულობის შეფასების საფუძველს. შეფასებისათვის კი საჭიროა Clarivate Analytics-ის ინსტრუმენტების გამოყენება.</p> <p>დახასიათებულია ერთ-ერთი ინსტრუმენტის Altmetrik-ის გამოყენების საჭიროება. ინსტრუმენტის რომლის გამოყენება შესაძლებელია სამეცნიერო კვლევების პროდუქტიულობის და ასევე სამეცნიერო ჟურნალების შეფასებისათვის.</p>			

სხვა აქტივობები

- ქართული რეფერატული ჟურნალის (ჰუმანიტარული მიმართულება) 2020 წლის პირველი ნომ რის მომზადება.
- სამეცნიერო პუბლიკაციების ციტირების ინდექსების განსაზღვრა

სამეცნიერო პუბლიკაციების ციტირების ინდექსი წარმოადგენს მეცნიერთა გამოქვეყნებული შრომების რაოდენობრივი შეფასების და კვლევითი ორგანიზაციების სამეცნიერო პოტენციალის წარმოდგენის ერთ-ერთ საშუალებას. ბიბლიომეტრიული მაჩვენებლები ასევე გამოიყენება სამეცნიერო თანამდებობებზე კონკურსებსა და გრანტების მოძიების პროცესში.

ბიბლიომეტრიული მონაცემების წარმოდგენი პლატფორმების Scopus და Google Scholar საფუძველზე განისაზღვრა სამეცნიერო დაწესებულებების, მათ შორის: საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის, და ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის თანამშრომელთა სამეცნიერო პუბლიკაციების ციტირების ინდექსები (ჯამური ციტირების ინდექსი და ჰირშის ინდექსი).

უნივერსიტეტების რეიტინგი ციტირების მიხედვით

Web of Science-ის მონაცემთა ბაზაზე დაყრდნობით დადგინდა უნივერსიტეტების რეიტინგი:

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი,

ილიას სახელმწიფო უნივერსიტეტი,

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი.

ამჟამად დასრულების პროცესშია ციტირების წესების შემუშავება და ბიბლიოგრაფიის შედგენა APA-ს სტილის შესაბამისად.

საერთაშორისო ტრენინგებში მონაწილეობა

1. On-line семинар «Оценка научной результативности инструментами, Clarivate Analytics, Web of Science Group and Clarivate Analytics Company, с 17.02-27.02, 2020.
2. On-line семинар «Ресурсы Web of Science Group для ученых и журналов», Web of Science Group and Clarivate Analytics Company, с 14.04 -29.04, 2020.
3. On-line вебинар «Оценка публикационной активности организации с помощью WoS and InCite». Clarivate - Web of Science, 12 ноября 2020.
4. On-line вебинар «Вступление в наукометрию», Clarivate - Web of Science, 1 декабря 2020.

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

2020 წელს გაწეული სამეცნიერო კვლევითი საქმიანობის ანგარიში

წყლის რესურსებისა და ჰიდროლოგიური პროგნოზების განყოფილება

1. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები

	პროექტში ჩართული პერსონალი	თანამდებობა
1	გორგიჯანიძე სოფიო	განყოფილების გამგე
2	ბასილაშვილი ცისანა	მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი
3	ცინცაძე თენგიზი	მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი
4	გრიგოლია გურამი	უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი
5	სალუქვაძე მანანა	უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი
6	შველიძე ომარი	უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი
7	გაჩეჩილაძე გიორგი	უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი
8	ცინცაძე ნუნუ	უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი
9	სვანაძე დავითი	უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი
10	კობახიძე ნათელა	მეცნიერი თანამშრომელი
11	ხუფენია ნესტანი	მეცნიერი თანამშრომელი

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1	საქართველოს მდინარეთა წყლიანობის მოსალოდნელი ცვლილების შეფასება კლიმატის დათბობის პირობებში	2020 – 2023	
	საბუნებისმეტყველო მეცნიერება, გლაციოლოგია „საქართველოს მთიანი რეგიონების უხვთოვლიანი ზამთრე-	2020-2022	

	ბი,ზვავშაშიშროების პრობლემები და პროგნოზირების მეთოდები“		
	საქართველოს მდინარეთა წყლიანობის მოსალოდნელი ცვლილების შეფასება კლიმატის დათბობის პირობებში	2020 – 2023	
	საქართველოში არსებული სარწყავი ფართობების შეფასება და მათი გაზრდის პერსპექტივები კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილებების გათვალისწინებით	2019-2021	
	საქართველოში არსებული სარწყავი ფართობების შეფასება და მათი გაზრდის პერსპექტივები კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილებების გათვალისწინებით	2019-2021	
<ol style="list-style-type: none"> 1. 2020 წელს პროექტით გათვალისწინებული ყველა სამუშაო შესრულებულია. მოძიებულია და შესწავლილია პროექტის შესახებ არსებული ლიტერატურული წყაროები. შეგროვილ იქნა საქართველოს მთავარი მდინარეების სამეურნეო დანიშნულების ჰიდროკვებებზე არსებული მრავალწლიური დაკვირვებათა მონაცემები წყლის ხარჯების შესახებ. 2. გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2020 წლის ანგარიშში, მთიან რაიონებში არსებული მეტეოსადგურების მონაცემების საფუძველზე დადგენილია უხვთოვლიანი ზამთრები და გამოვლენილია უხვთოვლიანი რეგიონები. შედგენილია თოვლის საფარის მაქსიმალური, საშუალო და მინიმალური სიმაღლის რუკები. დადგენილია პერიოდებისა და დღე-ღამური თოვლის სიმაღლის ნამატის მნიშვნელობები. 3. დადგენილია საქართველოს გვალვიანი რეგიონებისთვის არსებული და პერსპექტივისთვის დასახული მიწების მთლიანი ფონდი და მასზე განთავსებული სასოფლო-სამეურნეო კულტურების განაწილება. დაზუსტებულია სარწყავად გამოყენებული მდინარეების წყლის რესურსები, წლიური ჩამონადენის ნორმა და მათი შინაწლიური განაწილება 50, 75 და 95%-იანი უზრუნველყოფის ანუ საშუალო, წყალმცირე და ძალიან წყალმცირე წლებისათვის შესაბამისად. 4. დადგენილია საქართველოს გვალვიანი რეგიონებისთვის არსებული და პერსპექტივისთვის დასახული მიწების მთლიანი ფონდი და მასზე განთავსებული სასოფლო-სამეურნეო კულტურების განაწილება. დაზუსტებულია სარწყავად გამოყენებული მდინარეების წყლის რესურსები, წლიური ჩამონადენის ნორმა და მათი შინაწლიური განაწილება 50, 75 და 95%-იანი უზრუნველყოფის ანუ საშუალო, წყალმცირე და ძალიან წყალმცირე წლებისათვის შესაბამისად. 			

2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

2.1.

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიხედვით	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მიხედვით)
1	2	3	4
1	საბუნებისმეტყველო მეცნიერება, გლაციოლოგია „საქართველოს მთიანი რეგიონების უხვთოვლიანი ზამთრები, ზვავსაშიშროების პრობლემები და პროგნოზირების მეთოდები“	2020-2022	<p>მანანა სალუქვაძე (ძირითადი შემსრულებელი) 2020 წელს მთიან რაიონებში არსებული მს მონაცემების საფუძველზე უხვთოვლიანი ზამთრების გამოვლენა, თოვლის საფარის მაქსიმალური, საშუალო და მინიმალური სიმაღლის რუკების შედგენა, პერიოდისა და დღე-ღამური ნამატის დადგენა</p> <p>ნათელა კობახიძე (დახმარება მეტეოროლოგიური მასალის დამუშავებაში)</p> <p>სოფიო გორგიჯანიძე (ზვავსაშიშროების რუკების ელექტრონული ვერსიის შესრულება)</p>
<p>გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2020 წლის ანგარიშში, მთიან რაიონებში არსებული მეტეოსადგურების მონაცემების საფუძველზე დადგენილია უხვთოვლიანი ზამთრები და გამოვლენილია უხვთოვლიანი რეგიონები. შედგენილია თოვლის საფარის მაქსიმალური, საშუალო და მინიმალური სიმაღლის რუკები. დადგენილია პერიოდებისა და დღე-ღამური თოვლის სიმაღლის ნამატის მნიშვნელობები.</p>			
2	საქართველოს მდინარეთა წყლიანობის მოსალოდნელი ცვლილების შეფასება კლიმატის დათბობის პირობებში	2020 – 2023	<p>ცისანა ბასილაშვილი (პროექტის ხელმძღვანელი და პასუხისმგებელი შემსრულებელი)</p>
<p>2020 წელს პროექტით გათვალისწინებული ყველა სამუშაო შესრულებულია. მომიტებულია და შესწავლილია პროექტის შესახებ არსებული ლიტერატურული წყაროები. შეგროვილ იქნა საქართველოს მთავარი მდინარეების სამეურნეო დანიშნულების ჰიდროკვებებზე არსებული მრავალწლიური დაკვირვებათა მონაცემები წყლის ხარჯების შესახებ.</p>			

3	საქართველოში არსებული სარწყავი ფართობების შეფასება და მათი გაზრდის პერსპექტივები კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილებების გათვალისწინებით	2019-2021	ომარ შველიძე პროექტის ხელმძღვანელი, უფროსი მეცნიერ მუშაკი იზა გელაძე, რეფერენტი
დადგენილია საქართველოს გვალვიანი რეგიონებისთვის არსებული და პერსპექტივისთვის დასახული მიწების მთლიანი ფონდი და მასზე განთავსებული სასოფლო-სამეურბეო კულტურების განაწილება. დაზუსტებულია სარწყავად გამოყენებული მდინარეების წყლის რესურსები, წლიური ჩამონადენის ნორმა და მათი შინაწლიური განაწილება 50, 75 და 95%-იანი უზრუნველყოფის ანუ საშუალო, წყალმცირე და ძალიან წყალმცირე წლებისათვის შესაბამისად.			
4	საქართველოში არსებული სარწყავი ფართობების შეფასება და მათი გაზრდის პერსპექტივები კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილებების გათვალისწინებით	2019-2021	ომარ შველიძე პროექტის ხელმძღვანელი, უფროსი მეცნიერ მუშაკი იზა გელაძე, რეფერენტი
დადგენილია საქართველოს გვალვიანი რეგიონებისთვის არსებული და პერსპექტივისთვის დასახული მიწების მთლიანი ფონდი და მასზე განთავსებული სასოფლო-სამეურბეო კულტურების განაწილება. დაზუსტებულია სარწყავად გამოყენებული მდინარეების წყლის რესურსები, წლიური ჩამონადენის ნორმა და მათი შინაწლიური განაწილება 50, 75 და 95%-იანი უზრუნველყოფის ანუ საშუალო, წყალმცირე და ძალიან წყალმცირე წლებისათვის შესაბამისად.			

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	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1	FR-19-8190 - მეწყერების და ღვარცოფების საშიშროების შეფასება საქართველოს ტერიტორიისათვის ნალექიანობის სტაციონალური და თანამგზავრული	2020	დ. სვანაძაძე

	მონაცემებით		
	<p>გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2020 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>FR-19-8190 - მეწყრების და ღვარცოფების საშიშროების შეფასება საქართველოს ტერიტორიისათვის ნალექიანობის სტაციონალური და თანამგზავრული მონაცემებით (ხელმძღვანელი) თსუ.</p> <p>მიმდინარე წლის ამოცანები გეგმა გრაფიკით - საქართველოს ტერიტორიისთვის მეწყრული და ღვარცოფული საშიშროების</p> <p>სტაციონარული რუკის (რუკების) აგება პან-ევროპული სტანდარტებს (ELSUS1000 v1) მიხედვით</p> <p>საქართველოს ტერიტორიის ბუნებრივი პირობების გათვალისწინებით, მეწყერ და ღვარცოფ წარმომქმნელი დროში უცვლელი ფაქტორების გამოყოფა (მაგ. გეოლოგია, ფერდობების დახრილობა და ა.შ.) და შესაბამისი გეოინფორმაციული მონაცემთა ბაზის შექმნა</p> <p>სტანდარტიზებული ფაქტორული რუკების საფუძველზე საქართველოს მეწყერ/ღვარცოფ საშიში ტერიტორიული ზონირება</p> <p>პროექტის აბსტრაქტი: საქართველოს ტერიტორია მისი ბუნებრივად რთული გეოგრაფიული გარემოთი, მრავალფეროვანი გეოლოგიური, ტექტონიკური ფაქტორებით, ინტენსიური მიწათსარგებლობის, საინჟინრო ნაგებობების და მოსახლეობის მჭიდრო - მთისწინა, მთიან და საშუალო მთიან ზოლში განლაგებით განეკუთვნება ერთერთ მოწყვლად მაღალმთიან რეგიონს მსოფლიოში¹. ევროკავშირთან ასოცირების ხელშეკრულების² ფარგლებში ქვეყანას აქვს ვალდებულება მოახდინოს ტერიტორიის გეოდინამიკური საშიშროებების მიმართ კატასტროფების პრევენცია საუკეთესო პრაქტიკის გათვალისწინებით. საკითხის მნიშვნელოვანი კომპონენტია ტერიტორიის გეოდინამიკური პროცესებისადმი მოწყვლადობის შეფასება და ზონირება. ამოცანა სრულად შეესაბამება კატასტროფების რისკის შემცირების სენდაის ჩარჩო პროგრამის მოთხოვნას (Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030). მიზნის მიღწევისა და საკითხის უკეთ გააზრებისათვის გადასაწყვეტია შემდეგი ფუნდამენტური სამეცნიერო ამოცანები:</p> <p>I. გეოდინამიკური პროცესების (მეწყერი/ღვარცოფი) მონაცემთა ბაზის არქიტექტურის შექმნა, არსებული მონაცემების მასში ინტეგრირება³</p> <p>II. ნალექიანობის მიწისპირ⁴, სატელიტური⁵ და რადარული⁶ დაკვირვების მეთოდების სისტემატიზაცია, მონაცემების სტატისტიკური დამუშავება</p> <p>1 Dalia Kirschbaum and Thomas Stanley; Satellite-Based Assessment of Rainfall-Triggered Landslide Hazard for Situational Awareness; https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/2017EF000715</p> <p>2 https://eeas.europa.eu/delegations/georgia/35934/eu-and-georgia-adopt-revised-association-agenda_en</p> <p>3 ბაზა გადაეცემა გარემოს ეროვნულ სააგენტოს, საგანგებო სიტუაციების მართვის სამსახურს და სხვა დაინტერესებულ სახელმწიფო უწყებებს და სამეცნიერო დაწესებულებებს</p> <p>4 გარემოს ეროვნული სააგენტოს ავტომატური მეტეოროლოგიური სადგურების მონაცემები</p> <p>5 https://pmm.nasa.gov/trmm</p> <p>6 სამეცნიერო ანალიტიკური ცენტრი „დელტა“ -ს რადარი</p> <p>2 დანართი №3.</p> <p>III. ნალექიანობის სივრცული განფენილობის, გეოდინამიკური პროცესების ინტენსივობის მონაცემების</p>		

შეპირაპირების (სტატისტიკური ანალიზით) გეოდინამიკური პროცესების წარმოქმნის ან გააქტიურების კრიტიკული ზღურბლის დადგენა საქართველოს ტერიტორიისათვის მისი თავისებურებების გათვალისწინებით

IV. გეოდინამიკური საშიშროებების (მეწყერი/ღვარცოფი) საშიშროებების ზონირების (მოწყვლადობის) სტაციონალური რუკის აგება პან-ევროპული (ELSUS1000 V1) სტანდარტით

საქართველოს ტერიტორიისათვის ნალექიანობის სატელიტური მონაცემების⁷ რეგულარული ანალიზის საფუძველზე გეოდინამიკური საშიშროებების (მეწყერი/ღვარცოფი) დინამიკური გეოსაინფორმაციო სისტემის შექმნა რეგიონალურ თავისებურებების (კრიტიკული ზღურბლის) გათვალისწინებით, არამკაფიო ლოგიკის და სახეთა გამოცნობის მეთოდების გამოყენებით

6. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

6.1. მონოგრაფიები/წიგნები

№	ავტორი/ავტორები	მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	მანანა სალუქვაძე	ISBN 978-9941-8-2762-4 აჭარის მთიანი რაიონების ზვავსაშიშროება	მონოგრაფია	102 გვ

წარმოდგენილია აჭარის ტერიტორიის გეოგრაფიული პირობების (ოროგრაფია, ჰიფსომეტრია, ფერდობების დახრილობა) დახასიათება. კლიმატის ელემენტების ანალიზი. განხილულია ზვავსაშიშროების რაოდენობრივი (აჭარის ტერიტორიის ზვავაქტიურობა, ზვავშემკრებების გავრცელების სიხშირე, ზვავების ჩამოსვლის სიხშირე, ზვავსაშიშრო პერიოდის ხანგრძლივობა) მახასიათებლები და შედგენილია შესაბამისი რუკები; ზვავსაშიშროების ხარისხის მიხედვით აჭარის ტერიტორიაზე გამოიყო განსაკუთრებით ძლიერი, ძლიერი, საშუალო და სუსტი ზვავსაშიშრო უბნები და შედგენილია შესაბამისი რუკა. ბათუმი-ახალციხის საავტომობილო გზის, ხულო-მლაშეს მონაკვეთის 32 ზვავშემკრებისთვის, შედგენილია ზვავსაშიშროების სქემატური რუკა, ასევე აჭარის მთიანი რაიონის 161 და საავტომობილო გზაზე არსებული 32 ზვავისთვის გამოთვლილია ზვავშემკრების მორფომეტრიული და ზვავების დინამიკური მახასიათებლები, შედგენილია ზვავსაშიშრო დასახლებული პუნქტების რუკა. შემუშავებულია ზვავსაშიშროების შერბილების რეკომენდაციები.

6.3. კრებულები

№	ავტორი/ავტორები	კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISSN	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
---	-----------------	--	--------------------------------	---------------------

1	ალავერდაშვილი მ., ცინცაძე ნ., ხუფენია ნ.	ჰიდრომეტეოროლოგია სა და ეკოლოგიის აქტუალური პრობლემები ISSN 1512-0902	თბილისი, ჰმის გამომცემლობა	4
2	მსალუქვაძე	ჰიდრომეტეოროლოგია სა და ეკოლოგიის აქტუალური პრობლემები ISSN 1512-0902	თბილისი, ჰმის გამომცემლობა	4
3	მსალუქვაძე, ნკობახიძე	ჰიდრომეტეოროლოგია სა და ეკოლოგიის აქტუალური პრობლემები ISSN 1512-0902	თბილისი, ჰმის გამომცემლობა	4
4	ს. გორგიჯანიძე	ჰიდრომეტეოროლოგია სა და ეკოლოგიის აქტუალური პრობლემები ISSN 1512-0902	თბილისი, ჰმის გამომცემლობა	6
5	ც.ბასილაშვილი	ჰიდრომეტეოროლოგია სა და ეკოლოგიის აქტუალური პრობლემები ISSN 1512-0902	თბილისი, ჰმის გამომცემლობა	9
6	შველიძე ო.	ჰიდრომეტეოროლოგია სა და ეკოლოგიის აქტუალური პრობლემები ISSN 1512-0902	თბილისი, ჰმის გამომცემლობა	4

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1. თსუ-ს ჰიდრომეტეოროლოგიური ლაბორატორიის მიერ არსებული დაკვირვებული პერიოდისათვის (1963-2019) დადგინდა მდინარე ვერეს ჩამონადენის ცვლილების ციკლიური ცვალებადობა გასული საუკუნის 1963-1990; 1991 - 2000 და ახალი 21-ე საუკუნის 2001-2019 წლების პერიოდებისათვის, რომლის მთავარ მიზეზს წარმოადგენს მეტეო ფაქტორების ზეგავლენა მდინარე ვერეს ჰიდროლოგიურ რეჟიმზე, კერძოდ, საშუალო მრავალწლიური ხარჯებისა და ჩამოყალიბებულ მაქსიმალური ხარჯების ცვალებადობაზე. მივიღეთ, რომ პირველი პერიოდისათვის საშუალო მრავალწლიური ხარჯი ტოლია 0,94მ³/წმ, ხოლო წყალმოვარდნათა მაქსიმალური ხარჯების საშუალო ტოლია 28,6მ³/წმ; შემდეგი მეორე და მესამე პერიოდის მნიშვნელობები შესაბამისად ტოლია 0,98 და 46,6-ის და 1,14 და 64,0, რაც ნათლად მიგვითითებს, როგორც ერთ, ასევე მეორე მნიშვნელობათა საგრძნობმატების ტენდენციაზე. შედარებისათვის მოცემულია მთლიანი პერიოდის შესაბამისი მნიშვნელობები. უნდა აღინიშნოს, რომ მთლიანი პერიოდის წყალმოვარდნათა მაქსიმალური ხარჯების საშუალო

- (44,283/წმ) გაზრდილია 2015 წლის 13 ივნისის მაქსიმალური ხარჯის ზეგავლენით.
2. ზვავების ტერიტორიალური განაწილება მჭიდროდ არის დაკავშირებული ზვავშემკრებების მორფომეტრიულ და ზვავების დინამიკურ მახასიათებლებთან. ზვავების დინამიკური მახასიათებლების გამოსათვლელად მრავალი ფორმულის ანალიზის საფუძველზე წარმოდგენილია არსებულ მითითებასა და ინსტრუქციაში შეტანილი სიდიდეების გამოთვლის გამარტივებული სქემა. შედგენილია სხვადასხვა სომადლით ზონაში (200-3995 მ) და დახრილობის (12-520) ფერდობებზე 3118 ზვავის გადაადგილების სიჩქარისა და დარტყმის ძალის სიდიდეები.
 3. 2018 წლის 5-7 ივლისს, მესტიის მუნიციპალიტეტის ჭუბერის თემში, მდინარე ნენსკრას ადიდებად, დიდი მატერიალური ზარალი მიაყენა ხეობის მოსახლეობას. წყალდიდობის გამომწვევი მიზეზების დასადგენად შევისწავლეთ მდინარე ნენსკრას და მისი 9 ძირითადი შენაკადის ზვავსაშიშროება. გამოთვლილია 494 ზვავშემკრების მორფომეტრიული და ზვავების დინამიკური მახასიათებლები. გამოვლენილია ჭუბერის თემის ის სოფლები, სადაც თოვლის ზვავების შედეგად, წლების მანძილზე 40 ადამიანი დაიღუპა და ათეულობით სახლი დაინგრა და დაზიანდა. წარმოდგენილია ასევე ვარაუდი, რომ მდინარის შეგუბების და ტბის წარმოქმნის მიზეზი იმ 5 ზვავის კონუსია, რომელიც მდ. ნენსკრას ერთერთი შენაკადის მდ. ჰოკრილაშლიცის სათავეში ჩამოდის.
 4. სტატიაში განხილულია იმერეთის რეგიონში მომხდარი მდინარის ხეობების ჩახერგვები და მასთან დაკავშირებული წყალმოვარდნები. მოცემულია 1957 წლის მდ. ძირულასა და ჩხერი-მელას შერთების ადგილას ჩახერგვის შედეგად გამოწვეული დაგუბებული ტბის გარღვევის შედეგები. გარღვევის შემთხვევაში მოცემულია მორფომეტრიული მახასიათებლები და წყალ-მოვარდნის აცილების გზები.
 5. აღწერილია რეგიონში სარწყავი წყლით მომარაგების მთავარი არტერიის მდ. ალაზნის წყლის მაფორმირებელი ფაქტორები. შესწავლილია მათი დინამიკა და მოცემულია ყოველწლიური ცვლილების სიჩქარეები და მოსალოდნელი მნიშვნელობები. ატმოსფერული ნალექების შემცირება, ტემპერატურისა და აორთქლების მატება მაღალი გვალვიანობის პირობებში საგრძნობლად შეამცირებს საირიგაციო წყლის მარაგს და შესაბამისად მოსავლიანობას. ამიტომ დროულად უნდა ჩატარდეს სარწყავი წყლის რესურსების შევსებისათვის საჭირო ღონისძიებები.
 6. დაკვირვების მრავალწლიური მონაცემების გაანგარიშებისა და ანალიზის საფუძველზე დადგენილია ვეგეტაციის თვეებში მდინარის ხარჯების მაქსიმალური, საშუალო და მინიმალური მნიშვნელობები, საშუალო მრავალწლიური და თვიური ხარჯების სტატისტიკური მახასიათებლები, ნაჩვენებია, რომ 30 წლიანი პერიოდი სრულიად საკმარისია წლიური და თვიური ჩამინადენის ნორმების დასადგენად.

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

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათა- ური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	ალავერდაშვილი	მდინარე ვერეს	ჰიდრომეტეოროლოგიისა	თბილისი,	4

	მ., ცინცაძე ნ., ხუფენია ნ.	წყლიანობის რეჟიმის ცვალებადობა დაკვირვების მრავალწლიური პერიოდის ცალკეული ფაზების მიხედვით.	და ეკოლოგიის აქტუალური პრობლემები ტომი 129	ჰმის გამომცემლობა	
2	მსალუქვაძე	ზვავების დინამი- კური მახასიათებ- ლები.	ჰიდრომეტეოროლოგიისა და ეკოლოგიის აქტუალური პრობლემები ტომი 129	თბილისი, ჰმის გამომცემლობა	4
3	მსალუქვაძე, ნ.კობახიძე	მდინარე ნენსკრას ხეობის და მისი შენაკადების ზვავ- საშიშროება.	ჰიდრომეტეოროლოგიისა და ეკოლოგიის აქტუალური პრობლემები ტომი 129	თბილისი, ჰმის გამომცემლობა	4
4	ს. გორგიჯანიძე	იმერეთის რეგიონში მდინარის ჩახერგილი უბნების გარღვევის შედეგად წარმოშობილი წყალმოვარდნების გეოგრაფია და მათი თავიდან აცილების გზები.	ჰიდრომეტეოროლოგიისა და ეკოლოგიის აქტუალური პრობლემები ტომი 129	თბილისი, ჰმის გამომცემლობა	6
5	ც.ბასილაშვილი	საირიგაციო წყლის რესურსე- ბის მაფორმირებე- ლი ფაქტორები და მათი დინამიკა შიგნი კახეთის რე- გიონში	ჰიდრომეტეოროლოგიისა და ეკოლოგიის აქტუალური პრობლემები ტომი 129	თბილისი, ჰმის გამომცემლობა	9
6	შველიძე ო.	საქართველოში სარწყავად გამოყენებული ზოგიერთი მდინარის წყლის	ჰიდრომეტეოროლოგიისა და ეკოლოგიის აქტუალური პრობლემები ტომი 129	თბილისი, ჰმის გამომცემლობა	4

		რესურსები ვეგეტაციის პერიოდში და მათი სტატისტიკური მახასიათებლები.			
ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)					
<ol style="list-style-type: none"> <li data-bbox="233 474 1508 953">1. თსუ-ს ჰიდრომეტეოროლოგიური ლაბორატორიის მიერ არსებული დაკვირვებული პერიოდისათვის (1963-2019) დადგინდა მდინარე ვერეს ჩამონადენის ცვლილების ციკლიური ცვალებადობა გასული საუკუნის 1963-1990; 1991 - 2000 და ახალი 21-ე საუკუნის 2001-2019 წლების პერიოდებისათვის, რომლის მთავარ მიზეზს წარმოადგენს მეტეო ფაქტორების ზეგავლენა მდინარე ვერეს ჰიდროლოგიურ რეჟიმზე, კერძოდ, საშუალო მრავალწლიური ხარჯებისა და ჩამოყალიბებულ მაქსიმალური ხარჯების ცვალებადობაზე. მივიღეთ, რომ პირველი პერიოდისათვის საშუალო მრავალწლიური ხარჯი ტოლია 0,94მ³/წმ, ხოლო წყალმოვარდნათა მაქსიმალური ხარჯების საშუალო ტოლია 28,6მ³/წმ; შემდეგი მეორე და მესამე პერიოდის მნიშვნელობები შესაბამისად ტოლია 0,98 და 46,6-ის და 1,14 და 64,0, რაც ნათლად მიგვითითებს, როგორც ერთ, ასევე მეორე მნიშვნელობათა საგრძნობმატების ტენდენციაზე. შედარებისათვის მოცემულია მთლიანი პერიოდის შესაბამისი მნიშვნელობები. უნდა აღინიშნოს, რომ მთლიანი პერიოდის წყალმოვარდნათა მაქსიმალური ხარჯების საშუალო (44,2მ³/წმ) გაზრდილია 2015 წლის 13 ივნისის მაქსიმალური ხარჯის ზეგავლენით. <li data-bbox="233 953 1508 1192">2. ზვავების ტერიტორიალური განაწილება მჭიდროდ არის დაკავშირებული ზვავშემკრებების მორფომეტრიულ და ზვავების დინამიკურ მახასიათებლებთან. ზვავების დინამიკური მახასიათებლების გამოსათვლელად მრავალი ფორმულის ანალიზის საფუძველზე წარმოდგენილია არსებულ მითითებასა და ინსტრუქციაში შეტანილი სიდიდეების გამოთვლის გამარტივებული სქემა. შედგენილია სხვადასხვა სომალლით ზონაში (200-3995 მ) და დახრილობის (12-520) ფერდობებზე 3118 ზვავის გადაადგილების სიჩქარისა და დარტყმის ძალის სიდიდეები. <li data-bbox="233 1192 1508 1549">3. 2018 წლის 5-7 ივლისს, მესტიის მუნიციპალიტეტის ჭუბერის თემში, მდინარე ნენსკრას ადიდებამ, დიდი მატერიალური ზარალი მიაყენა ხეობის მოსახლეობას. წყალდიდობის გამომწვევი მიზეზების დასადგენად შევისწავლეთ მდინარე ნენსკრას და მისი 9 ძირითადი შენაკადის ზვავსაშიშროება. გამოთვლილია 494 ზვავშემკრების მორფომეტრიული და ზვავების დინამიკური მახასიათებლები. გამოვლენილია ჭუბერის თემის ის სოფლები, სადაც თოვლის ზვავების შედეგად, წლების მანძილზე 40 ადამიანი დაიღუპა და ათეულობით სახლი დაინგრა და დაზიანდა. წარმოდგენილია ასევე ვარაუდი, რომ მდინარის შეგუბების და ტბის წარმოქმნის მიზეზი იმ 5 ზვავის კონუსია, რომელიც მდ. ნენსკრას ერთერთი შენაკადის მდ. ჰოკრილაშლიცის სათავეში ჩამოდის. <li data-bbox="233 1549 1508 1759">4. სტატიაში განხილულია იმერეთის რეგიონში მომხდარი მდინარის ხეობების ჩახერგვები და მასთან დაკავშირებული წყალმოვარდნები. მოცემულია 1957 წლის მდ. ძირულასა და ჩხერი-მელას შეერთების ადგილას ჩახერგვის შედეგად გამოწვეული დაგუბებული ტბის გარღვევის შედეგები. გარღვევის შემთხვევაში მოცემულია მორფომეტრიული მახასიათებლები და წყალ-მოვარდნის აცილების გზები. <li data-bbox="233 1759 1508 1873">5. აღწერილია რეგიონში სარწყავი წყლით მომარაგების მთავარი არტერიის მდ. ალაზნის წყლის მაფორმირებელი ფაქტორები. შესწავლილია მათი დინამიკა და მოცემულია ყოველწლიური ცვლილების სიჩქარეები და მოსალოდნელი მნიშვნელობები. ატმოსფერული ნალექების შემცი- 					

<p>რება, ტემპერატურისა და აორთქლების მატება მაღალი გვალვიანობის პირობებში საგრძნობლად შეამცირებს საირიგაციო წყლის მარაგს და შესაბამისად მოსავლიანობას. ამიტომ დროულად უნდა ჩატარდეს სარწყავი წყლის რესურსების შევსებისათვის საჭირო ღონისძიებები.</p> <p>6. დაკვირვების მრავალწლიური მონაცემების გაანგარიშებისა და ანალიზის საფუძველზე დადგენილია ვეგეტაციის თვეებში მდინარის ხარჯების მაქსიმალური, საშუალო და მინიმალური მნიშვნელობები, საშუალო მრავალწლიური და თვიური ხარჯების სტატისტიკური მახასიათებლები, ნაჩვენებია, რომ 30 წლიანი პერიოდი სრულიად საკმარისია წლიური და თვიური ჩამინადენის ნორმების დასადგენად.</p>

6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათაური, ISSN	ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	ალავერდაშვილი მ., ცინცაძე ნ., ხუფენია ნ.	მდინარე ვერეს წყლიანობის რეჟიმის ცვალებადობა დაკვირვების მრავალწლიური პერიოდის ცალკეული ფაზების მიხედვით. ISSN 1512-0902	ჰიდრომეტეოროლოგიისა და ეკოლოგიის აქტუალური პრობლემები ტომი 129	თბილისი, ჰმის გამომცემლობა	4
2	მსალუქვაძე	ზვავების დინამიკური მახასიათებლები. ISSN 1512-0902	ჰიდრომეტეოროლოგიისა და ეკოლოგიის აქტუალური პრობლემები ტომი 129	თბილისი, ჰმის გამომცემლობა	4
3	მსალუქვაძე, ნ.კობახიძე	მდინარე ნენსკრას ხეობის და მისი შენაკადების ზვავსაშიშროება. ISSN 1512-0902	ჰიდრომეტეოროლოგიისა და ეკოლოგიის აქტუალური პრობლემები ტომი 129	თბილისი, ჰმის გამომცემლობა	4
4	ს. გორგიჯანიძე	იმერეთის რეგიონში მდინარის ჩახერგილი უბნების გარღვევის	ჰიდრომეტეოროლოგიისა და ეკოლოგიის აქტუალური პრობლემები ტომი 129	თბილისი, ჰმის გამომცემლობა	6

		შედეგად წარმოშობილი წყალმომარაგების გეოგრაფია და მათი თავიდან აცილების გზები.			
5	ც.ბასილაშვილი	საირიგაციო წყლის რესურსების მაფორმირებელი ფაქტორები და მათი დინამიკა შიგნი კახეთის რეგიონში	ჰიდრომეტეოროლოგიისა და ეკოლოგიის აქტუალური პრობლემები ტომი 129	თბილისი, ჰმის გამომცემლობა	9
6	შველიძე ო.	საქართველოში სარწყავად გამოყენებული ზოგიერთი მდინარის წყლის რესურსები ვეგეტაციის პერიოდში და მათი სტატისტიკური მახასიათებლები.	ჰიდრომეტეოროლოგიისა და ეკოლოგიის აქტუალური პრობლემები ტომი 129	თბილისი, ჰმის გამომცემლობა	4
7	ც. ბასილაშვილი ნ.ბერძენიშვილი	მდინარე მტკვრის წყლის მაქსიმალური ხარჯები და მათი ცვლილება 1512 – 1976	საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“ შრომები, ტომი VII	თბილისი - თელავი	84 – 86
8	ც. ბასილაშვილი ნ.ბერძენიშვილი	ტყე - ეკოლოგიური უსაფრთხოების ფაქტორია 1512 – 1976	საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“ შრომები, ტომი VII	თბილისი - თელავი	60 – 63
9	ც. ბასილაშვილი	ბუნების სტიქიური საშიშროებები საქართველოში	მეცნიერება და ტექნოლოგიები	თბილისი, ტექნიკური უნივერსიტეტი	14 გვ.

		0130 – 7061			
10	ც. ბასილაშვილი	ეკოლოგიურად სუფთა და უსაფრთხო ენერგეტიკის განვითარების შესაძლებლობები საქართველოში	მეცნიერება და ტექნოლოგიები	თბილისი, ტექნიკური უნივერსიტეტი	10 გვ.

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1. თსუ-ს ჰიდრომეტეოროლოგიური ლაბორატორიის მიერ არსებული დაკვირვებული პერიოდისათვის (1963-2019) დადგინდა მდინარე ვერეს ჩამონადენის ცვლილების ციკლიური ცვალებადობა გასული საუკუნის 1963-1990; 1991 - 2000 და ახალი 21-ე საუკუნის 2001-2019 წლების პერიოდებისათვის, რომლის მთავარ მიზეზს წარმოადგენს მეტეო ფაქტორების ზეგავლენა მდინარე ვერეს ჰიდროლოგიურ რეჟიმზე, კერძოდ, საშუალო მრავალწლიური ხარჯებისა და ჩამოყალიბებულ მაქსიმალური ხარჯების ცვალებადობაზე. მივიღეთ, რომ პირველი პერიოდისათვის საშუალო მრავალწლიური ხარჯი ტოლია 0,94მ³/წმ, ხოლო წყალმოვარდნათა მაქსიმალური ხარჯების საშუალო ტოლია 28,6მ³/წმ; შემდეგი მეორე და მესამე პერიოდის მნიშვნელობები შესაბამისად ტოლია 0,98 და 46,6-ის და 1,14 და 64,0, რაც ნათლად მიგვიჩვენებს, როგორც ერთ, ასევე მეორე მნიშვნელობათა საგრძნობ მატების ტენდენციას. შედარებისათვის მოცემულია მთლიანი პერიოდის შესაბამისი მნიშვნელობები. უნდა აღინიშნოს, რომ მთლიანი პერიოდის წყალმოვარდნათა მაქსიმალური ხარჯების საშუალო (44,2მ³/წმ) გაზრდილია 2015 წლის 13 ივნისის მაქსიმალური ხარჯის ზეგავლენით.
2. ზვავების ტერიტორიალური განაწილება მჭიდროდ არის დაკავშირებული ზვავშემკრებების მორფომეტრიულ და ზვავების დინამიკურ მახასიათებლებთან. ზვავების დინამიკური მახასიათებლების გამოსათვლელად მრავალი ფორმულის ანალიზის საფუძველზე წარმოდგენილია არსებულ მითითებასა და ინსტრუქციაში შეტანილი სიდიდეების გამოთვლის გამარტივებული სქემა. შედგენილია სხვადასხვა სომადლით ზონაში (200-3995 მ) და დახრილობის (12-520) ფერდობებზე 3118 ზვავის გადაადგილების სიჩქარისა და დარტყმის ძალის სიდიდეები.
3. 2018 წლის 5-7 ივლისს, მესტიის მუნიციპალიტეტის ჭუბერის თემში, მდინარე ნენსკრას ადიდებამ, დიდი მატერიალური ზარალი მიაყენა ხეობის მოსახლეობას. წყალდიდობის გამომწვევი მიზეზების დასადგენად შევისწავლეთ მდინარე ნენსკრას და მისი 9 ძირითადი შენაკადის ზვავსაშიშროება. გამოთვლილია 494 ზვავშემკრების მორფომეტრიული და ზვავების დინამიკური მახასიათებლები. გამოვლენილია ჭუბერის თემის ის სოფლები, სადაც თოვლის ზვავების შედეგად, წლების მანძილზე 40 ადამიანი დაიღუპა და ათეულობით სახლი დაინგრა და დაზიანდა. წარმოდგენილია ასევე ვარაუდი, რომ მდინარის შეგუბების და ტბის წარმოქმნის მიზეზი იმ 5 ზვავის კონუსია, რომელიც მდ. ნენსკრას ერთერთი შენაკადის მდ. ჰოკრილაშლიცის სათავეში ჩამოდის.
4. სტატიაში განხილულია იმერეთის რეგიონში მომხდარი მდინარის ხეობების ჩახერგვები და მასთან დაკავშირებული წყალმოვარდნები. მოცემულია 1957 წლის მდ. ძირულასა და ჩხერი-მელას შერთების ადგილას ჩახერგვის შედეგად გამოწვეული დაგუბებული ტბის გარღვევის შედეგები. გარღვევის შემთხვევაში მოცემულია მორფომეტრიული მახასიათებლები და წყალ-მოვარდნის აცილების გზები.

5. აღწერილია რეგიონში სარწყავი წყლით მომარაგების მთავარი არტერიის მდ. ალაზნის წყლის მაფორმირებელი ფაქტორები. შესწავლილია მათი დინამიკა და მოცემულია ყოველწლიური ცვლილების სიჩქარეები და მოსალოდნელი მნიშვნელობები. ატმოსფერული ნალექების შემცირება, ტემპერატურისა და აორთქლების მატება მაღალი გვალვიანობის პირობებში საგრძნობლად შეამცირებს საირიგაციო წყლის მარაგს და შესაბამისად მოსავლიანობას. ამიტომ დროულად უნდა ჩატარდეს სარწყავი წყლის რესურსების შევსებისათვის საჭირო ღონისძიებები.
6. დაკვირვების მრავალწლიური მონაცემების გაანგარიშებისა და ანალიზის საფუძველზე დადგენილია ვეგეტაციის თვეებში მდინარის ხარჯების მაქსიმალური, საშუალო და მინიმალური მნიშვნელობები, საშუალო მრავალწლიური და თვიური ხარჯების სტატისტიკური მახასიათებლები, ნაჩვენებია, რომ 30 წლიანი პერიოდი სრულიად საკმარისია წლიური და თვიური ჩამინადენის ნორმების დასადგენად.
7. მდინარე მტკვრის სამეურნეო დანიშნულების ჰიდროკვეთებზე დაზუსტებულია წყლის საშუალო წლიური და უდიდესი მაქსიმალური ხარჯები; შედგენილია მათი მრავალწლიური დინამიკა და დადგენილია მაქსიმალური ხარჯების ყოველწლიური ცვლილების სიჩქარეების რიცხვითი მნიშვნელობები. მაქსიმალური ხარჯების მატება აღინიშნება მყინვარებით მოსაზრდოვე ორ მდინარეზე, სხვა მდინარეებზე კი პირიქით მცირდება. მიღებულ მონაცემებს აქვთ პრაქტიკული დანიშნულება წყალსამეურნეო გაანგარიშებების საწარმოებლად წყალსამეურნეო სისტემების მართვის სწორად დაგეგმარებისა და გარემოს ეკოლოგიური უსაფრთხოებისათვის.
8. ტყე შთანთქავს ნახშირორჟანგს და დიდი რაოდენობით გამოყოფს ჟანგბადს, არეგულირებს მიკროკლიმატს. ტყე არის ჰაერისა და წყლის მავნე მინარევებისაგან გამწმენდი მძლავრი ფილტრი. ტყე იძლევა მრავალი სახის საკვებ და სამკურნალო პროდუქტებს. ის აუმჯობესებს მიწისქვეშა წყლის ხარისხს და ზრდის დებიტს. მთებში ტყეები იცავენ დასახლებებს, გზებსა და მინდვრებს წყალდიდობებისა და ღვარცოფებისაგან, ეროზიული პროცესების, მეწყერებისა და ზვავებისაგან. ტყე ხელს უწყობს მოსავლიანობის გაზრდას. ამიტომ მსოფლიოს ყველა ქვეყანაში განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს ტყის საფარის დაცვასა და გაფართოებას.
9. კლიმატის გლობალურმა დათბობამ გამოიწვია ბუნების სტიქიური მოვლენების გახშირება. მათგან მიყენებული ნეგატიური შედეგებით საქართველო გამორჩეული რეგიონია. ვინაიდან აქ გადის ევროპისა და აზიის დამაკავშირებელი გზები და აგრეთვე გაზისა და ნავთობის მილსადენები, ამიტომ საჭიროა მათი უსაფრთხოების უზრუნველყოფა. პრობლემის აქტუალურობის გამო განიხილება ისეთი სტიქიური მოვლენები, როგორცაა მეწყერები, ზვავები, სეტყვა, ღვარცოფები და წყალდიდობები. მათი ტერიტორიალური გავრცელება საქართველოს ტერიტორიაზე და მათგან მიყენებული ზარალი, რაც მეტად ყურადღასადასაქმებია ქვეყნის მესვეურთათვის.
10. საქართველო მდიდარია ჰიდროენერგეტიკული რესურსებით, მაგრამ მთის სეისმური ზონის პირობებში მძლავრ ჰიდრო და თბოელექტროსადგურების მშენებლობას დიდ სარგებელთან ერთად მოაქვთ დიდი ზარალიც. გარემოს დაბინძურების შემცირების მიზნით და ეკოლოგიურად უსაფრთხო ელექტროენერჯის მისაღებად მიზანშეწონილია მცირე ენერგეტიკის განვითარება, რისთვისაც საქართველოში უხვად არის განახლებადი ბუნებრივი ენერჯის წყაროები: მზე, ქარი, გეოთერმული რესურსები და ბიომასა. ნაშრომში მოცემულია მათი მახასიათებლები და ტერიტორიალური განლაგება.

7. ბექდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

7.4. სტატიები

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათა- ური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	Basilashvili Ts.Z.	Current problems of fresh water and trends in the flow of water in the rivers of the South Caucasus in Georgia	European Geographical Studies 10.13187/egs.2016.10.32	Academic Publishing House Researcher (Slovakia)	15 pp.
<p>დახასიათებულია მტკნარი წყლის რესურსები, აღნიშნულია მათი არაპროპორციული განაწილება. შესწავლილია მდინარეთა წყლის ხარჯების მრავალწლიური დინამიკა და დადგენილია მათი ყოველწლიური ცვლილების რიცხვითი მნიშვნელობები. განსაკუთრებით მწვავე წყლის დეფიციტის პრობლემები მოსალოდნელია აღმოსავლეთ საქართველოში, სადაც მშრალი კლიმატის გამო სარწყავი წყლის ნაკლებობა გამოიწვევს მოსავლიანობის შემცირებას, რაც არის ადგილობრივი მოსახლეობის არსებობის წყარო. მოსალოდნელი გვაღვიანობა ხელს შეუწყობს გაუდაბნოების პროცესის განვითარებას, ამიტომ საჭიროა არსებული წყლის რესურსების რაციონალურად გამოყენება და ჩატარებულ უნდა იქნეს გარკვეული პრევენციული ღონისძიებები მათი შევსებისათვის მოსალოდნელი ეკონომიკური და სოციალური კრიზისის დაძლევისა და გარემოს უსაფრთხოების უზრუნველყოფისათვის.</p>					
2	Basilashvili Ts.Z.	Forest cover for the safety of biosphere and environment	European Geographical Studies 10.13187/egs.2016.10.32	Academic Publishing House Researcher (Slovakia)	14 pp.
<p>აღნიშნულია, რომ ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის შთანთქმა შეუძლია მხოლოდ მწვანე მცენარეს ფოტოსინთეზის პროცესით, როდესაც წარმოიქმნება ჟანგბადი - წყარო ცოცხალი ორგანიზმების არსებობისა. ტყეშია მრავალი სახის საკვები და სამკურნალო პროდუქტები. ტყე არის დამცავი წყლისა და ნიადაგის რესურსებისა, ის არის აგრეთვე ჰაერისა და წყლის გამწმენდი ძლიერი ფილტრი. მთიან რეგიონებში ტყე იცავს დასახლებებს, გზებსა და მინდვრებს წყალდიდობებისა და ღვარცოფებისაგან, ეროზიის, მეწყერებისა და ზვავებისაგან. ტყე არეგულირებს მთის მდინარეთა წყლის რეჟიმს - ამცირებს წყალდიდობებს და იცავს მათ დაშრობისაგან. დახასიათებულია ტყის საფრის მდგომარეობა საქართველოსა და მსოფლიოს მასშტაბით. ხეთა უსისტემო ჭრებისა და ხანძრების შედეგად ტყე გამეჩხერდა და დაკარგა დამცავი ფუნქციები, განადგურდა მცენარეთა და ცხოველთა ათასობით სახეობა. პრევენციის მიზნით ყველა დასახლებაში მოსახლეობამ და ადმინისტრაციამ უნდა იზრუნოს ტყის განახლებაზე და საშენებაზე, რაც ხელს შეუწყობს ცხოველთა და ფრინველთა გამრავლებას, მოსავლიანობის მატებას და საკურორტო-რეკრეაციული, სამონადირეო და ეკოტურიზმის განვითარებას. ტყის გასაშენებლად უნდა შეირჩეს სასარგებლო ჯიშები, ჭრაკი დაშვებულ უნდა იქნეს წლიური შემატების ოდენობით.</p>					
3	Amiranashvili A., Cnelidze T., Dalakishili L., Svanadze D., Tsamalashvili T.,	Preliminary results of a study of the relationship between the variability of the mean annual sum of	International Scientific Conference „Modern Problems of Ecology, Proceedings, ISSN 1512-1976, v. 7, Tbilisi-Telavi, Georgia,		

	Tvauri G.,	atmospheric precipitation and landslide processes on Georgia	26-28 September, 2020		
4	N. Tsereteli, L. Danciu, O. Varazanashvili, K. Sesetyan, L. Qajaia, T. Sharia, D. Svanadze, and I. Khvedelidze	The 2020 National Seismic Hazard Model for Georgia (Sakartvelo)	Springer Nature B.V. 2021, Building Knowledge for Geohazard Assessment and Management in the Caucasus and other Orogenic Regions, NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security, https://doi.org/10.1007/978-94-024-2046-3_8		
5	L. G. Tielidze, D. Svanadze, L. Gadrani, L. Asanidze, Roger D. Wheate and Gordon S. Hamilton	A 54-year record of changes at Chalaati and Zopkhito glaciers, Georgian Caucasus, observed from archival maps, satellite imagery, drone survey and ground-based investigation	Hungarian Geographical Bulletin 69 (2020) (2) 175–189 pp.		
	L. Lagidze, L. Matchavariani, D. Svanadze, G. Khomasuridze	Influence of meteorological factors on ecological condition of the atmosphere in Tbilisi, Georgia	Journal of Environmental Biology, Special issue 2, (March 2020, Vol. 41,) 391-395 pp		

8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

8.1. საქართველოში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მომხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	სოფიო გორგიჯანიძე	„იმერეთის რეგიონში მდინარის ჩახერგილი უბნების გარღვევის შედეგად წარმოშობილი“	კპი ინსტიტუტის სემინარი (2020 წლის 29 მაისი)
სემინარზე განხილული იყო იმერეთის ადმინისტრაციული ერთეულის ნაზღვევი წყალმომარაგების			

სატისტიკური და ფიზიკურ-გეოგრაფიული მონაცემები, სად და როდის მოხდა მდინარის ხეობების ჩახერგვები, დაგუბებები და კატასტროფული წყალმოვარდნები. ასევე რა პროცესებით არის ამ რეგიონში გამოწვეული ეს მოვლენები. მოცემული იყო აგრეთვე ის გამოთვლები და პარამეტრები, რომლებიც საჭიროა რათა დროულად აცილებილი იქნას მოსალოდნელი წყალმოვარდნა როგორც ჩახერგვის წარმოშობის ადგილას ასევე წყალმოვარდნის გაშლის შემთხვევაში მიმდებარე ტერიტორიაზე. ასევე განხილული იყო ის დაცვის მექანიზმები რომელიც საჭიროა რათა დროულად მოხდეს მოსალოდნელი კატასტროფის თავიდან აცილება.

2	სოფიო გორგიჯანიძე	„წყლის რესურსები და მისი დაცვის მექანიზმები“	ჰმი ინსტიტუტის სემინარი (2020 წლის 14 ივნისი)
---	--------------------------	--	---

სემინარზე განხილული იყო საქართველოში წყლის რესურსების რაოდენობა. მათი განაწილება დასავლეთ და აღმოსავლეთ საქართველოს განხილვით. ასევე ის პროცესები რომელიც იწვევს წყლის დაბინძურებას და არარაციონალური გამოყენებას. მოცემული იყო ის ფაქტები სადაც ხდება წყლის რესურსების აქტიური სასოფლო-სამეურნეო გამოყენების მიზნით გახარჯვა, ასევე ჰიდრორესურსების ათვისების მიზნით. მოცემული იყო მათი დაცვის მექანიზმები და საშუალებები.

3	მანანა სალუქვაძე	„აჭარის მთიანი რაიონების ზვავ-საშიშროება“(მონოგრაფიის მიმოხილვა)	ჰმი ინსტიტუტის სემინარი (2020 წლის 5 მაისი)
---	-------------------------	--	---

სემინარზე წარმდგენილი იყო მონოგრაფია „აჭარის მთიანი რაიონების ზვავსაშიშროება“ სადაც დახასიათებულია ტერიტორიის გეოგრაფიული პირობები (ოროგრაფია, ჰიფსომეტრია, ფერდობების დახრილობა), კლიმატის ელემენტები. განხილულია ზვავსაშიშროების რაოდენობრივი (ტერიტორიის ზვავაქტიურობა, ზვავშემკრებების გავრცელების სიხშირე, ზვავების ჩამოსვლის სიხშირე, ზვავსაშიშროების ხანგრძლივობა) მახასიათებლები და შედგენილი შესაბამისი რუკები; ზვავსაშიშროების ხარისხის მიხედვით აჭარის ტერიტორიაზე გამოიყო განსაკუთრებით ძლიერი, ძლიერი, საშუალო და სუსტი ზვავსაშიშროების უბნები და ბათუმი-ახალციხის საავტომობილო გზის, ხულო-მლაშეს მონაკვეთის 32 ზვავშემკრებისთვის, შედგენილი ზვავსაშიშროების სქემატური რუკა, ასევე აჭარის მთიანი რაიონის 161 და საავტომობილო გზაზე არსებული 32 ზვავისთვის გამოთვლილია ზვავშემკრებების მორფომეტრიული და ზვავების დინამიკური მახასიათებლები, შედგენილია რუკა, სადაც 92 ზვავსაშიშროების დასახლებული პუნქტია დატანილი. შემუშავებულია ზვავსაშიშროების შერბილების რეკომენდაციები.

4	მანანა სალუქვაძე, სოფო გორგიჯანიძე	„ზვავსაშიშროების უგულველყოფილების მაგალითები საქართველოს მთიან რაიონებში“	ჰმი ინსტიტუტის სემინარი (2020 წლის 12 მაისი)
---	---	---	--

მოყვანილია სამთო-სათხილამურო კურორტებსა და საქართველოს სხვადასხვა მთიან რაიონებში სხვადასხვა წლებში (საქართველოს სამხედრო გზის გუდაური-კობის მონაკვეთზე, სვანეთში, აჭარაში, თუშეთში) ზვავსაშიშროების უგულველყოფით გამოწვეული ტრაგიკული შემთხვევები. განსაკუთრებით ბოლო წლებში გახშირებული ადგილობრივი და უცხოელი ტურისტების დაღუპვის ფაქტები, წარმოდგენილია მთაში გადაადგილების წესები და ზვავსაშიშროების შერბილების რეკომენდაციები.

5	მანანა სალუქვაძე	„თოვლის ზვავები საქართველოში“	სკოლა 21-ე საუკუნე (2020 წლის 27 მაისი) მე 9 კლასის მოსწავლეებთან
---	-------------------------	-------------------------------	---

სკოლის მოსწავლეებს წარედგინათ საქართველოს ზვავსაშიშროების რაიონები ზვავების ჩამოსვლის შედეგად გამოწვეული კატასტროფული შედეგები, ჩვენს მიერ შედგენილი სხვადასხვა კატეგორიის ზვავსაშიშროების

რუკები, ზვავწარმომქმნელი ფაქტორები და ზვავსაწინააღმდეგო ღონისძიებები.			
6	მანანა სალუქვაძე	„ზვავების დინამიკური მახასიათებლები“ (120 გვერდიანი მითითების პრეზენტაცია)	ჰმი ინსტიტუტის სემინარი (2020 წლის 28 მაისი)
ზვავების დინამიკური მახასიათებლების გამოსათვლელად მრავალი ფორმულის ანალიზის საფუძველზე წარმოდგენილია სხვადასხვა მითითებასა და ინსტრუქციაში შეტანილი სიდიდეების გამოთვლების ჩვენს მიერ შედგენილი გამარტივებული სქემა. წარმოდგენილია სხვადასხვა სიმაღლით ზონაში (200-3995 მ) და დახრილობის (12-52°) ფერდობებზე 3118 ზვავის გადაადგილების სიჩქარისა და დარტყმის ძალის სიდიდეები.			
7	მანანა სალუქვაძე	„თოვლის ზვავები საქართველოში“	სკოლა 21-ე საუკუნე (2020 წლის 30 მაისი) მე 8 კლასის მოსწავლეებთან
სკოლის მოსწავლეებს მივაწოდეთ ინფორმაცია თოვლის ზვავების წარმოქმნის და საქართველოს ზვავსაშიში იმ მთიანი რაიონების შესახებ, რომელთაც ზვავებმა განსაკუთრებით დიდი ზიანი მოქყენა. გავაცანით ჩვენს მიერ შედგენილი სხვადასხვა კატეგორიის ზვავსაშიშროების რუკები, ზვავსაწინააღმდეგო ღონისძიებები.			
8	მანანა სალუქვაძე	„მდინარე ნენსკრას და მისი შენაკადების ზვავსაშიშროება“	ჰმი ინსტიტუტის სემინარი (2020 წლის 9 ივნისი)
მესტიის მუნიციპალიტეტის ჭუბერის თემში მდინარე ნენსკრას ადიდებამ დიდი მატერიალური ზარალი მიაყენა ხეობის მოსახლეობას. წყალდიდობის გამომწვევი მიზეზების დასადგენად შევისწავლეთ მდ. ნენსკრასა და მისი 9 ძირითადი შენაკადის ზვავსაშიშროება. გამოთვლილია ზვავშემკრების მორფომეტრიული და ზვავების დინამიკური მახასიათებლები. გამოვლენილია ჭუბერის თემის ის სოფლები, სადაც თოვლის ზვავების შედეგად, წლების მანძილზე 40 ადამიანი დაიღუპა და ათეულობით სახლი დაინგრა და დაზიანდა. წარმოდგენილია ასევე ვარაუდი, რომ მდინარის შეგუბება და ტბის წარმოქმნის მიზეზი იმ 5 ზვავის კონუსია, რომელიც მდ. ნენსკრას ერთ-ერთი შენაკადის მდ.ჰოკრილაშლიცის (ჰოკრილასწყლის) სათავეში ჩამოდის.			
9	მანანა სალუქვაძე	„კატასტროფული ზვავები მსოფლიოს და საქართველოს მთიან რაიონებში“	ჰმი ინსტიტუტის სემინარი (2020 წლის 28 ივნისი)
განხილულია მსოფლიოს სხვადასხვა მთიან რაიონში თოვლის ზვავებით გამოწვეული კატასტროფები, ასევე საქართველოში კატასტროფული ზვავების ჩამოსვლის განსაკუთრებით უხვთოვლიანი ზამთრები. ცხრილის სახით წარმოდგენილია მათ მიერ გამოწვეული ადამიანთა მსხვერპლი, ნგრევა, დაზიანება, მატერიალური ზარალი, ასევე ზვავსაშიშროების რუკა, სადაც როგორც ზვავსაშიში, ისე პოტენციურად ზვავსაშიში დასახლებული პუნქტებია წარმოდგენილი.			
10	ცისანა ბასილაშვილი	მდინარე მტკვრის წყლის მაქსიმალური ხარჯები და მათი ცვლილება	26 სექტემბერი 2020 წ საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“ შრომები, თბილისი - თელავი
11	ცისანა ბასილაშვილი	ტყე - ეკოლოგიური უსაფრთხოების ფაქტორია	26 სექტემბერი 2020 წ საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „ეკოლოგიის

			თანამედროვე პრობლემები“ შრომები, თბილისი - თელავი
12	ცისანა ბასილაშვილი	საირიგაციო წყლის რესურსების მაფორმირებელი ფაქტორები და მათი დინამიკა შიგნი კახეთის რეგიონში	28 მაისი 2020 წ სტუ-ს ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის მაისის სამეცნიერო სესია

ცისანა ბასილაშვილი

სტუ-ს ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის სამეცნიერო საბჭოს წევრი;

რედკოლეგიის წევრი სამეცნიერო ჟურნალებისა:

1 - European Geographical Studies. Academic Publishing House Researcher. (Slovakia);

2 - სტუ-ს ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის სამეცნიერო რეფერირებადი შრომათა კრებული.

დავით სვანაძე

მომზადებულია საქართველოს თემატური რუკების (23 ერთეული) გეოსაინფორმაციო სისტემებში, ასევე მიმდინარეობს მუშაობა საქართველოს ტბების, წყალსაცავების და სხვა ჰიდროლოგიური ობიექტების გეოსაინფორმაციო მონაცემთა ბაზების და კადასტრის სამუშაოები უახლესი აერო ფოტომასალის და სხვადასხვა მასშტაბის ტოპოგრაფიული რუკების ანალიზის საფუძველზე: მცინვარები, ტბები, წყალსაცავები, ჭაობები, მდინარეთა ქსელი და ა.შ

კლიმატოლოგიის და აგრომეტეოროლოგიის განყოფილება

1. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები

№	პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები	პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1	საქართველოს ცალკეული ადმინისტრაციული რეგიონების კლიმატის, კლიმატური და აგროკლიმატური რესურსების კვლევა (მცხეთა-მთიანეთი)	2020-2022	შემსრულებლები ე.ელიზბარაშვილი (საერთო ხელმძღვანელობა, ჰაერის ტემპერატურა, სინოტივე, ატმოსფერული ნალექები, საკურორტო რესურსები), გ.მელაძე (აგროკლიმატური რესურსები და აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზები), რ.სამუკაშვილი (კლიმატის ფორმირების რადიაციული ფაქტორები, კლიმატის ენერგეტიკული რესურსები, საშიში მეტეოროლოგიური მოვლენები), ჯ.ვაჩნაძე

		<p>(კლიმატის ცირკულაციური ფაქტორები, წყინვა), მ.მელამე (აგროკლიმატური რესურსები და აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზები), ლ.ქართველიშვილი (ტურიზმის განვითარების პერსპექტივები კლიმატის ცვლილების გათვალისწინებით), ნ.ჭელიძე (ჰაერის ტემპერატურა და სინოტივე), შ.ელიზბარაშვილი (უხვი და ინტენსიური ნალექები), მ.ფიფია (სეტყვა, ქარბუქი), ნ.შავიშვილი (ტურიზმი), ც.დიასამიძე (კლიმატის ფორმირების ფაქტორები, ნისლი, კომპიუტერული უზრუნველყოფა).</p>
<p>მიმდინარე წელი ძირითადად დაეთმო მონაცემების შეგროვებას, მათ მოძიებას სხვადასხვა მონაცემთა ბაზებიდან. კერძოთ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის, გარემოს ეროვნული სააგენტოს ბაზებიდან, აგრეთვე გამოქვეყნებული სპეციალური კლიმატური ცნობარებიდან და შეიქმნა რეგიონისათვის კლიმატურ და აგროკლიმატურ მონაცემთა ბაზა. მათ შორის შეგროვდა მონაცემები ჰაერის ტემპერატურის, სინოტივის, ნალექების, კლიმატური რესურსების, ამინდის სტიქიური მოვლენების შესახებ. შეფასდა მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის კლიმატის ფორმირების ძირითადი ფაქტორები: რელიეფი, რადიაციული ფაქტორები, ატმოსფეროს ცირკულაციური პროცესები. შემუშავდა სპეციალური ცხრილები და მომზადდა გრაფიკული მასალა კლიმატის ძირითადი ელემენტების შესახებ (ჰაერის ტემპერატურა, სინოტივე, ნალექები, თოვლის საფარი, ქარი). აგროკლიმატური რესურსების შეფასების მიზნით შეირჩა აგროკლიმატური კვლევის ეფექტური მეთოდები, რომლებიც საშუალებას იძლევა დამყარდეს რაოდენობრივი კავშირები მეტეოროლოგიურ ფაქტორებსა და სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ბიოლოგიურ მოთხოვნილებებს შორის, ამინდისა და კლიმატის ხელსაყრელი პირობების ხარისხობრივი შეფასებისათვის, აგროკულტურების ზრდა-განვითარებისა და მოსავლის გაზრდისათვის.</p>		

2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

2.1.

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1	საქართველოს ცალკეული ადმინისტრაციული რეგიონების კლიმატის, კლიმატური და	2020-2022	შემსრულებლები ე.ელიზბარაშვილი (საერთო ხელმძღვანელობა, ჰაერის

	<p>აგროკლიმატური რესურსების კვლევა (მცხეთა-მთიანეთი)</p>	<p>ტემპერატურა, სინოტივე, ატმოსფერული ნალექები, საკურორტო რესურსები), გ.მელამე (აგროკლიმატური რესურსები და აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზები), რ.სამუკაშვილი (კლიმატის ფორმირების რადიაციული ფაქტორები, კლიმატის ენერგეტიკული რესურსები, საშიში მეტეოროლოგიური მოვლენები), ჯ.ვაჩნაძე (კლიმატის ცირკულაციური ფაქტორები, წყინვა), მ.მელამე (აგროკლიმატური რესურსები და აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზები), ლ.ქართველიშვილი (ტურიზმის განვითარების პერსპექტივები კლიმატის ცვლილების გათვალისწინებით), ნ.ჭელიძე (ჰაერის ტემპერატურა და სინოტივე), შ.ელიზბარაშვილი (უხვი და ინტენსიური ნალექები), მ.ფიფია (სეტყვა, ქარბუქი), ნ.შავიშვილი (ტურიზმი), ც.დიასამიძე (კლიმატის ფორმირების ფაქტორები, ნისლი, კომპიუტერული უზრუნველყოფა).</p>
<p>მიმდინარე წელი ძირითადად დაეთმო მონაცემების შეგროვებას, მათ მოძიებას სხვადასხვა მონაცემთა ბაზებიდან. კერძოდ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის, გარემოს ეროვნული სააგენტოს ბაზებიდან, აგრეთვე გამოქვეყნებული სპეციალური კლიმატური ცნობარებიდან და შეიქმნა რეგიონისათვის კლიმატურ და აგროკლიმატურ მონაცემთა ბაზა. მათ შორის შეგროვდა მონაცემები ჰაერის ტემპერატურის, სინოტივის, ნალექების, კლიმატური რესურსების, ამინდის სტიქიური მოვლენების შესახებ., შეფასდა მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის კლიმატის ფორმირების ძირითადი ფაქტორები: რელიეფი, რადიაციული ფაქტორები, ატმოსფეროს ცირკულაციური პროცესები. შემუშავდა სპეციალური ცხრილები და მომზადდა გრაფიკული მასალა კლიმატის ძირითადი ელემენტების შესახებ (ჰაერის ტემპერატურა, სინოტივე, ნალექები, თოვლის საფარი, ქარი).</p> <p>აგროკლიმატური რესურსების შეფასების მიზნით შეიძრა აგროკლიმატური კვლევის ეფექტური</p>		

მეთოდები, რომლებიც საშუალებას იძლევა დამყარდეს რაოდენობრივი კავშირები მეტეოროლოგიურ ფაქტორებსა და სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ბიოლოგიურ მოთხოვნილებებს შორის, ამინდისა და კლიმატის ხელსაყრელი პირობების ხარისხობრივი შეფასებისათვის, აგროკულტურების ზრდა-განვითარებისა და მოსავლის გაზრდისათვის.

6. ბექდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

6.1. მონოგრაფიები/წიგნები

№	ავტორი/ავტორები	მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	გ.მელაძე, მ.მელაძე	კლიმატის ცვლილება: აგროკლიმატური გამოწვევები და პერსპექტივები აღმოსავლეთ საქართველოში. ISBN 978- 9941-26-652-2	„უნივერსალი“, თბილისი,	201
<p>მონოგრაფიაში განხილულია კლიმატის თანამედროვე ცვლილების ფონზე აღმოსავლეთ საქართველოს რეგიონების (კახეთი, მცხეთა-მთიანეთი, სამცხე-ჯავახეთი, ქვემო ქართლი, შიდა ქართლი) მშრალი სუბტროპიკული, მთიანი და მაღალმთიანი ზონების აგროკლიმატური ასპექტები. კერძოდ, განსაზღვრულია აგროკლიმატური მახასიათებლების დროში ცვლილების დინამიკა გლობალური დათბობის პირობებში; კლიმატის ცვლილებით გამოწვეული არსებული აგროკლიმატური ზონების შესაძლო ტრანსფორმაცია, რის საფუძველზეც გამოყოფილია ზონები შესაბამისი პერსპექტიული კულტურების გავრცელების მიზნით; მოცემულია გვალვის ტიპები და მათი პროგნოზირება; დადგენილია კულტურების მოწყვლადობა, მათი თესვისა და რგვის ოპტიმალური ვადები; განიხილება ნაყოფების სიმწიფის სითბოთი და სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობის უზრუნველყოფა; სავეგეტაციო პერიოდში ორი მოსავლის მიღების პერსპექტივა; შემუშავებულია აგრომეტეოროლოგიური და ფენოლოგიური პროგნოზების მეთოდები და სხვა. ნაშრომი განკუთვნილია სოფლის მეურნეობის მუშაკებისა და ფერმერებისათვის, აგრეთვე აგრომეტეოროლოგების, აგროკლიმატოლოგების, გეოგრაფების, ბიოლოგების და ამ საკითხებით დაინტერესებული ფართო საზოგადოებისათვის. რეკომენდებულია, როგორც სასწავლო მასალა (დამხმარე სახელმძღვანელო) შესაბამისი მიმართულების მაგისტრანტებისა და დოქტორანტებისათვის.</p>				

6.2. სახელმძღვანელოები

№	ავტორი/ავტორები	სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
---	-----------------	---	--------------------------------	---------------------

1	ე.ელიზბარაშვილი, ნ.ბერმენიშვილი	ეკოლოგიური პროგნოზირება 978-9941-25-719-3	თბილისი, მერიდიანი	92 გვ. 300 ეგზ.
2	ე.ელიზბარაშვილი,	კლიმატოლოგია https://elibrary.sou.edu.ge/ge/books/klimatologia/828	თბილისი, სოხუმის უნივერსიტეტი	300 გვ. ელ.ვერსია

1. საგანი “ეკოლოგიური პროგნოზირება” ჯერ კიდევ გასული საუკუნის დასასრულს შემოტანილი იყო იაკობ გოგებაშვილის სახელობის თელავის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გეოგრაფიის და ეკოლოგიის სასწავლო პროგრამებში პროფესორ ე.ელიზბარაშვილის მიერ. კურსის მიზანია მომავალი ბუნების მკვლევარნი გაერკვნენ თანამედროვეობის უმნიშვნელოვანეს ეკოლოგიურ პრობლემებში, გაეცნონ განვითარების გლობალურ მოდელებს და არსებულ პროგნოზებს თუ სცენარებს. სამწუხაროდ, სახელმძღვანელო ამ საგანში არარსებობს არც ქართულ, და რამდენადაც ჩვენთვის ცნობილია, არც უცხოურ ენაზე. ამიტომ საჭირო გახდა მისი სტრუქტურის განსაზღვრა, რასაც საფუძვლად დაედო შემდეგი თემები: თანამედროვეობის უმნიშვნელოვანესი გლობალური ეკოლოგიური პრობლემები-გარემოს დაბინძურება, გლობალური დათბობა და გაუდაბნობა, ბიომრავალფეროვნების შემცირება და მსოფლიოს განვითარების გლობალური დინამიკური მოდელები, გლობალური მოდელებით მართვა, გლობალური წონასწორობა და მოდელების სტაციონარული რეჟიმები, გლობალური განვითარების პროგნოზები.

2.სახელმძღვანელო შედგება სამი ნაწილისაგან. პირველი ნაწილი წარმოადგენს კლიმატოლოგიის საფუძვლებს და განკუთვნილია ბაკალავრიატის სტუდენტებისათვის. მასში განხილულია ძირითადი კლიმატწარმოქმნელი ფაქტორები, რელიეფის გავლენა კლიმატზე, მიკროკლიმატი, კლიმატთა კლასიფიკაცია და კლიმატის ცვლილება.

სახელმძღვანელოს მეორე ნაწილი წარმოადგენს კლიმატოგრაფიას. ის შეიცავს ქვეყნის ნაწილების, მსოფლიოს ქვეყნების და მსოფლიოს მნიშვნელოვანი მათა სისტემების რეგიონალურ კლიმატოგრაფიას, საქართველოს კლიმატის და კლიმატური რესურსების მოკლე დახასიათებას.

მესამე ნაწილში განხილულია მეტეოროლოგიურ დაკვირვებათა წარმოებისა და მათი კლიმატოლოგიური დამუშავების მეთოდები. კერძოდ, განხილულია ძირითადი მეტეოროლოგიური ხელსაწყოები და მეტეოროლოგიური ელემენტების გაზომვის პრინციპები, ძირითადი კლიმატოლოგიური მახასიათებლების გაანგარიშების მეთოდები, მეტეოროლოგიურ დაკვირვებათა რიგის ემპირიული და მათემატიკური მოდელირების პრინციპები, კორელაციური და რეგრესიული ანალიზი, სტოქასტიკური პროცესები. სახელმძღვანელოს მეორე და მესამე ნაწილები განკუთვნილია მაგისტრატურის და დოქტორანტურის სტუდენტებისათვის.

სახელმძღვანელო მთლიანობაში გამოადგება გეოგრაფიის მასწავლებლებსა და კლიმატოლოგიის დარგში მომუშავე მეცნიერ-მუშაკებს.

6.3. კრებულები

№	ავტორი/ავტორები	კრებულის სახელწოდება,	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
---	-----------------	-----------------------	--------------------------------	---------------------

		საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN		
1	ე.ელიზბარაშვილი, გ.მელაძე, რ.სამუკაშვილი, ჯ.ვაჩნაძე, მ.მელაძე, ნ.ჭელიძე, შ.ელიზბარაშვილი, ც.დიასამიძე, მ.ფიფია, ვ.გორგიშელი, მ.სალუქვაძე	საქართველოს ჰავა 7. კახეთი ISSN 1512-0902	ჰიდრომეტეოროლოგია ს ინსტიტუტი, თბილისი, საქართველო	180
<p>გამოკვლეულია კახეთის რეგიონის კლიმატის ფორმირების ძირითადი ფაქტორები: რელიეფი, რადიაციული ფაქტორები, ატმოსფეროს ცირკულაციური პროცესები; კლიმატის ძირითადი ელემენტების ტერიტორიული განაწილების კანონზომიერებანი: ჰაერის ტემპერატურა, ჰაერის სინოტივე, ატმოსფერული ნალექები, თოვლის საფარი, ქარი. შეფასებულია რეგიონის კლიმატური რესურსების პოტენციალი: საკურორტო რესურსები, ჰელიოენერგეტიკული რესურსები, ქარის ენერგეტიკული რესურსები. განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა აგროკლიმატურ რესურსებს და პროგნოზებს. განხილულია ამინდის საშიში მოვლენები: ძლიერი ქარები, ქარბუქი, ნისლი, ინტენსიური და თავსხმა ნალექები, სეტყვა, გვალვა, წაყინვები, ზვავები.</p>				

6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათა-ური, ISSN	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	ფიფია მ. ბეგლარაშვილი ნ. დიასამიძე ც.	კლიმატური პირობების გავლენა ზოგიერთი ვირუსული ინფექციის გავრცელებაზე საქართველოში ISSN 1512-0902	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის სამეცნიერო რეფერირებადი შრომათა კრებული, ტ. 129	საქართველო	5
2	Beglarishvili N., Janelidze I., Pipia M., Varamashvili N.	HAIL STORMS IN KAKHETI (GEORGIA) IN 2014-2018 ISSN 1512-1976	International Scientific Conference „Modern Problems of Ecology“ Proceedings, v. 7	Georgia	4
3	Beglarishvili N., Janelidze I., Pipia M.,	HEAVY RAINFALL, FLOODS AND FLOODINGS IN KAKHETI (GEORGIA) IN	International Scientific Conference „Modern	Georgia	5

	Varamashvili N.	2014-2018 ISSN 1512-1976	Problems of Ecology“ Proceedings, v. 7		
4	მ.მელაძე, გ.მელაძე	ყინვების გავლენა აგროკულტურებზე კლიმატის ცვლილების გათვალისწინებით. ISSN 1512-0902	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის სამეცნიერო რეფერირებადი შრომათა კრებული, ტ. 129	საქართველო	7
5	მ.მელაძე, გ.მელაძე	Change of Shida Kartli mountainous and high- mountainous agro-climatic zones in conditions of global warming ISSN 1512-1976	International Scientific Conference „Modern Problems of Ecology“ Proceedings, v. 7	Georgia	5
6	მ.მელაძე, გ.მელაძე	აგრობიომრავალფეროვნების აგროკლიმატური პირობები გლობალური დათბობის გათვალისწინებით სამცხე- ჯავახეთში ISBN 978-9941-8-1738-9	საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის სამეცნიერო კონფერენციის მასალები		6
7	ლ. ქართველიშვილი	საქართველოს სამშენებლო- კლიმატური დარაიონება კომპლექსური კლიმატური პარამეტრების გათვალისწინებით	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის სამეცნიერო რეფერირებადი შრომათა კრებული, ტ. 129	საქართველო	6

1. საქართველოში ზოგადად ცირკულირებს ყველა ის ინფექციური დაავადება, რომელიც დამახასიათებელია ზომიერი კლიმატის ქვეყნებისთვის. კვლევა ეძღვნება გრიპისა და მწვავე რესპირატორული ინფექციების გავრცელების კლიმატურ პირობებს. ჩვენი მიზანი იყო საქართველოში გრიპის ვირუსების ცირკულაციის კლიმატური პირობების განსაზღვრა. ამისთვის გამოვიყენეთ 2010-2017 წლების ლაბორატორიულად დადასტურებული მონაცემები გრიპის ვირუსების გავრცელების შესახებ. ამ მონაცემების დამუშავების შედეგად გამოიკვეთა გრიპის გავრცელების დიაპაზონები წლის განმავლობაში და პიკები კვირების მიხედვით 2010-2017 წლების პერიოდის თითოეული

სეზონისთვის, საერთო ჯამში 7 სეზონის მიხედვით. სტატისტიკური მეთოდების გამოყენებით განვსაზღვრეთ კლიმატური პირობები რომელიც შეესაბამებოდა თითოეულ სეზონს. მასალად გამოვიყენეთ სტატისტიკის ეროვნული სამსახურის მონაცემები ინფექციურ დაავადებათა გავრცელების შესახებ, დაავადებათა კონტროლისა და საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის ეროვნული ცენტრის მონაცემები გრიპის შესახებ საქართველოში. სხვადასხვა ნაშრომები გრიპის ვირუსების ცირკულაციის შესახებ საქართველოში. ასევე, 2010-2020 წლების მეტეოროლოგიური მონაცემები ჰაერის ტემპერატურასა და ტენიანობის შესახებ.

კვლევის შედეგების საფუძველზე შეიძლება ითქვას, რომ საქართველოში გრიპისმაგვარი და მძიმე წვავე რესპირატორული ინფექციების პიკური გავრცელებისთვის ხელსაყრელ კლიმატურ ფაქტორებად უნდა მივიჩნიოთ პერიოდი, როდესაც ჰაერის საშუალო ტემპერატურის დიაპაზონი $+2^{\circ}\text{C}$ $+8^{\circ}\text{C}$ და საშუალო ფარდობითი ტენიანობა 65%-80%.

2. სეტყვა მიეკუთვნება სტიქიურ მეტეოროლოგიურ მოვლენათა რიცხვს. ხშირად, მისი ექსტრემალურად ანომალური გადახრები კატასტროფულ ხასიათს ატარებს და საგანგებო სიტუაციის შექმნის მიზეზი ხდება. ასეთ დროს სეტყვას შეუძლია მნიშვნელოვანი ზარალი მიაყენოს ქვეყნის ეკონომიკას, განსაკუთრებით სოფლის მეურნეობას, გაანადგუროს ნაწილობრივ, ზოგჯერ მთლიანადაც, ნათესები, ვენახები, ერთწლიანი და მრავალწლიანი ნარგავები, დახოცოს შინაური ფრინველები და ცხოველები, ზიანი მიაყენოს სტიქიური მოვლენის არეალში არსებულ იმფრასტრუქტურასა და ტრანსპორტს, საფრთხე შეუქმნას ადამიანის ჯანმრთელობას.

კვლევაში წარმოდგენილია საქართველოს გარემოს დაცვის სააგენტოს მონაცემების ანალიზი კახეთში (საქართველოში) სეტყვის შემთხვევებზე და მათგან 2014-2018 წლებში მიყენებულ ზარალზე. სეტყვის ყველაზე მეტი შემთხვევა ხუთი წლის განმავლობაში დაფიქსირდა თელავის მუნიციპალიტეტში (17 დღე 38 დასახლებულ პუნქტში), ყველაზე მცირე - დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტში (2 დღე სეტყვით 2 დასახლებულ პუნქტში). შედგენილ იქნა სეტყვის შემთხვევების რუკა 2014-2018 წლებისთვის.

კვლევამ აჩვენა, რომ ბოლო წლების განმავლობაში კახეთის რეგიონში სეტყვა ხშირია, რამაც მნიშვნელოვანი ზიანი მიაყენა რეგიონის აგრარულ სექტორს. კახეთის რეგიონში სეტყვის ხანგრძლივობა რიგ შემთხვევებში 30 წთ აღწევს, ხოლო სეტყვის მარცვლის დიამეტრი 20 მმ აღწევს.

3. ატმოსფერული ნალექების რეჟიმი არის ერთ – ერთი მნიშვნელოვანი კლიმატის შემქმნელი ფაქტორი, რომელიც მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ტერიტორიის ეკოლოგიურ მდგომარეობაზე, სოფლის მეურნეობასა და ეკონომიკის სხვა სფეროებზე. ხშირად მათი გამოვლინება კატასტროფულია და საგანგებო სიტუაციას იწვევს. ასეთ შემთხვევებში ნალექებმა, ისევე როგორც თანმხლებმა წყალდიდობებმა და დატბორვებმა, შეიძლება მნიშვნელოვანი ზიანი მიაყენოს ეკონომიკას, განსაკუთრებით სოფლის მეურნეობაში, შეუძლია გაანადგუროს ცხოველთა სამყარო, საფრთხე შეუქმნას ხალხის სიცოცხლეს და ა.შ. ამრიგად, საქართველოში, როგორც სხვა ქვეყნებში, განსაკუთრებული ყურადღება ყოველთვის ექცეოდა ნალექების რეჟიმის შესწავლას. კლიმატის ცვლილების გამო, ამ კვლევებისადმი ინტერესი განსაკუთრებით გაიზარდა ბოლო ათწლეულების განმავლობაში, როგორც საქართველოს მთელს ტერიტორიაზე, ასევე მისი ცალკეული რეგიონების მიმართ.

კვლევაში წარმოდგენილია საქართველოს გარემოს დაცვის სააგენტოს მონაცემების ანალიზი კახეთში ნალექების, წყალდიდობის და დატბორვების შემთხვევების და მათგან დაზიანების შესახებ 2014-2018 წლებში. ხუთი წლის განმავლობაში ნალექების, წყალდიდობის და დატბორვების შემთხვევების დღეების უდიდესი რაოდენობა ლაგოდეხის მუნიციპალიტეტში (10 დღე) დაფიქსირდა, ყველაზე მცირე - სიღნაღის მუნიციპალიტეტში (2 დღე). ხოლო დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტში 2014-2018 წლებში არანაირი

ინციდენტი არ დაფიქსირებულა. შედგენილ იქნა ამ შემთხვევების რუკა.

4. კლიმატის ცვლილების პირობებში, მომავლის სცენარით (2030-2050 წწ.) შეფასებულია ყინვების ზემოქმედება აგროკულტურებზე. დადგენილია, რომ დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტში აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურები (-15, -17°C) მომავლის სცენარის მიხედვით შემცირებულია -3C-ით, ხოლო ახალციხეში -1°C-ით, საბაზისოსთან (მიმდინარე) შედარებით, რაც ხელსაყრელია საშემოდგომო კულტურების (ხორბალი და სხვა) და ვაზის ნორმალური გამოზამთრებისათვის. ხელვაჩაურის ტერიტორიაზე ციტრუსოვანი კულტურების დამაზიანებელი-კრიტიკული ტემპერატურები მომავლის სცენარით (2030-2050 წწ.) შემცირებულია -1°C-ით, ხოლო ქედას ტერიტორიაზე -2°C-ით, საბაზისოსთან (მიმდინარე) შედარებით. შედგენილია ჰაერის აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურების ალბათობის (%) მრუდები, მუნიციპალიტეტების მიხედვით.

5. გლობალური დათბობის ფონზე შეფასებულია აგროკლიმატური მახასიათებლები შიდა ქართლის მთიან და მაღალმთიან ზონებში. მრავალწლიური (1948-2017წწ.) მეტეოროლოგიურ დაკვირვებათა მონაცემების ანალიზისა და სტატისტიკური დამუშავების საფუძველზე, ასევე, მომავლის სცენარით (ტემპერატურის 2°C-ის მატება), დადგენილია აღნიშნული ზონების სავეგეტაციო პერიოდების ხანგრძლივობის, აქტიურ ტემპერატურათა ჯამების, ატმოსფერული ნალექების და ჰოვ-ის მატება/კლების ტენდენციები. სცენარით, 2°C-ის მატების გათვალისწინებით გამოყოფილია მთიანი და მაღალმთიანი აგროკლიმატური ზონები შესაბამისი პერსპექტიული კულტურების გავრცელების მიზნით.

6. შეფასებულია აგროკლიმატური მახასიათებლები სამცხე-ჯავახეთის მთიან და მაღალმთიან ზონებში, გლობალური დათბობის გათვალისწინებით. მრავალწლიური (1948-2017 წწ.) მეტეოროლოგიურ დაკვირვებათა მონაცემების ანალიზისა და სტატისტიკური დამუშავების საფუძველზე, ასევე, მომავლის სცენარით (ტემპერატურის 2°C-ის მატება), დადგენილია აღნიშნული აგროკლიმატური ზონების სავეგეტაციო პერიოდების ხანგრძლივობის, აქტიურ ტემპერატურათა ჯამების, ატმოსფერული ნალექების და ჰიდროთერმული კოეფიციენტების (ჰოვ) მატება/კლების ტენდენციები. სცენარით, 2°C-ის მატების გათვალისწინებით, გამოყოფილია მთიანი და მაღალმთიანი აგროკლიმატური ზონები, შესაბამისი პერსპექტიული სასოფლო-სამეურნეო კულტურების გავრცელების მიზნით.

7. როგორც გამოკვლევებმა უჩვენა შენობების სწორი დაპროექტების მიზნით აუცილებელია განსაზღვრული იქნას კლიმატური პარამეტრების ზემოქმედების ფაქტორი. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია კლიმატური პარამეტრების განაწილებათა დადგენა კლიმატის გლობალური ცვლილების ფონზე, ვინაიდან თავი იჩინა ჩვენს ქვეყანაში რეგიონულმა კლიმატურმა ვარიაციებმა. ამასთან დაკავშირებით განსაზღვრული იქნა სხვადასხვა კომპლექსური კლიმატური მონაცემების განაწილებათა თავისებურებანი საქართველოს პირობებში. მიღებული მონაცემების საფუძველზე აგებულია საქართველოს სამშენებლო-კლიმატური დარაიონების რუკა.

7. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

7.4. სტატიები

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათა-ური, ციფრული (დიგიტალური)	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
---	---------------------	--	--	--------------------------------------	------------------------

		საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN	ნომერი/ტომი		
1	E.Sh.Elizbarashvili, M.E. Elizbarashvili, Sh.E. Elizbarashvili, M.G.Pipia, L.G.Kartvelishvili	Blizzards in Mountain Regions of Georgia DOI: 10.3103/S1068373920010082	Russian Meteorology and Hydrology, 2020, Vol. 45, No.1 , pp. 110–114	USA	5
2	E.Sh.Elizbarashvili, M.E. Elizbarashvili, Sh.E. Elizbarashvili	Investigation of the Frequency of Occurrence of the Most Dangerous Weather Events for Georgia DOI: 10.3103/S1068373920100076	Russian Meteorology and Hydrology, 2020, Vol. 45, No.10, pp. 727–732	USA	6
3	E.Sh.Elizbarashvili, M.E.Elizbarashvili, Sh.E.Elizbarashvili , N.B.Kutaladze	Waves of heat and cold over the territory of Georgia in conditions of global warming DOI: 10.13187/egs.2020.1.50	European Geographical Studies, 7(1), pp. pp. 50–60	Slovakia	20
4	M.Meladze, N.Elizbarashvili, N.Sulkhanishvili, B.Kalandadze, G.Meladze, T.Gordeziani, T.Gorgodze, T.Donadze, G.Meladze, R.Elizbarashvili, D.Sidamonidze	Main problems of the sustainable development the South Caucasus and processes of transformation of landscapes (ecosystems) of biodiversity. DOI:10.22438	<u>Journal of Environmental Biology, (special issue) Environment, Biodiversity, Geography, JEB vol.41, #2, pp.382- 390</u>	<u>Lucknow, India</u>	9
5	M.Meladze, N.Elizbarashvili, L.Niemets, G.Meladze, K.Sehida, M.Lohvynova, D.Sidamonidze	Forced migrations of Georgia and Ukraine: Reasons for the emergence, process features, implications for countries. ISSN 2410-7360	Visnyk of V.N. Karazin Kharkiv National University, series „Geology, Geography, Ecology”. N52, pp.139-155	Ukraine	17

1. საქართველოს 20 მეტეოროლოგიური სადგურის დაკვირვების საფუძველზე გამოკვლეულია მაღალმთიან რაიონებში ქარბუქის დღეების რაოდენობა, ინტენსივობა, ხანგრძლივობა, მათი დადგომის პერიოდები და დინამიკა. დადგენილია ქარბუქის დროს ქარის და თერმული რეჟიმების თავისებურებები. ქარბუქიანი დღეების უდიდესი რაოდენობა აღინიშნება დიდი კავკასიონის მწვერვალზე (მამისონის უღელტეხილი, კაბეგეი) -235-246 დღე. აქ ქარბუქი გვხვდება მთელი წლის განმავლობაში. ის ყველაზე აქტიურია დეკემბრიდან აპრილამდე. ქარბუქის მაქსიმალური ინტენსივობა

- 4-5 ბალს აღწევს, ხოლო ხანგრძლივობა 1000 საათს აღემატება. სამხრეთ საქართველოს მაღალმთიანეთის მაღალმთიან ზონაში, სადაც ძლიერი ქარის ალბათობა მაღალია (რადიონოვკა, ცხრაწყარო), ქარბუქიანი დღეების უდიდესი რაოდენობა 117-163-მდეა. აქ ქარბუქი გვხვდება ოქტომბრიდან მაის-ივნისამდე და მათი უდიდესი აქტივობა დეკემბრიდან მარტამდე (6-14 დღე) აღინიშნება. შუა მთის ზონაში მნიშვნელოვნად იკლებს ქარბუქიანი დღეები, მცირდება ინტენსივობა (მაქსიმალური ინტენსივობა 2 ბალი) და იკლებს წარმოქმნის პერიოდის ხანგრძლივობა (წალკა, ბაკურიანი, ახალქალაქი).
2. საქართველოს 20-ზე მეტი მეტეოროლოგიური სადგურის დაკვირვების საფუძველზე გამოკვლეულია საქართველოსთვის ყველაზე საშიში მეტეოროლოგიური მოვლენების - კატასტროფული ნალექების, სეტყვის, ქარიშხლების, ქარბუქი, საშიში ნისლების ერთდროული განხორციელების ალბათობა და სიხშირე. სტატისტიკის კანონების საფუძველზე დგინდება კომპლექსის ერთ-ერთი მოვლენის დადგომის ალბათობა, როგორც კომპლექსის მოვლენათა ერთობლივი წარმოშობის ალბათობა და რისკების განმეორების პერიოდები. განიხილება ბუნებაში დაფიქსირებული ფენომენების ყველაზე საშიში და შედარებით რეალური კომბინაციები. განხილულია დამოუკიდებელი და თავსებადი ორგანოზომილებიანი კომპლექსები: •კატასტროფული ნალექები - ქარიშხალი ქარი (**R50-Hu**); •კატასტროფული ნალექები - საშიში ნისლი (**R50-Fd**); •სეტყვა - ქარიშხალი ქარი (**Ha- - Hu**); •სეტყვის საშიში ნისლი (**Ha-Fd**); •ქარიშხალი ქარი - საშიში ნისლი (**Hu-Fd**); •ქარიშხალი - საშიში ნისლი (**B-Fd**).
3. საქართველოს 12 მეტეოროლოგიური სადგურის დაკვირვების საფუძველზე, გამოკვლეულია თბილი და ცივი ტალღების სტატისტიკური სტრუქტურა. განისაზღვრულია მათი საშუალო უწყვეტი, ჯამური და გრძელი ტალღის ხანგრძლივობა, მათი რეალიზაციის ალბათობა, გავრცელების არელები და განმეორებადობა. შეფასებულია მათი ცვლილების სიჩქარე, ცვლილებების სტატისტიკური მნიშვნელობის კრიტერიუმი. საქართველოში სითბოს ტალღების საშუალო საერთო ხანგრძლივობა წელიწადში 13-20 დღემდეა, მაქსიმალური შავი ზღვის სანაპიროზე და მთაში. ცივი ტალღების საერთო ხანგრძლივობაა 10-14 დღე, მაქსიმალურია შავი ზღვის სანაპიროზე, კოლხეთის დაბლობში და აღმოსავლეთ საქართველოს ვაკეზე. სითბოს ტალღების ყველაზე დიდი საერთო ხანგრძლივობაა 40-90 დღე, ხოლო ცივი ტალღების ყველაზე დიდი საერთო ხანგრძლივობაა 20-50 დღე. სითბოს ტალღების უწყვეტი ხანგრძლივობაა 6-11 დღე და მისი საშუალო ხანგრძლივობაა დაახლოებით 8 დღე, ხოლო ცივი ტალღების ხანგრძლივობაა 6-8 დღე და საშუალოდ 7 დღე, რაც კარგად ეთანხმება ჰაერის მასების ტრანსფორმაციის პროცესს.
4. კვლევა ეძღვნება სამხრეთ კავკასიის რეგიონის მდგრადი განვითარების პრობლემებსა და ინდიკატორებს, სადაც შეფასებულია რეგიონის ლანდშაფტის (ეკოსისტემების, აგროეკოსისტემების) თანამედროვე და პერსპექტიული მდგომარეობა. გარემო პირობების განმსაზღვრელი გარემო, ლანდშაფტის სტრუქტურა და ფუნქციონირება განისაზღვრება როგორც ბუნებრივი, ისე ანთროპოგენური ფაქტორებით. ბუნებრივი კრიტერიუმების განსაზღვრის ძირითადი კრიტერიუმი, განსაზღვრული სტრუქტურული, ფუნქციონალური, ეტოლოგიური ან ფიზიოგნომიული თავისებურებები შეიძლება განვიხილოთ შემდეგ ჯგუფებში: 1. პრაქტიკულად უცვლელი, 2. უმნიშვნელოდ შეცვლილი, 3. საშუალოდ შეცვლილი 4. ძლიერ შეცვლილი და 5. პრაქტიკულად ტრანსფორმირებული ლანდშაფტები. ამრიგად, სამხრეთ კავკასიის ზოგიერთი ლანდშაფტის უმეტესობა მიეკუთვნება ძალიან ძლიერ შეცვლილ ლანდშაფტების კატეგორიებს.
5. განხილულია ცხინვალის რეგიონში (1989-1992 წწ.), აფხაზეთში (1992-1993 წწ.) და 2008 წლის რუსეთ-საქართველოს აგვისტოს ომით გამოწვეული შიდა მიგრაციული პროცესები. დევნილების პრობლემების გადაწყვეტისას მნიშვნელოვანია მათი ადრინდელ საცხოვრებელ ადგილებზე დაბრუნება და ინტეგრაცია. სახელმწიფოს მხრიდან დროულად და ეფექტურად უნდა მოხდეს კონკრეტულ სიტუაციაზე რეაგირება.

საერთაშორისო დახმარება უმნიშვნელოვანესია, მაგრამ აუცილებელია, რომ ეროვნული ძალისხმევა იყოს სისტემური და დინამიური. სახელმწიფომ უნდა გაატაროს ისეთი ღონისძიებები, რომლებიც ხელს შეუწყობენ თითოეული დევნილის მატერიალურ დამოუკიდებლობას.

8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

8.1. საქართველოში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მომხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	ე.ელიზბარაშვილი	О КОРРЕЛЯЦИОННОЙ СВЯЗИ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ ON THE CORRELATION OF TEMPERATURE AND PRECIPITATION IN CONDITIONS OF GLOBAL WARMING	5-6 November, Tbilisi-Telavi
2	M.Meladze	Global warming and evaluation of agroecological conditions in Samegrelo - Zemo Svaneti region http://conference.ens- 20120.tsu.ge/uploads/5c4afbf6192bd Maia-Meladze-ENG.pdf	3-7 February, Tbilisi, Georgia
3	მ.მელაძე, გ.მელაძე	აგრობიომრავალფეროვნების აგროკლიმატური პირობები გლობალური დათბობის გათვალისწინებით სამცხე- ჯავახეთში	25 სექტემბერი, საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემია
4.	ლ.ქართველიშვილი ლ. ქურდაშვილი	Identification of Building-Climatic Guidelines for Georgia considering Regional Climate Change	"WMO Data Conference" Switzerland, Zurich November 16-19, 2020
5	ლ.ქართველიშვილი ლ.ქურდაშვილი	Consideration climate change in the protection of the Environment in Georgia,	10th IconSWM-CE 2020, December 01 - 07, 2020 India

1. 1936-2015 წლების პერიოდისთვის საქართველოს 60 მეტეოროლოგიური სადგურის დაკვირვების საფუძველზე გამოკვლეულია გლობალური დათბობის დროს ჰაერის ტემპერატურის გავლენა ნალექების ცვლილების რეჟიმზე. მიღებულია რეგრესიის განტოლებები ნალექების მახასიათებლების გამოსათვლელად, ტემპერატურის მახასიათებლებზე დამოკიდებულებით. ტემპერატურისა და ნალექების გრძელვადიან სვლაში გამოვლინდა ციკლური ხასიათის ურთიერთსაწინააღმდეგო, ბრიკნერის ციკლის ხანგრძლივობასთან ანალოგიური ციკლები. ნალექების რაოდენობასა და ტემპერატურას შორის კორელაცია ძირითადად უარყოფითია და ნიშნავია 0.99 ან 0.95 საიმედოობით,

გარდა ივლისისა, როდესაც ეს მახასიათებლები არაკორელაცირებულია დასავლეთ საქართველოში. გლობალური დათბობის პირობებში ტემპერატურისა და ნალექების ცვლილების მაჩვენებლების ურთიერთმიმართება ასევე უარყოფითია და კარგად ვლინდება წლის ყველა სეზონში და წლის განმავლობაში, მაგრამ წლის ცივ პერიოდში დადებითი კავშირები ჭარბობს.

2. ჩატარებული გამოკვლევების შედეგებიდან გამომდინარე, დასტურდება გლობალური დათბობის გავლენა, სამეგრელო-ზემო სვანეთის ტენიან სუბტროპიკულ, მთიან და მაღალმთიან რეგიონზე. იგი აშკარად მოქმედებს აქტიურ ტემპერატურათა ჯამების მატებაზე, სავეგეტაციო პერიოდის გახანგრძლივებაზე, ატმოსფერული ნალექების ძირითადად შემცირებაზე. გლობალური დათბობის პირობებში გათვალისწინებული მომავლის (2020-2050 წწ.) სცენარი, ტემპერატურის 1°C-ით მატება საკვლევ რეგიონის ზონებში სასოფლო-სამეურნეო კულტურებზე არსებით გავლენას ვერ მოახდენს თუ გლობალური დათბობისას ტემპერატურა სცენარით გათვალისწინებულ ტემპერატურაზე მაღალი არ აღმოჩნდება (1-2°C). პირიქით, შეიძლება ხელსაყრელი იყოს ზღ.დონიდან სიმაღლეების მიხედვით სასოფლო-სამეურნეო კულტურების გავრცელებისათვის. სადაც, მომავლისათვის 1°C-ით მატებისას სასოფლო-სამეურნეო კულტურების გავრცელება შესაძლებელი იქნება 100-200 მ-ით მაღლა, ამჟამად არსებულ საბაზისოსთან შედარებით.

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

1. ელიზბარ ელიზბარაშვილი-სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა და ჯანდაცვის ფაკულტეტი. მოწვეული პროფესორი. მიმდინარე წელს შემდეგ სალექციო კურსებზე; კლიმატოლოგია. მეტეოროლოგია, გარემოს დაცვა (ბაკალავრიატი), საქართველოს ბუნებრივი რესურსებია (მაგისტრატურა).
2. ელიზბარ ელიზბარაშვილი-კლიმატოლოგიის დარგში ექსპერტად აბასთუმნის, წყალტუბოს და ლეზარდეს სანიტარულ-რეკრეაციული ზონების დადგენაში.
3. მელაძე მაია - შ.რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის პროექტი: „გარემოსათვის უსაფრთხო, ინოვაციური საშუალებებით ბიოთხილის წარმოების ხელშეწყობა“ (ხელშეკრულება ##FR17_581) მოწვეული აგრომეტეოროლოგი.
4. მელაძე მაია - საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის აგრარული მეცნიერებების და ბიოსისტემების ინჟინერინგის ფაკულტეტზე მოწვეული პროფესორი. მიმდინარე წელს ხელმძღვანელობდა შემდეგ სალექციო კურსებს: აგრომეტეოროლოგია და კლიმატოლოგია, ამინდი და კლიმატი აგრონომიაში, სატყეო მეტეოროლოგია და კლიმატოლოგია, ეკოლოგიის ძირითადი საფუძვლები, გლობალური ცვლილებები, აგროკლიმატოლოგია (ბაკალავრიატი); ფიტოკლიმატოლოგია (მაგისტრატურა).
5. ლიანა ქართველიშვილი - კლიმატის ცვლილების მეოთხე ეროვნული შეტყობინება. გაეროს პროექტი. მოწვეული ექსპერტი (ტურიზმი და კლიმატი).
6. ლიანა ქართველიშვილი-სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, საბუნებისმეტყველო ფაკულტეტი/ მოწვეული პროფესორი. მიმდინარე წელს ვატარებდი შემდეგ სალექციო კურსებს; კლიმატოლოგია და ჰავის რესურსები, ტურიზმი და რეკრეაცია (ბაკალავრიატი), გეოგრაფია და თანამედროვეობა(მაგისტრატურა).

ბუნებრივი გარემოს დაჭუჭყიანების მონიტორინგისა და პროგნოზების განყოფილება

1.1

1	ინჟირველი ლიანა	განყოფილების გამგე
2	გუნია გარი	მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი
3	სურმავა ალექსანდრე	მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი
4	ბუაჩიძე ნუგზარი	მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი
5	შავლიაშვილი ლალი	მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი
6	ძებისაშვილი ნათელა	მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი
7	ბეგლარაშვილი ნაზიბროლა	უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი
8	ტაბატაძე მარიამი	უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი
9	გიგაური ნათია	უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი
10	კორძაბია გიორგი	მეცნიერი თანამშრომელი
11	კუჭავა გულჩინა	მეცნიერი თანამშრომელი
12	მდივანი სოფიო	მეცნიერი თანამშრომელი
13	შუბლაძე ეკატერინე	მეცნიერი თანამშრომელი
14	გიორგიშვილი ანა	წამყვანი ინჟინერი
15	ხატიაშვილი მერაბი	წამყვანი ინჟინერი

2.1. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული გარდამავალ სამეცნიერო - კვლევითი პროექტები

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიხედვით	პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები	პროექტის ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1	ქალაქების თბილისის, რუსთავისა და მათი მიმდებარე ტერიტორიების PM - ნაწილაკებით დაბინძურების გამოკვლევა გარემოს შემსწავლელი მეცნიერებანი; მეტეოროლოგია და ატმოსფეროს მეცნიერებანი	2020 – 2022	ხელმძღვანელები: ინჟირველი ლიანა სურმავა ალექსანდრე პასუხისმგებელი შემსრულებლები: შავლიაშვილი ლალი ბუაჩიძე ნუგზარი გიგაური ნათია მდივანი სოფიო შემსრულებლები: დვალაშვილი ნათელა

		<p>ბეგლარაშვილი ნაზიბროლა ტაბატაძე მარიამი კორძაია გიორგი კუჭავა გულჩინა მდივანი სოფიო შუბლაძე ეკატერინე</p>
<p align="center">კვლევითი პროექტის 2020 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>მოძიებულია მეგაპოლისების და დიდი ქალაქების PM-ნაწილაკებით დაბინძურების ამსახველი სამეცნიერო ლიტერატურა და ჩატარებულია ამ მონაცემთა ანალიზი. შექმნილია ქალაქების თბილისისა და რუსთავის ტერიტორიაზე ატმოსფეროს დაჭუჭყიანებაზე სტაციონალური დაკვირვების პუნქტებში PM-ნაწილაკების კონცენტრაციების მონაცემების ბანკი და ჩატარებულია მათი ანალიზი. შერჩეულია ექსპერიმენტული დაკვირვების პუნქტები და ჩატარებულია რამდენიმე ექსპედიციური გასვლა, ადგილზე განსაზღვრულია PM - ნაწილაკების კონცენტრაციები და აღებულია საანალიზო ნიმუშები, რომლებშიც განსაზღვრულია მძიმე ლითონების შემცველობა. შეფასებულია PM - ნაწილაკების ყოველთვიური კონცენტრაციების მაქსიმალური და მინიმალური მნიშვნელობები. განხილულია PM_{2.5} და PM₁₀-ის კონცენტრაციების საათობრივი და ყოველდღიური ცვლილების ტრენდი ქალაქის ჩვეული ცხოვრების რიტმისა და ფორც-მაჟორულ სიტუაციებში. დადგენილია, რომ თბილისის ატმოსფეროში PM_{2.5}-ნაწილაკების კონცენტრაციები, როგორც წესი, ნაკლებია PM₁₀-ის კონცენტრაციებზე, მაგრამ მათი ცვლილების მრუდის ხასიათი ერთნაირია. მათი მაქსიმალური მნიშვნელობები თითქმის ყოველთვის აღემატება შესაბამის ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციებს (ზდკ), მინიმალური - ყოველთვის ნაკლებია ზდკ-ზე, საშუალო მნიშვნელობები კი, მხოლოდ ზამთრის პერიოდში აღემატება შესაბამის ზდკ-ს. PM_{2.5} და PM₁₀-ის კონცენტრაციების საათობრივი ცვლილების ტრენდმა გვიჩვენა, რომ დღის განმავლობაში PM-ნაწილაკების კონცენტრაცია ნებისმიერ სიტუაციაში ხასიათდება მატების ტენდენციით და თავის მაქსიმუმს აღწევს 19-21 საათებში. ჩატარებულმა ანალიზმა გვიჩვენა პანდემიის გავლენა მტვრის ნაწილაკების კონცენტრაციის შემცირებაზე ქალაქის ატმოსფეროში და ნათლად დაგვანახა, რომ თბილისის ატმოსფეროს PM-ნაწილაკებით დაბინძურებაში ძირითადი წვლილი შეაქვს ავტოტრანსპორტს.</p> <p>დამუშავებულია ლოკალური მასშტაბის ტერიტორიაზე აეროზოლების დიფუზიის რიცხვითი მოდელირების ამსახველი სამეცნიერო ლიტერატურა. განსაზღვრულია რიცხვითი მოდელირების ტერიტორია, არჩეულია რიცხვითი ბადე და რიცხვითი ბადის არჩეულ წერტილებში ქვეფენილი ზედაპირის მახასიათებელი პარამეტრები(რელიეფის სიმაღლე, რელიეფის ხორკლიანობა, ნიადაგის ტემპერატურა, ნიადაგის ფორიანობა). განსაზღვრულია ატმოსფეროს ძირითადი მეტეოროლოგიური ველები და შექმნილია მონაცემთა ფაილი. ატმოსფერული პროცესების ევოლუციის 3D რეგიონალური მოდელისა და მინარევების გადატანა-დიფუზიის განტოლების გამოყენებით შესწავლილია მტვრის მეზო- და მიკრომასშტაბის გავრცელება ქ. თბილისისა და მის მიმდებარე ტერიტორიებზე. იმისათვის, რომ გათვალისწინებული იყოს რთული რელიეფის გავლენა ატმოსფეროს დაბინძურების პროცესზე გამოყენებულია რელიეფის მიმყოლი კოორდინატთა სისტემა. მოდელირებით მიღებულია, რომ მტვრის მეზომასშტაბური გავრცელება მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული მიმდებარე ტერიტორიის რელიეფის ფორმაზე, ფონური ქარის სიჩქარის სიდიდეზე და მიმართულებაზე. თბილისში გაფრქვეული მტვერი ძირითადად კონცენტრირებულია ატმოსფეროს სასაზღვრო ფენის ქვედა 600 მ ფენაში და ვრცელდება 80 კმ სიგრძისა და 20-24 კმ სიგანის ზოლში. დღის მეორე ნახევარში მთა-ბარის ცირკულაციური პროცესი, რომელიც ფორმირდება თბილისის რეგიონის რელიეფის გავლენით, სუსტი ფონური ქარის დროს, 100 მ</p>		

ატმოსფეროს მიწისპირა ფენაში იწვევს მტვრის გავრცელების მიმართულების ცვლილებას.

შესწავლილია ქ.თბილისის ტერიტორიაზე ავტოტრანსპორტის მიერ წარმოშობილი მტვრის ცვლილების კინემატიკა და მისი სივრცული განაწილების დღე-ღამური სურათი აღმოსავლეთის ფონური სუსტი,საშუალო და ძლიერი სიდიდის ქარის დროს. ქარის სიჩქარისა და კონცენტრაციის ველების ანალიზით მიღებულია, რომ ძლიერ დამტვერებელი არეების სივრცული განაწილება დამოკიდებულია ავტომანქანების მდებარეობაზე, რელიეფის დინამიკური ზემოქმედების და ქვეფენილ ზედაპირზე თერმიული რეჟიმის დღეღამური ცვლილებით ფორმირებულ ლოკალურ ცირკულაციურ სისტემებზე. მაქსიმალური კონცენტრაცია 1.0 - 1.5 ზდკ ფორმირდება 15.00 – 21.00 საათების ინტერვალში ქალაქის ცენტრალურ, სამხრეთ და შედარებით ჩაღრმავებულ ტერიტორიებზე. მიწის ზედაპირიდან 600 მეტრის სიმაღლეზე კონცენტრაციის მაქსიმალური მნიშვნელობა 21.00 საათზე აღწევს 0.7 ზდკ-ს. მტვრის გავრცელების მიკრომასშტაბურმა მოდელირებამ აჩვენა, რომ ქ. თბილისში 1.5-2 ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაცია (ზდკ) ფორმირდება 3.00-დან 9.00 სთ-მდე ინტერვალში ცენტრალური ავტომანქანების მიმდებარე ტერიტორიებზე და ქალაქის სამხრეთ ნაწილში. მტვრის სივრცული განაწილება დამოკიდებულია ავტოტრანსპორტის მოძრაობის ინტენსივობაზე, მაგისტრალების მდებარეობაზე და ქალაქის მიმდებარე ტერიტორიების მიკრო-რელიეფზე. ეხლა მიმდინარეობს გამოთვლები ქ.რუსთავისათვის.

2.1

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
2	ეკოლოგიის გამოყენებაში მიღებული ძირითადი უნიფიცირებული ტერმინების შემცველი, „ეკოლოგიის საფუძვლების ტერმინებისა და განმარტებების ლექსიკონ-ცნობარი“ ,საბუნებისმეტყველო მეცნიერებანი“, დედამიწის და მათთან დაკავშირებული გარემოს შემსწავლელი მეცნიერებანი	2019 -2023	ხელმძღვანელი: გუნია გარი შემსრულებელი: არასამთავრობო ორგანიზაცია – რეგისტრირებული კავშირი “დრო და მემკვიდრეობა” - კომპიუტერული მომსახურება და საჭირო საინფორმაციული მასალის მოძიებაში დახმარება
<p>გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2020 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>სტუდენტების, მაგისტრანტების, დოქტორანტების და ამ დარგით დაინტერესებულ პირთა ეკოლოგიური ცოდნის სიღრმისეული მიღების ხელის შეწყობის მიზნით, მეცნიერულად დასაბუთებული და განმარტებული, თანამედროვე ტერმინოლოგიური აპარატის, რომლის სწრაფი განვითარება არ არის ასახული საქართველოში არსებულ სახელმძღვანელო ლიტერატურაში, დამუშავების პროცესში, საკვლევი</p>			

პრობლემის ჩარჩოში საანგარიშო წელს შესრულებულია:

II ეტაპი – 2020წ.: - ეკოლოგიის გამოყენებაში მიღებული ძირითადი უნიფიცირებული ტერმინების მოძიება, თავმოყრა, დახარისხება და დამუშავება;

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	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1	ქ.თბილისის რეგიონის მტვრით, PM _{2.5} და PM ₁₀ ნაწილაკებით დაბინძურების გამოკვლევა და პროგნოზი გარემოს შემსწავლელი მეცნიერებანი; მეტეოროლოგია და ატმოსფეროს მეცნიერებანი, NFR-18-3667	2019-2022	ხელმძღვანელი: სურმავა ალექსანდრე კოორდინატორი: ინწვირველი ლიანა ძირითადი პერსონალი: დემეტრაშვილი დემური, კუხალაშვილი ვეფხია, ახალგაზრდა მეცნიერები: გიგაური ნათია, მდივანი სოფიო. დამხმარე პერსონალი: ფიფია მიხეილი, გიორგიშვილი ანა.

გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2020 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

შესრულებულია სამუშაო გეგმით გათვალისწინებული ყველა სამუშაო. ჩატარდა მოდელური გათვლები ქ.თბილისისა და მისი მიმდებარე ტერიტორიების ატმოსფეროს დაბინძურების შეფასებისათვის. ივნისის და ივლისის თვეებში ჩატარებულია ექსპერიმენტული გაზომვები. გაფართოვდა ქ.თბილისის ატმოსფეროს მტვრით, PM_{2.5} და PM₁₀ ნაწილაკებით დაბინძურების მონაცემთა ბაზა. ატმოსფერული პროცესების ევოლუციის 3D რეგიონალური მოდელისა და მინარევების გადატანა - დიფუზიის განტოლების ერთობლივი ინტეგრირებით რიცხვობრივად მოდელირებული და გაანალიზირებულია მტვრის გავრცელება ქ.თბილისის ტერიტორიაზე როგორც დასავლეთის, ასევე აღმოსავლეთის ფონური სუსტი, საშუალო და ძლიერი ქარების დროს. ატმოსფეროს დაბინძურების ძირითად წყაროს წარმოადგენს ქალაქის ქუჩებსა და მაგისტრალზე მოძრავი ავტოტრანსპორტი. გამოთვლებით მიღებულია, რომ მტვრის გავრცელების პროცესი პირობითად მიმდინარეობს ოთხ ეტაპად და დამოკიდებულია ავტოტრანსპორტის მოძრაობის ინტენსივობაზე, მაგისტრალის მდებარეობაზე და ქალაქის მიკრო-რელიეფზე. კონკრეტულად, დილის 6-დან 9 სთ-მდე ინტერვალში ადგილი აქვს კონცენტრაციის სწრაფ ზრდას, 9-დან 18 სთ -მდე – კონცენტრაციის სუსტ შემცირებას ან

მუდმივობას, 18 –21 სთ-ის ინტერვალში კონცენტრაციის ზრდას, ხოლო 21-დან დილის 6 სთ-მდე - ქალაქის ჰაერის თვითგასუფთავებას, რომლის დროსაც კონცენტრაციის მაქსიმალური მნიშვნელობა მცირდება 0.1 ზდკ - მდე. მაღალი დამტვერიანების ზონები მდებარეობენ ცენტრალურ, ზოგიერთ პერიფერიულ ტერიტორიებზე და ქალაქის სამხრეთ ნაწილში, სადაც კონცენტრაციის მაქსიმალური მნიშვნელობები 21.00 სთ-ისთვის აღწევს 2 ზდკ-ს. ჩატარებულია ქ.თბილისის ატმოსფეროში მტვრის კონცენტრაციის ანალიზი რეგულარული დაკვირვების მონაცემების მიხედვით. განსაზღვრულია მტვრის საშუალო დღიური და თვიური კონცენტრაციები. ნაჩვენებია, რომ საშუალო თვიური კონცენტრაციები იცვლება 0.6-2.2 ზდკ-ს ფარგლებში და ხასიათდება 2-4 დღიანი პერიოდულობით. კონცენტრაციების ცვლილების ტრენდები იცვლება ყოველთვიურად და არის როგორც დადებითი, ასევე უარყოფითი. განსაზღვრულია ქ. თბილისისა და მისი მიმდებარე ტერიტორიის ატმოსფერულ ჰაერში PM-ნაწილაკების კონცენტრაციები. შეფასებულია მათი ყოველთვიური კონცენტრაციების მაქსიმალური და მინიმალური მნიშვნელობები. განხილულია PM_{2.5} და PM₁₀-ის კონცენტრაციების საათობრივი და ყოველდღიური ცვლილების ტრენდი ქალაქის ჩვეული ცხოვრების რიტმისა და ფორც-მაჟორულ სიტუაციებში. დადგენილია, რომ:

- თბილისის ატმოსფეროში PM_{2.5}-ნაწილაკების კონცენტრაციები, როგორც წესი, ნაკლებია PM₁₀-ის კონცენტრაციებზე, მაგრამ მათი ცვლილების მრუდის ხასიათი ერთნაირია.
- მათი მაქსიმალური მნიშვნელობები თითქმის ყოველთვის აღემატება შესაბამის ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციებს (ზდკ), მინიმალური კი ყოველთვის ნაკლებია ზდკ-ზე, ხოლო საშუალო მნიშვნელობები მხოლოდ ზამთრის პერიოდში აღემატება შესაბამის ზდკ-ს.
- PM_{2.5} და PM₁₀-ის კონცენტრაციების საათობრივი ცვლილების ტრენდმა გვიჩვენა, რომ დღის განმავლობაში PM-ნაწილაკების კონცენტრაცია ნებისმიერ სიტუაციაში ხასიათდება მატების ტენდენციით და თავის მაქსიმუმს აღწევს 19-21 საათებში.
- ჩატარებულმა ანალიზმა გვიჩვენა პანდემიის გავლენა მტვრის ნაწილაკების კონცენტრაციის შემცირებაზე ქალაქის ატმოსფეროში და ნათლად დაგვანახა, რომ თბილისის ატმოსფეროს PM-ნაწილაკებით დაბინძურებაში ძირითადი წვლილი შეაქვს ავტოტრანსპორტს.

3.1.

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
2	მაღალმთიანი რურალური რეგიონებისათვის არალეგალური ნაგავსაყრელების წარმოქმნის აღბათობის დადგენის ინტეგრირებული მეთოდოლოგიის შემუშავება საქართველოს მაგალითზე	2019-2022	ხელმძღვანელი: ძევისაშვილი ნათელა კოორდინატორი: ბუაჩიძე ნუგზარი ახალგაზრდა მეცნიერი: ბერეჟიკიძე გიორგი დამხმარე პერსონალი: არუთინიანი ნარა

	<p>სოციალური მეცნიერებანი FR-18-718</p>		
<p align="center">გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2020 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>პროექტის ფარგლებში დაიგეგმა და განხორციელდა ექსპედიციები კახეთის (03-05.07.2020)), სამეგრელო-ზემო სვანეთის (15-21.09.2020) და მცხეთა-მთიანეთის (დუშეთის მინიციპალიტეტი) (21-25.10.2020) რეგიონების მაღალმთიან სოფლებში. ექსპედიციური გასვლების დროს განხორციელდა მოსახლეობის და მუნიციპალური სამსახურის გამოკითხვა და სტატისტიკური მონაცემების შეგროვება. ექსპედიციების პერიოდში ჩატარდა საკვლები ტერიტორიის დაზვერვა დრონის გამოყენებით და გამოკვლეულია როგორც ნაგავსაყრელების ადგილმდებარეობა, ისე მისი მასშტაბები. აღმოჩნდა, რომ წინასწარ ჩატარებული თეორიული გათვლები საკმაოდ კარგად ასახავს რეალურ სიტუაციას, რასაც ამტკიცებს როგორც დრონით ჩატარებული, ისე ექსპერიმენტული (საველე ვიზუალიზაციური) კვლევა. ექსპედიციების დროს მოსახლეობასთან ყოველი შეხვედრა გულისხმობდა მათი ცნობიერების ამაღლების მიზნით საუბრების ჩატარებას, დარიგდა სააგიტაციო ფაილები. ყველა საკვლევ რეგიონში საექსპედიციო სამუშაოების ჩატარების დროს აღმოჩენილია არალეგალური ნაგავსაყრელები.</p>			

3.2.

№	დასრულებული (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1	<p>ქვემო ქართლის ეკოსისტემების მძიმე ლითონებით დაბინძურების ინტეგრირებული კვლევა და გავლენა სასურსათო პროდუქტების უვნებლობაზე</p> <p>დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებები YS-18-888</p>	2018-2020	<p>ხელმძღვანელი: ბაქრაძე ელინა</p> <p>კონსულტანტი: შავლიაშვილი ლალი</p> <p>მენტორი: კუჭავა გულჩინა</p>
<p align="center">დასრულებული კვლევითი პროექტის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <ul style="list-style-type: none"> • ინტეგრირებულად გამოკვლეულია ქვემო ქართლის რეგიონის ეკოსისტემებში (ბუნებრივი წყლები, ნიადაგი) და სასურსათო პროდუქტებში მძიმე ლითონების შემცველობა; • ჩატარებულია მდინარეების, არტეზიული და წყაროს წყლების ფიზიკურ-ქიმიური, ჰიდროქიმიური და მიკრობიოლოგიური კვლევა და შეფასებულია მათი ეკოლოგიური მდგომარეობა; • შეფასებულია მძიმე ლითონებით ეკოსისტემებისა და სასურსათო პროდუქტების დაბინძურების რისკები; • დადგენილია ნიადაგის მძიმე ლითონებით დაბინძურების კავშირი მეტეოროლოგიურ პარამეტრებთან (ქარი) მიმართებაში; • დადგენილია მძიმე ლითონების კონცენტრაციების დამოკიდებულება ნიადაგის pH, ჰუმუსის, კარბონატების შემცველობასთან; 			

- დადგენილია მდინარეების (კაზრეთულა, მაშავერა, ფოლადაური) ვარგისიანობა სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების სარწყავად გამოყენების თვალსაზრისით;
- შესწავლილია სარწყავი წყლის და ნიადაგების გავლენა სასურსათო პროდუქტების უვნებლობაზე;
- შექმნილია განახლებული მონაცეთა ბაზა ეკოსისტემებსა და სასურსათო პროდუქტებში მძიმე ლითონების შემცველობის შესახებ;
- მოძიებული და დამუშავებულია სტატისტიკური მასალები მდინარეებისა და ნიადაგების მძიმე ლითონებით დაბინძურების შესახებ ბოლო 5 წლიანი პერიოდისათვის;
- მოძიებული და დამუშავებულია სტატისტიკური მასალები პროექტის ფარგლებში განსაზღვრული მიმე ლითონების ადამიანის ჯანმრთელობაზე ზემოქმედების შესახებ;
- შემუშავებულია შემარბილებელი ღონისძიებები და რეკომენდაციები რეგიონის თვითმართველობის ორგანოებისა და ფერმერმერებისათვის.

4. უცხოური გრანტებით დაფინანსებული სამეცნიერო პროექტები

4.1.

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი, დამფინანსებელი ორგანიზაცია/ სამეცნიერო ფონდი, ქვეყანა	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1.	საქართველოში ბუნებრივ წყლებში, სასმელ წყალში, ნიადაგებში და საკვები პროდუქტებში დარიშხანის შემცველობის შემცირებისა და დამუშავების შესაძლებლობების დახმარება Slovaekid-სლოვაკეთის რესპუბლიკა; დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებანი	2019-2021	კოორდინატორი: არაბიძე მარინა; ექსპერტი: ბაქრაძე ელინა; მოწვეული ექსპერტი: შავლიაშვილი ლალი ექსპერტი: კუჭავა გულჩინა.
<p>გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2020 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>მოძიებულია საქართველოს ბუნებრივ და სასმელ წყლებში, ნიადაგებში, საკვებ პროდუქტებში დარიშხანის შემცველობის ამსახველი სამეცნიერო ლიტერატურა და ჩატარებულია ამ მონაცენტა ანალიზი. შექმნილია მონაცემთა ბაზა. შერჩეულია დაკვირვების წერტილები და აღებულია საანალიზო ნიმუშები. მიმდინარეობს მათი ქიმიური ანალიზი.</p>			
1	2	3	4
2	დავიცვთ საქართველოს სისუფთავე შვედეთის მთავრობა, (Keep Sweden Tidy and Gästrike Återvinnare) Sida Contribution No. 13312	2019-2021	ექსპერტი გარემოსდაცვით საკითხებში: ბუაჩიძე ნუგზარი
<p>გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2020 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>2020 წელს კახეთის, შიდა ქართლისა და სამცხე-ჯავახეთის რეგიონებში მოეწყო ექსპედიციები მათ ტერიტორიაზე არსებული არაკონტროლირებადი ნაგავსაყრელების დასუფთავების მიზნით. შემდგომ</p>			

ეს ტერიტორიები დამუშავდა ქართული ცეოლიტით ნიადაგის ხარისხის გაუმჯობესების მიზნით. საველე სამუშაოების ჩატარების დროს აღებულ იქნა ნაგავსაყრელების ნიადაგის საანალიზო ნიმუშები სორბენტის დაყრამდე და დაყრის შემდგომ, რათა შედარებითი ანალიზის შედეგების საფუძველზე დაგვედგინა ცეოლიტის დადებითი როლი მოცემული ნიადაგების ხარისხის გაუმჯობესების პროცესში.

4.2.

№	დასრულებული (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი, დამფინანსებელი ორგანიზაცია/ სამეცნიერო ფონდი, ქვეყანა	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1	<p>კლიმატის ცვლილებისადმი ადაპტაციის შესაძლებლობების გაძლიერება საქართველოში</p> <p>დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებანი; ჰიდროლოგია. გაეროს განვითარების პროგრამისა და საქართველოს გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტროს ერთობლივი გრანტი. № 1763</p>	2019 – 2020	უმცროსი სპეციალისტი: სოფიო მდივანი
<p>დასრულებული კვლევითი პროექტის 2020 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>გრანტის ფარგლებში მომზადდა ექსპედიციური გასვლები. ჩატარდა საექსპედიციო რეგიონების პროფილების შერჩევა კოორდინატების მიხედვით ArcMap-ის გამოყენებით. საველე სამუშაოები ჩატარდა მდ. მტკვრის მარჯვენა შენაკადებზე ქ. თბილისის ფარგლებში და სვანეთის მდინარეებზე ენგურის აუზში, რომლთა მიზანი იყო ჩამოთვლილი მდინარეების ძირითადი ჰიდროლოგიური მონაცემების შეკრება და მის შემდგომ მიღებული მონაცემების დამუშავება (GPS მონაცემების ArcMap- ში გადატანა და დამუშავება).</p>			
1	2	3	4
2	<p>მრავალმხრივი საფრთხეების ადრეული გაფრთხილების სისტემის გაფართოება და კლიმატთან დაკავშირებული ინფორმაციის გამოყენება საქართველოში</p>	VII-IX - 2020	სოფიო მდივანი მონაცემთა ბაზის სპეციალისტი

<p>დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებანი; ჰიდროლოგია.</p> <p>გარემოს ეროვნული სააგენტოსა და UNDP-ის ერთობლივი პროექტი</p> <p>№ 00098463</p>		
<p align="center">დასრულებული კვლევითი პროექტის 2020 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>პროექტში მონაწილეობის პერიოდში, როგორც მონაცემთა ბაზის სპეციალისტმა მოვიძიე და დავამუშავე მდ.ენგურისა და მისი შენაკადების ძირითადი ჰიდროლოგიური და ჰიდროქიმიური მონაცემები, რომლებიც შევაჯერე საქართველოში კლიმატის ცვლილების შესახებ არსებულ ინფორმაციასთან. ამ სამუშაოს მიზანი იყო საქართველოში მრავალმხრივი საფრთხეების ადრეული გაფრთხილების სისტემის გაფართოება და მისი დაკავშირება კლიმატის ცვლილების შესახებ არსებულ ინფორმაციასთან.</p>		

6. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

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

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათაური, დიგიტალური საიდენტიფიკაციო კოდი DOI	ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	A.Surmava, V.Kukhalashvili, N.Gigauri, L.Intskirveli, G.Kordzakhia	NUMERICAL MODELING OF DUST PROPAGATION IN THE ATMOSPHERE OF A CITY WITH COMPLEX TERRAIN. I.THE CASE OF BACKGROUND EASTERN LIGHT AIR Doi: 10.4236/jamp 2020.87092	Journal of Applied Mathematics and Physics, Vol.8. №7, pp.1222-1228	USA, Scientific Research Publishing	7
<p align="center">ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>გამოკვლეულია ქ. თბილისის ტერიტორიაზე ავტოტრანსპორტის მიერ წარმოქმნილი მტვრის ცვლილების კინემატიკა. შესწავლილია მტვრის სივრცული განაწილების დღე-ღამური სურათი. ქარის სიჩქარისა და კონცენტრაციის ველების ანალიზით მიღებულია, რომ ძლიერად დამტვერიანებული არეების სივრცული განაწილება დამოკიდებულია, ერთის მხრივ ავტომანქანების მდებარეობაზე და მეორეს მხრივ, რელიეფის დინამიკური ზემოქმედებისა და ქვეფენილ ზედაპირზე თერმიული რეჟიმის დღეღამური ცვლილებით ფორმირებულ ლოკალურ ცირკულაციურ სისტემებზე.</p>					

დადგენილია, ფონური სუსტი აღმოსავლეთის ქარის დროს, ძლიერად დამტვერიანებული უბნების მდებარეობა და მათი დროში ცვლილება. მოდელირებით მიღებული კონცენტრაციების მნიშვნელობების შედარებამ ექსპერიმენტალური გაზომვის მონაცემებთან აჩვენა დამაკმაყოფილებელი თანხვედრა.

6.4

2	Aleksandre Surmava, Liana Intskirveli, Vepkhia Kukhalashvili, Natia Gigauri	Numerical investigation of meso- and microscale diffusion of Tbilisi dust ISSN 1512-1887	Annals of Agrarian Science, Vol.18, Number 3, pp.293-300	Tbilisi, Georgia	8
ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)					
<p>რიცხვითი მოდელირებით შესწავლილია ქ. თბილისის დამტვერიანების გავლენა მიმდებარე ტერიტორიების დაზინძურებაზე ფონური სუსტი აღმოსავლეთისა და დასავლეთის ქარების შემთხვევაში. განსაზღვრულია მტვრის გავრცელების არეალი და ქალაქის გავლენის ზონები. გამოკვლეულია რთული რელიეფის გავლენა მტვრის გადადგილების მიმართულებაზე. მიღებულია, რომ სუსტი ქარის შემთხვევაში ლოკალური რელიეფის ფორმა იწვევს მტვრის გავრცელების მიმართულების დღე-ღამურ ცვლილებას.</p> <p>ნაჩვენებია, რომ ატმოსფეროს მიწისპირა ფენაში მტვრის ვერტიკალური ტურბულენტური დიფუზიური გავრცელება არის უპირატესი მტვრის ადვექციურ გადატანასთან შედარებით. მიწისპირა ფენის ზევით თანდათანობით იზრდება მტვრის ადვექციური გადატანის როლი. შედეგად, ატმოსფეროს სასაზღვრო ფენაში მტვერი ვრცელდება რამდენიმე ათეულ კილომეტრზე ვიწრო და გრძელი მართკუთხედის მსგავსი ფორმის ნაკადის სახით. მიღებულია, რომ სუსტი ფონური ქარის შემთხვევაში ქ. თბილისის მტვერი ქმნის 0.01-1 და 0.01-0.001 ზღვ კონცენტრაციებს ქალაქის მიმდებარე 6-10 და 20-24 კმ სიგანის მქონე ზოლებში.</p> <p>გამოკვლეულია ქ. თბილისის ტერიტორიაზე ავტოტრანსპორტის მიერ წარმოქმნილი მტვრის ცვლილების კინემატიკა. შესწავლილია მტვრის სივრცული განაწილების დღე-ღამური სურათი. ქარის სიჩქარისა და კონცენტრაციის ველების ანალიზით მიღებულია, რომ ძლიერად დამტვერიანებული არეების სივრცული განაწილება დამოკიდებულია, ერთის მხრივ ავტომაგისტრალების მდებარეობაზე და მეორეს მხრივ, რელიეფის დინამიკური ზემოქმედების და ქვეფენილ ზედაპირზე თერმიული რეჟიმის დღეღამური ცვლილებით ფორმირებულ ლოკალურ ცირკულაციურ სისტემებზე. მოდელირებით მიღებული კონცენტრაციების მნიშვნელობების შედარებამ ექსპერიმენტალური გაზომვის მონაცემებთან აჩვენა დამაკმაყოფილებელი თანხვედრა.</p>					
3	ბუაჩიძე ნ., დვალისშვილი ნ., გურგულიანი ი., ჩიკვილაძე ხ, სადან კუმარ გჰოშ.	საქარველოს ცირკულარული ეკონომიკა	CIRCULAR ECONOMY : RECENT TRENDS IN GLOBAL PERSPECTIVE, Volume 2	Springer	-
ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)					
<p>ცირკულარული სისტემის მთავარი “იარაღებია” : ხელახალი მოხმარება, გადამუშავება, შეკეთება, რეაბილიტაცია და სხვა ისეთი ხერხები, რითიც კონკრეტული ნივთი და მასალა ვარგისი იქნება გამოსაყენებლად. ცირკულარული ეკონომიკა აქტიურად ცდილობს დანერგოს საზოგადოებაში, რომ “ნარჩენი არ არის ნაკავი” და ნებისმიერი ნედლეული კონკრეტული საქმიანობისთვის გამოსადეგია.</p>					

განახლებადი ენერჯის გამოყენების, შემცირებული გამოწვავისა და ნარჩენების შემცირების ალტერნატივების ფონზე ცირკულარული ეკონომიკა საშუალებას გვაძლევს, ვიცხოვროთ იმ შესაძლებლობების და რესურსების საზღვრებში, რომელიც დედამიწას აქვს. სტატიაში შესწავლილია საქართველოში წარმოქმნილი ნარჩენების გადამუშავების პოტენციალი, განხილულია სამომავლო პერსპექტივები და ცირკულარული ეკონომიკის განვითარების გზები საქართველოში.

4	N. Buachidze, Tea Mchedluri, E.Shubladze, A.Vepkhvadze	Assessment of the some Benefits of uncontrolled landfills in Georgia DOI-10.37057/2433-202x	AZIAN JOURNAL OF RESEARCH, 2020, №3, p.1-4,	Japan,Osaka,	4
---	---	--	--	--------------	---

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

ცირკულარული სისტემის მთავარი “იარაღებია” : ხელახალი მოხმარება, გადამუშავება, შეკეთება, რეაბილიტაცია და სხვა ისეთი ხერხები, რითიც კონკრეტული ნივთი და მასალა ვარგისი იქნება გამოსაყენებლად. ცირკულარული ეკონომიკა აქტიურად ცდილობს დანერგოს საზოგადოებაში, რომ “ნარჩენი არ არის ნაგავი” და ნებისმიერი ნედლეული კონკრეტული საქმიანობისთვის გამოსადეგია. განახლებადი ენერჯის გამოყენების, შემცირებული გამოწვავისა და ნარჩენების შემცირების ალტერნატივების ფონზე ცირკულარული ეკონომიკა საშუალებას გვაძლევს, ვიცხოვროთ იმ შესაძლებლობების და რესურსების საზღვრებში, რომელიც დედამიწას აქვს. სტატიაში შესწავლილია საქართველოში წარმოქმნილი ნარჩენების გადამუშავების პოტენციალი, განხილულია სამომავლო პერსპექტივები და ცირკულარული ეკონომიკის განვითარების გზები საქართველოში.

5	ჯიშკარიანი მ., დვალიშვილი ნ., კურახიშვილი ლ.	მუნიციპალური მყარი ნარჩენების კალორიულობის შეფასება, https://doi.org/10.1007/978-981-13-7071-7_23	Sustainable Waste Management: Policies and Case Studies, Volume 1, pp 263-265	სინგაპური, Springer	3
---	--	---	--	------------------------	---

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

მუნიციპალური მყარი ნარჩენების (მსნ) ენერჯის საწვავად გამოყენების ერთ-ერთი ხელშემწყობი ფაქტორია სხვადასხვა ნიმუშების კალორიულობის ექსპერიმენტული შესწავლა მათი თავისებურებისა და წარმოშობის მიხედვით. ექსპერიმენტული გამოკვლევით თერმული ექვივალენტის შემუშავება შეიძლება განისაზღვროს აბსოლუტური და ფარდობითი მეთოდით. ექსპერიმენტების თვალსაზრისით, ფარდობითი მეთოდი უფრო მოსახერხებელია და გაზომვის სიზუსტე არ მცირდება. ტესტის მონაცემები უნდა დამუშავდეს სტატისტიკური და მცირე კვადრატების მეთოდების გამოყენებით. უნდა განისაზღვროს თერმული ექვივალენტის საშუალო მნიშვნელობის დისპერსია, სტანდარტული გადახრა და სტუდენტური კოეფიციენტები.

6	გუნია გარი	კულტურული ტურიზმის გარემოს ეკოლოგიური დატვირთვის შეფასების საკითხები. ISSN 1512-1976,	ა. წერეთლის დაბადების 180 წლისთავისადმი მიძღვნილი საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“ შრომები,	თბილისი, გეოფიზიკის ინსტიტუტის გამომცემლობა საქართველო,	3
---	------------	--	--	--	---

		ტ. 7. გვ.412-414, 2020	
ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)			
<p>ნაშრომში, კულტურული ტურიზმის არეალების ბუნებრივი გარემოს დაბინძურების შეფასების საკითხებია გაშუქებული. მოტანილი მასალის დახმარებით, მავნე მინარევთა ფართომასშტაბური გადატანების შედეგად, განსახილველი რაიონების ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფასების შესახებ შეიძლება მსჯელობა. აგრეთვე საკვლევ რეგიონებში მოსული ნალექების მინერალიზაციისა და ატმოსფეროდან მიწის ზედაპირზე ჩამორეცხილი მინერალური ნივთიერებათა რაოდენობის შეფასების მეთოდები და კვლევის შედეგებია მოცემული, რომლებიც საშუალებას გვაძლევს ვიმსჯელოთ კულტურული ტურიზმის რაიონების ეკოლოგიური დატვირთვის შესახებ.</p> <p>საკვანძო სიტყვები: ეკოლოგია, კულტურა</p>			

6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათა-ური, ISSN	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდ ების რაოდენობა
1	ვ. კუხალაშვილი, ს. მდივანი, ნ. გიგაური, ა. სურმავა, ლ. ინწკირველი	ქ. თბილისის ატმოსფეროში მტვრის კონცენტრაციის ანალიზი რეგულარული დაკვირვების მონაცემების მიხედვით, ISSN 1512-0902	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, ტომი 129, გვ. 77-83	თბილისი, სტუ ჰიდრომეტეორ ოლოგიის ინსტიტუტის გამომცემლობა	7
ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)					
<p>ჩატარებული სტატისტიკური ანალიზით შეფასებულია ქ.თბილისის ჰაერის მტვრით დაბინძურების სურათი. განსაზღვრულია საშუალო დღიური და თვიური კონცენტრაციები. ნაჩვენებია, რომ საშუალო თვიური კონცენტრაციები იცვლება 0.6 - 2.2 ზდკ-ს ფარგლებში და ხასიათდება 2-4 დღიანი პერიოდულობით. კონცენტრაციების ცვლილების ტრენდები იცვლება ყოველთვიურად და არის როგორც დადებითი, ასევე უარყოფითი. თუ გავითვალისწინებთ, რომ 2017 წლიდან შეწყვეტილია დაკვირვებები ქ.თბილისის ატმოსფეროში ჯამური მტვრის შემცველობაზე, ნაშრომში მიღებულ შედეგებს ენიჭებათ გარკვეული მნიშვნელობა ამ დარგში მომუშავე სპეციალისტებისათვის.</p>					
2	ნ. გიგაური, ს. მდივანი, ვ. კუხალაშვილი, ა. სურმავა, ლ. ინწკირველი	ქ. თბილისის ატმოსფერული ჰაერის PM-ნაწილაკებით დაბინძურების გამოკვლევა, ISSN 1512- 0902	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, ტომი 129, გვ.59-66	თბილისი, სტუ ჰიდრომეტეორ ოლოგიის ინსტიტუტის გამომცემლობა	8
ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)					
<p>თბილისის ატმოსფეროში PM_{2.5}-ნაწილაკების კონცენტრაციები, როგორც წესი, ნაკლებია PM₁₀-ის კონცენტრაციებზე, მაგრამ მათი ცვლილების მრუდის ხასიათი ერთნაირია. მათი მაქსიმალური მნიშვნელობები თითქმის ყოველთვის აღემატება შესაბამის ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციებს (ზდკ), მინიმალური კი ყოველთვის ნაკლებია ზდკ-ზე, ხოლო საშუალო მნიშვნელობები მხოლოდ ზამთრის</p>					

პერიოდში აღემატება შესაბამის ზღვ-ს. PM_{2.5} და PM₁₀-ის კონცენტრაციების საათობრივი ცვლილების ტრენდმა გვიჩვენა, რომ დღის განმავლობაში PM-ნაწილაკების კონცენტრაცია ნებისმიერ სიტუაციაში ხასიათდება მატების ტენდენციით და თავის მაქსიმუმს აღწევს 19-21 საათებში.

ჩატარებულმა ანალიზმა გვიჩვენა პანდემიის გავლენა მტვრის ნაწილაკების კონცენტრაციის შემცირებაზე ქალაქის ატმოსფეროში და ნათლად დაგვანახა, რომ თბილისის ატმოსფეროს PM-ნაწილაკებით დაბინძურებაში ძირითადი წვლილი შეაქვს ავტოტრანსპორტს.

3	V. Kukhalashvili, N.Gigauri, A. Surmava, D. Demetrashvili, L. Intskirveli	Numerical Modelling of Dust Propagation in the Atmosphere of Tbilisi City: The Case of Background Eastern Fresh Breeze, ISSN 1512-1127	Journal of the Georgian Geophysical Society, Issue B, Physics of solid Earth, Atmosphere, Ocean and Space Plasma, Vol. 23 (1) ,pp.51-56	თბილისი, გეოფიზიკის ინსტიტუტი გამომცემლობა	6
---	---	--	---	--	---

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

კავკასიაში ატმოსფერული პროცესების ევოლუციის 3D რეგიონალური მოდელისა და მინარევების გადატანა-დიფუზიის განტოლების ერთობლივი ინტეგრირებით შესწავლილია მტვრის გავრცელება ქ.თბილისის ტერიტორიაზე ფონური აღმოსავლეთის ძლიერი ქარის დროს. ნაჩვენებია, რომ მტვრის გავრცელება მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული როგორც ქალაქისა და მიმდებარე ტერიტორიის რელიეფზე, ასევე ფონური ქარის სიჩქარის სიდიდეზე და მიმართულებაზე. მიღებულია, რომ მტვრის გავრცელების პროცესი ძლიერი ფონური ქარის შემთხვევაში ხასიათდება დროში ცვლილების და სივრცული განაწილების თავისებურებებით. განსაზღვრულია მაღალი დამტვერიანების ზონები, მტვრის დაგროვების და დროში მათი ცვლილების მიზეზები. დადგენილია, რომ მაღალი დამტვერიანება (1.2 –2.0 ზღვ) მიიღება დროს 15.00-დან 21.00 სთ-მდე ინტერვალში მიწისპირა ფენის ქვედა 50 მეტრამდე ფენაში.

4	V. Kukhalashvili, G. Kordzakhia, N. Gigauri , A. Surmava, L. Intskirveli	Numerical Modelling of Dust Propagation in the Atmosphere of Tbilisi City: The Case of Background Eastern Gentle Breeze, ISSN 1512-1127	Journal of the Georgian Geophysical Society, Issue B, Physics of solid Earth, Atmosphere, Ocean and Space Plasma, Vol. 23 (1) , pp.46-50	თბილისი, გეოფიზიკის ინსტიტუტი	5
---	--	---	--	-------------------------------	---

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

ატმოსფერული პროცესების ევოლუციის 3D რეგიონალური მოდელისა და მინარევების გადატანა-დიფუზიის განტოლების ერთობლივი ინტეგრირებით შესწავლილია მტვრის გავრცელება ქ.თბილისის ტერიტორიაზე. რიცხვობრივად მოდელირდება დამტვერიანების პროცესი, რომელიც მიმდინარეობს ფონური აღმოსავლეთის საშუალო სიჩქარის ქარის დროს. მიღებულია, რომ მტვრის მიკრომასშტაბური გავრცელება მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული ქალაქისა და მიმდებარე ტერიტორიის რელიეფზე, ფონური ქარის სიჩქარის სიდიდეზე და მიმართულებაზე. ქ.თბილისში გაფრქვეული მტვერი ძირითადად კონცენტრირებულია ატმოსფეროს სასაზღვრო ფენის ქვედა 600 მ ფენაში. მიწის ზედაპირიდან 2 მ სიმაღლეზე მაქსიმალური კონცენტრაცია 1.0-1.5 ზღვ ფორმირდება 15.00 – 21.00 საათის ინტერვალში ქალაქის ცენტრალურ და სამხრეთ ნაწილებში და შედარებით ჩაღმავებულ ტერიტორიებზე. გამოკვლეულია მტვრის ვერტიკალური განაწილების და დროში ცვლილების თავისებურებები.

ა. სურმავა,	ქ. თბილისის	Journal of the Georgian	თბილისი,	10
-------------	-------------	-------------------------	----------	----

5	ლ. ინწკირველი, ლ. გვერდწითელი	ატმოსფეროში მტვრის გავრცელების რიცხვითი მოდელირება. I. დასვლეთის ფონური სუსტი ქარის შემთხვევა ISSN 1512-1127	Geophysical Society, Issue B, Physics of solid Earth, Atmosphere, Ocean and Space Plasma, Vol. LXXXI , ბექდვაშია	გეოფიზიკის ინსტიტუტის გამომცემლობა	
ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)					
<p>ატმოსფერული პროცესების ევოლუციის 3D რეგიონალური მოდელისა და მინარევების გადატანა - დიფუზიონური განტოლების ერთობლივი ინტეგრირებით რიცხვობრივად მოდელირებული და განალიზირებულია მტვრის გავრცელება ქ. თბილისის ტერიტორიაზე დასავლეთის ფონური სუსტი ქარის დროს. ატმოსფეროს დაბინძურების ძირითად წყაროს წარმოადგენს ქალაქის ქუჩებსა და მაგისტრალზე მოძრავი ავტოტრანსპორტი. გამოთვლებით მიღებულია, რომ მტვრის გავრცელების პროცესი პირობითად მიმდინარეობს ოთხ ეტაპად: დამოკიდებულია ავტოტრანსპორტის მოძრაობის ინტენსივობაზე, მაგისტრალის მდებარეობაზე და ქალაქის მიკრო-რელიეფზე. კონკრეტულად, დილის 6-დან 9 სთ-მდე ინტერვალში ადგილი აქვს კონცენტრაციის სწრაფ ზრდას, 9-დან 18 სთ-მდე – კონცენტრაციის სუსტ შემცირებას ან მუდმივობას, 18 –21 სთ-ის ინტერვალში კონცენტრაციის ზრდას, ხოლო 21-დან დილის 6 სთ-მდე - ქალაქის ჰაერის თვითდასუფთავებას, რომელიც დროსაც კონცენტრაციის მაქსიმალური მნიშვნელობა მცირდება 0.1 ზდკ - მდე. მაღალი დამტვერიანების ზონის მდებარეობენ ცენტრალურ, ზოგიერთ პერიფერიულ ტერიტორიებზე და ქალაქის სამხრეთ ნაწილში, სადა კონცენტრაციის მაქსიმალური მნიშვნელობები 21.00 სთ-ისთვის აღწევს 2 ზდკ-ს.</p>					
6	ა. სურმავა, ლ. ინწკირველი, ლ. გვერდწითელი	ქ. თბილისის ატმოსფეროში მტვრის გავრცელების რიცხვითი მოდელირება. I. დასვლეთის ფონური საშუალო ქარის შემთხვევა ISSN 1512-1127	Journal of the Georgian Geophysical Society, Issue B, Physics of solid Earth, Atmosphere, Ocean and Space Plasma, Vol. . LXXXI , ბექდვაშია	თბილისი, გეოფიზიკის ინსტიტუტი გამომცემლობა	9
ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)					
<p>ატმოსფერული პროცესების ევოლუციის 3D რეგიონალური მოდელისა და მინარევების გადატანა - დიფუზიონური განტოლების ერთობლივი ინტეგრირებით რიცხვობრივად მოდელირებული და განალიზირებულია მტვრის გავრცელება ქ. თბილისის ტერიტორიაზე დასავლეთის ფონური საშუალო სიმძლავრის ქარის დროს. დაშვებულია, რომ ატმოსფეროს დაბინძურების ძირითად წყაროს წარმოადგენს ქალაქის ქუჩებსა და მაგისტრალზე მოძრავი ავტოტრანსპორტი. მოდელირებით მიღებულია მტვრის სივრცითი განაწილების სურათები დროის სხვადასხვა მომენტისათვის. ნაჩვენებია, რომ მტვრის განაწილება სივრცეში მნიშვნელოვნად დამოკიდებულია დამაბინძურებელი წყაროების მდებარეობაზე და ქალაქის რელიეფზე. შესწავლილია დამტვერიანების ცვლილების თავისებურებანი და მისი დამოკიდებულება ფონური ქარის სიჩქარეზე. განსაზღვრულია მაქსიმალური დაბინძურების დამყარების დრო და ზონების განაწილება ქალაქის ტერიტორიაზე.</p>					
7	ა. სურმავა, ლ. ინწკირველი, ლ. გვერდწითელი	ქ. თბილისის ატმოსფეროში მტვრის გავრცელების რიცხვითი მოდელირება. I. დასვლეთის ფონური	Journal of the Georgian Geophysical Society, Issue B, Physics of solid Earth, Atmosphere, Ocean and Space Plasma,	თბილისი, გეოფიზიკის ინსტიტუტი	10

		ძლიერი ქარის შემთხვევა ISSN 1512-1127	Vol. LXXXI , ბექდაშია		
ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)					
<p>ატმოსფერული პროცესების ევოლუციის 3D რეგიონალური მოდელისა და მინარევების გადატანა - დიფუზიის განტოლების ერთობლივი ინტეგრირებით რიცხვობრივად მოდელირებული და გაანალიზირებულია მტვრის გავრცელება ქ. თბილისის ტერიტორიაზე დასავლეთის ფონური ძლიერი ქარის დროს. დაშვებულია, რომ ატმოსფეროს დაბინძურების ძირითად წყაროს წარმოადგენს ქალაქის ქუჩებსა და მაგისტრალზე მოძრავი ავტოტრანსპორტი. მოდელირებით მიღებულია მტვრის სივრცითი განაწილების სურათები დროის სხვადასხვა მომენტისათვის. დადგენილია, რომ მტვრის გავრცელების პროცესი ძლიერი ფონური ქარის შემთხვევაში ხასიათდება დროში ცვლილების და სივრცული განაწილების თავისებურებებით. განსაზღვრულია მაღალი დამტვერიანების ზონები, მტვრის დაგროვების და დროში მათი ცვლილების მიზეზები. დადგენილია, რომ მაღალი დამტვერიანება (1.2 –2.0 ზდკ) მიიღება დროის 15.00-დან 21.00 სთ-მდე ინტერვალში მიწისპირა ფენის ქვედა 50 მეტრამდე ფენაში.</p>					
8	ლ.შავლიაშვილი მ.არაბიძე, ე.ბაქრაძე, გ.კუჭავა, მ.ტაბატაძე	ამბროლაურის მუნიციპალიტეტის ნიადაგებში დარიშხანის შემცველობის ქიმიური კვლევა, ISSN 1512-0902	სტუ ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, ტ.129, 2020, გვ.84-90	სტუ ჰიდრომეტეო როლოგიის ინსტიტუტის გამომცემლო ბა,თბილისი	7
ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)					
<p>2019 წელს ამბროლაურის მუნიციპალიტეტში შესწავლილი იყო რაჭის სამთო ქიმიური ქარხნის დარიშხან შემცველი საშიში სამრეწველო ნარჩენების ზემოქმედების შედეგად ნიადაგების დარიშხანით დაბინძურების დონე. კერძოდ, ჩატარდა ურავის, აბარის, უწერის, ლიხეთის და სორის ხეობის ნიადაგების დარიშხანით დაბინძურების კვლევა. გამოვლინდა, რომ:</p> <p>ჩატარებული კვლევის შედეგების შეჯერების მიხედვით დარიშხანის ყველაზე დაბინძურებულია ურევის ნიადაგები.</p> <p>ნაკლებია დარიშხანით დაბინძურება სოფელ უწერაში, სორის ხეობასა და სოფ.ლიხეთში (დაბინძურების საშუალო დონე).</p> <p>შედარებით სუფთაა სოფ. აბარი, სადაც დაფიქსირდა დარიშხანით მცირე დაბინძურება.</p> <p>აღსანიშნავია, რომ ყველა შემთხვევაში დარიშხანის შემცველობა უფრო მაღალია ნიადაგის ზედა (0-5 სმ სიღრმე), ვიდრე ქვედა ფენაში (5-20 სმ სიღრმე).</p>					
9	ე.ბაქრაძე, ლ.შავლიაშვილი გ.კუჭავა	ბოლნისის მუნიციპალიტეტის ბუნებრივი წყლების მძიმე ლითონებით დაბინძურების შესწავლა და მათი ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნება http://www.gaas.dsl.ge/	საქართველოს სმ აკადემიის სამეცნიერო კონფერენცია „კლიმატის ცვლილება და საქართველოს აგრო ბიომრავალფეროვნება“ შრომათა კრებული გვ.18-24, 2020	თბილისი, საქართველო	7
ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)					
2019-2020 წწ შესწავლილი იყო მადნეულის საწარმოს მიმდებარე ტერიტორიაზე არსებული ბუნებრივი					

წყლების ფიზიკურ-ქიმიური, ჰიდროქიმიური და მიკრობიოლოგიური დახასიათება ბიომრავალფეროვნების კონტროლისა და შენარჩუნების საკითხების გათვალისწინებით. აღინიშნა მძიმე ლითონების - Cd, Fe, Zn და Cu -ის შემცველობის მომატება ბუნებრივ წყლებში ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციაზე მეტი რაოდენობით; დანარჩენი მძიმე ლითონები ნორმის ფარგლებშია; გამოვლენილია სასმელ და არტეზიული წყლებში რკინის მაღალი შემცველობები; განსაკუთრებული დატვირთვა მოდის მდ.კაზრეთულაზე.

2020 წ-ს საწარმოს მიერ გაკეთდა მდ. კაზრეთულას მოქცევა კაფსულაში, სადაც ხდება მდინარის წყლის გაწმენდა და დაფიქსირდა ის ფაქტი, რომ ყველაზე ბინძური მდინარე, სადაც ხდება საწარმოდან ჩამდინარე წყლების ჩავარდნა და რომელიც მიკრობიოლოგიურად წარმოადგენდა მკვდარ მდინარეს, ამჟამად სუფთაა, რაც ვიზუალურადაც დაიკვირვება და მიკრობიოლოგიური ანალიზებითაც დასტურდება, ე.ი ბიომრავალფეროვნებამ დაიწყო აღდგენა.

10	E. Bakradze, L. Shavliashvili, G. Kuchava, M. Arabidze, N. Buachidze, G. Kordzakhia	Ecological Situation in the World and in Georgia During and After the Pandemic ISBN: 978-9941-13-939-0	International Online Conference “Compounds and Materials with Specific Properties” BOOK OF ABSTRACTS, 2020	Tbilisi, Georgia	5
----	--	--	--	------------------	---

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

შრომში განხილულია **covid -19** პრე და პოსტპანდემიური პერიოდის შედეგების გავლენა მსოფლიოსა და საქართველოს ეკოლოგიურ მდგომარეობაზე; განხილულია ვირუსის რეალური გავრცელების დონე საქართველოში; შესწავლილია ქ. თბილისისა და მისი მიმდებარე ტერიტორიის ატმოსფერულ ჰაერში აზოტის დიოქსიდის და PM-ნაწილაკების კონცენტრაციები; განხილულია PM_{2.5} და PM₁₀-ის კონცენტრაციების ცვლილების ტრენდი ქალაქის ჩვეული ცხოვრების რიტმისა და ფორს-მაჟორულ სიტუაციებში.

პანდემიის პერიოდმა გვიჩვენა, თუ რა მნიშვნელოვნად ნეგატიური გავლენა გააჩნიათ ადამიანების ქმედებებს ეკოსისტემების დაბინძურების პროცესებთან მიმართებაში და რამდენად აისახება ყოველივე ეს მათ ჯამრთელობაზე.თუ გვინდა შემცირდეს ალბათობა ახალი ვირუსების გამრავლებისა მსოფლიოში უნდა შევამციროთ გარემოს ექსპლუატაცია, მისი დეგრადაცია და შევწყვიტოთ მასთან ომი. საჭიროა დავიცვათ ზომიერება და გავუფრთხილდეთ გარემოს!

11	დვალისვილი ნ. ბუაჩიძე ნ.	მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის მაღალმთიანი რურალურ ტერიტორიებზე არალეგალური ნაგავსაყრელების წარმოქმნის ალბათობის შესწავლა, ISSN 1512 – 0902	ჰიდრომეტეოროლო გიისა და ეკოლოგიის პრობლემები, ტომი129. გვ.90-97	სტუ ჰიდრომეტეოროლოგია ს ინსტიტუტის გამომცემლობა, თბილისი	8
----	--------------------------	---	--	--	---

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

მიმდინარე კვლევაში, ადგილობრივი მუნიციპალიტეტების მხარდაჭერით, მცხეთა-მთიანეთის მაღალმთიანი რეგიონისთვის შეკრებილ იქნა მონაცემები, რომლებიც გვიჩვენებს: მოსახლეობის რაოდენობას, ნარჩენების გამომწვევი ძირითადი წყაროების არსებობას, შეგროვებული ნარჩენების რაოდენობას, ეფექტურობას და სიხშირეს, შესაბამისი ტექნიკის არსებობა/გამოყენებას და ა.შ. ამ ყველა მონაცემიდან გამომდინარე, ჩვენს მიერ შემუშავებული მეთოდოლოგიის გამოყენებით, გამოვთვალეთ არალეგალური ნაგავსაყრელების წარმოქმნის ალბათობა შესწავლილ რეგიონში.

12	გუნია გარი	ატმოსფეროს ეკოლოგიური	სტუ-ს ჰიდრომეტეოროლო- გიის ინსტიტუტის	სტუ ჰიდრომეტეოროლოგია	6
----	------------	-----------------------	---------------------------------------	-----------------------	---

		დატვირთვის მაჩვენებლის სივრცულ-დროითი განაწილების შეფასების საკითხისთვის. ISSN 1512 – 0902	სამეცნიერო რეფერირებადი შრომათა კრებული, 2020 , ტ.129, გვ.71-76.	ის ინსტიტუტის გამომცემლობა, თბილისი	
--	--	---	---	-------------------------------------	--

ვრცელი ანოტაცია (ქართულენაზე)

ნაშრომში მოტანილია 20 - 25 წლის დაკვირვებათა მასალის საფუძველზე ჩატარებულ კვლევათა შედეგები, რომლებშიც, ავტორის მიერ შემუშავებული ნორმირების მეთოდის დახმარებით, საქართველოს ინტენსიური ანთროპოგენური ზემოქმედების რაიონებში ატმოსფეროს მინარევთა სივრცულ-დროითი განაწილების მონიტორინგის პრაქტიკული და თეორიული საკითხებია დამუშავებული. ისინი, ლოკალურსა და რეგიონალურ მასშტაბებში, ატმოსფეროს ეკოლოგიური დატვირთვის მაჩვენებლის ტერიტორიულ განაწილებას, მათ მოკლევადიან და გრძელვადიან (დღელამურ, თვიურ, სეზონურ, წლიურსა და ხუთწლიან ციკლურ) სვლებს ასახავენ. ნაშრომს აქვს გეოფიზიკური, ეკოლოგიური, ეკონომიკური და მეტეოროლოგიური მნიშვნელობა.

13	გუნია გარი	კულტურული ტურიზმის გარემოს ეკოლოგიური დატვირთვის შეფასების საკითხები. ISSN 1512-1976,	აკაკი წერეთლის დაბადების 180 წლისთავისადმი მიძღვნილი საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“ შრომები, 2020 , ტ. 7.	ივანე ჯავახიშვილის სახ. თსუ გამომცემლობა, თბილისი	3
-----------	-------------------	--	---	---	----------

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

ნაშრომში, კულტურული ტურიზმის არეალების ბუნებრივი გარემოს დაბინძურების შეფასების საკითხებია გაშუქებული. მოტანილი მასალის დახმარებით, მავნე მინარევთა ფართომასშტაბური გადატანების შედეგად, განსახილველი რაიონების ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფასების შესახებ შეიძლება მსჯელობა. აგრეთვე საკვლევ რეგიონებში მოსული ნალექების მინერალიზაციისა და ატმოსფეროდან მიწის ზედაპირზე ჩამორეცხილი მინერალური ნივთიერებათა რაოდენობის შეფასების მეთოდები და კვლევის შედეგებია მოცემული, რომლებიც საშუალებას გვაძლევენ ვიმსჯელოთ კულტურული ტურიზმის რაიონების ეკოლოგიური დატვირთვის შესახებ.

14	გუნია გარი	ატმოსფერული მტვრის თავისებურებანი. ISSN 1512 – 0902	სტუ ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის სამეცნიერო რეფერირებადი შრომათა კრებული, 2020 , ტ.129, გვ.67-70	სტუ ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის გამომცემლობა, თბილისი	4
-----------	-------------------	--	--	---	----------

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

ნაშრომში ატმოსფერული ჰაერის ერთ - ერთი ძირითადი მინარევის - ატმოსფერული მტვრის მახასიათებლებია მოტანილი, მათ შორის: ჰიგიენური - ბიოლოგიური ზემოქმედებით; მეტეოროლოგიური - ატმოსფეროში განაწილებით; ტექნიკური - ადამიანის სამეურნეო და სამრეწველო ქმედებით. აღნიშნულია, რომ 10 მკმ-ს ზომის ნაწილაკები ძირითადად ცხვირის ღრუში დაიკავებიან,

ხოლო უფრო მცირე და მსუბუქი 2.5 მკმ ზომის ნაწილაკები დიდ ხანს იმყოფებიან ჰაერში შეწონილ მდგომარეობაში და პრაქტიკულად არ ილექებიან მიწაზე. ისინი ადამიანის ჯანმრთელობისთვის ყველაზე დიდ რისკს წარმოადგენენ. ატმოსფერული მტვრის მინარევის ცალკეული კომპონენტის: კოსმოსური, ვულკანური, ეოლური, ზღვიური და სამრეწველო - თავისი წარმოშობის მიხედვით დაყოფა არის მიღებული. ამასთან დახასიათებულია მათი თავისებურებანი და შეფასებულია ცალკეული მათგანის წილი გარემოს დაბინძურებაში. გარდა ამისა, მოტანილია ატმოსფერული მტვრის თავისებურების დახასიათება კლიმატის ცვლილების პრობლემაში.

7. ბექდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

7.4. სტატიები

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათა-ური, ციფრული,დიგიტალური საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN	ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	A.Surmava, V.Kukhalashvili, N.Gigauri, L.Intskirveli, G.Kordzakhia	Numerical Modeling of Dust Propagation in the Atmosphere of a City with Complex Terrain. The case of Background Eastern Light Air, Doi: 10.4236/jamp.2020.87092	Journal of Applied Mathematics and Physics, Vol.8. №7	USA, Scientific Research Publishing	pp.1222-1228

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

შესწავლილია რთული ოროგრაფიის მქონე ქ.თბილისის მტვრის ატმოსფეროში გაბნევის მიკრომასშტაბური პროცესები გარემოში მტვრის გავრცელების 3-განზომილებიანი რეგიონული მოდელისა და მინარევთა გადატანა-დიფუზიის განტოლების რიცხვითი მოდელირებით. ატმოსფეროს დაბინძურებაზე რთული რელიეფის გავლენის გასათვალისწინებლად გამოყენებულია რელიეფის მიმყოლი კოორდინატთა სისტემა. მოდელირებისათვის გრძედისა და განედის მიმართ ჰორიზონტალური ბიჯი აღებულია, შესაბამისად, 300 და 400 მ. განხილულია აღმოსავლეთის სუსტი ფონური ქარის შემთხვევა. მოდელში ავტოტრანსპორტი განხილულია, როგორც ატმოსფეროში მტვრის გაფრქვევის სტაციონალური წყარო.

მიკრომასშტაბური მტვრის დიფუზიის პროცესის მოდელირებამ გვიჩვენა, რომ ქალაქის ატმოსფეროს დაჭუჭყიანება დამოკიდებულია დაბინძურების წყაროების ანუ ტრანსპორტის მოძრაობის ინტენსივობაზე და საავტომობილო გზების სივრცით განლაგებაზე, ასევე ქალაქისა და მისი მიმდებარე ტერიტორიის ოროგრაფიაზე. ნაჩვენებია, რომ მიწისპირა ატმოსფეროს დამტვერიანების დონე მინიმალურია დილის 6 სთ-ზე. შემდეგ ქალაქის ცენტრალური მაგისტრალის გასწვრივ, მიწისპირა ფენაში მტვრის კონცენტრაცია სწრაფად იზრდება ტრანსპორტის ინტენსივობის ზრდის შესაბამისად და 12 სთ-თვის აღწევს 1 ზდკ-ს (0.5 მგ/მ³) მნიშვნელობას. 12-21 სთ-ის ინტერვალში მტვრის მაქსიმალური კონცენტრაცია მერყეობს 0.9-1.2 ზდკ-ს ფარგლებში. ამ პერიოდში ფორმირდება დამტვერიანების მაქსიმალური ზონა, მიმდინარეობს მათი ფართობისა და მიწისპირა კონცენტრაციის სუსტი ზრდა. ეს ზონები განთავსებულია როგორც ცენტრალურ, ასევე ქალაქის განაპირა უბნებში. მათი მდებარეობა და ფართობი დამოკიდებულია ქარის სიჩქარის სივრცით განაწილებაზე, ყალიბდება რთული რელიეფის გავლენით და მტვრის ტურბულენტური და ადვექციური

გადატანით. 21-24 სთ-ის ინტერვალში მცირდება მტვრით დაბინძურება და მიწისპირა კონცენტრაცია. შუალადის შემდეგ ქალაქში ეს პროცესი მიმდინარეობს კვაზი-პერიოდულად.

2	E.Bakradze, L.Shavliashvili, G.Kuchava T.Mchedluri	“Pollution of environment by heavy metals by Madneuli Plant”	Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems - Vol. 12 Pages: 2586-2596,202	DOI: 10.5373/JARDCS/V 12SP7/20202393	10
---	---	--	---	--	----

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

ბოლნისის მუნიციპალიტეტში მომქმედი მადნეულის საწარმო საკმაოდ დიდ რისკ-ფაქტორს წარმოადგენს რეგიონის ეკოსისტემებისათვის. გარემოს ქიმიური დამაბინძურებლებიდან ადამიანის ჯანმრთელობისთვის განსაკუთრებულ საშიშროებას წარმოადგენს – მძიმე ლითონების შემცველობის მომატება გარემოს ობიექტებში. დასმული ამოცანების განსახორციელებლად ექსპედიციური სამუშაოები ჩატარდა 2019 წელს კვარტალში ერთხელ, რომლებიც გაგრძელდება 2020 წელსაც. აღებული იყო მადნეულის საწარმოს მიმდებარე ტერიტორიაზე არსებული ბუნებრივი წყლის სინჯები და ნიადაგის ნიმუშები. წყლის სინჯებში განისაზღვრა მათი ფიზ-ქიმიური, ჰიდროქიმიური და მიკრობიოლოგიური მაჩვენებლები. მიღებული შედეგები წარმოდგენილია დასკვნების სახით. გამოვლენილია სხვადასხვა ინგრედიენტებით დაბინძურებული მდინარეები და არტეზიული წყლები.

დამაბინძურებელი ინგრედიენტებიდან მდინარის წყლებში აზოტის მინერალური ფორმებიდან განსაკუთრებით გამოირჩევა ამონიუმის იონები.

მიკრობიოლოგიური მაჩვენებლების მიხედვით დაბინძურებულია მდ. კაზრეთულა, სადაც ქიმიური დაბინძურება იმდენად მაღალია, რომ მასში ცოცხალი მიკროორგანიზმები არ არსებობენ.

მძიმე ლითონებით მდინარეებიდან ყველაზე დაბინძურებულია მდ. კაზრეთულა, სადაც კადმიუმი, სპილენძი, რკინა და თუთია აღემატება ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციებს: კადმიუმი - 62,8 ზდკ; სპილენძი - 34,5 ზდკ; რკინა - 32,5 ზდკ; თუთია - 10,8 ზდკ.

გამოვლენილია აგრეთვე ნიადაგის დაბინძურების დონე მძიმე ლითონებით. ნიადაგის დაბინძურების თვალსაზრისით, მძიმე ლითონებიდან 0-10 და 10-20 სმ სიღრმეზე გამოირჩევა კადმიუმი, დარიშხანი, სპილენძი და თუთია. ნიადაგის ზედა 0-10 სმ-იან ფენაში ლითონების შემცველობა უფრო მაღალია, ვიდრე 10-20 სმ ფენაში. ეს კანონზომიერება ვრცელდება თითქმის ყველა მეტალზე ე.ი. სიღრმეში ძირითადად მათი შემცველობა კლებულობს.

ნიადაგის დაბინძურების ხარისხის დასადგენად ნორმირებული ელემენტის შემცველობას ადარებენ კლარკს. ნიადაგი მცირედ დაბინძურებულად ითვლება, თუ თანაფარდობა ნაკლებია 10-ზე; ძლიერ დაბინძურებულად, თუ ეს სიდიდე აღემატება 30-ს. ამრიგად, ნიადაგის დაბინძურება კადმიუმით აღემატება 10-ს, მაგრამ არ აღემატება 30-ს. ამ შემთხვევაში ნიადაგის კადმიუმით დაბინძურება საშუალო დონეზე მაღალია (23,2), მაგრამ არ არის ძლიერი დაბინძურება.

შესწავლილია აგრეთვე მძიმე ლითონების კონცენტრაციების ცვლილება ნიადაგის ჭრილში (0-100 სმ სიღრმეზე). დათვლილია კორელაციის კოეფიციენტი 5 ელემენტისათვის.

3	Elina Bakradze Lali Shavliashvili Gulchina Kuchava Sopio	THE IMPACT OF THE MADNEULI ENTERPRISE ON THE POLLUTION OF NATURAL WATERS	International Conference. August 20, 2020. SCIENTIFIC ENQUIRY IN THE CONTEMPORARY WORLD: THEORETICAL BASICS AND	San Francisco, California, USA	8
---	---	--	---	--------------------------------	---

Khmiadashvili		INNOVATIVE APPROACH • 15th edition DOI: http://doi.org/10.15350/L_26/15		
<p style="text-align: center;">ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>მადნეულის საწარმო მუშაობს ბოლნისის მუნიციპალიტეტში და ეს შეიძლება იყოს დიდი რისკის ფაქტორი რეგიონის ეკოსისტემებისთვის. ქიმიური დამაბინძურებლები შეიძლება იყოს განსაკუთრებული საშიშროება გარემოსა და ადამიანის ჯანმრთელობისათვის - მძიმე ობიექტების მძიმე მეტალების შემცველობა. დაკისრებული ამოცანების შესასრულებლად საექსპედიციო სამუშაოები ჩატარდა 2020 წლის თებერვალში. აიღეს ბუნებრივი წყლის ნიმუშები მადნეულის ქარხნის მახლობლად. განისაზღვრა მათი ფიზიკურ-ქიმიური, ჰიდროქიმიური და მიკრობიოლოგიური მაჩვენებლები. მიღებული შედეგები წარმოდგენილია დასკვნების სახით. გამოვლენილია სხვადასხვა ინგრედიენტებით დაბინძურებული მდინარეები და არტეზიული წყლები.</p>				
4	E.Bakradze, L.Shavliashvili G.Kuchava	Eco-chemical study of natural water and soil pollutants in the vicinity of the Madneuli plant "Actual problems of ecology and soil science in the XXI century" VI Republican Scientific Conference Pages: 116-120, 2020	Baku, Azerbaijan	5
<p style="text-align: center;">ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>გარემოს დაბინძურება უაღრესად აქტუალური პრობლემაა, ვინაიდან ანთროპოგენული პოლუტანტების დიდი ნაწილი მავნეა ცოცხალი ორგანიზმებისათვის. გარემოს დაბინძურება განიმარტება როგორც მოვლენა, რომლის შედეგად გარემოში ისეთი რაოდენობით ხვდება მავნე ნივთიერებები, რომ იცვლება მისი ფონური კონცენტრაცია. გარემოს დაბინძურება არღვევს ბუნებრივი პროცესების ჩვეულებრივ მიმდინარეობას, რის გამოც ცოცხალ ორგანიზმებს არსებობა-განვითარებისთვის ექმნებათ არახელსაყრელი პირობები.</p> <p>გარემოს ქიმიური დამაბინძურებლებიდან ადამიანის ჯანმრთელობისთვის განსაკუთრებულ საშიშროებას წარმოადგენს – მძიმე ლითონების შემცველობის მომატება გარემოს ობიექტებში (ბუნებრივი წყლები, ნიადაგები) და მათი ზემოქმედება სასურსათო პროდუქტებზე.</p> <p>საქართველოს რესპუბლიკის ქვემო ქართლის რეგიონის ბოლნისის მუნიციპალიტეტში მომქმედი მადნეულის საწარმო საკმაოდ დიდ რისკ-ფაქტორს წარმოადგენს რეგიონის ეკოსისტემებისათვის, რადგან ადგილი აქვს მძიმე ლითონების შემცველობის მომატებას გარემოს ობიექტებში. დასმული ამოცანების განსახორციელებლად ექსპედიციური სამუშაოები ტარდება 2019-2020 წლებში კვარტალში ერთხელ. აღებული იყო მადნეულის საწარმოს მიმდებარე ტერიტორიაზე არსებული ბუნებრივი წყლის სინჯები და ნიადაგის ნიმუშები. წყლის სინჯებში განისაზღვრა მათი ფიზ-ქიმიური (pH, ელექტროგამტარობა, გახსნილი ჟანგბადი, ტემპერატურა და მარილიანობა); ლაბორატორიაში მათში განისაზღვრა მძიმე ლითონების - Fe, Pb, Cu, Cd, Co, Zn, As, Cr, Ni, Ag-ის საერთო ფორმის შემცველობა; ჰიდროქიმიური (ბიოგენური ნივთიერებები - NO₂⁻, NO₃⁻, NH₄⁺, PO₄³⁻, ძირითადი იონები, მინერალიზაცია, ჟმჟმ.) და მიკრობიოლოგიური (ტოტალური კოლიფორმები, E-coli და ფეკალური სტრეპტოკოკები) მაჩვენებლები. ნიადაგის ჭრილის (0-100 სმ) და 0-10 და 10-20 სმ სიღრმის ნიმუშებში განისაზღვრა pH-ის და მძიმე ლითონების (მოდრავი ფორმა) შემცველობა ფონური და დაბინძურებული წერტილებისათვის, აგრეთვე - ნიადაგის ჰუმუსი და კარბონატების შემცველობა.</p> <p>ყველა სახის ჰიდროქიმიური და ფიზიკურ-ქიმიური, აგრეთვე ნიადაგების ანალიზები ჩატარდა თანამედროვე მეთოდებისა და აპარატურის გამოყენებით, რომლებიც აკმაყოფილებს და შეესაბამება</p>				

ევროპულ სტანდარტებს, კერძოდ:

1. იონური სელექციური ქრომატოგრაფია (ICS-1000) ISO 100304-1: 2007;
2. სპექტროფოტომეტრია SPECORD 205 ISO7150-1: 2010;
3. მემბრანული ფილტრაცია ISO 9308-1, ISO 7899-2;
4. პლაზმური-ემისიური სპექტრომეტრი ICP-OES;
5. საველე პორტატული მოწყობილობა - Hanna Combo pH/EC/TDS/PPM Tester HI98129;
6. ნიადაგის დამშლელი -Milestone – Start D Microwave system;
7. pH მეტრი - Milwaukee-Mi 150;
8. IDEXX-აპარატი ISO 9308-3.

კვლევისათვის წყლის სინჯების აღება მოხდა მდინარეების მაშავერას, კაზრეთულას, ფოლადაურის დაბინძურების წყარომდე და მდინარეების კაზრეთულასა და ფოლადაურის მდ.მაშავერასთან შეერთების შემდეგ, დაბინძურების წყაროსთან ახლოს. განსაკუთრებული დატვირთვა მოდის მდ.კაზრეთულაზე, სადაც მდინარის წყალს უერთდება კარიერიდან ჩამოჟონილი წყალი.

გამოვლენილია სხვადასხვა ინგრედიენტებით დაბინძურებული მდინარეები და არტეზიული წყლები.

2019 წლის მონაცემების მიხედვით, დამაბინძურებელი ინგრედიენტებიდან მდინარის წყლებში აზოტის მინერალური ფორმებიდან განსაკუთრებით გამოირჩევა ამონიუმის იონები.

მიკრობიოლოგიური მაჩვენებლების მიხედვით დაბინძურებულია მდ. კაზრეთულა, სადაც ქიმიური დაბინძურება იმდენად მაღალია, რომ მასში ცოცხალი მიკროორგანიზმები არ არსებობენ.

მძიმე ლითონებით მდინარეებიდან ყველაზე დაბინძურებულია მდ. კაზრეთულა, სადაც კადმიუმი, სპილენძი, რკინა და თუთია აღემატება ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციებს (ზდკ): კადმიუმი - 62,8; სპილენძი - 34,5; რკინა - 32,5; თუთია - 10,8 ზდკ.

2020 წლის მონაცემების მიხედვით, მძიმე ლითონების საერთო ფორმის შემცველობა მდინარეების წყალში ნორმის ფარგლებშია, გამონაკლისს შეადგენს მდ. კაზრეთულა, სადაც კადმიუმის შემცველობა შეადგენს 0,0011 მგ/ლ (1,1 ზდკ);

2020 წლის თებერვლის თვეში წყლის სინჯების აღების დროს, დავაფიქსირეთ ის ფაქტი, რომ მდ. კაზრეთულა შედარებით სუფთა და გამჭვირვალე იყო წინა წლის თებერვლის თვესთან შედარებით, რაც თვალნათლივ აისახა მიღებულ ანალიზის შედეგებში. აღნიშნული დაკავშირებულია იმ ფაქტთან, რომ საწარმოს მიერ გაკეთდა მდ. კაზრეთულას მოქცევა კაფსულაში, სადაც ხდება მდინარის წყლის გაწმენდა და 2020 წლის თებერვალში 2019 წლის იგივე პერიოდთან შედარებით დაფიქსირდა ის ფაქტი, რომ ყველაზე ბინძური მდინარე, სადაც ხდება საწარმოდან ჩამდინარე წყლების ჩავარდნა და რომელიც მიკრობიოლოგიურად წარმოადგენდა მკვდარ მდინარეს, ამჟამად სუფთაა, რაც ვიზუალურადაც დაიკვირვება.

გამოვლენილია აგრეთვე ნიადაგის დაბინძურების დონე მძიმე ლითონებით. ნიადაგის დაბინძურების თვალსაზრისით, მძიმე ლითონებიდან 0-10 და 10-20 სმ სიღრმეზე გამოირჩევა კადმიუმი, დარიშხანი, სპილენძი და თუთია. ნიადაგის ზედა 0-10 სმ-იან ფენაში ლითონების შემცველობა უფრო მაღალია, ვიდრე 10-20 სმ ფენაში. ეს კანონზომიერება ვრცელდება თითქმის ყველა მეტალზე ე.ი. სიღრმეში ძირითადად მათი შემცველობა კლებულობს. შესწავლილია აგრეთვე მძიმე ლითონების კონცენტრაციების ცვლილება ნიადაგის ჭრილში (0-100 სმ სიღრმეზე).

ადნიშნულის გარდა, პროექტში დაგეგმილია საკვლევ რეგიონში მდინარეების (კაზრეთულა, მაშავერა, ფოლადაური) - წყლის დაბინძურების ხარისხის დადგენა და მათ ვარგისიანობა სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების სარწყავად გამოყენების თვალსაზრისით; შეისწავლება მძიმე ლითონების დამოკიდებულების დადგენა ნიადაგის pH-ის, ჰუმუსის, და კარბონატების შემცველობასთან; მოხდება სტატისტიკური მასალების დამუშავება მძიმე ლითონების ადამიანის ჯანმრთელობაზე ზემოქმედების შესახებ; ეკოსისტემების მძიმე ლითონებით დაბინძურების განახლებული მონაცემთა ბაზის შექმნა; შემარბილებელი ღონისძიებებისა და რეკომენდაციების შემუშავება მუნიციპალიტეტის თვითმართველობის ორგანოებისა და ფერმერებისათვის და სხვა.

8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

8.1. საქართველოში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	ა.სურმავა, ლ. ინწკირველი, ნ. გიგაური, ვ. კუხალაშვილი	PM-ნაწილაკებითა და მტვრით ქ. თბილისის ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების გამოკვლევა	26-28 სექტემბერი 2020, თბილისი, საქართველო
ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)			
განსაზღვრულია ქ. თბილისისა და მისი მიმდებარე ტერიტორიის ატმოსფერულ ჰაერში PM-ნაწილაკებისა და მტვრის კონცენტრაციები. შეფასებულია მათი ყოველთვიური მაქსიმალური და მინიმალური მნიშვნელობები. მოდელირებულია მტვრის გავრცელების პროცესი ფონური სტაციონალური დასავლეთის ქარის შემთხვევაში. დაბინძურების წყაროს წარმოადგენს ქალაქში მოძრავი ავტოტრანსპორტი. მიღებულია ვიზუალური სურათები მტვრის გავრცელების არეალისა და კონცენტრაციების შესახებ.			
2	E. Bakradze, L. Shavliashvili, G. Kuchava, M. Arabidze, N. Buachidze, G. Kordzakhia	„Ecological Situation in the World and in Georgia During and After the Pandemic“	International Online Conference “Compounds and Materials with Specific Properties”, July 10-11, 2020, BOOK OF ABSTRACTS Tbilisi, Georgia ISBN: 978-9941-13-939-0
3	ე.ბაქრაძე, ლ.შავლიაშვილი, გ.კუჭავა	ბოლნისის მუნიციპალიტეტის ბუნებრივი წყლების მძიმე ლითონებით დაბინძურების შესწავლა და მათი ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნება	საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემია, სამეცნიერო კონფერენცია „კლიმატის ცვლილება და საქართველოს აგრობიომრავალფეროვნება“ http://www.gaas.dsl.ge/
4	E. Bakradze, L. Shavliashvili, G. Kuchava, M. Arabidze, N. Buachidze, G. Kordzakhia	„Ecological Situation in the World and in Georgia During and After the Pandemic“ - International Online Conference “Compounds and Materials with Specific Properties”,	July 10-11, 2020, BOOK OF ABSTRACTS Tbilisi, Georgia ISBN: 978-9941-13-939-0
5	გ. კორძახია, ვ. მაჭავარიანი,	შავი ზღვის საქართველოს აკვატორიაში ქიმიური	2020 წლის 19 ივნისს, ევროკავშირის მიერ დაფინანსებული პროექტის

	<p>მ. კორძაძია.</p>	<p>მონიტორინგის შედეგები და მონაცემთა გაცვლის ევროპული პლატფორმა</p>	<p>“საზღვაო დაკვირვებისა და მონაცემების ევროპული ქსელი” (EMODNET 4, მე-4 ლოტი - ქიმია) ფარგლებში (პროექტის განმახორციელებელი ლიდერი (კოორდინატორი) ორგანიზაცია „ოკეანოგრაფიისა და ექსპერიმენტალური გეოფიზიკის ეროვნული ინსტიტუტი“ (OGS)) დისტანციურად ჩაატარა მეცნიერთა და ექსპერტთა ღია ფორუმი.</p>
<p>1. ანოტაცია: 19 ივნისს, ევროკავშირის მიერ დაფინანსებული პროექტის „საზღვაო დაკვირვებისა და მონაცემების ევროპული ქსელი“ (EMODNET 4, მე-4 ლოტი - ქიმია) ფარგლებში დისტანციურად ჩატარდა მეცნიერთა და ექსპერტთა ღია ფორუმი. საქართველოდან წარმოდგენილ მოხსენებაში „შავი ზღვის საქართველოს აკვატორიაში ქიმიური მონიტორინგის შედეგები და მონაცემთა გაცვლის ევროპული პლატფორმა“ მიმოხილულ იქნა:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. მეტამონაცემთა ბაზების შევსება მონაცემებით და წარმოდგენა CDI (Common Data Index) ფორმატში (იანვარი მარტი, 2017); 2. მონაცემთა ბაზის (პორტალის) გენერირება ისტორიული და მიმდინარე მონაცემებით და შეკრებილ მონაცემთა ხარისხის შეფასება/ხარისხის კონტროლის პროცედურების ჩატარება. 3. მონაცემთა ბაზა საბოლოო სახის წარმოდგენა ODV (Ocean Data View) ფორმატში და მისი იდენტიფიცირება. 4. განხილულია კოორდინატორი ორგანიზაციისთვის მიწოდების საკითხები. 			
<p>6</p>	<p>გ.კორძაძია, მ.მგელაძე, რ.მიქელაძე</p>	<p>„საქართველოს პოტენციალი შავ ზღვაზე ლურჯი განვითარების უზრუნველსაყოფად.“</p>	<p>2020 წლის 2 სექტემბერს გაიმართა ევროპული კონსორციუმის ფარგლებში დასკვნითი ონლაინ შეხვედრა. ამ კონფერენციაზე კონსორციუმის წევრებმა წარმოადგინეს მოხსენებები საპროექტო წინადადების შესამუშავებლად და წარსადგენად ევროკავშირის HORIZON 2020 პროგრამაში (მიმართულება - Blue Growth) მხარდაჭერისათვის</p>
<p>ანოტაცია: საპროექტო წინადადების ფარგლებში, რომელიც მხარდასაჭერად 2 სექტემბერს წაკითხულ იქნა მოხსენება გ.კორძაძია, მ.მგელაძე, რ.მიქელაძე „საქართველოს პოტენციალი შავ ზღვაზე ლურჯი განვითარების უზრუნველსაყოფად.“</p> <p>რეზიუმე:</p> <ul style="list-style-type: none"> • შავი ზღვის სამხრეთ-აღმოსავლეთ აკვატორიაში შავი ზღვის ფიზიკური, ქიმიური და ბიოლოგიური მონიტორინგის შედეგები; • მონაცემები შავი ზღვის საზღვაო აკვაკულტურის ზონირებისათვის; • ბიოპროდუქტების სახეობებისათვის პერსპექტიული გარემოს შერჩევის საკითხები. 			

7	გ. კორძაია	დედამიწის დაკვირვების პროგრამის შესაძლებლობები მყინვარების მონიტორინგისათვის საქართველოში	2020 წლის 17 სექტემბერს, დედამიწის დაკვირვების პროგრამის დირექტორატმა შავი ზღვის და მდ. დუნაის რეგიონალური ინიციატივის ფარგლებში (<i>BLACK SEA AND DANUBE REGIONAL INITIATIVE /BSADRI/</i> ჩაატარა სამუშაო შეხვედრა ონლაინ რეჟიმში. ერთერთი მნიშვნელოვანი საკითხი იყო დედამიწის დაკვირვების პროგრამის შესაძლებლობების გამოყენება მყინვარების მონიტორინგისათვის;
<p>ანოტაცია: პროექტი მიზნად ისახავს ინიციატივების განვითარებას დედამიწის დაკვირვების პროგრამის შესაძლებლობების გამოყენებისათვის შავი ზღვის და მდ. დუნაის რეგიონალური ინიციატივის ფარგლებში. მოხსენებაში მოყვანილია მეთოდოლოგიური საფუძვლები მყინვარების მონიტორინგისათვის საქართველოში. მოყვანილია გარკვეული შედეგები მყინვარების ძირითადი პარამეტრების დადგენისა და კლიმატის ცვლილების გავლენის შესწავლისათვის საქართველოს მყინვარებზე.</p>			
8	გ. კორძაია,	კლიმატის სეზონური პროგნოზირების მეთოდოლოგია და შედეგები	2020 წლის 17 სექტემბერს, დედამიწის დაკვირვების პროგრამის დირექტორატმა შავი ზღვის და მდ. დუნაის რეგიონალური ინიციატივის ფარგლებში (<i>BLACK SEA AND DANUBE REGIONAL INITIATIVE /BSADRI/</i> ჩაატარა სამუშაო შეხვედრა ონლაინ რეჟიმში. ერთერთი მნიშვნელოვანი საკითხი იყო დედამიწის დაკვირვების პროგრამის შესაძლებლობების გამოყენება ზღვისა და სანაპირო ზოლის დაბინძურების შესახებ,
<p>ანოტაცია: პროექტი მიზნად ისახავს ინიციატივების განვითარებას დედამიწის დაკვირვების პროგრამის შესაძლებლობების გამოყენებისათვის შავი ზღვის და მდ. დუნაის რეგიონალური ინიციატივის ფარგლებში. მოხსენებაში მოყვანილი იყო მონიტორინგის შედეგები შავი ზღვის აკვატორიაში და პერსპექტივები დედამიწის დაკვირვების პროგრამის შესაძლებლობების გამოყენებისათვის ამ მიზნებისათვის.</p>			
9	გ. კორძაია, ხ.ქოქოსაძე	კლიმატის სეზონური პროგნოზირების მეთოდოლოგია და შედეგები	2020 წლის 26 ნოემბერს ჩატარდა MEDSCOPE MED (Mediterranean Services Chain) პროექტის მიერ ორგანიზებული ონლაინ შეხვედრა.
<p>ანოტაცია: პროექტი მიზნად ისახავს ინიციატივების განვითარებას კლიმატის პროგნოზირების შესაძლებლობებისა და მასთან დაკავშირებული სერვისების გაუმჯობესებით სეზონური და ათწლეულის დროში. მოყვანილია მეთოდოლოგიური საფუძვლები კლიმატის სეზონური პროგნოზირებისათვის. განხილულია 2020 წლის ზაფხული პროგნოზები და ამთი გამართლებადობა. მოყვანილია ზამთრის სეზონის პროგნოზები</p>			
10	გუნია გარი	კულტურული ტურიზმის გარემოს ეკოლოგიური დატვირთვის შეფასების საკითხები.	26-28 სექტემბერი, 2020 აკაკი წერეთლის დაბადების 180 წლისთავისადმი მიძღვნილი საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის „ეკოლოგიის

			თანამედროვე პრობლემები“ შრომები, თბილისი-თელავი, საქ. მეცნ. აკადემია
11	გუნია გარი,	ატმოსფერული მტვრის თავისებურებანი.	28 – 29 მაისი, 2020წ სტუ, ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის ყოველწლიური სამაისო სამეცნიერო კონფერენცია, თბილისი, ჰმი
12	გუნია გარი	ატმოსფეროს ეკოლოგიური დატვირთვის მაჩვენებლის სივრცულ-დროითი განაწილების შეფასების საკითხისთვის.	28-29 მაისი, 2020წ სტუ - ს ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის ყოველწლიური სამაისო სამეცნიერო კონფერენცია, თბილისი, ჰმი

8. 2. უცხოეთში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	Aleksandre Surmava, Liana Intskirveli, Natia Gigauri, Vepkhia Kukhalashvili	An Investigation of the Tbilisi City Atmosphere Pollution by Analysis of the Observation Data and Numerical Modeling Results	აგვისტო 2020, სან-ფრანცისკო, კალიფორნია, აშშ
ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)			
<p>The temporary variations of the dust concentration in Tbilisi city by means of the data of natural measurement are investigated. The annual mean concentration of the dust during the 2011-2016 years varies in the interval of 1-1.8 MAC, the month mean in 2015 in the interval 1.1-1.98 MAC are shown.</p> <p>The kinematics of dust change created by motor transport at Tbilisi territory and daily pattern of its spatial distribution are studied in case of background eastern gentle breeze. Via analysis of wind velocity and concentration fields it is obtained that spatial distribution of heavily polluted areas depends on city mains disposition, and local circulation systems formed under dynamic impact of terrain and diurnal change of thermal regime on the underlying surface. Maximum concentration 1.0-2.0 MAC is formed in t = 12.00-21.00 h time interval in the central, southern and relatively low-lying territories of the city. At 600 m height from earth surface a maximum value of concentration reaches 0.7 MAC, when t = 21.00 h.</p>			
2	A. Surmava, D. Demetrashvili, V. Kukhalashvili, N.Gigauri	Numerical Modeling of Dust Distribution in the Atmosphere of a City with Complex Relief	3-5 ოქტომბერი 2020, პლოვდივი, ბულგარეთი
ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)			
<p>Microscale processes of dust distribution in the city of Tbilisi with a very complex topography are modeled using a 3D regional model of atmospheric processes and numerical integration of the transport-diffusion equation of the impurity. The Terrain-following coordinate system is used to take into account the influence of a very complex relief on the process of atmospheric pollution. Modeling is carried out using horizontal grid steps of 300 m and 400 m along latitude and longitude, respectively. The cases of the stationary background eastern and western weak winds are considered. In</p>			

the model, motor transport is considered as a nonstationary source of pollution from which dust is emitted into the atmosphere. Modelling of dust micro-scale diffusion process showed that the city air pollution depends on spatial distribution of the main sources of city pollution, i.e. on vehicle traffic intensity, as well as on spatial distribution of highways, and microorography of city and surrounding territories. It is shown that the dust pollution level in the surface layer of the atmosphere is minimal at 6 a.m. Ground-level concentration rapidly grows with increase of vehicle traffic intensity and by 12 a.m. reaches maximum allowable concentration (MAC = 0.5 mg/m³) in the vicinity of central city mains. From 12 a.m. to 9 p.m. maximum dust concentration values are within the limits of 0.9-1.2 MAC. In the mentioned time interval formation of the highly dusty zones, and slow growth of their areas and value of ground-level concentrations take place. These zones are located in both central and peripheral parts of the city. Their disposition and area sizes depend on spatial distribution of local wind generated under action of complex terrain, as well as on the processes of turbulent and advective dust transfer. From 9 to 12 p.m. reduction of dust pollution and ground-level concentration takes place. After the midnight city dust pollution process continues quasi-periodically. As result of the analysis of vertical distribution of dust concentration is obtained that a basic dust mass emitted into the atmosphere is located in the 100 m surface layer. Concentration value in the upper part of this layer reaches 0.8 MAC and rapidly decreases with altitude increase.

3	Aleksandre Surmava, Liana Intskirveli, Vepkhia Kukhalashvili, Natia Gigauri	Numerical Simulation of Spatial- Temporary Distribution of the Dust in the Atmosphere Over the Difficult Relief of City Tbilisi and Surrounding Area	16.06.2020, ბაქო, აზერბაიჯანი
---	--	--	-------------------------------

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

Dust distribution of the difficult relief town Tbilisi, located in the complex territory of Georgia in case of basic meteorological situations and stationary pollution sources is studied with the use of regional model of atmospheric process development in the Caucasus and non-stationary threedimensional equation of transfer-diffusion of passive admixtures. Terrain - following coordinate system is used with the purpose of taking into account the impact of very complicated relief on the atmosphere pollution process. It is shown, that in case of meso-scale process, the dust dissipated from city in the atmosphere is basically concentrated in the boundary layer. Maximum values of dust concentration are obtained in the lower 100 m surface air layer. A dust concentration equal to 0.01-1 Maximum Allowable Concentration (MAC = 0.5 mg/m³) is obtained at a height of 2 m at a distance of 10 km from the city, at a height of 100 m – at a distance of 15-18 km and a height of 600 m – at a distance of 40 km. A change in the direction of dust transfer is related to daily variation of dynamical and thermal meteorological fields in the atmosphere surface layer and formation of local vertical vortex. Modelling of dust micro-scale diffusion process showed that the city air pollution depends on spatial distribution of the main sources of city pollution, i.e. on vehicle traffic intensity, as well as on spatial distribution of highways, and micro-orography of city and surrounding territories. It is shown that the dust pollution level in the surface layer of the atmosphere is minimal at 6 a.m. Ground-level concentration rapidly grows with increase of vehicle traffic intensity and by 12 a.m. reaches MAC in the vicinity of central city mains. From 12 a.m. to 9 p.m. maximum dust concentration values are within the limits of 0.9-1.2 MAC.

4	E.Bakradze, L.Shavliashvili, G.Kuchava	„Eco-chemical study of natural water and soil pollutants in the vicinity of the Madneuli plant”	"Actual problems of ecology and soil science in the XXI century" VI Republican Scientific Conference - Pages: 116-120, 2020
5	Elina Bakradze Lali Shavliashvili	THE IMPACT OF THE MADNEULI ENTERPRISE ON	International Conference. August 20, 2020. SCIENTIFIC ENQUIRY IN THE

Gulchina Kuchava Sopio Khmiadashvili	THE POLLUTION OF NATURAL WATERS	CONTEMPORARY WORLD: THEORETICAL BASICS AND INNOVATIVE APPROACH • 15th edition DOI: http://doi.org/10.15350/L_26/15
---	------------------------------------	---

**ამინდის პროგნოზების, ბუნებრივი და ტექნოგენური კატასტროფების მოდელირების
განყოფილება**

1. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები

№	პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიხედვით	პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები	პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მიხედვით)
1	2	3	4
	ამინდის და კლიმატის რეგიონალური მრავალმოდულიანი საპროგნოზო მეთოდების დამუშავება საქართველოს პირობებისათვის დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებანი და გარემო; მეტეოროლოგია და ატმოსფერული მეცნიერებები	2018-2020	განყოფილების გამგე პროექტის ხელმძღვანელი- ტატიშვილი მარია შემსრულებლები: უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი ხვედელიძე ზურაბი მეცნიერი თანამშრომელი სამხარაძე ინგა მეცნიერი თანამშრომელი დემეტრაშვილი დემური მეცნიერი თანამშრომელი მკურნალიძე ირინე მეცნიერი თანამშრომელი ფალავანდიშვილი ანა
2	საქართველოს მცინვარების დეგრადაციის შესწავლა და მათი დნობის პროგნოზირება კლიმატის თანამედროვე ცვლილების გამო. საბუნებისმეტყველო მეცნიერება. 1.5.დედამიწის და მასთან დაკავშირებული გარემოს შემსწავლელი მეცნიერება. 1.5.11: ოკეანოგრაფია,	2018-2020	განყოფილების გამგე ტატიშვილი მარია მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი შენგელია ლარისა – პროექტის ხელმძღვანელი მეცნიერი თანამშრომელი კორმახია გიორგი – პასუხისმგებელი შემსრულებელი მეცნიერი თანამშრომელი ცომაია ვასილი – შესრულებელი

	ჰიდროლოგია, წყლის რესურსები.		(კონსულტანტი)
3	კლიმატის ცვლილებასთან საადაპტაციო სტრატეგიის დამუშავება ცალკეულ მდინარეთა აუზებისათვის წყლის ინტეგრირებული მართვის სისტემის შექმნის მიზნით (მდ. იორის მაგალითზე) საბუნებისმეტყველო მეცნიერება. 1.5.დედამიწის და მასთან დაკავშირებული გარემოს შემსწავლელი მეცნიერება. მეტეოროლოგია, ჰიდროლოგია, წყლის რესურსები.	2018-2021	განყოფილების გამგე ტატიშვილი მარიკა პროექტის ხელმძღვანელი ცინცაძე თენგიზი პასუხისმგებელი შემსრულებლები: კაპანაძე ნაილი ცინცაძე ნუნუ შემსრულებლები: მდივანი სოფიო ზოტიკიშვილი ნანული ხუფენია ნესტანი
4	ჰაერის ნაკადის მიკროცირკულაციური მოძრაობის დინამიკა და კლიმატური თავისებურებანი სამეგრელო - ზემო სვანეთის რეგიონზე დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებანი და გარემო; მეტეოროლოგია და ატმოსფერული მეცნიერებები	2020-2023	პროექტის ხელმძღვანელი ზ.ხვედელიძე, შემსრულებლები მ.ტატიშვილი, ი.სამხარაძე, ნ.ზოტიკიშვილი.

1. 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.

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.

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. ატმოსფეროში მიმდინარე ნაწილაკების დაჯახებისთვის

შექნილია ტალღური მოდელი რეზონანსული გაცვლითი ფოტონის გათვალისწინებით.

2. კლიმატის მიმდინარე ცვლილება მნიშვნელოვან ნეგატიურ გავლენას ახდენს საქართველოს მცინვარებზე და იწვევს მათ სწრაფ დეგრადაციას. ეს ნათლად ვლინდება:

1. მცირე მცინვარების (ფართობი 0.1-დან 0.5 კმ²-მდე) დნობის სტატისტიკაში;
2. მცინვარული აუზების მახასიათებლების (მცინვართა რაოდენობა და ფართობი) ცვლილებებში;
3. დიდი მცინვარების (ფართობი > 2 კმ²-ზე) დეგრადაციასა და უკანდახევაში.

შესაბამისად დეტალურად იქნა შესწავლილი კლიმატის თანამედროვე ცვლილებით გამოწვეული მცირე მცინვარების დნობის სტატისტიკა აღმოსავლეთ და დასავლეთ საქართველოს მცინვარებისათვის (თავი 4), მცინვარული აუზების მახასიათებლების ცვლილება (თავი 5) და დიდი მცინვარების დეგრადაცია (თავი 6).

პროექტის განხორციელების შედეგად დადგინდა საქართველოს მცინვარების ფაქტიურად ყველა მნიშვნელოვანი მახასიათებელი. გამოკვლეული იქნა საქართველოს მცინვარების დეგრადაცია კლიმატის მიმდინარე ცვლილების გავლენით. დაწვრილებით არის განხილული დიდი მცინვარების დნობა და მოცემულია მათი სრული დნობის პროგნოზირების მეთოდოლოგია.

3. წყლის ინტეგრირებული მართვის სისტემის განხორციელების უზრუნველსაყოფად საირიგაციო სისტემების ძირითად კომპონენტად მოიაზრება არხების სისტემასთან დაკავშირებული მარეგულირებელი წყალსაცავების არსებობა, რომლებშიც წყლის რესურსების შევსების ერთ-ერთ დამატებით წყაროდ ნალექთა ხელოვნური გაზრდა (ნხგ) წარმოადგენს. ამასთან ერთად ცნობილია, რომ კლიმატის გლობალური დათბობის ზეგავლენით XXI საუკუნის დასასრულისთვის აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე მოსალოდნელია ნალექთა საშუალო წლიური ჯამების 15%-ით შემცირება, რაც გარკვეულწილად შეამცირებს ნალექთა ხელოვნური რეგულირებისათვის შესაფერისი მოდრულულობის სარესურსო პოტენციალს, მაგრამ ამავდროულად გაზრდის ნალექთა ხელოვნური რეგულირების სამუშაოთა ჩატარების საჭიროებასა და მნიშვნელობას.

აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე ნალექთა ხელოვნური გაზრდისთვის პერსპექტიულ რაიონებში, კლიმატური მონაცემების გათვალისწინებით, პირობითად გამოყოფილია 8 პოლიგონი, რომელთათვისაც შეფასებულია წლის თბილ პერიოდში ზემოქმედებისთვის შესაფერისი კონვექციური უჯრედებისა და მათგან პოტენციურად შესაძლებელი დამატებითი ნალექების რაოდენობა. ეს რიცხვი სხვადასხვა პოლიგონზე შეიძლება იცვლებოდეს კლიმატური ნორმის 6-დან 20%-მდე და საშუალოდ შეადგენს 15%-ს, რაც ჯამში შესაძლებელია აღწევდეს 885 მლნ მმ-ს. წლის ცივ პერიოდში მიწისპირა აეროზოლური გენერატორების გამოყენებით შესაძლებელი იქნება ამავე პოლიგონების მთიან რაიონებში თოვლის სახით კიდევ დაახლოებით 200 მლნ მმ დამატებითი ნალექის მიღება.

4. თანამედროვეების ერთერთი უმნიშვნელოვანესი პრობლემა, როგორც მეცნიერული ასევე სამრეწველო-პრაქტიკული თვალსაზრისით, არის ლოკალური რეგიონების კლიმატური თავისებურებების შესწავლა გლობალური დათბობის ფონზე. უწყვეტი ოპერატიული მონაცემებით დასაბუთებულია, რომ ზოგიერთი ლოკალური რეგიონის ჰავა მკვეთრად განსხვავდება გარემომცველი მიდამოს კლიმატისაგან. ეს გარემოება ძირითადად რელიეფის ფორმას და მისგან გამოწვეულ დინამიკურ პროცესებს უკავშირდება. აქედან გამომდინარე, რელიეფის გავლენის პარამეტრების განსაზღვრა და მათი ანალიზი მეტად აქტუალური და მნიშვნელოვანია. საქართველოს ტერიტორიაზე არსებულ ქვაბურებში, განვითარებული მიკროციკულაციური პროცესების ახსნა-დასაბუთებისათვის გამოყენებული იქნა ჰიდროდინამიკური მიდგომა. შეფასებულია რეგიონის რელიეფის მახასიათებელი პარამეტრები და გათვლილია ოროგრაფიული ვერტიკალური სიჩქარე.

2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

2.1.

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიხედვით	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მიხედვით)
1	2	3	4
1.	<p>კლიმატის ცვლილებასთან საადაპტაციო სტრატეგიის დამუშავება ცალკეულ მდინარეთა აუზებისათვის წყლის ინტეგრირებული მართვის სისტემის შექმნის მიზნით (მდ. იორის მაგალითზე)</p> <p>საბუნებისმეტყველო მეცნიერება. 1.5.დედამიწის და მასთან დაკავშირებული გარემოს შემსწავლელი მეცნიერება. მეტეოროლოგია, ჰიდროლოგია, წყლის რესურსები.</p>	2018-2021	<p>განყოფილების გამგე ტატიშვილი მარია</p> <p>პროექტის ხელმძღვანელი ცინცაძე თენგიზი</p> <p>პასუხისმგებელი შემსრულებლები:</p> <p>კაპანაძე ნაილი</p> <p>ცინცაძე ნუნუ</p> <p>შემსრულებლები:</p> <p>მდივანი სოფიო</p> <p>ზოტიკიშვილი ნანული</p> <p>ხუფენია ნესტანი</p>
2.	<p>ჰაერის ნაკადის მიკროცირკულაციური მოძრაობის დინამიკა და კლიმატური თავისებურებანი სამეგრელო - ზემო სვანეთის რეგიონზე</p> <p>დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებანი და გარემო; მეტეოროლოგია და ატმოსფერული მეცნიერებები</p>	2020-2023	<p>პროექტის ხელმძღვანელი ზ.ხვედელიძე, შემსრულებლები მ.ტატიშვილი, ი.სამხარაძე, ნ.ზოტიკიშვილი.</p>
<p>გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2020 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>1. წყლის ინტეგრირებული მართვის სისტემის განხორციელების უზრუნველსაყოფად საირიგაციო სისტემების ძირითად კომპონენტად მოიაზრება არხების სისტემასთან დაკავშირებული მარეგულირებელი წყალსაცავების არსებობა, რომლებშიც წყლის რესურსების შევსების ერთ-ერთ დამატებით წყაროდ ნალექთა ხელოვნური გაზრდა (ნხგ) წარმოადგენს. ამასთან ერთად ცნობილია, რომ კლიმატის გლობალური დათბობის ზეგავლენით XXI საუკუნის დასასრულისთვის აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე</p>			

მოსალოდნელია ნალექთა საშუალო წლიური ჯამების 15%-ით შემცირება, რაც გარკვეულწილად შეამცირებს ნალექთა ხელოვნური რეგულირებისათვის შესაფერისი მოდრულულობის სარესურსო პოტენციალს, მაგრამ ამავედროულად გაზრდის ნალექთა ხელოვნური რეგულირების სამუშაოთა ჩატარების საჭიროებასა და მნიშვნელობას.

აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე ნალექთა ხელოვნური გაზრდისთვის პერსპექტიულ რაიონებში, კლიმატური მონაცემების გათვალისწინებით, პირობითად გამოყოფილია 8 პოლიგონი, რომელთათვისაც შეფასებულია წლის თბილ პერიოდში ზემოქმედებისთვის შესაფერისი კონვექციური უჯრედებისა და მათგან პოტენციურად შესაძლებელი დამატებითი ნალექების რაოდენობა. ეს რიცხვი სხვადასხვა პოლიგონზე შეიძლება იცვლებოდეს კლიმატური ნორმის 6-დან 20%-მდე და საშუალოდ შეადგენს 15%-ს, რაც ჯამში შესაძლებელია აღწევდეს 885 მლნ მ3-ს. წლის ცივ პერიოდში მიწისპირა აეროზოლური გენერატორების გამოყენებით შესაძლებელი იქნება ამავე პოლიგონების მთიან რაიონებში თოვლის სახით კიდევ დაახლოებით 200 მლნ მ3 დამატებითი ნალექის მიღება.

2. თანამედროეების ერთერთი უმნიშვნელოვანესი პრობლემა, როგორც მეცნიერული ასევე სამრეწველო-პრაქტიკული თვალსაზრისით, არის ლოკალური რეგიონების კლიმატური თავისებურებების შესწავლა გლობალური დათბობის ფონზე. უწყვეტი ოპერატიული მონაცემებით დასაბუთებულია, რომ ზოგიერთი ლოკალური რეგიონის ჰავა მკვეთრად განსხვავდება გარემომცველი მიდამოს კლიმატისაგან. ეს გარემოება ძირითადად რელიეფის ფორმას და მისგან გამოწვეულ დინამიკურ პროცესებს უკავშირდება. აქედან გამომდინარე, რელიეფის გავლენის პარამეტრების განსაზღვრა და მათი ანალიზი მეტად აქტუალური და მნიშვნელოვანია. საქართველოს ტერიტორიაზე არსებულ ქვაბურებში, განვითარებული მიკროციკულაციური პროცესების ახსნა-დასაბუთებისათვის გამოყენებული იქნა ჰიდროდინამიკური მიდგომა. შეფასებულია რეგიონის რელიეფის მახასიათებელი პარამეტრები და გათვლილია ოროგრაფიული ვერტიკალური სიჩქარე.

2.2.

№	დასრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1	ამინდის და კლიმატის რეგიონალური მრავალმოდელიანი საპროგნოზო მეთოდების დამუშავება საქართველოს პირობებისათვის დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებანი და გარემო; მეტეოროლოგია და ატმოსფერული მეცნიერებები	2018-2020	განყოფილების გამგე პროექტის ხელმძღვანელი-ტატიშვილი მარია შემსრულებლები: უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი ხვედელიძე ზურაბი მეცნიერი თანამშრომელი სამხარაძე ინგა მეცნიერი თანამშრომელი დემეტრაშვილი დემური მეცნიერი თანამშრომელი მკურნალიძე ირინე

			მეცნიერი თანამშრომელი ფალავანდიშვილი ანა
2	საქართველოს მცინვარების დეგრადაციის შესწავლა და მათი დნობის პროგნოზირება კლიმატის თანამედროვე ცვლილების გამო საბუნებისმეტყველო მეცნიერება. ქვე-მიმართულება: 1.5.დედამიწის და მასთან დაკავშირებული გარემოს შემსწავლელი მეცნიერება. 1.5.11: ოკეანოგრაფია, ჰიდროლოგია, წყლის რესურსები.	2018-2020	ლ. შენგელია – პროექტის ხელმძღვანელი გ.კორძახია – პასუხისმგებელი შემსრულებელი ვ. ცომაია – შემსრულებელი (კონსულტატი)
<p>1. 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.</p> <p>კვლევის მიზანია მაგნიტური ქარიშხლების შესაძლო გავლენის შესწავლა ატმოსფეროში მეტეოროლოგიური პროცესების განვითარებაზე და მეტეოროლოგიური პარამეტრების ცვლილებებზე. მზის ქარით გამოწვეული მეტეოროლოგიური მოვლენები ამჟამად ამინდის და კლიმატის მოდელში ცუდად არის წარმოდგენილი.</p> <p>გეომაგნიტური ინდექსები გეომაგნიტური აქტივობის ზომას, რომლებიც ხდება დროის მოკლე შუალედში. dst, kp, და aa ინდექსები და შტორმამდე და შტორმის შემდეგ 3 დღის მტეოროლოგიური პარამეტრების (ტემპერატურა, ნალექი, ქარი) დაკვირვების მონაცემები და სინოპტიკური რუკები გამოიყენება კორელაციური ანალიზისთვის. ატმოსფეროში მიმდინარე ნაწილაკების დაჯახებისთვის შექნილია ტალღური მოდელი რეზონანსული გაცვლითი ფოტონის გათვალისწინებით.</p> <p>2. კლიმატის მიმდინარე ცვლილება მნიშვნელოვან ნეგატიურ გავლენას ახდენს საქართველოს მცინვარებზე და იწვევს მათ სწრაფ დეგრადაციას. ეს ნათლად ვლინდება:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. მცირე მცინვარების (ფართობი 0.1-დან 0.5 კმ²-მდე) დნობის სტატისტიკაში; 2. მცინვარული აუზების მახასიათებლების (მცინვართა რაოდენობა და ფართობი) ცვლილებებში; 3. დიდი მცინვარების (ფართობი > 2 კმ²-ზე) დეგრადაციასა და უკანდახევაში. <p>შესაბამისად დეტალურად იქნა შესწავლილი კლიმატის თანამედროვე ცვლილებით გამოწვეული მცირე მცინვარების დნობის სტატისტიკა აღმოსავლეთ და დასავლეთ საქართველოს მცინვარებისათვის (თავი 4), მცინვარული აუზების მახასიათებლების ცვლილება (თავი 5) და დიდი მცინვარების დეგრადაცია (თავი 6).</p> <p>პროექტის განხორციელების შედეგად დადგინდა საქართველოს მცინვარების ფაქტიურად ყველა მნიშვნელოვანი მახასიათებელი. გამოკვლეული იქნა საქართველოს მცინვარების დეგრადაცია კლიმატის მიმდინარე ცვლილების გავლენით. დაწვრილებით არის განხილული დიდი მცინვარების დნობა და მოცემულია მათი სრული დნობის პროგნოზირების მეთოდოლოგია.</p>			

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

3.2.

№	დასრულებული (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1	საქართველოს ტერიტორიაზე კლიმატის მახასიათებელ ზოგიერთ ელემენტთა ცვლილების შესწავლა საპროგნოზო რეგიონალურ მოდელთა ანსამბლის საფუძველზე. საბუნებისმეტყველო მეცნიერებანი. FR17_548	2017-2020	თეიმურაზ დავითაშვილი (პროექტის ხელმძღვანელი), ინგა სამხარაძე (პროექტის კოორდინატორი), ლიკა მეგრელიძე (ძირითადი პერსონალი), რამაზ ქვათაძე (ძირითადი პერსონალი).
<p style="text-align: center;">შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>დასრულებული კვლევითი პროექტის 2020 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული ვინაიდან პროექტის ერთ-ერთი ძირითადი მიზანია მაღალი გარჩევისუნარიანი კლიმატის საპროგნოზო სიტემის შექმნა საქართველოს ტერიტორიისთვის, ამიტომ აუცილებელია მოდელთა მრავალჯერადი გადამოწმება ყველა შესაძლო პარამეტრიზაციის სქემების მიმართ. ჩვენი მიზანი იყო ამ სქემებიდან შეგვერჩია ისეთი ანსამბლი სქემებისა რომლებიც ყველაზე მისაღები იქნებოდა კავკასიის (საქართველოს) რთული ოროგრაფიის პირობებისთვის. ჩატარდა რიცხვითი ექსპერიმენტების სერია, რომელიც შეისწავლიდა ზაფხულის პერიოდში მოსული ექსტრემალურ ნალექების ფონზე, WRFC მოდელში ანსამბლური სქემების სხვადასხვა კომბინაციების შედეგებს, განსხვავებულ ჰორიზონტალური რეზოლუციებისთვის. ძირითადად, გროვა ღრუბლების სამი სქემასა (KF, GD ანსამბლი და BMJ) და მიკროფიზიკის ხუთ (WSM6, Lin, Thompson, Morrison 2-Moment და Goddard) სქემებს შორის მოხდა ტესტირება. ასევე სხვადასხვა სქემების კომბინირებით დათვლილი შედეგები შედარებული იქნა დაკვირვების მონაცემებთან. ასევე დაკვირვების მონაცემებად გამოყენებული იქნა ტემპერატურისა და ნალექების გრიდირებული ყოველთვიური მონაცემები (გარჩევისუნარიანობა 60კმ) შედგენილი მეტეოროლოგიურ დაკვირვებათა მონაცემების ინტერპოლირების გზით. შედარებისათვის აღებული იქნა 1985-1995 წ.წ. პერიოდი. ღრუბლებისა და მიკროფიზიკური სქემების 3 გვარი კომბინაციით განხორციელდა თვლა აღნიშნულ 10 წლიან პერიოდზე და გამოთვლილი იქნა გადახრები სიმულაციებსა და დაკვირვებებს შორის თვეებისა და სეზონების მიხედვით (საშუალო გადახრები და კვადრატული გადახრები). რომელთა გაანალიზებით შეირჩა ყველაზე უფრო ოპტიმალური კომბინაცია</p>			

6. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

6.1. მონოგრაფიები/წიგნები

№	ავტორი/ავტორები	მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	ბაკურ ბერიტაშვილი თენგიზ ცინცაძე ნაილი კაპანაძე	ნალექთა ხელოვნური გაზრდის სამუშაოები საქართველოში 978-9941-8-2658-0	თბილისი, ჰმი - ს გამომცემლობა	122
<p>ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>მონოგრაფიაში წარმოდგენილია ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის მიერ ნალექთა ხელოვნური გაზრდის მიზნით 1979-1990 წლებში წარმოებულ სამუშაოთა მთელი სპექტრი. შესწავლილია აღნიშნულ სამუშაოთა ჩასატარებლად შერჩეული იორისა და ხრამი-ფარავნის პოლიგონებისთვის რელიეფი, ნიადაგები, კლიმატური ზონები, მცენარეული საფარი და სხვ., რაც მომავალში საჭირო იქნება წყლის რესურსების მართვის მოდელების ასაგებად. შემოთავაზებულია აღნიშნულ სამუშაოთა ისტორია, ორგანიზაცია, გამოყენებული ტექნოლოგია, ნალექთა ხელოვნური გაზრდის ფიზიკური საფუძვლები და ღრუბლებზე ზემოქმედების ჩატარებისა და ეფექტურობის კონტროლის მეთოდები. მოცემულია საკვლევ პოლიგონებზე 1979-1990 წლებში ჩატარებულ ნალექთა ხელოვნური გაზრდის ექსპერიმენტულ სამუშაოთა შემაჯამებელი შედეგები.</p> <p>განხილულია აღმოსავლეთ საქართველოში ნალექთა ხელოვნური რეგულირების სამუშაოთა აღდგენის პერსპექტივები, რ/ლ დაკვირვებებისა და ღრუბლებში რეაგენტის შეტანის ახალი ტექნოლოგიების დანერგვის, ასევე დაკვირვების მონაცემთა მიღების, დამუშავებისა და არქივირების თანამედროვე მეთოდების გათვალისწინებით. დასაბუთებულია ნალექთა ხელოვნური გაზრდის სამუშაოთა ჩართვის მიზანშეწონილობა აღმოსავლეთ საქართველოში წყლის ინტეგრირებული მართვის სამომავლო სისტემაში. შემოთავაზებულია საბაზრო ეკონომიკის პირობებში ნხვ სამუშაოთა ახალი ფორმით განხორციელების სავარაუდო ბლოკ-სქემა და ის სამართლებრივი ასპექტები, რასაც შესაძლოა შეიცავდეს აღნიშნული სამუშაოები.</p>				

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

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI	ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	Demetrashvili D., Kukhalashvili V., Surmava A., Kvaratskhelia D.	Modeling of variability of the regional dynamic processes developed during 2017-2019 in the	Conference Proceedings GEOLINKS 2020- Book 2, vol.2	Published by SAIMA Consult LTD, Sofia, Bulgaria	11

		easternmost part of the Black Sea. DOI 10.32008/ GEOLINKS2020/B2/ V2. ISSN 2603-5472 ISBN 978-619-7495-09-6			
2.	Surmava A., Demetrashvili D., Kukhalashvili V., Gigauri N.	Numerical modeling of dust distribution in the atmosphere of city with complex relief. DOI 10.32008/ GEOLINKS2020/B1/ V2. ISSN 2603-5472 ISBN 978-619-7495-07-2	Conference Proceedings GEOLINKS 2020- Book 1, vol.2	Published by SAIMA Consult LTD, Sofia, Bulgaria	9

1. ცირკულაციური და თერმობალინური პროცესების შესწავლა ზღვებისა და ოკეანეების სანაპირო ზონებში, რომლებიც დიდ ანთროპოგენურ დატვირთვას განიცდიან, თანამედროვე ოკეანოლოგიის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ამოცანაა. ექსპერიმენტული და თეორიული კვლევები აჩვენებენ რომ შავი ზღვის განაპირა აღმოსავლეთ ნაწილი დინამიკურად მეტად აქტიური რეგიონია, სადაც ადგილი აქვს მეზომასშტაბური და სუბმეზომასშტაბური გრიგალური სტრუქტურების უწყვეტ ფორმირებასა და ევოლუციას. მოცემული სტატიის მიზანი იყო შავი ზღვის განაპირა აღმოსავლეთ აკვატორიაში 2017-2019 წლებში მიმდინარე ჰიდროფიზიკური პროცესების შესწავლა. ამ მიზნით გამოყენებული იქნა ჩვენს მიერ შემუშავებული მაღალი გარჩევისუნარიანი ზღვის დინამიკის რეგიონული მოდელი, რომლის სათვლელი ბადე 1 კმ ბადის ბიჯით ჩადგმულია ზღვის ჰიდროფიზიკის ინსტიტუტის (ქ. სევასტოპოლი) მთელი აუზის მასშტაბის (**basin-scale**) ზღვის დინამიკის მოდელის 5 კმ ბადის ბიჯის მქონე სათვლელ ბადეში (**nesting modeling**). გამოთვლითი ექსპერიმენტების შედეგები აჩვენებს, რომ ჰიდროფიზიკური პროცესები აღნიშნული დროის პერიოდში ხასიათდებოდა დინებისა და თერმობალინური ველების მნიშვნელოვანი სივრცით-დროითი ცვალებადობით და ციკლონური და ანტიციკლონური გრიგალური სტრუქტურების ფორმირებითა და ტრანსფორმაციით.

2. მოდელირებულია მტვრის ნაწილაკების გავრცელების პროცესები რთული რელიეფის მქონე ქ. თბილისის ატმოსფეროში. ამ მიზნით გამოყენებულია ატმოსფერული პროცესების 3D რეგიონული მოდელი და მასთან შეწყვილებული გადატანა-დიფუზიის არასტაციონარული განტოლება. რთული რელიეფის გათვალისწინების მიზნით გამოყენებულია რელიეფთან მიმყოლი კოორდინატთა სისტემა. გამოთვლითი ექსპერიმენტები ჩატარებულია სათვლელი ბადის გამოყენებით, სადაც ბადის ჰორიზონტალური ბიჯი განედის გასწვრივ 300 მ - ია, ხოლო გრძედის გასწვრივ - 400 მ, შესაბამისად.. განხილულია აღმოსავლეთის და დასავლეთის ფონური სუსტი ქარის შემთხვევები. მოდელში ავტოტრანსპორტი განიხილება, როგორც დაჭუჭყიანების არასტაციონარული წყარო, საიდანაც

მტვრის ნაწილაკები ამოიფრქვევა ატმოსფეროში. მტვრის ნაწილაკების დიფუზიური გავრცელების პროცესის მოდელირებამ აჩვენა, რომ ქალაქის ჰაერის დაბინძურება დამოკიდებულია ძირითადი წყაროების სივრცით განაწილებაზე, ე. ი. ტრანსპორტის ინტენსივობასა და სატრანსპორტო მაგისტრალების სივრცით განაწილებაზე და ქალაქისა და მისი მიმდებარე ტერიტორიის მიკრომასშტაბურ ოროგრაფიაზე. ნაჩვენებია, რომ ატმოსფეროს მიწისპირა ფენაში დაბინძურების დონე მინიმალურია დილის 6 სთ-ზე. მიწისპირა კონცენტრაცია სწრაფად იზრდება ტრანსპორტის ინტენსივობის ზრდასთან ერთად და დღის 12 საათისათვის აღწევს ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციას (ზდკ = 0.5 მგ/მ³). დღის 12 საათიდან საღამოს 9 საათამდე მტვრის კონცენტრაციები არის 0.9-1.2 ზდკ - ს ფარგლებში. აღნიშნულ დროის ინტერვალში მტვრის მაქსიმალური კონცენტრაციის ზონები ფორმირდება ქალაქის ცენტრალურ და პეიფრიულ ნაწილში. საღამოს 9 საათიდან ღამის 12 საათამდე დაიკვირვება კონცენტრაციების შემცირება. მტვრის კონცენტრაციების ვერტიკალური განაწილების ანალიზმა აჩვენა, რომ მტვრის დაბინძურების ძირითადი მასა ლოკალიზებულია ატმოსფეროს ქვედა 100 მეტრიან ფენაში. სიმაღლის სრდასთან ერთად კონცენტრაციები სწრაფად მცირდება.

6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათაური, ISSN	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	Marika R. Tatishvili, Ana M. Palavandishvili	Impact of Short-Term Geomagnetic Activity on Weather and Climate Formation in Georgian Region <i>ISSN: 1512-1127</i>	Journal of the Georgian Geophysical Society, Physics of Solid Earth, Atmosphere, Ocean and Space Plasma, v. 23(2), 2020,	Journal of the Georgian Geophysical Society საქართველო	7
2	Marika R.Tatishvili, Zurab V. Khvedelidze, Demur I. Demetrashvili	On some weather forecasting models in Georgia <i>ISSN: 1512-1127</i>	Journal of the Georgian Geophysical Society, Physics of Solid Earth, Atmosphere, Ocean and Space Plasma, v. 23(2), 2020,	Journal of the Georgian Geophysical Society საქართველო	8
3	სურმავა ა., ინწკირველი ლ., კუხალაშვილი ჰ., დემეტრაშვილი დ.	ქ. თბილისის ატმოსფეროს დამტვერიანების გამოკლევა ფონური აღმოსავლეთის ქარების დროს. <i>ISSN 1512-1976</i>	საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“ შრომები. ტომი VII.	ქ. თბილისი, საქართველო	4
4	დემეტრაშვილი დ.,	ცირკულაციური რეჟიმის ძირითადი	საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის	ქ. თბილისი, საქართველო	4

	კუხალაშვილი ვ., კვარაცხელია დ., სურმავა ა.	თავისებურებანი და მათი გავლენა ნავთობის აფსკის გავრცელებაზე შავი ზღვის საქართველოს სექტორსა და მიმდებარე აკვატორიაში ISSN 1512-1976	„ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“ შრომები. ტომი VII.		
5	ზ.ხვედელიძე, ი.სამხარაძე, მ.ტატიშვილი, ნ.ზოტიკიშვილი.	ჰაერის ნაკადის მიკროცირკულაციური მოძრაობის დინამიკა და კლიმატური თავისებურებანი სამეგრელო - ზემო სვანეთის რეგიონზე 1512-0902	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული ტ.129	თბილისი	4
6	ლ. შენგელია, გ. კორძახია, გ. თვაური, მ. ძაძამია.	კლიმატის მიმდინარე ცვლილების მოქმედება მდ. თერგის აუზის მცინვარების დეგრადაციაზე.	„მეცნიერება და ტექნოლოგიები“, სამეცნიერო რეფერირებადი ჟურნალი, #2 (734), ISSN 0130-7061 Index_76127	საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“ საქართველო, თბილისი.	გვ. 9-15.
7	ლ. შენგელია, გ. კორძახია, გ. თვაური, მ. ძაძამია.	საქართველოს მცინვარული აუზების დეგრადაცია კლიმატის ცვლილების გამო. ISSN 1512-0902	„ჰიდრომეტეოროლოგიისა და ეკოლოგიის აქტუალური პრობლემები“, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, ტ. 129	საქართველო, თბილისი. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი.	გვ. 34-40
8	G. Kordzakhia, L. Shengelia, G. Tvauri, M. Dzadzamia.	Current Climate Change Impact on the Mtkhvi (Kura) River Basin Glacier Degradation	Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences. ISSN – 0132 – 1447	Georgian National Academy of Sciences. Georgia, Tbilisi.	Vol. 14, #1, pp. 56-63
9	ლ. შენგელია, გ. კორძახია, გ. თვაური, მ. ძაძამია.	საბჭოთა კავშირის მცინვარების კატალოგში მოცემული საქართველოს მცინვარების	„მეცნიერება და ტექნოლოგიები“, სამეცნიერო რეფერირებადი ჟურნალი, №1 (733). ISSN 0130-7061 Index_76127	საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“ საქართველო, თბილისი.	გვ. 9-15

		ფართობის მონაცემების კორექტირება			
10	მკურნალიძე ი. კაპანაძე ნ.	კოსმოსური სხივები და მათი გავლენა დედამიწის ატმოსფეროზე (თანამედროვე მიღწევები) ISSN 1512-1976	აკაკი წერეთლის დაბადების 180 წლისთავისადმი მიძღვნილი საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“ შრომები, თბილისი-თელავი, საქართველო, 26-28 სექტემბერი, 2020, ტ. 7	გეოფიზიკის ინსტიტუტი, თსუ	5, (279-283)
11	კაპანაძე ნ. ბერიტაშვილი ბ. ცინცაძე თ.	ნალექთა ხელოვნური რეგულირების სამუშაოთა ჩატარების სამართლებლივი ასპექტები ISSN 1512 – 0902	სტუ-ს ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის სამეცნიერო რეფერირებადი შრომათა კრებული, 2020, ტ.129	თბილისი, ჰმი - ს გამომცემლობა	5 (98-102)
12	ნაილი კაპანაძე, ირინე მკურნალიძე	ქ. თბილისის ჰაერის ტემპერატურის ცვალებადობის ანალიზი ISSN 1512 – 0902	სტუ-ს ჰიდრომეტეოროლო- გიის ინსტიტუტის სამეცნიერო რეფერირებადი შრომათა კრებული, 2020, ტ.129	თბილისი, ჰმი - ს გამომცემლობა	6 (103-108)

1. სტატიაში წარმოდგენილია ძლიერი მაგნიტოსფეროს ქარიშხლების შესაძლო გავლენის კვლევა ატმოსფეროში მეტეოროლოგიური პროცესების ევოლუციაზე, მაგნიტოსფეროს შემფოთებებსა და მეტეოროლოგიურ ვარიაციებს შორის კორელაციის გამოსავლენად. კვლევა მნიშვნელოვანია იმის გამო, რომ საქართველოში ხშირია საშიში მეტეოროლოგიური მოვლენები და განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მათ გამომწვევი ფიზიკური პროცესების შესწავლა.

მეტეოროლოგიური ეფექტები, რომლებიც გამოწვეულია მზის ქარის ვარიაციებით, ცუდად არის წარმოდგენილი ამინდისა და კლიმატის მოდელებში. გეომაგნიტური ქარიშხალი არის დედამიწის მაგნიტოსფეროს იძულებითი გარღვევა, მზის ქარიდან ენერჯის გაცვლა დედამიწის გარშემო არსებულ გეო-გარემოში. ეს ქარიშხლები წარმოიქმნება მზის ქარის ცვლილებების შედეგად, რაც იწვევს დედამიწის მაგნიტოსფეროში მიმდინარე დინებების, პლაზმისა და ველების მნიშვნელოვან ცვლილებებს.

გეომაგნიტური ინდექსები არის გეომაგნიტური აქტივობის საზომი, რომელიც ხდება დროის მოკლე მონაკვეთში. ისინი შეიქმნა დედამიწის იონოსფეროსა და მაგნიტოსფეროს რეაქციის შესასწავლად მზის აქტივობის ცვლილებებზე. გეომაგნიტურ შტორმებსა და მეტეოროლოგიურ ელემენტებს შორის კორელაცია ჩატარდა საქართველოს რეგიონისთვის მეტეოროლოგიური დაკვირვების მონაცემებისა და NASA-ს მზის

დინამიკის ობსერვატორიისა (Solar Dynamics Observatory) და NOAA- ს კოსმოსური ამინდის პროგნოზირების ცენტრის მონაცემების გამოყენებით. შედეგები აჩვენებს, რომ არსებობს კავშირი ამინდის პარამეტრებსა და გეომაგნიტურ შემფოთებებს შორის.

2. ამინდის რეგიონალური პროგნოზი რთული მათემატიკური ამოცანაა, განსაკუთრებით საქართველოს კომპლექსური რელიეფისთვის. ამ პრობლემის გადასაჭრელად შეიქმნა და გამოყენებულია სხვადასხვა სირთულის მოდელები. წინამდებარე სტატიაში მოყვანილია WRF- ისა და ატმოსფერული არასტაციონარული მეზოსკალის მოდელებისგან მიღებული შედეგები საქართველოს რთული ოროგრაფიისთვის. დასკვნაში ასევე განხილულია შექმნილი და ახალი მიდგომები მეტეოროლოგიური მოვლენების უკეთ შესასწავლად.

3. კავკასიაში ატმოსფერული პროცესების ევოლუციის 3D რეგიონული მოდელისა და მინარევების გადატანა-დიფუზიის განტოლების ერთობლივი ინტეგრირებით შესწავლილია მტვრის გავრცელების კინემატიკა ქ. თბილისის ტერიტორიაზე ფონური აღმოსავლეთის სუსტი, საშუალო და ძლიერი ქარების შემთხვევაში. მოდელირებით შესწავლილია მტვრის გავრცელების პროცესი ფონური აღმოსავლეთის სუსტი (1 მ/წმ), საშუალო (5 მ/წმ) და ძლიერი (10 მ/წმ) ქარების შემთხვევებში და მშრალი ამინდის პირობებში. რიცხვითი მოდელირების შედეგებმა აჩვენა, რომ ატმოსფეროში მტვრის კონცენტრაციის

ცვლილების პროცესი პირობითად შეიძლება დაიყოს სამ – თვითდასუფთავების, დამტკვრიანების

და მაქსიმალური დაბინძურების ეტაპებად.

4. გამოთვლითი ექსპერიმენტების საფუძველზე გამოკვლეულია შავი ზღვის განაპირა აღმოსავლეთ აკვატორიაში მიმდინარე ცირკულაციური პროცესების ზოგიერთი ძირითადი თავისებურება და მათი ზეგავლენა ზღვის ზედაპირზე ავარიულად დაღვრილი ნავთობის აფსკის გავრცელებაზე. გამოთვლითი ექსპერიმენტები ჩატარებულია მოდელირების სისტემის საფუძველზე, რომელიც შედგება ზღვის დინამიკის რეგიონული მოდელისა და მასთან შეწყვილებული მინარევების გავრცელების არასტაციონარული მოდელისაგან.

5. მრავალწლიური მეტეოროლოგიური მონაცემების სტატისტიკური დამუშავებით დადგენილია ქვაბურების კლიმატური თავისებურებები და ჰაერის ნაკადის დინამიკის ბუნება. ეს თავისებურებანი ახსნილი იქნა მოდელური გათვლებით. საკვლევ რეგიონებზე მოდელურად შეფასებული პროცესები, რეალურად დაკვირვებული მოვლენების მიმართ (5%-8%) პროცენტის მიახლოებაში თანხვედრილია. ასეთი კვლევა მესტიის მუნიციპალეტის მთლიან ტერიტორიაზე შესრულებულია პირველად და მიღებულ შედეგებს, გამოყენების თვალსაზრისით, მნიშვნელოვანი თეორიული და პრაქტიკული პერსპექტივა გააჩნია.

6. თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების, GIშ ტექნოლოგიების, მყინვარების კატალოგის, სავლელ მიწისპირა დაკვირვებების და საექსპერტო ცოდნის გამოყენებით დეტალურად შესწავლილია მდ. თერგის აუზის მყინვარების დეგრადაცია კლიმატის მიმდინარე ცვლილების გავლენით. თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების მონაცემების საშუალებით დადგინდა, რომ მდ. თერგის მყინვარულ აუზში კატალოგით არსებულის მიხედვით მყინვართა რაოდენობა შემცირდა 33 ერთეულით ანუ 48.5 %-ით, ხოლო გამყინვარების ფართობი –28 კმ²-ით, ანუ 41.5 %-ით.

7. სტატიაში განხილულია კლიმატის მიმდინარე ცვლილების გამო საქართველოს მყინვარული აუზების დეგრადაციის საკითხი მყინვარული აუზების ფართობებისა და მყინვარების რაოდენობის ცვლილების შეფასებით. გამოთვლებმა აჩვენა, რომ საქართველოში გამყინვარების ფართობი და მყინვარების რაოდენობა შემცირდა და ეს შემცირება უფრო ინტენსიურია აღმოსავლეთ საქართველოში ვიდრე დასავლეთ საქართველოში.

8. 21-ე საუკუნის დასაწყისიდან მყინვარების კვლევები საქართველოში მეტ მნიშვნელობას იძენს. ეს

ძირითადად გამოწვეულია მცინვარების დეგრადაციის შესწავლის აუცილებლობით კლიმატის მიმდინარე ცვლილების გამო, რაც განაპირობებს მრავალი კატასტროფული მოვლენის განვითარებას: ზღვის დონის აწევას, მცინვარული წარმოშობის ბუნებრივი კატასტროფების რისკებისა და კატასტროფული მოვლენების რაოდენობრივ ზრდას, წყლის ბალანსის ცვლილებას და სხვა. კლიმატის მიმდინარე ცვლილების მცინვარებზე ზემოქმედების და მათი დეგრადაციის შესწავლა ხდება მცინვარული აუზების მახასიათებლების (მცინვარების რაოდენობისა და ფართობის) ცვლილებების განსაზღვრით, მცირე მცინვარების დნობის სტატისტიკის (ფართობი 0,1-დან 0,5 კმ² ჩათვლით) დადგენით და დიდი მცინვარების (ფართობი > 2 კმ²) უკანდახევის განსაზღვრით, რაც რეგიონალური კლიმატის ცვლილების ეფექტური ინდიკატორია. კლიმატის მიმდინარე ცვლილების მცინვარების დნობის პრობლემაზე მეცნიერულად დასაბუთებული პასუხის გასაცემად აუცილებელია მაღალი გარჩევადობის თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების გამოყენება, რადგან ეს შესაძლებელს ხდის ჩატარდეს მცინვარების ერთდროული შესწავლა დიდი რეგიონებისთვის საჭირო გარჩევადობითა და სიზუსტით შეზღუდული რესურსების და დროის პირობებში. ეს მიიღწევა ისტორიული მონაცემების, მცინვარების კატალოგის, არსებული სხვა სამუშაოების მასალებისა და ექსპერტული ცოდნის კომპლექსური გამოყენების საფუძველზე. წარმოდგენილ ნაშრომში განსაზღვრულია მდ. მტკვრის აუზის მცინვარების დეგრადაცია კლიმატის მიმდინარე ცვლილების გამო, შესწავლილია მცინვარების ცვლილებები და დნობის სტატისტიკა. ეს მნიშვნელოვანია, რადგან მდ. მტკვრის აუზი არის აღმოსავლეთ საქართველოს ყველაზე მნიშვნელოვანი აუზი. აღსანიშნავია, რომ დღესდღეობით საქართველოში სხვა მდინარის აუზისთვის მსგავსი დეტალური შესწავლა არ ჩატარებულა.

9. განხილულია საბჭოთა კავშირის მცინვარების კატალოგში საქართველოს მცინვარების ფართობის მონაცემებში დაშვებული უზუსტობები, რომლებიც დადგენილია ტოპოგრაფიული რუკებისა და თანამგზავრული დისტანციური ზონდირებით მიღებული თანამედროვე მონაცემების შედარების საფუძველზე. შესწორებების გათვალისწინებით წარმოდგენილია საქართველოს მცინვარების განაწილება აუზების მიხედვით.

10. ნაშრომში მოყვანილია ბოლო ათწლეულების განმავლობაში დედამიწის ატმოსფეროზე კოსმოსური სხივების გავლენის მეცნიერული კვლევების მნიშვნელოვანი შედეგები.

11. ნალექთა ხელოვნური რეგულირება არის გარკვეულ ტერიტორიაზე ადამიანის ხელოვნური ჩარევა ბუნებრივ პროცესებში, რომელიც უნდა იმართებოდეს `გარემოს დაცვის შესახებ საქართველოს კანონის` შესაბამისად.

დადგენილი იქნა, რომ ხანმოკლე დროის მონაკვეთში (5-10 წელი) ნალექთა ხელოვნური გაზრდის (ნხგ) სამუშაოებს არ შეუძლია მნიშვნელოვანი გავლენის მოხდენა ბუნებრივი გარემოს დატენიანების რეჟიმზე. 16.8 გ AgI-ის შემცველი სეტყვასაწინააღმდეგო რაკეტით სარგებლობის დროს გარემოს მნიშვნელოვანი დაჭუჭყიანება მოსალოდნელი იქნება ათასობითი წლის შემდეგ. რაც შეეხება იოდოვან ტყვიის გამოყენებას სეტყვის ღრუბლების დასამუშავებლად, მიუღებელი აღმოჩნდა მისი ტოქსიკურობის გამო.

გარემოს დაცვის შესახებ კანონის თანახმად, მოსახლეობა დაცული უნდა იყოს ისეთი ფიზიკური ფაქტორებისაგან, როგორცაა ელექტრომაგნიტური ან რადიაციული გამოსხივება. ასევე მნიშვნელოვანია, ნხგ სამუშაოების შესაძლო ჩატარების შემთხვევაში, მეზობელ ქვეყნებს შორის ნალექთა ტერიტორიული გადანაწილებასთან დაკავშირებული პრობლემების მოგვარება.

12. გაანალიზებულია ქალაქ თბილისის 1881-2018 წწ. პერიოდის საშუალო წლიური, თვიური და სეზონური მნიშვნელობები. შესწავლილია აღნიშნული პარამეტრების დროში ცვლილების თავისებურებანი და შეფასებულია კლიმატური პერიოდების მიხედვით ამ ცვლილებათა რაოდენობრივი მაჩვენებლები. ქალაქ თბილისის ჰაერის საშუალო ტემპერატურის ცვალებადობაზე გლობალური დათბობის გავლენის შესაფასებლად დეტალურად იქნა გაანალიზებული დაკვირვების მთელ რიგში

(1881-2018) შემავალი როგორც სხვადასხვა სიდიდის დადებითი და უარყოფითი გადახრების (1961-1990 წწ. საბაზისო პერიოდის მიმართ) განმეორადობები თვეების მიხედვით, ასევე მათი რაოდენობათა სეზონური მსვლელობა ათწლეულების მიხედვით. გამოვლენილია დადებითი ანომალიების ზრდის ტენდენცია, შემოთავაზებულია კლიმატის შესაძლო ცვლილებასთან საადაპტაციო ღონისძიებები.

7. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

7.1. მონოგრაფიები/წიგნები

№	ავტორი/ავტორები	მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	Л.Д. Шенгелия, Г.И. Кордзахия, Г.А. Тваური, М. Ш. Дзадзамия	География: развитие науки и образования” Коллективная монография по материалам ежегодной научно-практической конференции LXXIII Герценовские чтения 22-25 апреля 2020 года. Влияние изменения климата на ледники бассейна реки Ингури (Грузия) ISBN 978-5-00045-868-6 (1 том)	Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, Россия, Санкт-Петербург.	198–204

კრიოსფეროს ცვლილების პრობლემა პრიორიტეტულია IPCC კვლევისთვის. გაერომ სპეციალური რეზოლუცია მიიღო მაღალმთიან რეგიონებთან დაკავშირებით, რომელშიც ერთ-ერთი მთავარი როლი ენიჭება მყინვარებზე კლიმატის ცვლილების გავლენის პრობლემას და მათ დეგრადაციასთან დაკავშირებულ რისკებს. XXI საუკუნის დასაწყისიდან საქართველოში სულ უფრო მნიშვნელოვანი ხდება მყინვარების კვლევა. ეს ძირითადად განპირობებულია იმით, რომ მყინვარების დეგრადაცია იწვევს მყინვარული და ჰიდროლოგიური ხასიათის ბუნებრივი კატასტროფების ინტენსივობისა და სიხშირის ზრდას, შავ ზღვაში წყლის დონის ზრდას და მდინარის ჩამონადენის ცვლილებას. საქართველოში მყინვარული საფარის ამჟამინდელი მდგომარეობის შესწავლა მნიშვნელოვანი სამეურნეო-ეკონომიკური ამოცანაა. მეცნიერულად დასაბუთებული პასუხის გასაცემად, კლიმატის ამჟამინდელი ცვლილების ზემოქმედების გათვალისწინებით, საჭიროა მაღალი გარჩევადობის თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების გამოყენება. მდინარე ენგურის მყინვარული აუზი ერთ-ერთი ყველაზე დაუზია საქართველოში და მისი ცვლილების შესწავლა ძალიან მნიშვნელოვანია. წარმოდგენილ ნაშრომში დეტალურად არის შესწავლილი მყინვარების დეგრადაცია მდინარე ენგურის აუზში კლიმატის მიმდინარე ცვლილების გამო.

7.4. სტატიები

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათა- ური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	Marika R. Tatishvili, Ana M. Palavandishvili	Impact of Short-Term Geomagnetic Activity on Weather and Climate Formation in Georgian Region ISSN: 1512- 1127	Journal of the Georgian Geophysical Society, Physics of Solid Earth, Atmosphere, Ocean and Space Plasma, v. 23(2), 2020,	Journal of the Georgian Geophysical Society საქართველო	7
2	Marika R.Tatishvili, Zurab V. Khvedelidze, Demur I. Demetrashvili	On some weather forecasting models in Georgia ISSN: 1512- 1127	Journal of the Georgian Geophysical Society, Physics of Solid Earth, Atmosphere, Ocean and Space Plasma, v. 23(2), 2020,	Journal of the Georgian Geophysical Society საქართველო	8
3	Demetrashvili D., Kukhalashvili V., Surmava A., Kvaratskhelia D.	Modeling of variabi- lity of the regional dynamic processes developed during 2017-2019 in the easternmost part of the Black Sea. DOI 10.32008/ GEOLINKS2020/B2/ V2. ISSN 2603-5472 ISBN 978-619-7495- 09-6	Conference Proceedings GEOLINKS 2020- Book 2, vol.2	Published by SAIMA Consult LTD, Sofia, Bulgaria	11

4	Surmava A., Demetrashvili D., Kukhalashvili V., Gigauri N	Numerical modeling of dust distribution in the atmosphere of city with complex relief. DOI 10.32008/ GEOLINKS2020/B1/ V2. ISSN 2603-5472 ISBN 978-619-7495- 07-2	Conference Proceedings GEOLINKS 2020- Book 1, vol.2	Published by SAIMA Consult LTD, Sofia, Bulgaria	9
5	G. Kordzakhia, L. Shengelia, G. Tvauri, M. Dzadzamia	Climate Change Impact on the Glaciers of the Rioni River Basin (Georgia). DOI: 10.2478/ahr- 2020-0019	Acta Horticulturae et Regiotecturae – Special Issue.	Slovak Universitas Agricolturae Nitriae	30–33

1. სტატიაში წარმოდგენილია ძლიერი მაგნიტოსფეროს ქარიშხლების შესაძლო გავლენის კვლევა ატმოსფეროში მეტეოროლოგიური პროცესების ევოლუციაზე, მაგნიტოსფეროს შემფოთებებსა და მეტეოროლოგიურ ვარიაციებს შორის კორელაციის გამოსავლენად. კვლევა მნიშვნელოვანია იმის გამო, რომ საქართველოში ხშირია საშიში მეტეოროლოგიური მოვლენები და განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მათ გამომწვევი ფიზიკური პროცესების შესწავლა.

მეტეოროლოგიური ეფექტები, რომლებიც გამოწვეულია მზის ქარის ვარიაციებით, ცუდად არის წარმოდგენილი ამინდისა და კლიმატის მოდელებში. გეომაგნიტური ქარიშხალი არის დედამიწის მაგნიტოსფეროს იძულებითი გარღვევა, მზის ქარიდან ენერჯის გაცვლა დედამიწის გარშემო არსებულ გეო-გარემოში. ეს ქარიშხლები წარმოიქმნება მზის ქარის ცვლილებების შედეგად, რაც იწვევს დედამიწის მაგნიტოსფეროში მიმდინარე დინებების, პლაზმისა და ველების მნიშვნელოვან ცვლილებებს.

გეომაგნიტური ინდექსები არის გეომაგნიტური აქტივობის საზომი, რომელიც ხდება დროის მოკლე მონაკვეთში. ისინი შეიქმნა დედამიწის იონოსფეროსა და მაგნიტოსფეროს რეაქციის შესასწავლად მზის აქტივობის ცვლილებებზე. გეომაგნიტურ შტორმებსა და მეტეოროლოგიურ ელემენტებს შორის კორელაცია ჩატარდა საქართველოს რეგიონისთვის მეტეოროლოგიური დაკვირვების მონაცემებისა და NASA-ს მზის დინამიკის ობსერვატორიისა (Solar Dynamics Observatory) და NOAA-ს კოსმოსური ამინდის პროგნოზირების ცენტრის მონაცემების გამოყენებით. შედეგები აჩვენებს, რომ არსებობს კავშირი ამინდის პარამეტრებსა და გეომაგნიტურ შემფოთებებს შორის.

2. ამინდის რეგიონალური პროგნოზი რთული მათემატიკური ამოცანაა, განსაკუთრებით საქართველოს კომპლექსური რელიეფისთვის. ამ პრობლემის გადასაჭრელად შეიქმნა და გამოყენებულია სხვადასხვა სირთულის მოდელები. წინამდებარე სტატიაში მოყვანილია WRF- ისა და ატმოსფერული არასტაციონარული მეზოსკალის მოდელებისგან მიღებული შედეგები საქართველოს რთული ოროგრაფიისთვის. დასკვნაში ასევე განხილულია შექმნილი და ახალი მიდგომები მეტეოროლოგიური მოვლენების უკეთ შესასწავლად.

3. ცირკულაციური და თერმობალნური პროცესების შესწავლა ზღვებისა და ოკეანეების სანაპირო

ზონებში, რომლებიც დიდ ანთროპოგენურ დატვირთვას განიცდიან, თანამედროვე ოკეანოლოგიის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ამოცანაა. ექსპერიმენტული და თეორიული კვლევები აჩვენებენ რომ შავი ზღვის განაპირა აღმოსავლეთ ნაწილი დინამიკურად მეტად აქტიური რეგიონია, სადაც ადგილი აქვს მეზომასშტაბური და სუბმეზომასშტაბური გრიგალური სტრუქტურების უწყვეტ ფორმირებასა და ევოლუციას. მოცემული სტატიის მიზანი იყო შავი ზღვის განაპირა აღმოსავლეთ აკვატორიაში 2017-2019 წლებში მიმდინარე ჰიდროფიზიკური პროცესების შესწავლა. ამ მიზნით გამოყენებული იქნა ჩვენს მიერ შემუშავებული მაღალი გარჩევისუნარიანი ზღვის დინამიკის რეგიონული მოდელი, რომლის სათვლელი ბადე 1 კმ ბადის ბიჯით ჩადგმულია ზღვის ჰიდროფიზიკის ინსტიტუტის (ქ. სევასტოპოლი) მთელი აუზის მასშტაბის (**basin-scale**) ზღვის დინამიკის მოდელის 5 კმ ბადის ბიჯის მქონე სათვლელ ბადეში (**nesting modeling**). გამოთვლითი ექსპერიმენტების შედეგები აჩვენებს, რომ ჰიდროფიზიკური პროცესები აღნიშნული დროის პერიოდში ხასიათდებოდა დინებისა და თერმობალინური ველების მნიშვნელოვანი სივრცით-დროითი ცვალებადობით და ციკლონური და ანტიციკლონური გრიგალური სტრუქტურების ფორმირებითა და ტრანსფორმაციით.

4. მოდელირებულია მტვრის ნაწილაკების გავრცელების პროცესები რთული რელიეფის მქონე ქ. თბილისის ატმოსფეროში. ამ მიზნით გამოყენებულია ატმოსფერული პროცესების 3D რეგიონული მოდელი და მასთან შეწყვილებული გადატანა-დიფუზიის არასტაციონარული განტოლება. რთული რელიეფის გათვალისწინების მიზნით გამოყენებულია რელიეფთან მიმყოლი კოორდინატთა სისტემა. გამოთვლითი ექსპერიმენტები ჩატარებულია სათვლელი ბადის გამოყენებით, სადაც ბადის ჰორიზონტალური ბიჯი განედის გასწვრივ 300 მ - ია, ხოლო გრძედის გასწვრივ - 400 მ, შესაბამისად.. განხილულია აღმოსავლეთის და დასავლეთის ფონური სუსტი ქარის შემთხვევები. მოდელში ავტოტრანსპორტი განიხილება, როგორც დაჭუჭყიანების არასტაციონარული წყარო, საიდანაც მტვრის ნაწილაკები ამოიფრქვევა ატმოსფეროში. მტვრის ნაწილაკების დიფუზიური გავრცელების პროცესის მოდელირებამ აჩვენა, რომ ქალაქის ჰაერის დაბინძურება დამოკიდებულია ძირითადი წყაროების სივრცით განაწილებაზე, ე. ი. ტრანსპორტის ინტენსივობასა და სატრანსპორტო მაგისტრალების სივრცით განაწილებაზე და ქალაქისა და მისი მიმდებარე ტერიტორიის მიკრომასშტაბურ ოროგრაფიაზე. ნაჩვენებია, რომ ატმოსფეროს მიწისპირა ფენაში დაბინძურების დონე მინიმალურია დილის 6 სთ-ზე. მიწისპირა კონცენტრაცია სწრაფად იზრდება ტრანსპორტის ინტენსივობის ზრდასთან ერთად და დღის 12 საათისათვის აღწევს ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციას ($\text{ზდკ} = 0.5 \text{ მგ/მ}^3$). დღის 12 საათიდან საღამოს 9 საათამდე მტვრის კონცენტრაციები არის 0.9-1.2 ზდკ - ს ფარგლებში. აღნიშნულ დროის ინტერვალში მტვრის მაქსიმალური კონცენტრაციის ზონები ფორმირდება ქალაქის ცენტრალურ და პეიფრიულ ნაწილში. საღამოს 9 საათიდან ღამის 12 საათამდე დაიკვირვება კონცენტრაციების შემცირება. მტვრის კონცენტრაციების ვერტიკალური განაწილების ანალიზმა აჩვენა, რომ მტვრის დაბინძურების ძირითადი მასა ლოკალიზებულია ატმოსფეროს ქვედა 100 მეტრიან ფენაში. სიმაღლის სრდასთან ერთად კონცენტრაციები სწრაფად მცირდება.

5. XXI საუკუნის დასაწყისიდან საქართველოში მცინვარების შესწავლა უფრო მნიშვნელოვანი გახდა, რადგან მცინვარების დეგრადაცია იწვევს მცინვარული და ჰიდროლოგიური ხასიათის ბუნებრივი კატასტროფების ინტენსივობის და სიხშირის ზრდას, შავი დონის წყლის დონის აწევას და მდინარეების წყლის რეჟიმის ცვლილებებს. საქართველოში ყინულის ზედაპირის ფენის ამჟამინდელი მდგომარეობის შესწავლა მნიშვნელოვანი ეროვნული და ეკონომიკური ამოცანაა. მცინვარების თანამედროვე პირობებზე მეცნიერულად დასაბუთებული პასუხის მიღება, კლიმატის ამჟამინდელი ცვლილების გავლენის გამო, გადაუდებელი ამოცანაა. ამ ამოცანის გადასაჭრელად გამოიყენება მაღალი გარჩევადობის თანამგზავრული დისტანციური ზონდირება. მდ. რიონის აუზი (დასავლეთი

საქართველო) არის ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი მცინვარული აუზი საქართველოში, სადაც გავრცელებულია ძლიერი მცინვარები და მათი ცვლილება ძალიან საინტერესოა. ნაშრომში წარმოდგენილია მდ. რიონის მცინვარების დეგრადაცია მიმდინარე კლიმატის ცვლილების შედეგად, მათი სრული დნობის სავარაუდო დროის ჩათვლით.

8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

8.1. საქართველოში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	ზ.ხვედელიძე, ი.სამხარაძე, მ.ტატიშვილი, ნ.ზოტიკიშვილი.	ჰაერის ნაკადის მიკროციკულაციური მომრაობის დინამიკა და კლიმატური თავისებურებანი სამეგრელო - ზემო სვანეთის რეგიონზე	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი. 27-28 მაისი.
2	დედამიწის სადამკვირვებლო მისიის თანამგავრების ინფორმაციის გამოყენება ამინდის და კლიმატის პროგნოზებში	მ. ტატატიშვილი	1 მაისი ონლაინ რეჟიმი
3	ნალექთა ხელოვნური რეგულირების სამუშაოთა ჩატარების სამართლებრივი ასპექტები. ნ. კაპანაძე, ი. მკურნალიძე	ნ. კაპანაძე, ი. მკურნალიძე	15 ივნისი ონლაინ რეჟიმი
4	ამინდის ხელოვნური რეგულირების მათემატიკური საფუძვლები	მ. ტატატიშვილი	19 ივნისი ონლაინ რეჟიმი
5	კოსმოსური სხივები და მისი გავლენა დედამიწის ატმოსფეროზე	ი. მკურნალიძე ნ. კაპანაძე	23 ივნისი ონლაინ რეჟიმი
6	ჩრდილო ატლანტიკური და კვაზიბინალური ოსცილაციების ცვალებადობები	მ. ტატატიშვილი	17 ივლისი ონლაინ რეჟიმი
7	ამინდის და კლიმატის წარმომქმნელი და ცვალებადობის გამომწვევი ბუნებრივი ფაქტორების	მ.ტატიშვილი, ზ.ხვედელიძე, დ.დემეტრაშვილი, ი.მკურნალიძე, ი.სამხარაძე, ა.ფალავანდიშვილი	8 დეკემბერი ონლაინ რეჟიმი

	შესწავლა, რეგიონალური მრავალ-მოდელიანი მეთოდებისათვის		
8	საქართველოს მცინვარების დეგრადაციის შესწავლა და მათი დნობის პროგნოზირება კლიმატის თანამედროვე ცვლილების გამო	ლ.შენგელია, გ.კორძახია,	11 დეკემბერი ონლაინ რეჟიმი
9	სურმავა ა., ინწვირველი ლ., კუხალაშვილი ვ., დემეტრაშვილი დ.	ქ. თბილისის ატმოსფეროს დამტვერიანების გამოკლევა ფონური აღმოსავლეთის ქარების დროს.	ქ. თბილისი, საქართველო 26-28 სექტემბერი 2020 online რეჟიმში ZOOM-ის მეშვეობით
10	დემეტრაშვილი დ., კუხალაშვილი ვ., კვარაცხელია დ., სურმავა ა.	ცირკულაციური რეჟიმის ძირითადი თავისებურებანი და მათი გავლენა ნავთობის აფსკის გავრცელებაზე შავი ზღვის საქართველოს სექტორსა და მიმდებარე აკვატორიაში	ქ. თბილისი, საქართველო 26-28 სექტემბერი 2020 online რეჟიმში ZOOM-ის მეშვეობით
11	ი. მკურნალიძე ნ. კაპანაძე.	კოსმოსური სხივები და მათი გავლენა დედამიწის ატმოსფეროზე (თანამედროვე მიღწევები)	26-28 სექტემბერი, 2020 აკაკი წერეთლის დაბადების 180 წლისთავისადმი მიძღვნილი საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“ შრომები, თბილისი-თელავი, საქ. მეცნ. აკადემია ონლაინ რეჟიმი
12	ნ. კაპანაძე, <u>ბ. ბერიტაშვილი</u> , თ. ცინცაძე	ნალექთა ხელოვნური რეგულირების სამუშაოთა ჩატარების სამართლებლივი ასპექტები	28 – 29 მაისი, 2020 წ სტუ. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის ყოველწლიური სამაისო სამეცნიერო კონფერენცია, თბილისი, ჰმი ონლაინ რეჟიმი
13	ნ. კაპანაძე, ი. მკურნალიძე	ქ. თბილისის ჰაერის ტემპერატურის ცვალებადობის ანალიზი	28-29 მაისი, 2020წ სტუ - ს ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის ყოველწლიური სამაისო სამეცნიერო კონფერენცია, თბილისი, ჰმი ონლაინ რეჟიმი
14	ლ. შენგელია,	საქართველოს მცინვარული	2020 წლის 28 მაისი. მაისის

	გ. კორძაძია, გ. თვაური, მ. ძაძამია.	აუზების დეგრადაცია კლიმატის ცვლილების გამო.	67-ე სამეცნიერო სესია. ონლაინ რეჟიმი
15	გ. კორძაძია, ლ. შენგელია, გ. თვაური	კლიმატის ცვლილების გავლენა საქართველოს მცინვარებზე	2020 წლის 7 თებერვალი, სასტუმრო ჰოლიდეი ინი, თბილისი, საქართველო UNDP/GEF-ის და საქართველოს მთავრობის პროექტის „კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციისადმი საქართველოს მეთხე ეროვნული შეტყობინებისა და მეორე ორწლიური განახლებული ანგარიშის მომზადება“ საბოლოო სხდომა

მცინვარების დეგრადაცია კლიმატის მიმდინარე ცვლილების ეფექტური ინდიკატორია. ქვეყნის მდგრადი განვითარების ხელშეწყობისათვის აუცილებელია მცინვარებთან დაკავშირებული სტიქიური მოვლენებისადმი ადაპტაციის სტრატეგიის განვითარება და ყველაზე მოწყვლად მაღალმთიან რეგიონებში შერბილების ღონისძიებების გატარება. ამისათვის მნიშვნელოვანია მეცნიერულად დასაბუთებული მცინვარების დეგრადაციის შესწავლის შედეგების ფლობა. მცინვარების მეცნიერული შესწავლა საქართველოში ჯერ კიდევ 1860 წლიდან დაიწყო. საუკუნოვანი კვლევის შედეგები შეჯამდა და მოყვანილია ყოფილ საბჭოთა კავშირის მცინვარების კატალოგში. კლიმატის მიმდინარე ცვლილების ზემოქმედებით მცინვარების დეგრადაციის პრობლემას მეცნიერულად დასაბუთებული პასუხი, რომ გაეცეს საჭიროა მაღალი გარჩევადობის თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების (თდზ) გამოყენება, რადგან თდზ დიდი რეგიონებისათვის მცინვარების ერთდროული შესწავლის საშუალებას იძლევა საჭირო დეტალიზაციითა და სიზუსტით შეზღუდული რესურსებისა და დროის პირობებში. მცინვარების მახასიათებლების და მათი დინამიკის განსაზღვრა მიიღწევა მაღალი გარჩევადობის თანამგზავრულ დისტანციურ ზონდირებასთან ერთად, საუკუნოვანი ისტორიული მონაცემების, არსებული სავლე სამუშაოებისა და საექსპერტო ცოდნის კომპლექსური, ინტეგრირებული გამოყენების საფუძველზე. მოყვანილია მცინვარულ აუზებზე და მცირე მცინვარებზე კლიმატის მიმდინარე ცვლილების ზეგავლენით მცინვარების რაოდენობისა და შესაბამისი ფართობების ცვლილება. განხილულია დიდი მცინვარების უკანდახვევის და მათი სრული დნობის სავარაუდო თარიღების განსაზღვრა. დადგინდა, რომ საქართველოში გამცინვარების ფართობი და მცინვარების რაოდენობა შემცირდა და ეს შემცირება უფრო ინტენსიურია აღმოსავლეთ საქართველოში ვიდრე დასავლეთ საქართველოში. ნაჩვენებია, რომ კლიმატის ცვლილების პირობებში აჩქარებულია დიდი მცინვარების უკანდახვევა და განსაზღვრულია ცალკეული მცინვარების სრული დნობის სავარაუდო თარიღები, დადგენილია დიდი მცინვარების უკანდახვევის კავშირი კლიმატის ცვლილებასთან.

8. 2. უცხოეთში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მომხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	Л.Д. Шенгелия,	Влияние изменения климата на	22-25 апреля 2020 года. Ежегодная

	Г.И. Кордзахия, Г.А. Тваური, М. Ш. Дзадзамия	ледники бассейна реки Ингури (Грузия)	научно-практическая конференция LXXIII Герценовские чтения РГПУ им. А.И. Герцена, Россия, Санкт-Петербург.
1	Demetrashvili D., Kukhalashvili V., Surmava A., Kvaratskhelia D.	Modeling of variability of the regional dynamic processes developed during 2017-2019 in the easternmost part of the Black Sea.	Plovdiv, Bulgaria 4-6 October 2020
2	Surmava A., Demetrashvili D., Kukhalashvili V., Gigauri N.	Numerical modeling of dust distribution in the atmosphere of city with complex relief.	Plovdiv, Bulgaria 4-6 October 2020
მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)			

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

მარია ტატიშვილი

1. [WMO/FAO/EUMETSAT Virtual Training Course on the Use of Satellite Products on Drought Monitoring and Applications in Agrometeorology](#) 23 November - 11 December 2020-ტრენინგი
2. **WMO Data Conference** Virtual Conference, 16 – 19 November 2020
3. GLOBAL FOREST OBSERVATIONS INITIATIVE BIOMASS MONITORING #GFOI2020 SERIES – WEBINAR #73 NOVEMBER 2020. **THIS WEBINAR WILL BE HOSTED BY THE GFOI'S R&D COORDINATION COMPONENT AND PARTNERS THE GOFC-GOLD LAND COVER OFFICE.**
4. **EUMETSAT NEXT-GENERATION HYPERSPECTRAL INFRARED SOUNDERS (IASI-NG, IRS) HELD ON 13-14 OCTOBER 2020.**-ტრენინგი
5. **STOCKHOLM HIGH-LEVEL MEETING ON ADDRESSING THE HUMANITARIAN IMPACT OF CLIMATE CHANGE. 21 OCTOBER 2020**
6. **THE COURSE SATELLITE SKILLS TRAINING ONLINE: A SHORT INTRODUCTION 6 OCTOBER 2020**
7. **VIRTUAL FORUM OF EARTH SYSTEM GOVERNANCE FROM 15TH - 17TH SEPTEMBER 2020**
8. **EMS DIGITAL MET DIALOGUE 'ENABLING THE WEATHER ENTERPRISE IN EUROPE FOR THE 21ST CENTURY' SEP 14**
9. **CREATE RESILIENT COMMUNITIES WITH MEDIUM-RANGE HAZARD WARNING SYSTEMS AUGUST 11 2020**-ტრენინგი
10. **ONLINE COPERNICUS 'EYES ON EARTH' ROADSHOW & 2ND EARTH OBSERVATION SUMMIT. 3 JUNE**-ტრენინგი

ანა ფალავანდიშვილი

1. 27.03.2020 _Matlab onramp, ტრენინგი (სერთიფიკატი)
2. 06.10.2020_ Satellite skills training online: a short introduction. ტრენინგი
3. 28.10.2020_ A climate data record of "sunshine", SARAH. ტრენინგი
4. 23-25.11.2020_ EUMETSAT products and database access. Use of remotely sensed land products
5. 26-27.11.2020_ H-SAF Rainfall and soil moisture. Regional and global products.
6. 29.11.2020_ Teaching with Matlab. ტრენინგი (სერთიფიკატი)
7. [WMO/FAO/EUMETSAT Virtual Training Course on the Use of Satellite Products on Drought Monitoring and Applications in Agrometeorology](#) 23 November - 11 December 2020

ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო გეოლოგიის ინსტიტუტი

2020 წელს გაწეული სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობის ანგარიში

1. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები

№	პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები	პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1	<p>“საქართველოს ჰიდროგეოლოგიური და საინჟინრო გეოლოგიური პრობლემების კვლევა რესურსების რაციონალურად გამოყენებისა და გარემოს დაცვის მიზნით.”</p> <p style="text-align: center;">საბუნებისმეტყველო მეცნიერება</p> <p style="text-align: center;">დარგი: გეოლოგია,</p> <p>სამეცნიერო მიმართულებები: ჰიდროგეოლოგია, საინჟინრო გეოლოგია, გეოეკოლოგია</p> <p>I ქვეპროექტი: “საქართველოს მთიანი რეგიონების მინერალური წყლების რესურსული პოტენციალის კვლევა ბალნეოლოგიური კურორტების აღმშენებლობისათვის ჰიდროგეოლოგიური ბაზის შექმნის მიზნით.”</p> <p>II ქვეპროექტი: „საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული ლიოსისებური ქანების საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევა ტერიტორიების რაციონალური ათვისების მიზნით.”</p> <p>III ქვეპროექტი “შავი ზღვის სანაპირო ზონის თანამედროვე საინჟინრო-გეოეკოლოგიური პირობების შესწავლა გეოლოგიური გარემოს დაცვასთან დაკავშირებით”.</p> <p>IV ქვეპროექტი: „მათემატიკური ეკოლოგიის მეთოდების გამოყენება მდინარეული წყლების ტოქსიკური მეტალებით დაბინძურების პრობლემების გადასაჭრელად “.</p>	2018-2022	<p>ზ. კაკულია-პროექტის ხელმძღვანელი;</p> <p>ბ. მხეიძე - I ქვეპროექტის ხელმძღვანელი;</p> <p>ზ. ვარაზაშვილი - II ქვეპროექტის ხელმძღვანელი;</p> <p>გ. იაშვილი - III ქვეპროექტის ხელმძღვანელი;</p> <p>დ. აბზიანიძე - IV ქვეპროექტის ხელმძღვანელი</p>

2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

2.1.

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიითითებით	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მიითითებით)
1	2	3	4
1	სამეცნიერო მიმართულება - ჰიდროგეოლოგია I ქვეპროექტის II ეტაპი “ზემო სვანეთისა და მთის რაჭის მინერალური წყლების რესურსული პოტენციალის კვლევა“ საბუნებისმეტყველო მეცნიერება დარგი: ჰიდროგეოლოგია სამეცნიერო მიმართულება: მინერალური წყლების კვლევა	2019 –2020	აკად. დოქტ. ბ. მხეიძე - ხელმძღვანელი აკად.დოქტ. ლ. ლლონტი - სპექტროგრაფია მაგისტრი ა. სონდულაშვილი - ექსპედიციის უფროსი მაგისტრი ი. ნანაძე - ქიმიკოს-ანალიტიკოსი მაგისტრი მ. კოპაძე - ქიმიკოს-ანალიტიკოსი ინჟინერი ლ. ხვიჩია - ქიმიკოს-ანალიტიკო მაგისტრი გ. ომსარაშვილი - კომპიუტერული უზრუნველყოფა

გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი I ქვეპროექტის II ეტაპის “**ზემო სვანეთისა და მთის რაჭის მინერალური წყლების რესურსული პოტენციალის კვლევა**“ 2020 წლის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

ზემო სვანეთსა და მთის რაჭის რეგიონში მინერალური წყლების გამოვლინება გავრცელებულია დასავლეთით მდ. ნენსკრას (მდ. ენგურის მარჯვენა შენაკადი) ხეობიდან დაწყებული აღმოსავლეთით მდ. ჯეჯორის (მდ. რიონის მარჯვენა შენაკადი) ხეობამდე.

გეოტექტონიკური დანაწევრების თვალსაზრისით რეგიონის ტერიტორია შედის კავკასიონის სამხრეთი ფერდობის გაგრა - ჯავის ტექტონიკურ ზონაში, რომელიც აგებულია ინტენსიურად დანაოჭებული, რღვევების დასერილი ქვედა და შუა იურული ასკის მუქი, ზოგჯერ ასპიდური თიხაფიქლებით და ნაწილობრივ ქვიშაქვებით და ზედა იურასა და ქვედა ცარცის ასკის კარბონატული ფლოისის კირქვებით, თიხიანი კირქვებით, მერგელებით და კარბონატული ქვიშაქვებით.

ჰიდროგეოლოგიური თვალსაზრისით რეგიონში გავრცელებულ ქანებს ძალზე დაბალი წყალგამტარიანობის უნარი ახასიათებს. განსაკუთრებით ეს ეხება ქვედა და შუა იურულ წყებებს. ეს მახასიათებელი კარბონატულ ქანებში შედარებით მაღალია. რეგიონში მინერალური წყლების ცირკულაცია, ზემოთქმულიდან გამომდინარე, მიმდინარეობს დიზიუნქტიური და პლიკატური პროცესების შედეგად წარმოქმნილ ნაპრალოვან სისტემებსა და ძარღვებში. ამ მხრივ გამოირჩევა სხვსდსხვა მიმართულების რღვევების (ნასხლეტების, ნაწევების) გადაკვეთის კვანძები.

მინერალური წყლების ბუნებრივი გამოსავლები, როგორც წესი გავრცელებულია მდინარეთა ხეობის ძირში, ადგილობრივი ეროზიის ბაზისის უმდაბლეს დონეზე.

რეგიონის მინერალური წყლების გავრცელების კანონზომიერებანი განპირობებულია წყალშემცველი წყებების ლითოლოგიური შედგენილობით, დანაოჭების ინტენსიობით, ფილტრაციული თვისებებითა და ასაკით. ამ ფაქტორების ერთობლივი ზემოქმედების შედეგად ჰიდროკარბონატული კალციუმის, კალციუმ-მაგნიუმის და კალციუმ-ნატრიუმის მინერალური წყლები განვითარებულია ზედაიურულ-ქვედაცარცული კარბონატული ფლიშის გავრცელების არეში, ხოლო ჰიდროკარბონატული ნატრიუმის-კალციუმის და ნატრიუმის მინერალური წყლები - ქვედა და შუა იურული თიხაფიქლების სერიის გავრცელების არეში. ჰიდროკარბონატულ-ქლორიდული და ქლორიდულ-ჰიდროკარბონატული ტიპის მინერალური წყლები დაკავშირებულია ზედაიურულ-ქვედაცარცული კარბონატული ფლიშის და ქვედაცარცული (ალბი-აპტი-ბარემი) ტერიგენული ფლიშის ნალექებთან, რაც აშკარად მიუთითებს ამ ნალექებში ჯერაც გამოურეცხავი სედიმენტური გალიტის შემცველობას.

მინერალური წყლების გავრცელების ზემოთ აღნიშნულ კანონზომიერებებს დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს გარკვეული ტიპის მინერალური წყლის მისაღებად ჩასატარებელი სამიგობო-საექსპლუატაციო სამუშაოების სწორად წარმართვისათვის და სასურველი შედეგის მიღებისათვის.

2019-2020 წწ. ზემო სვანეთსა და მთის რაჭაში (ლაშიქალას ჯგუფიდან) გამოკვლეული იქნა მინერალური წყლის 48 გამოვლინება: 20 -ზემო სვანეთში, 20 -მთის რაჭაში და 8 -ლაშიქალაში. გამოსავლები წარმოდგენილია 36 წყაროთი და 12 ჭაბურღილით. მათგან 17 წყარო დაკავშირებულია ძირითადად ხის კოდით, 13 წყარო - ბეტონის აუზით, ხოლო 6 -დაუკავშირებელია.

მთავარი ქიმიური კომპონენტების მიხედვით რეგიონის მინერალური წყლები შეიძლება დავაჯგუფოდ შემდეგნაირად;

1. სუსტი მინერალიზაციის (2.0 გ/ლ) ნაკლები ნახშირორჟანგიანი ჰიდროკარბონატული კალციუმის, კალციუმ-მაგნიუმის ან კალციუმ-ნატრიუმის (იმვითად ნატრიუმ-კალციუმის) მინერალური წყლები;

2. დაბალი მინერალიზაციის (2.0 -5.0 გ/ლ) ნახშირორჟანგიანი ჰიდროკარბონატული, კალციუმ-ნატრიუმის, ნატრიუმ-კალციუმის მინერალური წყლები; მათ შორის ზოგიერთი თავისი ჰიდროქიმიური იერით ძალზე ახლოსაა „საირმის“ ტიპთან (№7 -ფარის ჭალა);

3. საშუალო მინერალიზაციის (5.0 - 12.0 გ/ლ) ნახშირორჟანგიანი ნატრიუმ-ჰიდროკარბონატული კალციუმის, ნატრიუმის მინერალური წყლები (გამონაკლისი ნატრიუმ-მაგნიუმის : წყ.№ 4 -ლაღამი)/ კიდევ ფიქსირდება გამოსავალი ჰიდროკარბონატულ-ქლორიდული საშუალო მინერალური წყლისა ქ. ონის ჭაბურღილში და ქლორ-იონის მომატებული შემცველობა ონის გარეუბნის ორიოდე სუსტად მინერალიზებულ წყაროში.

მინერალური წყლების ტიპების სივრცული განაწილების კანონზომიერება უთუოდ ხელს შეუწყობს წინასწარ დასახული ტიპის მინერალური წყლის ძიებას მინიმალური დანახარჯებით.

ზემო სვანეთისა და მთის რაჭის მინერალური წყლების ყოველმხრივი კვლევის შედეგებზე დაყრდნობით დაბეჯითებით შეიძლება ითქვას, რომ ისინი თავიანთი მრავალფეროვნებით, გემოთი და სამკურნალო-პროფილაქტიკური თვისებებით უდავოდ დაიმსახურებენ მათი ათვისებისათვის გაწეულ მატერიალურ-ფინანსურ დანახარჯებს. ეს წყლები საიმედო ბაზას წარმოადგენს ამ მთიან რაიონებში ბალნეოლოგიური კურორტების ქსელის განვითარებისათვის მათი თანხლები ინფრასტრუქტურით სამკურნალო საბაზანოებით მინერალური წყლის სასმელი პავილიონებით და ბიუვეტებით, სასტუმროებით, კემპინგებით და ა. შ. ყველაფერი ეს ამ რეგიონის თვალწარმტაც ბუნებასთან ერთად, ეჭვი არაა, მოიზიდავს მომხმარებელთა ნაკადს როგორც საქართველოს სხვადასხვა კუთხიდან, ისე

<p>საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან.</p> <p>არცთუ მცირე მნიშვნელობა აქვს ზემო სვანეთისა და მთის რაჭის მინერალური წყლების გამოყენების სხვა ასპექტსაც, კერძოდ, მათ ბოთლირებას. აქ შესაძლებელია ჩამოისხას, ერთის მხრივ, ბუნებრივი ნარშრორჟანგით გაჯერებული სუფრის სასმელი მინერალური წყალი და, მეორეს მხრივ, ასევე ბუნებრივი ნარშრორჟანგით გაჯერებული დაბალი და საშუალო მინერალიზაციის სოდიანი წყალი.</p>			
2	<p>II ქვეპროექტი “საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული ლიოსისებური ქანების საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევა ტერიტორიების რაციონალური ათვისების მიზნით”.</p> <p>საბუნებისმეტყველო მეცნიერება დარგი: საინჟინრო-გეოლოგია სამეცნიერო მიმართულება: გრუნტმცოდნეობა</p>	2018-2022	<p>აკად.დოქტ. ზ. ვარაზაშვილი - ხელმძღვანელი, ინჟინერ-გეოლოგი;</p> <p>აკად.დოქტ. ზ. კაკულია - პროექტის ძირითადი შემსრულებელი, ინჟინერ-გეოლოგი;</p> <p>დოქტ. გ. ჭოხონელიძე - კონსულტანტი;</p> <p>აკად.დოქტ. დ. ჩუტკერაშვილი - შემსრულებელი, ინჟინერ-გეოლოგი;</p> <p>მაგისტრანტი ა. გიორგაძე - ლაბორანტი.</p>
<p>გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი II ქვეპროექტის “საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული ლიოსისებური ქანების საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევა ტერიტორიების რაციონალური ათვისების მიზნით” 2020 წლის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>2020 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.</p> <p>პირველი ეტაპზე განხორციელდა მოსამზადებელი სამუშაოები სავსე კვლევებისათვის, მომზადდა შესაბამისი ფონდური და ტოპოგრაფიული მასალა. ამ მასალაზე დაყრდნობით გამოვლინდა მდ. მტკვრის ქვემო დინებაში არსებული ლიოსისებური ქანების გავრცელების ზოგადი საზღვრები. მიღებული ინფორმაციის დახვეწისა და გაფართოების მიზნით მოეწყო სარეკოგნოსცირებო მარშრუტები თბილისის შემოგარენის, მარნეულის, გარდაბნის და ბოლნისის რაიონებში. მუშაოების პერიოდში დადგინდა აღნიშნული რაიონის ტერიტორიაზე ლიოსისებური ქანების გავრცელების ზუსტი საზღვრები, ლაბორატორიული გამოკვლევებისათვის აღებული იქნა 85 მონოლითის ტიპის ნიმუში, რომლებიც გადაიგზავნა ინსტიტუტის გეოტექნიკურ ლაბორატორიაში მათი დაჯდომადი თვისებების განსაზღვრის მიზნით.</p> <p>საბოლოოდ, ჩატარებულმა კვლევებმა საშუალება მოგვცა დაგვედგინა მდ. მტკვრის ქვემო დინების (ქვემო ქართლი) 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.</p> <p>ტექსტს თან ერთვის შემდეგი მასალა:</p>			

	<ol style="list-style-type: none"> 1) ფაქტიური მასალების რუკა. 2) ლიოსისებური ქანების გავრცელების რუკა მდ. მტკვრის შუა დინებაში (შიდა ქართლი), პირობითი ნიშნებით და ჭრილით. 3) ლაბორატორიული კვლევის მონაცემები (80 ნიმუშზე) 4) ლიოსისებური ქანების ფიზიკური თვისებებისა და ფარდობითი დაჯდომის კოეფიციენტის განსაზღვრის ჯამური ცხრილი. 		
<p>3</p>	<p>III ქვეპროექტის II ეტაპი „აჭარის ზღვის სანაპირო ზონის თანამედროვე საინჟინრო-გეოლოგიური პირობების შესწავლა გეოლოგიური გარემოს დაცვასთან დაკავშირებით“. საბუნებისმეტყველო მეცნიერება დარგი: საინჟინრო-გეოლოგია სამეცნიერო მიმართულება - ზღვის საინჟინრო გეოლოგია</p>	<p>2020-2022წ.</p>	<p>აკად.დოქტ. გ. იაშვილი - ხელმძღვანელი; აკად.დოქტ. ნ. კეზევაძე - მთ. მეცნ. თანამშრომელი; კვლევით სამუშაოებში მონაწილეობა; ბაკალავრი ო. ოქრიაშვილი - პრაქტიკულ სამუშაოებში მონაწილეობა</p>
<p>გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი III ქვეპროექტის II ეტაპის „აჭარის ზღვის სანაპირო ზონის თანამედროვე საინჟინრო-გეოლოგიური პირობების შესწავლა გეოლოგიური გარემოს დაცვასთან დაკავშირებით“ 2020 წლის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>ზღვის სანაპირო ზონა არის ზღვისა და ხმელეთის ის ნაწილი, სადაც ლითოსფერო და ჰიდროსფერო აქტიურ ურთიერთზემოქმედებას განიცდიან. მის საზღვრებში მიმდინარეობს ტალღების ტრანსფორმაცია, მათი ენერჯის დახარჯვა, სანაპირო ზონის სისტემატიური სახეცვლილება და ნაშალი მასალის (კენჭნარი, ხრეში, ქვიშები) გადაადგილება.</p> <p>საინჟინრო-გეოლოგიური პირობები ამ ზონაში დროთა განმავლობაში ცვლილებებს განიცდიან. გარდა ბუნებრივი ფაქტორებისა იგი დამოკიდებულია ანთროპოგენულ ფაქტორებზეც (ჰიდროტექნიკური და ჰიდროენერგეტიკული ობიექტებისა და პორტების მშენებლობა, მდინარეების შესართავების გადაადგილება და სხვ.).</p> <p>განისაზღვრა ძირითადი ბუნებრივი და ანთროპოგენული ფაქტორების როლი, რომლებიც განაპირობებენ საინჟინრო-გეოლოგიური პირობების ფორმირებას.</p> <p>ბუნებრივი ფაქტორებიდან მნიშვნელოვანია ზღვის ტალღური რეჟიმი და აჭარის ზღვაში შემავალი მდინარეების მყარი ჩამონატანი.</p> <p>მდინარეების წყლისა და მყარი გამონატანის საკითხებში გამოქვეყნებული შრომებიდან აღსანიშნავია ა. მაღიჩის, გ. ხმალაძისა და შ. ჯაოშვილის შრომები.</p> <p>აჭარის მდინარეებიდან, რომლებიც განსაზღვრავენ ბათუმის ზღვის სანაპირო ზონის საინჟინრო-გეოლოგიურ პირობებს ერთ-ერთ მთავარს წარმოადგენს მდ. ჭოროხის მყარი გამონატანი, რომელიც კავკასიაში ყველაზე დიდი გამონატანით ხასიათდება.</p> <p>მდ. ჭოროხი სათავეს იღებს თურქეთში, ისპირის მთიდან სამხრეთ-დასავლეთით 20კმ. დაშორებით, 2700 მ. სიმაღლეზე და ჩაედინება შავ ზღვაში, ბათუმიდან სამხრეთ-დასავლეთით 6კმ. მანძილზე. მდინარის სიგრძე 438კმ. წყალშემკრების ფართობი 22100კმ².</p> <p>საქართველოს ტერიტორიაზე მდ. ჭოროხი სულ 26კმ. მანძილზე მოედინება. მდინარის სიმაღლეთა</p>			

სხვაობა ამ უბანზე 780მ-ია. მდინარის მთავარი შენაკადია მდ. აჭარისწყალი, რომელიც სათავეს იღებს არსიანის ქედის დასავლეთ ფერდზე, გოდერძის გადასასვლელის მიდამოებში, ზღვის დონიდან 2025მ. სიმაღლეზე. მისი ხეობა უმეტესად V მაგვარია.

მდ. ჭოროხის ზღვაში შემოაქვსაჭარის სანაპიროს მდინარეების მთელი მყარი ჩამონადენის 80-90%. მათ შორის დაახლოებით 2მლნ. ტონა წელიწადში სეადგენს პლაჟწარმოქმნელ ნალექებს.

მდ. ჭოროხის აუზის ნაწილის (საქართველოს ფარგლებში) გეოლოგიურ აგებულებაში მონაწილეობენ შუა ეოცენის ტუფოქვიშაქვები, შუა წელში კი უხეშფენოვანი მასიური ტუფობრექჩიები, რომელიც ზემოდან დაფარულია მცირე სიმძლავრის (0.5-1.0მ.) ლატერიტიზირებული თიხებით.

მდ. ჭოროხის მყარი ჩამონადენის ნაპირგასწვრივი გადაადგილება უმთავრესად ხდება ჩრდილოეთით და კვებავს ბათუმის სანაპიროს.

ზღვის სანაპირო ზონის გეომორფოლოგიური აგებულებისა და ლითოდინამიკის ერთ-ერთ განმსაზღვრელ ფაქტორს წარმოადგენს ზღვის ტალღების მოქმედება, რომელიც დიდ გავლენას ახდენს ზღვის სანაპიროზე, ცვლის მის რელიეფს და წყობას.

ტეროგენული მასალის დაგროვება ზღვის სანაპირო ზონაში დამოკიდებულია მდინარეების მყარი გამონატანის რაოდენობაზე და შედგენილობაზე.

ტეროგენული მასალა ნაწილდება ორი მიმართულებით:

1. ნაპირის განივი მიმართულება, რაც განპირობებულია ტალღური რეჟიმით. იგი დამოკიდებულია საკვლევ რაიონში გაბატონებულ მიმართულებაზე, მდ. ჭოროხიდან ბათუმისკენ, რომელიც ხელოვნურად შეწყვეტილია ბათუმის პორტითა და მის წინ არსებული ბურუნ-ტაბიეს კანიონით.

2. ნაპირის მართობული მიმართულება, სადაც გავრცელებულია ზღვის ნაპირიდან კენჭნარები და ქვიშები, რომლებიც სიღრმის მომატებასთან ერთად გადადიან ლამიან ნალექებში.

მდ. ჭოროხის მყარი გამონატანის გადაადგილება ბათუმის პორტის ჩრდილოეთით ეხლანდელ დროში ძლიერ შეზღუდულია, რომელიც გამოიწვია ბათუმის პორტის აგებამ(1879წ.) და ბურუნ-ტაბიეს კონცხის რეფორმირებამ.

ბათუმის პორტის ჩრდილოეთით მდებარე მდინარეების მყარი გამონატანი მცირეა და ვერ უზრუნველყოფს სანაპირო ზონის კვებას მახინჯაური-ქობულეთის ზონაში. ეს მდინარეებია მდ. კოროლის წყალი, ბარცხანა, ჩაქვისწყალი, ჩოლოკი, ნატანები და კინტრიში.

დროთა განმავლობაში საინჟინრო-გეოლოგიური პირობები ცვლილებებს განიცდიან, რომელიც გარდა ბუნებრივი ფაქტორებისა დამოკიდებულია ანთროპოგენურ ფაქტორებზეც. აქედან აღსანიშნავია თურქეთის ტერიტორიაზე მდ. ჭოროხსა და მდ. აჭარისწყალზე კაშხლების მშენებლობა, რომლებიც გამოიწვევს

მდ. ჭოროხის მყარი გამონატანის შემცირებას, რაც განვითარდება პლაჟწარმოქმნელი მასალის მწვავე დეფიციტის გამო.

საქართველოს შავი ზღვის სანაპიროზე ნაპირდამცავი ღონისძიებების სხვადასხვა მეთოდების გამოყენებამ აჩვენა, რომ აჭარის ზღვის სანაპიროს ურბანიზებული ტერიტორიების გამაგრების უმთავრეს ეფექტურ მეთოდად გვესახება სანაპირო ზოლისა და პლაჟების ბუნებრივი პროფილის ხელოვნური აღდგენა ქვიურ-კენჭოვანი მასალის შევსებით.

როგორც საქზღვანაპირდაცვის გათვლები აჩვენებს, ეს მეთოდი ორჯერ უფრო ეკონომიურია ისეთ კაპიტალურ დამცავ ნაგებობებთან შედარებით, როგორცაა ტალღამრიდი კედლები, ბეტონის ბლოკები, ტეტრაპოდები, ბუნები და სხვა. მნიშვნელობა ენიჭება სანაპირო ზონის ესთეტიურ მხარესაც.

ჩატარებული გამოკვლევები და არსებული საფონდო მასალების დეტალური ანალიზი საშუალებას მოგვცემს ჩამოვყალიბოთ ძირითადი ღონისძიებანი, რომლებიც მიმართული იქნებიან ზღვის სანაპირო

ზონის გეოლოგიური გარემოს დაცვისა და მის რაციონალურად გამოყენებისაკენ.			
4	<p>IV ქვეპროექტი: „მათემატიკური ეკოლოგიის მეთოდების გამოყენება მდინარეული წყლების ტოქსიკური მეტალებით დაბინძურების პრობლემების გადასაჭრელად“.</p> <p>საბუნებისმეტყველო მეცნიერება დარგი: გეოეკოლოგია სამეცნიერო მიმართულებები : გარემოს შემსწავლელი მეცნიერება, გამოყენებითი მათემატიკა, კომპიუტერული მეცნიერება</p>	2020-2022	<p>აკად.დოქტ. დ. აბზიანიძე - ხელმძღვანელი; აკად.დოქტ. მ. მარდაშოვა - ექსპედიციების ორგანიზება, სამეცნიერო დასკვნები; დოქტ. თ. ძამამია - კვლევით სამუშაოებში მონაწილეობა; მაგისტრი ნ. ფოფორაძე - სავსელე სამუშაოების, გეოლოგიური კვლევების უზრუნველყოფა; მაგისტრი ვ. აბზიანიძე - თანამედროვე კომპიუტერული ტექნოლოგიების გამოყენებით თემატიური რუკების შექმნა; ლოკალური GIS შექმნა; ინჟინერი ლ. ხვიჩია - ქიმიური კვლევების უზრუნველყოფა; გ. ზადიშვილი - სტაჟორი (მაგისტრანტი) - კვლევით და პრაქტიკულ სამუშაოებში მონაწილეობა</p>
<p>გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი IV ქვეპროექტის „მათემატიკური ეკოლოგიის მეთოდების გამოყენება მდინარეული წყლების ტოქსიკური მეტალებით დაბინძურების პრობლემების გადასაჭრელად“ 2020 წლის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>პროექტის კვლევის მიზანია მათემატიკური და გეოინფორმაციული მოდელირების კომპლექსის გამოყენება მდინარეების ყვირილასა და ლუხუმის ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფასებისთვის. ინფორმაციის შეგროვების და მისი გაანალიზების საფუძველზე მათემატიკური მოდელირების სხვადასხვა სცენარის შედეგების დამუშავება GIS-ში საშუალებას გვაძლევს შევაფასოთ მდინარეების ეკოსისტემის მდგრადობა და მოსალოდნელი ცვლილებები.</p> <p>პროექტის ფარგლებში 2020 წელს შესრულებული იყო სავსელე სამუშაოები მდ. ლუხუმის აუზში - მდ. რიონის მარჯვენა შენაკადის. მდინარე ლუხუმს სათავე აქვს ლეჩხუმის ქედის სამხრეთ კალთაზე, სიგრძე 39 კმ, აუზის ფართობი 239 კვ.კმ, საზრდოობს თოვლის, წვიმისა და მიწისქვეშა წყლით.</p> <p>ამ მდინარისადმი ჩვენი ინტერესი გამოიწვია იმ გარემოებამ, რომ ინტენსიური ანთროპოგენური ზემოქმედების ობიექტებია. მდინარის ეკოლოგიურ მდგომარეობაზე იმდენად დიდ გავლენას არ ახდენს ისეთი ზემოქმედება, როგორცაა საყოფაცხოვრებო და სოფლის მეურნეობის ნარჩენები, ვინაიდან მდინარის აუზისში მცირეა მოსახლეობის რაოდენობა. დაბინძურების ძირითად წყაროს წარმოადგენს მძიმე ლითონების იონები. ეს არის განპირობებული იმით, რომ ადრე ამ მდინარეზე განლაგებული იყო დარიშხანის ქარხანა, რომელიც დღეისათვის არ მოქმედებს. მისი ერთი ნაწილი, მდ. მარცხენა მხარეს არის სარკოფაგში მოქცეული, მარჯვენა მხარე კი არის მხოლოდ დაკონსერვებული. რა თქმა უნდა, ამ სიტუაციამ გამოიწვია ვარაუდი მდინარის შესაძლო დარიშხანით დაბინძურების შესახებ. ამ ჰიპოტეზის</p>			

დადასტურებისა ან უარყოფისთვის ჩატარებული იყო საველე-კვლევითი სამუშაოები. წინასწარ დაგეგმილ წერტილებში აღებული ნიმუში დამუშავებული იქნა საერთაშორისოდ აღიარებული მეთოდით სპექტროფოტომეტრზე (Spectrophotometer EMC – 11D – V). მონაცემები შედარებული იქნა ადრე არსებულ მონაცემებთან და აგრეთვე შედარებული იქნება იმავე ადგილებზე მომავალ ექსპედიციებში აღებული ნიმუშების მონაცემებთან იმისთვის, რომ გაკეთდეს სტატისტიკური ანალიზი. ჩვენს მიერ მოპოვებული მონაცემების და ადრინდელი კვლევების მასალების მიხედვით შეიქმნება რეალური სისტემის მოდელი, რომელიც შეიცავს ფიზიკურ, ქიმიურ, ეკოლოგიურ და სხვა მასალას. ასეთ მოდელს შეუძლია მოგვცეს ინფორმაცია სისტემის ცვლილებების დინამიკაზე და გამოიკვილოს მართვადი ზემოქმედება, აწარმოოს ინტერპოლაცია, კორელაცია და ანალიზი.

კვლევები შეიცავს შემდეგ კომპონენტებს:

ნორმატიული ბაზა,

მონიტორინგული დაკვირვების მონაცემთა ბაზა,

სივრცული ვიზუალიზაცია,

მათემატიკური დამუშავების მეთოდი, რომელიც შეიცავს მთელ სპექტრს, დაწყებულს ელემენტარული სტატისტიკიდან, დამთავრებულს რთული მოდელით.

რეგიონალური GIS-ს შექმნა, რომელიც დაფუძნდება რელაციურ მონაცემთა ბაზაზე.

6. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

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

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათა-ური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	ა. გიორგაძე	Evaluation of Collapsibility of Loess-like Silts from the Eastern Part of Georgia 10.13140/RG.2.2.33059.60965	Book of Abstracts of Second International Scientific Conference of Young Scientists and Specialists	Baku, Azerbaijan. Azerbaijan National Academy of Sciences	514
ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)					

6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათა-ური, ISSN	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	ნ.ფოფორაძე	ქ. თბილისის შემოვლითი	საქართველოს	თბილისი,	10

		<p>რკინიგზის ტრასის გასწვრივ განვითარებული საშიში გეოლოგიური პროცესების მიმოხილვა ISSN 1512-0996</p>	<p>ტექნიკური უნივერსიტეტის შრომები, №4 (წარდგენილია გამოსაცემად)</p>	<p>საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“</p>	
<p style="text-align: center;">ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>ქალაქმშენებლობის პრობლემები და მათი კავშირი გეოლოგიასთან, კერძოდ კი, საინჟინრო-გეოლოგიასთან, ძალზედ აქტუალური გახდა. ქალაქმშენებლობის მიზნით ტერიტორიების ათვისებაში გეოლოგიის როლი დიდია, რადგანაც ნებისმიერი სახის მშენებლობა მოითხოვს ისეთი მნიშვნელოვანი ფაქტორების შესწავლასა და გათვალისწინებას, როგორცაა ტერიტორიის ჰიდროგეოლოგიური პირობები, სამირკვლის გრუნტების ფიზიკური და მექანიკური თვისებები, გეოდინამიკური პროცესები, გეოლოგიური აგებულება, ტექტონიკა და სხვ., ანუ ისეთი საკითხების გარკვევას, რომლებიც უშუალოდ საინჟინრო-გეოლოგიას მიეკუთვნება.</p> <p>ქალაქ თბილისის ფარგლებში, ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი და მასშტაბური სამშენებლო ობიექტი თბილისის შემოვლითი რკინიგზაა, რომლის მშენებლობა რთულ საინჟინრო-გეოლოგიური და ჰიდროგეოლოგიური პირობების მქონე ტერიტორიაზე მიმდინარეობდა. საკვლევ ტერიტორიის გარკვეული მონაკვეთები საკმაოდ რთული საინჟინრო-გეოლოგიური პირობებით ხასიათდება, რაზეც მიუთითებს სარკინიგზო ტრასაზე განვითარებული სხვადასხვა პროცესები, როგორცაა მეწყრები, სუფოზია, ეროზია და სხვა. სტატიაში აღწერილია ზემოთ აღნიშნული საშიში გეოლოგიური პროცესები და გამოყოფილია ტრასის ის უბნები, რომლებზეც მშენებლობა და მომავალი ექსპლუატაცია განსაკუთრებულ დამცალ ღონისძიებათა გატარებას მოითხოვს.</p>					

8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

8.1. საქართველოში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	მ. მარდაშოვა ნ. ფოფორაძე, ნ. მომცემლიძე.	საყდრისის საბადოს ტერიტორიაზე გროვული გამოტუტვის საწარმოო უბნის მოედნების ფერდობების მდგრადობის შეფასება წყალგაჯერებული ქანების პირობებისათვის.	მერვე საერთაშორისო ეკონომიკური კონფერენცია "ეროვნული ეკონომიკის განვითარების მოდელები: გუშინ, დღეს, ხვალ" 2020 წლის 22 ოქტომბერი თბილისი, სტუ
<p style="text-align: center;">მოხსენების ანოტაცია</p> <p>მადნეულის ოქრო-სპილენძ-ბარიტ-პოლიმეტალური საბადოს კარიერის გახსნის შემდეგ დაიწყო სხვადასხვა ტიპის მადნების დასაწყოება, მათ შორის ოქროსშემცველი კვარციტები, სადაც ოქროს შემცველობა საშუალოდ შეადგენს 1-2 გრამს ტონაზე. 1996 წელს ამ მადნების გადამუშავების მიზნით მოეწყო გროვული გამოტუტვის მოედანი. 2012 წლისათვის დასაწყობებული კვარციტის მადნები თითქმის</p>			

მთიანად ამოიწურა და დაიწყო, როგორც მადნეულის, ისე ახლად გახსნილი საყდრისის საბადოს კარიერებიდან ოქროსშემცველი მადნის მოწოდება. პარალელურად გადაწყდა საყდრისის საბადოს ტერიტორიაზე გროვული გამოტუტვის მოედნები და საწარმოო უბნების მოწყობა. განხილულია საყდრისის საბადოს ტერიტორიაზე გროვული გამოტუტვის საწარმოო უბნის მოედნების ფერდობების მდგრადობა წყალგაჯერებული ქანების პირობებისათვის.

2	ა. გიორგაძე, ზ. კაკულია, ზ. ვარაზაშვილი	მდ. მტკვრის შუა წელში არსებული ლიოსისებური ქანების საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევა	მე-6 საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენცია, 24-25 სექტემბერი, თბილისი, საქართველო
3	ზ. ვარაზაშვილი, ზ. კაკულია, ა. გიორგაძე, დ. ჩურტკერაშვილი	თანამედროვე ანთროპოგენური გეოლოგიური ფორმაციების შესწავლა საქართველოს ეკოლოგიური პირობების გაუმჯობესების მიზნით	მე-6 საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენცია, 24-25 სექტემბერი, თბილისი, საქართველო

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

8. 2. უცხოეთში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	ა. გიორგაძე	აღმოსავლეთ საქართველოში არსებული ლიოსისებური ქანების დაჯდომადობის შეფასება	სტუდენტთა და ახალგაზრდა მეცნიერთა მეორე საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია, 3-6 მარტი, ბაქო, აზერბაიჯანი

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

**ც. მირცხულავას სახელობის
წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი**

2020 წელს გაწეული სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობის ანგარიში

ინსტიტუტის დირექტორი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი
გივი გავარდაშვილი

1. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები

პროგრამული თემის დასახელება:

**„წყლის რესურსების უსაფრთხოება და ინტეგრირებული მართვა
კლიმატის ცვლილების გათვალისწინებით (2020-2025)“**

2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

2.1.

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1	<p>ქვემიმართულება - 1 „ბმული ღვარცოფების ზემოქმედება ინოვაციურ ღვარცოფსაწინააღმდეგო ნაგებობებზე და მათი ჰიდრაულიკური გაანგარიშებისათვის მეთოდოლოგიის დამუშავება“ მეცნიერების დარგი: საბუნებისმეტყველო მეცნიერებები სამეცნიერო მიმართულება: დედამიწის და მათთან დაკავშირებული გარემოს შემსწავლელი მეცნიერებანი</p>	2020-2025	<p>1. ოთარ ნათიშვილი - აკადემიკოსი, ქვეთემის ხელმძღვანელი; 2. გივი გავარდაშვილი - ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფესორი - თანახელმძღვანელი; 3. ედუარდ კუხალაშვილი - ტექნ. მეცნ. დოქტორი, ძირითადი შემსრულებელი; 4. დავით კერესელიძე - ტექნ. მეცნ. დოქტორი, ძირითადი შემსრულებელი</p>
2	<p>ქვემიმართულება - 2 „მთის ფერდობებზე განთავსებული ნიადაგის ზედაპირის უსაფრთხოების მიზნით ეროზიის საწინააღმდეგო</p>	2020-2025	<p>1. გივი გავარდაშვილი - ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფესორი, ქვეთემის ხელმძღვანელი; 2. ინგა ირემაშვილი - ტექნ. აკად.</p>

	<p>მცენარის „პამპასების ბალახის“ ლაბორატორიული და საველე კვლევა და ინოვაციური ღონისძიების დაპროექტებისათვის შესაბამისი რეკომენდაციების დამუშავება“.</p> <p>მეცნიერების დარგი: საბუნებისმეტყველო მეცნიერებები</p> <p>სამეცნიერო მიმართულება: დედამიწის და მათთან დაკავშირებული გარემოს შემსწავლელი მეცნიერებანი</p>		<p>დოქტორი, პროფესორი, ძირითადი შემსრულებელი;</p> <p>3. სოფიო მოდებაძე - დოქტორანტი, შემსრულებელი;</p> <p>4. ფერიდე ლორთქიფანიძე - დოქტორანტი, შემსრულებელი</p>
3	<p>ქვემიმართულება - 3 „ბუნებრივი სტიქიებისაგან საქართველოს ავტომაგისტრალების, რკინიგზების და დასახლებული პუნქტების გარემოსდაცვითი საინჟინრო ღონისძიებების დამუშავება და სენსიტიური უბნების ელექტრონული რუკის შედგენა GIS-ის სისტემების გამოყენებით“</p> <p>მეცნიერების დარგი: საბუნებისმეტყველო მეცნიერებები</p> <p>სამეცნიერო მიმართულება: დედამიწის და მათთან დაკავშირებული გარემოს შემსწავლელი მეცნიერებანი</p>	2020-2025	<p>1. რობერტ დიაკონიძე - გეოგრ. აკად. დოქტორი, ქვეთემის ხელმძღვანელი;</p> <p>2. ოთარ ნათიშვილი - აკადემიკოსი, ძირითადი შემსრულებელი;</p> <p>3. თემურ ბუტულაშვილი - გეოლ. მეცნ. დოქტორი, ძირითადი შემსრულებელი;</p> <p>4. ნინო ნიბლაძე - შემსრულებელი;</p> <p>5. ქეთი დადიანი - დოქტორანტი, შემსრულებელი;</p> <p>6. მეგი გლუნჩიძე - GIS-ის ინჟინერი, შემსრულებელი;</p> <p>7. ბელა დიაკონიძე - ინჟინერ-გეოეკოლოგი, შემსრულებელი.</p>
4	<p>ქვემიმართულება - 4 „კლიმატის ცვლილებებისა და ანთროპოგენური ცვლილებებით გამოწვეული შავი ზღვის საქართველოს სანაპიროს და მთის წყალსაცავიანი სისტემების ეკოლოგიური მსგომარეობის შეფასება, ინოვაციური ჰიდროსაინჟინერო ეროზიის საწინააღმდეგო ნაპირსამაგრი ტექნოლოგიების დამუშავება“.</p> <p>მეცნიერების დარგი: დედამიწისა და მათთან დაკავშირებული გარემოს შემსწავლელი მეცნიერებანი</p> <p>სამეცნიერო მიმართულება: ოკეანოგრაფია, ჰიდროლოგია, წყლის რესურსები.</p>	2020-2025	<p>1. ირინა იორდანიშვილი - ტექნ. მეცნ. დოქტორი, ქვეთემის ხელმძღვანელი;</p> <p>2. ლევან იტრიაშვილი - ტექნ. აკად. დოქტორი, პროექტის თანახელმძღვანელი;</p> <p>3. ედუარდ კუხალაშვილი - ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროექტის თანახელმძღვანელი;</p> <p>4. გიორგი ნატროშვილი - ტექნ. აკად. დოქტორი, შემსრულებელი;</p> <p>5. ელენე ხოსროშვილი - შემსრულებელი;</p> <p>6. დავით ფოცხვერია - შემსრულებელი;</p> <p>7. ლალი ბილანიშვილი - დოქტორანტი. შემსრულებელი.</p>
5	<p>ქვემიმართულება - 5 „საქართველოს წყლის რესურსების მართვის თანამედროვე ოპტიმალური მეთოდების დამუშავება</p>	2020-2025	<p>1. ზურაბ ლობჯანიძე - ტექნ. აკად. დოქტორი, ქვეთემის ხელმძღვანელი;</p> <p>2. ვახტანგ სამხარაძე - ტექნ. აკად. დოქტორი, ძირითადი შემსრულებელი;</p>

	<p>ორიგაციის პირობებში“.</p> <p>მეცნიერების დარგი - აგრარული მეცნიერებანი</p> <p>სამეცნიერო მიმართულება - სოფლის მეურნეობა; ინჟინერია და ტექნოლოგიები.</p>		<ol style="list-style-type: none"> 3. ლიანა ფურცელაძე - ტექნ. აკად. დოქტორი, ძირითადი შემსრულებელი; 4. ლენა კეკელიშვილი - შემსრულებელი; 5. ხათუნა კიკნაძე - დოქტორანტი, შემსრულებელი; 6. სოფიო მოდებაძე - დოქტორანტი, შემსრულებელი; 7. დავით გუბელაძე - ტექნ. აკად. დოქტორი, შემსრულებელი; 8. თამაზ ოდილავეძე - ტექნ. აკად. დოქტორი, შემსრულებელი; 9. ერეკლე კეჩხოშვილი - ტექნ. აკად. დოქტორი, შემსრულებელი; 10. მარინა მაჭარაშვილი - ტექნ. აკად. დოქტორი, შემსრულებელი.
6	<p>ქვემიმართულება - 6 „კოლხეთის დაბლობსა და ალაზნის დამლაშებული ნიადაგების პირობებში მელიორაციული სისტემების ინტეგრალური მართვა“</p> <p>მეცნიერების დარგი: აგრარული მეცნიერებანი</p> <p>სამეცნიერო მიმართულება: სხვა აგრარული მეცნიერებანი</p>	2020-2025	<ol style="list-style-type: none"> 1. შორენა კუპრეიშვილი - ტექნ. აკად. დოქტორი, ქვეთემის ხელმძღვანელი; 2. მარტინ ვართანოვი - ეკონ. მეცნ. დოქტორი, თანახელმძღვანელი; 3. პაატა სიჭინავა - ტექნ. აკად. დოქტორი, ძირითადი შემსრულებელი; 4. კონსტანტინე ბზიავა - ტექნ. აკად. დოქტორი, ძირითადი შემსრულებელი; 5. მარინე შავლაყაძე - საინჟ. მეცნ. აკად. დოქტორი, ძირითადი შემსრულებელი; 6. კონსტანტინე იორდანიშვილი - ტექნ. აკად. დოქტორი, ძირითადი შემსრულებელი; 7. ირაკლი ვვირკველია - შემსრულებელი; 8. ჯემალ კახაძე - აგრონ. აკად. დოქტორი, შემსრულებელი; 9. ფერიდე ლორთქიფანიძე - დოქტორანტი, შემსრულებელი; 10. მაია კიკაბიძე - ტექნ. აკად. დოქტორი, შემსრულებელი; 11. გიორგი კაკაშვილი - ალაზნის პუნქტის გამგე, შემსრულებელი.
7	<p>ქვემიმართულება - 7 “წყლის რესურსების სტანდარტისა და ხარისხის კვლევა გარემოსდამცავი ღონისძიებების მხედველობაში მიღებით და ალაზნის საცდელ სამელიორაციო ბაზაზე დამლაშებული ნიადაგების საველე-სამეცნიერო კვლევა“.</p> <p>მეცნიერების დარგი - სოფლის</p>	2020-2025	<ol style="list-style-type: none"> 1. ეკატერინე თოფურია - ქიმ. აკად. დოქტორი, ქვეთემის ხელმძღვანელი; 2. ლევან წულუკიძე - ტექნ. აკად. დოქტორი, თანახელმძღვანელი; 3. თამრიკო სუპატაშვილი - ქიმ. აკად. დოქტორი, თანახელმძღვანელი; 4. დავით კერესელიძე - ტექნ. მეცნ. დოქტორი, ძირითადი შემსრულებელი;

<p>მეურნეობა, გარემოს დაცვა. სანეცნიერო მიმართულება- აგროინჟინერია</p>	<p>5. ნუგზარ კვაშილავა - ტექნ. აკად. დოქტორი, შემსრულებელი; 6. ირინა ხუბულავა - ტექნ. აკად. დოქტორი, შემსრულებელი; 7. ლია მაისაია - დოქტორანტი, შემსრულებელი.</p>
---	---

გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2020 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1. პროექტში წარმოდგენილია, ინოვაციური ღვარცოფსაწინააღმდეგო ნაგებობებით ბმული ღვარცოფების რეგულირების მიზნით, კონსტრუქციების დაპროექტებისათვის ჰიდრაულიკური გაანგარიშების მეთოდოლოგია, რომელშიც განხილულია ბმული ღვარცოფების ტალღური მოძრაობის დინამიკის საკითხები. თეორიული გაანგარიშების პარალელურად, პროექტში წარმოდგენილია პროცესის ლაბორატორიული მოდელირება, რომელიც განხორციელდება ინსტიტუტის ჰიდრაულიკურ ლაბორატორიაში.

ღვარცოფსარეგულაციო ელასტიური ბარაჟის ლაბორატორიული გამოცდის მიზნით დამუშავებულია საანგარიშო სქემები, რომლის მიხედვითაც დამზადებულია ლაბორატორიული მოდელი შემდეგი ზომებით: სიგრძე - 0,60 მ, სიგანე - 0,36 მ, სიმაღლე - 0,15მ; ტრამპლინის ტიპის მოდელის ქანობი - 0,25.

ყოველივე ზემოთ აღნიშნულის გათვალისწინებით დამუშავდა ღვარცოფსარეგულაციო ელასტიური ბარაჟი, რომელიც შესრულებულია თანაბარი სიმაღლის მქონე, ერთმანეთთან ფუძეებით დაკავშირებული, სამკუთხა პრიზმების სექციებით და წარმოადგენს ტრამპლინს.

ბარაჟი წარმოადგენს ღვარცოფსადინარის კალაპოტში მთელ სიგანეზე ჩადგმულ გრძივ ნაგებობას. პრიზმების სიმაღლეების ზრდადობის გამო ნაგებობას მიღებული აქვს ტრამპლინის ფორმა, რომელიც მიმართულია ნაკადის საწინააღმდეგოდ, ხოლო ღვარცოფის ენერჯის ჩაქრობა პრიზმების ზედა წახნაგებს შორის დრეკადი ტროსებით შექნილი ჯიბეების საშუალებით მიმდინარეობს (იხ. ფოტო).



ფოტო. მოდელის ჰიდრაულიკურ ღარში განთავსების საერთო ხედი

ღვარცოფსარეგულაციო ელასტიკური ბარაჟის ლაბორატორიული მოდელირებისათვის საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის ჰიდრაულიკურ ლაბორატორიაში შეიქმნა ჰიდრაულიკური ღარი, რომლის ზომებია: სიგანე - 0,36 (მ), სიმაღლე - 0,29 (მ), სიგრძე - 12 (მ), ღარის ქანობის ცვლილებით: 0,01 – 0,06.

ლაბორატორიული ექსპერიმენტები განხორციელდება ჰიდრაულიკურ ღარში ტურბულენტული

ღვარცოფის მოძრაობის შემთხვევაში, როდესაც დინამიკური მსაგავსება - $Fr = ident$, გეომეტრიული მსაგავსება - კალაპოტის ქანობი $i = ident$, ნატანების მოძრაობა - $V_{water} / V_{sediments} = ident$, კალაპოტის წინააღმდეგობის კოეფიციენტი - შეზის კოეფიციენტი $C = ident$.

2. ნიადაგის წყლისმიერი ეროზიისაგან დაცვის მსოფლიო პრაქტიკისა და კლიმატის ცვლილების გათვალისწინებით XXI საუკუნის დასაწყისში ნიადაგის დაცვის ერთ-ერთ აქტუალურ ღონისძიებებს წარმოადგენს ბიო-საინჟინრო მეცნიერული მიმართულებები.

ზემოთ აღნიშნულის გათვალისწინებით და საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო და აგარარული მეცნიერებისა და ბიოსისტემების ინჟინერინგის ფაკულტეტების სადოქტორო პროგრამის მხედველობაში მიღებით დაიგეგმა ინსტიტუტის ორი თანამშრომლის მიერ სადოქტორო სადისერტაციო ნაშრომების მომზადება.

ნიადაგის წყლისმიერი ეროზიის საწინააღმდეგო ინოვაციური ღონისძიებების თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევების განხორციელება ბიო-საინჟინრო მიმართულებით ითვალისწინებს როგორც „კამპასების ბალახის“ ასევე „ვეტივერია ზიზანოიდების“ ბუჩქებზე პირველად ინსტიტუტში სამეცნიერო კვლევების განხორციელებას რწყვის თანამედროვე ტექნიკისა და ტექნოლოგიების გათვალისწინებით, ასევე იგეგმება ინოვაციური წინადადებების დამუშავება, რომლის განცხადებაც წარდგენილ იქნება საქართველოს საპატენტო უწყებაში.

საველე კვლევები დაიგეგმა გორისა და გარდაბნის სამეცნიერო კვლევით ბაზებზე - ლაბორატორიული სტენდების მოწყობით.

2020 წლის საანგარიშო პერიოდში ინსტიტუტის ლაბორატორიაში და გორის რ-ნი სოფ. კარალეთის საცდელ-სამელიორაციო ბაზის ტერიტორიებზე იზომებოდა მცენარის სიმაღლე h (მ) ყოველ 10 დღეში ერთხელ, რომელთა სტატისტიკური სიდიდეების დამუშავებული მონაცემებიც შეყვანილია მონიტორინგულ ცხრილებში.

ამჟამად საიმედოობისა და რისკის თეორიის გამოყენებით ხორციელდება კამპასების ბალახის სიმაღლის ზრდადობის განმსაზღვრელი ჰისტოგრამის შერჩევა და მისი თეორიული განაწილების მრუდის ფუნქციის ჩაწერა.

3. გარდამავალ პერიოდში (2020 წ.), მიუხედავად მსოფლიოში, მათ შორის საქართველოში, არსებული პანდემიისა, განხორციელდა შემდეგი საველე-კვლევითი სამუშაოები:

1. დაფიქსირდა ეკოლოგიურად სენსიტიური (მოწყვლადი) უბნები საქართველოს სხვადასხვა რეგიონში, კერძოდ, დასახლებულ პუნქტებში: რაჭა-ლეჩხუმის რეგიონი (ონის რაიონი) ს. დები, კახეთის რეგიონი (თელავი-ყვარელი-მდ. დურუჯისა და მდ. თელავის ხევის წყალშემკრები აუზები), ს. მლეთა (თეთრი არაგვის ხეობა), საქართველოს საერთაშორისო ავტომაგისტრალი თბილისიდან გორამდე (მაგისტრალით მდინარეების გადაკვეთის უბნები);

2. მიმდინარეობს დაფიქსირებული მოწყვლადი უბნების ელექტრონულ რუკებზე დატანის სამუშაოები GIS-ის პროგრამის გამოყენებით;

ინსტიტუტის თემატიკით გათვალისწინებული გეგმიური სამუშაოების სრულყოფილად ჩატარების შეუძლებლობის გამო, პარალელურ რეჟიმში გაგრძელდა თეორიული მუშაობა გამოვლენილ სენსიტიურ უბნებზე მოსალოდნელი ღვარცოფული ნაკადების ხარჯების პროგნოზული სიდიდეების საანგარიშო მეთოდის დასამუშავებლად. მიღებულია ღვარცოფული ხარჯის პროგნოზული სიდიდის საანგარიშო ემპირიული დამოკიდებულებები, რომლის ანალოგიც დღემდე არ არსებობდა.

4. ჩატარდა საქართველოს წყლის მეურნეობის ელემენტების ინვენტარიზაცია. სამუშაო შემოიფარგლება არა მარტო უკვე დაგროვებული მონაცემების კლასიფიკაციით, არამედ ობიექტების მეცნიერული გამოკვლევებით, ადგილზე მიღებული მასალის მეცნიერული დამუშავებითა და ეკოლოგიური პრობლემების აღნიშვნით.

განხილულია მთისწინეთისა და მთის წყალსაცავების და მათი კასკადების ექსპლუატაციის ეფექტურობა. შემოთავაზებულია წყალსაცავების ეფექტური მშენებლობის შესაძლებლობა, რომელიც დაფუძნებულია შვეიცარიის ტერიტორიის გეომორფოლოგიური და კლიმატური პირობების იდენტურობაზე, სადაც განსაკუთრებით განვითარებულია მთის ჰიდროელექტროსადგურების მშენებლობა.

შემოთავაზებულია წყალსაცავების დაცლის ან შევსების დროს ანგარიში მდინარიდან ჩამოდინებული და ღიობიდან გადინებული წყლის მუდმივი ხარჯების დროს. მოყვანილია სიონის წყალსაცავის სრული დაცლის პერიოდის გაანგარიშება.

გამომდინარე საქართველოს ბენტონიტური თიხების (ასკანგელის) თვისებებიდან, დადგენილია პრინციპული შესაძლებლობა, მათი მოდიფიკაციით მიღებულ იქნეს სრულიად ახალი პროდუქტი - მრავალმიზნობრივი გრუნტგამაუმჯობესებელი კომპოზიტი. შემუშავებულია კომპოზიტის მიღების ფიზიკურ-ქიმიური მექანიზმი. შერჩეულია კომპოზიტის შემადგენლობა და დადგენილია კომპონენტების რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მაჩვენებლები. დადგენილია კომპონენტების ხსნარების კონცენტრაციები, რომელიც უზრუნველყოფს ოპტიმალურ შედეგს. შემუშავებულია კომპოზიტის მიღების ტექნოლოგიური სქემა.

5. შესწავლილია სარწყავი წყლის მართვის თანამედროვე მეთოდები, რომელიც შეესაბამება საქართველოს სოფლის მეურნეობის ეკონომიკურ პირობებს, წახალისებს წყლის რაციონალურ ხარჯვას, ახალი, პროგრესული ტექნოლოგიების გამოყენებას. დამუშავდა საქართველოს წყლის რესურსების მართვის თანამედროვე ოპტიმალური მეთოდები ირიგაციის პირობებში.

გამოკვლეულია წყალურუნველყოფის, ეკოლოგიისა და ეკონომიკის ურთიერთკავშირების, წყლის რესურსებით მოსარგებლე და მომხმარებელი დარგების ურთიერთკავშირებისა და გარემოსთან კავშირების კომპლექსური საკითხები;

დამუშავდა მდინარის აუზის მმართველი ორგანიზაციის დებულება და წყალსამეურნეო იერარქიის ნებისმიერ დონეზე წყლის რესურსების საზოგადოებრივი მმართველობის დებულება;

დამუშავდა საინფორმაციო-მმართველი სისტემა, რომელიც უზრუნველყოფს ინტეგრალური მართვის მთავარ მიზანს - წყლის მაქსიმალურად ეფექტურ გამოყენებას.

6. კოლხეთის დაბლობი წარმოადგენს ერთ-ერთ უნიკალურ რეგიონს, სადაც სათანადო მელიორაციული ღონისძიებების ფართო სპექტრის გამოყენების შედეგად წარმატებით შეიძლება განვითარდეს სუბტროპიკული მემცენარეობა და ამ კულტურებისათვის მიწების გამოყენების ხარჯზე გადაწყდეს შავი ზღვისპირეთის საკურორტო ზონის ბოსტნეულითა და ხილით უზრუნველყოფის პრობლემა.

2020 წლის ეტაპი ითვალისწინებდა კოლხეთის დაბლობის. კერძოდ, ხობის რაიონის მელიორაციული დარაიონებას თანამედროვე ტექნიკისა და ტექნოლოგიების გამოყენებით და დაზუსტებული ციფრული რუკის მომზადებას. აგრეთვე მუნიციპალიტეტში განლაგებული დამშრობი სისტემების ექსპლუატაციის ტექნიკურ-ეკონომიკური ეფექტიანობის ამაღლების ღონისძიებების დამუშავებას.

ხობის მუნიციპალიტეტი მდებარეობს დასავლეთ საქართველოს დასავლეთ ნაწილში, კოლხეთის დაბლობის ცენტრში. მუნიციპალიტეტს ჩრდილოეთით ესაზღვრება ზუგდიდის, ჩრდილო-აღმოსავლეთით - ჩხოროწყის, აღმოსავლეთით - სენაკის, სამხრეთით - ლანჩხუთის მუნიციპალიტეტი, სამხრეთ-დასავლეთით -

ქ. ფოთის ტერიტორია, დასავლეთით კი - შავი ზღვა.

მუნიციპალიტეტი დაყოფილია 22 ადმინისტრაციულ ერთეულად, რომლებიც მოიცავს 1 ქალაქსა და 57 სოფელს. განსახლების ზონა ვრცელდება ზღვის დონიდან 200 მეტრამდე, მოსახლეობა ძირითადად ვაკე-დაბლობზე ცხოვრობს, მცირე ნაწილი - გორაკ-ბორცვიან მთისწინეთში.

მუნიციპალიტეტი მდიდარია ბუნებრივი სამკურნალო თერმული წყლებით (ბევრგან ამოდის გოგირდის შემცველი მინერალური წყლები, რომლებიც ქიმიური თვისებებით ცაიშის მინერალური წყლების მსგავსია), რომელთა ნაწილი გამოკვლეულია მეცნიერთა მიერ, ნაწილი კი საჭიროებს კვლევას. გოგორდოვანი წყლის რესურსი ძირითადად განლაგებულია სოფლების გამოღმა პირველი ხორგის, ქვემო ქვალონისა და ბიის ტერიტორიებზე. ასევე მრავლადაა მცირე ტბები.

მუნიციპალიტეტის ძირითად რესურსს წარმოადგენს მიწა. ხობის მუნიციპალიტეტი თავისი განვითარებით აგრარული რაიონია. ტერიტორიის 44%-ს, ანუ 29942 ჰა-ს სასოფლო-სამეურნეო სავარგულები შეადგენს. სავარგულების 45%, ანუ 13515 ჰა სახნავი მიწებია, სამოვარი - 12588 ჰა, სათიბი - 11 ჰა, მრავალწლიანი ნარგავები - 3828 ჰა.

ნიადაგურ-მელიორაციული შეფასებისათვის შედგენილია ხობის მუნიციპალიტეტის შემავალი დასახლებებისათვის ციფრული რუკები, რომელსაც საფუძვლად დაედო ბუნებრივი დრენირების დონე და გამოყოფილია: 1. ჭაობები და დაჭაობებული მიწები; 1-ა - ტიპური ჭაობები; 2-ბ - რიონისპირა ჭაობები და დაჭაობებული მიწები; 2-გ - ჭაობების შემოგარენზე დაჭაობებული მიწები; 3 - უწრეტი მიწები; 4 - სუსტად წრეტადი მიწები; 5 - არასაკმარისად წრეტადი მიწები.

შეფასებულია ხობის რაიონის დამშრობი სისტემების არსებული ტექნიკური ექსპლუატაციის მდგომარეობა და შესაბამისი ფაქტიური ხარჯების ანალიზი;

დამუშავებულია ხობის რაიონში მელიორირებული მიწების ხარისხობრივი მდგომარეობის განსაზღვრის, აღრიცხვისა და კონტროლის მეთოდები;

შემოთავაზებულია ხობის რაიონში დამშრობი სისტემების მომსახურების ბაზრის ფორმირების პრინციპები.

7. სტუ-ს ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის ალაზნისა და გორის (სოფ. კარალეთი) საცდელ-სამელიორაციო ეკოლოგიურ პუნქტებში (სიღნაღი, სოფ. ხორნაბუჯი) დამლაშებული ნიადაგებისა და წყლის სინჯების აღების მიზნით ჩატარებულია სეზონური საველე-სამეცნიერო სამუშაოები. პუნქტების 21 და 45 ჰა-იან ფართობებზე აღებულია ნიადაგისა და დრენირებული წყლის ანალიზები. დაფიქსირებულია თითოეული საექსპერიმენტო წერტილის გეოგრაფიული მდებარეობა GPS კოორდინატებში (X და Y) და აბსოლიტური ნიშნული ზღვის დონიდან.

წყლების დაბინძურების ხარისხის შეფასებისა და შემდგომ მისი მართვის მექანიზმების შემუშავების მიზნით გორისა და ალაზნის ველზე დამლაშებული ნიადაგებიდან ტრანსპორტირებული წყლის რესურსების სინჯებზე განხორციელებულია ლაბორატორიული კვლევა ნიტრატების, ნიტრიტების, ფოსფატებისა და ასევე რკინის კონცენტრაციების დასადგენად, ჰაჩის ფირმის წყლის პორტატული ლაბორატორიის (DH900) გამოყენებით (აშშ).

ჩატარებული პირველადი ანალიზების შედეგების მიხედვით, ჩვენს მიერ საანალიზოდ აღებულ წყლის სინჯებში ნიტრიტების შემცველობა მერყეობს 0,008 მგ/ლ-დან 0,017 მგ/ლ-მდე, ნიტრატები 0,8 მგ/ლ-დან 5,8მგ/ლ-მდე, ფოსფატების საერთო რაოდენობა 1,5 მგ/ლ-დან 7,2 მგ/ლ მდე, ხოლო რკინის შემცველობა მერყეობს 0,01 მგ/ლ-დან 1.55-მდე.

შედეგები შედარებულია საქართველოს სასმელი წყლის ტექნიკური რეგლამენტის მონაცემებთან, რომლის მიხედვითაც ნიტრატის შემცველობა აღებული სინჯებიდან ორ სინჯში აღემატება ზღვ-ს.

ნიტრატებთან შედარებით მძიმე მდგომარეობაა ფოსფატების შემცველობასთან დაკავშირებით. 4 სინჯში მაღალი მაჩვენებელი მივიღეთ. ყველაზე გადაჭარბებული შემცველობა 7,2გ/ლ, ასევე რკინის შემცველობაც მაღალი აღმოჩნდა ორ სინჯში.

ზემოთაღნიშნული პირველადი კვლევის მონაცემებზე დაყრდნობით შეიძლება დავასკვნათ, რომ თუკი ჩვენს მიერ აღებულ სინჯებში აღმოჩნდა ზდკ-ზე გადაჭარბებული მაჩვენებლები, ე.ი წყლის დაბინძურების ხარისხი საკმაოდ მაღალია და ეს პრობლემა ატარებს როგორც ეკოლოგიურ ასევე სოციალურ ხასიათს. ამისათვის აუცილებელია დაბინძურების ნეიტრალიზებისათვის საჭირო რეკომენდაციებისა და სამუშაოების ჩატარება, შემდგომში წყლის დაბინძურების ასაცილებლად, რაც რეალური საფუძველი გახდება ჩვენი ქვეყნის მოსახლეობის ჯანმრთელობის გაუმჯობესების და ჯანსაღი თაობის აღზრდის.

2020 წლის დეკემბერში იგეგმება ანალოგიური კვლევების განმეორება საცდელ ობიექტებზე.

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	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1	„ღვარცოფსარეგულაციო ელასტიური ბარაჟი“ – AR-18-1244	2018-2021	სამეცნიერო ხელმძღვანელი: ე. კუხალაშვილი; პროექტის შემსრულებლები: ო. ნათიშვილი - პროექტის კოორდინატორი; ი. ირემაშვილი - ძირითადი შემსრულებელი; შ. კუპრეიშვილი - ძირითადი შემსრულებელი; ნ. ბერაია - ძირითადი შემსრულებელი; ხ. კიკნაძე - ძირითადი შემსრულებელი; თ. სუპატაშვილი - შემსრულებელი; ნ. ნიბლაძე - შემსრულებელი; ზ. გოგუაძე - შემსრულებელი.
2	„თანამედროვე ღვარცოფსაწინააღმდეგო კონსტრუქციის ეფექტურობისა	2018-2021	სამეცნიერო ხელმძღვანელი: გ. ჩახაია; პროექტის შემსრულებლები:

	<p>და საიმედოობის შეფასება მდინარე მლეთისხევის ღვარცოფსადინარის მაგალითზე“ - AR-18-1491</p>	<p>ლ. წულუკიძე - პროექტი კოორდინატორი; ი. ხუბულავა - ძირითადი შემსრულებელი; რ. დიაკონიძე - შემსრულებელი; ნ. კვაშილავა - შემსრულებელი.</p>
<p>გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2020 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>1. ღვარცოფსადინარებში მიმდინარე პროცესების, ღვარცოფის მოძრაობის შეფასების, ფორმირებული ნაკადის ენერგეტიკული და კალაპოტური პროცესების საანგარიშო სქემების დაზუსტებისა და სარეგულაციო ნაგებობების სამშენებლო ნორმებისა და წესების შემუშავება განხორციელდება იმ მეთოდებსა და სამეცნიერო ტექნიკურ მიდგომებზე დაყრდნობით, რომელიც ჰიდრავლიკასა და ჰიდროტექნიკაში საყოველთაოდაა აღიარებული. პროექტის ფარგლებში დაგეგმილი ამოცანების გადასაჭრელად გამოიყენება სამეცნიერო მიდგომები და კვლევის მეთოდიკა.</p> <p>ღვარცოფის მოსალოდნელი სიმძლავრისა და ხარჯის პროგნოზი განხორციელდება ზღვრული წონასწორობის თეორიაზე, მოძრაობის რაოდენობის კანონსა და ტალღურად მოძრავი ნაკადის მახასიათებლებზე დაყრდნობით. ღვარცოფის ენერგეტიკული მახასიათებლების განსაზღვრის დროს გამოიყენება: ღვარცოფის ერთგანზომილებიანი მათემატიკური მოდელის შედგენის მეთოდიკა; ნაკადის რეჟიმების ცვალებადობის მიზნით - ნაკადის მდგრადობის შეფასების მეთოდიკა; ნაგებობაზე ნაკადის ზემოქმედების შეფასების დროს - ღვარცოფში ტალღის წარმოქმნის, ნაგებობაზე გარშემოდენის, დარტყმის ბიძგების განსაზღვრის მეთოდიკა; ნაგებობის გამოცდისა და სამშენებლო ნორმებისა და წესების შეფასების მიზნით გამოიყენება ექსპერიმენტის დაგეგმვის მეთოდიკა, ხოლო ნაგებობის ზომების შერჩევა ლაბორატორიაში განხორციელდება გეომეტრიული მოდელირების მეთოდზე დაყრდნობით. წარმოდგენილი კვლევების ჰიდროდინამიკური პროცესების, კერძოდ, ენერგეტიკული მახასიათებლებების შეფასებისა და მათ შორის კავშირის დამყარებისას გამოიყენება კომპიუტერული იმიტაცია.</p> <p>პროექტში წარმოდგენილია ბმული ღვარცოფული პროცესების პროგნოზირებისა და მოძრაობის პირობების განმსაზღვრელი განტოლება, რის საფუძველზე გაანგარიშებულია კალაპოტის მორფომეტრიული მახასიათებლის პარამეტრები, რომელიც გამოიყენება ღვარცოფსარეგულაციო ნაგებობათა პროექტირების მეცნიერულად დასაბუთებული ნორმებისა და წესების შემუშავებისთვის.</p> <p>2. თანამედროვე ტექნოლოგიების და მეთოდების გამოყენების საფუძველზე (GIS, DEM, RAMMS), ღვარცოფსაწინააღმდეგო კონსტრუქციაზე მუშავდება ღვარცოფის ზემოქმედების შემსწავლელი თანამედროვე მეთოდოლოგია, მოსალოდნელი ღვარცოფული მოვლენების რისკი და მისი მართვის თანამედროვე მექანიზმი, რაც ხელს შეუწყობს ქვეყანაში ეკოლოგიური უსაფრთხოების უზრუნველყოფის პროცესს.</p> <p>წარმოდგენილი საგრანტო პროექტი ეხება მდინარე თეთრი არაგვის მარჯვენა ღვარცოფული ხასიათის შენაკადის, მლეთისხევის რეგულირებას. აღსანიშნავია, რომ მლეთისხევი წარმოადგენს ძლიერაქტიურ ღვარცოფსადინარს, სადაც თითქმის ყოველწლიურად რამოდენიმეჯერ ფორმირდება სხვადასხვა სიმძლავრის, ეროზიული და მეწყრული გენეზისის ღვარცოფები, რის გამოც მნიშვნელოვნად დაზიანდა დასახლებული პუნქტები და სხვადასხვა დანიშნულების ობიექტები.</p> <p>პროექტის წარმატებით განხორციელება მნიშვნელოვნად შეუწყობს ხელს მდ. მლეთისხევის და მსგავსი ხასიათის ღვარცოფსადინარების ეკოლოგიურ დასტაბილირებას.</p>		

3.2.

№	დასრულებული (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1	მოწყვლადი ინფრასტრუქტურის უსაფრთხოების რისკების თეორიული კვლევა მოსალოდნელი კატასტროფების ფორმირებისას ფუნდამენტალური კვლევა (#FR17-615)	2018 – 2020	სამეცნიერო ხელმძღვანელი - გ. გავარდაშვილი; პროექტის შემსრულებლები: სუპატაშვილი თ. - პროექტის კოორდინატორი; კუხალაშვილი ე. - ძირითადი შემსრულებელი; ნატროშვილი გ. - ძირითადი შემსრულებელი; ქუფარაშვილი ი. - ძირითადი შემსრულებელი; ირემაშვილი ი. - შემსრულებელი; ბზიავა კ. - შემსრულებელი
<p>დასრულებული კვლევითი პროექტის 2020 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>1. შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის საგრანტო პროექტის #FR17_615 „მოწყვლადი ინფრასტრუქტურის უსაფრთხოების რისკების შეფასება მოსალოდნელი კატასტროფების ფორმირებისას“ ფინანსური მხარდაჭერითა და პროექტის გეგმა-გრაფიკის თანახმად, 2020 წლის პერიოდში დუშეთის რაიონში ჟინვალის მიწის კაშხალზე განხორციელებული ექსპედიციების დროს ჩატარებული საველე-მეცნიერული კვლევების თანახმად, შეიძლება გაკეთდეს შემდეგი სახის ზოგადი და ძირითადი დასკვნები:</p> <ul style="list-style-type: none"> • წარმოდგენილი და შეფასებულია მაღლივი კაშხლების როლი წყალდიდობების რეგულირების საქმეში და მათი ექსპლუატაციის დროს მუშაობის საიმედოობისა და რისკის განსაზღვრის აუცილებლობა; • გადამუშავებული და დაზუსტებულია კომპიუტერული პროგრამების (Volna-4 და MIKE-21) ალგორითმები და GIS ტექნოლოგიების გამოყენებით შემოთავაზებულია ჟინვალის მიწის კაშხლის სხვადასხვა ნგრევის ხარისხით ($E_a = 1,0; 0,75, 0,50; 0,25$) შესაძლო ავარიის შემთხვევაში წარმოშობილი ცუნამის ტიპის ტალღის ჰიდროდინამიკური პარამეტრების პროგნოზირების მეთოდოლოგია დროის ფაქტორის გათვალისწინებით და დადგენილია დატბორილი ტერიტორიების კონტურები (დუშეთისა და მცხეთის მუნიციპალიტეტის ტერიტორიები, ქ. თბილისისა და ქ. რუსთავის ტერიტორიები) შესაბამისი რისკ-ფაქტორების მხედველობაში მიღებით. • დადგენილია ცუნამის ტიპის ტალღის მოძრაობის სიჩქარე, დატბორილ ტერიტორიებზე წყალდიდობის სიღრმეები და მათი განშლადობის გეომეტრიული ზომები მდინარის კალაპოტის სიმეტრიის ღერძიდან მარცხენა და მარჯვენა ნაპირებზე; მონაცემები GIS ტექნოლოგიების გამოყენებით დატანილია ციფრულ რუკაზე; • ჟინვალის წყალსაცავზე 2020 წლის ექსპედიციის პერიოდში განხორციელებული საველე სამეცნიერო და 			

- თეორიული კვლევების ანალიზის საფუძველზე ჟინვალის მიწის კაშხლის შესაძლო ავარიის შემთხვევაში დადგენილია წყლით დატბორილი ტერიტორიების მაღალი რისკის მქონე ფართობები და მოსახლეობის რაოდენობა, რომელიც დუშეთისა და მცხეთის რაიონის მუნიციპალიტეტებში პირველი მიახლოებით შეადგენს 14 823 ადგილობრივ მოსახლეს;
- სამეცნიერო ნაშრომში პირველად დამუშავებულია მეთოდოლოგია, სადაც ყურადღება გამახვილებულია სტიქიის შედეგად მიყენებული ზარალის შეფასებაზე, აღრიცხვასა და დაზარალებული მოსახლეობის სარეაბილიტაციო გეგმის დამუშავებაზე, ანალიზსა და მდგრადობაზე;
 - ჟინვალის მიწის კაშხლის შესაძლო ავარიის შემთხვევაში მიყენებული ზარალი პირველი მიახლოებით წარმოდგენილია, როგორც უშუალოდ ჰიდროტექნიკური ობიექტისადმი მიყენებული ზარალის, მრეწველობის, სოფლის, სატყეო, კომუნალური მეურნეობების და ადამიანური მსხვერპლით გამოწვეული ზარალის ჯამი;
 - წყალდიდობის სარისკო ზონებში მცხოვრები მოსახლეობის ეკოლოგიური განათლების ამაღლების მიზნით განხილული და შეფასებულია საგანგებო სიტუაციებში, მათ შორის, წყალდიდობის დროს ქვევისა და მოქმედების წესების ცოდნა მოსახლეობისათვის, რომელიც ცხოვრობს სტიქიის მაღალი რისკის ზონაში;
 - წარმოდგენილია კონკრეტული ხერხების ცოდნისა და რაციონალური ქმედებების განმსაზღვრელი ცოდნის მიმართულებები, რომლებიც ამავე დროს განაპირობებს ექსტრემალურ პირობებში ადამიანის ფსიქოლოგიურ მედეგობას და თვითრწმენის განმტკიცებას. აღნიშნულია, რომ თუ მოსახლეობა ცხოვრობს კაშხლის ქვედა ბიეფში, მაშინ იგი განეკუთვნება მაღალი რისკის ზონას და მოსახლეობამ უნდა იცოდეს წყლით დატბორვის შესაძლო საზღვრები, აგრეთვე საცხოვრებელ ადგილთან უშუალო სიახლოვეში მდებარე ამაღლებული ადგილები, რომლებიც იშვიათად იტბორება და მათთან მისასვლელი უმოკლესი გზები.
 - კაშხლის ქვედა ბიეფში ე.ი. წყალდიდობის მაღალი რისკის ზონაში მცხოვრებმა ადგილობრივმა მოსახლეობამ, ოჯახის თითოეულმა წევრმა უნდა იცოდეს ევაკუაციის გეგმა, სამედიცინო მომსახურების სისტემის მდებარეობა, ასევე უეცრად მოვარდნილი და სწრაფად ფორმირებული წყალდიდობის შემთხვევაში ქვევის წესები და მისი განხორციელების გზები.

4. უცხოური გრანტებით დაფინანსებული სამეცნიერო პროექტები

4.2.

№	დასრულებული (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი, დამფინანსებელი ორგანიზაცია/ სამეცნიერო ფონდი, ქვეყანა	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1.	აკადემიური თანამშრომლობა	2016-2020	1. ინაშვილი ი. - პროექტის პასუხისმგებელი

<p>შესაძლებლობების გაზრდისათვის გარემოსდაცვით სწავლებაში (AGGES), გარემოს დაცვის ინჟინერია, #135, ავსტრიის თანამშრომლობის პროგრამა უმაღლეს განათლებისა და კვლევის განვითარებისათვის (APPEAR), ავსტრია</p>	<p>კოორდინატორი, ადმინისტრირება და მართვა, ინჟინერ-ეკოლოგი; 2. ბზიავა კ. - პროექტის ძირითადი შემსრულებელი, სოფლის მეურნეობის ექსპერტი, აკრედიტაციის ექსპერტი; 3. ბაგრატიონ-დავითაშვილი ა. - მონაცემთა შეგროვება, სტატისტიკური ანალიზი, კურიკულუმის და სილაბუსების შედგენა; 4. კლიმიაშვილი ი. - ტრენინგების, ვორქშოპების, სემინარების, სავლე გასვლების ორგანიზება და მხარდაჭერა.</p>
<p>დასრულებული კვლევითი პროექტის 2020 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>1. 2018 წლის 24 ოქტომბერს საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის საკონფერენციო დარბაზში აკადემიის აგროსაინჟინრო სამეცნიერო განყოფილებისა და სასოფლო-სამეურნეო მელიორაციის მიმართულების ეროვნული კოორდინატორის ჯგუფის ინიციატივით გაიმართა მრგვალი მაგიდა საერთაშორისო პროექტის - „აკადემიური თანამშრომლობა შესაძლებლობების გაზრდისათვის გარემოსდაცვით სწავლებაში (ACCES)“ ფარგლებში. მრგვალი მაგიდის თემა: „ელექტრონული სწავლება წყლის ინჟინერიაში“. მრგვალი მაგიდა გახსნა აკადემიის ვიცე-პრეზიდენტმა, აკადემიკოსმა გივი ჯაფარიძემ. მან მონაწილეებს გააცნო აკადემიის მისია და მიზნები, მისი როლი არა მხოლოდ სამეცნიერო, არამედ საგანმანათლებლო მიმართულებით. ასევე, მან აღნიშნა, რომ სწავლა-სწავლების თანამედროვე მეთოდების დანერგვა მეტად მნიშვნელოვანია ახალგაზრდა თაობის აღზრდის მიმართულებით. მოხსენებებით გამოვიდნენ: - უილიზალდ ლოისქანდლი, პროფესორი, ავსტრიის ვენის ბუნებრივი რესურსებისა და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებების უნივერსიტეტი (BOKU); - მარგარიტა ჰიმელბაუერი - პროფესორი, ავსტრიის ვენის ბუნებრივი რესურსებისა და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებების უნივერსიტეტი (BOKU);</p> <p>- მომხსენებლები საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტიდან: პროფესორი ი. ყრუაშვილი - აკადემიის სასოფლო-სამეურნეო მელიორაციის მიმართულების ეროვნული კოორდინატორი, პროფესორები ი. ინაშვილი და კ. ბზიავა.</p> <p>მომხსენებლებმა აღნიშნეს აკადემიისა და საგანმანათლებლო დაწესებულებებს შორის თანამშრომლობის მნიშვნელობა, როგორც ეროვნულ, ასევე საერთაშორისო დონეზე, აგრეთვე ის, რომ გარემოსდაცვითი განათლება მდგრადი განვითარების ძირითად ფაქტორს წარმოადგენს, რამდენადაც ხელს უწყობს ახალგაზრდა თაობის ზოგადი ცნობიერების, ეკოლოგიური საფრთხეებისა და რისკების შესახებ ცოდნის ამაღლებას. პროექტის საერთო მიზანია, ხელი შეუწყოს საქართველოში უმაღლესი განათლების გაუმჯობესებას, განსაკუთრებით, ეკოლოგიური და შრომის ბაზრის მოთხოვნების გათვალისწინებით. კერძოდ, ACCES-ს პროექტის ფარგლებში ყურადღება დაეთმობა:</p> <ul style="list-style-type: none"> • უნივერსიტეტის შესაძლებლობათა გაზრდას ინოვაციური გარემოს ინჟინერიის სამაგისტრო საგანმანათლებლო პროგრამის შექმნის გზით, რომელიც დაფუძნებული იქნება უახლესი სწავლების მეთოდებსა და სტრატეგიაზე; • ცოდნის გადაცემის მიზნით, აკადემიური პერსონალის კომპეტენციების ცოდნის გადაცემის მიზნით, აკადემიური პერსონალის კომპეტენციების განმტკიცებას, სწავლებისა და კვლევის არსებული მიდგომების ხარისხის გაუმჯობესებით; • სამეცნიერო-პედაგოგიური კვალიფიკაციის რეალიზების მიზნით უმაღლესი განათლების სისტემაში გენდერული თანასწორობის გაძლიერება და თანაბარი შესაძლებლობების მრავალფეროვნების 	

ხელშეწყობა;

- უმაღლესი განათლების სისტემის დინამიკური ჩარჩოს ფარგლებში ნაყოფიერი თანამშრომლობის განვითარება კვლევისა და სწავლების რაციონალურ იდეებზე დამყარებულ აზრთა გაცვლითა და დიალოგით.

პროექტის ძირითადი ამოცანებია: არსებული სამაგისტრო სასწავლო პროგრამის „წყლის ინჟინერია“ განახლება; ახალი სამაგისტრო სასწავლო პროგრამის „გარემოს ინჟინერია“ შექმნა, რომელიც დაეფუძნება უახლესი კვლევების შედეგებს, სასწავლო მეთოდებსა და ხერხებს; ახალი მოსაზრებებისა და პერსპექტივების მიღწევის მიზნით პროფესიონალური, კულტურული და პირადი ცოდნა-გამოცდილების გაზიარებასაქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიას, სტუ-ს და BOKU-ს შორის.

მოხსენებების მოსმენის შემდეგ გაიმართა აკადემიის წევრების და სპეციალისტების საინტერესო გამოსვლები, რომელშიც მონაწილეობა მიიღეს - აკადემიკოსებმა ელგუჯა შაფაქიძემ, არჩილ ვაშაკიძემ, ჯემალ კაციტაძემ, აკადემიის მთავარმა სპეციალისტმა, დოქტორმა გივი მოსაშვილმა, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის პროფესორებმა დავით გუბელაძემ, დიმიტრი ნატროშვილმა, ტექნ. მეცნ. დოქტორმა ირაკლი დვალმა.

მრგვალი მაგიდის დასასრულს გამოითქვა მოსაზრება, რომ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის აგროსაინჟინრო სპეციალობების საგანმანათლებლო პროგრამების მომზადებაში უნივერსიტეტის პროფესორასთან ერთად აქტიურად უნდა ჩაერთონ ზემოთ აღნიშნული პროექტის ძირითადი შემსრულებლები, აკადემიის მეცნიერები და შემდეგ უნდა მოხდეს აკადემიის შესაბამის სამეცნიერო განყოფილებაში ამ პროგრამების პერიოდულად ერთობლივი განხილვა.

აღნიშნული პროექტის ფარგლებში განხორციელდა არსებული ინგლისურენოვანი სამაგისტრო პროგრამის და სილაბუსების მოდიფიცირება. გამოსაცემად მზად არის ორი სახელმძღვანელო.

6. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

6.1. მონოგრაფიები/წიგნები

№	ავტორი/ავტორები	მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	იორდანიშვილი ი., გავარდაშვილი გ., ირემაშვილი ი., იორდანიშვილი კ.	ჰიდროსაინჟინრო ტერმინოლოგიისა და ცნებების განმარტებითი ენციკლოპედიური ტიპის გზამკვლევი ცნობარი-ლექსიკონი (იბეჭდება). ISBN 978-9941-26-255-5	ქ. თბილისი, უნივერსალი	370
2	გავარდაშვილი გ., სუპატაშვილი თ., კუხალაშვილი ე.,	მოწყვლადი ინფრასტრუქტურის უსაფრთხოების რისკების შეფასება	თბილისი, გამომცემლობა - „საჩინო“, 2020	70

	ნატროშვილი გ., ქუფარაშვილი ი., ირემაშვილი ი., ზზიავა კ.	ჟინვალის მიწის კაშხლის მოსალოდნელი კატას- ტროფის ფორმირებისას და სარისკო ზონებში მცხოვრები მოსახლეობის ეკოლოგიური განათლების ამაღლება. ISBN 978-9941-9678-0-1		
3	თოფურია ლ., თოფურია ე.	ბ-ფრუქტოფურანოზიდას გამოყოფა, გაწმენდა და დახასიათება (იბეჭდება)	საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“ თბილისი, კოსტავას 77	122

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1. ცნობარში მოცემულია ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული საკითხები ისეთი სპეციალური დისციპლინებისა, როგორცაა: ჰიდრავლიკის საფუძვლები, ჰიდროლოგია, ჰიდროტექნიკური ნაგებობები, საინჟინრო მელიორაცია, ჰიდროელექტროსადგურები, სანაოსნო გზები და ნავსადგურები, წყალმომარაგების ქსელები და სისტემები, საინჟინრო ეკოლოგია და სხვა. აგრეთვე თავმოყრილია ბუნებრივ-ისტორიული ფაქტორები, 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.

2. განხილულია შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის საგრანტო პროექტის #FR17_615, „მოწყვლადი ინფრასტრუქტურის უსაფრთხოების რისკების შეფასება მოსალოდნელი კატასტროფების ფორმირებისას“ შედეგები ფონდის ფინანსური მხარდაჭერით და პროექტის გეგმა-გრაფიკის თანახმად, 2020 წლის პერიოდში დუშეთის რაიონში ჟინვალის მიწის კაშხალზე განხორციელებული ექსპედიციების დროს ჩატარებული საველე-მეცნიერული კვლევების თანახმად, დაზუსტებულია კომპიუტერული პროგრამების (Volna-4 და MIKE-21) ალგორითმები და GIS ტექნოლოგიების გამოყენებით შემოთავაზებულია ჟინვალის მიწის კაშხლის სხვადასხვა ნგრევის ხარისხით ($E_s = 1,0; 0,75; 0,50; 0,25$) შესაძლო ავარიის შემთხვევაში წარმოშობილი ცუნამის ტიპის ტალღის ჰიდროდინამიკური პარამეტრების პროგნოზირების მეთოდოლოგია დროის ფაქტორის გათვალისწინებით და დადგენილია დატბორილი ტერიტორიების კონტურები (დუშეთისა და მცხეთის მუნიციპალიტეტის ტერიტორიები, ქ. თბილისისა და ქ. რუსთავის ტერიტორიები) შესაბამისი რისკ-ფაქტორების მხედველობაში მიღებით.

ჰიდროტექნიკური ნაგებობების გარღვევის მიზეზი შესაძლებელია იყოს ბუნებრივი სტიქიური მოვლენები (მიწისძვრა, მეწყერი, გრიგალი, ღვარცოფი და სხვა.), ტექნოგენური ფაქტორები (ნაგებობათა კონსტრუქციების კოროზია და რღვევა, წყლის ადების რეჟიმის დარღვევა, ფილტრაციული ნაკადები და

სხვ.), აგრეთვე დივერსიულ-ტერორისტული თავდასხმა და ომიანობის პერიოდში კაშხლის დამანგრეველი იარაღის გამოყენება.

ჟინვალის მიწის კაშხლის ძირითად ფუნქციას წარმოადგენს დაიცვას გარემო, სამეურნეო ობიექტები, ადამიანის სიცოცხლე მდ. არაგვის კალაპოტში ფორმირებული წყალდიდობებისაგან, ღვარცოფებისაგან, თუმცა არასწორი ექსპლუატაციისა და ბუნების ექსტრემალური მოვლენების (მიწისძვრა, კატასტროფული წყალმოვარდნები და სხვ.) პირობებში თვით ჟინვალის მიწის კაშხალი შესაძლებელია გახდეს დიდი კატასტროფის მიზეზი.

საკვლევი ჰიდროდინამიკური ობიექტის, ჩვენ შემთხვევაში 102 მეტრი სიმაღლის ჟინვალის მიწის კაშხლის გარღვევისას პოტენციურად წარმოიქმნება დამანგრეველი ცუნამის ტიპის ტალღები. მათი სიმძლავრე დამოკიდებულია წყლის რაოდენობასა და სიჩქარეზე. სწორედ ამის გამოა საშიში ისეთი ჰიდროდინამიკური ობიექტები, რომელთა რეზერვუარები შეიცავენ დიდი რაოდენობის წყალს, აქვთ ზედა და ქვედა ბიეფებს შორის სიმაღლეთა მნიშვნელოვანი სხვაობა (დიდი დაწნევა).

გარღვევის ტალღას და წყლის უზარმაზარ მასას შეუძლია წალეკოს თავის გზაზე ყველაფერი - შენობა-ნაგებობები, სასოფლო-სამეურნეო სავარგულები, გამოიწვიოს ადამიანთა მსხვერპლი და დიდი მატერიალური ზარალი [4,10].

ჰიდროტექნიკური ნაგებობის უსაფრთხოების რისკის კატეგორიიდან გამომდინარე (ტექნოლოგიური, ეკოლოგიური და სოციალური) და ნაგებობის მესაკუთრის უსაფრთხოების დეკლარაციის მიხედვით დაცული უნდა იყოს კაშხლის ექსპლუატაციის პირობები ნაგებობის კვანძებისა და ყველა დამხმარე ნაგებობის, შენობის, მოწყობილობის უსაფრთხო ექსპლუატაციისა და მათი ნორმალური მუშაობის პირობების შემოწმების გათვალისწინებით.

საქართველოში წყალდიდობების რისკების შეფასების ევროკავშირის დირექტივის საფუძველზე (1 იანვარი, 2012, <http://www.slovakaid.sk/>) აუცილებელია ქვეყნის კანონმდებლობაში ევროკავშირის წყალდიდობების რისკების შეფასების დირექტივის ჰარმონიზაციის [10] და იმპლემენტაციის მექანიზმის განვითარება, რაც გულისხმობს:

- საქართველოს კანონმდებლობაში ევროკავშირის წყალდიდობების რისკების შეფასების და მართვის დირექტივის ჰარმონიზაციის და იმპლემენტაციის საგზაო რუკის დამუშავებას;

- პასუხისმგებლობისა და ქმედებების დირექტივის პროექტის მომზადებას წყალდიდობების პროგნოზირებისა და ადრეული გაფრთხილების დარგში შესაბამისი სამინისტროებისათვის, რაც გულისხმობს:

- ✓ წყალდიდობების რისკების არეალში სტიქიის საწინააღმდეგო მეთოდოლოგიების შემუშავებას და ჰიდროლოგიურ მონიტორინგს;

- ✓ წყალდიდობების რისკების არეალის განსაზღვრისათვის მეთოდოლოგიის მომზადებას;

- ✓ მთელი ქვეყნისათვის მდინარეთა აუზებში წყალდიდობების რისკის ზონების რუკის მომზადებას GIS-ის ფორმატში;

- ✓ წყალდიდობების პროგნოზირებისათვის თანამედროვე ჰიდროლოგიური მოდელების დანერგვას;

- ✓ მდინარეთა წყალშემკრებ აუზებში ავტომატური ჰიდროლოგიური სადგურების მოწყობას;

- ✓ წყალდიდობების პროგნოზირების საკითხებში ახალგაზრდა ექსპერტების მომზადებას და სხვ.

3. მონოგრაფია ეძღვნება ფერმენტული პრეპარატების წარმოების პრობლემებს. მაღალი სისუფთავის ფერმენტების წარმოებას აქვს დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა. მათ ფართოდ იყენებენ მედიცინის დარგში, კვების მრეწველობაში, სოფლის მეურნეობაში.

პირველად არის გამოყოფილი ინვერტაზა, მიკრომიცეტთა შერწყმის შედეგად მიღებული

ფუზანტიდან, რომელიც თერმოდგრადობით აღემატება დედა შტამის მიერ სინთეზირებულ ანალოგს; ნაჩვენებია ფუზანტიდან მიღებული ინვერტაზას იმობილიზაციის პრინციპიალური შესაძლებლობა სხვადასხვა მატარებლებზე განსხვავებული მეთოდებით. შესწავლილია გამოყოფილი ინვერტაზას ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები. მიღებულია ინვერსიული შაქარი იმობილიზებული ინვერტაზას გამოყენებით.

კვლევის ობიექტს წარმოადგენდა ინვერტაზას (β-ფრუქტოფურანოზიდაზას) პროდუცენტები, მიკრომიცეტების (*aspergillus niger-147-A* და *Allesheria terrestris*) შერწყმით მიღებულია ფუზანტი, რომელიც მიღებულია საქართველოს აკადემიის მეცნიერებათა ბიოქიმიის ინსტიტუტში. აღნიშნული კულტურა ხასიათდება მაღალი β-ფრუქტოფურანოზიდაზული აქტივობით.

ექსპერიმენტული მონაცემები სტატისტიკურად დამუშავებულია, წარმოდგენილ მასალას თან ახლავს ცხრილები, გრაფიკები.

ნაშრომში შესწავლილია კვლევის შედეგად მიღებული იმობილიზებული ინვერტაზას სტაბილური და აქტიური ფორმები, რომელთა გამოყენება შეიძლება პერიოდული და უწყვეტი მოქმედების რეაქტორში.

ნაშრომში წარმოდგენილ მონაცემებს აქვს მნიშვნელოვანი სამეცნიერო ინტერესი.

ნაშრომი საინტერესო იქნება როგორც სტუდენტებისათვის, მაგისტრანტებისათვის, ისე ბიოტექნოლოგიის ქიმიის პრობლემებზე მომუშავე მეცნიერ-თანამშრომელთათვის.

6.2. სახელმძღვანელოები

№	ავტორი/ავტორები	სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	დიაკონიძე რ.	სალექციო კურსი „ჰიდროლოგიის საფუძვლებში“	(იბეჭდება)	280
2	გუბელაძე დ., ხარაიშვილი ო.	სასოფლო-სამეურნეო ჰიდრომელიორაცია ISBN 978-941-8-2230-8	ქ. თბილისი, გამომცემლობა ინდ. მეწარმე გოჩა დალაქიშვილი	608
3	პავლიაშვილი ს., გუბელაძე დ.	სოფლის მეურნეობა ეკონომიკური ეფექტიანობის მართვა და ცირკულარული ეკონომიკა ISBN 978-994 8-2640	ქ. თბილისი, „მწიგნობარი“	424
4.	ინაშვილი ი., დენისოვა ი., ბზიავა კ., კლიმიაშვილი ი., ზაგრატიონ-	წყლის რესურსების მონიტორინგი	თბილისი, საქართველო „ტექნიკური უნივერსიტეტი“	სახელმძღვანელო მზად არის გამოსაცემად

	დავითაშვილი ა.			
5.	ინაშვილი ი., ზაგრატიონ- დავითაშვილი ა., ბზიავა კ., დენისოვა ი., კლიმაშვილი ი.	გარემოს ინჟინერია	თბილისი, საქართველო „ტექნიკური უნივერსიტეტი“	სახელმძღვანელო მზად არის გამოსაცემად
6.	კუციავა ნ., თოფურია ე., ტუსიაშვილი თ., ედელაშვილი თ.	ზოგადი ქიმიის კურსი	საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“ თბილისი, კოსტავას 77(იბეჭდება, გამოდის 2021წ.)	184
7.	ელიავა გ., ცინცაძე თ., თოფურია ლ., თოფურია ე.	ლოატაციის და ექსტრაჰირების პროცესები და მათი გამოყენება ქიმიურ- ფარმაცევტულ და მიკრობიოლოგიურ წარმოებაში	გამომცემლობა „გეორგიკა“ თბილისი 2020წ ISBN 978-9941-8-2820-1	114

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1. სახელმძღვანელოში „ჰიდროლოგიის საფუძვლები“ ლექციების კურსი წარმოდგენილია სასწავლო სილაბუსების მიხედვით, რაც ამარტივებს სტუდენტებისათვის სასწავლო კურსის ათვისების პროცესს.

2. სახელმძღვანელო შედგენილია დარგის სპეციფიკის გათვალისწინებით შედგება 18 თავისაგან და მასში განხილულია შემდეგი საკითხები:

თავი 1. სასოფლო-სამეურნეო ჰიდრომელიორაციის განვითარების ისტორიული მიმოხილვა;

თავი 2. სასოფლო-სამეურნეო ჰიდრომელიორაციის ძირითადი ამოცანები;

თავი 3. მელიორაციული ჰიდროლოგია;

თავი 4. ნაკადის მოძრაობის ჰიდრაულიკა და ჰიდრომეტრია;

თავი 5. მცენარის მიერ ნიადაგიდან წყლის გამოყენება;

თავი 6. სასოფლო - სამეურნეო ფართობების მორწყვა;

თავი 7. მორწყვის ტექნიკა;

თავი 8. მორწყვა ჰორიზონტალური ფილტრაციით;

თავი 9. მორწყვა ვერტიკალური ფილტრაციის საშუალებით;

თავი 10. ცალკეული კულტურების მორწყვა;

თავი 11. სარწყავი სისტემა;

თავი 12. რწყვის ფორმები;

თავი 13. დაჭაობებული მიწების დაშრობა (დრენაჟი);

თავი 14. სისტემური ჰორიზონტალური დრენაჟის გაანგარიშება გრუნტის წყლების დამყარებული მოძრაობის დროს;

თავი 15. ჰიდრომელიორაციული ღონისძიებების გატარების უარყოფითი შედეგები და მისი აღმოფხვრის მეთოდები;

თავი 16. მლაშე ნიადაგების მელიორაცია;

თავი 17. სასოფლო-სამეურნეო წყალმომარაგება;

თავი 18. სარწყავი წყლის მიწოდების სქემა და მომსახურების ფორმები განხილულია სასოფლო-სამეურნეო ჰიდრომელიორაციული სისტემების მართვის საერთაშორისო მოდელები; წარმოდგენილია დასკვნები და წინადადებები.

3. სოფლის მეურნეობა, ეკონომიკური ეფექტიანობა და ცირკულარული ეკონომიკა. სახელმძღვანელო ათწლეულების მანძილზე სოფლის მეურნეობის დარგში პროდუქტიულობისა და ეფექტიანობის ზრდის გამო საარსებო გარემო წნეხის ქვეშ მოექცა, რაც აისახა წყლის და ნიადაგის ხარისხზე, ბიომრავალფეროვნებაზე, ეკოსისტემურ სერვისებზე, კლიმატზე და სხვა. დედამიწის რესურსების შემდგომი განლევისა და ჭარბი მოხმარების თავიდან ასაცილებლად სისტემის შეცვლაა საჭირო. მხოლოდ წარმოების ხარჯების შემცირებაზე ფოკუსირების ნაცვლად ყურადღება უნდა მივმართოთ ნედლეულის მოხმარების შემცირებაზე, რისთვისაც ნედლეული ციკლებში უფრო ეფექტურად უნდა მოიხმარებოდეს.

საბაზრო ეკონომიკური ურთიერთობების ფორმირების პროცესში თანამედროვე ტექნოლოგიურ მიღწევათა ფართოდ გამოყენება სასოფლო-სამეურნეო საქმიანობის ეკონომიკური ეფექტიანობის ამაღლების თეორიული და პრაქტიკული საკითხებისადმი სრულიად ახლებურ მიდგომას საჭიროებს.

ცირკულარული მიდგომა და აგროსამრეწველო სისტემის მდგრადობა მწვანე განვითარების მნიშვნელოვანი მიმართულებაა. აგროსამრეწველო პოლიტიკის შემქმნელებმა, მკვლევარებმა და წარმომადგენლებმა უნდა შეისწავლონ, ცირკულარულ მიდგომებს რა წვლილის შეტანა შეუძლია მდგრად წარმოებაში და აგროსამრეწველო სისტემის მწარმოებლურობის გაზრდაში.

ცირკულარული ეკონომიკის პრინციპებზე დაყრდნობით კვების მრეწველობის სისტემების რეკონსტრუქცია დაგვიხმარება საკვების ნარჩენებთან დაკავშირებული გლობალური გამოწვევის გადაჭრაში, რისთვისაც საჭიროა საკვების წარმოების ღირებულებათა ჯაჭვის შემოკლება და მისი რესურსეფექტურობის გაზრდა. ამჟამად წარმოებული საკვების ერთი მესამედი იკარგება ან ნარჩენებში ხვდება, რის გამოც სასურსათო უსაფრთხოებისა და საკვების უზრუნველსაყოფად მისი გამოყენება ვერ ხერხდება, ხოლო ბუნებრივ რესურსებზე ზეწოლა იზრდება. საკვების წარმოების დროს ენერჯის დანაკარგი მსოფლიოში მოხმარებული ენერჯის დაახლ. 10 %-ს უტოლდება, ხოლო საკვების ნარჩენების ნახშირბადის კვალი წლიურად 3.5 გტ CO₂ სათბურის აირების გაფრქვევის ექვივალენტურია.

ეფექტიანი ეკონომიკური მიდგომა მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს საქართველოს სოციალურ-ეკონომიკურ განვითარებას და ქვეყნის აგროეკოსისტემების მდგრადობას. საქართველოს ეკონომიკის ერთ-ერთ წამყვან დარგში, კერძოდ კი სოფლის მეურნეობაში აგროწარმოების ეფექტიანობის ამაღლებისათვის უდიდესი ფინანსური და მატერიალური რესურსების მოზიდვაა საჭირო.

საქართველოში სასოფლო-სამეურნეო საქმიანობის ეკონომიკურმა კვლევამ, განვითარებული ქვეყნების გამოცდილების გათვალისწინებით ცხადყო, რომ ეკონომიკური ეფექტიანობის კომპლექსური მართვისათვის უმთავრესია ცირკულარულ ეკონომიკაზე გადასვლა, რაც ტრადიციული წრფივი ეკონომიკის ალტერნატიული მოდელის შექმნას გულისხმობს. ამ მოდელში სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციას, გამოსავლიანობის შესაბამისად, მაქსიმალური გამოყენება ექნება, ხოლო დარჩენილ სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციას, ყოველი საწარმოო ციკლის ღირებულებიდან გამომდინარე, გადამუშავების შემდგომ ახალი მოხმარების შესაძლებლობა ეძლევა. ნაშრომის მიზანიც სწორედ ესაა: სასოფლო-სამეურნეო წარმოების ეფექტიანი ეკონომიკური მართვის ახალი მოდელის წარმოდგენა ცირკულარული ეკონომიკის პრინციპებზე დაყრდნობით.

არსებული მდგომარეობის ანალიზის საფუძველზე, სახელმძღვანელოში განხილულია:

აგროეკოსისტემების მდგრადობის მნიშვნელობა სოფლის მეურნეობაში, აგრარული დარგის ხარჯთეფექტიანად მართვასთან დაკავშირებული პრობლემები, ცირკულარულ მოდელზე გადასვლის ძირითადი მიდგომები; განმარტებულია ეკონომიკური ეფექტიანობის არსი, კრიტერიუმები და ინდიკატორთა სისტემა; განხილულია საქართველოს სოფლის მეურნეობაში ეკონომიკური ეფექტიანობის მართვის საკითხები და მისი ხელშემშლელი ფაქტორები; გაანალიზებულია სასოფლო-სამეურნეო საქმიანობის დაბალი ეფექტიანობის ძირითადი მიზეზები და ის მნიშვნელოვანი მოთხოვნები, რომელიც კომპლექსური, ფუნქციური და რესურსული მართვის სისტემის ამალგებისა და განვითარების პერსპექტივებს ითვალისწინებს; შეფასებულია ქვეყნის არსებული ბუნებრივი რესურსების: ნიადაგი, წყალი და ა.შ. არსებული მარაგების გამოყენების ოპტიმიზაცია; განსაზღვრულია სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების გამოყენების ეფექტიანობა; დადგენილია ნაყოფიერი ნიადაგის ოპტიმალური გამოყენების ფაქტორები; სასოფლო-სამეურნეო საქმიანობის განმსაზღვრელი გარემოებები; დარგის ორგანიზაციულ-სტრუქტურული სქემები; სოფლის მეურნეობაში ნიადაგის გაუმჯობესებისათვის საირიგაციო სისტემების ეფექტიანი მართვის მოდელები; სასოფლო-სამეურნეო საქმიანობის ეფექტური დაფინანსების საკითხები; განხილულია აგრობიზნეს საქმიანობისათვის კონკურენტუნარიანი გარემო; დასაბუთებულია ცირკულარულ ეკონომიკაზე გადასვლის უპირატესობანი.

4. ბუნებრივი წყლების ხარისხის შესახებ ინფორმაცია მნიშვნელოვანია როგორც ეკოლოგიური თვალსაზრისით, ისე საჭიროა ყველა სახის წყალმომხმარებელთათვის. ინფორმაციის მიღება ბუნებრივი წყლების ხარისხის შესახებ ხორციელდება მონიტორინგის სისტემების საშუალებით.

ტერმინი მონიტორინგი გულისხმობს გარემოზე დაკვირვებას, მისი მდგომარეობისა და ანთროპოგენული ზემოქმედებით გამოწვეული ცვლილებების ანალიზს, შეფასებასა და პროგნოზირებას.

მონიტორინგი მოიცავს რამდენიმე ძირითად პროცესს:

- დაკვირვების ობიექტის გამოყოფა-განსაზღვრას;
- განსაზღვრული ობიექტის გამოკვლევას;
- დაკვირვების ობიექტის ინფორმაციული მოდელის შედგენას;
- ობიექტის მდგომარეობის შეფასებასა და ინფორმაციულ მოდელთან იდენტიფიცირებას;
- დაკვირვების ობიექტის ცვალებადობის პროგნოზირებას;
- მომხმარებლისთვის ინფორმაციის წარდგენას.

ზედაპირული და გრუნტის წყლების მონიტორინგის მეშვეობით შესაძლებელია დადგინდეს წყლის ობიექტების ეკოლოგიური სტატუსი. უნდა აღინიშნოს, რომ მონიტორინგის სისტემა არ მოიცავს გარემოს ხარისხის მართვას, იგი იძლევა მნიშვნელოვან ინფორმაციას ეკოლოგიური კუთხით გადაწყვეტილებების მისაღებად.

მონიტორინგის სისტემა არის წყლის ხარისხის მართვის პროგრამების განხორციელებისთვის მნიშვნელოვანი საინფორმაციო წყარო. იგი აგროვებს და ახდენს ისეთი ინფორმაციის სისტემატიზირებასა და ანალიზს, როგორცაა: გარემოს მდგომარეობა; მდგომარეობის მიმდინარე და მოსალოდნელი ცვლილებების მიზეზები (წყაროები და ზემოქმედების ფაქტორები); გარემოს ცვლილებების და დატვირთვების ზღვრები; ბიოსფეროს არსებული რეზერვები.

წყლის ხარისხის მართვის პროგრამების შემუშავებისთვის, მონიტორინგის სისტემები ახდენს ისეთი სახის ინფორმაციის მიწოდებას, როგორცაა:

- ნიადაგსა და ბუნებრივ წყლებში დამაბინძურებელი ნივთიერებების მოხვედრის წყარო - წარმოება, ენერგეტიკა, ტრანსპორტი და სხვა ობიექტები; ჩამდინარე წყლები; დაბინძურებული და ბიოგენური ზედაპირული ჩამონადენი; ნიადაგში შეტანილი სასუქები და შხამქიმიკატები; საწარმოო და

კომუნალური ნარჩენების სამარხები; ტექნოგენური ავარიები, რომელთა შედეგად ნიადაგსა და წყალში ხვდება საშიში ნივთიერებები და ა.შ.

- დამაბინძურებელი ნივთიერებების წყალში გადატანის და მიგრაციის პროცესები;
- დამაბინძურებელი ნივთიერებების ლანდშაფტურ-გეოქიმიური გადასაწილების პროცესები - დამაბინძურებელი ნივთიერებების მიგრაცია ნიადაგის პროფილში გრუნტის წყლების დონემდე; დამაბინძურებელი ნივთიერებების მიგრაცია ლანდშაფტურ-გეოქიმიური შეუღლებით გეოქიმიური ბარიერებისა და ბიოქიმიური ბრუნვის გათვალის-წინებით; ბიოქიმიური ბრუნვა და ა.შ.;
- ემისიის ანთროპოგენული წყაროების მდგომარეობის მონაცემები - ემისიის წყაროს სიმძლავრე და ადგილმდებარეობა, გარემოში ემისიის მოდინების ჰიდროდინამიკური პირობები.

მნიშვნელოვნად განსხვავებულია წერტილოვანი და დიფუზური დაბინძურების წყაროების მონიტორინგისა და მართვის სტრატეგია. ვინაიდან დიფუზური დაბინძურება ძნელად ექვემდებარება რეგულირებას, იგი მოითხოვს მთელი რიგი ანთროპოგენულად ტრანსფორმირებული ობიექტების მართვის განხორციელებას. დიფუზური წყაროების გაბნევის ხასიათი (მაგ. სოფლის მეურნეობა, სატყეო მეურნეობა, ურბანიზებული ტერიტორიები) და დამაბინძურებელი ნივთიერებების მრავალფეროვნება ქმნის სირთულეებს მათი კონტროლის განხორციელებისას. მიუხედავად იმისა, რომ წყლის ხარისხის მართვის საკითხებში მიღწეულ იქნა გარკვეული პროგრესი, მაიც ჩასატარებელია დიდი სამუშაოები დიფუზური წყაროების ისეთი მართვის სტრატეგიის განსაზღვრისთვის, რომელიც იქნება როგორც ეკონომიკურად განხორციელებადი, ისე ეფექტური სხვადასხვა გარემო პირობებში. ამ მიზნის მიღწევაში მნიშვნელოვანი როლი ენიჭება მონიტორინგს.

დიფუზური დაბინძურების წყაროების ზემოქმედების ზონაში ხორციელდება შემდეგი პარამეტრებსა და ობიექტების მონიტორინგი:

1. მყარი და თხევადი ნალექები (თოვლი, წვიმა);
2. ზედაპირული წყლები (მდინარეები, ტბები, წყალსაცავები და ა.შ.), გრუნტის წყლები, ბუნებრივი წყალსადინარების და წყალსაცავების შეწონილი და ფსკერული ნატანი;
3. ნიადაგის აქტიური შრე;
4. სასოფლო-სამეურნეო სავარგულები, მცენარეული საფარი, ნიადაგური ზოოცენოზი, შინაური და გარე-ული ცხოველების, ფრინველების, მწერების, წყლის ფლორის და ფაუნის დაბინძურება;
5. დასახლებული პუნქტების ქიმიური და რადიაცი-ული ფონი; სასმელი წყლის, საკვების და ა.შ. დაბინ-ძურება;
6. მოსახლეობის რაოდენობა და სიხშირე, შობადობა და სიკვდილიანობა, დაავადებები, თანდაყოლილი ანომალიები და სხვა.

მონიტორინგის შედეგად ხდება დიდი მოცულობის, სხვადასხვა ტიპის ინფორმაციის დაგროვება. მონაცემების ქვეშ იგულისხმება რაოდენობრივი ან თვისებრივი მახასიათებლების დაკვირვებული მნიშვნელობების ერთობლიობა. იგი შეიძლება იყოს ფიზიკური გაზომვების, ან რაიმე ნიშნის მიხედვით კლასიფიკაციის შედეგი. მონაცემების დამუშავებისთვის იყენებენ მათემატიკური სტატისტიკის მეთოდებს, რომლებიც საშუალებას იძლევა განისაზღვროს იმ ფაქტორების რაოდენობრივი პარამეტრები, რომლებიც გავლენას ახდენს წყალში მიმდინარე პროცესების განმსაზღვრელი მაჩვენებლების ცვლილებაზე, დადგინდეს სხვადასხვა მოვლენების დროში განვითარების კანონზომიერებები, გამოვლინდეს ძირითადი ტენდენციები (ტრენდები), ობიექტურად გაიზომოს და შეფასდეს ურთიერთკავშირების ხასიათი, მოხდეს მოსალოდნელი ცვლილებების პროგნოზირება და სხვა.

ამგვარად, წყლის რესურსების მონიტორინგის ძირითადი მიზანია წყლის ხარისხის მდგომარეობის შეფასება, მასზე ნეგატიური გავლენის მქონე პროცესების დროული აღმოჩენა და ხარისხის ცვლილებების

პროგნოზირება; წყლის ხარისხის გაუმჯობესების მიზნით განხორციელებული ღონისძიებების ეფექტურობის შეფასება და წყლის ხარისხის მართვის სამსახურების ინფორმაციული უზრუნველყოფა.

მოცემული სახელმძღვანელო, განკუთვნილია როგორც მათთვის, ვინც ახორციელებს დიფუზური წყაროების მონი-ტორინგს, ისე ვინც ახდენს მონაცემების შეფასებასა და ანალიზს.

სახელმძღვანელოში განხილულია მონიტორინგის პროგრამების შემუშავების ხერხები, რომლებიც მიმართულია დიფუზური წყაროების ზემოქმედებით გამოწვეული წყლის დაბინძურების შეფასებისა და წყლის ხარისხის მართვისა და კონტროლის მეთოდების ეფექტურობის დასადგენად. ვინაიდან ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში მოთხოვნები მონიტორინგის მიმართ შეიძლება განსხვავდებოდეს ერთმანეთისგან, სახელმძღვანელოში მოცემულია მონიტორინგის პროგრამის შემუშავებისთვის აუცილებელი თეორიული მასალა და ინფორმაცია, რომელიც მიესადაგება ისეთ კონკრეტულ გარემო პირობებს როგორცაა სოფლის მეურნეობა, სატყეო მეურნეობა, ურბანიზებული ტერიტორიები და სხვა.

სახელმძღვანელო გამოცემულია ავსტრიის სააგენტოს „საერთაშორისო თანამშრომლობა განათლებასა და კვლევაში“ (OeAD-GmbH) მიერ დაფინანსებული საერთაშორისო საგრანტო პროექტის # 135 „აკადემიური თანამშრომლობა შესაძლებლობების გაზრდისთვის გარემოს დაცვის სწავლებაში - APPEAR“ ფარგლებში, რომელშიც საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტთან ერთად მონაწილეობასღებულობდა ავსტრიის ქ. ვენის ბუნებრივი რესურსებისა და გამოყენებითი საბუნებისმეტყველო მეცნიერებების უნივერსიტეტი (BOKU).

5. გარემოს ინჟინერიის დარგი ეხება ისეთი პრობლემების გადაჭრას, რომელიც ეხება საზოგადოების კეთილდღეობას. იგი მნიშვნელოვან როლს ასრულებს იმ სფეროებში, სადაც ადამიანის საქმიანობამ გავლენა მოახდინა დედამიწის კლიმატზე, ზღვების დონეზე, ჩვენს მიერ ჩასუნთქული ჰაერისა და წყლისა და ნიადაგის სისუფთავეზე.

გარემოს ინჟინრებს შეუძლიათ გამოიყენონ თავიანთი ცოდნა და გამოცდილება პრობლემების ელემენტების გასაანალიზებლად, რეკომენდაციების გადასაჭრელად და ეფექტური მოქმედების უზრუნველსაყოფად.

სახელმძღვანელოში „გარემოს ინჟინერია“ მოცემულია ინფორმაციის წყაროები სტუდენტებისა და პრაქტიკოსებისთვის, რომლებიც დაინტერესებულნი არიან როგორც გარემოს ინჟინერიის პრობლემებით, ასევე მათი გადაჭრით რეალურ ცხოვრებაში.

სახელმძღვანელოში ნათლად და ლაკონურად მოყვანილია ძირითადი თემების სფეროები, რომელთა წინაშეც დგანან გარემოს პროფესიონალები. თითოეული თემისთვის შემოღებულია თეორიული პრინციპები, რასაც მოჰყვება მრავალი მაგალითი, რომელიც ასახავს სათანადო პროცესის გადაჭრის გზებს.

წიგნი დაყოფილია ექვს თავად.

პირველ თავში განხილულია ჰაერის დაბინძურების საკითხები, მისი ფიზიკო-ქიმიური საფუძვლები, ჰაერის დაბინძურების სტანდარტები, ჰაერის დაბინძურების ზემოქმედება გარემოსა და ადამიანის ჯანმრთელობაზე, ჰაერის გაწმენდის ტექნოლოგია და ხერხები, ჰაერის დაბინძურების გავლენა კლიმატის ცვლილებებზე.

მეორე თავში განხილულია მყარი ნარჩენების მენეჯმენტი, მათი წარმოქმნა და მახასიათებლები, მათი მავნე ზემოქმედება გარემოსა და ადამიანის ჯანმრთელობაზე, მყარი ნარჩენებით დაბინძურების სტანდარტები, მათი განთავსება, გადამუშავება და დამუშავების ტექნოლოგია, საჭირო აღჭურვილობა და მყარი ნარჩენების ნაგავსაყრელის პროექტირება და მისი სტანდარტები.

მესამე თავში განხილულია სახიფათო ნარჩენების მენეჯმენტი, მათი დეფინიცია და კლასიფიკაცია, სახიფათო ნარჩენებით ტოქსიურობა, დაბინძურების სტანდარტები და აუდიტი, მათი გადამუშავება,

სტაბილიზაცია/გამყარება და გაუვნებლობის ტექნოლოგია, სახიფათო ნარჩენების ნაგავსაყრელის პროექტირება და მშენებლობა.

მეოთხე თავში განხილულია წყალი და მისი ფიზიკო-ქიმიური თვისებები, მასში გახსნილი იონები, შეტივტივებული ნივთიერებები და მინარევები, წყლის ხარისხის ქიმიური მაჩვენებლები და ქიმიური საზომი სიდიდეები.

მეხუთე თავში განხილულია წყლის წრებრუნვა ბუნებაში და წყლის ბალანსი, ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლების დამაბინძურებლები და მათი წყაროები, მასში მოხვედრილი სასუქები, ფარმაცევტული და პირადი ჰიგიენის პროდუქტები, პესტიციდები და პათოგენური ორგანიზმები, ასევე სასმელი და ჩამდინარე წყლის ხარისხის სტანდარტები, წყალსატევების სტრატეგიკაციისა და ეუტროფიკაციის გამომწვევი მიზეზები.

მექვსე თავში განხილულია წყლის გაწმენდის საკითხები, წყლის ფიზიკო-ქიმიური, მიკრობიოლოგიური და რადიოლოგიური მახასიათებლები, სასმელი და ჩამდინარე წყლების გაწმენდის ეტაპები, გამწმენდი სისტემები და ტექნოლოგია, სადუქინფექციო ხსნარები და თანმხლები პროდუქტები, სასმელი და ჩამდინარე წყლების დამუშავების ნორმები და რეგულაციები, ასევე წყლის გამწმენდი სადგურების ნარჩენების მენეჯმენტი.

სახელმძღვანელოში ფართოდ არის წარმოდგენილი ვიზუალური მასალა და გარემოდაცვითი პრობლემის გადაჭრის მაგალითები.

სახელმძღვანელო განკუთვნილია სამშენებლო დარგის სტუდენტებისათვის, როგორც ბაკალავრიატის, ასევე მაგისტრანტებისა და დოქტორანტებისათვის.

ამავე დროს, სახელმძღვანელო შეიძლება გამოიყენონ სხვა სპეციალობის სტუდენტებმაც (ეკოლოგებმა, ქიმიკოსებმა, ბიოლოგებმა, ბიოქიმიკოსებმა, მიკრობიოლოგებმა, ელექტრიკოსებმა, მექანიკის ინჟინრებმა და ნიადაგმცოდნეებმა).

6. სახელმძღვანელოში განხილულია ქიმიის ძირითადი ცნებები და კანონები, ქიმიურ ელემენტთა პერიოდული სისტემა, კოორდინაციული ნაერთები და არაორგანულ ნაერთთა ძირითადი კლასები. მოცემულია თანამედროვე შეხედულებები ატომის აღნაგობასა და ქიმიურ ბმებზე. საფუძვლიანად არის ჩამოყალიბებული კინეტიკის, ხსნარის, ჟანგვა-აღდგენის, თერმოდინამიკისა და ელექტროქიმიური პროცესების საკითხები.

განკუთვნილია ტექნიკური უნივერსიტეტის სტუდენტებისთვის, ასევე ზოგადი ქიმიის საკითხებით დაინტერესებულ პირთათვის.

7. ნაშრომში განხილულია სამრეწველო ბიოტექნოლოგიის საკითხები, ბიოტექნოლოგიური სისტემის ძირითადი კომპონენტები, მოწყობილობათა კლასიფიკაცია, ტექნოლოგიური ხაზების სტრუქტურის ფორმირების კანონზომიერებები. განხილულია, აგრეთვე ფლოატაციის, ექსტრაქციის პროცესები და მათი გამოყენება ფარმაცევტულ და მიკრობიოლოგიურ წარმოებაში. განხილულია ფლოატაციის ტექნიკა, ფლოატაციის მექანიზმები. ფლოატაციის მოვლენის უკეთ გაგებისათვის და ანალიზისათვის განხილულია მისი გამოყენება როგორც ქიმიურ ტექნოლოგიაში, ისე ბიოტექნოლოგიაში.

ნაშრომში განხილულია ასევე უწყვეტი მოქმედების სხვადასხვა ტიპის ექსტრაქტორები, მათი მუშობის პრინციპები, სქემები და გაანგარიშება. თითოეულ თავს თან ახლავს საკონტროლო კითხვები ათვისებული ცოდნის შემოწმებისათვის. ფართოდ წარმოდგენილი მასალა განკუთვნილია ქიმიური, ბიოლოგიური და სამედიცინო სპეციალობების სტუდენტებისათვის, მაგისტრანტებისა და დოქტორანტებისათვის.

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

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	Гаварდაшвили Г., Иорданишвили И., Иремашвили И., Вартанов М.	Влияние изменения климата на водные ресурсы бассейна р. Куры (в пределах республики Грузия)	Вестник Брестского государственного технического университета – « Водохозяйственного строитель- ство, теплоэнергетика и гео- экология», Брест, 2020, №2, https://journal.bstu.by/index.php/icbte	Брест, Белорусия,	5
2	Gavardashvili G., Kukhalashvili E., Gavardashvil N., Kupreishvili Sh.	Modern Innovative Debris Flow control Structure. https://doi.org/10.25296/ 1997-8669-2020-14-3-X-X	// Геориск, 2020,	Москва, Россия	48-56.
3	Gavardashvili G., Vartanov M.	Methods To Calculate The Social-Economic Damage Caused By Floods DOI 10.31375/2226 – 1915-2020-3-5–11	Collection of Scientific works of Odesa National Marine University - ,, Development of Management and Entrepreneurship Methods on Transport. #3(72), https://www.daemmt.odessa.ua/index. php/daemmt/article/view/324/275	Odessa, Ukraine	5 – 11.
4	Gurgenidze D. Gavardashvili G., Aliyev V., Adam Ujma	Earth Dams Risk Management Kura River Basin doi: https://doi.org/10.21467/a bstracts.93.55	Abstract Book of the Second Eurasian RISC-2020 Conference and Symposium. Tbilisi, (April 12-19, 2020), in Tbilisi, www.eurasianrisk2020.ge	Tbilisi, Georgia	98 – 99.
5	Aliyev V., Ujma A., Gavardashvili G., Yatsuk M. Gafarov E.	Earth Dams Risk Management Kura River Basin doi: https://doi.org/10.21467/ab stracts.93.56	Abstract Book of the Second Eurasian RISC-2020 Conference and Symposium. Tbilisi, (April 12-19, 2020), in Tbilisi, www.eurasianrisk2020.ge	Tbilisi, Georgia	100 – 101.
6	Romashchenko M., Mykhailo Y, Voitovych, Gavardashvili G., Aliyev V. Ujma A.	Assessment of the Technical Condition of Protective Dams on the Reservoirs and Rivers of Ukraine doi: https://doi.org/10.21467/ab stracts.93.54	Abstract Book of the Second Eurasian RISC-2020 Conference and Symposium. Tbilisi, (April 12-19, 2020), in Tbilisi, www.eurasianrisk2020.ge	Tbilisi, Georgia	96-97.

7	Shavlakadze M. Study on the Use of Manganese-Containing Materials as a Micro Fertilizer Based on the Local Mineral Resources and Industrial Wastes in Hydroponic Systems Doi: doi.org/10.6084/m9.figshare.12489821	World Academy of Science, Engineering and Technology [Agricultural and Biosystems Engineering] Vol:14, No:3, 2020 ISSN : 1307-6892	https://publications.waset.org/10011136/study-on-the-use-of-manganese-containing-materials-as-a-micro-fertilizer-based-on-the-local-mineral-resources-and-industrial-wastes-in-hydroponic-systems http://scholarly.org/search?q=Potato	5
---	---	---	--	---

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1. სტატიაში მოცემულია ღონისძიებები, რომლებიც ხელს უწყობენ მდინარე მტკვრის წყლის რესურსების მართვის მდგრად მიდგომას, კლიმატის გლობალური დათბობის ფონზე, სარწყავი წყლის მომარაგებისათვის ეკონომიკური ხარჯების კლასიფიკაცია. წარმოდგენილი და შეფასებულია საზღვარგარეთის ქვეყნების, მაგალითად, საქართველო, აზერბაიჯანი, თურქეთი, სომხეთი, ირანი, წყლის რესურსების ინტეგრირებული მართვისათვის აუცილებელი პრინციპების შემუშავებისათვის საჭირო გარკვეული მოსაზრებები.

2. თანამედროვე ინოვაციური ღვარცოფსარეგულაციო ელასტიური ბარაჟი, რომელიც წარმოდგენილია სხვადასხვა ფორმის ელემენტებისაგან შედგენილი სექციების სახით ერთმენეთთან დაკავშირებული სხვადასხვა სახის სიხისტის ელემენტებით, ამასთან ერთად კონსტრუქციას აქვს ტრამპლინის სახე, რომლის სადაწნეო გამჭოლი ზედაპირი მრუდწირული ფორმით არის წარმოდგენილი, სადაც ენერჯის ჩაქრობა ხორციელდება სექციების სიმაღლეთა გაზრდის საფუძველზე, ამასთან ერთად ნაგებობის საიმედოობის გაზრდა და ღვარცოფის დინამიკური დარტყმის ძალასთან მოქნილობა, ასევე კონსტრუქციის ელასტიურობა მიღწეულია თანაბარი სიმაღლის მქონე პრიზმების მიჯრით სექციების სახით და წახნაგებით ჩადგმულია მდინარის კალაპოტში, რომელთა ფუძის სიმაღლე იზრდება ნაკადის მოძრაობის მიმართულებით, ხოლო ზედა წიბოების შორის გაბმულია დრეკადი ლითონის ბაგირები და გამაგრებულია განივი ასევე ლითონის ბაგირებით ისე, რომ ქმნიან სექციებს შორის ჩიბებს ღვარცოფული მასის მისაღებად.

ღვარცოფსარეგულაციო ელასტიკური ბარაჟის დაპროექტების მიზნით შეიქმნა კონსტრუქციის მოდელი, რომლის გეომეტრიული ზომებია: სიგრძე 0,60 (მ), სიგანე 0,35 (მ), სიმაღლე 0,25 (მ) და ამჟამად მიმდინარეობს მისი ლაბორტორიული გამოცდა.

3. მალლივი ჰიდროტექნიკური ნაგებობებიანი შევსებული წყალსატევების, მათ შორის მალლივი მიწის კაშხლების მოცულობები ხშირად შეადგენს რამდენიმე ასეული მილიონიდან ათობით მილიარდ კუბურ მეტრს და შესაძლოა უფრო მეტსაც. სტატიაში აღწერილია შევსებული ობიექტების ნგრევით წარმოშობილი ცუნამის ტიპის ტალღით სოციალურ-ეკონომიკური ზარალის გაანგარიშების მეთოდოლოგია მალლივი ჰიდროვანძუე წყლის ობიექტის შესაძლო ავარიის შემთხვევაში. მალლივი კაშხლების ავარიებს თან ახლავს ცუნამის ტიპის ტალღების წარმოქმნა მაღალი კინეტიკური ენერგიით. მათი გადაადგილების დროს ისინი დიდ ზიანს აყენებენ მრავალ წყალგამყვან ნაგებობებს და ხშირად იწვევს კომუნიკაციის, სპორტის, ტურისტული თუ პორტის ობიექტების განადგურებას, და აგრეთვე, სამწუხაროდ, ადამიანის მსხვერპლსაც. მშენებლობის ეფექტურობისა და მიზანშეწონილობის დადგენისას საჭიროა განისაზღვროს კაშხლის დაზიანების შემთხვევაში შესაძლო ზარალის პროგნოზირებული რაოდენობა. კაშხლის განგრევით გამოწვეული სოციალურ-ეკონომიკური ზიანი შეიძლება ჩაითვალოს, როგორც ზარალის ჯამი, მიყენებული ადამიანის მსხვერპლით, ჰიდრავლიკური, სამრეწველო და წყალსამეურნეო ობიექტების ნგრევით, აგრეთვე სოფლის, სატყეო და კომუნალური მეურნეობების განადგურებით.

4. The reason for the disruption of hydraulic facilities, including Zhinvali earth dam (Georgia) may be natural calamities (earthquake, storm, mudflow, etc.), technogenic factors (corrosion and collapse of the building structures, violation of water intake regimes, etc.), as well as sabotage and terroristic acts and use of arms destructing dams during the war. In case of disruption of a hazardous hydrodynamic plant, a 102-meter- high Zhinvali earth dam in our case, destructing tsunami-type waves are formed potentially. The strength of the waves depends on the amount of water and wave velocity. Therefore, the hydrodynamic objects with great amount of water in their reservoirs and with a great difference between the heights of their head and tail races (high head), are hazardous in this respect.

A breakdown wave and great water mass can overwhelm everything on their way: buildings, premises and agricultural plots, and may result in victims and great material losses. Following the category of a safety risk of a hydraulic facility (technological, environmental or social) and by considering a safety declaration of a facility owner, the terms of a dam operation must be observed by means of a safe operation and checks of the terms of no-failure operation of the plant units and all auxiliary facilities, buildings and equipment. The risk assessment for Zhinvali earth dam, in addition to the above-mentioned methods, will use a model of Comprehensive Approach to Probabilistic Risk Assessment (CAPRA) (author: Professor Bilal Ayubi, USA) based on the Memorandum of Cooperation with Maryland University (USA) (2011) considering the quantitative assessment and examination of all expected risks and introduction of obtained results.

The work will describe the process of risk management as a set of coordinated and continuous consecutive actions in line with ISO 31000 Standard. The methods to predict the hydrodynamic parameters of a tsunami- type wave formed in case of possible accident of Zhinvali earth dam will be identified and the contours of the flooded areas (the territories of Dusheti and Mtskheta Municipalities and cities of Tbilisi and Rustavi (Georgia)) by considering relevant risk-factors will be evaluated. Figure 1 shows a longitudinal profile of a tsunami-type wave formed in case of disruption of Zhinvali earth dam.

In addition to the above, considered in the algorithm are: the height (m) of river bank, the number of section along length of the river, the distance between the sections (*km*), width of the river bed (*m*), the rate of the water stream in the river bed (*m/sec*); the width of bed of the river (*m*), the value of the river bed marks (*m*) etc.

5. Given paper has the objective for modelling of Emergency Warning System for monitoring and managing earthen dams-break due to natural and human-caused hazards in Kura-Basin in Georgia and Azerbaijan. Monitoring systems set in Azerbaijan and Georgia will consist the water level and discharge measurement stations and the geodetic-geotechnical system to control dam physical stability. By the quantity of large dams (height of a dam > 60 m and power of HPS > 100 MW) the Kura River basin takes 14th place in the world. There are 8 large dams on Kura River basin. Last of them is Mingcevir earthen dam, which was put into operation in 1953 (The height of dam

is 80 m, length 1,550 m and total capacity of soil 15.6 mln m³ and reservoir with water capacity 16 km³). Heavy flooding and/or break one of dams in Georgia is enough for catastrophic "domino" destruction of all downstream dams. Only, in case of Mingecevir dam failure, the flash flood hazards area of downstream valleys, are 8,000 km² with around 3.5 mln of inhabitants. Therefore, we can ascertain that now, earthen dams and same reservoirs are both a blessing and a curse of Georgia and Azerbaijan.

Special features of the landscape combined with climatic and soil conditions as well as large number and volume of rivers cause unexpected highly hazardous natural disasters in Kura river basin. In recent past floods occurred in Kura River. Rivers of the Kura basin has extremely irregular discharge throughout a year. Ratio of extreme discharge to average discharge level is 1.7-3.0 which makes sometimes difficult to overcome its negative impact. Therefore, cascade of dams were made along Kura River for flood management. This cascade has been built as multi-purpose dams. Its intended purposes are hydropower, flood control, irrigation, etc. to achieve balanced and sustainable development of the country.

6. The problem of protecting territories from the harmful effects of water is very relevant for Ukraine, since 27% of its territory is more or less exposed to flooding. One of the most representative flood protection methods in Ukraine is the construction of flood-control dams. For today, the total length of protective dams in Ukraine is more than 4.0 thousand kilometers. In the future, the length of the dams may increase up to

thousand kilometers. In accordance with the normative building standards in force in Ukraine VBN V. 2.4-33-2.3-02-2008, the main purpose of the protective dams is to protect the territory and facilities against high floods. These standards when designing and constructing of protective dams require drainage excavation. Unfortunately, most existing dams do not provide drainage. In breach of the requirements of the current standards VBN V. 2.4-33-2.3-02-2008, the crests and the downstream slopes of these dams were constructed without support settings, as well as the upstream slopes and the dam sites along the feet of the dams were made without necessary support settings against the water flow, waves, currents and ice drift. During floods, such dams are subject to deformation and destruction. Therefore, the assessment of their technical condition is an urgent task.

To assess the condition of the protective dams, it is necessary to control the following quantitative (measured using technical means and calculated on the basis of measurements) characteristics:

- vertical and horizontal movements and deformations of structures, their bases (within the active and near-contact zones);
- stresses in structures and their bases (concrete, reinforcement, rock, soil, etc.);
- stresses in the place of contact of concrete structures with the base, with various types of backfill and earthworks;
- filtration water flow (total and for individual sections of structures and their bases) entering the drainage and underground structures or going out on the surface;
- levels of the depression surface of the filtration flow in the earth structure bodies and landfills;
- piezometric pressures and their gradients in the earth structure bodies and landfills;
- pore pressure and its dispersion intensity in the water-resistant elements of earth dams and their bases.

One of the promising methods for studying the technical conditions of earth hydraulic structures is the geophysical method of the Earth's natural pulse electromagnetic field (ENPEF), which involves the construction of maps using the ENPEF data and Golden Software Surfer 8 program.

As pilot objects, the dams of the hydraulic structures of the Sanjdjeyske, Baraboyske and Umanske reservoirs on the Baraboy and Umanka rivers were taken for the study. The hydraulic structures of these reservoirs include dams, canals, protective dams, spillways, water outlets, water intake structures and earthen bridges.

The technical condition of the dams of hydraulic structures was assessed based on the study materials. In the course of study some filtration losses and suffusion removal of clay soil particles were detected, which led to local damage of the dams.

To reduce filtration losses and prevent the suffusion removal of clay soil particles in the area where the dams are adjacent to the slopes, a hydro-enclosure in the form of a groundwater cutoff was proposed. In general, for solving the problems of counteracting the harmful effects of water when assessing the technical conditions of protective structures, it should be included: conducting the study on natural and man-made risks; specifying the

research methods for hydraulic and hydrogeological conditions of facilities; establishing a system area network for monitoring the condition of protective structures. The methodological approaches to assess the technical condition of protective hydraulic structures tested at Ukrainian facilities can be used in other countries, including Poland, Georgia, Azerbaijan and others.

7. ჰიდროპონიკურ (ხელოვნურ სუბსტრატზე წარმოება ნიადაგის გარეშე) სათბურებში მცენარის წარმოება ფართოდ ინერგება მთელ მსოფლიოში. ჰიდროპონიკის ტექნოლოგიის განვითარებაში აქტიურ მონაწილეობას ღებულობს სხვადასხვა ქვეყნები, როგორც არის: თურქეთი, ავსტრალია, ახალი ზელანდია, იტალია, ესპანეთი, ისრაელი, სკანდინავიის ქვეყნები და სხვა. ევროპაში უკვე მრავალი ბოსტნეული და კენკროვანი კულტურა მოჰყავთ ჰიდროპონიკის საშუალებით. ულტრათანამედროვე საკვები ხსნარების საშუალებით კულტურების მოსავლიანობა საგრძნობლად იზრდება.

ჩვენ მიერ ჩატარებული სამუშაოს შედეგად, მიღებულია მანგანუმშემცველი და აზოტშემცველი მასალა, რომელიც ნოვაციას წარმოადგენს სასუქის წარმოებაში. ახალი სახის პროდუქტის მიღება შესაძლებელი გახდა საქართველოში არსებული მანგანუმშემცველი საწარმოო ნარჩენების (შლამები, წიდები) და მინერალური ნივთიერების (ამონიუმის გვარჯილა, რომელიც იწარმოება საქართველოში). მიღებული სასუქად გამოყენებადი მასალა, ხასიათდება მიღების ტექნოლოგიის სიმარტივით (მასალის მიღება შესაძლებელია ერთსაფეხურიანი თერმული სინთეზით) და ეკონომიურობით. საწარმოო ნარჩენებიდან შესაძლებელი გახდა წყალში პრაქტიკულად უხსნადი მანგანუმის დიოქსიდის ირიბი გზით ხსნად მდგომარეობაში გადაყვანა. ზემოაღნიშნული მასალის სასუქად გამოყენების შესაძლებლობას განსაზღვრავს მისი ქიმიური და ფაზური შედგენილობა, რადგან მასალის აქტიური შემადგენლის ოდენობა მანგანუმის მიმართ 30%. ამავე დროს, აქტიური შემადგენელი ელემენტები წარმოდგენილია პროლონგური ქმედების, უბალასტო ნაერთებით.

ჩვენ მიერ პოლონეთში და საქართველოში განხორციელებულმა კვლევებმა ცხადყო, რომ მანგანუმშემცველ მიკროსასუქს- $Mn(NO_3)_2$ შეუძლია უზრუნველყოს მცენარე ნიტრატული აზოტით, რომელიც მცენარეებისათვის შესათვისებელ ფორმას წარმოადგენს, რაც განაპირობებს სასუქების შეტანის ეკონომიურობას და სიმარტივეს. აუცილებელია აღინიშნოს, რომ მანგანუმის მიმართ დიდი მოთხოვნით გამოირჩევიან: შაქრის ჭარხლის, სიმინდის, კარტოფილის, ბოსტნეულის, ყურძნის, ხილ-კენკროვანი და მთელი რიგი სხვა კულტურებისათვის, რადგან მანგანუმშემცველი მიკროსასუქის გამოყენება მკვეთრად ზრდის ზემოაღნიშნული სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობას და პროდუქტის ხარისხს.

აგრეთვე, კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ ჩვენს მიერ მიღებული მასალა წარმოადგენს უპირატეს სასუქს ბოსტნეულ კულტურებზე ნიადაგში. კვლევების დადებითი შედეგებიდან გამომდინარე მიზანშეწონილად მიგვაჩნია, რომ ჩატარდეს კვლევა ჰიდროპონიკურ სისტემებში, რაც შესაძლებლობას მოგვცემს მცენარეები უზრუნველვყოთ მანგანუმის საჭირო რაოდენობით, ასევე მოვახდინოთ აზოტის ინტროდუცირება ხსნარში და დავარეგულიროთ ხსნარის pH, რაც წარმოადგენს ერთ-ერთ ძირითად პრობლემას ჰიდროპონიკურ წარმოებებში.

6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათა-ური, ISSN	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
---	---------------------	------------------------	--	-----------------------------------	------------------------

			ნომერი/ტომი		
1	Natishvili O., Gavardashvili G.	Some Hydraulic Properties of Cohesive Mudflows ISSN 3353-2389	Polish journal of science, #29, vol. 1, 2020,	Warsaw, Poland https://www.poljls.com/wp-content/uploads/2020/08/POLISH-JOURNAL-OF-SCIENCE-%E2%84%9629-2020.pdf	27-30
2	Вартанов М., Иорданишвили И., Кечхошвили И., Бераия Н., Шагирадзе М.	К вопросу прогнозирования опасности аварий и катастроф на действующих водохранилищах Грузии. ISBN 978-9941-8-2603-0.	ინტერნეტ სამეცნიერო პრაქტიკული კონფერენციის „საქართველოს აგროსაინჟინრო სექტორის სტაბილიზაციისა და გან-ვითარების პრიორიტეტები კორონავირუსის პანდემიისა და მის შემდგომ პერიოდში“ შრომათა კრებული	თბილისი, „აგრო“	11
3	Itrishvili L., Iremashvili I., Khosroshvili E.	The reasons for the low effectiveness of ameliorative measures on heavy soils of Kolkhida. ISSN 1512-1887.	Annals of agrarian science	თბილისი	9
4	Kukhalashvili E., Gavardashvili G., Iremashvili I., Beraia N., Kiknadze Kh.	DEBRISFLOW DENSITY AND THEIR EFFECT ON DEBRISFLOW REGULATION BUILDINGS ISSN 1512-1887.	Annals of agrarian science	თბილისი	10
5	კუხალაშვილი ე., გავარდაშვილი გ., ირემაშვილი ი., ბერაია ნ., დადიანი ქ.,	წყალსატევების კვების წყაროთა ჰიდროლოგიური მახასიათებლები და მათი როლი წყლის ინტეგრირებულ მართვაში. ISBN 978-9941-8-2603-0.	ინტერნეტ სამეცნიერო პრაქტიკული კონფერენციის „საქართველოს აგროსაინჟინრო სექტორის	თბილისი „აგრო“	10

	კიკნაძე ხ., მაისაია ლ.		სტაბილიზაციისა და განვითარების პრიორიტეტები კორონავირუსის პანდემიისა და მის შემდგომ პერიოდში“ შრომათა კრებული		
6	პავლიაშვილი ს., გუბელაძე დ.	აგროეკოლოგიური სოფლის მეურნეობა და ორგანული სასოფლო სამეურნეო საქმიანობა	ახალი ეკონომისტი N3(58) 2020	ქ. თბილისი ჟურნალი „ახალი ეკონომისტი“	6
7	Abaishvili N., Sakvarelidze I., Devnozashvili M., Shavlakadze M., Morchadze L.	Correlations between behavioral factors and inflammatory periodontal disease in the Georgian students population ISSN: 1857-7881.	European Scientific Journal 2020		
8	Eliava G., Kasradze P., Mzhavanadze R., Balashvili M., Buachidze T., Topuria L., Topuria E.	Osteoporosis and intergrated approach to its treatment	Intrenational Colleqtion Of Saientific Articles “The Questions Of Health Resort Managing, Physioteraphy And Rehabilitation”Volume III Tbilisi 2020	Tbilisi Balneological resort Tbilisi: TBR, 2020 ISSN 2449-271X	5
9	თოფურია ე., თოფურია ლ.	ინვერტაზას ტექნიკური პრეპარატის მიღება.	Journal of The Georgian Ceramists’ Association. Vol.22.2(44). 2020	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის ქიმიის დეპარტამენტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 69	2
10	გუბელაძე დ.	საქართველოს აგროსაინჟინრო სექტორის სტაბილიზაციისა და განვითარების პრიორიტეტები კორონავირუსის პანდემიისა და მის შემდგომ პერიოდში	თბილისი საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის შრომათა კრებული	ქ. თბილისი ჟურნალი „ახალი ეკონომისტი“	5

	ISBN -978-9941-8-2603-0		
<p style="text-align: center;">ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>1. ნაშრომში განხილულია ბმული ღვარცოფის მოძრაობის ტალღური ბუნების ზოგიერთ ჰიდრავლიკური თვისებები. გამოყვანილია დამოკიდებულებები, რომელიც საშუალებას იძლევა ვიმსჯელოთ ღვარცოფის მოძრაობის მდგომარეობების შესახებ (მძაფრი, მშვიდი, კრიტიკული), მუდმივი და ცვლადი ღვარცოფის ხარჯისმხედველობაში მიღებით.</p> <p>ნაშრომი წარმოდგენილია რეკომენდაციები ბმული ღვარცოფის ტალღური მოძრაობის შემთხვევაში ნაკადის თავისუფალი ზედაპირის წირების ასაგებად (h_c, ox, tox) სიბრტყეში, შემდგომში ბმული ღვარცოფის დინამიკური პარამეტრების საანგარიშოდ.</p> <p>2. სტატიაში გაანალიზებულია საქართველოს რიგი მთის წყალსაცავების საფრთხის შესაძლებლობები. ექსპერტული შეფასების მეთოდის გამოყენებით დადგენილია ავარიების რიცხვის საპროგნოზო მნიშვნელობები. დადგენილია, რომ ყველაზე სენსიტიურია ჩასასხმელი წყალსაცავები.</p> <p>3. გაანალიზებულია კოლხეთის მძიმე ნიადაგებზე აგრომელიორაციული ღონისძიებების დაბალი ეფექტურობის მიზეზები.</p> <p>4. დამუშავებულია ახალი ღვარცოფსარეგულაციო ნაგებობა - ბარაჟი.</p> <p>5. განხილულია წყალსატევების კვების ძირითადი წყაროები, ჰიდროლოგიური მახასიათებლები და მათი როლი წყლის ინტეგრირებულ მართვაში.</p> <p>6. ნაშრომში განიხილება დარგში არსებული პრობლემები, რომლის გადაწყვეტაც მომავალში ხელს შეუწყობს სოფლის-მეურნეობის წარმოების მდგრად განვითარებას, სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის ხარისხის ამაღლებას, წარმოების სტაბილურ ზრდას, აგროსასურსათო სექტორში კონკურენტუნარიანი გარემოს გამოწვევებს და დაძლევს სოფლად სიღარიბეს. ამის საშუალებას იძლევა ქვეყნის სოფლის მეურნეობის პოტენციალის მაქსიმალური ათვისება, ორგანული სასოფლო სამეურნეო საქმიანობა და უნარჩენო ტექნოლოგიების დანერგვა.</p> <p>დღეისათვის დარგის მდგრადობისათვის ერთ ერთ მნიშვნელოვან საკითხს წარმოადგენს ორგანული სოფლის მეურნეობის ხელშეწყობა და ამ მიმართულებით სასოფლო-სამეურნეო წარმოების განვითარება, რაც განპირობებულია იმ მნიშვნელოვანი საარსებო ბუნებრივი ფაქტორებით, როგორცაა: წყალი, ჰაერი, ბიომრავალფეროვნება, გენმოდირებული მავნე პროდუქტების წარმოების შემცირება, უნარჩენო ტექნოლოგიების განვითარება, აგროეკოლოგიური სოფლის მეურნეობისა და ორგანული სასოფლო - სამეურნეო საქმიანობის ხელშეწყობა, რომელიც გამოირჩევა ხელოვნური სასუქების, პესტიციდების დასაშვებზე მეტი დოზებით გამოყენებას. აღსანიშნავია ის გარემოებაც, რომ ორგანული სოფლის მეურნეობა უფრო ნაკლებად კაპიტალტევადია, რაც ამცირებს კრედიტებზე სოფლის მეურნეობის დამოკიდებულებას, ამაღლებს სოფლის მეურნეობის პროდუქციის ხარისხს და ხელს უწყობს ეკოლოგიურად სუფთა სასოფლო - სამეურნეო პროდუქციის წარმოების გაზრდას.</p> <p>7. კვლევის მიზანს წარმოადგენდა ქცევითი ფაქტორების როლის შესწავლა პაროდონტის ანთებით დაავადებათა მანიფესტაციაში ქართველ სტუდენტთა პოპულაციაში.</p> <p>შრომას საფუძვლად დაედო 18-დან 35 წლის ასაკის 400 სტუდენტის გამოკვლევის შედეგები ქ. თბილისის უნივერსიტეტებიდან.</p> <p>პაროდონტის ანთებითი დაავადებების პრევენციისათვის მოწოდებულია სტომატოლოგიური მომსახურების საჭიროების გაცნობიერება, პირის ღრუს მოვლის ჩვევების განვითარება, ჯანსაღი კვების რეჟიმი, რისკის მართვადი ფაქტორების თავიდან აცილება, ჰიგიენის დაცვა და კბილების პროფესიული წმენდა.</p> <p>8. ოსტეოპოროზი ხასიათდება ძვლოვანი ქსოვილის მასის შემცირებით, საყრდენ- მამოძრავებელი აპარატის დაზიანებით, რის შედეგადაც გართულებულია ადამიანის გადაადგილება და სხვადასხვა</p>			

მოდრაობების შესრულება, წინააღმდეგობების გადალახვა. ოსტეოპოროზის კომპლექსურ მკურნალობაში მედიკამენტოზურ მკურნალობასთან ერთად მოზანშეწონილია ფიზიოთერაპიული პროცედურები, რადგან ფიზიკური ფაქტორები, ასტიმულირებენ ორგანიზმში კომპენსატორულ-შეგუებით რეაქციებს და ამასთან არ გააჩნიათ ტოქსიკურობა, შეუძლით გაამლიერონ სამკურნალო საშუალებების მოქმედება, მოახდინონ შემდეგქმედება და თერაპიული ეფექტის შენარჩუნება დროის ხანგრძლივ შუალედში.

ჩვენ მიერ შემოთავაზებულია მაღალხარისხოვანი ცილების შემცველი და C-ვიტამინის ცვლაზე მოქმედი ზოგიერთი რძის პროდუქტის კომბინაცია ულტრაიისფერი სხივების გამოყენების პროცედურასთან, რაც ხელს შეუწყობს ძვლოვანი ქსოვილის გამაგრებას და ოსტეოპოროზის ეფექტურ მკურნალობას.

9. დამუშავებულია ფუზანტიდან მიღებული ინვერტაზას გამოყენების ტექნოლოგია, რომლის მიხედვითაც პრაქტიკულად მთლიანად ხდება საქაროზის ჰიდროლიზი. მიღებულ ინვერსიულ სიროფში კვალის სახითაც არ არის ადამიანის ორგანიზმისათვის ტოქსიკური ოქსიმეთილფურფუროლი. ჩატარებულია ლიოფილურად გამშრალი ინვერტაზას პრეპარატის იმობილიზაცია სილიკაგელზე და შესწავლილია მისი თვისებები. იმობილიზებული ფერმენტული პრეპარატის გამოყენებით მიღწეულია საქაროზის ჰიდროლიზი.

10. საქართველოს მთელ რიგ რეგიონებში ადგილი აქვს ნიადაგის ნაყოფიერების შემცირებას, რომლის უმთავრესი მიზეზიც წყლისმიერი ეროზიაა, რომელიც განპირობებულია გარემო კლიმატური ფაქტორებითა და არასწორი საირიგაციო ღონისძიებების გატარებით. წყლისმიერი ეროზია საბოლოოდ იწვევს გარემოს ეკოლოგიური წონასწორობის დარღვევას, მისი უშუალო ზემოქმედების შედეგად მნიშვნელოვან ზარალს განიცდის სოფლის მეურნეობა. ამ ზარალმა ბოლო პერიოდში მნიშვნელოვნად იმატა, მაგრამ სხვადასხვა რეგიონში წყლისმიერი ეროზიის საწინააღმდეგო სწორმა ღონისძიებების გატარებამ განაპირობა სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების მოსავლიანობის შენარჩუნება, ნაშრომში წარმოდგენილია გასატარებელი ღონისძიებები, რაც შეამცირებს ეროზიული პროცესების გავრცელების არეალსა და მიმდინარე პროცესების ინტენსივობას, რომელიც საბოლოოდ განაპირობებს სასოფლო - სამეურნეო სავარგულების ჰუმუსოვანი ფენისა და გარემოს ეკოლოგიური წონასწორობის შენარჩუნებას.

7. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

7.4. სტატიები

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათა-ური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN	ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	დიაკონიძე რ., მჭედლიშვილი კ., ლოჩოშვილი თ.	გარემოს ეკოლოგიური პრობლემები, ღვარცოფები და მათი პროგნოზირება, (ASRJETS) ISSN	ამერიკის ტექნოლოგიური მეცნიერებისა და ინჟინერიის სამეცნიერო-კვლევითი ჟურნალი	ამერიკა (იბეჭდება)	11
2	ნათიშვილი ო.,	Волновое движение	Экологические	მოსკოვი	6

	გუბელაძე დ.	Склонового стока – активный побудитель эрозионного процесса Doi: 10.25791	системы и приборы №3. 2020 г.		
3	ნათიშვილი ო., გუბელაძე დ.	Гидравлический прыжок в связанных селевых потоках DOI 10.35688/2413-8452-2020-02-005	Экология и строительство № 2, 2020	მოსკოვი	6
4	Vartanov M., Kukhalashvili E.	Economic Efficiency of Debris-flow Control ISSN (Print)2313-4410, ISSN (Online) 2313- 4402	American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences (ASRJETS)	USA	7
5	Варганов М., Кечхошвили И.	Количественная оценка влияния орошения на эффективность сельскохозяйственного производства ISSN -2468-5380	EESJ	Poland	5
6	Gavardashvili G., Supatashvili T., Kukhalashvili E., Natroshvili G., Quparashvili I., Iremashvili I., Bziava K.	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 https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021201004	E3S Web of Conferences: Volume 212, 2020 International Conference on Building Energy Conservation, Thermal Safety and Environmental Pollution Control (ICBTE 2020) Brest, Belarus, October 29-30, 2020	Brest, Belarus,	12

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1. პლანეტაზე დაფიქსირებულ ბუნებრივ სტიქიებს შორის, განსაკუთრებით მთიანი და მთისწინა რეგიონებისათვის, ერთ-ერთი ყველაზე გავრცელებულია ეროზიულ-ღვარცოფული მოვლენები, რომლებსაც უდიდესი ეკოლოგიური და ეკონომიკური ზიანი მოაქვს კაცობრიობისათვის. გამონაკლისი არც საქართველოა.

ზემოაღნიშნულის გათვალისწინებით ჩვენი მიზანი იყო დაგვემუშავებინა ახალი სახის მეთოდისა ღვარცოფული ხარჯების პროგნოზული სიდიდეების საანგარიშოდ, რაც ასე აუცილებელია ღვარცოფსაწინააღმდეგო ღონისძიებების განსახორციელებლად.

არსებული მონაცემების და სხვადასხვა გამოთვლების საფუძველზე მიღებულია სრულიად ახალი სახის ემპირიული დამოკიდებულებები ღვარცოფული ხარჯების პროგნოზული სიდიდეების საანგარიშოდ, რომელთა გამოყენება შესაძლებელია საქართველოს მთიანი და მთისწინა რეგიონების მდინარეებზე პროგნოზული ღვარცოფული ხარჯების საანგარიშოდ. ეს მეთოდის იმდენად კარგად გამოხატავს

ღვარცოფული პროცესების ფიზიკას, რომ საჭიროა ამ მიმართულებით კვლევების გაგრძელება, რათა შესაძლებელი გახდეს აღნიშნული მეთოდოლოგია გამოყენებულ იქნეს ღვარცოფული ხარჯების საანგარიშოდ მსოფლიოს სხვადასვა რეგიონებისთვისაც.

2. ერთგანზომილებიანი გრძელი უწყვეტი ტალღის სიჩქარე გამოითვლება წყლის უწყვეტობის მდგომარეობიდან, როგორც ცვალებადი, ასევე მუდმივი დინების სიჩქარით V_w სიჩქარით მოძრავი წყლის საკონტროლო მოცულობის გავლით. აღწერილია ნაკადის თავისუფალ ზედაპირზე ტალღების წარმოქმნის პროგნოზირების მეთოდები. განისაზღვრება უწყვეტი ტალღის მახასიათებლები. დაკიდების ნაკადის ტალღის რეჟიმში ფერდობის ჩამონადენის თავისუფალი ზედაპირის მრუდის ასაგებად რეკომენდებულია ტექნიკა.

3. მთის, მთისწინეთისა და ვაკე ადგილები, კლიმატური, ტოპოგრაფიული და ნიადაგის პირობებიდან გამომდინარე, ჩვეულებრივ ხასიათდება ეროზიის პროცესების მეტნაკლებად ინტენსიური გამოვლინებით, რაც უარყოფითად მოქმედებს ნიადაგზე. ეს პროცესები განსაკუთრებით მწვავედ დგას მთიან და მთისწინეთის პირობებში, სადაც ისინი ხშირად კატასტროფულ მასშტაბებს აღწევენ, მხოლოდ ერთ წელიწადში ჰექტარზე ათობით ტონა გრუნტის გამორეცხვა ხდება. ასე მაგალითად, მთის რეგიონების ინტეგრაციისა და განვითარების საერთაშორისო ცენტრის მონაცემებით, ზოგიერთ შემთხვევაში ნიადაგის დანაკარგები წელიწადში 5 ... 10 – დან 40 ... 2000 ტონაა. ბმული ღვარცოფის მოძრაობები უნდა განისაზღვროს ღვარცოფის დინამიკის ძირითადი კანონებისა და გარემოსთან მათი ურთიერთქმედების პრინციპების შესაბამისად. ჰიდრაულიკური ნახტომის შესწავლამ აჩვენა, რომ ბმული ღვარცოფების დროს, კინემატიკური სიბლანტის კოეფიციენტი გადამწყვეტ როლს ასრულებს დინების მდგომარეობის დახასიათებაში. ნაშრომში მოცემულმა დამოკიდებულებებმა შესაძლებელი გახადა ბმული ღვარცოფის მშფოთვარე, წყნარი და კრიტიკული მდგომარეობების განსაზღვრა. მიღებულია დამოკიდებულება თავისუფალი დინების ზედაპირის მრუდების აგებისათვის, რაც საშუალებას იძლევა ერთდროულად შეაფასონ ტალღების დინების დინამიური მახასიათებლები.

4. ღვარცოფული ნაკადი ბუნების ერთ-ერთი ყველაზე საშიშელი გამოვლინებაა. ღვარცოფული ნაკადი მდინარის კალაპოტის გასწვრივ მოძრაობს და ხიდებს, გზებს, ჰიდრიტექნიკურ და სხვა ნაგებობებს, სასოფლო-სამეურნეო მიწებს, საცხოვრებელ შენობებს, სოციალურ ინფრასტრუქტურას მნიშვნელოვან ზიანს აყენებს. მოსახლეობის სიცოცხლესა და ჯანმრთელობას ემუქრება. ამ პრობლემის გადაჭრის შესაძლო გზაა საინჟინრო დამცავი ნაგებობების მოწყობა, რომლებიც უზრუნველყოფენ ღვარცოფული ნაკადის რისკის ქვეშ მყოფი მოსახლეობის დაცვას, როგორც ბუნებრივი, ასევე ხელოვნური მატერიალური ქონების შენარჩუნებას. დადგენილია, რომ წმინდა ამჟამინდელი ღირებულება (NPV) დამოკიდებულია ღვარცოფული ნაკადის სიხშირეზე და აქვს ჰიპერბოლური ხასიათი.

5. საქართველოს ბუნებრივი და კლიმატური პირობები დიდწილად კარნახობს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მორწყვის საჭიროებას. სტატიაში წარმოდგენილია სარწყავი წყლის წილის გაანგარიშება სოფლის მეურნეობის წარმოების ეფექტურობაში, მისი რაოდენობრივი დამოკიდებულება რეგიონის კლიმატურ პირობებზე. სამელიორაციო სისტემების რეაბილიტაციაში (აღდგენაში) კაპიტალური ინვესტიციების ეფექტურობის გაანგარიშება განხორციელდა კასპის ადმინისტრაციული რაიონის მაგალითზე. კაპიტალის ინვესტიციების განხორციელება, სარწყავი წყლის წილის გათვალისწინებით სოფლის მეურნეობის წარმოების ეფექტურობაში, ინვესტიციების შიდა მოგების ნორმით (IRR) 60%, შეადგენს წმინდა მიმდინარე ღირებულებას (NPV) - 37,92 მლნ. ლარი. საპროექტო გადაწყვეტილებების განხორციელება უზრუნველყოფს სოფლის მეურნეობის კულტურების სრულყოფილ მორწყვას, რაც, თავის მხრივ, შექმნის პირობებს ქვეყანაში კონკურენტული საბაზრო ურთიერთობების ფორმირებისთვის.

6. Using theoretical and field studies, computer software programs (VOLNA-4, and MIKE-21,) and GIS technology, and taking into account the possible accident (destruction) of the Earth Dam with a height of 102 meters, the

contours of the riverbed of flooded territories in riverbeds for rivers Aragvi and Mtkvari have been defined in the given article considering the configuration of the water-catchment basins of rivers.

By means of basic differential equations of hydraulics, geometrical dimensions of Zhinvali Earth Dam, hydrological basic parameters of the reservoir, and computer software, the basic hydrodynamic parameters of the destructive wave at the Zhinvali Earth Dam are calculated taking into account the time of flow movement.

8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

8.1. საქართველოში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	კუხალაშვილი ე., გავარდაშვილი გ., ირემაშვილი ი., ბერაია ნ., დადიანი ქ., კიკნაძე ხ., მასიაია ლ.	წყალსატევების კვების წყაროთა ჰიდროლოგიური მახასიათებლები და მათი როლი წყლის ინტეგრირებულ მართვაში.	17-18 სექტემბერი, 2020 წ. თბილისი
2	Вартанов М., Иорданишвили И., Кечхошвили И., Бераия Н., Шагирадзе М.	К вопросу прогнозирования опасности аварий и катастроф на действующих водохранилищах Грузии.	17-18 სექტემბერი, 2020 წ. თბილისი

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

8. 2. უცხოეთში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	Gavardashvili G., Supatashvili T., Kukhalashvili E., Natroshvili G., Quparashvili I., Iremashvili I., Bziava K.	<u>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.</u> International Conference on Building Energy Conservation, Thermal Safety and Environmental Pollution Control (ICBTE 2020). Brest, Belarus, October 29-30, 2020, 12 p. https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2020/72/e3sconf_icbte2020_01004/e3sconf_icbte2020_01004.html DOI: https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021201004	Brest, Belarus, October 29-30, 2020, 12 p.
2	Gavardashvili G.	Preparation of a Digital Map of Georgia in A Gis System For Forecasting Erosion Of Soils Taking	Ryazan, Russia, December 9, 2020. 6 p.

		Into Account Climate Change. International Practical Conference on the topic: "An integrated approach to the scientific and technical support of agriculture" dedicated to the memory of the corresponding member of the Russian Academy of Agricultural Sciences and NANKR, Academician of the MAEP and RAVN Y. V. BOCHKAREV. https://yadi.sk/d/6WFCb6moJz_xCA?w=1	
3	Gavardashvili G., Kukhalashvili, E., Kupreishvili Sh., Gavardashvil N.	DEBRIS FLOWS: Disasters, Risk, Forecast, Protection Proceedings of the 6 Th International Conference. (Dushanbe – Khorog, Tajikistan) "Promotion" LLC	Dushanbe – Khorog, Tajikistan, 2020 pp. 88 - 96 10 p.
4	Bziava K.	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	Brest, Belarus, October 29-30, 2020
მოსხენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოსხენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)			

დამატებითი აქტივობები

1. ინსტიტუტის დირექტორი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი გივი გავარდაშვილი საქართველოს გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტროს ბრძანებით დაინიშნა საქართველოს ირიგაციისა და დრენაჟის ეროვნული კომისიის ვიცე-პრეზიდენტად;

2. გივი გავარდაშვილი - შპს საქართველოს უნივერსიტეტის ელექტრონული ინჟინერიის საბაკალავრო საგანმანათლებლო პროგრამის უმაღლესი აკრედიტაციის კომისიის წევრი (20 ივლისი, 2020 წელი);

3. გივი გავარდაშვილი - სსიპ აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის "ტექნიკური სისტემები და ტექნოლოგიები აგრობიზნესში" საბაკალავრო საგანმანათლებლო პროგრამის აკრედიტაციის კომისიის წევრი (22 ოქტომბერი, 2020 წ.);

4. საერთაშორისო საგრანტო პროექტებში მონაწილეობა:

გაგზავნილია საერთაშორისო ორგანიზაციებში დაფინანსების მოსაპოვებლად:

1. NATO Project -, „Warning System and Action Plan for Earth Dams Risk Management Kura River Basin”(Poland, Georgia, Azerbaijan, Ukraine), 2021-2023; პროექტში მონაწილეობს 8 ორგანიზაცია ევროპის 4 ქვეყნიდან;

2. EU Project - H2020 Project Proposal - BLACK SEA INTELLIGENT OBSERVATIONS, PRODUCTS AND SERVICES SYSTEM (IASON) 2021-2023; პროექტში მონაწილეობს 39 ორგანიზაცია ევროპის 21 ქვეყნიდან.

მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტი

2020 წელს გაწეული სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობის ანგარიში

დირექტორი - ქიმიური და ბიოლოგიური ინჟინერიის დოქტორი - გიორგი ბიბილეიშვილი

1. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები

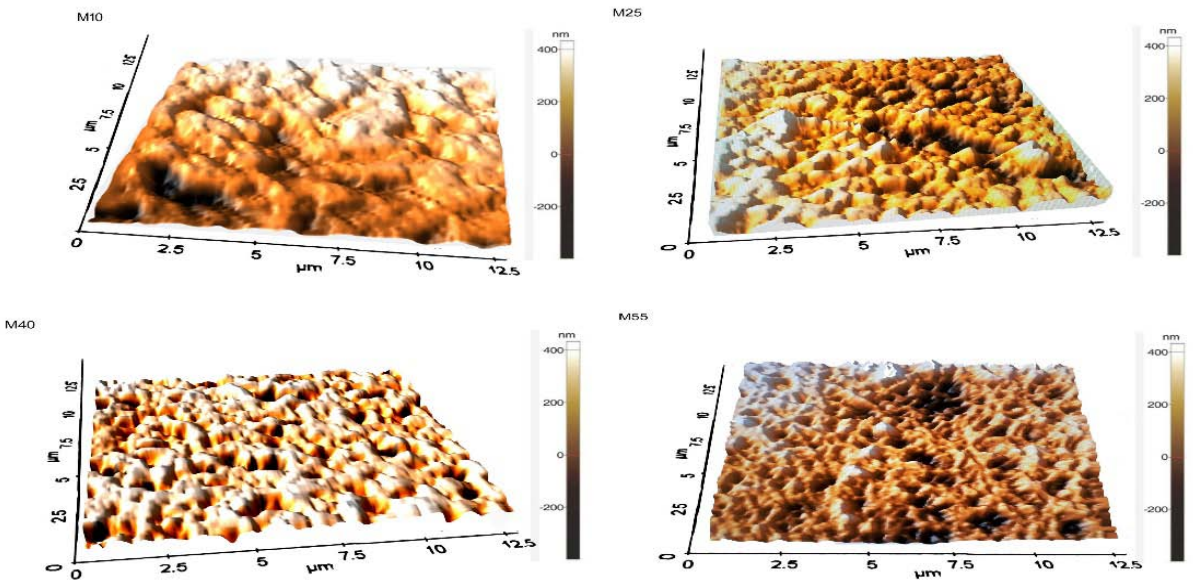
№	პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიითითებით	პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები	პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მიითითებით)
1	2	3	4
1	პოლიმერული კომპოზიციის თხევადი ფაზიდან მყარ ფაზაში გადასვლის კანონზომიერებების კვლევა. საინჟინრო მეცნიერებები-ნანო და მემბრანული ტექნოლოგიები	2020 – 2022	ხელმძღვანელი: გ. ბიბილეიშვილი შემსრულებლები: მ. კეჟერაშვილი, ნ. გოგესაშვილი, ლ. ებანოიძე, თ. ბუთხუზი, ე. კაკაბაძე, ლ. ყუფარაძე, ზ. ჯავაშვილი, მ. მამულაშვილი, ქ. სულხანიშვილი, ა. გასიტაშვილი, ლ. აბზიანიძე, ს. ცეციტიშვილი, თ. აბუაშვილი, თ. ომსარაშვილი, დ. დათიაშვილი
2	პოლისულფონური მემბრანების მისაღები სხვადასხვა კონცენტრაციის და ორგანული დანამატის ხსნარების კვლევა. ქიმია და მეცნიერება მასალების შესახებ-ნანოკომპოზიციური მასალების დამუშავება.	2020 – 2022	ხელმძღვანელი: ნ. გოგესაშვილი შემსრულებლები: მ. კეჟერაშვილი, ლ. ებანოიძე, თ. ბუთხუზი, ე. კაკაბაძე, ლ. ყუფარაძე, ზ. ჯავაშვილი, მ. მამულაშვილი,

			<p>ჟ. სულხანიშვილი, ა. გასიტაშვილი, ლ. აბზიანიძე, ს. ცეციტიშვილი, თ. აბუაშვილი, თ. ომსარაშვილი, დ. დათიაშვილი</p>
3	<p>ბორჯომის მინერალური წყლის დეზარირება-დეფტორირების პროცესის დამუშავება მემბრანული ნანოტექნოლოგიებისა და ნანოსისტემების შექმნით და ქლორის რაოდენობრივი მაჩვენებლის განსაზღვრა.</p> <p>ქიმია და მეცნიერება მასალების შესახებ-ადამიანისა და ბიოსფეროს ქიმიური დაცვის პრობლემათა დამუშავება.</p>	2020 – 2021	<p>ხელმძღვანელი: მ. მამულაშვილი</p> <p>შემსრულებლები: მ. კეჭერაშვილი, ნ. გოგესაშვილი, ლ. ებანოძე, თ. ბუთხუზი, ე. კაკაბაძე, ლ. ყუფარაძე, ზ. ჯავაშვილი, ჟ. სულხანიშვილი, ა. გასიტაშვილი, ლ. აბზიანიძე, ს. ცეციტიშვილი, თ. აბუაშვილი, თ. ომსარაშვილი, დ. დათიაშვილი</p>
4	<p>პოლიმერულ კომპოზიციაში პოლიმერის გახსნის პროცესის მონიტორინგი ფოტონ კორელაციური სპექტროსკოპიით.</p> <p>ქიმია და მეცნიერება მასალების შესახებ - ადამიანისა და ბიოსფეროს ქიმიური დაცვის პრობლემათა დამუშავება</p>	2020 – 2021	<p>ხელმძღვანელები: გ. ბიბილეიშვილი ლ. ებანოძე</p> <p>შემსრულებლები: მ. კეჭერაშვილი, ნ. გოგესაშვილი, თ. ბუთხუზი, ე. კაკაბაძე, ლ. ყუფარაძე, ზ. ჯავაშვილი, მ. მამულაშვილი ჟ. სულხანიშვილი, ა. გასიტაშვილი, ლ. აბზიანიძე, ს. ცეციტიშვილი, თ. აბუაშვილი, თ. ომსარაშვილი, დ. დათიაშვილი</p>

5	<p>მემბრანის მისაღები პოლიმერული კომპოზიციის გახსნის პარამეტრების გავლენის კვლევა მემბრანის წარმადობაზე.</p> <p>საინჟინრო მეცნიერებები-ნანო და მემბრანული ტექნოლოგიები</p>	2020	<p>ხელმძღვანელი: მ.კეჟერაშვილი</p> <p>შემსრულებლები: ნ. გოგესაშვილი, ლ. ებანოიძე, თ. ბუთხუზი, ე. კაკაბაძე, ლ. ყუფარაძე, ზ. ჯავაშვილი, მ. მამულაშვილი, ქ. სულხანიშვილი, ა. გასიტაშვილი, ლ. აბზიანიძე, ს. ცქიტიშვილი, თ. აბუაშვილი, თ. ომსარაშვილი, დ. დათიაშვილი</p>
6	<p>პოლისულფონის კონცენტრაციის და ორგანული დანამატების გავლენის კვლევა მიღებული მემბრანების ფორის ზომის, ფორიანობისა და წარმადობის მნიშვნელობებზე.</p> <p>ქიმია და მეცნიერება მასალების შესახებ-ნანოკომპოზიციური მასალების დამუშავება.</p>	2020	<p>ხელმძღვანელი: ნ.გოგესაშვილი</p> <p>შემსრულებლები: მ. კეჟერაშვილი, ლ. ებანოიძე, თ. ბუთხუზი, ე. კაკაბაძე, ლ. ყუფარაძე, ზ. ჯავაშვილი, მ. მამულაშვილი, ქ. სულხანიშვილი, ა. გასიტაშვილი, ლ. აბზიანიძე, ს. ცქიტიშვილი, თ. აბუაშვილი, თ. ომსარაშვილი, დ. დათიაშვილი</p>
7	<p>მიკროფილტრაციული პროცესის კვლევა ბუნებრივი წყლის ცვალებადი შედგენილობისა და სიმღვრივის პირობებში</p> <p>მათემატიკური მეცნიერებები გეომეტრია, მექანიკის თემატიკური პრობლემები.</p>	2020წ.	<p>ხელმძღვანელები: გ. ბიბილეიშვილი ლ. ყუფარაძე</p> <p>შემსრულებლები: მ. კეჟერაშვილი, ნ. გოგესაშვილი, ლ. ებანოიძე, თ. ბუთხუზი, ე. კაკაბაძე, ზ. ჯავაშვილი, მ. მამულაშვილი,</p>

			<p>ჟ. სულხანიშვილი, ა. გასიტაშვილი, ლ. აბზიანიძე, ს. ცეციტიშვილი, თ. აბუაშვილი, თ. ომსარაშვილი, დ. დათიაშვილი</p>
8	<p>ულტრაფილტრაციული პროცესის კვლევა ბუნებრივი წყლის ცვალებადი შედგენილობისა და სიმღვრივის პირობებში.</p> <p>მათემატიკური მეცნიერებები გეომეტრია, მექანიკის თემატიკური პრობლემები.</p>	2020წ.	<p>ხელმძღვანელი: ლ. ყუფარაძე</p> <p>შემსრულებლები: მ. კეჭერაშვილი, ნ. გოგესაშვილი, ლ. ებანოძე, თ. ბუთხუზი, ე. კაკაბაძე, ზ. ჯავაშვილი, მ. მამულაშვილი, ჟ. სულხანიშვილი, ა. გასიტაშვილი, ლ. აბზიანიძე, ს. ცეციტიშვილი, თ. აბუაშვილი, თ. ომსარაშვილი, დ. დათიაშვილი</p>
9	<p>ბორჯომის მინერალური წყლის დებარირება-დეფტორირების ნანოფილტრაცია და ფილტრაციის შემდეგ კალციუმის რაოდენობრივი მაჩვენებლის განსაზღვრა.</p> <p>ქიმია და მეცნიერება მასალების შესახებ-ადამიანისა და ბიოსფეროს ქიმიური დაცვის პრობლემათა დამუშავება.</p>	2020წ.	<p>ხელმძღვანელები: გ. ბიბილეიშვილი მ. მამულაშვილი</p> <p>შემსრულებლები: მ. კეჭერაშვილი, ნ. გოგესაშვილი, ლ. ებანოძე, თ. ბუთხუზი, ე. კაკაბაძე, ლ. ყუფარაძე, ზ. ჯავაშვილი, ჟ. სულხანიშვილი, ა. გასიტაშვილი, ლ. აბზიანიძე, ს. ცეციტიშვილი, თ. აბუაშვილი, თ. ომსარაშვილი, დ. დათიაშვილი</p>

10	<p>პოლიმერულ კომპოზიციაში პოლიმერის გახსნის პროცესის მონიტორინგი ოპტიკური მიკროსკოპით.</p> <p>ქიმია და მეცნიერება მასალების შესახებ - ადამიანისა და ბიოსფეროს ქიმიური დაცვის პრობლემათა დამუშავება</p>	2020წ.	<p>ხელმძღვანელი: ლ. ებანოიძე</p> <p>შემსრულებლები: მ. კეჭერაშვილი, ნ. გოგესაშვილი, თ. ბუთხუზი, ე. კაკაბაძე, ლ. ყუფარაძე, ზ. ჯავაშვილი, მ. მამულაშვილი ჟ. სულხანიშვილი, ა. გასიტაშვილი, ლ. აბზიანიძე, ს. ცეციტიშვილი, თ. აბუაშვილი, თ. ომსარაშვილი, დ. დათიაშვილი</p>
<p>კვლევითი პროექტის 2020 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>1- პოლიმერული კომპოზიციის თხევადი ფაზიდან მყარ ფაზაში გადასვლის კანონზომიერებების კვლევა.</p> <p>თემის მიზანს წარმოადგენს, პოლიეთილენსულფონის ბაზაზე ფაზური ინვერსიის სველი მეთოდით მემბრანის მიღების პროცესში პოლიმერული კომპოზიციის თხევადი ფაზიდან მყარ ფაზაში გადასვლის კანონზომიერებების კვლევა. ამ მიზნით შესწავლილია, არაგამხსნელის ტემპერატურის გავლენა მიღებული მემბრანების მორფოლოგიაზე, ფორის ზომებზე, მისი განაწილების სიხშირეზე და ხვედრით წარმადობაზე.</p> <p>მემბრანის მისაღები პოლიმერული კომპოზიცია თავსდება საკოაგულაციო აბაზანაში 10°C, 25°C, 40°C, 55°C ტემპერატურაზე, სადაც პოლიმერის ხსნარს, გამხსნელსა და არაგამხსნელს შორის მიმდინარე ურთიერთდიფუზიის ხარჯზე, ფაზური დაყოფის პროცესში პოლიმერი ხსნარიდან კოაგულირდება და წარმოიქმნება თხელი აკვები-მემბრანები (M10, M25, M40, M55 სურათი 1). მასკანირებელი ზონდური მიკროსკოპით მემბრანების მორფოლოგიის შესწავლამ გვიჩვენა, რომ საკოაგულაციო აბაზანაში არაგამხსნელის 10°C, 25°C, 40°C და 55°C ტემპერატურაზე მიღებული მემბრანების ზედაპირების ტოპოგრაფიული გამოსახულებები განსხვავებულია. ნიმუშების ზედაპირებს გააჩნია ტიპური „ბორცვი-დაბლობი“ სტრუქტურა.</p>			



სურათი 1. მემბრანის SEM მიკროგრაფიული 3D გამოსახულება: M10, M25, M40, M55- მიღებული კოაგულანტის 10°C, 25°C, 40°C, 55°C ტემპერატურაზე

M10 მემბრანების ზედაპირზე „ბორცვი“ და „დაბლობი“ არათანაბრად არის განაწილებული, კოაგულანტის ტემპერატურის ზრდის მიხედვით ზედაპირის რელიეფი იცვლება. M25, M40 მემბრანის ზედაპირზე მატულობს პიკების სიმეტრიულობის ელემენტები და M55 მემბრანის ზედაპირზე (სურათი 1) პიკები სიმეტრიულად არის განაწილებული მთელ ფართობზე. მემბრანების ფორმის ზომების, როგორც მასკანირებელი ზონდური მიკროსკოპის საშუალებით, ასევე ბუმტულაკების წერტილის წარმოქმნის მეთოდით განსაზღვრამ აჩვენა, რომ კოაგულანტის ტემპერატურის მომატებით 10°C-დან 55°C-მდე მემბრანების ფორის ზომები იზრდება 0.22 მკმ-დან 0.38 მკმ-მდე, ფორიანობა მატულობს 36.12%-დან 68.45%-მდე. კოაგულანტის ტემპერატურის მატებით ხვედრითი წარმადობა იზრდება 640ლ/მ² სთ-დან 3600 ლ/მ² სთ-მდე.

ცხრილი 1. კოაგულანტის 10°C, 25°C, 40°C და 55°C ტემპერატურაზე მიღებული მემბრანების ფორმის საშუალო დიამეტრი, ფორიანობა და ხვედრითი წარმადობა.

მიღებული მემბრანა	M10	M25	M40	M55
ფორმის საშ. დიამეტრი მკმ	0, 22	0, 28	0, 34	0,38
ხვედრითი წარმადობა ლ/მ ² სთ	640	2400	2777	3600
ფორიანობა %	36.12+0,47	22.34+0,28	48.23+0.38	68.45+0.18

კვლევის შედეგების საფუძველზე შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ პოლიეთილენსულფონის ბაზაზე მემბრანის მისაღებად შერჩეული გამხსნელი-არაგამხსნელი სისტემა დიმეთილაცეტამიდი (დმაა)/წყალი ხასიათდება მაღალი ურთიერთხსნადობით. ფაზური ინვერსიის პროცესის დასაწყისში პოლიმერი-გამხსნელი სისტემა თერმოდინამიკურად მდგრადია, რომლის შეხებით არაგამხსნელთან ინდუცირდება მდგრადობის ცვლილება. ამ ცვლილებით იქმნება ბალანსი, რომელიც დამოკიდებულია დიფუზიურ მიმოცვლაზე გამხსნელს-დმა და არაგამხსნელს-წყალს შორის (კინეტიკური ასპექტი). გამხსნელსა და არაგამხსნელს შორის ორმხრივი დიფუზიის შედეგად გაჩენილი დიფუზიის ფრონტის ხაზი პოლიმერის კოაგულაციის ფრონტის ხაზს მიჰყვება, რომელთა მოძრაობის სიჩქარეები დამოკიდებულია

ტემპერატურაზე, მოლეკულების ზომებზე და გარემო არის სიბლანტეზე, რომელშიც ეს მოლეკულები დიფუნდირებენ (სტოკს-ეინშტეინის ფორმულის მიხედვით). **მაღალ ტემპერატურაზე** კოაგულანტის-წყლის პოლიმერი-გამხსნელთან შეხების საზღვარზე წარმოიქმნება კონვექციული ნაკადები, რომლის ეფექტურობა უკავშირდება არაგამხსნელის ტენდენციას სწრაფად შეერიოს გამხსნელს, ამიტომ წყლის მოლეკულები სწრაფად დიფუნდირებს პოლიმერის ხსნარში, არაგამხსნელის შედინების თანაფარდობა მაღალია გამხსნელის გადინებასთან შედარებით. დიფუზიის დიდი სიჩქარის გამო ჩქარდება ფაზური დაყოფის, გამოლექვის პროცესი და ფორმირდება ზედაპირი ფორების დიდი რიცხვით (ცხრილი 1, M55). **კოაგულანტის დაბალ ტემპერატურაზე** დმა იმაზე სწრაფად გადადის საკოაგულაციო აბაზანაში, ვიდრე წყალი დიფუნდირებს პოლიმერის ხსნარში, ამიტომ დიფუზია დაბალი სიჩქარით მიმდინარეობს, რაც განაპირობებს ფაზური ინვერსიის პროცესის შეფერხებას. რადგან მცირდება წყლის კოაგულაციური შესაძლებლობა, ამიტომ გამყარების პროცესი შედარებით ნელა წარიმართება და მიღებული მემბრანა ხასიათდება ფორების მცირე რიცხვით (ცხრილი 1, M10).

ამრიგად, ემპირიული კვლევის შედეგად გამოვლინდა ის პირობები, რომელშიც ფაზური ინვერსიის პროცესში კოაგულანტის ტემპერატურის ცვლილებით მისი სიბლანტისა და გამხსნელი-არაგამხსნელის დიფუზიის კოეფიციენტის რეგულირებით მოხდა მიღებულ მემბრანებში ფორების, ფორიანობის და ხვედრითი წარმადობის გაზრდა.

2 - პოლისულფონური მემბრანების მისაღები სხვადასხვა კონცენტრაციის და ორგანული დანამატის ხსნარების კვლევა.

პოლისულფონები ფართოდ გამოიყენება მემბრანულ ტექნოლოგიაში. ამ ნაერთების სტრუქტურა, ფენილური ჯგუფების კომბინაცია სულფონურ ჯგუფებთან, რომლებთანაც ისინი არიან დაკავშირებული, განაპირობებს მაკრომოლეკულების სტრუქტურის მაღალ რეზონანსულ სტაბილურობას. სულფოჯგუფები მონაწილეობენ არომატული ბირთვების ელექტრონების დელოკალიზაციაში, რაც ამ მასალებს ანიჭებს თერმო- და ჟანგვითი პროცესების მიმართ მდგრადობას. პოლისულფონის მაკრომოლეკულები გამოირჩევიან ასევე, მაღალი თერმოდინამიკური სიხისტით. მაკრომოლეკულების კონფიგურაციის ეფექტი განაპირობებს ამ პოლიმერების ჰიდროლიზურ მდგრადობას, რაც საშუალებას იძლევა, რომ პოლისულფონები გამოყენებული იქნას წყალთან და წყლის ორთქლთან კონტაქტის პირობებში.

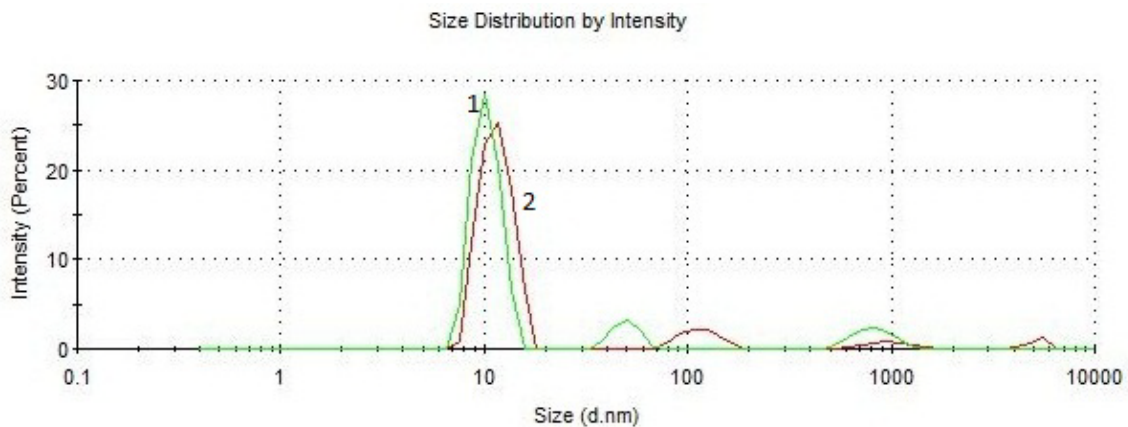
სამუშაოს მიზანს წარმოადგენდა ლაბორატორიულ პირობებში, წყლის ახალი შემადგენლობის პოლისულფონის ფილტრაციული მემბრანების მისაღები პოლიმერული კომპოზიციური ხსნარების და მათი გამოლექვით ფორმირებული მემბრანების ზედაპირის მორფოლოგიის კვლევა.

მემბრანების ფიზიკურ-ქიმიურ მახასიათებლებზე უმნიშვნელოვანესს გავლენას ახდენს დასასხმელი ხსნარის შემადგენლობა, პოლიმერის კონცენტრაცია და ორგანული დანამატები. აღნიშნული საკითხების შესასწავლად ინსტიტუტში ჩატარებულია ექსპერიმენტების სერია. მიღებულია პოლისულფონის 7%-დან 11%-მდე კონცენტრაციის პოლიმერული კომპოზიციები. პოლიმერის გამხსნელად გამოყენებული იყო CaCl_2 -ის 5%-იანი ხსნარი დიმეთილაცეტამიდში. გახსნის პროცესი ჩატარებულია 55°C -ზე გაცხელებით, მაგნიტური სარეველათი მუდმივი მორევის პირობებში.

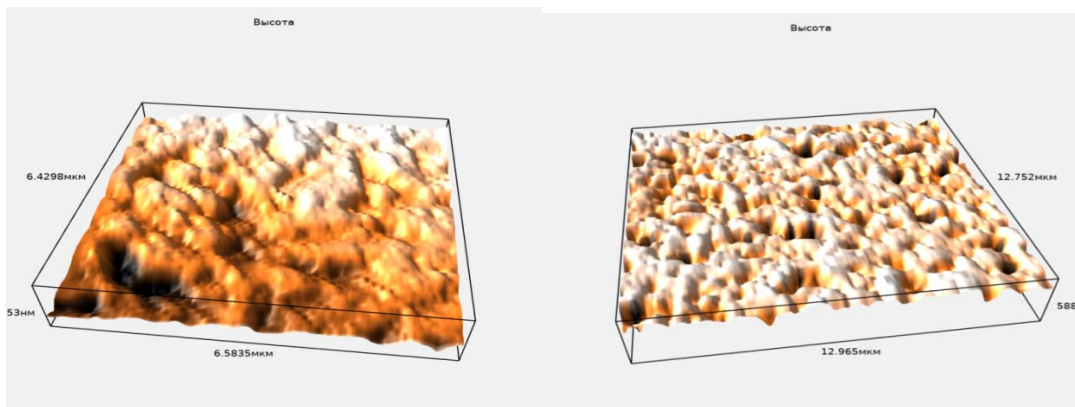
ანალოგიურად მიღებულია პოლიეთილენგლიკოლიანი (პეგ (400) აღებული იყო პოლიმერის მასის 25%) დასასხმელი ხსნარები. პოლიეთილენგლიკოლის არჩევა დანამატად განპირობებული იყო მისი უნარით, მიენიჭებინა პოლისულფონური მემბრანებისთვის ჰიდროფილური თვისებები. საინტერესო იყო იმის შესწავლაც, თუ რა გავლენას მოახდენდა პეგ-ი პოლიმერულ კომპოზიციებში ნანონაწილაკების ზომებზე და

მათ განაწილებაზე. სუფთა პოლისულფონიანი 7%-10% კონცენტრაციის მქონე და პეგ-ის დამატებით მიღებული ხსნარები შესწავლილი იქნა სინათლის გაბნევის დინამიური მეთოდით Zetasizer Nano Zen 3690-Malvern Instruments-ზე. პოლიმერული კომპოზიციები წარმოადგენენ პოლიდისპერსიულ სისტემებს, რომელშიც ნაწილაკების ზომა დამოკიდებულია კონცენტრაციაზე. სხვადასხვა კონცენტრაციის მემბრანის დასასხმელ კომპოზიციებში განსაზღვრული ნაწილაკების ზომების მნიშვნელობები და დისპერსიულობის ინდექსი განსხვავებულია. პოლისულფონის კონცენტრაციის გაზრდით ხსნარის პოლიდისპერსიულობის ინდექსი იზრდება 0.2-დან 0,9-მდე, მაღალი ინტენსივობის ნაწილაკების ზომების მნიშვნელობები კი მცირდება 12.15 ნმ-დან 6, 09ნმ-მდე [სურათი 1(1)]. ერთი და იგივე რაოდენობით პეგ-ის დამატებით მიღებულ ხსნარებში ადგილი ქონდა ინტენსივობის მრუდეების გადანაცვლებას ნაწილაკების ზომების შემცირების მიმართულებით [სურათი 1(2)].

სურათი 1. სუფთა პოლისულფონის (2) და პეგ-იანი პოლისულფონის (1) 5გ/ლ კონცენტრაციის ხსნარებში ნაწილაკების ზომების განაწილება ინტენსივობის მიხედვით.



მასკანირებელ ზონდური მიკროსკოპით (SPM, Certus standart V) შესწავლილია სხვადასხვა კონცენტრაციის კომპოზიციებიდან გამოლექილი მემბრანული ნიმუშების მორფოლოგია. სურათზე 2 , 3 მოცემულია სუფთა პოლისულფონის 10%-იანი და პოლისულფონის 10% ხსნარზე პეგ-ის დამატებით მიღებული მემბრანების მიკროსურათები.



სურათი 2

სურათი 3

სურათი 2. პოლისულფონის 10%-იანი

სურათი 3. პოლისულფონის 10%-იანი

პოლიმერული კომპოზიციიდან მიღებული

პოლიეთილენგლიკოლიანი კომპოზიციიდან

მემბრანის მიკროსურათი.

მიღებული მემბრანის მიკროსურათი.

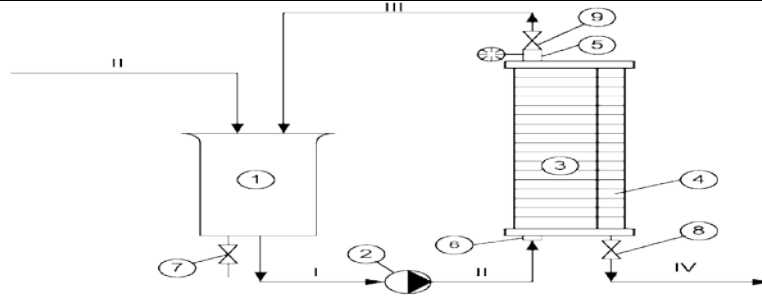
სურათებიდან ჩანს, რომ მემბრანების ზედაპირების ტოპოგრაფიული გამოსახულებები განსხვავებულია. პეგ-ის შემცველ ნიმუშებში პოლისულფონის კონცენტრაციის ზრდის პირობებში ზედაპირის რელიეფი ერთგვაროვანი ფოროვანი სტრუქტურისაა, არ შეიმჩნევა დეფექტები და მიკროღრუები, რაც ნიშნავს იმას, რომ დასასხმელ ხსნარებში პეგ (400)-ის დამატებამ, პოლიმერის მასის 25%-ის რაოდენობით პოლისულფონის კონცენტრაციის ზრდის პირობებში, განაპირობა სტრუქტურული ცვლილებები პოლიმერულ კომპოზიციებში, მოახდინა მიკროგელური ნაწილაკების ზომების რეგულაცია მცირე ზომის ფორების წარმოქმნის მიმართულებით. ამრიგად დადგენილია, რომ პოლისულფონის კონცენტრაციის გაზრდისა და პეგ-ის დამატებით ხდება პოლიდისპერსიულობის ინდექსის, ნანონაწილაკების ზომისა და განაწილების ისეთი ცვლილებები, რომლებიც თავის მხრივ გავლენას ახდენენ მიღებული მემბრანების ზედაპირის მორფოლოგიაზე.

3 - ბორჯომის მინერალური წყლის დებარირება-დეფტორირების პროცესის დამუშავება მემბრანული ნანოტექნოლოგიებისა და ნანოსისტემების შექმნით და ქლორის რაოდენობრივი მაჩვენებლის განსაზღვრა

მინერალური წყლები გამოირჩევა თავისი სამკურნალო თვისებებით და განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ადამიანის ჯამრთელობისათვის. შესწავლილია, სხვადასხვა მინერალიზაციის ხსნარების იონური და მოლეკულური სელექციის საკითხები. ამ მიმართულებით დამუშავდა ბორჯომის ბუნებრივი მინერალური წყლის დებარირება-დეფტორირების მემბრანული ორსაფეხურიანი საფილტრაციო ულტრა- და ნანოფილტრაციული პროცესების ნანოტექნოლოგია.

ბორჯომის მინერალურ წყალში ზღვრულ დასაშვებ კონცენტრაციაზე მეტი მნიშვნელობა გააჩნია მხოლოდ ფტორს, ბარიუმს და ზოგიერთი ჭაბურღილის მიხედვით - ქლორს.

მინერალურ წყალში იონური სელექციისათვის, ნანოფილტრაციული პროცესი ტარდებოდა NEX და NES მემბრანების გამოყენებით ლამინარული და ტურბულენტური რეჟიმის პირობებში. ბორჯომის მინერალური წყლის ნანოფილტრაციისათვის გამოყენებული იყო DDS ფირმის დანიური DDS Ultrafiltration, Hanofiltration, Reverse osmosis system Modle LAB – 0,72; Serial № 7602192 ლაბორატორიული მემბრანული უნივერსალური დანადგარი (ნახაზი 1.)



ნახ. 1

მემბრანული ექსპერიმენტალური დანადგარის პრინციპული სქემა
 1-საწის აეზი, 2-ტუმბო, 3-მემბრანული აპარატი, 4- ფილტრატის უმცრები, 5-უკუსარქველი, 6-მტუცერი, 7,8,9- ვენტილები, I, II, III, IV- მიღგაყვანილობები

ნახაზი 1. ნანოფილტრაციული ექსპერიმენტული დანადგარის პრინციპული სქემა

წყალში არსებული იონები განისაზღვა ხელსაწყო იონომერზე II -160.1MII. ბორჯომის მინერალურ წყალში ამ იონების რაოდენობა დამუშავებული და განსაზღვრული იქნა 37, 42, 25, ლიკანის და ცენტრალური პარკის ჭაბურღილების წყლებისთვის. ბორჯომის მინერალური წყლის ქიმიური კომპონენტების რაოდენობრივი მაჩვენებლები, როგორც ლამინარული, ისე ტურბულენტური რეჟიმის პირობებში, მოცემულია ცხრილში 1, 2.

ცხრილი 1. ლამინარული რეჟიმის პირობებში საწყისი და დამუშავებული ბორჯომის მინერალური წყლის ქიმიური კომპონენტების რაოდენობრივი მაჩვენებლები

ბურღილი	ტექნოლოგია	Ba, მგ/ლ	F, მგ/ლ	Cl, მგ/ლ
37	დაუმუშავებელი	3.27	5.26	386.0
37	NEX	1.60	3.82	348.0
37	NES	1.05	4.11	359.0
41	დაუმუშავებელი	3.46	6.96	352.0
41	NEX	1.09	4.82	292.0
41	NES	0.937	6.52	349.0
41	2NES	1.26	-	334.0
25	დაუმუშავებელი	3.58	9.67	372.0
25	NEX	1.11	5.10	328.0
25	NES	1.64	6.48	335.0
ლიკანი	დაუმუშავებელი	2.34	4.06	243.0
ლიკანი	NEX	0.738	2.26	206.0
ლიკანი	NES	0.833	2.95	199.0
ცერნტ. პარკი	დაუმუშავებელი	3.11	5.76	323.0
ცერნტ. პარკი	NEX	0.875	3.91	289.0
ცერნტ. პარკი	NES	1.16	4.69	291.0
დასაშვები დიაპაზონი		<1	<5	260 - 380

ცხრილი 2. ტურბულენტური რეჟიმის პირობებში საწყისი და დამუშავებული ბორჯომის მინერალური წყლის ქიმიური კომპონენტების რაოდენობრივი მაჩვენებლები

ბურღილი	ტექნოლოგია	Ba, მგ/ლ	F, მგ/ლ	Cl, მგ/ლ
37	დამუშავებული	3.27	5.26	386.0
37	NEX	1.23	3.58	340.0
37	NES	0.958	3.84	347.0
41	დამუშავებული	3.46	6.96	352.0
41	NEX	0.854	4.28	273.0
41	NES	0.614	5.84	318.0
41	2NES	1.26	-	334.0
25	დამუშავებული	3.58	9.67	372.0
25	NEX	0.973	4.57	305.0
25	NES	1.23	5.77	328.0
ლიკანი	დამუშავებული	2.34	4.06	243.0
ლიკანი	NEX	0.641	1.83	199.0
ლიკანი	NES	0.780	2.72	194.0
ცერნტ. პარკი	დამუშავებული	3.11	5.76	323.0
ცერნტ. პარკი	NEX	0.623	3.53	266.0
ცერნტ. პარკი	NES	0.996	4.50	285.0
დასაშვები დიაპაზონი		<1	<5	260-380

დადგინდა, რომ ცვლადი მინერალიზაციის წყლების იონების სხვადასხვა მასისა და კონცენტრაციის დროს, სელექციის განსხვავებული უნარის მქონე მემბრანების და მათთვის ოპტიმალური რეჟიმული პარამეტრების უზრუნველყოფის შედეგად შესაძლებელია ხსნარებში ქიმიური ელემენტების სელექციის პროცესის კონცენტრაციის რაოდენობრივი მაჩვენებლის რეგულირების პროგნოზირება. დეზარირება-დეფტორირების შედეგად ქლორის კონცენტრაცია ბორჯომის მინერალურ წყლებში 386 მგ/ლ-დან დაყვანილია ზდკ-მდე „მინერალური წყლების ნორმატიული საფუძვლები ევროკავშირის 2003 წლის 16 მაისის 2003/40/ეკ“ დირექტივის მიხედვით და ჭაბურღილების მიხედვით მერყეობს ზღვრებში - ლამინარული რეჟიმის პირობებში 199მგ/ლ-დან 359 მგ/ლ-მდე, ხოლო ტურბულენტური რეჟიმის პირობებში 194მგ/ლ-დან 347მგ/ლ-მდე.

4 - პოლიმერულ კომპოზიციაში პოლიმერის გახსნის პროცესის მონიტორინგი ფოტონ კორელაციური სპექტროსკოპიით.

პოლიმერულ კომპოზიციაში პოლიდისპერსიული სისტემის ნაწილაკების ხარისხობრივი დაშლა, მემბრანის ფორმის წარმოქმნისათვის საჭირო ფართობის რეგულირებისა და მემბრანული აპკის ხვედრითი წარმადობის პროგნოზირების საშუალებას იძლევა. პოლიმერის მასაში ნაწილაკების დაშლა დამოკიდებულია ხსნარის მომზადების პირობებსა და გახსნის ტემპერატურაზე. მაღალი წარმადობის მქონე მემბრანების მისაღებად მნიშვნელოვანია ხსნარის მომზადების პროცესში პოლიმერული კომპოზიციის კომპონენტების შრობის პროცესები. შესწავლილია, სხვადასხვა ტემპერატურაზე გამშრალი კომპონენტის - არაორგანული მარილის გავლენა ხსნადობის ხარისხზე. განხორციელებულია, არაორგანული მარილის - კალციუმის ქლორიდის შრობა თერმოსტატში (POL-EKO მოდელი ST) 60°C, 75°C, 90°C, 105°C, 120°C და 135°C ტემპერატურაზე (ცხრილი 1).

ცხრილი 1. კალციუმის ქლორიდის წონა შრობის ტემპერატურის მიხედვით

ნივთიერების დასახელება	შრობის ტემპერატურა, °C	ნიმუშის წონა, გ		
		შრობამდე	შრობის შემდეგ	წონის დანაკარგი
კალციუმის ქლორიდი	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
	135	0,121	0,121	0

ჩატარებულია, პოლიმერის გახსნის პროცესის მონიტორინგი ანალიზატორზე Zetasizer Nano Zen 3690 სინათლის გაბნევის დინამიური მეთოდით.

60°C, 75°C, 90°C, 105°C, 120°C, 135°C ტემპერატურებზე გამშრალი კალციუმის ქლორიდის შემცველ პოლიმერულ ხსნარებში, რომელთა კონცენტრაცია 5 გ/ლ-ია, განსაზღვრულია ნაწილაკების ზომა და პოლიდისპერსიულობის ინდექსი. ნაწილაკების ზომები და ამ ხსნარიდან დამზადებული მემბრანების ხვედრითი წარმადობები წარმოდგენილია ცხრილში 2.

ცხრილი 2. 60°C, 75°C, 90°C, 105°C, 120°C, 135°C ტემპერატურებზე გამშრალი კალციუმის ქლორიდის შემცველი პოლიმერული კომპოზიციების ნაწილაკების ზომები, პოლიდისპერსიულობის ინდექსი და მიღებული მემბრანების ხვედრითი წარმადობები

№	ნიმუშის დასახელება	პიკი 1, ნმ	%	პიკი 2, ნმ	%	პიკი 3, ნმ	%	Ksps	PDI	Z-Ave	ხვედრითი წარმადობა, J, ლ/მ ² .სთ
1	60°C გამშრალი პოლიმერის და LiCl-ის პოლიმერული ხსნარი (5 გ/ლ)	9,549	47,2%	74,07	6,6%	1045	46,2%	53.3	0,987	619,1	1200
2		8,710	49,4%	20,79	7,5%	955,4	40,4%	53.9	1,00	821,9	
3		9,065	45,9%	54,76	6,2%	1102	47,9%	52.8	1,00	667,5	
1	75°C გამშრალი პოლიმერის და LiCl-ის პოლიმერული ხსნარი (5 გ/ლ)	8,879	47,0%	20,67	9,1%	888,1	43,9%	49.4	1,00	648,7	1877
2		6,297	16,6%	10,74	37,8%	995,4	41,0%	46.2	0,826	626,0	
3		6,449	13,3%	11,17	37,2%	1279	46,0%	45.1	0,882	544,5	
1	90°C გამშრალი პოლიმერის და LiCl-ის პოლიმერული	7,453	42,3%	19,25	15,9%	1048	41,8%	41.2	0,889	415,3	2188
2		8,458	48,9%	28,44	9,1%	1104	42,0%	39.5	0,821	493,8	

3	ხსნარი (5 გ/ლ)	8,78 5	48,5 %	30,6 5	6,9%	1027	44,6 %	41,5	0,83 9	636, 3	
1	105°C გამშრალი	9,90 8	82,9 %	49,6 2	8,7%	694, 3	8,5%	18,3	0,21 0	16,9 5	2510
2	პოლიმერის და LiCl-ის	9,77 3	83,4 %	76,3 6	8,0%	959, 2	8,6%	18,0	0,22 8	15,3 3	
3	პოლიმერული ხსნარი (5 გ/ლ)	10,0 5	84,3 %	41,4 2	9,1%	515, 8	6,8%	17,9	0,15 3	28,5 9	
1	120°C გამშრალი	9,07 6	41,1	536, 8	39,7	18,1 0	19,3	54,5	0,97 8	759, 0	3800
2	პოლიმერის და LiCl-ის	615, 1	42,0	8,86 2	39,7	18,0 6	18,3	50,8	0,85 6	656, 1	
3	პოლიმერული ხსნარი (5 გ/ლ)	1079	51,0	11,7 6	49,0	0	0	46,6	0,72 7	436, 0	
1	135°C გამშრალი	13,2 1	95,3	582, 9	2,9	5183	1,8	20,4	0,25 7	12,0 7	4600
2	პოლიმერის და LiCl-ის	11,6 8	93,4	208, 3	6,6	0	0	20,4	0,23 2	13,5 6	
3	პოლიმერული ხსნარი (5 გ/ლ)	11,3 6	89,8	61,2 2	7,2	547, 7	3,0	19,9	0,28 6	12,8 7	

ცხრილში 2 წარმოდგენილი მონაცემების მიხედვით, ხსნარებში ნაწილაკების ზომები, დისპერსიულობის ინდექსი და ამ ხსნარებიდან დამზადებული მემბრანების ხვედრითი წარმადობის მნიშვნელობები დამოკიდებულია კალციუმის ქლორიდის შრობის ტემპერატურაზე. 135°C ტემპერატურამდე გამშრალი კალციუმის ქლორიდი განაპირობებს პოლიმერულ მასაში ჯერადად განსხვავებული ზომის ნაწილაკების მიღებას გახსნის ზღვრული მაჩვენებლით 116მ და მემბრანის მაღალ ხვედრით წარმადობას - 4600ლ/მ²სთ-ს.

კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ კალციუმის ქლორიდის შრობის ტემპერატურის ცვლილებით შესაძლებელია პოლიმერულ მასაში უმცირესი ნაწილაკის ზომების ზღვრული მაჩვენებლების და ფორმების წარმოქმნისათვის საჭირო ფართობის რეგულირება, რაც იწვევს მემბრანული აკვის ხვედრითი წარმადობის ზრდას.

5 - მემბრანის მისაღები პოლიმერული კომპოზიციის გახსნის პარამეტრების გავლენის კვლევა მემბრანის წარმადობაზე

საკვლევი თემის მიზანს წარმოადგენს, მემბრანის დასამზადებელ კომპოზიციაში პოლიმერის გახსნის პარამეტრების: ნაწილაკების ზომის, კონცენტრაციის და დისპერსიულობის ხარისხის გავლენის შესწავლა მიღებული მემბრანის მორფოლოგიასა და წარმადობაზე.

მემბრანაწარმოქმნელი ძირითადი პოლიმერის ისეთი მახასიათებლები როგორცაა, მაკრომოლეკულის საშუალო ზომა, მათი განაწილება ზომების მიხედვით, დისპერსიულობის ხარისხი, სტრუქტურა, ქიმიური ჯგუფების სპეციფიური ბუნება, ამ ჯგუფების განლაგება, მაკრომოლეკულების აგრეგაციის ფორმის შესწავლა - წარმოადგენს ძირითად საკითხებს, რომელთა კვლევა აუცილებელია

მემბრანის მორფოლოგიისა და სტრუქტურის დასახასიათებლად.

25°C, 40°C, 55°C და 70°C ტემპერატურაზე მომზადებული მემბრანის მისაღებ კომპოზიციაში პოლიმერის გახსნის მონიტორინგი მოწმდებოდა პოლარიზაციულ-ინტერფერენციული ოპტიკური მიკროსკოპით, ხოლო ნაწილაკების ზომა, კონცენტრაცია და დისპერსიულობის ხარისხი განისაზღვრა ანალიზატორით (Zetasizer Nano Zen 3690). თითოეულ ტემპერატურაზე მომზადებული ხსნარები ნაწილაკების მდგრადობის გასაზრდელად მუშავდებოდა ულტრაბგერის აპარატში წყლიან აბაზანაში (Unitra-Unima, UM-4, Olsztyn, Poland) 50Hz, 1სთ განმავლობაში. ნაწილაკების ზომა, კონცენტრაცია და დისპერსიულობის ხარისხი ისაზღვრებოდა 100გ/ლ, 50 გ/ლ, 25 გ/ლ, 10 გ/ლ და 5 გ/ლ კონცენტრაციის ხსნარებში.

პოლიმერული კომპოზიცია წარმოადგენს პოლიდისპერსიულ სისტემას, რომელშიც ნაწილაკების ზომა დამოკიდებულია ხსნარის მომზადების ტემპერატურაზე, გამხსნელის ბუნებასა და კონცენტრაციაზე.

ცხრილი 1. პოლიმერული კომპოზიციის შედგენილობა გახსნის 25°C, 40°C, 55°C, 70°C ტემპერატურის დროს და კოაგულანტის 20⁰ C ტემპერატურაზე მიღებული მემბრანების ხვედრითი წარმადობები

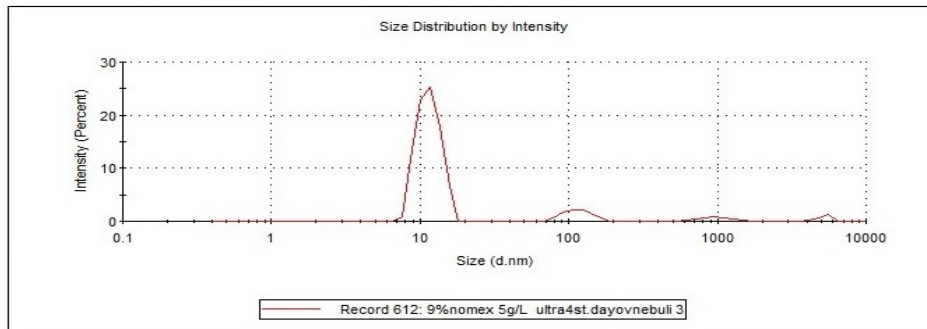
პოლიმერული კომპოზიციის მომზადების T ⁰ C	ნაწილაკების ზომა Z-ave. ნმ	პოლიდისპერსიულობის ხარისხი PDI	საკოაგულაციო აბაზანის T ⁰ C	ხვედრითი წარმადობა ლ/მ ² სთ
25	67.45	1	20	1200
40	57.12	0.9	20	1877
55	24.68	0.5	20	2188
70	13.15	0.33	20	2510

ცხრილში 1 წარმოდგენილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ ხსნარებში ნაწილაკების ზომები, დისპერსიულობის ინდექსი და ამ ხსნარებიდან დამზადებული მემბრანების ხვედრითი წარმადობის მნიშვნელობები დამოკიდებულია გახსნის ტემპერატურაზე. პოლიმერული კომპოზიციის გახსნის ტემპერატურის მომატებით ხსნარის დისპერსიულობის ხარისხი მცირდება 1-დან 0.33-მდე, მაკრომოლეკულების ზომა 67.45 ნმ-დან 13.15 ნმ-მდე. 70°C ტემპერატურაზე მომზადებული ხსნარიდან მიღებული მემბრანის ხვედრითი წარმადობა აღემატება 25°C, 40°C, 55°C ტემპერატურაზე მომზადებული ხსნარიდან დამზადებული მემბრანების ხვედრით წარმადობას და შეადგენს 2510 ლ/მ² სთ. 70°C ტემპერატურაზე მომზადებული პოლიმერული კომპოზიციის ნაწილაკების ზომა მოცემულია სურათზე 1.

Sample Name: 9%nomex 5g/L ultra4st.dayovnebuli 3	Dispersant Name: DMFA
SOP Name: mansettings.nano	Dispersant RI: 1.428
File Name: test 115.dts	Viscosity (cP): 0.8020
Record Number: 612	Measurement Date and Time: Wednesday, March 27, 2019 12:41:...
Material RI: 1.68	
Material Absorbtion: 0.001	
Temperature (°C): 25.0	Duration Used (s): 250
Count Rate (kcps): 22.5	Measurement Position (mm): 4.65
Cell Description: Glass cuvette with round aperture	Attenuator: 11

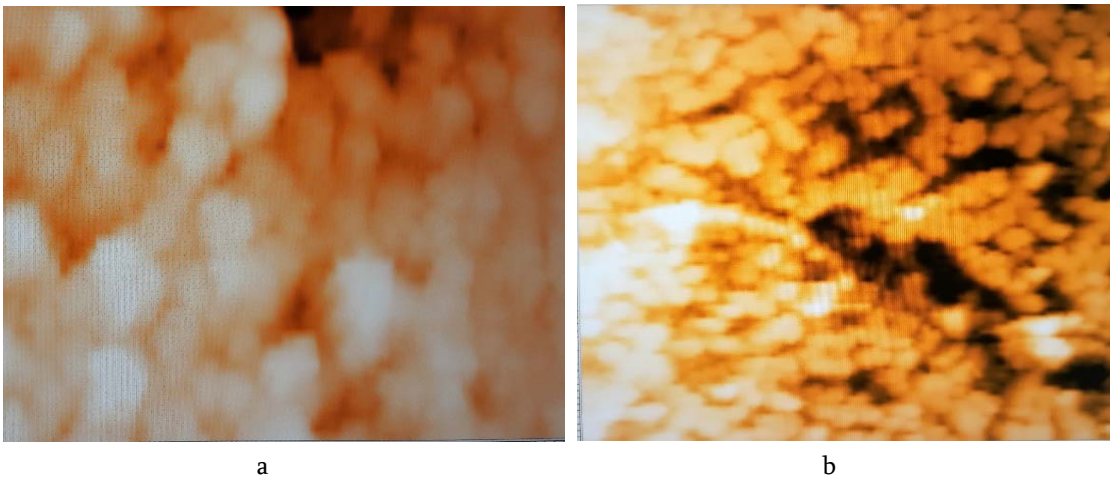
	Size (d.nm):	% Intensity:	St Dev (d.nm):
Z-Average (d.nm): 13.15	Peak 1: 11.52	85.4	1.998
Pdl: 0.330	Peak 2: 115.8	8.7	23.74
Intercept: 0.810	Peak 3: 1015	3.7	250.8

Result quality : Good



სურათი 1. 70°C ტემპერატურაზე მომზადებული პოლიმერული კომპოზიციაში ნანონაწილაკების ზომა ინტენსივობის მიხედვით, განსაზღვრული ანალიზატორით Zetasizer Nano Zen 3690

25°C, 40°C, 55°C, 70°C ტემპერატურაზე გახსნილი პოლიმერული კომპოზიციით მიღებული მემბრანული აპკები შესწავლილი იქნა მასკანირებელი ზონდური მიკროსკოპით. სურათზე 2 გამოსახულია 25°C და 70°C ტემპერატურაზე მომზადებული კომპოზიციიდან მიღებული მემბრანების ზედაპირების მიკროგრაფიული გამოსახულებები. ორივე ნიმუშის ზედაპირი წარმოადგენს ქაფისმაგვარ მატრიცას, ღია ფერის წარმონაქმნები სურათზე ინტერპრეტირდება, როგორც ზედაპირი და მუქი ფერი, როგორც ფორები.



სურათი 2. მემბრანის ზედაპირების მასკანირებელი ზონდური მიკროსკოპის მიკროფოტოგრაფიული 2D გამოსახულებები: მიღებული (a) 25°C და (b) 70°C-ზე მომზადებული კომპოზიციიდან კოაგულანტის 20°C ტემპერატურაზე

a ნიმუშის ზედაპირზე მუქი და ღია უბნები არათანაბრად არის განაწილებული, ჭარბობს ღია ფერი, რაც ზედაპირზე ფორების მცირე რაოდენობაზე მიუთითებს. b ნიმუშის ზედაპირზე ღია და მუქი ფერები თანაბრად არის განაწილებული, რაც მემბრანის ზედაპირის ერთგვაროვნებაზე და ფორიანობაზე მეტყველებს. მაღალ ტემპერატურაზე მომზადებულ პოლიმერულ კომპოზიციაში ნაწილაკების ზომების, დისპერსიულობის ხარისხის შემცირება, გამოწვეულია 70°C-ზე ტემპერატურის გავლენით ხსნარში მიმდინარე სტრუქტურული ცვლილებებით, რაც ამცირებს მიკროგელური ნაწილაკების (ხსნარის დისპერსიული ფაზა აგრეგირებული მაკრომოლეკულების სახით) ზომას და ზრდის მათ რაოდენობას ერთეულ მოცულობაში.

ამრიგად, კვლევის შედეგად დადგენილია, რომ პოლიმერული კომპოზიციის გახსნის მაღალ ტემპერატურაზე ხსნარში მიიღწევა ნაწილაკების ზომის და პოლიდისპერსიულობის ხარისხის ისეთი განაწილება, რამაც განაპირობა ფორების განაწილების დიდი სიხშირის (ფორიანობა) და მაღალი წარმადობის მქონე მემბრანების მიღება.

6 - პოლისულფონის კონცენტრაციის და ორგანული დანამატების გავლენის კვლევა მიღებული მემბრანების ფორის ზომის, ფორიანობისა და წარმადობის მნიშვნელობებზე.

პოლისულფონები წარმოადგენენ ჰეტეროჯაჭვურ მაღალმოლეკულურ ნაერთებს, რომლებიც ძირითად ჯაჭვში შეიცავენ გამეორებად SO₂ ჯგუფებს, მარტივ ეთერულ ბმებს და არომატულ ფრაგმენტებს. პოლისულფონების გამოყენება ულტრა- და მიკროფილტრაციული მემბრანების მისაღებად ითვლება დიდ მიღწევად მემბრანულ ტექნოლოგიაში, რაც გამოწვეულია ამ პოლიმერების საუკეთესო ექსპლუატაციური თვისებებით - სამუშაო ტემპერატურების და მდგრადობის დიდი დიაპაზონით, ასევე, ქლორის მიმართ მდგრადობით. აღნიშნული პოლიმერებიდან მემბრანების მიღება შესაძლებელია განსხვავებულ პირობებში და სხვადასხვა რეჟიმებში, რაც 15მ-დან 0,2მმ-მდე ფორის ზომების ვარიაციების საშუალებას იძლევა.

ინსტიტუტის კვლევით ლაბორატორიაში პოლისულფონური მემბრანების მისაღებად გამოყენებული იყო ფაზური ინვერსიის სველი მეთოდი. პოლისულფონის გამხსნელად შერჩეულია CaCl₂-ის 3%-იანი ხსნარი დიმეთილაცეტამიდში. დამზადებულია, როგორც სუფთა პოლისულფონის 7%, 8%, 9% და 10%-იანი დასასხმელი პოლიმერული კომპოზიციები, ასევე პოლიეთილენგლიკოლიანი კომპოზიციები (პეგ პოლიმერის მასის 25%). პეგ(400) არჩევა პოლიმერული კომპოზიციის დანამატად მიუხედავად იმისა, რომ ის საგრძნობლად ზრდის პოლისულფონის სიბლანტეს, გაპირობებულია მისი თვისებებით. ის არატოქსიკურია, იხსნება წყალში და ორგანულ გამხსნელებში და თავისი აღნაგობის გამო აქვს სხვა მოლეკულებთან შეუღლების უნარი. მას შეუძლია მიიერთოს სხვა პოლიმერის მაკრომოლეკულის ბოლოებში მდებარე ფუნქციონალური ჯგუფებიც. პეგ-ს ფართოდ იყენებენ მემბრანული ტენოლოგიის სფეროებში, მაგრამ უფრო ხშირად ის გამოიყენება მემბრანების კომპოზიციურ დასასხმელ ხსნარებში როგორც დანამატი, მემბრანების უჯრედული სტრუქტურის მოწესრიგებისა და ფორწარმოქმნის გასაუმჯობესებლად. პოლიეთილენგლიკოლის გამოყენება დანამატად გაპირობებული იყო იმის გამოც, რომ პოლისულფონური მემბრანებისთვის, რომლებიც არიან ჰიდროფობური, მიენიჭებინა ჰიდროფილური თვისებები.

პოლისულფონის გახსნის მონიტორინგი ხორციელდებოდა პოლარიზაციულ-ინტერფერენციული ოპტიკური მიკროსკოპის დახმარებით. მიღებული ხსნარები გაფილტვრის და ვაკუუმში დეაერაციის შემდეგ დაიტანებოდა ლაბორატორიულ ფილერზე მოთავსებულ მინის ფირფიტაზე. გამოლექვის პროცედურები ჩატარებულია გამოხდილი წყლის საკოაგულაციო აბაზანაში 60°C-ზე. ნიმუშები ირეცხებოდა 60°C-იანი

წყლით ნსთ-ის განმავლობაში და ყოვანდებოდა გამრეცხ აბაზანაში წყალში ხსნადი ნივთიერებების მოსაცილებლად. სუფთა პოლისულფონის სხვადასხვა კონცენტრაციის და პეგ-ის შემცველი დასასხმელი ხსნარებიდან მიღებული მემბრანული ნიმუშები აღნიშნულია P1,P2, P3,P4,P5,P6,P7,P8 სიმბოლოებით.

მიღებული მემბრანის ნიმუშების მაქსიმალური ფორის ზომის და წარმადობის მნიშვნელობების ტესტები ჩატარებული იყო ინსტიტუტში შექმნილ ლაბორატორიულ ხელსაწყო-დანადგარზე, მემბრანული ნიმუშები გამოჭრილი იყო ფილტრაციულ დანადგარში ფიქსაციისათვის. სტაბილური მონაცემების მისაღებად მონაცემები აღებულია ხელსაწყოში დისტილირებული წყლის 1სთ-ის განმავლობაში გატარების შემდეგ. თითოეულ ნიმუშზე ჩატარებულია მინიმუმ სამი ექსპერიმენტი 1 ბარ წნევაზე. წარმადობის გასაანგარიშებლად გამოყენებულია ფორმულა $J = V/At$, სადაც J არის წყლის ნაკადი ლ/მ²სთ, V- ფილტრატის მოცულობა ლიტრებში, A- ფართობი მ², t-დრო საათებში.

მიღებული საცდელი ნიმუშების ფორის ზომების, წარმადობების და ფორიანობის მნიშვნელობები მოცემულია ცხრილში 1 .

ცხრილი 1. მიღებული მემბრანული ნიმუშების ფორის ზომის, ფორიანობის და წარმადობის მნიშვნელობები.

პოლიმერული მემბრანები	ბუმტულაკის წერტილის წნევა,ბარი P	ფორის ზომა, D მკმ	მემბრანის ფორიანობა, %	მემბრანის წარმადობა ლ/მ ² სთ
P1	1	0,81	18 ± 2	1800
P2	1,36	0,59	20 ± 3	1640
P3	1,65	0,49	24 ± 1	1450
P4	1,92	0,42	29 ± 2	1320
P5	2,2	0,37	31 ± 3	1230
P6	2,35	0,34	42 ± 1	1120
P7	2,4	0,33	54 ± 4	1015
P8	2,6	0,31	70 ± 3	989

ცხრილიდან 1 ჩანს, რომ პოლისულფონის კონცენტრაციის გაზრდით ხდება ფორის ზომის შემცირება. კერძოდ, P1 მემბრანის ფორის ზომა იყო 0,81მკმ, ხოლო P4 ნიმუშის ფორის ზომა გახდა 0,42მკმ, შემცირდა თითქმის ორჯერ. შემდეგ PEG-ის დამატებით მიღებულ ნიმუშებში ისევ ხდება ფორის ზომის თანდათანობითი შემცირება და P8 ნიმუშის ფორის ზომის მნიშვნელობა უტოლდება 0,31მკმ. P1 და P8 ნიმუშების ფორის ზომის მნიშვნელობებს შორის განსხვავება 0,5 მკმ-ია. ფორის ზომის მნიშვნელობების შემცირებასთან ერთად მცირდება მემბრანების წარმადობა, მაგრამ უმჯობესდება მემბრანების ზედაპირის

მორფოლოგია და ფორიანობა. პოლიეთილენგლიკოლის (400) დამატებით მიღებული მემბრანების წარმადობის შეცვლა P5, P6, P7 და P8 ნიმუშებისათვის განპირობებულია პეგის უნარით, დასასხმელი ხსნარების სიბლანტის გაზრდით, შეანელოს ფაზური ინვერსიის პროცესი, შეავიწროვოს და წარმოქმნას ახალი ფორები, ჩაახშოს მიკროღრუების წარმოქმნა და გაზარდოს მემბრანების ფორიანობა (ცხრილი 1).

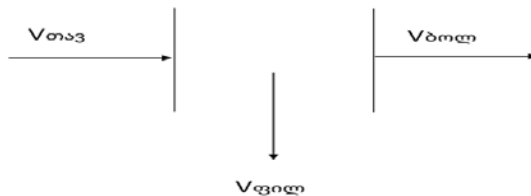
ჩატარებული ემპირიული კვლევების შედეგად დადგენილია პირობები, რომელთა მემბრანითაც შესაძლებელი გახდა პოლისულფონის კონცენტრაციის ცვალებადობისა და პოლიეთილენგლიკოლის რაოდენობის რეგულირების ხარჯზე მიღებული მემბრანების მახასიათებლების პროგნოზირება. ასევე, დადგენილი იქნა, რომ მიკრო- და ულტრაფილტრაციული მემბრანის მისაღებ პოლიმერის ხსნარში, დანამატის სახით პოლიეთილენგლიკოლის შეტანით, შესაძლებელია მემბრანის სტრუქტურაში მაკროღრუების ზომების, ფორიანობის, ფორის ზომების და მემბრანის ზედაპირის სელექტიური ფენის ჰიდროფილურობის ეფექტურად რეგულირება.

7 - მიკროფილტრაციული პროცესის კვლევა ბუნებრივი წყლის ცვალებადი შედგენილობისა და სიმღვრივის პირობებში

კვლევის პროცესი განხორციელებულია ლაბორატორიული მანქანებით. ხვედრითი წარმადობა განისაზღვრა ექსპერიმენტული გზით, ლაბორატორიულ დანადგარზე. მოდელური ხსნარების სიმღვრივე იზომებოდა სიმღვრივის მზომზე.

ექსპერიმენტები ჩატარდა ლაბორატორიულ დანადგარზე, რომლის სადაწნეო საკნის მუშა კვანძის გეომეტრიული ზომები იყო სიგანე B= 9 მმ ; სიგრძე L= 30მმ ; მემბრანის ფართობი $\omega = B \times L = 270 \text{ მმ}^2$; წნევა საკანში P=1 ბარი და სიჩქარე $v = 0,5 \text{ მ/წმ}$ 2მკმ მემბრანაზე; საწყისი სითხის ტემპერატურა T=20°C. საწყისი სითხეებად გამოყენებული იყო ბუნებრივი წყლები სიმღვრივეებით - 0,75 NTU; 9,95 NTU; 20,56 NTU; 40,9 NTU; 58,5 NTU.

მემბრანული დაყოფის პრინციპული საანგარიშო სქემა წარმოდგენილია ნახ.-ზე 1.



ნახ.1. მემბრანული დაყოფის პრინციპული საანგარიშო სქემა.

ექსპერიმენტების შედეგების გარდასაქმნელად ხვედრითი წარმადობის საანგარიშოდ გამოყენებული იყო ფორმულა: $J = \frac{V_{ფილ}}{\Delta t \times \omega_{ფე}}$ (1)

სადაც $V_{ფილ}$ - ექსპერიმენტალური ფილტრატის მოცულობაა აღებული Δt წუთის განმავლობაში, ხოლო $\omega_{ფე}$ - მემბრანის მუშა ფართობია, რომელიც ჩვენ შემთხვევაში $\omega_{ფე} = \omega = B \times L = 270 \text{ მმ}^2$.

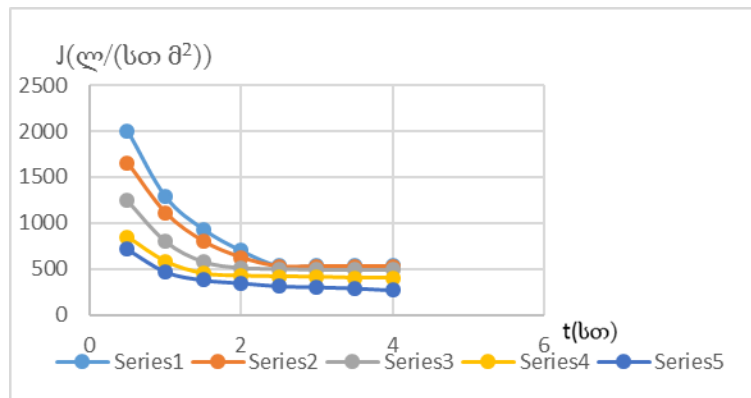
ცხრილი1. ექსპერიმენტული ხვედრითი წარმადობის მნიშვნელობები სხვადასხვა მუდმივი სიმღვრივის ბუნებრივ წყალზე მიკროფილტრაციული პროცესით გაფილტვრის დროს

საწყისი სიმღვრ	სითხის ტემპერ	წნევა საკნის	სითხის მოცულობა (მლ)	ხვედრითი წარმადობები დროის მიხედვით J (ლ/(სთ×მ²))
----------------	---------------	--------------	----------------------	---

ივე	ატ. T ⁰ C	(ბარ)		ცდის დასაწყისში		ცდის ბოლოს		0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	
		თავ.	ბოლ.	V _{ფოლ}	V ₃	V _{ფოლ}	V ₃	(სთ)	(სთ)	(სთ)	(სთ)	(სთ)	(სთ)	(სთ)	(სთ)	(სთ)
		P ₁	P ₂													
NTU																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
0,75	20	1	0.2	28	800	2,4	-	2000	1288	933	700	533	533	533	533	
9,95				30,5	303,5	2,35	670	1656	1111	800	622	525,2	525,2	525,2	525,2	
20,56				12	225	2,2	575	1244	800	578	533	510	489	489	489	
40,9				15	395	1,8	650	844	578	448	444	422	400	400	400	
58,5				17	573	1,35	755	771	488	400	388	378	356	311	300	

ცხრილის 1 მონაცემების მიხედვით, გარკვეული დროიდან დაწყებული ხვედრითი წარმადობების მნიშვნელობები მეორდება შემდეგი სიმღვრივების წყლებისათვის:

1) 0,75 NTU - t = 2,5 სთ-დან J = 533 (ლ/(სთ მ²)); 2) 9,95 NTU - t = 2,5 სთ-დან J = 525,2(ლ/(ს მ²)); 3) 20,56 NTU - t = 3 სთ-დან J = 489 (ლ/(სთ მ²)); 4) 40,9 NTU - t = 3სთ-დან J = 400 (ლ/(სთ მ²)); 5) 58,5 NTU - ექსპერიმენტის მიმდინარეობის 4 საათის განმავლობაში ვერ მივიღეთ ხვედრითი წარმადობების მნიშვნელობის განმეორებადობა, რაც მიგვანიშნებს იმაზე, რომ ამ შემთხვევაში ექსპერიმენტების ჩატარების დროის 4 საათიანი ხანგრძლივობა არ არის საკმარისი. განმეორებადობების ამ მნიშვნელობებს უწოდოთ წარმადობების ასიმტოტური მნიშვნელობები, რაც ნიშნავს, რომ იგი ერთი და იგივეა ხანგრძლივი დროის განმავლობაში.



ნახ.1. ცხრილში 1 ექსპერიმენტული წარმადობების ცვლილება დროის მიხედვით სხვადასხვა სიმღვრივის დროს: Series 1 - 0,75 NTU ; Series 2 - 9,95 NTU; Series 3 - 20,56 NTU; Series 4 - 40,9 NTU; Series 5- 60, NTU.

როგორც ნახ.-დან 1 ჩანს, ხვედრითი წარმადობები ყველა სიმღვრივის შემთხვევაში განიცდიან საგრძნობ ვარდნას 1,5 საათამდე, ხოლო დროის შემდგომ პერიოდში ნაკლებად, რაც მიგვითითებს იმაზე, რომ საწყის ეტაპზე გაყოფის პროცესის ნაწილაკები აქტიურად ავსებენ მემბრანის ფორებს, ხოლო შემდეგ პერიოდში

უფრო ნაკლებად.

მიღებული შედეგების ანაღზის საფუძველზე დადგენილია:

- რაც უფრო ნაკლებია საწყისი სითხის სიმღვრივე, მით უფრო მეტია მემბრანის ხვედრითი წარმადობა;
- საწყისი სითხის სიმღვრივე განაპირობებს ხვედრითი წარმადობების ასიმტოტურ მნიშვნელობებს.

8 - ულტრაფილტრაციული პროცესის კვლევა ბუნებრივი წყლის ცვალებადი შედგენილობისა და სიმღვრივის პირობებში.

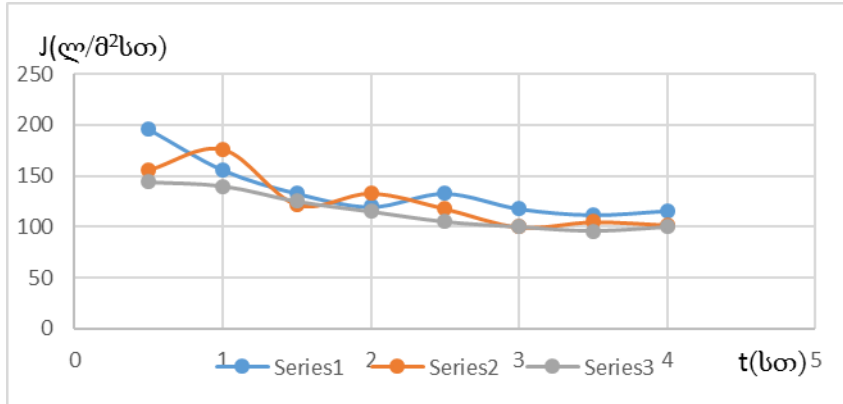
მოსახლეობის უზრუნველყოფა ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქტებითა და სასმელი წყლით მჭიდროდ არის დაკავშირებული ახალ, თანამედროვე ტექნოლოგიების შემუშავებასა და დანერგვასთან. მაღალი ხარისხის სასმელი წყლის მისაღებად საჭიროა სტაბილურად მომუშავე, მაღალი წარმადობის მქონე მემბრანული დანადგარების შექმნა, რომლის განხორციელება შესაძლებელია მემბრანული აპარატის სათანადო კონსტრუქციით და ისეთი ჰიდროდინამიკური რეჟიმით, რომლის დროსაც მემბრანის ზედაპირზე არ წარმოიქმნება ფილტრაციული გაყოფის პროცესის შემაფერხებელი დანალექი.

ამ მიზნით, კვლევები ჩატარდა 2მკმ მემბრანაზე, სადაწნეო საკანში $P=1$ ბარი წნევისა, $v = 0,5$ მ/წმ სიჩქარის დროს. ექსპერიმენტებით მიღებული $V_{ფილ}$ მონაცემების ანათვლების დროის ინტერვალი იყო $\Delta t = 1$ წთ., საკვლევი სითხის ტემპერატურა $T=20^{\circ}C$. ფილტრატის $V_{ფილ}$ ანათვლებს ვიღებდით ყოველ ნახევარ საათში. სადაწნეო საკნის მუშა კვანძის გეომეტრიული ზომები იყო სიგანე $B = 9$ მმ ; სიგრძე $L= 30$ მმ ; მემბრანის ფართობი $\omega = B \times L = 270$ მმ².

ცხრილი 1. ექსპერიმენტული ხვედრითი წარმადობის მნიშვნელობები სხვასხვა ცვლადი და მუდმივი სიმღვრივის კონცენტრატზე, დროის მიხედვით.

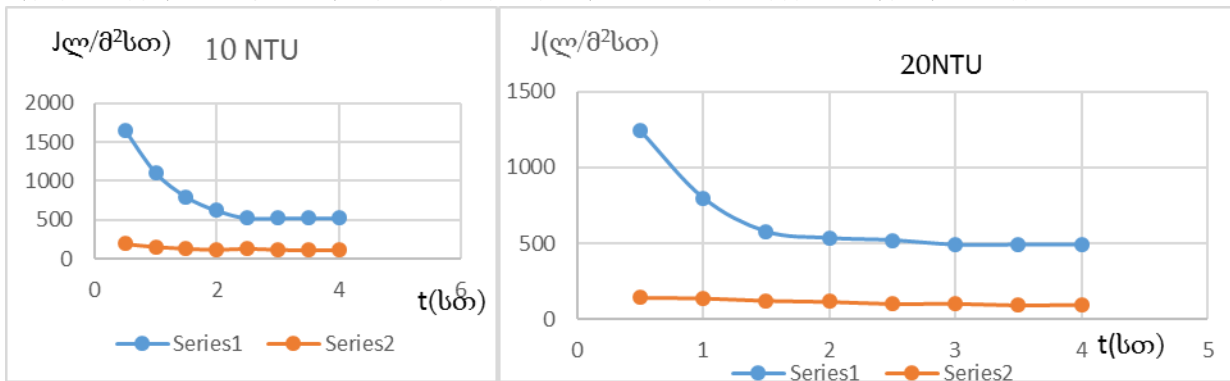
საწყისი სიმღვრივე	სითხის ტემპერატურა	საკნის წნევა (ბარ)		ფილტრაციული სითხის მოცულობა (მლ)		ხვედრითი წარმადობები დროის მიხედვით J								
						(ლ/(სთ×მ ²))								
						0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
NTU	T°C	თავ. P ₁	ბოლ. P ₂	V _{ფილ}	V _{ფლ}	სთ	სთ	სთ	სთ	სთ	სთ	სთ	სთ	სთ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
ცვლადი სიმღვრივის კონცენტრატი														
5	20	1	0,6	10,5	048	233 3	196	156	133	122	133	118	112	116
9,9				9,9	0,45	191 1	156	176	122	133	118	100	105	99
20				0,7	0,40	142 2	156	176	122	133	118	100	105	99
მუდმივი სიმღვრივის კონცენტრატი														
5				10,5		233 3	-	-	-	-	-	-	-	-
9,9				9,9		191 1	165 6	1111	600	622	525, 2	525, 2	525, 2	525.2
20				12		142 2	124 4	800	576	533	510	489	489	469

ცხრ.-დან 1 ჩანს, ექსპერიმენტების დაწყების 1 წთ-ის განმავლობაში ცვლადი და მუდმივი სიმღვრივის კონცენტრატებისათვის ხვედრითი წარმადობები ერთნაირია. ექსპერიმენტის დაწყებიდან ნახევარი საათისათვის კი უკვე დიდად განსხვავდებიან.



ნახ.1. ხვედრითი წარმადობების დამოკიდებულება დროზე ცვლადი სიმღვრივის კონცენტრატზე : Series1- კონცენტრატის სიმღვრივე 5 NTU; Series2-კონცენტრატის სიმღვრივე 9,9 NTU; Series3-კონცენტრატის სიმღვრივე 20 NTU;

ცდების მიმდინარეობის 2 საათის განმავლობაში ხვედრით წარმადობებს შედარებით დიდი ვარდნა გააჩნია, ვიდრე დროის შემდგომ პერიოდში და გრაფიკების მოხაზულობას აქვს თანდათანობითი კლების ტენდენცია. ხვედრითი წარმადობების განმეორებადობას ამ შემთხვევაში ადგილი არ აქვს.



ნახ.2. ხვედრითი წარმადობების დამოკიდებულება დროზე 10 NTU და 20 NTU სიმღვრივის წყალზე: Series 1- მუდმივი სიმღვრივის კონცენტრატზე; Series 2-ცვლადი სიმღვრივის კონცენტრატზე

როგორც ნახ.-დან 2 ჩანს, ექსპერიმენტის დაწყებიდან ხვედრითი წარმადობების მნიშვნელობები მუდმივი და ცვლადი სიმღვრივის კონცენტრატებზე ერთმანეთისაგან დიდად განსხვავდებიან. ეს განსხვავება სიმღვრივის უფრო დიდი მნიშვნელობების შემთხვევაში უფრო მეტია.

ჩატარებული ექსპერიმენტების შედეგების ანალიზის საფუძველზე შეიძლება გავაკეთოთ დასკვნა - ცვლადი სიმღვრივის კონცენტრატის შემთხვევაში ხვედრით წარმადობებს ასიმტოტები არ გააჩნია.

9 - ბორჯომის მინერალური წყლის დებარირება-დეფტორირების ნანოფილტრაცია და ფილტრაციის შემდეგ კალციუმის რაოდენობრივი მაჩვენებლის განსაზღვრა

მინერალური წყლის რთული ბუნების გარკვევის, სწორი შეფასებისა და რაციონალური გამოყენებისათვის საჭიროა ლაბორატორიულ პრაქტიკაში დაინერგოს ახალი ინოვაციური მეთოდები, როგორცა- ბარომემბრანული ფილტრაცია, ნანოტექნოლოგიები.

საკვლევი ბორჯომის მინერალური წყალი სუსტადთერმადი და ჰიდროკარბონატული წყალია. ანიონთა შორის რაოდენობრივი შემცველობით წამყვანი ადგილი უკავია ჰიდროკარბონატ - იონს (HCO_3^-), დიდი რაოდენობით შეიცავს კალციუმს. ნახშირორჟანგის დესორბციის გამო წყალში კარბონატ-ჰიდროკარბონატული წონასწორობა ირღვევა და კალციუმის ჰიდროკარბონატები (ხსნადი ფორმა) კარბონატებში (ძნელად ხსნად ფორმაში) გადასვლის გამო ილექება.

დამუშავდა, ბორჯომის მინერალური წყლის დებარირება-დეფტორირების ნანოფილტრაციული პროცესი. ექსპერიმენტის მსვლელობისას გამოყენებული იყო დაუმუშავებელი მინერალური წყალი საწყისი მნიშვნელობით და ნანოფილტრაციული NEX , NES ტიპის მემბრანები ლამინარული და ტურბულენტური რეჟიმების პირობებში. განისაზღვრა, ბორჯომის ბუნებრივი მინერალური წყლების: 37, 41, 25, ლიკანი, ცენტრალური პარკი, ჭაბურღილების ქიმიური შედგენილობა.

ბორჯომის ბუნებრივი მინერალური წყლის ნანოფილტრაციული პროცესით დამუშავებისას, დეფტორირება - დებარირების შედეგად ადგილი არ ჰქონდა ნალექის წარმოქმნას, რაც მიუთითებს კალციუმის და მისი ნაერთების ზღვრულ დასაშვებ კონცენტრაციის ფარგლებში არსებობას. ასევე, განისაზღვრა ამ წყლებისთვის სიმღვრივის მაჩვენებელი ხელსაწყოზე - Turb 555 IR. (გერმანია). მინერალური წყალი გატარდა 0,05 მკმ ფორის მქონე ულტრაფილტრაციულ მემბრანაზე, რის შედეგადაც მინერალური წყლის საწყისი სიმღვრივე ფორმაზინის ერთეულის მიხედვით 1.09-6.33 FNU -დან ჭაბურღილების მიხედვით დაყვანილია 0.06 FNU-მდე. სურათი 1. ცხრილი 1.



სურათი 1. ბურღ.37 დამუშავებული წყალი

ცხრილი 1. ჭაბურღილების მიხედვით ბორჯომის წყლის სიმღვრივის მაჩვენებელი

ჭაბურღილის რაოდენობა	სიმღვრივის მაჩვენებელი FNU
ჭაბურღილი 37	2,05
ჭაბურღილი 41	1,09

ჭაბურღილი 25	2,03
ჭაბურღილი „ლიკანი“	6,33
ჭაბურღილი „პარკის წყალი“	1,37

ბორჯომის მინერალური წყლის დებარირება-დეფტორირების ნანოფილტრაციის კვლევის შედეგები ლამინარული და ტურბულენტური რეჟიმის პირობებში და ამ პროცესის გავლენა კალციუმის რაოდენობრივ მაჩვენებელზე მოცემულია ცხრილში 2 , 3.

ცხრილი 2. ლამინარული რეჟიმის პირობებში საწყისი და დამუშავებული ბორჯომის

მინერალური წყლის ქიმიური კომპონენტების რაოდენობრივი მაჩვენებლები

ბურღილი	ტექნოლოგია	Ba, მგ/ლ	F , მგ/ლ	Ca, მგ/ლ
37	დაუმუშავებელი	3.27	5.26	51.7
37	NEX	1.60	3.82	28.2
37	NES	1.05	4.11	38.5
41	დაუმუშავებელი	3.46	6.96	97.2
41	NEX	1.09	4.82	74.2
41	NES	0.937	6.52	15.8
41	2NES	1.26	-	-
25	დაუმუშავებელი	3.58	9.67	46.8
25	NEX	1.11	5.10	32.5
25	NES	1.64	6.48	30.8
ლიკანი	დაუმუშავებელი	2.34	4.06	127.0
ლიკანი	NEX	0.738	2.26	56.8
ლიკანი	NES	0.833	2.95	104
ცერნტ. პარკი	დაუმუშავებელი	3.11	5.76	97.9
ცერნტ. პარკი	NEX	0.875	3.91	71.8

ცერნტ. პარკი	NES	1.16	4.69	51.6
დასაშვები დიაპაზონი		<1	<5	20 - 150

ცხრილი 3. ტურბულენტური რეჟიმის პირობებში საწყისი და დამუშავებული ბორჯომის მინერალური წყლის ქიმიური კომპონენტების რაოდენობრივი მაჩვენებლები

ბურღილი	ტექნოლოგია	Ba, მგ/ლ	F, მგ/ლ	Ca, მგ/ლ
37	დაუმუშავებელი	3.27	5.26	51.7
37	NEX	1.23	3.58	25.5
37	NES	0.958	3.84	38.5
41	დაუმუშავებელი	3.46	6.96	97.2
41	NEX	0.854	4.28	69.5
41	NES	0.614	5.84	12.0
41	2NES	1.26	-	-
25	დაუმუშავებელი	3.58	9.67	46.8
25	NEX	0.973	4.57	29.2
25	NES	1.23	5.77	24.2
ლიკანი	დაუმუშავებელი	2.34	4.06	127.0
ლიკანი	NEX	0.641	1.83	48.6
ლიკანი	NES	0.780	2.72	97.6
ცერნტ. პარკი	დაუმუშავებელი	3.11	5.76	97.9
ცერნტ. პარკი	NEX	0.623	3.53	68.4
ცერნტ. პარკი	NES	0.996	4.50	49.1
დასაშვები დიაპაზონი		<1	<5	20 - 150

როგორც ცხრილებიდან ჩანს, ფილტრაციის შემდეგ კალციუმის რაოდენობრივი მაჩვენებელი

ბურდილებების მიხედვით ლამინარული რეჟიმის პირობებში მერყეობს 28,2 მგ/ლ-დან 104 მგ/ლ-მდე, ხოლო ტურბულენტური რეჟიმის პირობებში 12,0 მგ/ლ-დან 97,6 მგ/ლ-მდე, რაც შეესაბამება „მინერალური წყლების ნორმატიული საფუძვლები ევროკავშირის 2003 წლის 16 მაისის 2003/40/ეკ“ დირექტივის მიხედვით, ამ იონის ზღვრულ დასაშვებ კონცენტრაციას.

დადგინდა, რომ ბორჯომის ბუნებრივი მინერალური წყლის დებარირება-დეფტორირების ნანოფილტრაციული პროცესი უზრუნველყოფს მაღალხარისხოვანი, კრისტალურად გამჭვირვალე, სტერილური და ეკოლოგიურად სუფთა შენახვისადმი მდგრადი პროდუქციის მიღებას, ნალექის წარმონაქმნის გარეშე და კალციუმის რაოდენობა დაიყვანება ზღვ-მდე.

10 - პოლიმერულ კომპოზიციაში პოლიმერის გახსნის პროცესის მონიტორინგი ოპტიკური მიკროსკოპით.

მემბრანულ კომპოზიციაში პოლიდისპერსიული სისტემის ნაწილაკების განაწილება, რომელიც განაპირობებს მაღალი ფორიანობისა და ხვედრითი წარმადობის მქონე მემბრანების მიღებას, დამოკიდებულია ხსნარის მომზადების პირობებსა და გახსნის ტემპერატურაზე. შესწავლილია, სხვადასხვა ტემპერატურაზე გამშრალი კომპონენტების - პოლიმერისა და არაორგანული მარილის გავლენა პოლიმერის გახსნის პროცესზე. ჩატარებულია, პოლიეთერსულფონის და კალციუმის ქლორიდის შრობა თერმოსტატში (POL-EKO მოდელი ST) 60°C, 75°C, 90°C, 105°C, 120°C და 135°C ტემპერატურებზე, რომელთა წონები მოცემულია ცხრილში 1, 2.

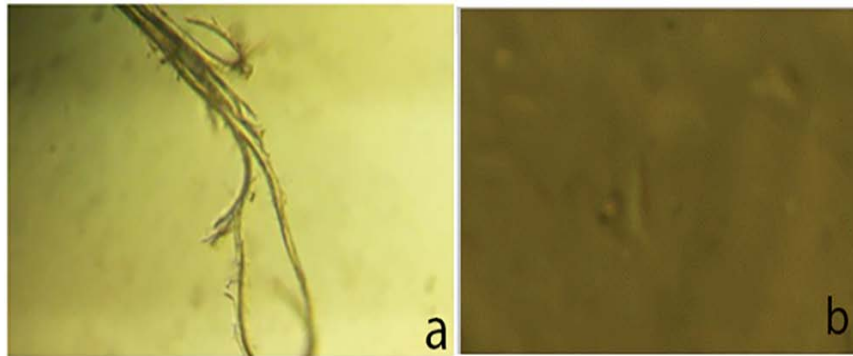
ცხრილი 1. პოლიეთერსულფონის წონა შრობის ტემპერატურის მიხედვით

ნივთიერების დასახელება	შრობის ტემპერატურა, t°C	ნიმუშის წონა, გ		
		შრობამდე	შრობის შემდეგ	წონის დანაკარგი
პოლიეთერსულფონი	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

ცხრილი 2. კალციუმის ქლორიდის წონა შრობის ტემპერატურის მიხედვით

ნივთიერების დასახელება	შრობის ტემპერატურა, t°C	ნიმუშის წონა, გ		
		შრობამდე	შრობის შემდეგ	წონის დანაკარგი
კალციუმის ქლორიდი	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
	135	0,121	0,121	0

60°C, 75°C, 90°C, 105°C, 120°C, 135°C ტემპერატურებზე გამშრალი კომპონენტების გავლენის შესწავლა პოლიმერული კომპოზიციის ხსნადობაზე წარმოებდა პოლიმერის 5 გ/ლ ხსნარებში. 55°C ტემპერატურაზე, სარეაქციო კოლბაში, მაგნიტური სარეველით მორევა გრძელდებოდა პოლიმერული კომპოზიციის გამჭვირვალე ხსნარის მიღებამდე. 55°C ტემპერატურაზე დასასხმელი პოლიმერული კომპოზიციის მომზადების პროცესში ჩატარებულია პოლიმერის გახსნის პროცესის მონიტორინგი პოლარიზაციულ-ინტერფერენციული ოპტიკური მიკროსკოპით - Biolar (პოლონეთი), გადიდების დიაპაზონით 350-400 და მასზე დამონტაჟებული 10.7 მკაფიოობის ციფრული კამერით, რომელიც საკვლევი ობიექტის ჯამურ გადიდებას ზრდის 1,5-3-ჯერ. პოლიმერის გახსნის პროცესზე კონტროლი ხორციელდებოდა მიკროგრაფიული გამოსახულების მიხედვით. დაკვირვება გრძელდებოდა პოლიმერული კომპოზიციის თხევად მასაში პოლიმერის ძაფისებური ან ნემსისებური ჩანართების და მყარი ნაწილაკების სრულ გაქრობამდე (სურათი 1.a , 1.b). 135°C ტემპერატურაზე გამშრალი კომპონენტების შემცველი პოლიმერული კომპოზიციის მიკროგრაფიულ გამოსახულებაზე არ ჩანს მიკროგელური ნაწილაკები. მიკროგრაფიული გამოსახულების ღია ფერს განაპირობებს 135°C ტემპერატურამდე გამშრალი პოლიეთერსულფონი და კალციუმის ქლორიდი, რაც მიუთითებს ხსნარის ერთგვაროვნებაზე(სურათი 1.b).



სურათი 1. პოლარიზაციულ-ინტერფერენციული ოპტიკური მიკროსკოპის მიკროგრაფიული გამოსახულებები: მიღებული (a) 60°C და (b) 105°C ტემპერატურაზე გამშრალი კომპონენტებით მომზადებული კომპოზიციიდან

კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ პოლიმერისა და კალციუმის ქლორიდის შრობის ტემპერატურის ცვლილებით შესაძლებელია პოლიმერულ მასაში ნაწილაკების ზომის ისეთი განაწილების რეგულირება, რაც განაპირობებს მაღალი ფორიანობისა და ხვედრითი წარმადობის მქონე მემბრანების მიღებას.

2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

2.1.

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი)	პროექტის დაწყების და	პროექტში ჩართული პერსონალი
---	----------------------------	----------------------	----------------------------

	პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	დამთავრების წლები	(თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1	<p>პოლიმერული კომპოზიციის თხევადი ფაზიდან მყარ ფაზაში გადასვლის კანონზომიერებების კვლევა.</p> <p>საინჟინრო მეცნიერებები-ნანო და მემბრანული ტექნოლოგიები</p>	2020 – 2022	<p>ხელმძღვანელი: გ. ბიბილეიშვილი</p> <p>შემსრულებლები: მ. კეჭერაშვილი, ნ. გოგესაშვილი, ლ. ებანოიძე, თ. ბუთხუზი, ე. კაკაბაძე, ლ. ყუფარაძე, ზ. ჯავაშვილი, მ. მამულაშვილი, ქ. სულხანიშვილი, ა. გასიტაშვილი, ლ. აბზიანიძე, ს. ცქიტიშვილი, თ. აბუაშვილი, თ. ომსარაშვილი, დ. დათიაშვილი</p>
2	<p>პოლისულფონური მემბრანების მისაღები სხვადასხვა კონცენტრაციის და ორგანული დანამატის ხსნარების კვლევა.</p> <p>ქიმია და მეცნიერება მასალების შესახებ-ნანოკომპოზიციური მასალების დამუშავება.</p>	2020 – 2022	<p>ხელმძღვანელი: ნ. გოგესაშვილი</p> <p>შემსრულებლები: მ. კეჭერაშვილი, ლ. ებანოიძე, თ. ბუთხუზი, ე. კაკაბაძე, ლ. ყუფარაძე, ზ. ჯავაშვილი, მ. მამულაშვილი, ქ. სულხანიშვილი, ა. გასიტაშვილი, ლ. აბზიანიძე, ს. ცქიტიშვილი, თ. აბუაშვილი, თ. ომსარაშვილი, დ. დათიაშვილი</p>
3	<p>ბორჯომის მინერალური წყლის დებარირება- დეფტორირების პროცესის დამუშავება მემბრანული ნანოტექნოლოგიებისა და ნანოსისტემების შექმნით და</p>	2020 – 2021	<p>ხელმძღვანელი: მ. მამულაშვილი</p> <p>შემსრულებლები: მ. კეჭერაშვილი, ნ. გოგესაშვილი, ლ. ებანოიძე, თ. ბუთხუზი,</p>

	<p>ქლორის რაოდენობრივი მაჩვენებლის განსაზღვრა.</p> <p>ქიმია და მეცნიერება მასალების შესახებ- ადამიანისა და ბიოსფეროს ქიმიური დაცვის პრობლემათა დამუშავება.</p>		<p>ე. კაკაბაძე, ლ. ყუფარაძე, ზ. ჯავაშვილი, ჟ. სულხანიშვილი, ა. გასიტაშვილი, ლ. აბზიანიძე, ს. ცეციტიშვილი, თ. აბუაშვილი, თ. ომსარაშვილი, დ. დათიაშვილი</p>
<p>4</p>	<p>პოლიმერულ კომპოზიციაში პოლიმერის გახსნის პროცესის მონიტორინგი ფოტონ კორელაციური სპექტროსკოპიით.</p> <p>ქიმია და მეცნიერება მასალების შესახებ - ადამიანისა და ბიოსფეროს ქიმიური დაცვის პრობლემათა დამუშავება</p>	<p>2020 – 2021</p>	<p>ხელმძღვანელები: გ. ბიბილეიშვილი ლ. ებანოიძე</p> <p>შემსრულებლები: მ. კეჭერაშვილი, ნ. გოგესაშვილი, თ. ბუთხუზი, ე. კაკაბაძე, ლ. ყუფარაძე, ზ. ჯავაშვილი, მ. მამულაშვილი ჟ. სულხანიშვილი, ა. გასიტაშვილი, ლ. აბზიანიძე, ს. ცეციტიშვილი, თ. აბუაშვილი, თ. ომსარაშვილი, დ. დათიაშვილი</p>

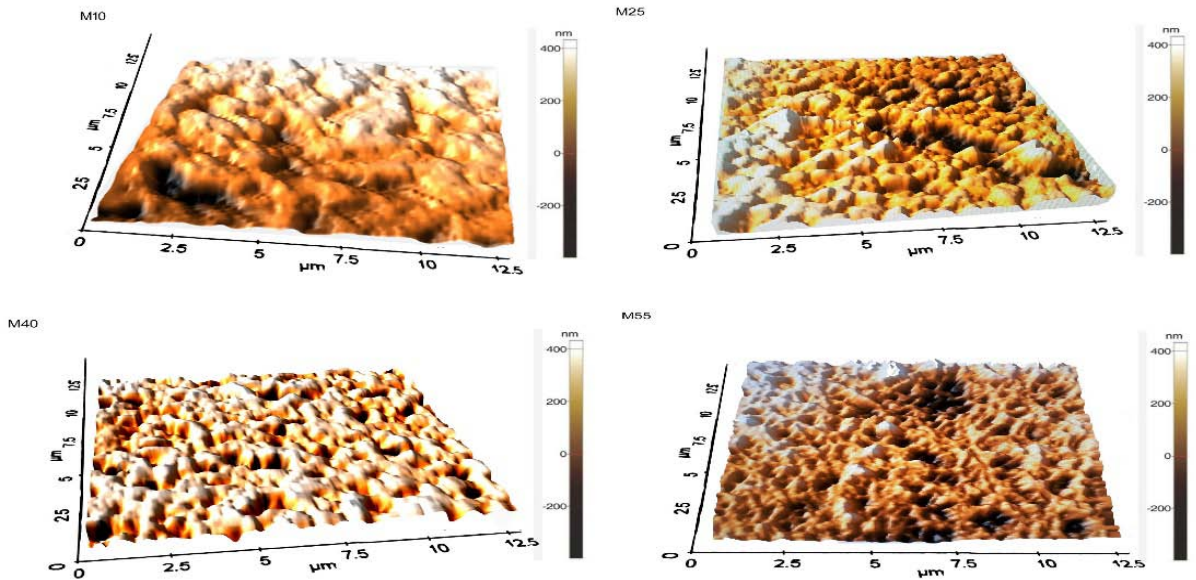
გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2020 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1- პოლიმერული კომპოზიციის თხევადი ფაზიდან მყარ ფაზაში გადასვლის კანონზომიერებების კვლევა.

თემის მიზანს წარმოადგენს, პოლიეთილენსულფონის ბაზაზე ფაზური ინვერსიის სველი მეთოდით მემბრანის მიღების პროცესში პოლიმერული კომპოზიციის თხევადი ფაზიდან მყარ ფაზაში გადასვლის კანონზომიერებების კვლევა. ამ მიზნით შესწავლილია, არაგამხსნელის ტემპერატურის გავლენა მიღებული მემბრანების მორფოლოგიაზე, ფორის ზომებზე, მისი განაწილების სიხშირეზე და ხვედრით წარმადობაზე.

მემბრანის მისაღები პოლიმერული კომპოზიცია თავსდება საკოაგულაციო აბაზანაში 10°C, 25°C, 40°C, 55°C ტემპერატურაზე, სადაც პოლიმერის ხსნარს, გამხსნელსა და არაგამხსნელს შორის მიმდინარე ურთიერთდიაფუზიის ხარჯზე, ფაზური დაყოფის პროცესში პოლიმერი ხსნარიდან კოაგულირდება და წარმოიქმნება თხელი აპკები-მემბრანები (M10, M25, M40, M55 სურათი 1). მასკანირებელი ზონდური მიკროსკოპით მემბრანების მორფოლოგიის შესწავლამ გვიჩვენა, რომ საკოაგულაციო აბაზანაში არაგამხსნელის 10°C, 25°C, 40°C და 55°C ტემპერატურაზე მიღებული მემბრანების ზედაპირების

ტოპოგრაფიული გამოსახულებები განსხვავებულია. ნიმუშების ზედაპირებს გააჩნია ტიპური „ბორცვი-დაბლობი“ სტრუქტურა.



სურათი 1. მემბრანის SEM მიკროგრაფიული 3D გამოსახულება: M10, M25, M40, M55- მიღებული კოაგულანტის 10°C, 25°C, 40°C, 55°C ტემპერატურაზე

M10 მემბრანების ზედაპირზე „ბორცვი“ და „დაბლობი“ არათანაბრად არის განაწილებული, კოაგულანტის ტემპერატურის ზრდის მიხედვით ზედაპირის რელიეფი იცვლება. M25, M40 მემბრანის ზედაპირზე მატულობს პიკების სიმეტრიულობის ელემენტები და M55 მემბრანის ზედაპირზე (სურათი 1) პიკები სიმეტრიულად არის განაწილებული მთელ ფართობზე. მემბრანების ფორების ზომების, როგორც მასკანირებელი ზონდური მიკროსკოპის საშუალებით, ასევე ბუმტულაკების წერტილის წარმოქმნის მეთოდით განსაზღვრამ აჩვენა, რომ კოაგულანტის ტემპერატურის მომატებით 10°C-დან 55°C-მდე მემბრანების ფორის ზომები იზრდება 0.22 მკმ-დან 0.38 მკმ-მდე, ფორიანობა მატულობს 36.12%-დან 68.45%-მდე. კოაგულანტის ტემპერატურის მატებით ხვედრითი წარმადობა იზრდება 640ლ/მ² სთ-დან 3600 ლ/მ² სთ-მდე.

ცხრილი 1. კოაგულანტის 10°C, 25°C, 40°C და 55°C ტემპერატურაზე მიღებული მემბრანების ფორების საშუალო დიამეტრი, ფორიანობა და ხვედრითი წარმადობა.

მიღებული მემბრანა	M10	M25	M40	M55
ფორების საშ. დიამეტრი მკმ	0, 22	0, 28	0, 34	0,38
ხვედრითი წარმადობა ლ/მ ² სთ	640	2400	2777	3600
ფორიანობა %	36.12+0,47	22.34+0,28	48.23+0.38	68.45+0.18

კვლევის შედეგების საფუძველზე შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ პოლიეთილენსულფონის ბაზაზე მემბრანის მისაღებად შერჩეული გამხსნელი-არაგამხსნელი სისტემა დიმეთილაცეტამიდი (დმაა)/წყალი ხასიათდება მაღალი ურთიერთხსნადობით. ფაზური ინვერსიის პროცესის დასაწყისში პოლიმერი-გამხსნელი სისტემა თერმოდინამიკურად მდგრადია, რომლის შეხებით არაგამხსნელთან ინდუცირდება მდგრადობის ცვლილება. ამ ცვლილებით იქმნება ბალანსი, რომელიც დამოკიდებულია დიფუზიურ მიმოცვლაზე გამხსნელს-დმა და არაგამხსნელს-წყალს შორის (კინეტიკური ასპექტი). გამხსნელსა და

არაგამხსნელს შორის ორმხრივი დიფუზიის შედეგად გაჩენილი დიფუზიის ფრონტის ხაზი პოლიმერის კოაგულაციის ფრონტის ხაზს მიჰყვება, რომელთა მოძრაობის სიჩქარეები დამოკიდებულია ტემპერატურაზე, მოლეკულების ზომეზე და გარემო არის სიბლანტეზე, რომელშიც ეს მოლეკულები დიფუნდირებენ (სტოკს-ეინშტეინის ფორმულის მიხედვით). **მაღალ ტემპერატურაზე** კოაგულანტის-წყლის პოლიმერი-გამხსნელთან შეხების საზღვარზე წარმოიქმნება კონვექციული ნაკადები, რომლის ეფექტურობა უკავშირდება არაგამხსნელის ტენდენციას სწრაფად შეერიოს გამხსნელს, ამიტომ წყლის მოლეკულები სწრაფად დიფუნდირებს პოლიმერის ხსნარში, არაგამხსნელის შედინების თანაფარდობა მაღალია გამხსნელის გადინებასთან შედარებით. დიფუზიის დიდი სიჩქარის გამო ჩქარდება ფაზური დაყოფის, გამოლექვის პროცესი და ფორმირდება ზედაპირი ფორების დიდი რიცხვით (ცხრილი 1, M55).

კოაგულანტის დაბალ ტემპერატურაზე დმა იმაზე სწრაფად გადადის საკოაგულაციო აბზანაში, ვიდრე წყალი დიფუნდირებს პოლიმერის ხსნარში, ამიტომ დიფუზია დაბალი სიჩქარით მიმდინარეობს, რაც განაპირობებს ფაზური ინვერსიის პროცესის შეფერხებას. რადგან მცირდება წყლის კოაგულაციური შესაძლებლობა, ამიტომ გამყარების პროცესი შედარებით ნელა წარიმართება და მიღებული მემბრანა ხასიათდება ფორების მცირე რიცხვით (ცხრილი 1, M10).

ამრიგად, ემპირიული კვლევის შედეგად გამოვლინდა ის პირობები, რომელშიც ფაზური ინვერსიის პროცესში კოაგულანტის ტემპერატურის ცვლილებით მისი სიბლანტისა და გამხსნელი-არაგამხსნელის დიფუზიის კოეფიციენტის რეგულირებით მოხდა მიღებულ მემბრანებში ფორების, ფორიანობის და ხვედრითი წარმადობის გაზრდა.

2 - პოლისულფონური მემბრანების მისაღები სხვადასხვა კონცენტრაციის და ორგანული დანამატის ხსნარების კვლევა.

პოლისულფონები ფართოდ გამოიყენება მემბრანულ ტექნოლოგიაში. ამ ნაერთების სტრუქტურა, ფენილური ჯგუფების კომბინაცია სულფონურ ჯგუფებთან, რომლებთანაც ისინი არიან დაკავშირებული, განაპირობებს მაკრომოლეკულების სტრუქტურის მაღალ რეზონანსულ სტაბილურობას. სულფოჯგუფები მონაწილეობენ არომატული ბირთვების ელექტრონების დელოკალიზაციაში, რაც ამ მასალებს ანიჭებს თერმო- და ჟანგვითი პროცესების მიმართ მდგრადობას. პოლისულფონის მაკრომოლეკულები გამოირჩევიან ასევე, მაღალი თერმოდინამიკური სიხისტით. მაკრომოლეკულების კონფიგურაციის ეფექტი განაპირობებს ამ პოლიმერების ჰიდროლიზურ მდგრადობას, რაც საშუალებას იძლევა, რომ პოლისულფონები გამოყენებული იქნას წყალთან და წყლის ორთქლთან კონტაქტის პირობებში.

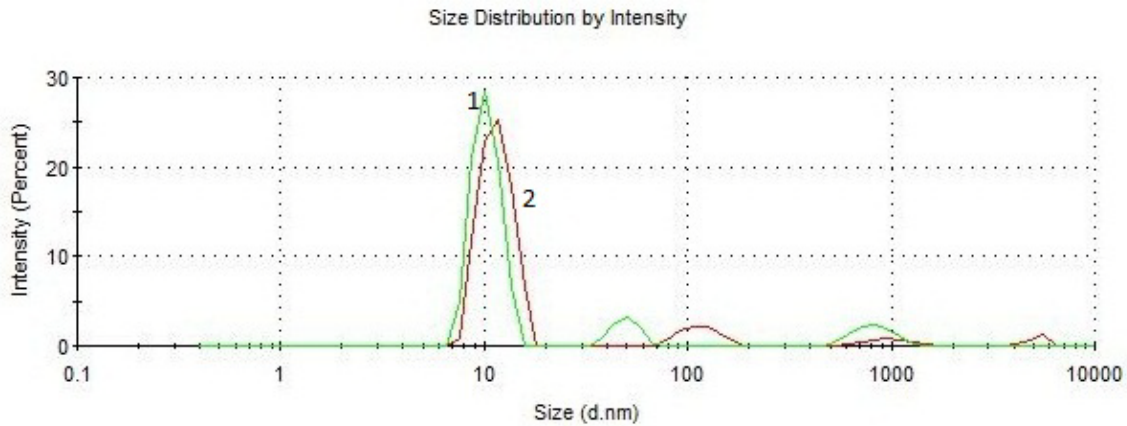
სამუშაოს მიზანს წარმოადგენდა ლაბორატორიულ პირობებში, წყლის ახალი შემადგენლობის პოლისულფონის ფილტრაციული მემბრანების მისაღები პოლიმერული კომპოზიციური ხსნარების და მათი გამოლექვით ფორმირებული მემბრანების ზედაპირის მორფოლოგიის კვლევა.

მემბრანების ფიზიკურ-ქიმიურ მახასიათებლებზე უმნიშვნელოვანესს გავლენას ახდენს დასახმელი ხსნარის შემადგენლობა, პოლიმერის კონცენტრაცია და ორგანული დანამატები. აღნიშნული საკითხების შესასწავლად ინსტიტუტში ჩატარებულია ექსპერიმენტების სერია. მიღებულია პოლისულფონის 7%-დან 11%-მდე კონცენტრაციის პოლიმერული კომპოზიციები. პოლიმერის გამხსნელად გამოყენებული იყო CaCl_2 -ის 5%-იანი ხსნარი დიმეთილაცეტამიდში. გახსნის პროცესი ჩატარებულია 55°C -ზე გაცხელებით, მაგნიტური სარეველათი მუდმივი მორევის პირობებში.

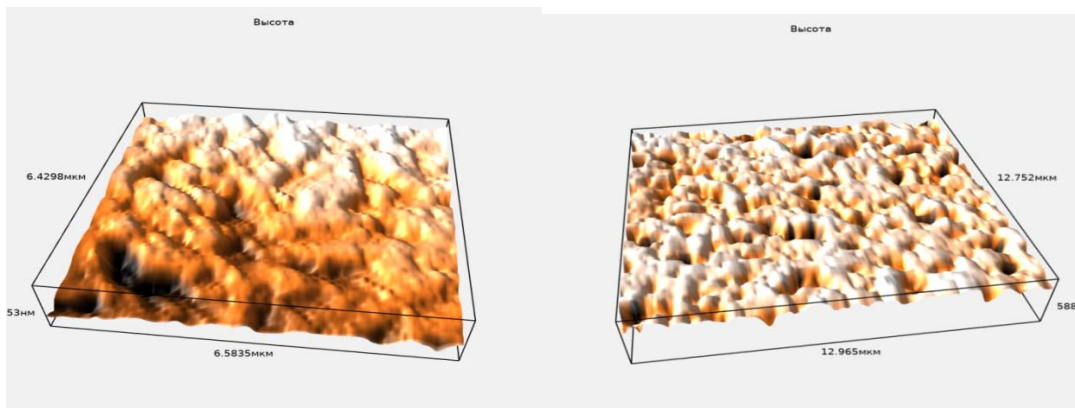
ანალოგიურად მიღებულია პოლიეთილენგლიკოლიანი (პეგ (400) აღებული იყო პოლიმერის მასის 25%) დასახმელი ხსნარები. პოლიეთილენგლიკოლის არჩევა დანამატად განპირობებული იყო მისი უნარით,

მიენიჭებიან პოლისულფონური მემბრანებისთვის ჰიდროფილური თვისებები. საინტერესო იყო იმის შესწავლაც, თუ რა გავლენას მოახდენდა პეგ-ი პოლიმერულ კომპოზიციებში ნანონაწილაკების ზომებზე და მათ განაწილებაზე. სუფთა პოლისულფონიანი 7%-10% კონცენტრაციის მქონე და პეგ-ის დამატებით მიღებული ხსნარები შესწავლილი იქნა სინათლის გაბნევის დინამიური მეთოდით Zetasizer Nano Zen 3690-Malvern Instruments-ზე. პოლიმერული კომპოზიციები წარმოადგენენ პოლიდისპერსიულ სისტემებს, რომელშიც ნაწილაკების ზომა დამოკიდებულია კონცენტრაციაზე. სხვადასხვა კონცენტრაციის მემბრანის დასასხმელ კომპოზიციებში განსაზღვრული ნანონაწილაკების ზომების მნიშვნელობები და დისპერსიულობის ინდექსი განსხვავებულია. პოლისულფონის კონცენტრაციის გაზრდით ხსნარის პოლიდისპერსიულობის ინდექსი იზრდება 0.2-დან 0,9-მდე, მაღალი ინტენსივობის ნაწილაკების ზომების მნიშვნელობები კი მცირდება 12.15 ნმ-დან 6, 09 ნმ-მდე [სურათი 1(1)]. ერთი და იგივე რაოდენობით პეგ-ის დამატებით მიღებულ ხსნარებში ადგილი ქონდა ინტენსივობის მრუდეების გადანაცვლებას ნაწილაკების ზომების შემცირების მიმართულებით [სურათი 1(2)].

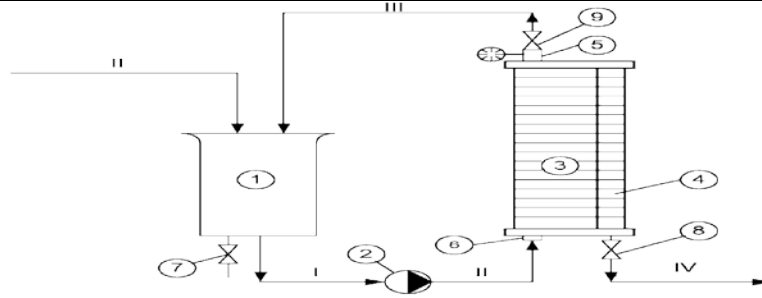
სურათი 1. სუფთა პოლისულფონის (2) და პეგ-იანი პოლისულფონის (1) 5გ/ლ კონცენტრაციის ხსნარებში ნანონაწილაკების ზომების განაწილება ინტენსივობის მიხედვით.



მასკანირებელ ზონდური მიკროსკოპით (SPM, Certus standart V) შესწავლილია სხვადასხვა კონცენტრაციის კომპოზიციებიდან გამოლექილი მემბრანული ნიმუშების მორფოლოგია. სურათზე 2, 3 მოცემულია სუფთა პოლისულფონის 10%-იანი და პოლისულფონის 10% ხსნარზე პეგ-ის დამატებით მიღებული მემბრანების მიკროსურათები.



სურათი 2	სურათი 3
<p data-bbox="337 264 799 296">სურათი 2. პოლისულფონის 10%-იანი</p> <p data-bbox="315 338 834 369">პოლიმერული კომპოზიციიდან მიღებული</p> <p data-bbox="375 411 688 443">მემბრანის მიკროსურათი.</p>	<p data-bbox="922 264 1383 296">სურათი 3. პოლისულფონის 10%-იანი</p> <p data-bbox="889 338 1435 369">პოლიეთილენგლიკოლიანი კომპოზიციიდან</p> <p data-bbox="922 411 1377 443">მიღებული მემბრანის მიკროსურათი.</p>
<p data-bbox="185 485 1502 877">სურათებიდან ჩანს, რომ მემბრანების ზედაპირების ტოპოგრაფიული გამოსახულებები განსხვავებულია. პეგ-ის შემცველ ნიმუშებში პოლისულფონის კონცენტრაციის ზრდის პირობებში ზედაპირის რელიეფი ერთგვაროვანი ფოროვანი სტრუქტურისაა, არ შეიმჩნევა დეფექტები და მიკროღრუები, რაც ნიშნავს იმას, რომ დასასხმელ ხსნარებში პეგ (400)-ის დამატებამ, პოლიმერის მასის 25%-ის რაოდენობით პოლისულფონის კონცენტრაციის ზრდის პირობებში, განაპირობა სტრუქტურული ცვლილებები პოლიმერულ კომპოზიციებში, მოახდინა მიკროგელური ნაწილაკების ზომების რეგულაცია მცირე ზომის ფორების წარმოქმნის მიმართულებით. ამრიგად დადგენილია, რომ პოლისულფონის კონცენტრაციის გაზრდისა და პეგ-ის დამატებით ხდება პოლიდისპერსიულობის ინდექსის, ნანონაწილაკების ზომისა და განაწილების ისეთი ცვლილებები, რომლებიც თავის მხრივ გავლენას ახდენენ მიღებული მემბრანების ზედაპირის მორფოლოგიაზე.</p>	
<p data-bbox="185 926 1502 1031">3 - ბორჯომის მინერალური წყლის დებარიერბა-დეფტორირების პროცესის დამუშავება მემბრანული ნანოტექნოლოგიებისა და ნანოსისტემების შექმნით და ქლორის რაოდენობრივი მაჩვენებლის განსაზღვრა</p>	
<p data-bbox="185 1077 1502 1266">მინერალური წყლები გამოირჩევა თავისი სამკურნალო თვისებებით და განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ადამიანის ჯამრთელობისათვის. შესწავლილია, სხვადასხვა მინერალიზაციის ხსნარების იონური და მოლეკულური სელექციის საკითხები. ამ მიმართულებით დამუშავდა ბორჯომის ბუნებრივი მინერალური წყლის დებარიერბა-დეფტორირების მემბრანული ორსაფეხურიანი საფილტრაციო ულტრა- და ნანოფილტრაციული პროცესების ნანოტექნოლოგია.</p>	
<p data-bbox="185 1325 1502 1388">ბორჯომის მინერალურ წყალში ზღვრულ დასაშვებ კონცენტრაციაზე მეტი მნიშვნელობა გააჩნია მხოლოდ ფტორს, ბარიუმს და ზოგიერთი ჭაბურღილის მიხედვით - ქლორს.</p>	
<p data-bbox="185 1430 1502 1619">მინერალურ წყალში იონური სელექციისათვის, ნანოფილტრაციული პროცესი ტარდებოდა NEX და NES მემბრანების გამოყენებით ლამინარული და ტურბულენტური რეჟიმის პირობებში. ბორჯომის მინერალური წყლის ნანოფილტრაციისათვის გამოყენებული იყო DDS ფორმის დანიური DDS Ultrafiltration, Hanofiltration, Reverse osmosis system Modle LAB – 0,72; Serial № 7602192 ლაბორატორიული მემბრანული უნივერსალური დანადგარი (ნახაზი 1.)</p>	



ნახ. 1

მემბრანული ექსპერიმენტალური დანადგარის პრინციპული სქემა
 1-საწის აეზი, 2-ტუმბო, 3-მემბრანული აპარატი, 4- ფილტრატის შეყვანი, 5-უკუსარქველი, 6-მტუცერი, 7,8,9-კონტილერი, I, II, III, IV-მოდულები

ნახაზი 1. ნანოფილტრაციული ექსპერიმენტული დანადგარის პრინციპული სქემა

წყალში არსებული იონები განისაზღვა ხელსაწყო იონომერზე II -160.1MII. ბორჯომის მინერალურ წყალში ამ იონების რაოდენობა დამუშავებული და განსაზღვრული იქნა 37, 42, 25, ლიკანის და ცენტრალური პარკის ჭაბურღილების წყლებისთვის. ბორჯომის მინერალური წყლის ქიმიური კომპონენტების რაოდენობრივი მაჩვენებლები, როგორც ლამინარული, ისე ტურბულენტური რეჟიმის პირობებში, მოცემულია ცხრილში 1, 2.

ცხრილი 1. ლამინარული რეჟიმის პირობებში საწყისი და დამუშავებული ბორჯომის მინერალური წყლის ქიმიური კომპონენტების რაოდენობრივი მაჩვენებლები

ბურღილი	ტექნოლოგია	Ba, მგ/ლ	F, მგ/ლ	Cl, მგ/ლ
37	დაუმუშავებელი	3.27	5.26	386.0
37	NEX	1.60	3.82	348.0
37	NES	1.05	4.11	359.0
41	დაუმუშავებელი	3.46	6.96	352.0
41	NEX	1.09	4.82	292.0
41	NES	0.937	6.52	349.0
41	2NES	1.26	-	334.0
25	დაუმუშავებელი	3.58	9.67	372.0
25	NEX	1.11	5.10	328.0
25	NES	1.64	6.48	335.0
ლიკანი	დაუმუშავებელი	2.34	4.06	243.0
ლიკანი	NEX	0.738	2.26	206.0
ლიკანი	NES	0.833	2.95	199.0
ცენტ. პარკი	დაუმუშავებელი	3.11	5.76	323.0
ცენტ. პარკი	NEX	0.875	3.91	289.0
ცენტ. პარკი	NES	1.16	4.69	291.0
დასაშვები დიაპაზონი		<1	<5	260 - 380

ცხრილი 2. ტურბულენტური რეჟიმის პირობებში საწყისი და დამუშავებული ბორჯომის მინერალური წყლის ქიმიური კომპონენტების რაოდენობრივი მაჩვენებლები

ბურღილი	ტექნოლოგია	Ba, მგ/ლ	F, მგ/ლ	Cl, მგ/ლ
37	დაუმუშავებელი	3.27	5.26	386.0
37	NEX	1.23	3.58	340.0
37	NES	0.958	3.84	347.0
41	დაუმუშავებელი	3.46	6.96	352.0
41	NEX	0.854	4.28	273.0
41	NES	0.614	5.84	318.0
41	2NES	1.26	-	334.0
25	დაუმუშავებელი	3.58	9.67	372.0
25	NEX	0.973	4.57	305.0
25	NES	1.23	5.77	328.0
ლიკანი	დაუმუშავებელი	2.34	4.06	243.0
ლიკანი	NEX	0.641	1.83	199.0
ლიკანი	NES	0.780	2.72	194.0
ცერნტ. პარკი	დაუმუშავებელი	3.11	5.76	323.0
ცერნტ. პარკი	NEX	0.623	3.53	266.0
ცერნტ. პარკი	NES	0.996	4.50	285.0
დასაშვები დიაპაზონი		<1	<5	260-380

დადგინდა, რომ ცვლადი მინერალიზაციის წყლების იონების სხვადასხვა მასისა და კონცენტრაციის დროს, სელექციის განსხვავებული უნარის მქონე მემბრანების და მათთვის ოპტიმალური რეჟიმული პარამეტრების უზრუნველყოფის შედეგად შესაძლებელია ხსნარებში ქიმიური ელემენტების სელექციის პროცესის კონცენტრაციის რაოდენობრივი მაჩვენებლის რეგულირების პროგნოზირება. დეზარირება-დეფტორირების შედეგად ქლორის კონცენტრაცია ბორჯომის მინერალურ წყლებში 386 მგ/ლ-დან დაყვანილია ზდკ-მდე „მინერალური წყლების ნორმატიული საფუძვლები ევროკავშირის 2003 წლის 16 მაისის 2003/40/ეკ“ დირექტივის მიხედვით და ჭაბურღილების მიხედვით მერყეობს ზღვრებში - ლამინარული რეჟიმის პირობებში 199მგ/ლ-დან 359 მგ/ლ-მდე, ხოლო ტურბულენტური რეჟიმის პირობებში 194მგ/ლ-დან 347მგ/ლ-მდე.

4 - პოლიმერულ კომპოზიციაში პოლიმერის გახსნის პროცესის მონიტორინგი ფოტონ კორელაციური სპექტროსკოპიით.

პოლიმერულ კომპოზიციაში პოლიდისპერსიული სისტემის ნაწილაკების ხარისხობრივი დაშლა, მემბრანის ფორმის წარმოქმნისათვის საჭირო ფართობის რეგულირებისა და მემბრანული აკვის ხვედრითი წარმადობის პროგნოზირების საშუალებას იძლევა. პოლიმერის მასაში ნაწილაკების დაშლა დამოკიდებულია ხსნარის მომზადების პირობებსა და გახსნის ტემპერატურაზე. მაღალი წარმადობის მქონე მემბრანების მისაღებად მნიშვნელოვანია ხსნარის მომზადების პროცესში პოლიმერული კომპოზიციის კომპონენტების შრობის პროცესები. შესწავლილია, სხვადასხვა ტემპერატურაზე გამშრალი კომპონენტის - არაორგანული მარილის გავლენა ხსნადობის ხარისხზე. განხორციელებულია, არაორგანული მარილის - კალციუმის ქლორიდის შრობა თერმოსტატში (POL-EKO მოდელი ST) 60°C, 75°C, 90°C, 105°C, 120°C და 135°C ტემპერატურაზე (ცხრილი 1).

ცხრილი 1. კალციუმის ქლორიდის წონა შრობის ტემპერატურის მიხედვით

ნივთიერების დასახელება	შრობის ტემპერატურა, °C	ნიმუშის წონა, გ		
		შრობამდე	შრობის შემდეგ	წონის დანაკარგი
კალციუმის ქლორიდი	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
	135	0,121	0,121	0

ჩატარებულია, პოლიმერის გახსნის პროცესის მონიტორინგი ანალიზატორზე Zetasizer Nano Zen 3690 სინათლის გაბნევის დინამიური მეთოდით.

60°C, 75°C, 90°C, 105°C, 120°C, 135°C ტემპერატურებზე გამშრალი კალციუმის ქლორიდის შემცველ პოლიმერულ ხსნარებში, რომელთა კონცენტრაცია 5 გ/ლ-ია, განსაზღვრულია ნაწილაკების ზომა და პოლიდისპერსიულობის ინდექსი. ნაწილაკების ზომები და ამ ხსნარიდან დამზადებული მემბრანების ხვედრითი წარმადობები წარმოდგენილია ცხრილში 2.

ცხრილი 2. 60°C, 75°C, 90°C, 105°C, 120°C, 135°C ტემპერატურებზე გამშრალი კალციუმის ქლორიდის შემცველი პოლიმერული კომპოზიციების ნაწილაკების ზომები, პოლიდისპერსიულობის ინდექსი და მიღებული მემბრანების ხვედრითი წარმადობები

№	ნიმუშის დასახელება	პიკი 1, ნმ	%	პიკი 2, ნმ	%	პიკი 3, ნმ	%	Ksps	PDI	Z-Ave	ხვედრითი წარმადობა, J, ლ/მ ² .სთ
1	60°C გამშრალი პოლიმერის და LiCl-ის პოლიმერული ხსნარი (5 გ/ლ)	9,54 9	47,2 %	74,0 7	6,6%	1045	46,2 %	53.3	0,98 7	619, 1	1200
2		8,71 0	49,4 %	20,7 9	7,5%	955, 4	40,4 %	53.9	1,00	821, 9	
3		9,06 5	45,9 %	54,7 6	6,2%	1102	47,9 %	52.8	1,00	667, 5	
1	75°C გამშრალი პოლიმერის და LiCl-ის პოლიმერული ხსნარი (5 გ/ლ)	8,87 9	47,0 %	20,6 7	9,1%	888, 1	43,9 %	49.4	1,00	648, 7	1877
2		6,29 7	16,6 %	10,7 4	37,8 %	995, 4	41,0 %	46.2	0,82 6	626, 0	
3		6,44 9	13,3 %	11,1 7	37,2 %	1279	46,0 %	45.1	0,88 2	544, 5	
1	90°C გამშრალი პოლიმერის და LiCl-ის პოლიმერული ხსნარი (5 გ/ლ)	7,45 3	42,3 %	19,2 5	15,9 %	1048	41,8 %	41.2	0,88 9	415, 3	2188
2		8,45 8	48,9 %	28,4 4	9,1%	1104	42,0 %	39.5	0,82 1	493, 8	
3		8,78	48,5	30,6	6,9%	1027	44,6	41.5	0,83	636,	

		5	%	5			%		9	3	
1	105°C გამშრალი	9,90 8	82,9 %	49,6 2	8,7%	694, 3	8,5%	18,3	0,21 0	16,9 5	2510
2	პოლიმერის და LiCl-ის	9,77 3	83,4 %	76,3 6	8,0%	959, 2	8,6%	18,0	0,22 8	15,3 3	
3	პოლიმერული ხსნარი (5 გ/ლ)	10,0 5	84,3 %	41,4 2	9,1%	515, 8	6,8%	17,9	0,15 3	28,5 9	
1	120°C გამშრალი	9,07 6	41,1	536, 8	39,7	18,1 0	19,3	54,5	0,97 8	759, 0	3800
2	პოლიმერის და LiCl-ის	615, 1	42,0	8,86 2	39,7	18,0 6	18,3	50,8	0,85 6	656, 1	
3	პოლიმერული ხსნარი (5 გ/ლ)	1079	51,0	11,7 6	49,0	0	0	46,6	0,72 7	436, 0	
1	135°C გამშრალი	13,2 1	95,3	582, 9	2,9	5183	1,8	20,4	0,25 7	12,0 7	4600
2	პოლიმერის და LiCl-ის	11,6 8	93,4	208, 3	6,6	0	0	20,4	0,23 2	13,5 6	
3	პოლიმერული ხსნარი (5 გ/ლ)	11,3 6	89,8	61,2 2	7,2	547, 7	3,0	19,9	0,28 6	12,8 7	

ცხრილში 2 წარმოდგენილი მონაცემების მიხედვით, ხსნარებში ნაწილაკების ზომები, დისპერსიულობის ინდექსი და ამ ხსნარებიდან დამზადებული მემბრანების ხვედრითი წარმადობის მნიშვნელობები დამოკიდებულია კალციუმის ქლორიდის შრობის ტემპერატურაზე. 135°C ტემპერატურამდე გამშრალი კალციუმის ქლორიდი განაპირობებს პოლიმერულ მასაში ჯერადად განსხვავებული ზომის ნაწილაკების მიღებას გახსნის ზღვრული მაჩვენებლით 116მ და მემბრანის მაღალ ხვედრით წარმადობას - 4600ლ/მ²სთ-ს.

კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ კალციუმის ქლორიდის შრობის ტემპერატურის ცვლილებით შესაძლებელია პოლიმერულ მასაში უმცირესი ნაწილაკის ზომების ზღვრული მაჩვენებლების და ფორების წარმოქმნისათვის საჭირო ფართობის რეგულირება, რაც იწვევს მემბრანული აპკის ხვედრითი წარმადობის ზრდას.

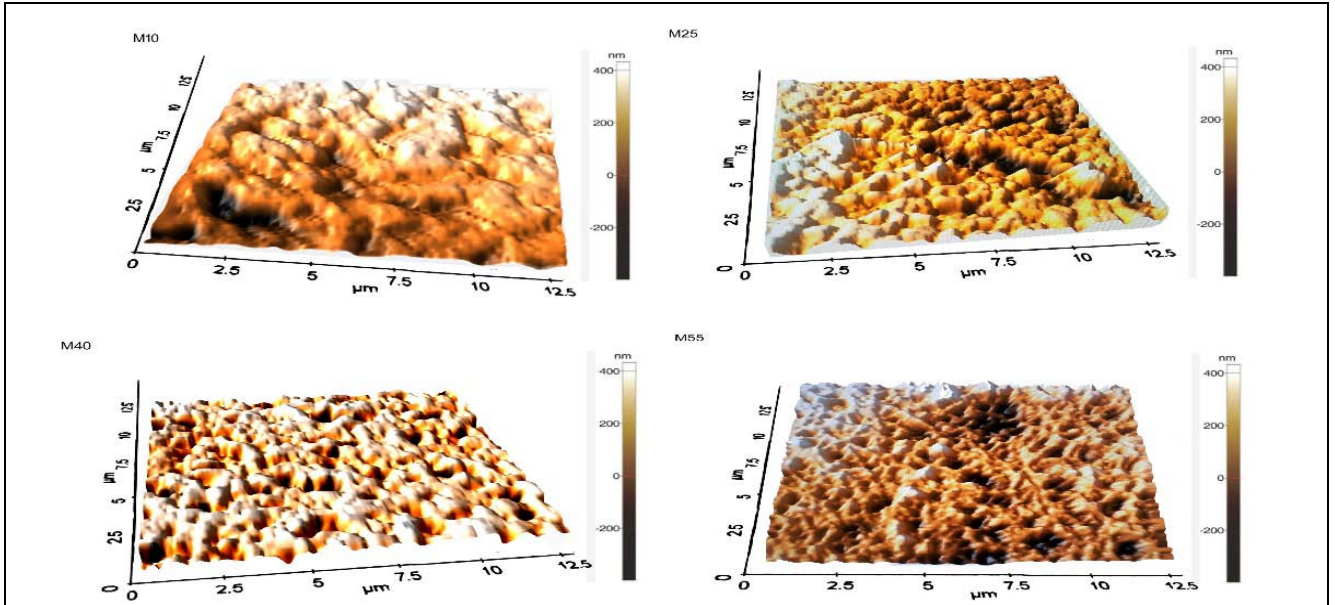
2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

2.1.

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიითითებით	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მიითითებით)
1	2	3	4
1	პოლიმერული კომპოზიციის		ხელმძღვანელი:

	<p>თხევადი ფაზიდან მყარ ფაზაში გადასვლის კანონზომიერებების კვლევა.</p> <p>საინჟინრო მეცნიერებები-ნანო და მემბრანული ტექნოლოგიები</p>	2020 – 2022	<p>გ. ბიბილეიშვილი</p> <p>შემსრულებლები: მ. კეჟერაშვილი, ნ. გოგესაშვილი, ლ. ებანოძე, თ. ბუთხუზი, ე. კაკაბაძე, ლ. ყუფარაძე, ზ. ჯავაშვილი, მ. მამულაშვილი, ა. გასიტაშვილი, ლ. აბზიანიძე, ს. ცეციტიშვილი, თ. აბუაშვილი, თ. ომსარაშვილი, დ. დათიაშვილი</p>
2	<p>პოლისულფონური მემბრანების მისაღები სხვადასხვა კონცენტრაციის და ორგანული დანამატის ხსნარების კვლევა.</p> <p>ქიმია და მეცნიერება მასალების შესახებ-ნანოკომპოზიციური მასალების დამუშავება.</p>	2020 – 2022	<p>ხელმძღვანელი: ნ. გოგესაშვილი</p> <p>შემსრულებლები: მ. კეჟერაშვილი, ლ. ებანოძე, თ. ბუთხუზი, ე. კაკაბაძე, ლ. ყუფარაძე, ზ. ჯავაშვილი, მ. მამულაშვილი, ა. გასიტაშვილი, ლ. აბზიანიძე, ს. ცეციტიშვილი, თ. აბუაშვილი, თ. ომსარაშვილი, დ. დათიაშვილი</p>
3	<p>ბორჯომის მინერალური წყლის დებარირება-დეფტორირების პროცესის დამუშავება მემბრანული ნანოტექნოლოგიებისა და ნანოსისტემების შექმნით და ქლორის რაოდენობრივი მაჩვენებლის განსაზღვრა.</p> <p>ქიმია და მეცნიერება მასალების შესახებ-ადამიანისა და ბიოსფეროს</p>	2020 – 2021	<p>ხელმძღვანელი: მ. მამულაშვილი</p> <p>შემსრულებლები: მ. კეჟერაშვილი, ნ. გოგესაშვილი, ლ. ებანოძე, თ. ბუთხუზი, ე. კაკაბაძე, ლ. ყუფარაძე, ზ. ჯავაშვილი, ა. გასიტაშვილი, ლ. აბზიანიძე, ს. ცეციტიშვილი, თ. აბუაშვილი, თ. ომსარაშვილი,</p>

	ქიმიური დაცვის პრობლემათა დამუშავება.		დ. დათიაშვილი
4	<p>პოლიმერულ კომპოზიციაში პოლიმერის გახსნის პროცესის მონიტორინგი ფოტონ კორელაციური სპექტროსკოპიით.</p> <p>ქიმია და მეცნიერება მასალების შესახებ - ადამიანისა და ბიოსფეროს ქიმიური დაცვის პრობლემათა დამუშავება</p>	2020 – 2021	<p>ხელმძღვანელები: გ. ბიბილეიშვილი ლ. ებანოიძე</p> <p>შემსრულებლები: მ. კეჟერაშვილი, ნ. გოგესაშვილი, თ. ბუთხუზი, ე. კაკაბაძე, ლ. ყუფარაძე, ზ. ჯავაშვილი, მ. მამულაშვილი, ე. სულხანიშვილი, ა. გასიტაშვილი, ლ. აბზიანიძე, ს. ცეციტიშვილი, თ. აბუაშვილი, თ. ომსარაშვილი, დ. დათიაშვილი</p>
<p>გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2020 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p>			
<p>1- პოლიმერული კომპოზიციის თხევადი ფაზიდან მყარ ფაზაში გადასვლის კანონზომიერებების კვლევა.</p> <p>თემის მიზანს წარმოადგენს, პოლიეთილენსულფონის ბაზაზე ფაზური ინვერსიის სველი მეთოდით მემბრანის მიღების პროცესში პოლიმერული კომპოზიციის თხევადი ფაზიდან მყარ ფაზაში გადასვლის კანონზომიერებების კვლევა. ამ მიზნით შესწავლილია, არაგამხსნელის ტემპერატურის გავლენა მიღებული მემბრანების მორფოლოგიაზე, ფორის ზომებზე, მისი განაწილების სიხშირეზე და ხვედრით წარმადობაზე.</p> <p>მემბრანის მისაღები პოლიმერული კომპოზიცია თავსდება საკოაგულაციო აბაზანაში 10°C, 25°C, 40°C, 55°C ტემპერატურაზე, სადაც პოლიმერის ხსნარს, გამხსნელსა და არაგამხსნელს შორის მიმდინარე ურთიერთდიფუზიის ხარჯზე, ფაზური დაყოფის პროცესში პოლიმერი ხსნარიდან კოაგულირდება და წარმოიქმნება თხელი აკვები-მემბრანები (M10, M25, M40, M55 სურათი 1). მასკანირებელი ზონდური მიკროსკოპით მემბრანების მორფოლოგიის შესწავლამ გვიჩვენა, რომ საკოაგულაციო აბაზანაში არაგამხსნელის 10°C, 25°C, 40°C და 55°C ტემპერატურაზე მიღებული მემბრანების ზედაპირების ტოპოგრაფიული გამოსახულებები განსხვავებულია. ნიმუშების ზედაპირებს გააჩნია ტიპური „ბორცვი-დაბლობი“ სტრუქტურა.</p>			



სურათი 1. მემბრანის SEM მიკროგრაფიული 3D გამოსახულება: M10, M25, M40, M55- მიღებული კოაგულანტის 10°C, 25°C, 40°C, 55°C ტემპერატურაზე

M10 მემბრანების ზედაპირზე „ბორცვი“ და „დაბლობი“ არათანაბრად არის განაწილებული, კოაგულანტის ტემპერატურის ზრდის მიხედვით ზედაპირის რელიეფი იცვლება. M25, M40 მემბრანის ზედაპირზე მატულობს პიკების სიმეტრიულობის ელემენტები და M55 მემბრანის ზედაპირზე (სურათი 1) პიკები სიმეტრიულად არის განაწილებული მთელ ფართობზე. მემბრანების ფორმის ზომების, როგორც მასკანირებელი ზონდური მიკროსკოპის საშუალებით, ასევე ბუმტულაკების წერტილის წარმოქმნის მეთოდით განსაზღვრამ აჩვენა, რომ კოაგულანტის ტემპერატურის მომატებით 10°C-დან 55°C-მდე მემბრანების ფორის ზომები იზრდება 0.22 მკმ-დან 0.38 მკმ-მდე, ფორიანობა მატულობს 36.12%-დან 68.45%-მდე. კოაგულანტის ტემპერატურის მატებით ხვედრითი წარმადობა იზრდება 640ლ/მ² სთ-დან 3600 ლ/მ² სთ-მდე.

ცხრილი 1. კოაგულანტის 10°C, 25°C, 40°C და 55°C ტემპერატურაზე მიღებული მემბრანების ფორმის საშუალო დიამეტრი, ფორიანობა და ხვედრითი წარმადობა.

მიღებული მემბრანა	M10	M25	M40	M55
ფორმის საშ. დიამეტრი მკმ	0, 22	0, 28	0, 34	0,38
ხვედრითი წარმადობა ლ/მ ² სთ	640	2400	2777	3600
ფორიანობა %	36.12+0,47	22.34+0,28	48.23+0.38	68.45+0.18

კვლევის შედეგების საფუძველზე შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ პოლიეთილენსულფონის ბაზაზე მემბრანის მისაღებად შერჩეული გამხსნელი-არაგამხსნელი სისტემა დიმეთილაცეტამიდი (დმაა)/წყალი ხასიათდება მაღალი ურთიერთხსნადობით. ფაზური ინვერსიის პროცესის დასაწყისში პოლიმერი-გამხსნელი სისტემა თერმოდინამიკურად მდგრადია, რომლის შეხებით არაგამხსნელთან ინდუცირდება მდგრადობის ცვლილება. ამ ცვლილებით იქმნება ბალანსი, რომელიც დამოკიდებულია დიფუზიურ მიმოცვლაზე გამხსნელს-დმა და არაგამხსნელს-წყალს შორის (კინეტიკური ასპექტი). გამხსნელსა და არაგამხსნელს შორის ორმხრივი დიფუზიის შედეგად გაჩენილი დიფუზიის ფრონტის ხაზი პოლიმერის კოაგულაციის ფრონტის ხაზს მიჰყვება, რომელთა მოძრაობის სიჩქარეები დამოკიდებულია

ტემპერატურაზე, მოლეკულების ზომებზე და გარემო არის სიბლანტეზე, რომელშიც ეს მოლეკულები დიფუნდირებენ (სტოკს-ეინშტეინის ფორმულის მიხედვით). **მაღალ ტემპერატურაზე** კოაგულანტის-წყლის პოლიმერი-გამხსნელთან შეხების საზღვარზე წარმოიქმნება კონვექციული ნაკადები, რომლის ეფექტურობა უკავშირდება არაგამხსნელის ტენდენციას სწრაფად შეერიოს გამხსნელს, ამიტომ წყლის მოლეკულები სწრაფად დიფუნდირებს პოლიმერის ხსნარში, არაგამხსნელის შედინების თანაფარდობა მაღალია გამხსნელის გადინებასთან შედარებით. დიფუზიის დიდი სიჩქარის გამო ჩქარდება ფაზური დაყოფის, გამოლექვის პროცესი და ფორმირდება ზედაპირი ფორების დიდი რიცხვით (ცხრილი 1, M55). **კოაგულანტის დაბალ ტემპერატურაზე** დმა იმაზე სწრაფად გადადის საკოაგულაციო აბაზანაში, ვიდრე წყალი დიფუნდირებს პოლიმერის ხსნარში, ამიტომ დიფუზია დაბალი სიჩქარით მიმდინარეობს, რაც განაპირობებს ფაზური ინვერსიის პროცესის შეფერხებას. რადგან მცირდება წყლის კოაგულაციური შესაძლებლობა, ამიტომ გამყარების პროცესი შედარებით ნელა წარიმართება და მიღებული მემბრანა ხასიათდება ფორების მცირე რიცხვით (ცხრილი 1, M10).

ამრიგად, ემპირიული კვლევის შედეგად გამოვლინდა ის პირობები, რომელშიც ფაზური ინვერსიის პროცესში კოაგულანტის ტემპერატურის ცვლილებით მისი სიბლანტისა და გამხსნელი-არაგამხსნელის დიფუზიის კოეფიციენტის რეგულირებით მოხდა მიღებულ მემბრანებში ფორების, ფორიანობის და ხვედრითი წარმადობის გაზრდა.

2 - პოლისულფონური მემბრანების მისაღები სხვადასხვა კონცენტრაციის და ორგანული დანამატის ხსნარების კვლევა.

პოლისულფონები ფართოდ გამოიყენება მემბრანულ ტექნოლოგიაში. ამ ნაერთების სტრუქტურა, ფენილური ჯგუფების კომბინაცია სულფონურ ჯგუფებთან, რომლებთანაც ისინი არიან დაკავშირებული, განაპირობებს მაკრომოლეკულების სტრუქტურის მაღალ რეზონანსულ სტაბილურობას. სულფოჯგუფები მონაწილეობენ არომატული ბირთვების ელექტრონების დელოკალიზაციაში, რაც ამ მასალებს ანიჭებს თერმო- და ქანგვითი პროცესების მიმართ მდგრადობას. პოლისულფონის მაკრომოლეკულები გამოირჩევიან ასევე, მაღალი თერმოდინამიკური სიხისტით. მაკრომოლეკულების კონფიგურაციის ეფექტი განაპირობებს ამ პოლიმერების ჰიდროლიზურ მდგრადობას, რაც საშუალებას იძლევა, რომ პოლისულფონები გამოყენებული იქნას წყალთან და წყლის ორთქლთან კონტაქტის პირობებში.

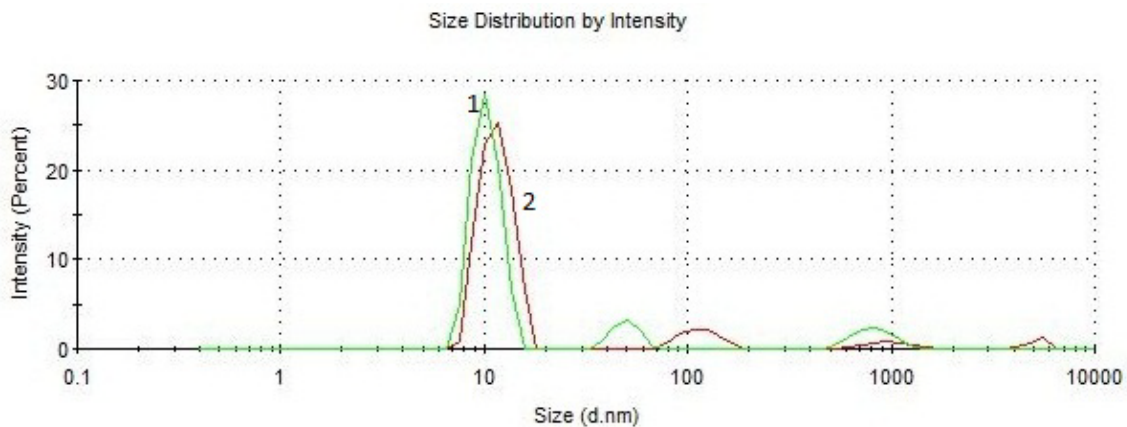
სამუშაოს მიზანს წარმოადგენდა ლაბორატორიულ პირობებში, წყლის ახალი შემადგენლობის პოლისულფონის ფილტრაციული მემბრანების მისაღები პოლიმერული კომპოზიციური ხსნარების და მათი გამოლექვით ფორმირებული მემბრანების ზედაპირის მორფოლოგიის კვლევა.

მემბრანების ფიზიკურ-ქიმიურ მახასიათებლებზე უმნიშვნელოვანესს გავლენას ახდენს დასასხმელი ხსნარის შემადგენლობა, პოლიმერის კონცენტრაცია და ორგანული დანამატები. აღნიშნული საკითხების შესასწავლად ინსტიტუტში ჩატარებულია ექსპერიმენტების სერია. მიღებულია პოლისულფონის 7%-დან 11%-მდე კონცენტრაციის პოლიმერული კომპოზიციები. პოლიმერის გამხსნელად გამოყენებული იყო CaCl_2 -ის 5%-იანი ხსნარი დიმეთილაცეტამიდში. გახსნის პროცესი ჩატარებულია 55°C -ზე გაცხელებით, მაგნიტური სარეველათი მუდმივი მორევის პირობებში.

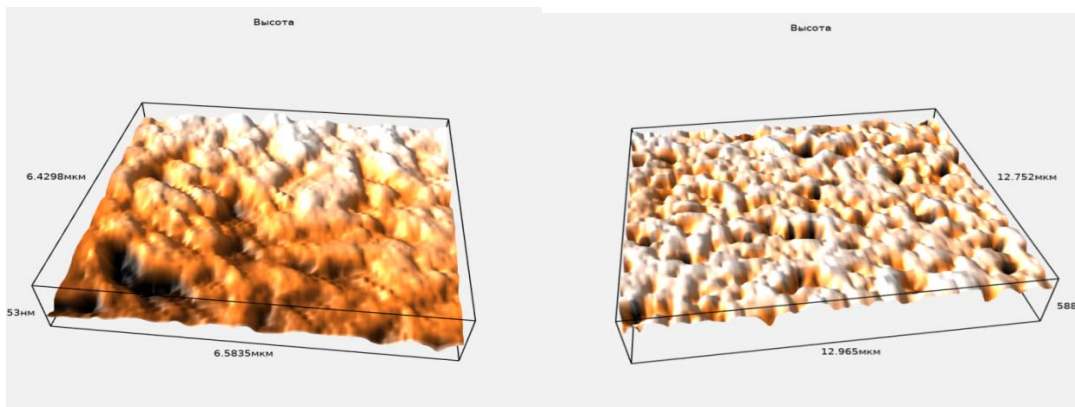
ანალოგიურად მიღებულია პოლიეთილენგლიკოლიანი (პეგ (400) აღებული იყო პოლიმერის მასის 25%) დასასხმელი ხსნარები. პოლიეთილენგლიკოლის არჩევა დანამატად განპირობებული იყო მისი უნარით, მიენიჭებინა პოლისულფონური მემბრანებისთვის ჰიდროფილური თვისებები. საინტერესო იყო იმის შესწავლაც, თუ რა გავლენას მოახდენდა პეგ-ი პოლიმერულ კომპოზიციებში ნანონაწილაკების ზომებზე და

მათ განაწილებაზე. სუფთა პოლისულფონიანი 7%-10% კონცენტრაციის მქონე და პეგ-ის დამატებით მიღებული ხსნარები შესწავლილი იქნა სინათლის გაბნევის დინამიური მეთოდით Zetasizer Nano Zen 3690-Malvern Instruments-ზე. პოლიმერული კომპოზიციები წარმოადგენენ პოლიდისპერსიულ სისტემებს, რომელშიც ნაწილაკების ზომა დამოკიდებულია კონცენტრაციაზე. სხვადასხვა კონცენტრაციის მემბრანის დასასხმელ კომპოზიციებში განსაზღვრული ნაწილაკების ზომების მნიშვნელობები და დისპერსიულობის ინდექსი განსხვავებულია. პოლისულფონის კონცენტრაციის გაზრდით ხსნარის პოლიდისპერსიულობის ინდექსი იზრდება 0.2-დან 0,9-მდე, მაღალი ინტენსივობის ნაწილაკების ზომების მნიშვნელობები კი მცირდება 12.15 ნმ-დან 6, 09ნმ-მდე [სურათი 1(1)]. ერთი და იგივე რაოდენობით პეგ-ის დამატებით მიღებულ ხსნარებში ადგილი ქონდა ინტენსივობის მრუდეების გადანაცვლებას ნაწილაკების ზომების შემცირების მიმართულებით [სურათი 1(2)].

სურათი 1. სუფთა პოლისულფონის (2) და პეგ-იანი პოლისულფონის (1) 5გ/ლ კონცენტრაციის ხსნარებში ნაწილაკების ზომების განაწილება ინტენსივობის მიხედვით.



მასკანირებელ ზონდური მიკროსკოპით (SPM, Certus standart V) შესწავლილია სხვადასხვა კონცენტრაციის კომპოზიციებიდან გამოლექილი მემბრანული ნიმუშების მორფოლოგია. სურათზე 2 , 3 მოცემულია სუფთა პოლისულფონის 10%-იანი და პოლისულფონის 10% ხსნარზე პეგ-ის დამატებით მიღებული მემბრანების მიკროსურათები.



სურათი 2

სურათი 3

სურათი 2. პოლისულფონის 10%-იანი

სურათი 3. პოლისულფონის 10%-იანი

პოლიმერული კომპოზიციიდან მიღებული

პოლიეთილენგლიკოლიანი კომპოზიციიდან

მემბრანის მიკროსურათი.

მიღებული მემბრანის მიკროსურათი.

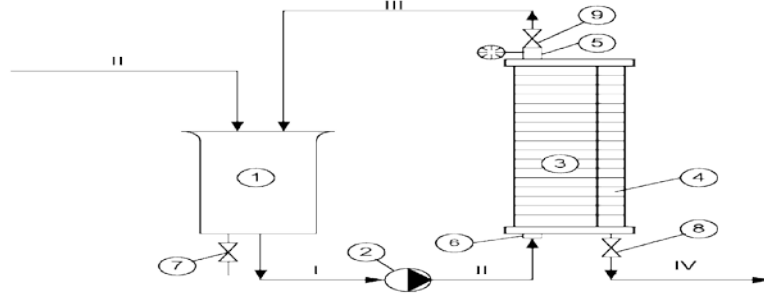
სურათებიდან ჩანს, რომ მემბრანების ზედაპირების ტოპოგრაფიული გამოსახულებები განსხვავებულია. პეგ-ის შემცველ ნიმუშებში პოლისულფონის კონცენტრაციის ზრდის პირობებში ზედაპირის რელიეფი ერთგვაროვანი ფოროვანი სტრუქტურისაა, არ შეიმჩნევა დეფექტები და მიკროღრუები, რაც ნიშნავს იმას, რომ დასასხმელ ხსნარებში პეგ (400)-ის დამატებამ, პოლიმერის მასის 25%-ის რაოდენობით პოლისულფონის კონცენტრაციის ზრდის პირობებში, განაპირობა სტრუქტურული ცვლილებები პოლიმერულ კომპოზიციებში, მოახდინა მიკროგელური ნაწილაკების ზომების რეგულაცია მცირე ზომის ფორების წარმოქმნის მიმართულებით. ამრიგად დადგენილია, რომ პოლისულფონის კონცენტრაციის გაზრდისა და პეგ-ის დამატებით ხდება პოლიდისპერსიულობის ინდექსის, ნანონაწილაკების ზომისა და განაწილების ისეთი ცვლილებები, რომლებიც თავის მხრივ გავლენას ახდენენ მიღებული მემბრანების ზედაპირის მორფოლოგიაზე.

3 - ბორჯომის მინერალური წყლის დებარირება-დეფტორირების პროცესის დამუშავება მემბრანული ნანოტექნოლოგიებისა და ნანოსისტემების შექმნით და ქლორის რაოდენობრივი მაჩვენებლის განსაზღვრა

მინერალური წყლები გამოირჩევა თავისი სამკურნალო თვისებებით და განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ადამიანის ჯამრთელობისათვის. შესწავლილია, სხვადასხვა მინერალიზაციის ხსნარების იონური და მოლეკულური სელექციის საკითხები. ამ მიმართულებით დამუშავდა ბორჯომის ბუნებრივი მინერალური წყლის დებარირება-დეფტორირების მემბრანული ორსაფეხურიანი საფილტრაციო ულტრა- და ნანოფილტრაციული პროცესების ნანოტექნოლოგია.

ბორჯომის მინერალურ წყალში ზღვრულ დასაშვებ კონცენტრაციაზე მეტი მნიშვნელობა გააჩნია მხოლოდ ფტორს, ბარიუმს და ზოგიერთი ჭაბურღილის მიხედვით - ქლორს.

მინერალურ წყალში იონური სელექციისათვის, ნანოფილტრაციული პროცესი ტარდებოდა NEX და NES მემბრანების გამოყენებით ლამინარული და ტურბულენტური რეჟიმის პირობებში. ბორჯომის მინერალური წყლის ნანოფილტრაციისათვის გამოყენებული იყო DDS ფირმის დანიური DDS Ultrafiltration, Hanofiltration, Reverse osmosis system Modle LAB – 0,72; Serial № 7602192 ლაბორატორიული მემბრანული უნივერსალური დანადგარი (ნახაზი 1.)



ნახ. 1

მემბრანული ექსპერიმენტალური დანადგარის პრინციპული სქემა
 1-საწის აეზი, 2-ტუმბო, 3-მემბრანული აპარატი, 4- ფილტრატის უმცირესი, 5-უკუსარქველი, 6-მტუცერი, 7,8,9- ვენტილები, I, II, III, IV- მიღგაყვანილობები

ნახაზი 1. ნანოფილტრაციული ექსპერიმენტული დანადგარის პრინციპული სქემა

წყალში არსებული იონები განისაზღვა ხელსაწყო იონომერზე II -160.1მმ. ბორჯომის მინერალურ წყალში ამ იონების რაოდენობა დამუშავებული და განსაზღვრული იქნა 37, 42, 25, ლიკანის და ცენტრალური პარკის ჭაბურღილების წყლებისთვის. ბორჯომის მინერალური წყლის ქიმიური კომპონენტების რაოდენობრივი მაჩვენებლები, როგორც ლამინარული, ისე ტურბულენტური რეჟიმის პირობებში, მოცემულია ცხრილში 1 , 2.

ცხრილი 1. ლამინარული რეჟიმის პირობებში საწყისი და დამუშავებული ბორჯომის მინერალური წყლის ქიმიური კომპონენტების რაოდენობრივი მაჩვენებლები

ბურღილი	ტექნოლოგია	Ba, მგ/ლ	F , მგ/ლ	Cl, მგ/ლ
37	დაუმუშავებელი	3.27	5.26	386.0
37	NEX	1.60	3.82	348.0
37	NES	1.05	4.11	359.0
41	დაუმუშავებელი	3.46	6.96	352.0
41	NEX	1.09	4.82	292.0
41	NES	0.937	6.52	349.0
41	2NES	1.26	-	334.0
25	დაუმუშავებელი	3.58	9.67	372.0
25	NEX	1.11	5.10	328.0
25	NES	1.64	6.48	335.0
ლიკანი	დაუმუშავებელი	2.34	4.06	243.0
ლიკანი	NEX	0.738	2.26	206.0
ლიკანი	NES	0.833	2.95	199.0
ცერნტ. პარკი	დაუმუშავებელი	3.11	5.76	323.0
ცერნტ. პარკი	NEX	0.875	3.91	289.0
ცერნტ. პარკი	NES	1.16	4.69	291.0
დასაშვები დიაპაზონი		<1	<5	260 - 380

ცხრილი 2. ტურბულენტური რეჟიმის პირობებში საწყისი და დამუშავებული ბორჯომის მინერალური წყლის ქიმიური კომპონენტების რაოდენობრივი მაჩვენებლები

ბურღილი	ტექნოლოგია	Ba, მგ/ლ	F, მგ/ლ	Cl, მგ/ლ
37	დაუმუშავებელი	3.27	5.26	386.0
37	NEX	1.23	3.58	340.0
37	NES	0.958	3.84	347.0
41	დაუმუშავებელი	3.46	6.96	352.0
41	NEX	0.854	4.28	273.0
41	NES	0.614	5.84	318.0
41	2NES	1.26	-	334.0
25	დაუმუშავებელი	3.58	9.67	372.0
25	NEX	0.973	4.57	305.0
25	NES	1.23	5.77	328.0
ლიკანი	დაუმუშავებელი	2.34	4.06	243.0
ლიკანი	NEX	0.641	1.83	199.0
ლიკანი	NES	0.780	2.72	194.0
ცერნტ. პარკი	დაუმუშავებელი	3.11	5.76	323.0
ცერნტ. პარკი	NEX	0.623	3.53	266.0
ცერნტ. პარკი	NES	0.996	4.50	285.0
დასაშვები დიაპაზონი		<1	<5	260-380

დადგინდა, რომ ცვლადი მინერალიზაციის წყლების იონების სხვადასხვა მასისა და კონცენტრაციის დროს, სელექციის განსხვავებული უნარის მქონე მემბრანების და მათთვის ოპტიმალური რეჟიმული პარამეტრების უზრუნველყოფის შედეგად შესაძლებელია ხსნარებში ქიმიური ელემენტების სელექციის პროცესის კონცენტრაციის რაოდენობრივი მაჩვენებლის რეგულირების პროგნოზირება. დებარირება-დეფტორირების შედეგად ქლორის კონცენტრაცია ბორჯომის მინერალურ წყლებში 386 მგ/ლ-დან დაყვანილია ზღვ-მდე „მინერალური წყლების ნორმატიული საფუძვლები ევროკავშირის 2003 წლის 16 მაისის 2003/40/ეკ“ დირექტივის მიხედვით და ჭაბურღილების მიხედვით მერყეობს ზღვრებში - ლამინარული რეჟიმის პირობებში 199მგ/ლ-დან 359 მგ/ლ-მდე, ხოლო ტურბულენტური რეჟიმის პირობებში 194მგ/ლ-დან 347მგ/ლ-მდე.

4 - პოლიმერულ კომპოზიციაში პოლიმერის გახსნის პროცესის მონიტორინგი ფოტონ კორელაციური სპექტროსკოპიით.

პოლიმერულ კომპოზიციაში პოლიდისპერსიული სისტემის ნაწილაკების ხარისხობრივი დაშლა, მემბრანის ფორმის წარმოქმნისათვის საჭირო ფართობის რეგულირებისა და მემბრანული აკვის ხვედრითი წარმადობის პროგნოზირების საშუალებას იძლევა. პოლიმერის მასაში ნაწილაკების დაშლა დამოკიდებულია ხსნარის მომზადების პირობებსა და გახსნის ტემპერატურაზე. მაღალი წარმადობის მქონე მემბრანების მისაღებად მნიშვნელოვანია ხსნარის მომზადების პროცესში პოლიმერული კომპოზიციის კომპონენტების შრობის პროცესები. შესწავლილია, სხვადასხვა ტემპერატურაზე გამშრალი კომპონენტის - არაორგანული მარილის გავლენა ხსნადობის ხარისხზე. განხორციელებულია, არაორგანული მარილის - კალციუმის ქლორიდის შრობა თერმოსტატში (POL-EKO მოდელი ST) 60°C, 75°C, 90°C, 105°C, 120°C და 135°C ტემპერატურაზე (ცხრილი 1).

ცხრილი 1. კალციუმის ქლორიდის წონა შრობის ტემპერატურის მიხედვით

ნივთიერების დასახელება	შრობის ტემპერატურა, °C	ნიმუშის წონა, გ		
		შრობამდე	შრობის შემდეგ	წონის დანაკარგი
კალციუმის ქლორიდი	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
	135	0,121	0,121	0

ჩატარებულია, პოლიმერის გახსნის პროცესის მონიტორინგი ანალიზატორზე Zetasizer Nano Zen 3690 სინათლის გაბნევის დინამიური მეთოდით.

60°C, 75°C, 90°C, 105°C, 120°C, 135°C ტემპერატურებზე გამშრალი კალციუმის ქლორიდის შემცველ პოლიმერულ ხსნარებში, რომელთა კონცენტრაცია 5 გ/ლ-ია, განსაზღვრულია ნაწილაკების ზომა და პოლიდისპერსიულობის ინდექსი. ნაწილაკების ზომები და ამ ხსნარიდან დამზადებული მემბრანების ხვედრითი წარმადობები წარმოდგენილია ცხრილში 2.

ცხრილი 2. 60°C, 75°C, 90°C, 105°C, 120°C, 135°C ტემპერატურებზე გამშრალი კალციუმის ქლორიდის შემცველი პოლიმერული კომპოზიციების ნაწილაკების ზომები, პოლიდისპერსიულობის ინდექსი და მიღებული მემბრანების ხვედრითი წარმადობები

№	ნიმუშის დასახელება	პიკი 1, ნმ	%	პიკი 2, ნმ	%	პიკი 3, ნმ	%	Ksps	PDI	Z-Ave	ხვედრითი წარმადობა, J, ლ/მ ² .სთ
1	60°C გამშრალი პოლიმერის და LiCl-ის პოლიმერული ხსნარი (5 გ/ლ)	9,54 9	47,2 %	74,0 7	6,6%	1045	46,2 %	53.3	0,98 7	619, 1	1200
2		8,71 0	49,4 %	20,7 9	7,5%	955, 4	40,4 %	53.9	1,00	821, 9	
3		9,06 5	45,9 %	54,7 6	6,2%	1102	47,9 %	52.8	1,00	667, 5	
1	75°C გამშრალი პოლიმერის და LiCl-ის პოლიმერული ხსნარი (5 გ/ლ)	8,87 9	47,0 %	20,6 7	9,1%	888, 1	43,9 %	49.4	1,00	648, 7	1877
2		6,29 7	16,6 %	10,7 4	37,8 %	995, 4	41,0 %	46.2	0,82 6	626, 0	
3		6,44 9	13,3 %	11,1 7	37,2 %	1279	46,0 %	45.1	0,88 2	544, 5	
1	90°C გამშრალი პოლიმერის და LiCl-ის პოლიმერული ხსნარი (5 გ/ლ)	7,45 3	42,3 %	19,2 5	15,9 %	1048	41,8 %	41.2	0,88 9	415, 3	2188
2		8,45 8	48,9 %	28,4 4	9,1%	1104	42,0 %	39.5	0,82 1	493, 8	
3		8,78 5	48,5 %	30,6 5	6,9%	1027	44,6 %	41.5	0,83 9	636, 3	

1	105°C გამშრალი	9,90 8	82,9 %	49,6 2	8,7%	694, 3	8,5%	18,3	0,21 0	16,9 5	2510
2	პოლიმერის და LiCl-ის	9,77 3	83,4 %	76,3 6	8,0%	959, 2	8,6%	18,0	0,22 8	15,3 3	
3	პოლიმერული ხსნარი (5 გ/ლ)	10,0 5	84,3 %	41,4 2	9,1%	515, 8	6,8%	17,9	0,15 3	28,5 9	
1	120°C გამშრალი	9,07 6	41,1	536, 8	39,7	18,1 0	19,3	54,5	0,97 8	759, 0	3800
2	პოლიმერის და LiCl-ის	615, 1	42,0	8,86 2	39,7	18,0 6	18,3	50,8	0,85 6	656, 1	
3	პოლიმერული ხსნარი (5 გ/ლ)	1079	51,0	11,7 6	49,0	0	0	46,6	0,72 7	436, 0	
1	135°C გამშრალი	13,2 1	95,3	582, 9	2,9	5183	1,8	20,4	0,25 7	12,0 7	4600
2	პოლიმერის და LiCl-ის	11,6 8	93,4	208, 3	6,6	0	0	20,4	0,23 2	13,5 6	
3	პოლიმერული ხსნარი (5 გ/ლ)	11,3 6	89,8	61,2 2	7,2	547, 7	3,0	19,9	0,28 6	12,8 7	

ცხრილში 2 წარმოდგენილი მონაცემების მიხედვით, ხსნარებში ნაწილაკების ზომები, დისპერსიულობის ინდექსი და ამ ხსნარებიდან დამზადებული მემბრანების ხვედრითი წარმადობის მნიშვნელობები დამოკიდებულია კალციუმის ქლორიდის შრობის ტემპერატურაზე. 135°C ტემპერატურამდე გამშრალი კალციუმის ქლორიდი განაპირობებს პოლიმერულ მასაში ჯერადად განსხვავებული ზომის ნაწილაკების მიღებას გახსნის ზღვრული მაჩვენებლით 115მ და მემბრანის მაღალ ხვედრით წარმადობას - 4600ლ/მ²ს-ს.

კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ კალციუმის ქლორიდის შრობის ტემპერატურის ცვლილებით შესაძლებელია პოლიმერულ მასაში უმცირესი ნაწილაკის ზომების ზღვრული მაჩვენებლების და ფორების წარმოქმნისათვის საჭირო ფართობის რეგულირება, რაც იწვევს მემბრანული აკვის ხვედრითი წარმადობის ზრდას.

2.2.

№	დასრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიითითებით	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მიითითებით)
1	2	3	4

1	<p>მემბრანის მისაღები პოლიმერული კომპოზიციის გახსნის პარამეტრების გავლენის კვლევა მემბრანის წარმადობაზე.</p> <p>საინჟინრო მეცნიერებები-ნანო და მემბრანული ტექნოლოგიები</p>	2020წ.	<p>ხელმძღვანელი: მ.კეჭერაშვილი</p> <p>შემსრულებლები: ნ. გოგესაშვილი, ლ. ებანოიძე, თ. ბუთხუზი, ე. კაკაბაძე, ლ. ყუფარაძე, ზ. ჯავაშვილი, მ. მამულაშვილი, ჟ. სულხანიშვილი, ა. გასიტაშვილი, ლ. აბზიანიძე, ს. ცეციტიშვილი, თ. აბუაშვილი, თ. ომსარაშვილი, დ. დათიაშვილი</p>
2	<p>პოლისულფონის კონცენტრაციის და ორგანული დანამატების გავლენის კვლევა მიღებული მემბრანების ფორის ზომის, ფორიანობისა და წარმადობის მნიშვნელობებზე.</p> <p>ქიმია და მეცნიერება მასალების შესახებ-ნანოკომპოზიციური მასალების დამუშავება.</p>	2020წ.	<p>ხელმძღვანელი: ნ.გოგესაშვილი</p> <p>შემსრულებლები: მ. კეჭერაშვილი, ლ. ებანოიძე, თ. ბუთხუზი, ე. კაკაბაძე, ლ. ყუფარაძე, ზ. ჯავაშვილი, მ. მამულაშვილი, ჟ. სულხანიშვილი, ა. გასიტაშვილი, ლ. აბზიანიძე, ს. ცეციტიშვილი, თ. აბუაშვილი, თ. ომსარაშვილი, დ. დათიაშვილი</p>
3	<p>მიკროფილტრაციული პროცესის კვლევა ბუნებრივი წყლის ცვალებადი შედგენილობისა და სიმღვრივის პირობებში</p> <p>მათემატიკური მეცნიერებები</p>	2020წ.	<p>ხელმძღვანელები: გ. ბიბილიეიშვილი ლ. ყუფარაძე</p> <p>შემსრულებლები: მ. კეჭერაშვილი, ნ. გოგესაშვილი, ლ. ებანოიძე, თ. ბუთხუზი,</p>

	გეომეტრია, მექანიკის თემატიკური პრობლემები.		ე. კაკაბაძე, ზ. ჯავაშვილი, მ. მამულაშვილი, ჟ. სულხანიშვილი, ა. გასიტაშვილი, ლ. აბზიანიძე, ს. ცეციტიშვილი, თ. აბუაშვილი, თ. ომსარაშვილი, დ. დათიაშვილი
4	ულტრაფილტრაციული პროცესის კვლევა ბუნებრივი წყლის ცვალებადი შედგენილობისა და სიმღვრივის პირობებში. მათემატიკური მეცნიერებები გეომეტრია, მექანიკის თემატიკური პრობლემები.	2020წ.	ხელმძღვანელი: ლ. ყუფარაძე შემსრულებლები: მ. კუჭერაშვილი, ნ. გოგესაშვილი, ლ. ებანოძე, თ. ბუთხუზი, ე. კაკაბაძე, ზ. ჯავაშვილი, მ. მამულაშვილი, ჟ. სულხანიშვილი, ა. გასიტაშვილი, ლ. აბზიანიძე, ს. ცეციტიშვილი, თ. აბუაშვილი, თ. ომსარაშვილი, დ. დათიაშვილი
5	ბორჯომის მინერალური წყლის დებარირება- დეფტორირების ნანოფილტრაცია და ფილტრაციის შემდეგ კალციუმის რაოდენობრივი მაჩვენებლის განსაზღვრა. ქიმია და მეცნიერება მასალების შესახებ- ადამიანისა და ბიოსფეროს ქიმიური დაცვის პრობლემათა დამუშავება.	2020წ.	ხელმძღვანელები: გ. ბიბილეიშვილი მ. მამულაშვილი შემსრულებლები: მ. კუჭერაშვილი, ნ. გოგესაშვილი, ლ. ებანოძე, თ. ბუთხუზი, ე. კაკაბაძე, ლ. ყუფარაძე, ზ. ჯავაშვილი, ჟ. სულხანიშვილი, ა. გასიტაშვილი, ლ. აბზიანიძე, ს. ცეციტიშვილი, თ. აბუაშვილი, თ. ომსარაშვილი, დ. დათიაშვილი

6	<p>პოლიმერულ კომპოზიციაში პოლიმერის გახსნის პროცესის მონიტორინგი ოპტიკური მიკროსკოპით.</p> <p>ქიმია და მეცნიერება მასალების შესახებ - ადამიანისა და ბიოსფეროს ქიმიური დაცვის პრობლემათა დამუშავება</p>	2020წ.	<p>ხელმძღვანელი: ლ. ებანოიძე</p> <p>შემსრულებლები: მ. კუჭერაშვილი, ნ. გოგესაშვილი, თ. ბუთხუზი, ე. კაკაბაძე, ლ. ყუფარაძე, ზ. ჯავაშვილი, მ. მამულაშვილი ჟ. სულხანიშვილი, ა. გასიტაშვილი, ლ. აბზიანიძე, ს. ცეციტიშვილი, თ. აბუაშვილი, თ. ომსარაშვილი, დ. დათიაშვილი</p>
<p>დასრულებული კვლევითი პროექტის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p>			
<p>1 - მემბრანის მისაღები პოლიმერული კომპოზიციის გახსნის პარამეტრების გავლენის კვლევა მემბრანის წარმადობაზე</p>			
<p>საკვლევი თემის მიზანს წარმოადგენს, მემბრანის დასამზადებელ კომპოზიციაში პოლიმერის გახსნის პარამეტრების: ნაწილაკების ზომის, კონცენტრაციის და დისპერსიულობის ხარისხის გავლენის შესწავლა მიღებული მემბრანის მორფოლოგიასა და წარმადობაზე.</p>			
<p>მემბრანაწარმოქმნელი ძირითადი პოლიმერის ისეთი მახასიათებლები როგორცაა, მაკრომოლეკულის საშუალო ზომა, მათი განაწილება ზომების მიხედვით, დისპერსიულობის ხარისხი, სტრუქტურა, ქიმიური ჯგუფების სპეციფიური ბუნება, ამ ჯგუფების განლაგება, მაკრომოლეკულების აგრეგაციის ფორმის შესწავლა - წარმოადგენს ძირითად საკითხებს, რომელთა კვლევა აუცილებელია მემბრანის მორფოლოგიისა და სტრუქტურის დასახასიათებლად.</p>			
<p>25°C, 40°C, 55°C და 70°C ტემპერატურაზე მომზადებული მემბრანის მისაღებ კომპოზიციაში პოლიმერის გახსნის მონიტორინგი მოწმდებოდა პოლარიზაციულ-ინტერფერენციული ოპტიკური მიკროსკოპით, ხოლო ნაწილაკების ზომა, კონცენტრაცია და დისპერსიულობის ხარისხი განისაზღვრა ანალიზატორით (Zetasizer Nano Zen 3690). თითოეულ ტემპერატურაზე მომზადებული ხსნარები ნაწილაკების მდგრადობის</p>			

გასაზრდელად მუშავდებოდა ულტრაბგერის აპარატი წყლიან აბაზანაში (Unitra-Unima, UM-4, Olsztyn, Poland) 50Hz, 1სთ განმავლობაში. ნაწილაკების ზომა, კონცენტრაცია და დისპერსიულობის ხარისხი ისაზღვრებოდა 100გ/ლ, 50 გ/ლ, 25 გ/ლ, 10 გ/ლ და 5 გ/ლ კონცენტრაციის ხსნარებში.

პოლიმერული კომპოზიცია წარმოადგენს პოლიდისპერსიულ სისტემას, რომელშიც ნაწილაკების ზომა დამოკიდებულია ხსნარის მომზადების ტემპერატურაზე, გამხსნელის ბუნებასა და კონცენტრაციაზე.

ცხრილი 1. პოლიმერული კომპოზიციის შედგენილობა გახსნის 25°C, 40°C, 55°C, 70°C ტემპერატურის დროს და კოაგულანტის 20⁰ C ტემპერატურაზე მიღებული მემბრანების ხვედრითი წარმადობები

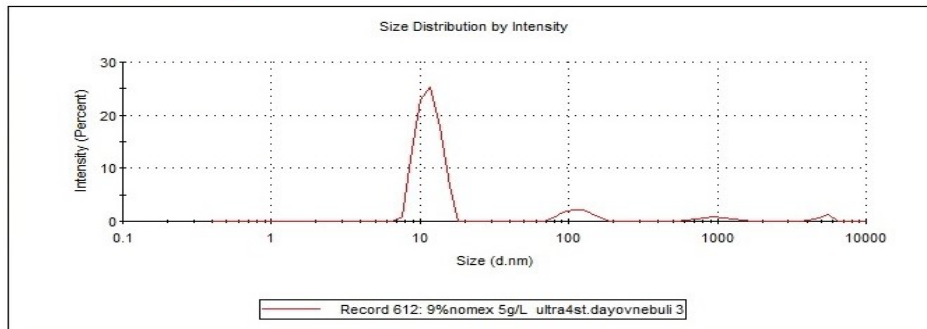
პოლიმერული კომპოზიციის მომზადების T ⁰ C	ნაწილაკების ზომა Z-ave. ნმ	პოლიდისპერსიულობის ხარისხი PDI	საკოაგულაციო აბაზანის T ⁰ C	ხვედრითი წარმადობა ლ/მ ² სთ
25	67.45	1	20	1200
40	57.12	0.9	20	1877
55	24.68	0.5	20	2188
70	13.15	0.33	20	2510

ცხრილში 1 წარმოდგენილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ ხსნარებში ნაწილაკების ზომები, დისპერსიულობის ინდექსი და ამ ხსნარებიდან დამზადებული მემბრანების ხვედრითი წარმადობის მნიშვნელობები დამოკიდებულია გახსნის ტემპერატურაზე. პოლიმერული კომპოზიციის გახსნის ტემპერატურის მომატებით ხსნარის დისპერსიულობის ხარისხი მცირდება 1-დან 0.33-მდე, მაკრომოლეკულების ზომა 67.45 ნმ -დან 13.15 ნმ-მდე. 70°C ტემპერატურაზე მომზადებული ხსნარიდან მიღებული მემბრანის ხვედრითი წარმადობა აღემატება 25°C, 40°C, 55°C ტემპერატურაზე მომზადებული ხსნარიდან დამზადებული მემბრანების ხვედრით წარმადობას და შეადგენს 2510 ლ/მ² სთ. 70°C ტემპერატურაზე მომზადებული პოლიმერული კომპოზიციის ნაწილაკების ზომა მოცემულია სურათზე 1 .

Sample Name: 9%nomex 5g/L ultra4st.dayovnebuli 3
SOP Name: mansettings.nano
File Name: test 115.dts
Record Number: 612
Material RI: 1.68
Material Absorbtion: 0.001
Dispersant Name: DMFA
Dispersant RI: 1.428
Viscosity (cP): 0.8020
Measurement Date and Time: Wednesday, March 27, 2019 12:41:...
Temperature (°C): 25.0
Count Rate (kcps): 22.5
Cell Description: Glass cuvette with round aperture
Duration Used (s): 250
Measurement Position (mm): 4.65
Attenuator: 11

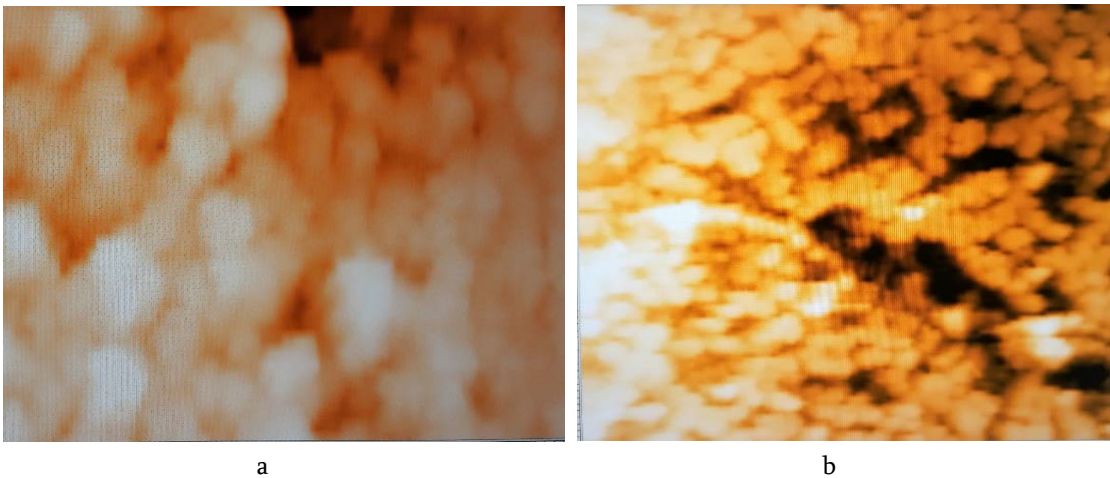
	Size (d.nm):	% Intensity:	St Dev (d.nm):
Z-Average (d.nm): 13.15	Peak 1: 11.52	85.4	1.998
Pdl: 0.330	Peak 2: 115.8	8.7	23.74
Intercept: 0.810	Peak 3: 1015	3.7	250.8

Result quality : Good



სურათი 1. 70°C ტემპერატურაზე მომზადებული პოლიმერული კომპოზიციაში ნანონაწილაკების ზომა ინტენსივობის მიხედვით, განსაზღვრული ანალიზატორით Zetasizer Nano Zen 3690

25°C, 40°C, 55°C, 70°C ტემპერატურაზე გახსნილი პოლიმერული კომპოზიციით მიღებული მემბრანული აპკები შესწავლილი იქნა მასკანირებელი ზონდური მიკროსკოპით. სურათზე 2 გამოსახულია 25°C და 70°C ტემპერატურაზე მომზადებული კომპოზიციიდან მიღებული მემბრანების ზედაპირების მიკროგრაფიული გამოსახულებები. ორივე ნიმუშის ზედაპირი წარმოადგენს ქაფისმაგვარ მატრიცას, ღია ფერის წარმონაქმნები სურათზე ინტერპრეტირდება, როგორც ზედაპირი და მუქი ფერი, როგორც ფორები.



სურათი 2. მემბრანის ზედაპირების მასკანირებელი ზონდური მიკროსკოპის მიკროფოტოგრაფიული 2D გამოსახულებები: მიღებული (a) 25°C და (b) 70°C-ზე მომზადებული კომპოზიციიდან კოაგულანტის 20°C ტემპერატურაზე

a ნიმუშის ზედაპირზე მუქი და ღია უბნები არათანაბრად არის განაწილებული, ჭარბობს ღია ფერი, რაც ზედაპირზე ფორების მცირე რაოდენობაზე მიუთითებს. b ნიმუშის ზედაპირზე ღია და მუქი ფერები თანაბრად არის განაწილებული, რაც მემბრანის ზედაპირის ერთგვაროვნებაზე და ფორიანობაზე მეტყველებს. მაღალ ტემპერატურაზე მომზადებულ პოლიმერულ კომპოზიციაში ნაწილაკების ზომების, დისპერსიულობის ხარისხის შემცირება, გამოწვეულია 70°C-ზე ტემპერატურის გავლენით ხსნარში მიმდინარე სტრუქტურული ცვლილებებით, რაც ამცირებს მიკროგელური ნაწილაკების (ხსნარის დისპერსიული ფაზა აგრეგირებული მაკრომოლეკულების სახით) ზომას და ზრდის მათ რაოდენობას ერთეულ მოცულობაში.

ამრიგად, კვლევის შედეგად დადგენილია, რომ პოლიმერული კომპოზიციის გახსნის მაღალ ტემპერატურაზე ხსნარში მიიღწევა ნაწილაკების ზომის და პოლიდისპერსიულობის ხარისხის ისეთი განაწილება, რამაც განაპირობა ფორების განაწილების დიდი სიხშირის (ფორიანობა) და მაღალი წარმადობის მქონე მემბრანების მიღება.

2 - პოლისულფონის კონცენტრაციის და ორგანული დანამატების გავლენის კვლევა მიღებული მემბრანების ფორის ზომის, ფორიანობისა და წარმადობის მნიშვნელობებზე.

პოლისულფონები წარმოადგენენ ჰეტეროჯაჭვურ მაღალმოლეკულურ ნაერთებს, რომლებიც ძირითად ჯაჭვში შეიცავენ გამეორებად SO₂ ჯგუფებს, მარტივ ეთერულ ბმებს და არომატულ ფრაგმენტებს. პოლისულფონების გამოყენება ულტრა- და მიკროფილტრაციული მემბრანების მისაღებად ითვლება დიდ მიღწევად მემბრანულ ტექნოლოგიაში, რაც გამოწვეულია ამ პოლიმერების საუკეთესო ექსპლუატაციური თვისებებით - სამუშაო ტემპერატურების და მდგრადობის დიდი დიაპაზონით, ასევე, ქლორის მიმართ მდგრადობით. აღნიშნული პოლიმერებიდან მემბრანების მიღება შესაძლებელია განსხვავებულ პირობებში და სხვადასხვა რეჟიმებში, რაც 1ნმ-დან 0,2მკმ-მდე ფორის ზომების ვარირების საშუალებას იძლევა.

ინსტიტუტის კვლევით ლაბორატორიაში პოლისულფონური მემბრანების მისაღებად გამოყენებული იყო ფაზური ინვერსიის სველი მეთოდი. პოლისულფონის გამხსნელად შერჩეულია CaCl₂-ის 3%-იანი ხსნარი დიმეთილაცეტამიდში. დამზადებულია, როგორც სუფთა პოლისულფონის 7%, 8%, 9% და 10%-იანი დასასხმელი პოლიმერული კომპოზიციები, ასევე პოლიეთილენგლიკოლიანი კომპოზიციები (პეგ პოლიმერის მასის 25%). პეგ(400) არჩევა პოლიმერული კომპოზიციის დანამატად მიუხედავად იმისა, რომ ის საგრძნობლად ზრდის პოლისულფონის სიბლანტეს, გაპირობებულია მისი თვისებებით. ის არატოქსიკურია, იხსნება წყალში და ორგანულ გამხსნელებში და თავისი აღნაგობის გამო აქვს სხვა მოლეკულებთან შეუღლების უნარი. მას შეუძლია მიიერთოს სხვა პოლიმერის მაკრომოლეკულის ბოლოებში მდებარე ფუნქციონალური ჯგუფებიც. პეგ-ს ფართოდ იყენებენ მემბრანული ტენოლოგიის სფეროებში, მაგრამ უფრო ხშირად ის გამოიყენება მემბრანების კომპოზიციურ დასასხმელ ხსნარებში როგორც დანამატი, მემბრანების უჯრედული სტრუქტურის მოწესრიგებისა და ფორწარმოქმნის გასაუმჯობესებლად. პოლიეთილენგლიკოლის გამოყენება დანამატად გაპირობებული იყო იმის გამოც, რომ პოლისულფონური მემბრანებისთვის, რომლებიც არიან ჰიდროფობური, მიენიჭებინა ჰიდროფილური თვისებები.

პოლისულფონის გახსნის მონიტორინგი ხორციელდებოდა პოლარიზაციულ-ინტერფერენციული ოპტიკური მიკროსკოპის დახმარებით. მიღებული ხსნარები გაფილტვრის და ვაკუუმში დეაერაციის შემდეგ დაიტანებოდა ლაბორატორიულ ფილერზე მოთავსებულ მინის ფირფიტაზე. გამოლექვის პროცედურები

ჩატარებულია გამოხდილი წყლის საკოაგულაციო აბაზანაში 60°C-ზე. ნიმუშები ირეცხებოდა 60°C-იანი წყლით ნსთ-ის განმავლობაში და ყოვანდებოდა გამრეცხ აბაზანაში წყალში ხსნადი ნივთიერებების მოსაცილებლად. სუფთა პოლისულფონის სხვადასხვა კონცენტრაციის და პეგ-ის შემცველი დასასხმელი ხსნარებიდან მიღებული მემბრანული ნიმუშები აღნიშნულია P1,P2, P3,P4,P5,P6,P7,P8 სიმბოლოებით.

მიღებული მემბრანის ნიმუშების მაქსიმალური ფორის ზომის და წარმადობის მნიშვნელობების ტესტები ჩატარებული იყო ინსტიტუტში შექმნილ ლაბორატორიულ ხელსაწყო-დანადგარზე, მემბრანული ნიმუშები გამოჭრილი იყო ფილტრაციულ დანადგარში ფიქსაციისათვის. სტაბილური მონაცემების მისაღებად მონაცემები აღებულია ხელსაწყოში დისტილირებული წყლის 1სთ-ის განმავლობაში გატარების შემდეგ. თითოეულ ნიმუშზე ჩატარებულია მინიმუმ სამი ექსპერიმენტი 1 ბარ წნევაზე. წარმადობის გასაანგარიშებლად გამოყენებულია ფორმულა $J = V/At$, სადაც J არის წყლის ნაკადი ლ/მ²სთ, V- ფილტრატის მოცულობა ლიტრებში, A- ფართობი მ², t-დრო საათებში.

მიღებული საცდელი ნიმუშების ფორის ზომების, წარმადობების და ფორიანობის მნიშვნელობები მოცემულია ცხრილში 1 .

ცხრილი 1. მიღებული მემბრანული ნიმუშების ფორის ზომის, ფორიანობის და წარმადობის მნიშვნელობები.

პოლიმერული მემბრანები	ბუმტულაკის წერტილის წნევა,ბარი P	ფორის ზომა, D მკმ	მემბრანის ფორიანობა, %	მემბრანის წარმადობა ლ/მ ² სთ
P1	1	0,81	18 ± 2	1800
P2	1,36	0,59	20 ± 3	1640
P3	1,65	0,49	24 ± 1	1450
P4	1,92	0,42	29 ± 2	1320
P5	2,2	0,37	31 ± 3	1230
P6	2,35	0,34	42 ± 1	1120
P7	2,4	0,33	54 ± 4	1015
P8	2,6	0,31	70 ± 3	989

ცხრილიდან 1 ჩანს, რომ პოლისულფონის კონცენტრაციის გაზრდით ხდება ფორის ზომის შემცირება. კერძოდ, P1 მემბრანის ფორის ზომა იყო 0,81მკმ, ხოლო P4 ნიმუშის ფორის ზომა გახდა 0,42მკმ, შემცირდა თითქმის ორჯერ. შემდეგ PEG-ის დამატებით მიღებულ ნიმუშებში ისევ ხდება ფორის ზომის თანდათანობითი შემცირება და P8 ნიმუშის ფორის ზომის მნიშვნელობა უტოლდება 0,31მკმ. P1 და P8 ნიმუშების ფორის ზომის მნიშვნელობებს შორის განსხვავება 0,5 მკმ-ია. ფორის ზომის მნიშვნელობების

შემცირებასთან ერთად მცირდება მემბრანების წარმადობა, მაგრამ უმჯობესდება მემბრანების ზედაპირის მორფოლოგია და ფორიანობა. პოლიეთილენგლიკოლის (400) დამატებით მიღებული მემბრანების წარმადობის შემცირება P5, P6, P7 და P8 ნიმუშებისათვის განპირობებულია პეგის უნარით, დასასხმელი ხსნარების სიბლანტის გაზრდით, შეანელოს ფაზური ინვერსიის პროცესი, შეავიწროვოს და წარმოქმნას ახალი ფორები, ჩაახშოს მიკროღრუების წარმოქმნა და გაზარდოს მემბრანების ფორიანობა (ცხრილი 1).

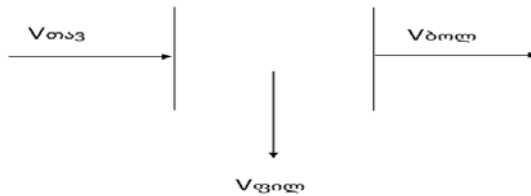
ჩატარებული ემპირიული კვლევების შედეგად დადგენილია პირობები, რომელთა მეშვეობითაც შესაძლებელი გახდა პოლისულფონის კონცენტრაციის ცვალებადობისა და პოლიეთილენგლიკოლის რაოდენობის რეგულირების ხარჯზე მიღებული მემბრანების მახასიათებლების პროგნოზირება. ასევე, დადგენილი იქნა, რომ მიკრო- და ულტრაფილტრაციული მემბრანის მისაღებ პოლიმერის ხსნარში, დანამატის სახით პოლიეთილენგლიკოლის შეტანით, შესაძლებელია მემბრანის სტრუქტურაში მაკროღრუების ზომების, ფორიანობის, ფორის ზომების და მემბრანის ზედაპირის სელექტიური ფენის ჰიდროფილურობის ეფექტურად რეგულირება.

3 - მიკროფილტრაციული პროცესის კვლევა ბუნებრივი წყლის ცვალებადი შედგენილობისა და სიმღვრივის პირობებში

კვლევის პროცესი განხორციელებულია ლაბორატორიული მანქანებით. ხვედრითი წარმადობა განისაზღვრა ექსპერიმენტული გზით, ლაბორატორიულ დანადგარზე. მოდელური ხსნარების სიმღვრივე იზომებოდა სიმღვრივის მზომზე.

ექსპერიმენტები ჩატარდა ლაბორატორიულ დანადგარზე, რომლის სადაწნეო საკნის მუშა კვანძის გეომეტრიული ზომები იყო სიგანე $B=9$ მმ ; სიგრძე $L=30$ მმ ; მემბრანის ფართობი $\omega = B \times L = 270$ მმ²; წნევა საკანში $P=1$ ბარი და სიჩქარე $v = 0,5$ მ/წმ 2მკმ მემბრანაზე; საწყისი სითხის ტემპერატურა $T=20^{\circ}C$. საწყისი სითხეებად გამოყენებული იყო ბუნებრივი წყლები სიმღვრივებით - 0,75 NTU; 9,95 NTU; 20,56 NTU; 40,9 NTU; 58,5 NTU.

მემბრანული დაყოფის პრინციპული საანგარიშო სქემა წარმოდგენილია ნახ.-ზე 1.



ნახ.1. მემბრანული დაყოფის პრინციპული საანგარიშო სქემა.

ექსპერიმენტების შედეგების გარდასაქმნელად ხვედრითი წარმადობის საანგარიშოდ გამოყენებული იყო ფორმულა: $J = \frac{V_{ფილ}}{\Delta t \times \omega_{ფილ}}$ (1)

სადაც $V_{ფილ}$ - ექსპერიმენტალური ფილტრატის მოცულობაა აღებული Δt წუთის განმავლობაში, ხოლო $\omega_{ფილ}$ - მემბრანის მუშა ფართობია, რომელიც ჩვენ შემთხვევაში $\omega_{ფილ} = \omega = B \times L = 270$ მმ².

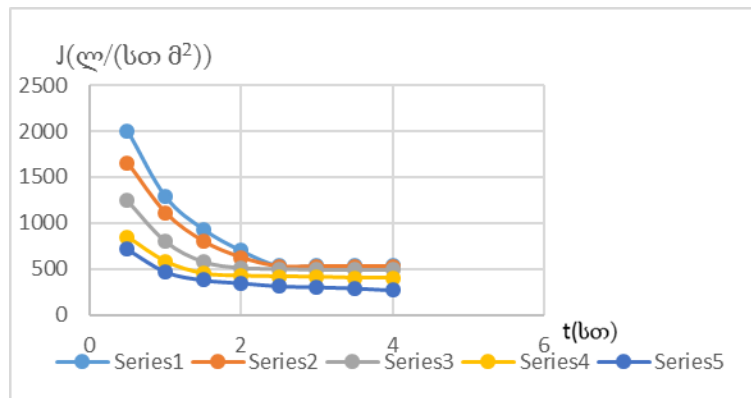
ცხრილი1. ექსპერიმენტული ხვედრითი წარმადობის მნიშვნელობები სხვადასხვა მუდმივი სიმღვრივის ბუნებრივ წყალზე მიკროფილტრაციული პროცესით გაფილტვრის დროს

საწყისი სიმღვრ	სითხის ტემპერ	წნევა საკნის	სითხის მოცულობა (მლ)	ხვედრითი წარმადობები დროის მიხედვით J (ლ/(სთ×მ ²))
----------------	---------------	--------------	----------------------	--

ივე	ატ. T ⁰ C	(ბარ)		ცდის დასაწყისში		ცდის ბოლოს		0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	
		თავ.	ბოლ.	V _{ფოლ}	V ₃	V _{ფოლ}	V ₃	(სთ)	(სთ)	(სთ)	(სთ)	(სთ)	(სთ)	(სთ)	(სთ)	(სთ)
		P ₁	P ₂													
NTU																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
0,75	20	1	0.2	28	800	2,4	-	2000	1288	933	700	533	533	533	533	
9,95				30,5	303,5	2,35	670	1656	1111	800	622	525,2	525,2	525,2	525,2	
20,56				12	225	2,2	575	1244	800	578	533	510	489	489	489	
40,9				15	395	1,8	650	844	578	448	444	422	400	400	400	
58,5				17	573	1,35	755	771	488	400	388	378	356	311	300	

ცხრილის 1 მონაცემების მიხედვით, გარკვეული დროიდან დაწყებული ხვედრითი წარმადობების მნიშვნელობები მეორდება შემდეგი სიმღვრივების წყლებისათვის:

1) 0,75 NTU - $t = 2,5$ სთ-დან $J = 533$ (ლ/(სთ მ²)); 2) 9,95 NTU - $t = 2,5$ სთ-დან $J = 525,2$ (ლ/(ს მ²)); 3) 20,56 NTU - $t = 3$ სთ-დან $J = 489$ (ლ/(სთ მ²)); 4) 40,9 NTU - $t = 3$ სთ-დან $J = 400$ (ლ/(სთ მ²)); 5) 58,5 NTU - ექსპერიმენტის მიმდინარეობის 4 საათის განმავლობაში ვერ მივიღეთ ხვედრითი წარმადობების მნიშვნელობის განმეორებადობა, რაც მიგვანიშნებს იმაზე, რომ ამ შემთხვევაში ექსპერიმენტების ჩატარების დროის 4 საათიანი ხანგრძლივობა არ არის საკმარისი. განმეორებადობების ამ მნიშვნელობებს უწოდოთ წარმადობების ასიმტოტური მნიშვნელობები, რაც ნიშნავს, რომ იგი ერთი და იგივეა ხანგრძლივი დროის განმავლობაში.



ნახ.1. ცხრილში 1 ექსპერიმენტული წარმადობების ცვლილება დროის მიხედვით სხვადასხვა სიმღვრივის დროს: Series 1 - 0,75 NTU ; Series 2 - 9,95 NTU; Series 3 - 20,56 NTU; Series 4 - 40,9 NTU; Series 5- 60, NTU.

როგორც ნახ.-დან 1 ჩანს, ხვედრითი წარმადობები ყველა სიმღვრივის შემთხვევაში განიცდიან საგრძნობ ვარდნას 1,5 საათამდე, ხოლო დროის შემდგომ პერიოდში ნაკლებად, რაც მიგვითითებს იმაზე, რომ საწყის ეტაპზე გაყოფის პროცესის ნაწილაკები აქტიურად ავსებენ მემბრანის ფორებს, ხოლო შემდეგ პერიოდში

უფრო ნაკლებად.

მიღებული შედეგების ანაღზის საფუძველზე დადგენილია:

- რაც უფრო ნაკლებია საწყისი სითხის სიმღვრივე, მით უფრო მეტია მემბრანის ხვედრითი წარმადობა;
- საწყისი სითხის სიმღვრივე განაპირობებს ხვედრითი წარმადობების ასიმტოტურ მნიშვნელობებს.

4 - ულტრაფილტრაციული პროცესის კვლევა ბუნებრივი წყლის ცვალებადი შედგენილობისა და სიმღვრივის პირობებში.

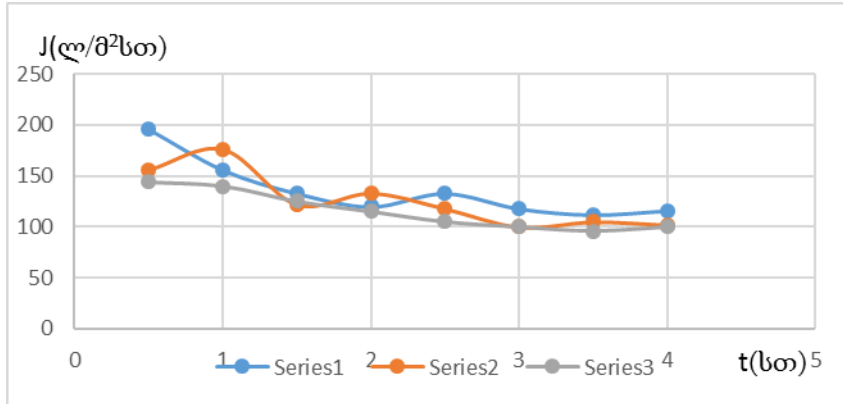
მოსახლეობის უზრუნველყოფა ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქტებითა და სასმელი წყლით მჭიდროდ არის დაკავშირებული ახალ, თანამედროვე ტექნოლოგიების შემუშავებასა და დანერგვასთან. მაღალი ხარისხის სასმელი წყლის მისაღებად საჭიროა სტაბილურად მომუშავე, მაღალი წარმადობის მქონე მემბრანული დანადგარების შექმნა, რომლის განხორციელება შესაძლებელია მემბრანული აპარატის სათანადო კონსტრუქციით და ისეთი ჰიდროდინამიკური რეჟიმით, რომლის დროსაც მემბრანის ზედაპირზე არ წარმოიქმნება ფილტრაციული გაყოფის პროცესის შემაფერხებელი დანალექი.

ამ მიზნით, კვლევები ჩატარდა 2მკმ მემბრანაზე, სადაწნეო საკანში $P=1$ ბარი წნევისა, $v = 0,5$ მ/წმ სიჩქარის დროს. ექსპერიმენტებით მიღებული $V_{ფილ}$ მონაცემების ანათვლების დროის ინტერვალი იყო $\Delta t = 1$ წთ., საკვლევი სითხის ტემპერატურა $T=20^{\circ}C$. ფილტრატის $V_{ფილ}$ ანათვლებს ვიღებდით ყოველ ნახევარ საათში. სადაწნეო საკნის მუშა კვანძის გეომეტრიული ზომები იყო სიგანე $B = 9$ მმ ; სიგრძე $L= 30$ მმ ; მემბრანის ფართობი $\omega = B \times L = 270$ მმ².

ცხრილი 1. ექსპერიმენტული ხვედრითი წარმადობის მნიშვნელობები სხვასხვა ცვლადი და მუდმივი სიმღვრივის კონცენტრატზე, დროის მიხედვით.

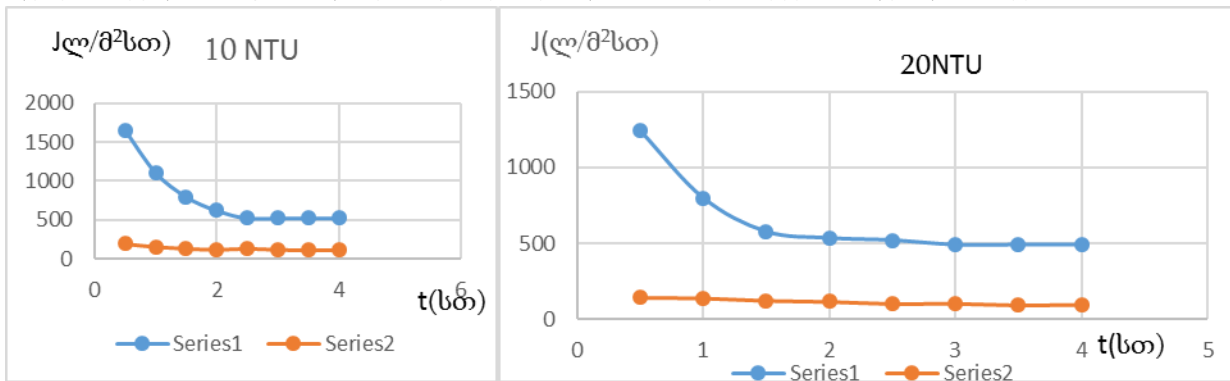
საწყისი სიმღვრივე	სითხის ტემპერატურა	საკნის წნევა (ბარ)		ფილტრაციული სითხის მოცულობა (მლ)		ხვედრითი წარმადობები დროის მიხედვით J								
						(ლ/(სთ×მ ²))								
						0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
NTU	T°C	თავ. P ₁	ბოლ. P ₂	V _{ფილ}	V _{ფლ}	სთ	სთ	სთ	სთ	სთ	სთ	სთ	სთ	სთ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
				ცვლადი სიმღვრივის კონცენტრატი										
5	20	1	0,6	10,5	048	233 3	196	156	133	122	133	118	112	116
9,9				9,9	0,45	191 1	156	176	122	133	118	100	105	99
20				0,7	0,40	142 2	156	176	122	133	118	100	105	99
				მუდმივი სიმღვრივის კონცენტრატი										
5				10,5		233 3	-	-	-	-	-	-	-	-
9,9				9,9		191 1	165 6	1111	600	622	525, 2	525, 2	525, 2	525.2
20				12		142 2	124 4	800	576	533	510	489	489	469

ცხრ.-დან 1 ჩანს, ექსპერიმენტების დაწყების 1 წთ-ის განმავლობაში ცვლადი და მუდმივი სიმღვრივის კონცენტრატებისათვის ხვედრითი წარმადობები ერთნაირია. ექსპერიმენტის დაწყებიდან ნახევარი საათისათვის კი უკვე დიდად განსხვავდებიან.



ნახ.1. ხვედრითი წარმადობების დამოკიდებულება დროზე ცვლადი სიმღვრივის კონცენტრატზე : Series1- კონცენტრატის სიმღვრივე 5 NTU; Series2-კონცენტრატის სიმღვრივე 9,9 NTU; Series3-კონცენტრატის სიმღვრივე 20 NTU;

ცდების მიმდინარეობის 2 საათის განმავლობაში ხვედრით წარმადობებს შედარებით დიდი ვარდნა გააჩნია, ვიდრე დროის შემდგომ პერიოდში და გრაფიკების მოხაზულობას აქვს თანდათანობითი კლების ტენდენცია. ხვედრითი წარმადობების განმეორებადობას ამ შემთხვევაში ადგილი არ აქვს.



ნახ.2. ხვედრითი წარმადობების დამოკიდებულება დროზე 10 NTU და 20 NTU სიმღვრივის წყალზე: Series 1- მუდმივი სიმღვრივის კონცენტრატზე; Series 2-ცვლადი სიმღვრივის კონცენტრატზე

როგორც ნახ.-დან 2 ჩანს, ექსპერიმენტის დაწყებიდან ხვედრითი წარმადობების მნიშვნელობები მუდმივი და ცვლადი სიმღვრივის კონცენტრატებზე ერთმანეთისაგან დიდად განსხვავდებიან. ეს განსხვავება სიმღვრივის უფრო დიდი მნიშვნელობების შემთხვევაში უფრო მეტია.

ჩატარებული ექსპერიმენტების შედეგების ანალიზის საფუძველზე შეიძლება გავაკეთოთ დასკვნა - ცვლადი სიმღვრივის კონცენტრატის შემთხვევაში ხვედრით წარმადობებს ასიმტოტები არ გააჩნია.

5 - ბორჯომის მინერალური წყლის დებარირება-დეფტორირების ნანოფილტრაცია და ფილტრაციის შემდეგ კალციუმის რაოდენობრივი მაჩვენებლის განსაზღვრა

მინერალური წყლის რთული ბუნების გარკვევის, სწორი შეფასებისა და რაციონალური გამოყენებისათვის საჭიროა ლაბორატორიულ პრაქტიკაში დაინერგოს ახალი ინოვაციური მეთოდები, როგორცა- ბარომემბრანული ფილტრაცია, ნანოტექნოლოგიები.

საკვლევი ბორჯომის მინერალური წყალი სუსტადთერმადი და ჰიდროკარბონატული წყალია. ანიონთა შორის რაოდენობრივი შემცველობით წამყვანი ადგილი უკავია ჰიდროკარბონატ - იონს (HCO_3^-), დიდი რაოდენობით შეიცავს კალციუმს. ნახშირორჟანგის დესორბციის გამო წყალში კარბონატ-ჰიდროკარბონატული წონასწორობა ირღვევა და კალციუმის ჰიდროკარბონატები (ხსნადი ფორმა) კარბონატებში (ძნელად ხსნად ფორმაში) გადასვლის გამო ილექება.

დამუშავდა, ბორჯომის მინერალური წყლის დებარირება-დეფტორირების ნანოფილტრაციული პროცესი. ექსპერიმენტის მსვლელობისას გამოყენებული იყო დაუმუშავებელი მინერალური წყალი საწყისი მნიშვნელობით და ნანოფილტრაციული NEX , NES ტიპის მემბრანები ლამინარული და ტურბულენტური რეჟიმების პირობებში. განისაზღვრა, ბორჯომის ბუნებრივი მინერალური წყლების: 37, 41, 25, ლიკანი, ცენტრალური პარკი, ჭაბურღილების ქიმიური შედგენილობა.

ბორჯომის ბუნებრივი მინერალური წყლის ნანოფილტრაციული პროცესით დამუშავებისას, დეფტორირება - დებარირების შედეგად ადგილი არ ჰქონდა ნალექის წარმოქმნას, რაც მიუთითებს კალციუმის და მისი ნაერთების ზღვრულ დასაშვებ კონცენტრაციის ფარგლებში არსებობას. ასევე, განისაზღვრა ამ წყლებისთვის სიმღვრივის მაჩვენებელი ხელსაწყოზე - Turb 555 IR. (გერმანია). მინერალური წყალი გატარდა 0,05 მკმ ფორის მქონე ულტრაფილტრაციულ მემბრანაზე, რის შედეგადაც მინერალური წყლის საწყისი სიმღვრივე ფორმაზინის ერთეულის მიხედვით 1.09-6.33 FNU -დან ჭაბურღილების მიხედვით დაყვანილია 0.06 FNU-მდე. სურათი 1. ცხრილი 1.



სურათი 1. ბურღ.37 დამუშავებული წყალი

ცხრილი 1. ჭაბურღილების მიხედვით ბორჯომის წყლის სიმღვრივის მაჩვენებელი

ჭაბურღილის რაოდენობა	სიმღვრივის მაჩვენებელი FNU
ჭაბურღილი 37	2,05
ჭაბურღილი 41	1,09

ჭაბურღილი 25	2,03
ჭაბურღილი „ლიკანი“	6,33
ჭაბურღილი „პარკის წყალი“	1,37

ბორჯომის მინერალური წყლის დებარირება-დეფტორირების ნანოფილტრაციის კვლევის შედეგები ლამინარული და ტურბულენტური რეჟიმის პირობებში და ამ პროცესის გავლენა კალციუმის რაოდენობრივ მაჩვენებელზე მოცემულია ცხრილში 2 , 3.

ცხრილი 2. ლამინარული რეჟიმის პირობებში საწყისი და დამუშავებული ბორჯომის

მინერალური წყლის ქიმიური კომპონენტების რაოდენობრივი მაჩვენებლები

ბურღილი	ტექნოლოგია	Ba, მგ/ლ	F , მგ/ლ	Ca, მგ/ლ
37	დაუმუშავებელი	3.27	5.26	51.7
37	NEX	1.60	3.82	28.2
37	NES	1.05	4.11	38.5
41	დაუმუშავებელი	3.46	6.96	97.2
41	NEX	1.09	4.82	74.2
41	NES	0.937	6.52	15.8
41	2NES	1.26	-	-
25	დაუმუშავებელი	3.58	9.67	46.8
25	NEX	1.11	5.10	32.5
25	NES	1.64	6.48	30.8
ლიკანი	დაუმუშავებელი	2.34	4.06	127.0
ლიკანი	NEX	0.738	2.26	56.8
ლიკანი	NES	0.833	2.95	104
ცერნტ. პარკი	დაუმუშავებელი	3.11	5.76	97.9
ცერნტ. პარკი	NEX	0.875	3.91	71.8

ცერნტ. პარკი	NES	1.16	4.69	51.6
დასაშვები დიაპაზონი		<1	<5	20 - 150

ცხრილი 3. ტურბულენტური რეჟიმის პირობებში საწყისი და დამუშავებული ბორჯომის მინერალური წყლის ქიმიური კომპონენტების რაოდენობრივი მაჩვენებლები

ბურღილი	ტექნოლოგია	Ba, მგ/ლ	F, მგ/ლ	Ca, მგ/ლ
37	დაუმუშავებელი	3.27	5.26	51.7
37	NEX	1.23	3.58	25.5
37	NES	0.958	3.84	38.5
41	დაუმუშავებელი	3.46	6.96	97.2
41	NEX	0.854	4.28	69.5
41	NES	0.614	5.84	12.0
41	2NES	1.26	-	-
25	დაუმუშავებელი	3.58	9.67	46.8
25	NEX	0.973	4.57	29.2
25	NES	1.23	5.77	24.2
ლიკანი	დაუმუშავებელი	2.34	4.06	127.0
ლიკანი	NEX	0.641	1.83	48.6
ლიკანი	NES	0.780	2.72	97.6
ცერნტ. პარკი	დაუმუშავებელი	3.11	5.76	97.9
ცერნტ. პარკი	NEX	0.623	3.53	68.4
ცერნტ. პარკი	NES	0.996	4.50	49.1
დასაშვები დიაპაზონი		<1	<5	20 - 150

როგორც ცხრილებიდან ჩანს, ფილტრაციის შემდეგ კალციუმის რაოდენობრივი მაჩვენებელი

ბურდილებების მიხედვით ლამინარული რეჟიმის პირობებში მერყეობს 28,2 მგ/ლ-დან 104 მგ/ლ-მდე, ხოლო ტურბულენტური რეჟიმის პირობებში 12,0 მგ/ლ-დან 97,6 მგ/ლ-მდე, რაც შეესაბამება „მინერალური წყლების ნორმატიული საფუძვლები ევროკავშირის 2003 წლის 16 მაისის 2003/40/ეკ“ დირექტივის მიხედვით, ამ იონის ზღვრულ დასაშვებ კონცენტრაციას.

დადგინდა, რომ ბორჯომის ბუნებრივი მინერალური წყლის დებარირება-დეფტორირების ნანოფილტრაციული პროცესი უზრუნველყოფს მაღალხარისხოვანი, კრისტალურად გამჭვირვალე, სტერილური და ეკოლოგიურად სუფთა შენახვისადმი მდგრადი პროდუქციის მიღებას, ნალექის წარმონაქმნის გარეშე და კალციუმის რაოდენობა დაიყვანება ზღვ-მდე.

6 - პოლიმერულ კომპოზიციაში პოლიმერის გახსნის პროცესის მონიტორინგი ოპტიკური მიკროსკოპით.

მემბრანულ კომპოზიციაში პოლიდისპერსიული სისტემის ნაწილაკების განაწილება, რომელიც განაპირობებს მაღალი ფორიანობისა და ხვედრითი წარმადობის მქონე მემბრანების მიღებას, დამოკიდებულია ხსნარის მომზადების პირობებსა და გახსნის ტემპერატურაზე. შესწავლილია, სხვადასხვა ტემპერატურაზე გამშრალი კომპონენტების - პოლიმერისა და არაორგანული მარილის გავლენა პოლიმერის გახსნის პროცესზე. ჩატარებულია, პოლიეთერსულფონის და კალციუმის ქლორიდის შრობა თერმოსტატში (POL-EKO მოდელი ST) 60°C, 75°C, 90°C, 105°C, 120°C და 135°C ტემპერატურებზე, რომელთა წონები მოცემულია ცხრილში 1, 2 .

ცხრილი 1. პოლიეთერსულფონის წონა შრობის ტემპერატურის მიხედვით

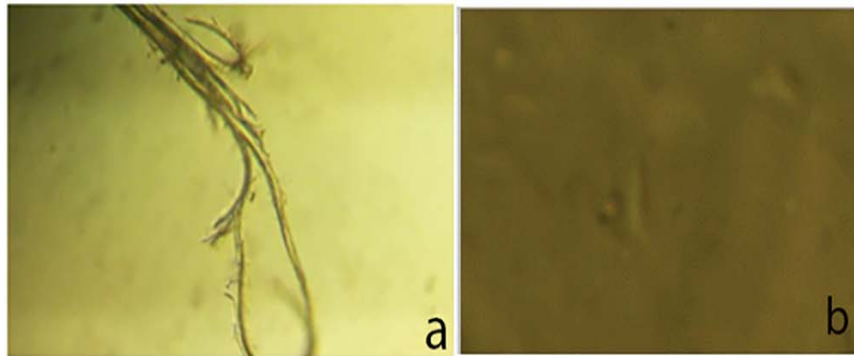
ნივთიერების დასახელება	შრობის ტემპერატურა, t°C	ნიმუშის წონა, გ		
		შრობამდე	შრობის შემდეგ	წონის დანაკარგი
პოლიეთერსულფონი	60	0,550	0,517	0,035
	75	0,542	0,511	0,031
	90	0,511	0,508	0,003
	105	0,508	0,505	0,003
	120	0,505	0,505	0
	135	0,505	0,505	0

ცხრილი 2. კალციუმის ქლორიდის წონა შრობის ტემპერატურის მიხედვით

ნივთიერების დასახელება	შრობის ტემპერატურა, t°C	ნიმუშის წონა, გ		
		შრობამდე	შრობის შემდეგ	წონის დანაკარგი
კალციუმის ქლორიდი	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
	135	0,121	0,121	0

60°C, 75°C, 90°C, 105°C, 120°C, 135°C ტემპერატურებზე გამშრალი კომპონენტების გავლენის შესწავლა

პოლიმერული კომპოზიციის ხსნადობაზე წარმოებდა პოლიმერის 5 გ/ლ ხსნარებში. 55°C ტემპერატურაზე, სარეაქციო კოლბაში, მაგნიტური სარეველით მორევა გრძელდებოდა პოლიმერული კომპოზიციის გამჭვირვალე ხსნარის მიღებამდე. 55°C ტემპერატურაზე დასასხმელი პოლიმერული კომპოზიციის მომზადების პროცესში ჩატარებულია პოლიმერის გახსნის პროცესის მონიტორინგი პოლარიზაციულ-ინტერფერენციული ოპტიკური მიკროსკოპით - Biolar (პოლონეთი), გადიდების დიაპაზონით 350-400 და მასზე დამონტაჟებული 10.7 მკაფიოობის ციფრული კამერით, რომელიც საკვლევი ობიექტის ჯამურ გადიდებას ზრდის 1,5-3-ჯერ. პოლიმერის გახსნის პროცესზე კონტროლი ხორციელდებოდა მიკროგრაფიული გამოსახულების მიხედვით. დაკვირვება გრძელდებოდა პოლიმერული კომპოზიციის თხევად მასაში პოლიმერის ძაფისებური ან ნემსისებური ჩანართების და მყარი ნაწილაკების სრულ გაქრობამდე (სურათი 1.a , 1.b). 135°C ტემპერატურაზე გამშრალი კომპონენტების შემცველი პოლიმერული კომპოზიციის მიკროგრაფიულ გამოსახულებაზე არ ჩანს მიკროგელური ნაწილაკები. მიკროგრაფიული გამოსახულების ღია ფერს განაპირობებს 135°C ტემპერატურამდე გამშრალი პოლიეთერსულფონი და კალციუმის ქლორიდი, რაც მიუთითებს ხსნარის ერთგვაროვნებაზე(სურათი 1.b).



სურათი 1. პოლარიზაციულ-ინტერფერენციული ოპტიკური მიკროსკოპის მიკროგრაფიული გამოსახულებები: მიღებული (a) 60°C და (b) 105°C ტემპერატურაზე გამშრალი კომპონენტებით მომზადებული კომპოზიციიდან

კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ პოლიმერისა და კალციუმის ქლორიდის შრობის ტემპერატურის ცვლილებით შესაძლებელია პოლიმერულ მასაში ნაწილაკების ზომის ისეთი განაწილების რეგულირება, რაც განაპირობებს მაღალი ფორიანობისა და ხვედრითი წარმადობის მქონე მემბრანების მიღებას.

6. ბექდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

6.2. სახელმძღვანელოები

№	ავტორი/ავტორები	სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
---	-----------------	--	--------------------------------	---------------------

		ISBN		
1	თ. ბუთხუზი, ს. ფაცაცია, მ. კუჭუხიძე, თ. ხატისაშვილი	მე-8 კლასის ქიმიის გრიფირებული სახელმძღვანელო ISBN 978-9941-16-729-4	„საქართველოს მაცნე“	192
ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)				
<p>სახელმძღვანელო მოიცავს ეროვნული სასწავლო გეგმით გათვლილი სამ თემას: წყალი, ჰაერი და ელემენტთა ორგანიზების პრინციპები. განხილულია: წყალი და მისი ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები, ხსნარები და მათი მახასიათებლები. ასევე, განხილულია ჰაერი, ჰაერის ძირითადი დამაბინძურებლები და გავლენა გარემოზე, მისი შემადგენელი კომპონენტები, წვის და ჟანგვის რეაქციები. მესამე თავში წარმოდგენილია ატომის შედგენილობა. განხილულია ქიმიური ბმების ძირითადი ეტაპები.</p>				

6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათაური, ISSN	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	გ. ბიბილეიშვილი, მ. კეჟერაშვილი, ზ. ჯავახიშვილი	კოაგულანტის ტემპერატურის გავლენა მემბრანის მორფოლოგიასა და ხვედრით წარმადობაზე 1512 – 0287	საქართველოს საინჟინრო სიახლენი, №2, ტომი 91, 2020წ.	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი	2

2	გ.ბიბილეიშვილი, მ.კეჭერაშვილი, ზ.ჯავახიშვილი	პოლიმერული კომპოზიციის გახსნის ტემპერატურის გავლენა მემბრანის თვისებებზე 1512 – 0287	საქართველოს საინჟინრო სიახლენი, №2, ტომი 91, 2020წ.	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი	2
3	გ.ბიბილეიშვილი, ნ.გოგესაშვილი, ე. კაკაბაძე	პოლიმერის კონცენტრაციის და ორგანული დანამატების გავლენის კვლევა მიღებული მემბრანების ფორიანობასა და წარმადობაზე 1512 – 0287	საქართველოს საინჟინრო სიახლენი, №2, ტომი 91, 2020	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი	2
4	გ.ბიბილეიშვილი, ნ.გოგესაშვილი, ე. კაკაბაძე	პოლისულფონის სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარების კვლევა მიკროფილტრაციული მემბრანების მიღებისათვის. 1512 – 0287	საქართველოს საინჟინრო სიახლენი, №2, ტომი 91, 2020წ.	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი	2

5	გ.ბიბილეიშვილი, ლ.ყუფარაძე	მიკროფილტრაციული პროცესის კვლევა 0,75 – 60 NTU სიმღვრივის ბუნებრივ წყლებზე ასიმტოტური წარმადობის დასადგენად. 1512 – 0287	საქართველოს საინჟინრო სიახლენი, №2, ტომი 91, 2020წ.	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი	3
6	გ.ბიბილეიშვილი, ლ.ყუფარაძე	მიკროფილტრაციული პროცესების დროს ხვედრითი წარმადობების კვლევა ბუნებრივი წყლის მუდმივი და ცვალებადი სიმღვრივისას. 1512 – 0287	საქართველოს საინჟინრო სიახლენი, №2, ტომი 91, 2020წ.	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი	4
7	გ.ბიბილეიშვილი, მ.მამულაშვილი, თ. ბუთხუზი	ბორჯომის მინერალური წყლის დებარირება - დეფტორირების გავლენა კალციუმზე 1512 – 0287	საქართველოს საინჟინრო სიახლენი, №2, ტომი 91, 2020წ.	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი	2
8	გ.ბიბილეიშვილი, მ.მამულაშვილი, თ. ბუთხუზი	ბორჯომის მინერალური წყლის დებარირება- დეფტორირების გავლენა ქლორზე 1512 – 0287	საქართველოს საინჟინრო სიახლენი, №2, ტომი 91, 2020წ.	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი	2
9	გ.ბიბილეიშვილი, ლ. ებანოძე, ზ.ჯავახიშვილი	პოლიმერისა და არაორგანული მარილის შრობის	საქართველოს საინჟინრო სიახლენი, №2,	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი	2

		ტემპერატურის გავლენის შესწავლა პოლიმერის ხსნადობაზე ოპტიკური მიკროსკოპით 1512 – 0287	ტომი 91, 2020წ.		
10	გ.ბიბილეიშვილი, ლ. ებანოძე	არაორგანული მარილის გავლენის შესწავლა პოლიმერის ხსნადობაზე სინათლის დინამიური გაბნევის მეთოდით 1512 – 0287	საქართველოს საინჟინრო სიახლენი, №2, ტომი 91, 2020წ.	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი	3

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1 – კოაგულანტის ტემპერატურის გავლენა მემბრანის მორფოლოგიასა და ხვედრით წარმადობაზე

შესწავლილია, არაგამხსნელის ტემპერატურის გავლენა პოლიეთერულფონების და პოლიეთილენგლიკოლის ბაზაზე ფაზური ინვერსიის 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.

მაღალ ტემპერატურაზე კოაგულანტის-წყლის პოლიმერი-გამხსნელთან [დიმეთილაცეტამიდი, (დმაა)] შეხების დროს წყლის მოლეკულები სწრაფად დიფუნდირებს პოლიმერის ხსნარში, დიფუზიის დიდი სიჩქარის გამო ჩქარდება ფაზური დაყოფის და გამოლექვის პროცესი, ფორმირდება მემბრანა ფორების დიდი რიცხვით. დაბალ ტემპერატურაზე დმაა იმაზე სწრაფად გადადის საკოაგულაციო აბაზანაში, ვიდრე წყალი დიფუნდირებს პოლიმერის ხსნარში, ამიტომ დიფუზია დაბალი სიჩქარით მიმდინარეობს, რაც განაპირობებს ფაზური ინვერსიის პროცესის შეფერხებას. რადგან მცირდება წყლის კოაგულაციური შესაძლებლობა, ამიტომ გამყარების პროცესი შედარებით ნელა წარმართება და მიღებული მემბრანა ხასიათდება ფორების მცირე რიცხვით.

კოაგულანტის ტემპერატურის მომატებით 10°C-დან 55°C-მდე მემბრანების ფორის ზომები იზრდება 0.22 მკმ-დან 0.38 მკმ-მდე, ფორიანობა მატულობს 36.12%-დან 68.45%-მდე, ხოლო ხვედრითი წარმადობა იზრდება 640ლ/მ² სთ-დან 3600 ლ/მ² სთ-მდე. ამრიგად, საკოაგულაციო აბაზანაში კოაგულანტის ტემპერატურას გააჩნია მემბრანების ფორიანობის და ხვედრითი წარმადობის რეგულირების ეფექტი.

2 – პოლიმერული კომპოზიციის გახსნის ტემპერატურის გავლენა მემბრანის თვისებებზე

შესწავლილია, პოლიმერული კომპოზიციის გახსნის ტემპერატურის გავლენა პოლიეთერსულფონის ბაზაზე მიღებული მემბრანების მორფოლოგიაზე და ხვედრით წარმადობაზე. მემბრანების მისაღები პოლიმერული კომპოზიცია წარმოადგენს პოლიდისპერსიულ სისტემას, რომელშიც არსებული ნაწილაკების ზომების, პოლიდისპერსიულობის ინდექსის მნიშვნელობები, დამოკიდებულია ხსნარის მომზადების პირობებსა და გახსნის ტემპერატურაზე. პოლიმერულ კომპოზიციაში ნაწილაკების ზომა, კონცენტრაცია და პოლიდისპერსიულობის ხარისხი განისაზღვრა 25°C, 40°C, 55°C და 70°C ტემპერატურაზე მომზადებულ 100 გ/ლ, 50 გ/ლ, 25 გ/ლ, 10 გ/ლ და 5 გ/ლ კონცენტრაციის ხსნარებისთვის. პოლიმერის გახსნის პროცესის მონიტორინგი ხორციელდებოდა პოლარიზაციულ-ინტერფერენციული ოპტიკური მიკროსკოპით, ხოლო გახსნის პარამეტრები: ნაწილაკების ზომა, კონცენტრაცია და პოლიდისპერსიულობის ხარისხი Zetasizer Nano Zen 3690-ანალიზატორით. ექსპერიმენტული კვლევის შედეგებმა აჩვენა, რომ პოლიმერული კომპოზიციის გახსნის ტემპერატურის მატებით 25°C-დან 70°C-მდე ხსნარის პოლიდისპერსიულობის ხარისხი მცირდება 1-დან 0.33-მდე, მაკრომოლეკულების ზომა 67.45 ნმ-დან 13.15 ნმ-მდე. 70°C-ზე მომზადებული ხსნარიდან მიღებული მემბრანის ხვედრითი წარმადობა აღემატება 25°C, 40°C, 55°C ტემპერატურაზე მომზადებული ხსნარებიდან მიღებული მემბრანების ხვედრით წარმადობას და შეადგენს 2510 ლ/მ² სთ.

დადგენილია, რომ მემბრანის მისაღები პოლიმერული კომპოზიციის მომზადების ოპტიმალური ტემპერატურა შეადგენს 70°C, რომლის დროს ხსნარში წარმოქმნილმა მცირე ზომის მიკროგელურმა ნაწილაკებმა (ხსნარის დისპერსიული ფაზა აგრეგირებული მაკრომოლეკულების სახით) და მათმა განაწილებამ უზრუნველყო მიღებულ მემბრანაში ფორების წარმოქმნის დიდი არეალი, მაღალი ფორიანობა, რამაც განაპირობა გახსნის მაღალ ტემპერატურაზე მომზადებული ხსნარიდან მიღებული მემბრანის შედარებით მაღალი ხვედრითი წარმადობა.

3 – პოლიმერის კონცენტრაციის და ორგანული დანამატების გავლენის კვლევა მიღებული მემბრანების ფორიანობასა და წარმადობაზე.

მემბრანულ ტექნოლოგიაში გამოყენებული მასალების დიდი ნაწილი პოლიმერებია. ასეთ პოლიმერებს განეკუთვნება პოლისულფონები, რომელთა ქიმიური თვისებები განპირობებულია მათ მაკრომოლეკულებში პოლარული ჯგუფების არსებობით.

ნაშრომში განხილულია, პოლისულფონის 7%-დან 11%-მდე პოლიმერული კომპოზიციებიდან ასევე, აღნიშნულ ხსნარებზე პოლიეთილენგლიკოლის ერთნაირი რაოდენობით (პოლიმერის მასის 25%) დამატების შედეგად მიღებული კომპოზიციებიდან მემბრანების ფორმირების პროცესი, ფაზური ინვერსიის სველი მეთოდით. პოლისულფონის გამხსნელად შერჩეულია CaCl₂-ის 3%-იანი ხსნარი დიმეთილაცეტამიდში. პოლიმერის გახსნის მონიტორინგი ხორციელდებოდა პოლარიზაციულ-ინტერფერენციული ოპტიკური მიკროსკოპის დახმარებით. მიღებული ხსნარები გაფილტვრის და ვაკუუმში დეაერაციის შემდეგ დაიტანებოდა ლაბორატორიულ ფილერზე მოთავსებულ მინის ფირფიტაზე. გამოლექვის პროცედურები ჩატარებულია გამოხდილი წყლის საკვაგულაციო აბაზანაში 60°C-ზე. ნიმუშები ირეცხებოდა 60°C-იანი წყლით 6სთ-ის განმავლობაში და ყოვნდებოდა გამრეცხ აბაზანაში წყალში ხსნადი ნივთიერებების მოსაცილებლად. სუფთა პოლისულფონის სხვადასხვა კონცენტრაციის და პეგ-ის შემცველი დასასხმელი ხსნარებიდან მიღებული მემბრანული ნიმუშები

აღნიშნულია P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8 სიმბოლოებით.

ინსტიტუტში შექმნილ ლაბორატორიულ დანადგარებზე შესწავლილია - მიღებული მემბრანების ფორის ზომები, ხვ.წარმადობები და ფორიანობა. კერძოდ, P1 მემბრანის ფორის ზომა იყო 0,81მკმ, ხოლო P4 ნიმუშის ფორის ზომა გახდა 0,42მკმ, შემცირდა თითქმის ორჯერ. შემდეგ PEG-ის დამატებით მიღებულ ნიმუშებში ისევ ხდება ფორის ზომის თანდათანობითი შემცირება და P8 ნიმუშის ფორის ზომის მნიშვნელობა უტოლდება 0,31მკმ. P1 და P8 ნიმუშების ფორის ზომის მნიშვნელობებს შორის განსხვავება 0,5 მკმ-ია. ფორის ზომის მნიშვნელობების შემცირებასთან ერთად მცირდება მემბრანების წარმადობა, მაგრამ უმჯობესდება მემბრანების ზედაპირის მორფოლოგია და ფორიანობა.

ამრიგად, შესწავლილია პოლისულფონიდან მიღებული პოლიმერული მემბრანების მახასიათებელ პარამეტრებზე პოლიმერის კონცენტრაციის და ორგანული დანამატის პოლიეთილენგლიკოლის (პეგ) გავლენა.

დადგენილია, რომ პოლიმერის კონცენტრაციის გაზრდით მემბრანების ფორიანობა იზრდება, ხოლო წარმადობა მცირდება. ასევე დადგენილია, რომ პოლიეთილენგლიკოლის (პეგ400) დამატებით მიღებული მემბრანების წარმადობის შემცირება P5, P6, P7 და P8 ნიმუშებისათვის განპირობებულია პეგ-ის უნარით დასასხმელი ხსნარების სიბლანტის გაზრდით, შეანელოს ფაზური ინვერსიის პროცესი, შეავიწროვოს და წარმოქმნას ახალი ფორები, ჩაახშოს მიკროღრუების წარმოქმნა და გაზარდოს მემბრანების ფორიანობა.

4 - პოლისულფონის სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარების კვლევა მიკროფილტრაციული მემბრანების მიღებისათვის.

სამუშაოს მიზანს წარმოადგენდა, ლაბორატორიულ პირობებში, წყლის ახალი შემადგენლობის პოლისულფონის ფილტრაციული მემბრანების მიღება და გამოცდა. პოლისულფონის 7%-დან 11%-მდე რაოდენობები თავსდებოდა 100მლ-ან კოლბაში $CaCl_2$ - ის 5%-იან ხსნარში დიმეთილაცეტამიდში და 55°C - ზე გაცხელებით. მაგნიტური სარეველათი მუდმივი მორევის პირობებში ტარდებოდა გახსნის პროცესი.

ანალოგიურად, მიღებულია პოლიეთილენგლიკოლიანი (პეგ-ი აღებული იყო პოლიმერის მასის 25%) დასასხმელი ხსნარები. პოლიეთილენგლიკოლის დანამატად არჩევა პოლისულფონის პოლიმერულ კომპოზიციებში განპირობებული იყო პოლისულფონური მემბრანებისთვის ჰიდროფილური თვისებების მისანიჭებლად. საინტერესო იყო იმის შესწავლა, თუ რა გავლენას მოახდენდა პეგ-ი პოლიმერულ კომპოზიციებში ნანონაწილაკების ზომებზე და მათ განაწილებაზე. პოლიმერული დასასხმელი ხსნარები შესწავლილი იქნა სინათლის გაბნევის დინამიური მეთოდით Zetasizer Nano Zen 3690- Malvern Instruments- ზე. პოლიმერული კომპოზიციები წარმოადგენენ პოლიდისპერსიულ სისტემებს, რომელშიც ნაწილაკების ზომა დამოკიდებულია კონცენტრაციაზე. სხვადასხვა კონცენტრაციის მემბრანის დასასხმელ კომპოზიციებში განსაზღვრული ნანონაწილაკების ზომების მნიშვნელობები და დისპერსიულობის ინდექსი განსხვავებულია. პოლისულფონის კონცენტრაციის გაზრდით ხსნარის პოლიდისპერსიულობის ინდექსი იზრდება 0,2-დან 0,9-მდე, მაღალი ინტენსივობის ნაწილაკების ზომების მნიშვნელობები კი მცირდება 12.15ნმ-დან 6,09ნმ-დე. მასკანირებელი ზონდური მიკროსკოპით (SPM, Certus standart V) შესწავლილია, სხვადასხვა კონცენტრაციის კომპოზიციებიდან გამოლექილი მემბრანული ნიმუშების მორფოლოგია. მემბრანების ზედაპირების ტოპოგრაფიული გამოსახულებები განსხვავებულია. პეგ-ის შემცველ ნიმუშებში, პოლისულფონის კონცენტრაციის ზრდის პირობებში, ზედაპირის რელიეფი ერთგვაროვანი ფოროვანი სტრუქტურისაა. არ შეიმჩნევა დეფექტები და მიკროღრუები, რაც ნიშნავს იმას,

რომ დასასხმელ ხსნარებში პეგ (400)-ის დამატებამ პოლიმერის მასის 25%-ის რაოდენობით პოლისულფონის კონცენტრაციის ზრდის პირობებში, განაპირობა სტრუქტურული ცვლილებები პოლიმერულ კომპოზიციებში, მოახდინა მიკროგელური ნაწილაკების ზომების რეგულაცია მცირე ზომის ფორების წარმოქმნის მიმართულებით.

კვლევებით დადგენილია, რომ პოლისულფონის კონცენტრაციის გაზრდისა და პეგ-ის დამატებით ხდება პოლიდისპერსიულობის ინდექსის, ნანონაწილაკების ზომისა და განაწილების ისეთი ცვლილებები, რომლებიც თავის მხრივ გავლენას ახდენენ მიღებული მემბრანების ზედაპირის მორფოლოგიაზე.

5 - მიკროფილტრაციული პროცესის კვლევა 0,75 – 60 NTU სიმღვრივის ბუნებრივ წყლებზე ასიმტოტური წარმადობის დასადგენად.

ნაშრომში განხილულია და შესწავლილია, ბუნებრივ წყალზე მოცულობაში თანაბრად განაწილებული სხვადასხვა სიმღვრივის მიკროფილტრაციით ჩატარებული ექსპერიმენტების შედეგები.

ექსპერიმენტები ჩატარდა ლაბორატორიულ დანადგარზე, რომლის სადაწნეო საკნის მუშა კვანძის გეომეტრიული ზომები იყო: სიგანე $B = 9$ მმ ; სიგრძე $L = 30$ მმ ; მემბრანის ფართობი $\omega = B \times L = 270$ მმ²; წნევა საკანში $P = 1$ ბარი და სიჩქარე $v = 0,5$ მ/წმ 2მკმ მემბრანაზე. საწყისი სითხის ტემპერატურა $T = 20^{\circ}\text{C}$.

მიღებული შედეგების ანალიზის შედეგად დადგინდა:

- რაც უფრო ნაკლებია საწყისი სითხის სიმღვრივე, მით უფრო მეტია მემბრანის ხვედრითი წარმადობა;
- ბუნებრივი წყლის სხვადასხვა სიმღვრივე განაპირობებს ხვედრითი წარმადობების ცვლილებას და ასიმტოტურ მნიშვნელობას.

6 – მიკროფილტრაციული პროცესების დროს ხვედრითი წარმადობების კვლევა ბუნებრივი წყლის მუდმივი და ცვალებადი სიმღვრივისას.

ნაშრომში ექსპერიმენტალურად შესწავლილია, მიკროფილტრაციული პროცესის დროს ხვედრითი წარმადობების საკითხი სხვადასხვა სიმღვრივის წყალზე, მისი როგორც ცვლად, ასევე მუდმივი მნიშვნელობებისათვის. ექსპერიმენტები ჩატარდა და კვლევის პროცესი განხორციელდა ლაბორატორიული მაშტაბებით. ხვედრითი წარმადობა განისაზღვრა ექსპერიმენტული გზით ლაბორატორიულ დანადგარზე. მოდელური ხსნარების სიმღვრივე იზომებოდა სიმღვრივის მზომზე. ექსპერიმენტული კვლევის შედეგად დადგინდა:

- ექსპერიმენტების დაწყების 1 წთ-ის განმავლობაში ცვლადი და მუდმივი სიმღვრივის კონცენტრატებისათვის, ხვედრითი წარმადობები ერთნაირია. ექსპერიმენტის დაწყებიდან ნახევარი საათისათვის კი უკვე დიდად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან.
- წყლის სიმღვრივის ცვლადი მნიშვნელობების შემთხვევაში, ხვედრით წარმადობებს ასიმტოტები არ გააჩნია.

7 - ბორჯომის მინერალური წყლის დებარიერება - დეფტორირების გავლენა კალციუმზე.

შესწავლილი იქნა ბორჯომის მინერალური წყლის დებარიერება-დეფტორირების ნანოფილტრაციული პროცესი და განისაზღვრა კალციუმის რაოდენობრივი მაჩვენებელი. ექსპერიმენტის მსვლელობისას გამოყენებული იყო დაუმუშავებელი მინერალური წყალი საწყისი მნიშვნელობით და ნანოფილტრაციული NEX და NES ტიპის მემბრანები ლამინარული და ტურბულენტური რეჟიმების პირობებში. განისაზღვრა, ბორჯომის ბუნებრივი მინერალური წყლების ჭაბურღილების: 37, 41, 25, ლიკანი, ცენტრალური პარკი - ქიმიური შედგენილობა.

ბორჯომის ბუნებრივი მინერალური წყლის ნანოფილტრაციული პროცესით დამუშავებისას, დეფტორირება - დებარირების შედეგად ადგილი არ ჰქონდა ნალექის წარმოქმნას, რაც მიუთითებს კალციუმისა და მისი ნაერთების ზღვრულ დასაშვებ კონცენტრაციის ფარგლებში არსებობას. ასევე, განისაზღვრა ამ წყლებისთვის სიმღვრივის მაჩვენებელი ხელსაწყოზე - Turb 555 IR (გერმანია) .

ფილტრაციის შემდეგ კალციუმის რაოდენობრივი მაჩვენებელი ბურღილების მიხედვით ლამინარული რეჟიმის პირობებში მერყეობს 28,2 მგ/ლ-დან 104 მგ/ლ-მდე, ხოლო ტურბულენტური რეჟიმის პირობებში 12,0 მგ/ლ-დან 97,6 მგ/ლ-მდე, რაც შეესაბამება „მინერალური წყლების ნორმატიული საფუძვლები ევროკავშირის 2003 წლის 16 მაისის 2003/40/ეკ“ დირექტივის მიხედვით ამ იონის ზღვრულ დასაშვებ კონცენტრაციას.

დადგინდა, რომ ბორჯომის ბუნებრივი მინერალური წყლის დებარირება-დეფტორირების ნანოფილტრაციული პროცესი უზრუნველყოფს მაღალხარისხოვანი, კრისტალურად გამჭვირვალე, სტერილური და ეკოლოგიურად სუფთა, შენახვისადმი მდგრადი პროდუქციის მიღებას ნალექის წარმონაქმნის გარეშე და კალციუმის რაოდენობა დაიყვანება ზღვ-მდე.

8 - ბორჯომის მინერალური წყლის დებარირება-დეფტორირების გავლენა ქლორზე

დამუშავდა სხვადასხვა მინერალიზაციის ხსნარების იონური და მოლეკულური სელექციის საკითხები. ამ მიმართულებით შევისწავლეთ, ბუნებრივი მინერალური წყლის დებარირება-დეფტორირების მემბრანული ორსაფეხურიანი საფილტრაციო ულტრა- და ნანოფილტრაციული პროცესების ნანოტექნოლოგია. ფილტრაციის პროცესი ტარდებოდა საქართველოს კურორტ „ბორჯომის“, მინერალური ბორჯომის წყლის დებარირება-დეფტორირებისთვის შექმნილ მემბრანულ ლაბორატორიულ დანადგარზე. ქლორის რაოდენობრივი მაჩვენებელი განისაზღვრა იონოსელექტური მემბრანული ელექტროდების მეშვეობით.

დადგინდა, რომ ცვლადი მინერალიზაციის წყლების იონების სხვადასხვა მასისა და კონცენტრაციის დროს, სელექციის განსხვავებული უნარის მქონე მემბრანების და მათთვის ოპტიმალური რეჟიმული პარამეტრების უზრუნველყოფის შედეგად შესაძლებელია ხსნარებში ქიმიური ელემენტების სელექციის პროცესის კონცენტრაციის რაოდენობრივი მაჩვენებლის რეგულირების პროგნოზირება. დებარირება-დეფტორირების შედეგად ქლორის კონცენტრაცია ბორჯომის მინერალურ წყლებში 386 მგ/ლ-დან დაყვანილია ზღვ-მდე „მინერალური წყლების ნორმატიული საფუძვლები ევროკავშირის 2003 წლის 16 მაისის 2003/40/ეკ“ დირექტივის მიხედვით და ჭაბურღილების მიხედვით მერყეობს ზღვრებში - ლამინარული რეჟიმის პირობებში 194მგ/ლ-დან 359 მგ/ლ-მდე, ხოლო ტურბულენტური რეჟიმის პირობებში 194მგ/ლ-დან 347მგ/ლ-მდე.

9 - პოლიმერისა და არაორგანული მარილის შრობის ტემპერატურის გავლენის შესწავლა პოლიმერის ხსნადობაზე ოპტიკური მიკროსკოპით.

მემბრანულ კომპოზიციაში პოლიდისპერსიული სისტემის ნაწილაკების განაწილება, რომელიც განაპირობებს მაღალი ფორიანობისა და ხვედრითი წარმადობის მქონე მემბრანების მიღებას დამოკიდებულია, ხსნარის მომზადების პირობებსა და გახსნის ტემპერატურაზე. ხსნარის მომზადების პროცესში მნიშვნელოვანია მემბრანული კომპოზიციის კომპონენტების შრობის პროცესები. შესწავლილია,

სხვადასხვა ტემპერატურაზე გამშრალი კომპონენტების - პოლიმერისა და არაორგანული მარილის გავლენა ხსნადობის ხარისხზე. 55°C ტემპერატურაზე დასასხმელი მემბრანული კომპოზიციის მომზადების პროცესში ჩატარებულია, პოლიმერის გახსნის პროცესის მონიტორინგი პოლარიზაციულ-ინტერფერენციული ოპტიკური მიკროსკოპით - Biolar (პოლონეთი), გადიდების დიაპაზონით 350-400 და მასზე დამონტაჟებული 10.7 მკაფიობის ციფრული კამერით, რომელიც საკვლევი ობიექტის ჯამურ გადიდებას ზრდის 1,5-3-ჯერ. განხორციელებულია, პოლიმერის და არაორგანული მარილის - კალციუმის ქლორიდის შრობა თერმოსტატში (POL-EKO მოდელი ST) 60°C, 75°C, 90°C, 105°C, 120°C და 135°C ტემპერატურებზე.

60°C, 75°C, 90°C, 105°C, 120°C, 135°C ტემპერატურებზე გამშრალი პოლიმერისა და კალციუმის ქლორიდის შემცველ პოლიმერულ ხსნარებში, კონცენტრაციით 5 გ/ლ გახსნის პროცესი კონტროლდებოდა მიკროგრაფიული გამოსასულებების მიხედვით. 55°C ტემპერატურაზე, სარეაქციო კოლბაში მაგნიტური სარეველით მორევა გრძელდებოდა ნემსისებური ან ძაფისებური ჩანართების, მყარი ნაწილაკების სრულ გაქრობამდე და გამჭვირვალე ხსნარის მიღებამდე. 135°C ტემპერატურაზე გამშრალი კომპონენტების შემცველ პოლიმერული ხსნარის მიკროგრაფიულ გამოსახულებაზე (სურათი 1.ბ) ღია ფერი მიუთითებს ხსნარის ერთგვაროვნებაზე.

კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ პოლიმერისა და კალციუმის ქლორიდის შრობის ტემპერატურის ცვლილებით შესაძლებელია პოლიმერულ მასაში ნაწილაკების ზომის ისეთი განაწილების რეგულირება, რაც განაპირობებს მაღალი ფორიანობისა და ხვედრითი წარმადობის მქონე მემბრანების მიღებას.

10 - არაორგანული მარილის გავლენის შესწავლა პოლიმერის ხსნადობაზე სინათლის დინამიური გაზნევის მეთოდით.

მემბრანულ კომპოზიციაში პოლიდისპერსიული სისტემის ნაწილაკების ხარისხობრივი დაშლა მემბრანის ფორმის წარმოქმნისათვის საჭირო ფართობის რეგულირებისა და მემბრანული აპკის ხვედრითი წარმადობის პროგნოზირების საშუალებას იძლევა. პოლიმერის მასაში ნაწილაკების დაშლა დამოკიდებულია ხსნარის მომზადების პირობებსა და გახსნის ტემპერატურაზე. ხსნარის მომზადების პროცესში მნიშვნელოვანია პოლიმერული კომპოზიციის კომპონენტების შრობის პროცესები მაღალი წარმადობის მქონე მემბრანების მისაღებად. შესწავლილია, სხვადასხვა ტემპერატურაზე გამშრალი კომპონენტის - არაორგანული მარილის გავლენა ხსნადობის ხარისხზე. ჩატარებულია, პოლიმერის გახსნის პროცესის მონიტორინგი ანალიზატორზე Zetasizer Nano Zen 3690. განხორციელებულია, არაორგანული მარილის - კალციუმის ქლორიდის შრობა თერმოსტატში (POL-EKO მოდელი ST) 60°C, 75°C, 90°C, 105°C, 120°C და 135°C ტემპერატურებზე. 60°C, 75°C, 90°C, 105°C, 120°C, 135°C ტემპერატურებზე გამშრალი კალციუმის ქლორიდის შემცველ პოლიმერულ ხსნარებში, რომელთა კონცენტრაცია 5 გ/ლ-ია განსაზღვრულია, ნაწილაკების ზომა და პოლიდისპერსიულობის ხარისხი სინათლის დინამიური გაზნევის მეთოდით.

ხსნარებში ნაწილაკების ზომები, დისპერსიულობის ინდექსი და ამ ხსნარებიდან დამზადებული მემბრანების ხვედრითი წარმადობის მნიშვნელობები დამოკიდებულია კალციუმის ქლორიდის შრობის ტემპერატურაზე. 135°C ტემპერატურამდე გამშრალი კალციუმის ქლორიდი განაპირობებს პოლიმერულ

მასაში ჯერადად განსხვავებული ზომის ნაწილაკების მიღებას გახსნის ზღვრული მაჩვენებლით 115მ და მემბრანის მაღალ ხვედრით წარმადობას - 4600ლ/მ²სთ-ს.

კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ კალციუმის ქლორიდის შრობის ტემპერატურის ცვლილებით შესაძლებელია პოლიმერულ მასაში უმცირესი ნაწილაკის ზომების ზღვრული მაჩვენებლების და ფორების წარმოქმნისათვის საჭირო ფართობის რეგულირება, რაც იწვევს მემბრანული აპკის ხვედრითი წარმადობის ზრდას.

7. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

7.4. სტატიები

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	G.Bibileishvili, L.Ebanoidze	Study of the effect of lithium chloride on polymer solubility by optical microscopy and photon-correlative spectroscopy. ISSN: 2509-0119	International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT), Vol. 23, No. 2, 2020	Spain	pp. 402-412
2	G.Bibileishvili, L. Kuparadze	The analysis of experimental data obtained by microfiltration of natural water. ISSN: 2509-0119	International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT), Vol. 23, No. 2, 2020	Spain	pp. 421-428
3	G. Bibileishvili, M. Mamulashvili, Z.Javashvili	Elaboration of the process of debarination – defluorination of molecular and ionic systems by creation of nanotechnologies and nanosystems. ISSN: 2509-0119	International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT), Vol. 23, No. 2, 2020	Spain	pp. 533 - 540

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1. Study of the effect of lithium chloride on polymer solubility by optical microscopy and photon-correlative spectroscopy.

ნაშრომში განხილულია პოლი-მეტა-ფენილენიზოფტალამიდის ბაზაზე მემბრანული აკვის მიღებისათვის პოლიმერისა და დაბალმოლეკულური ელექტროლიტური დანამატის - ლითიუმის ქლორიდის შრობის პროცესის კვლევა. პოლიმერული კომპოზიციის გახსნის პროცესის კვლევა მიმდინარეობდა დიმეთილფორმამიდში სხვადასხვა ტემპერატურაზე გამშრალი ლიოტროპული დანამატის - ლითიუმის ქლორიდისა და პოლიმერის გავლენის შესწავლით პოლიმერული კომპოზიციის ხსნადობის ხარისხზე. პოლიმერული კომპოზიციის ხსნადობის ხარისხის მონიტორინგი ხორციელდებოდა ოპტიკური მიკროსკოპიისა და ფოტონ კორელაციური სპექტროსკოპიის მეთოდებით.

კვლევის შედეგად აღმოჩენილ იქნა, რომ 105°C ტემპერატურამდე გამშრალი კომპონენტებით მიღებულ პოლიმერულ კომპოზიციაში, ოპტიკური პოლარიზაციულ-ინტერფერენციული მიკროსკოპითა და ნანონაწილაკების განმსაზღვრელი ანალიზატორით მონიტორინგის შედეგად, შეიმჩნეოდა პოლიმერულ მასაში 1000ნმ-ზე მეტი ზომის ნაწილაკები. ასევე, აღმოჩენილი იქნა 135°C ტემპერატურამდე გამშრალი კომპონენტებით მიღებულ პოლიმერულ კომპოზიციაში ნანონაწილაკების განმსაზღვრელი ანალიზატორით მონიტორინგის შედეგად პოლიმერულ მასაში 10ნმ-დან 30ნმ-მდე ზომის ნაწილაკები. პოლიმერულ კომპოზიციაში ნაწილაკების ხარისხობრივი დაშლა საშუალებას იძლევა მემბრანის ფორმის წარმოქმნისათვის საჭირო ფართობის რეგულირებას და მემბრანული აკვის ხვედრითი წარმადობის პროგნოზირებას.

კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ 105°C-დან-135°C ტემპერატურამდე გამშრალი პოლიმერისა და ლითიუმის ქლორიდის კომპონენტები განაპირობებენ პოლიმერულ მასაში ჯერადად განსხვავებული ზომის ნაწილაკების მიღებას გახსნის ზღვრული მაჩვენებლით 10ნმ.

გახსნის პროცესში ნაწილაკებზე მონიტორინგი ხორციელდებოდა პოლარიზაციულ-ინტერფერენციულ ოპტიკურ მიკროსკოპზე - Biolar(პოლონეთი), ხოლო პოლიმერის ნაწილაკების ზომები და პოლიდისპერსიულობის ინდექსი დადგენილია ნანონაწილაკების განმსაზღვრელ ანალიზატორზე Zetasizer Nano Zen 3690- Malvern Instruments (ინგლისი)

2. The analysis of experimental data obtained by microfiltration of natural water.

ნაშრომში განხილულია, მტკნარი ბუნებრივი წყლების მიკროფილტრაციული პროცესები. შესწავლილია, სადაწნეო საკნის სიმაღლის ცვლილების გავლენა მემბრანის ხვედრით წარმადობაზე და მოდელოური ხსნარების სხვადასხვა სიმღვრივესა და წარმადობებს შორის დამოკიდებულების ექსტრაპოლაციის საკითხი. ამ დამოკიდებულების ექსპერიმენტული მრუდის დახმარებით დადგენილია ექსტრაპოლაციური მრუდის ანალიზური სახე. ექსპერიმენტები ჩატარებული იყო საწყისი სითხის მოცულობაში, თანაბრად განაწილებული სიმღვრივეების დროს.

აღმოჩენილი იქნა, რომ ბარომემბრანული ფილტრაციის დროს, მოდელოური ხსნარების სხვადასხვა სიმღვრივე განაპირობებს ხვედრითი წარმადობის ასიმტოტური მნიშვნელობების ცვლილებას, რომელთა ეფექტური რეგულირება და შემდგომი პროგნოზირება შესაძლებელია სადაწნეო საკნის სიმაღლის ცვალებადობის პირობებში, თანაბარი ენერგეტიკული დანახარჯების გაწევისას.

3. Elaboration of the process of debarination – defluorination of molecular and ionic systems by creation of nanotechnologies and nanosystems.

ნაშრომში განხილულია, სხვადასხვა მინერალიზაციის ხსნარების იონური და მოლეკულური სელექციის საკითხები. ამ მიმართულებით დამუშავდა, ბუნებრივი მინერალური წყლის დებარირება - დეფტორირების მემბრანული ორსაფეხურიანი საფილტრაციო ულტრა- და ნანოფილტრაციული პროცესების ნანოტექნოლოგია. ფილტრაციის პროცესი ტარდებოდა საქართველოს კურორტ „ბორჯომის“,

მინერალური ბორჯომის წყლის დეზარირება - დეფტორირებისთვის შექმნილ ლაბორატორიულ მემბრანულ დანადგარზე. იონების რაოდენობრივი მაჩვენებელი განისაზღვრა იონოსელექტიური მემბრანული ელექტროდების მეშვეობით.

კვლევის შედეგად აღმოჩენილი იქნა, რომ ცვლადი მინერალიზაციის წყლების, იონების სხვადასხვა მასისა და კონცენტრაციის დროს, სელექციის განსხვავებული უნარის მქონე მემბრანების და მათთვის ოპტიმალური რეჟიმული პარამეტრების უზრუნველყოფის შედეგად შესაძლებელი გახდა ხსნარებში ქიმიური ელემენტების სელექციის პროცესის კონცენტრაციის რაოდენობრივი მაჩვენებლის რეგულირების პროგნოზირება. დადგინდა, რომ შესაძლებელია ბორჯომის ბუნებრივი მინერალური წყლის მოლეკულური და იონური შედგენილობის რეგულაცია ბარომემბრანული პროცესების გამოყენებით, რაც დასტურდება იონომეტრიული კვლევის მეთოდებით, მინერალური წყლის მიზანმიმართული დეიონიზაციით. მინერალურ წყალში არსებული ბარიუმისა და ფტორის იონების კონცენტრაცია ფილტრაციის შედეგად დაიყვანება ზღვრულ დასაშვებ კონცენტრაციამდე, „მინერალური წყლების ნორმატიული საფუძვლები ევროკავშირის 2003 წლის 16 მაისის 2003/40/ევ“ დირექტივის მიხედვით.

8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

8.1. საქართველოში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მომხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	<u>Dr. T. Butkhuzi</u> , Ms. N. Papuashvili, Dr. M. Kurtanidze, Dr. M. Alexishvili, Prof. M. Rukhadze	”The release of promethazine hydrochloride from oil-in-water microemulsions on the basis of nonionic surfactants“	10 th International Colloids Conference Online 7-9, December 2020
მომხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)			

დამატებითი აქტივობები:

- ინსტიტუტმა მონაწილეობა მიიღო საქართველოს განათლების, მეცნიერების, კულტურისა და სპორტის სამინისტროს პროექტში “CAPTAIN: Science is the Captain” - მეცნიერება კაპიტანია“, რომელიც ტარდებოდა პროგრამა „ჰორიზონტ 2020“-ის ფარგლებში.
- ინსტიტუტის კვალიფიციური სპეციალისტების მიერ მიმდინარეობს კორეული წარმოების ბრტყელი, ფურცლოვანი მემბრანის დამამზადებელი სისტემის მონტაჟი.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტში ჩატარდა:
I სემინარები

1. სემინარის თემა „არაგამხსნელის ქიმიური შედგენილობის გავლენა ფაზური ინვერსიის პროცესის მექანიზმზე“. მომხსენებელი: მ. კუჭერაშვილი - მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი. 21.02.2020წ.
2. სემინარის თემა „საკოაგულაციო აბაზანის ტემპერატურის გავლენა მემბრანის სტრუქტურასა და ხვედრით წარმადობაზე“. მომხსენებელი: მ. კუჭერაშვილი - მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი. 27.03.2020წ.
3. სემინარის თემა: „სასმელი და ჩამდინარე წყლების, ღვინისა და ხილის წვენების მიკრობიოლოგიური ანალიზი“. მომხსენებელი: მანანა მამულაშვილი - მეცნიერი თანამშრომელი. 24.04.2020წ.
4. სემინარის თემა: „ ხსნარებში იონების კონცენტრაციის რაოდენობის განსაზღვრა იონომერის გამოყენებით“. მომხსენებელი: მანანა მამულაშვილი - მეცნიერი თანამშრომელი. 16.06.2020წ.
5. სემინარის თემა: „პოლიმერული კომპოზიციების თხევადი ფაზის ანალიზური კვლევა ოპტიკური მიკროგრაფიული გამოსახულებების მიხედვით“. მომხსენებელი: ლიანა ებანოძე - მემბრანული პროცესების კვლევისა და ნანოტექნოლოგიების დამუშავების განყოფილების უფროსი - უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი. 12.07.2020წ.
6. სემინარის თემა: „პოლიმერული კომპოზიციების თხევადი ფაზის ანალიზური კვლევა ნანონაწილაკების მზომ ანალიზატორზე Zetasizer Nano Zen 3690“. მომხსენებელი: ლიანა ებანოძე - მემბრანული პროცესების კვლევისა და ნანოტექნოლოგიების დამუშავების განყოფილების უფროსი - უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი. 26.07.2020წ.
7. სემინარის თემა: „პოლიმერული მასალების მიკროსტრუქტურა და მისი გავლენა მასაგადატანით პროცესებზე“. მომხსენებელი: ნ. გოგესაშვილი - ნანოკომპოზიციური მასალების დამუშავების განყოფილების უფროსი - მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი. 06.09.2020წ.
8. სემინარის თემა: „ნანოსტრუქტურული პოლიმერული მემბრანების სტრუქტურის და თვისებების ფუნდამენტური საკითხები“. მომხსენებელი: ნ. გოგესაშვილი - ნანოკომპოზიციური მასალების დამუშავების განყოფილების უფროსი - მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი. 22.09.2020წ.

II ვორქშოფები

1. ვორქშოფის თემა: „მემბრანული დანადგარები ბუნებრივი წყლის სტერილიზაციისა და დემინერალიზაციისათვის“. 06.03.2020წ.

მიზანი: თანამშრომლობის დაწყება მიზნობრივ სეგმენტთან, რომლებიც ჩართული არიან წყლის ინდუსტრიის განვითარებაში და საჭიროებენ ნაწილობრივ და სრულად დემინერალიზებული წყლის გამოყენების აუცილებლობას.

ვორქშოფში მონაწილეობას იღებდნენ სამეცნიერო წრეების, ბიზნეს სექტორის და ბიზნეს-საკონსულტაციო კომპანიების წარმომადგენლები.

ფორმატი: ინსტიტუტის თანამშრომლებმა პრეზენტაციის სახით წარმოადგინეს თემები: „მემბრანული ტექნოლოგიების და მემბრანული დანადგარების მნიშვნელობა მრეწველობის სხვადასხვა დარგებისათვის“ და „პანდემიის პირობებში გაძლიერებული სანიტარულ - ჰიგიენური მოთხოვნებიდან გამომდინარე, თანამედროვე კვების მრეწველობის და ფარმაცევტული საწარმოებისათვის ქარხნის აღჭურვილობის (ავზები, მილგაყვანილობა, ჩამოსასხმელი ხაზები და სხვადასხვა ინვენტარი) სტერილური წყლით დამუშავების საჭიროება“.

ვორქშოფის მონაწილეებისთვის მოწყობილი იყო სივრცე პოსტერებით, რომლებზეც ასახული იყო ინსტიტუტში შექმნილი წყლის მიკრო- და ულტრაფილტრაციული მემბრანული დანადგარების შექმნის და დამუშავების თეორიული და ექსპერიმენტული სამუშაოები.

მონაწილეებს საშუალება ჰქონდათ ენახათ ულტრაფილტრაციული მემბრანული დანადგარის გამოყენების ვარიანტები სხვადასხვა წარმოშობის და დაბინძურების ხარისხის მქონე წყლების ფილტრაციის მაგალითზე და შეემოწმებინათ დანადგარით გაფილტრული წყლის სისუფთავის ხარისხი.

ვორქშოფმა დამსწრე საზოგადოების დიდი დაინტერესება გამოიწვია. გამოითქვა სურვილი, შემდგომში ითანამშრომლონ სამეცნიერო ჯგუფთან, რათა დაეხმარონ მათ დანადგარის დანერგვასა და კომერციალიზაციაში.

2. ვორქშოფის თემა: - „ღვინის მიკროფილტრაციული მემბრანული დანადგარი“. 05.06.2020წ.

მიზანი: - ღვინის საწარმოების, „საოჯახო მარნებისა“ და „გლეხური მეურნეობების“ წარმომადგენლებისათვის ინსტიტუტში შექმნილი დანადგარის წარდგენა და ინიცირების პერსპექტივა, რომელიც დაეხმარება სამეცნიერო ჯგუფს კომერციალიზაციისათვის საჭირო ინვესტიციების მოზიდვაში.

ფორმატი: ინსტიტუტის თანამშრომლებმა პრეზენტაციის სახით წარმოადგინეს თემები: „ღვინის ქიმია“ და „ტანგენციალური ფილტრაციული მემბრანული დანადგარით ღვინის ფილტრაციის მნიშვნელობა და მისი გავლენა ღვინის ხარისხზე“.

ვორქშოფის მონაწილეები გაეცნენ პოსტერებს, რომლებზეც გამოსახული იყო ინსტიტუტში შექმნილი ღვინის ტანგენციალური მიკროფილტრაციული მემბრანული დანადგარის შექმნა - დამუშავების ეტაპები.

მონაწილეებს საშუალება ჰქონდათ ენახათ მიკროფილტრაციული მემბრანული დანადგარით თეთრი და წითელი ღვინის ფილტრაციის პროცესი, შეემოწმებინათ სიმღვრივე გასაფილტრი და გაფილტრული ღვინის ნიმუშებისათვის.

ვორქშოფმა დიდი ინტერესი გამოიწვია დამსწრე საზოგადოებაში. გამოითქვა მზაობა, ითანამშრომლონ და დაეხმარონ დანადგარის პოპულარიზაციასა და კომერციალიზაციაში.

3. ვორქშოფის თემა „საფილტრავი მემბრანული დანადგარი-ბიორეაქტორი, სასმელი და ჩამდინარე წყლების მიკრობიოლოგიური ანალიზისთვის“. 11.09.2020წ.

მიზანი: თანამშრომლობის დაწყება მიზნობრივ სეგმენტთან, რომლებიც საჭიროებენ საფილტრავ მოწყობილობას წყლის მიკრობიოლოგიური ანალიზისთვის. ვორქშოფში მონაწილეობას იღებდნენ სამეცნიერო წრეების, ბიზნეს-საკონსულტაციო კომპანიების წარმომადგენლები.

ფორმატი: ვორქშოფის მონაწილეებისთვის მოწყობილი იყო სივრცე პოსტერებით, რომლებზეც ასახული იყო ინსტიტუტში შექმნილი მცირე მოცულობის წყლის საფილტრავი მოწყობილობის - ბიორეაქტორის შექმნის და დამუშავების თეორიული და ექსპერიმენტული სამუშაოები.

მონაწილეებს საშუალება ჰქონდათ ენახათ ბიორეაქტორის მუშაობის პრინციპი სხვადასხვა წარმოშობის და დაბინძურების ხარისხის მქონე წყლების ფილტრაციის მაგალითზე და შეემოწმებინათ გაფილტრული წყლის სისუფთავის ხარისხი.

დამსწრე საზოგადოების მხრიდან გამოითქვა სურვილი, ითანამშრომლონ სამეცნიერო ჯგუფთან, დაეხმარონ მათ დანადგარის დანერგვასა და კომერციალიზაციაში. აღინიშნა, რომ იგი გაცილებით იაფია მის ანალოგებთან შედარებით.

საქართველოს საწარმოო ძალებისა და ბუნებრივი რესურსების შემსწავლელი ცენტრი

2020 წელს გაწეული სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობის ანგარიში

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის საქართველოს ი.ჟორდანიას სახელობის საწარმოო ძალებისა და ბუნებრივი რესურსების შემსწავლელი ცენტრი

1. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები

№	პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიითითებით	პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები	პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მიითითებით)
1	2	3	4
1	<p>საქართველოს მხარეების საწარმოო ძალების და ბუნებრივი რესურსების ელექტრონული საინფორმაციო პლატფორმის შემუშავება (გარდამავალი)</p> <p>სამეცნიერო მიმართულება - ინჟინერია და ტექნოლოგიები; ქვემიმართულება - საკომუნიკაციო ინჟინერია და სისტემები</p>	2020-2021 წწ	<p>ზ.ლომსაძე - ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფესორი, დირექტორი (ხელმძღვანელი);</p> <p>ო.ფარესიშვილი - ქიმიის დოქტორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, (პასუხისმგებელი შემსრულებელი); თანამშრომლები (მიმართულების ხელმძღვანელები):</p> <p>გ.თალაკვაძე - ფიზიკა-მათემატიკის დოქტორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი;</p> <p>ნ.ჭითანავა - ეკონომიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი;</p> <p>ქ.მახარაძე - ქიმიის დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი;</p> <p>თ.პატარქალაშვილი - ბიოლოგიის დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი;</p> <p>გ.მაღალაშვილი - გეოლ.-მინერ. მეცნ. დოქტორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი;</p> <p>ნ.მირიანაშვილი - ტექნ. მეცნ. დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი;</p> <p>ქ.ვეზირიშვილი-ნოზაძე - ტექნ. მეცნ. დოქტორი, მთავარი მეცნიერი</p>

			<p>თანამშრომელი;</p> <p>ლ.კვარაცხელია - ქიმიის დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი;</p> <p>ა.სახვაძე - ეკონომიკის დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი</p> <p>ვ.მირზაევი - მეცნიერი თანამშრომელი</p>
2	<p>მიწის რესურსების მართვის ორგანიზაციულ-ეკონომიკური მექანიზმის ფორმირების თავისებურებანი (კონცეპტუალურ-მეთოდოლოგიური მიდგომა) (გარდამავალი)</p> <p>მეცნიერების დარგი - ეკონომიკა</p> <p>სამეცნიერო მიმართულება - სოფლის მეურნეობა</p>	2020-2021 წწ	<p>ნ.ჭითანავა - ეკონომიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი;</p> <p>(ხელმძღვანელი და შემსრულებელი)</p> <p>შემსრულებლები:</p> <p>დ.გამეზარდაშვილი - ქიმიის დოქტორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი;</p> <p>ი.ახალბედაშვილი - ეკონომიკის დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი;</p> <p>რ.ფირცხალავა - მეცნიერი თანამშრომელი</p>
3	<p>სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების მიწების რაციონალურად გამოყენების გამოცდილება ევროკავშირის ქვეყნებში (გარდამავალი)</p> <p>მეცნიერების დარგი - ეკონომიკა</p> <p>სამეცნიერო მიმართულება - ინტერდისციპლინური</p>	2020 -2021 წწ	<p>ნ.ჭითანავა - ეკონომიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი (ხელმძღვანელი და შემსრულებელი);</p> <p>შემსრულებლები:</p> <p>ი.ახალბედაშვილი - ეკონომიკის დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი;</p> <p>რ.ფირცხალავა - მეცნიერი თანამშრომელი</p>
4	<p>საქართველოს სასმელი წყლის რესურსების შიდა მოხმარების რაციონალიზაციისა და სასმელი წყლების საექსპორტო პოტენციალის ამადლების ხელშემწყობი ღონისძიებები (გარდამავალი)</p> <p>მეცნიერების დარგი - ეკონომიკა</p> <p>სამეცნიერო მიმართულება - საკვები და სასმელი პროდუქტები</p>	2020-2021 წწ	<p>ქ.მახარაძე - ქიმიის დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი (ხელმძღვანელი და შემსრულებელი) შემსრულებლები:</p> <p>ვ.გელაძე - გეოგრაფიის დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი;</p> <p>რ.ფირცხალავა - მეცნიერი თანამშრომელი</p>
5	<p>ტყიბული-შაორის საბადოს ნახშირშემცველი არგილიტებისა და თიხების შესწავლა ცეცხლმედეგი აგურის, ცემენტისა და სხვა სამშენებლო მასალებისა, თიხამიწის</p>	2020-2021 წწ	<p>გ.მაღალაშვილი - გეოლ.-მინერ. მეცნ. დოქტორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი (ხელმძღვანელი)</p> <p>შემსრულებლები:</p> <p>ჯ.კაკულია - ტექნიკის დოქტორი, უფროსი</p>

	<p>და ალუმინის წარმოების შესაძლებლობის მიზნით (გარდამავალი) სამეცნიერო მიმართულება - საბუნებისმეტყველო მეცნიერებანი ქვემიმართულება - დედამიწის და მასთან დაკავშირებული გარემოს შემსწავლელი მეცნიერებანი (გეოლოგია, გამოყენებითი გეოლოგია)</p>		<p>მეცნიერი თანამშრომელი (პასუხისმგებელი შემსრულებელი); ა.დვალაძე - წამყვანი ინჟინერი</p>
6	<p>მადნეულის საბადოს პირველადი და დასაწყობებული სპილენძ-თუთიის მადნების გამდიდრების კომბინირებული ტექნოლოგიური სქემის დამუშავება (გარდამავალი) სამეცნიერო მიმართულება - ინჟინერია და ტექნოლოგიები ქვემიმართულება; გარემოს შემსწავლელი ინჟინერია (სამთო და სასარგებლო წიაღისეულის გადამუშავება)</p>	2020-2022 წწ	<p>ზ.ლომსაძე - ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფესორი, დირექტორი (ხელმძღვანელი); შემსრულებლები: გ.მაღალაშვილი - გეოლ.მინერ. დოქტორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი (პასუხისმგებელი შემსრულებელი), ჯ.კაკულია - ტექნიკის დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი; ე.კვესიტაძე - ბიოლ.მეცნ.დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი; ა.დვალაძე - წამყვანი ინჟინერი</p>
7	<p>ტურისტული და რეკრეაციული რესურსების ეფექტიანი გამოყენების ძირითადი მიმართულებები: შეფასება და პროგნოზები (გარდამავალი) სამეცნიერო მიმართულება: საქართველოს შემსწავლელი მეცნიერებანი სამეცნიერო ქვემიმართულება: მედიცინა და ჯანმრთელობის მეცნიერებები;</p>	2018-2021 წწ	<p>ლ.კვარაცხელია - ქიმიის დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი (ხელმძღვანელი და პასუხისმგებელი შემსრულებელი) ნ.გრძელიშვილი - ეკონომიკის დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი,</p>

8	<p>ქვეყანაში განახლებადი, ალტერნატიული ენერგორესურსების გამოყენების პერსპექტივები, საქართველოსა და ევროკავშირის შორის დადებული ასოცირების შესახებ შეთანხმების კონტექსტში <i>(დასრულებული)</i></p> <p>მეცნიერების დარგი - ენერგეტიკა; სამეცნიერო მიმართულება - ენერჯის განახლებადი რესურსები</p>	2020 წწ	<p>ნ.მირიანაშვილი - ტექნ. მეცნ. დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი; (ხელმძღვანელი)</p> <p>შემსრულებლები: ქ.ვეზირიშვილი-ნოზაძე - ტექნ.მეცნ.დოქტორი, პროფესორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი; ა.დვალაძე - წამყვანი ინჟინერი</p>
9	<p>მაღალმთიანეთის განვითარების ეკონომიკურ - ეკოლოგიური მიდგომები -მსოფლიო გამოცდილება (მთის პრობლემები) <i>(დასრულებული)</i></p> <p>სამეცნიერო მიმართულება - სოციალური მეცნიერებანი ქვემიმართულება - სოციალური და ეკონომიკური გეოგრაფია (გარემოს დაცვის მეცნიერებანი)</p>	2019 - 2020 წწ	<p>მ.ციციშვილი - ბიოლ.მეცნ.დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი (ხელმძღვანელი და პასუხისმგებელი შემსრულებელი)</p> <p>შემსრულებელი: ა.დვალაძე - წამყვანი ინჟინერი</p>
10	<p>კახეთის რეგიონის შრომითი რესურსების განვითარების ტენდენციები და პერსპექტივები <i>(დასრულებული)</i></p> <p>სამეცნიერო მიმართულება: სოციალური მეცნიერებანი; მეცნიერების დარგი: დემოგრაფია</p>	2020 წწ	<p>ა.სახვაძე - ეკონომიკის დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი (ხელმძღვანელი და პასუხისმგებელი შემსრულებელი)</p>

2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

2.1.

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
---	--	--	--

	მიმართულების მითითებით		
1	2	3	4
1	<p>საქართველოს მხარეების საწარმოო ძალების და ბუნებრივი რესურსების ელექტრონული საინფორმაციო პლატფორმის შემუშავება</p> <p>სამეცნიერო მიმართულება - ინჟინერია და ტექნოლოგიები;</p> <p>ქვემიმართულება - საკომუნიკაციო ინჟინერია და სისტემები</p>	2020-2021 წწ	<p>ზ.ლომსაძე - ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფესორი, დირექტორი (ხელმძღვანელი);</p> <p>ო.ფარესიშვილი - ქიმიის დოქტორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, (პასუხისმგებელი შემსრულებელი);</p> <p>თანამშრომლები (მიმართულების ხელმძღვანელები):</p> <p>გ.თალაკვაძე - ფიზიკა-მათემატიკის დოქტორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი;</p> <p>ნ.ჭითანავა - ეკონომიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი;</p> <p>ქ.მახარაძე - ქიმიის დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი;</p> <p>თ.პატარქალაშვილი - ბიოლოგიის დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი;</p> <p>გ.მაღალაშვილი - გეოლ.-მინერ. მეცნ. დოქტორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი;</p> <p>ნ.მირიანაშვილი - ტექნ. მეცნ. დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი;</p> <p>ქ.ვეზირიშვილი-ნოზაძე - ტექნ. მეცნ. დოქტორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი;</p> <p>ლ.კვარაცხელია - ქიმიის დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი;</p> <p>ა.სახვაძე - ეკონომიკის დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი.</p> <p>ვ.მირზაევი - მეცნიერი თანამშრომელი</p>

2	<p>მიწის რესურსების მართვის ორგანიზაციულ-ეკონომიკური მექანიზმის ფორმირების თავისებურებანი (კონცეპტუალურ-მეთოდოლოგიური მიდგომა) მეცნიერების დარგი - ეკონომიკა სამეცნიერო მიმართულება - სოფლის მეურნეობა</p>	2020-2021 წწ	<p>ნ.ჭითანავა - ეკონომიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი; (ხელმძღვანელი და შემსრულებელი) შემსრულებლები: დ.გამეზარდაშვილი - ქიმიის დოქტორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი; ი.ახალბედაშვილი - ეკონომიკის დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი; რ.ფირცხალავა - მეცნიერი თანამშრომელი</p>
3	<p>სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების მიწების რაციონალურად გამოყენების გამოცდილება ევროკავშირის ქვეყნებში მეცნიერების დარგი - ეკონომიკა სამეცნიერო მიმართულება - ინტერდისციპლინური</p>	2020 -2021 წწ	<p>ნ.ჭითანავა - ეკონომიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი (ხელმძღვანელი და შემსრულებელი); შემსრულებლები: ი.ახალბედაშვილი - ეკონომიკის დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი; რ.ფირცხალავა - მეცნიერი თანამშრომელი</p>
4	<p>საქართველოს სასმელი წყლის რესურსების შიდა მოხმარების რაციონალიზაციისა და სასმელი წყლების საექსპორტო პოტენციალის ამაღლების ხელშეწყობი ღონისძიებები მეცნიერების დარგი - ეკონომიკა სამეცნიერო მიმართულება - საკვები და სასმელი პროდუქტები</p>	2020-2021 წწ	<p>ქ.მახარაძე - ქიმიის დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი (ხელმძღვანელი და შემსრულებელი) შემსრულებლები: ვ.გელაძე - გეოგრაფიის დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი; რ.ფირცხალავა - მეცნიერი თანამშრომელი</p>

5	<p>ტყიბული-შაორის საბადოს ნახშირშემცველი არგილიტებისა და თიხების შესწავლა ცეცხლმედეგი აგურის, ცემენტისა და სხვა სამშენებლო მასალებისა, თიხამიწის და ალუმინის წარმოების შესაძლებლობის მიზნით</p> <p>სამეცნიერო მიმართულება - საბუნებისმეტყველო მეცნიერებანი ქვემიმართულება - დედამიწის და მასთან დაკავშირებული გარემოს შემსწავლელი მეცნიერებანი (გეოლოგია, გამოყენებითი გეოლოგია)</p>	2020-2021 წწ	<p>გ.მაღალაშვილი - გეოლ.მინერ. დოქტორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი (ხელმძღვანელი) შემსრულებლები:</p> <p>ჯ.კაკულია - ტექნიკის დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი (პასუხისმგებელი) შემსრულებელი);</p> <p>ა.დვალაძე - წამყვანი ინჟინერი</p>
6	<p>მადნეულის საბადოს პირველადი და დასაწყობებული სპილენძ-თუთიის მადნების გამდიდრების კომბინირებული ტექნოლოგიური სქემის დამუშავება.</p> <p>სამეცნიერო მიმართულება - ინჟინერია და ტექნოლოგიები ქვემიმართულება; გარემოს შემსწავლელი ინჟინერია (სამთო და სასარგებლო წიაღისეულის გადამუშავება)</p>	2020-2022 წწ	<p>ზ.ლომსაძე - ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფესორი, დირექტორი (ხელმძღვანელი); შემსრულებლები:</p> <p>გ.მაღალაშვილი - გეოლ.მინერ. დოქტორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი (პასუხისმგებელი შემსრულებელი),</p> <p>ჯ.კაკულია - ტექნიკის დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი;</p> <p>ე.კვესიტაძე - ბიოლ.მეცნ.დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი;</p> <p>ა.დვალაძე - წამყვანი ინჟინერი</p>
7	<p>ტურისტული და რეკრეაციული რესურსების ეფექტიანი გამოყენების ძირითადი მიმართულებები: შეფასება და პროგნოზები</p> <p>სამეცნიერო მიმართულება: საქართველოს შემსწავლელი მეცნიერებანი</p> <p>სამეცნიერო ქვემიმართულება: მედიცინა და ჯანმრთელობის მეცნიერებები;</p>	2018-2021 წწ	<p>ლ.კვარაცხელია - ქიმიის დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი (ხელმძღვანელი და პასუხისმგებელი შემსრულებელი)</p> <p>ნ.გრძელიშვილი - ეკონომიკის დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი,</p>

ანოტაციები

1. საქართველოს მხარეების საწარმოო ძალების და ბუნებრივი რესურსების ელექტრონული საინფორმაციო პლატფორმის შემუშავება

საზოგადოების განვითარების თანამედროვე ეტაპზე ნებისმიერი ქვეყნისათვის აუცილებელია რესურსული პოტენციალის ობიექტური შეფასება.

პროექტის მიზანს წარმოადგენს საქართველოს საწარმოო ძალების და ბუნებრივი რესურსების ელექტრონული პლატფორმის დამუშავება ქვეყნის მხარეების მიხედვით, რომელშიც წარმოდგენილი იქნება ინფორმაცია კონკრეტული რესურსის შესახებ (ადგილმდებარეობა, მარაგები, აღწერილობა, გამოყენების სფერო, ტექნოლოგიური სიახლეები, ეკოლოგიური უსაფრთხოება, საინვესტიციო შესაძლებლობები და სხვ.).

პროექტი აქტუალურია, რამდენაც იგი ემსახურება ქვეყნის მდგრადი განვითარების სტრატეგიული ამოცანის გადაჭრას.

პროექტის 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 მიდგომის დამუშავება.

პროექტის რეალიზაციის შემდეგ შეიქმნება საქართველოს საწარმოო ძალების და ბუნებრივი რესურსების ერთიანი ელექტრონული საინფორმაციო პლატფორმა, რომელიც საშუალებას იძლევა მხარის/ქვეყნის რესურსული პოტენციალის შესახებ ინფორმაცია ხელმისაწვდომი ფორმით მიეწოდოს ყველა დაინტერესებულ პირს. ეს ხელს შეუწყობს მხარის/ქვეყნის რესურსული პოტენციალის ეკონომიკურ ბრუნვაში აქტიურად ჩართვისთვის ადგილობრივი თუ უცხოური ინვესტიციების მოზიდვასა და მიზნობრივ გამოყენებას. პლატფორმა საფუძვლად დაედება მხარეების/ქვეყნის სოციალურ-ეკონომიკურ-ეკოლოგიური განვითარების კომპლექსურ ანალიზს, პროგნოზებისა და პროგრამების ჩამოყალიბებას.

პირველ ეტაპზე, როგორც საპილოტე პროექტი, შერჩეული იქნა კახეთის მხარე, რაც განპირობებული იყო მისი განსაკუთრებული როლით ქვეყნის სოციალურ-ეკონომიკურ განვითარებაში. ამავე დროს კახეთი გამოირჩევა ბუნებრივი რესურსების მრავალფეროვნებით და სიმრავლით.

სამუშაოში მოცემულია ზოგადი ცნობები მხარის შესახებ, შეფასებულია ბუნებრივი და ადამიანური (შრომითი) რესურსების არსებული მდგომარეობა. გაანალიზებულია მხარის ეკონომიკური მაჩვენებლები და განვითარების ძირითადი მიმართულებები.

აღნიშნულია, რომ მხარის ეკონომიკური ზრდის პოტენციალი ძირითადად ეფუძნება სოფლის მეურნეობას და მის მიერ წარმოებული ნედლეულის გადამამუშავებელი დარგების განვითარებას (მევენახეობა და მეღვინეობა, მარცვლეული, ბოსტნეული და ბაღიერი კულტურები, მეხილეობა, მეცხოველეობა, მეფრინველეობა, მეფუტკრეობა და სხვ.). კახეთის აგრარული პროფილიდან გამომდინარე არასასოფლო-სამეურნეო ეკონომიკის წილი ქვეყნის მთლიან შიდა პროდუქტში უმინშვნელოა, დაბალია ურბანიზაციის დონე. მიუხედავად ამისა, პერსპექტიულია მრეწველობის რიგი დარგების განვითარება. პირველ რიგში ეს ეხება ადგილობრივი ნედლეულის ბაზაზე მომუშავე სამთომომპოვებელ და გადამამუშავებელ დარგებს. მხარის ეკონომიკურ განვითარებაში მნიშვნელოვანი წილის შეტანა შეუძლია ტურიზმს.

შექმნილია კახეთის მხარის ბუნებრივი და ადამიანური რესურსების მონაცემთა ბაზა, რესურსების სახეობების მიხედვით:

მიწის რესურსები - კახეთის ნიადაგები, სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების სტრუქტურა, სასოფლო-სამეურნეო სავარგულები მუნიციპალიტეტებისა და საკუთრების ფორმის მიხედვით, სასოფლო-სამეურნეო მიწების ფართობები მუნიციპალიტეტების მიხედვით.

წყლის რესურსები - ჰიდროგრაფია, მდინარეთა ჩამონადენი, ძირითადი მდინარეების - ალაზნისა და იორის წყლის რესურსები, მიწისქვეშა წყლები, სტიქიური მოვლენები, წყლის რესურსების გამოყენება.

ტყის რესურსები - ტყეების გეობოტანიკური დახასიათება, სახელმწიფო ტყის ფონდი, დაცული ტერიტორიები.

მინერალური რესურსები - სათბობი, ფერადი მეტალები, სამთო-ქიმიური ნედლეული, სამშენებლო მასალები, მინერალური წყლები და სამკურნალო ტალახები.

ენერგეტიკული რესურსები - ჰიდრო-, მზის ქარის და გეოთერმული რესურსები (როგორც არსებული, ასევე პერსპექტიული).

რეკრეაციული რესურსები - ბუნებრივ-რეკრეაციული რესურსები, კურორტები და საკურორტო ადგილები, რეკრეაციული პოტენციალი.

ადამიანური რესურსები - მოსახლეობის რიცხოვნობის დინამიკა, მოსახლეობის რიცხოვნობა თვითმართველი ერთეულების მიხედვით, მოსახლეობის სქესობრივი და ასაკობრივი შემადგენლობა, მოსახლეობის დასაქმება, უმუშევრობის დონე, მოსახლეობის ბუნებრივი მოძრაობა.

კახეთის მხარის საწარმოო ძალებისა და ბუნებრივი რესურსების მონაცემთა ბაზა შეიცავს ამომწურავ ინფორმაციას მხარის რესურსული პოტენციალის შესახებ. მონაცემთა ბაზა განთავსებულია ინტერნეტში (gnr.gtu.ge).

2020 წელს მიმდინარეობდა და უკვე დამთავრების სტადიაშია ანალოგიური სამუშაოები ქვემო ქართლის მხარის მიმართულებით.

2. მიწის რესურსების მართვის ორგანიზაციულ-ეკონომიკური მექანიზმის ფორმირების თავისებურებანი (კონცეპტუალურ-მეთოდოლოგიური მიდგომა)

თეორიასა და პრაქტიკაში დადასტურებულია, რომ მიწის რესურსების მართვა ხორციელდება ეკონომიკური, ორგანიზაციულ-ადმინისტრაციული და სოციალურ-ფსიქოლოგიური მეთოდებით. ისინი ერთმანეთთან დაკავშირებული არიან ურთიერთ განპირობებულობით და ერთმანეთთან მკაცრი ურთიერთმოქმედებით ქმნიან ერთიან სისტემას. ეს სისტემები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ქვეყნის ბუნებრივ-საწარმოო პირობებით, წარმოების ორგანიზაციის ტრადიციებით, შრომითი რესურსების კვალიფიკაციის დონით და ა.შ.

მიწის რესურსების მართვის სისტემას აქვს კომპლექსური ხასიათი, რომელიც განსაზღვრავს მისი ფორმირებისადმი სისტემური მიდგომის აუცილებლობას. მიწის რესურსების მართვის პრინციპები თვისებრივად შეიცვალა, ამიტომ მისი ეფექტიანი სისტემის ფორმირება სახელმწიფოს სტრატეგიული ამოცანაა.

თემის ირგვლივ ჩატარებული კვლევის შედეგად აღმოჩნდა, რომ საქართველოში საბაზრო ურთიერთობებზე გადასვლის პერიოდში წარუმატებლად განხორციელებულმა მიწის რეფორმამ გამოიწვია მიწის ფართობების დაქუცმაცება და გრადაცია, სასოფლო-სამეურნეო საწარმოების გაუაზრებელი ლიკვიდაცია. განადგურდა მეცხოველეობის კომპლექსები, საირიგაციო სისტემები, მოიშალა სოფლის საწარმოო და სოციალური ინფრასტრუქტურა, მიწის აღრიცხვა. ქვეყანაში მიწის ბალანსი 2005 წლიდან არ დგება. 1990-2019 წლებში ნათესი ფართობები შემცირდა 495 ათასი ჰექტრით. შესაბამისად დაეცა წარმოების დონე, გაიზარდა ქვეყნის სურსათით უზრუნველყოფის რისკები. ქვეყანა ფაქტობრივად სურსათის იმპორტზე აღმოჩნდა დამოკიდებული. ყოველივე ეს გამოწვეული იყო სასოფლო-სამეურნეო წარმოებაში

სისტემური კრიზისით.

ანალიზით დადასტურდა, რომ მთავარი მიზეზი, რომელმაც განაპირობა ქვეყნის აგრარულ სექტორში შექმნილი კრიზისული სიტუაცია, არის მიწის რესურსების მართვის პროცესის სტიქიურად განვითარება. მოშლილია მიწათმოწყობა, პროგნოზირებისა და დაგეგმვის მექანიზმი, არ არსებობს სახელმწიფო ფინანსები და გარედან მოზიდული თანხები არამიზნობრივად გამოიყენება. ქვეყანაში 2004-2019 წლებში მიწის რესურსების მართვის ფუნქციები სხვადასხვა სამინისტროებზე არასწორად იყო გადანაწილებული. მთავრობის გადაწყვეტილებით (2004 წელი) გაუქმდა მიწის მართვის დეპარტამენტი. მიწის აღრიცხვა ფაქტობრივად მოშლილია. მიწის ნაკვეთების რეგისტრაცია დასრულებული არ არის.

განვიღო პერიოდში საკვლევი თემის ფარგლებში გაანალიზდა და შემუშავდა შესაბამისი რეკომენდაციები მიწათმოწყობის (მართვის მეთოდი), მიწის რესურსების გამოყენების, პროგნოზირებისა და დაგეგმვის (მართვის ფუნქცია), სახელმწიფო პროტექციონიზმის (რეგულირების ფუნქცია), მიწის კოდექსისა და კადასტრის (რეგულირების ორგანიზაციული და სამართლებრივი ფუნქცია) როლის გაძლიერებისათვის მიწის რესურსების რაციონალურად გამოყენების სახელმწიფო მართვის სისტემაში.

თემა დასრულდება 2021 წლის სექტემბერში.

3. სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების მიწების რაციონალურად გამოყენების გამოცდილება ევროკავშირის ქვეყნებში

შესწავლილი და გაანალიზებული იქნა ევროკავშირის ქვეყნების გამოცდილება სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების მიწის სტატუსის შესახებ. ევროპის ქვეყნებში მიწათმოწყობა ისტორიულად დაკავშირებულია მიწის კადასტრთან, რომელიც არა მარტო მიწის რეგისტრაციასა და უძრავ ქონებასთან დაკავშირებულ ტექნიკურ და კომერციულ გარიგებებს მოიცავს, არამედ მიწის მართვის ერთიან მექანიზმებსაც. შესაბამისად, მიწისთვის სტატუსის მინიჭება ქვეყნის ტერიტორიის მოწყობისა და განვითარების გეგმის ნაწილს წარმოადგენს. მიწის დანიშნულების შეცვლა ამ გეგმის კორექტირების გარეშე თითქმის შეუძლებელია. წარმოდგენილ ნაშრომში გაანალიზებულია მიწის ნაკვეთის კატეგორიები, ტყისა და წყლის ფონდების მიწების სტატუსი. მიწის კატეგორიის ცვლილებები (არასასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების მიწის ნაკვეთისთვის სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების აღდგენა) მიწის სტატუსის განსაზღვრის თვალსაზრისით შესაძლოა ორ კატეგორიად დავეყოთ: ქვეყნები, სადაც მიწის კატეგორიებს ცენტრალური ხელისუფლება კანონ(ებ)ის საფუძველზე განსაზღვრავს და ქვეყნები, სადაც მიწისთვის სტატუსის მინიჭება ქვეყნის ტერიტორიის მოწყობისა და განვითარების გეგმის ნაწილს წარმოადგენს. ამ შემთხვევაში, ცენტრალური ხელისუფლების კანონი განსაზღვრავს და განმარტავს არა კატეგორიებს, არამედ კრიტერიუმებს, რომლებიც უნდა გაითვალისწინოს თვითმმართველობამ სტატუსის მინიჭების დროს. ასეთ ქვეყნებში (*საფრანგეთი, გერმანია, ნიდერლანდები*), როგორც წესი, თვითმმართველობა ფართო უფლებებით სარგებლობს, მაგალითად, *საფრანგეთში* ყველაზე მცირე ადმინისტრაციული ერთეული, კომუნა ან კომუნათა გაერთიანება ადგენს *ურბანიზმის ადგილობრივ გეგმას* (Plan local d'urbanisme (PLU)), რომელიც ქვეყნის დაგეგმარების ერთიანი პროექტის ნაწილია. სწორედ ამ გეგმით განსაზღვრება მიწების დანიშნულება (აგრარულ, ტყის თუ წყლის ზონაში იქნება ის განთავსებული), სტატუსი და ნიადაგის გამოყენების წესი. კომუნა განსაზღვრავს აგრარული ზონის სტატუსს მთელი რიგი კრიტერიუმების გათვალისწინებით, რომელიც საფრანგეთის ურბანიზმის კოდექსშია (Code de l'urbanisme) მოცემული. ეს კრიტერიუმებია: მიწის ნაკვეთის აგრონომიული, ბიოლოგიური და ეკონომიკური პოტენციალი; მდგრადი სასოფლო-სამეურნეო აქტივობების უნარი, ადგილობრივი კონტექსტის გათვალისწინება; მიწის ნაკვეთის რელიეფის, დახრილობის და მდებარეობის გათვალისწინება მისი შემდგომი ექსპლუატაციის მიზნით.

ნაშრომში გაანალიზებული იქნა საზღვარგარეთის ქვეყნებში დაწესებული რეგულაციები დაუშუქავებელი სასოფლო-სამეურნეო მიწების შესახებ. სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების

დაუმუშავებელ მიწებზე ყველა სახელმწიფოში განსხვავებული მიდგომებია დაწესებული. ზოგიერთი ქვეყანა მიწის მეპატრონის დაჯარიმებას ადმინისტრაციული სამართალდარღვევათა კოდექსით ითვალისწინებს, ზოგიერთი კი მიწის კოდექსით განსაზღვრავს მის ოდენობას. დაუმუშავებელი მიწის პრობლემა მწვავედ არ დგას ევროკავშირის ქვეყნების წინაშე, რასაც რამდენიმე ფაქტორი განაპირობებს, მაგალითად, მიწაზე დაწესებული მაღალი გადასახადი, ადგილობრივი თვითმმართველობის ზედამხედველობა მიწის რაციონალურ გამოყენებაზე, მიწის იჯარით გაცემის შესაძლებლობა მეპატრონის მიერ მიწის ვერ ან არდამუშავების შემთხვევაში, სახელმწიფოს მხარდამჭერი პროგრამები, ინდივიდუალური წახალისებები სახელმწიფოს მხრიდან და ა.შ. ასეთივე მიდგომა არსებობს იაპონიაშიც, სადაც მიწის რაციონალური გამოყენების მიზნით სპეციალური სოფლის მეურნეობის კორპორაციებია შექმნილი.

ნაშრომში შესწავლილი და გაანალიზებულ იქნა ევროკავშირის ქვეყნებში სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების მიწების უცხოელებზე გასხვისების გამოცდილება კონსტიტუციების მიხედვით და მიწების გასხვისება შესაბამისი კანონმდებლობების მიხედვით.

4. საქართველოს სასმელი წყლის რესურსების შიდა მოხმარების რაციონალიზაციისა და სასმელი წყლების საექსპორტო პოტენციალის ამაღლების ხელშეწყობი ღონისძიებები

საანგარიშო წელს ჩატარებულია საქართველოს სასმელი წყლის რესურსებისა და მათი ქვეყნის შიდა მოხმარების გეგმით გათვალისწინებული საკითხების კვლევა. შესწავლილია სასმელი წყლის რესურსების განაწილება ქვეყნის ტერიტორიაზე, როგორც კრებსითად (აღმოსავლეთ, დასავლეთ და სამხრეთ საქართველოში), ისე ცალკეული რეგიონების მიხედვით. აღნიშნულია, რომ სასმელი წყლის ძირითად წყაროს წარმოადგენს მიწისქვეშა წყლები, რომლითაც მდიდარია საქართველო, სხვა ქვეყნებთან შედარებით. მათი ბუნებრივი რესურსებია 573 მ³/წმ, ანუ 18 კმ³ წელიწადში. სასმელი წყლის რესურსების საერთო რაოდენობის 63,4% დასავლეთ საქართველოზე მოდის, 24,1% - აღმოსავლეთზე, ხოლო 12,5% - სამხრეთ საქართველოზე.

მიწისქვეშა მტკნარი სასმელი წყლების დამტკიცებული მარაგი შეადგენს 145,5 მ³/წმ, რომლის 48% მოდის დასავლეთ საქართველოზე, 45% - აღმოსავლეთზე და 7% - სამხრეთ საქართველოზე.

ქვეყანაში მრავალია მტკნარი მიწისქვეშა წყლების მძლავრი გამოსვლები წყაროების სახით, რომლებიც ხასიათდება მაღალი დებიტით, ჰიდროკარბონატული კალციუმ-მაგნიუმისანი შედგენილობით და დაბალი მინერალიზაციით.

მოძიებულია საქართველოს სასმელი წყლების ქვეყნის შიდა მოხმარების მაჩვენებლები, რომელთა ანალიზის შედეგად ნაჩვენებია, რომ მტკნარი წყლების გამოყენება ხდება მოსახლეობის საყოფაცხოვრებო მოთხოვნილების, მრეწველობის, ენერგეტიკის, მორწყვის, სასოფლო-სამეურნეო და სხვა საჭიროებისათვის. აღმოსავლეთ საქართველოში წყალმოხმარების მდგომარეობა საკმაოდ დაბალია, წყლის რესურსების შედარებითი სიმცირისა და მასზე მზარდი დატვირთვის გამო.

დადგენილია, რომ შექმნილი მდგომარეობა მოითხოვს წყლით დეფიციტური ზონებისათვის დამახასიათებელი წყალდამზოგველი პოლიტიკის გატარებას, რისთვისაც მიზანშეწონილია განხორციელდეს წყლის გამოყენების მკაცრი კონტროლი და მართვად წყალმოხმარებაზე გადასვლა.

აღნიშნულია, რომ ძირითადი წყალმოხმარებელია ირიგაცია. შედარებულია სარწყავი მიწების მდგომარეობა 1990-2017 წლებში და გამოვლენილია, რომ ამ პერიოდში ადგილი ჰქონდა მორწყული მიწების ფართობის მნიშვნელოვან შემცირებას.

სამუშაოში ნაჩვენებია, რომ სასმელი წყალმომარაგების სისტემები მოძველებულია და საჭიროებს მნიშვნელოვან გაუმჯობესებას. ამ მიზნით აუცილებელია სასმელი წყლის ობიექტების დადგენა-

დაზუსტება, მათი გამოყენების ეფექტიანობის განსაზღვრა, სასმელი წყლების ჰიდროგეოლოგიური რეჟიმის, ქიმიური, ბიოლოგიური, ბაქტერიოლოგიური შედგენილობისა და წლის განმავლობაში მათი დინამიკის შესწავლა, წყლის წყაროების სისუფთავის დამცავი ღონისძიებების განხორციელება.

შესწავლილია საყოფაცხოვრებო-სასმელი წყალმომარაგებისა და წყალმომარაგების საკითხები. აქ მკაცრი მოთხოვნებია წყლის ხარისხისა და სტაბილური მიწოდების მიმართ. წყალსადენების ქსელის ეფექტიანობის კოეფიციენტი 0,3-0,4-ს აღემატება, რაც გამოწვეულია წყლის დანაკარგებით ქსელში. ამავე დროს ქსელში სასმელი წყლის დაბინძურების შესაძლებლობებიც არსებობს სისტემის დაზიანების და დაძველების გამო.

დადგენილია, რომ წყალმომარაგების გაუმჯობესების გზას წარმოადგენს ექსტენსიური განვითარებიდან ინტენსიურზე გადასვლა, რაც გულისხმობს წყლის დანაკარგებთან ბრძოლის ღონისძიებათა კომპლექსის გატარებას, პირველ რიგში ქსელის მოდერნიზაციას, წყლის მრიცხველების ფართოდ დანერგვას და წყალსარგებლობის კულტურის დონის ამაღლებას.

არა ნაკლები ყურადღება ექცევა საკანალიზაციო სისტემების მდგომარეობას. აღნიშნულია, რომ მათი უმეტესობა მოითხოვს მთლიან ან ნაწილობრივ რეკონსტრუქციას.

განხილულია სასოფლო-სამეურნეო წყალმომარაგებისა და წყალმომარაგების საკითხები. ყურადღებას საჭიროებს მცირეწელიან რაიონებში მოსახლეობის უზრუნველყოფა სასმელ-სამეურნეო წყლით ცენტრალიზებული წყალსადენების მშენებლობის გზით.

საქართველოს მტკნარი წყლის რესურსების რაციონალურად გამოყენებისა და ეროვნული მეურნეობის სტაბილური განვითარებისათვის მიზანშეწონილია წყლის რესურსების სააუზო მართვის სისტემაზე გადასვლა და სასმელი წყლის დეფიციტის ან სიჭარბის შეფასება წყალზე მოთხოვნილებებთან მიმართებით, რაც საქართველოს ევროკავშირთან თანამშრომლობის ერთ-ერთ პრიორიტეტულ სფეროს განეკუთვნება.

5. ტყიბული -შაორის საბადოს ნახშირშემცველი არგილიტებისა და თიხების შესწავლა ცეცხლმედეგი აგურის, ცემენტისა და სხვა სამშენებლო მასალებისა, თიხამიწის და ალუმინის წარმოების შესაძლებლობის მიზნით

მთელი რიგი გეოლოგიური და სამთო-სამრეწველო ხასიათის ფაქტორები, აგრეთვე თიხამიწისა და ალუმინის წარმოების ახალი, თანამედროვე ტექნოლოგიები საშუალებას იძლევა საქართველოში თიხამიწისა და ალუმინის წარმოების სანედლეულო ბაზად განხილულ იქნეს ალტერნატიული, არატრადიციული ნადლეული. კერძოდ, მთელი რიგი ქანები, რომლებიც გამოირჩევა თიხამიწის (Al_2O_3) შედარებით მაღალი შემცველობით.

წარმოების თალსაზრისით, საქართველოში რეალური პერსპექტივები აქვს ბათური ნახშირიანი ნალექების შედგენილობაში არსებულ თიხებსა და არგილიტებს, რომლებიც ტყიბულ-შაორის ნახშირის საბადოს ფარგლებში წარმოდგენილია პროდუქტიულ წყებათაშორისი დასტებით.

ტყიბულ-შაორის ქვანახშირის აუზში ნახშირიანი ფორმაციის გამოსავლები აღინიშნება დასავლეთ და აღმოსავლეთ უბნებზე, სადაც ნახშირიანი არგილიტების ცალკეული ფენებისა და დასტების სიმძლავრე მერყეობს 1-დან 7 მეტრამდე. განახშირებული ორგანულ ნაერთთა სხვადასხვა შემცველობის მიხედვით, არგილიტების ფერი იცვლება ღია ნაცრისფრიდან შავამდე. ცალკეულ უბნებზე არგილიტებს ახასიათებს წვრილშრეებრივი აღნაგობა და ზედაპირზე ხშირ შემთხვევაში იშლება წვრილ ფირფიტებად. ამ გარემოებამ ზოგ მკვლევარს საბაზი მისცა დაერქვათ მათთვის ფიქლები, რაც არ შეესაბამება მათ გენეზისსა და ბუნებას.

აღნიშნული ქანების მიკროსკოპულმა შესწავლამ გვიჩვენა, რომ მათი მატრიქსი ძირითადად შედგება ნაცრისფერი ან რუხი-ნაცრისფერი თიხოვანი მასისაგან, რომელშიც სპორადულად გაბნეულია კაოლინიტის ქერცლები. აღნიშნულ ქერცლებს გარს აკრავს ნახშირის არშია. თითქმის ყველა ნიმუშში გვხვდება კვარცისა და მინდვრის შპატის წვრილი მარცვლები, აგრეთვე მცენარეული ფრაგმენტები.

ყვალაზე კარგად არგილიტები შესწავლილია ტყიბულ-შაორის საბადოს ადმოსავლეთ უბანზე, სადაც V ნახშირის ფენის საგებში გამოკვლეულია არგილიტის ოთხი მძლავრი - 11, 3,5 4,5 და 9 მეტრის სიმძლავრის დასტა. ამავე უბანზე, II ნახშირიანი ფენის სახურავში შვიდი პროფილის გასწვრივ შესწავლილია 4-დან 8 მ-მდე სიმძლავრის იმავე ტიპის არგილიტის დასტები, რომლებიც 2,5 კმ-ის მანძილზეა გადაწეული.

ტყიბულ-შაორის საბადოზე აღწერილი თიხებისა და არგილიტების რესურსი მეტად დიდია და ასეულობით მილიონ კუბურ მეტრს შეადგენს. აღსანიშნავია ის ფაქტიც, რომ მათი მნიშვნელოვანი ნაწილი უკვე ამოღებულია წიაღიდან და დასაწყობებულია ტერიკონების სახით, რაც მნიშვნელოვნად ზრდის მათი გამოყენების რენტაბელობას.

ამრიგად, დღეისათვის საქართველოში, თიხამიწისა და ალუმინის წარმოების თვალსაზრისით, ყველაზე პერსპექტიულ და რეალურ სანედლეულო ბაზად უნდა ჩაითვალოს ტყიბულ-შაორის ქვანახშირის საბადოს ნახშირიანი დასტის თიხები და არგილიტები.

კვლევები თემის ირგვლივ გრძელდება. კერძოდ, ტყიბულიდან ჩამოტანილი იქნა არგილიტებისა და თიხების, ხოლო სასხორის საბადოდან საცემენტე კირქვების ტექნოლოგიური სინჯები, რომლებიც დამუშავებულია სათანადოდ და გაკეთებულია ანალიზები. სხვა მონათესავე ორგანიზაციების მონაწილეობით ლაბორატორიულ პირობებში შესწავლილი იქნება არგილიტებისა და თიხების ვარგისიანობა საცემენტე, საკერამიკო და სხვა დარგებში გამოსაყენებლად (მათ შორის „ჰუმატების“ საწარმოებლად).

6. მადნეულის საბადოს პირველადი და დასაწყობებული სპილენძ-თუთიის მადნების გამდიდრების კომბინირებული ტექნოლოგიური სქემის დამუშავება

მადნეულის საბადოზე დიდი რაოდენობით დასაწყობებულია სპილენძ-თუთიის მადნების „კუდები“, რომელთა გამდიდრების მეთოდი არ არის შერჩეული. აღნიშნული „კუდები“ ატმოსფერული ნალექების ზემოქმედებით იჟანგება და ჩამდინარე წყლები აბინძურებენ მდ.მაშვერას. აქედან გამომდინარე, საჭიროა ისეთი კომბინირებული გამდიდრების სქემის შერჩევა, რომლებიც მცირე შემცველობიანი მადნიდან სასარგებლო ელემენტების მაქსიმალურად ამოკრეფის საშუალებას იძლევა. ვინაიდან ერთ-ერთ პერსპექტიულ მეთოდად დღეს მიჩნეულია ბიოტექნოლოგიური მეთოდი, მის გამოყენებასთან დაკავშირებული იყო ადგილზე ენდემური ბაქტერიების მადანშემცველი გრუნტის სინჯების აღება, შესაბამისი შტამების შერჩევა და ცდების ჩატარება, რაც განხორციელდა კიდეც.

ექსპერიმენტები ერთდროულად ტარდება როგორც ბიოტექნოლოგიური მეთოდით, ასევე ქიმიური რეაქტივების შერჩევით (კომბინირებული გამდიდრება).

7. ტურისტული და რეკრეაციული რესურსების ეფექტიანი გამოყენების ძირითადი მიმართულებები: შეფასება და პროგნოზები

კვლევის ფარგლებში შეფასდა ქვეყნის ტურისტული და ბუნებრივ-რეკრეაციული რესურსების თანამედროვე მდგომარეობა. თემაზე მუშაობის პროცესში გაანალიზდა და მიმოიხილა სფეროში არსებული სამეცნიერო ლიტერატურა, დამუშავდა ტურიზმის სტატისტიკური მონაცემები, შეფასდა რესურსების ძლიერი და სუსტი მხარეები. დადგინდა, რომ ქვეყანას გააჩნია ეკოტურიზმის განვითარების პოტენციალი, ხოლო ეკოტურიზმის სწორ დაგეგმვასა და განვითარებას მნიშვნელოვანი სარგებლის მოტანა შეუძლია ქვეყნისთვის. რეგიონული ეკოტურიზმის დაგეგმვისას მნიშვნელოვანია კვლევის ფარგლებში მომზადებული დასკვნებისა და რეკომენდაციების გათვალისწინება. ნაჩვენებია, რომ არსებული უნიკალური ტურისტული და ბუნებრივ-რეკრეაციული რესურსების გამოყენება ვერ ხერხდება მიზნობრივად - არსებობს ბევრი ფაქტორი, რომელთა შესწავლა განაპირობებს სწორ

მიდგომას პრობლემის გადაჭრის თვალსაზრისით. მოცემულია განსაზღვრებები როგორც რესურსების რეკრეაციული გამოყენების, რეკრეაციული რესურსების ჯგუფებისა და ტიპების, ასევე რეკრეაციული საქმიანობის მიხედვით. განსასაზღვრია საქართველოს და რეგიონების რეკრეაციული გეოგრაფიის კონცეფცია. განხილულია შესაძლებლობები და განსაკუთრებულობა - ბუნებრივი, ეთნოლოგიური, კულტურული, ეკოლოგიურ-შემცენებითი, რეკრეაციის რეგიონებსა და შორეულ ადგილებში. გაკეთებულია დასკვნა რეკრეაციული პერსპექტიულობისა სწორედ ასეთი, ჯერ კიდევ აუთვისებელი ადგილების, შეთავაზებულია რეკრეაციულ რესურსებთან მუშაობის ვარიანტები. საჭიროა: გაცნობა რეკრეაციული რესურსების შესწავლისა და აღწერის მეთოდებთან, რეკრეაციული რესურსების ჯგუფებთან და ტიპებთან, მათი შეფასების მეთოდებთან; სპეციალური ლიტერატურის მოძიება, დროით და სივრცით ჭრილში შედარებითი ანალიზის ჩატარება, პრიორიტეტული ტურისტული და რეკრეაციული რესურსების გამოვლენა და მათი პრაქტიკული გამოყენების შესაძლებლობების განსაზღვრა.

საქართველოს ტურისტული და რეკრეაციული რესურსების სისტემური კვლევა – ინოვაციური მიდგომებისა და მოწინავე ტექნოლოგიების გამოყენების მსოფლიო გამოცდილების ანალიზი და მათი საქართველოს პირობებში რეალიზაციის შესაძლებლობების დადგენა, დინამიკური ცვლილებების შესწავლა განაპირობებს ტურისტული და რეკრეაციული რესურსების განვითარებაში დადებითი და უარყოფითი მხარეების გამოვლენას.

ანალიზის შედეგად დადგინდა, რომ ქვეყანაში და რეგიონებში ტურიზმის მდგრადი განვითარებისთვის აუცილებელია ისეთი ღონისძიებების გატარება, რომელიც მიმართული იქნება დარგში არსებული გადაუჭრელი პრობლემების დაძლევისადმი. ამ მიზნით უმნიშვნელოვანესია ტურიზმში არსებული საკანონმდებლო ბაზისა და ნორმატიული აქტების განახლება, ტურიზმის განვითარების სახელმწიფო პროგრამისა და კონცეფციის შემუშავება, ტურიზმის სფეროში სტატისტიკის აღრიცხვის მოწესრიგება საერთაშორისო ტურიზმში მიღებული ნორმატივების საფუძველზე.

დადგენილია, რომ საქართველოში ბუნებრივი რეკრეაციული რესურსები არარაციონალურად გამოიყენება, რაც იწვევს მათ მნიშვნელოვან შემცირებას. დასაბუთებულია, რომ მდგრადი განვითარება არის განუწყვეტელი ცვლილებების პროცესი, რომლის ჩარჩოებში რესურსების ექსპლუატაცია, განხორციელებული ინვესტიციები, ტექნოლოგიური პროცესები მოყვანილი უნდა იყოს დღევანდელ და მომავალ მოთხოვნილებებთან შესაბამისობაში, უნდა შეესაბამებოდეს “საქართველოს ტურიზმის სტრატეგია 2015-2025”. სტრატეგიაში მოცემული ანალიზის მიხედვით, დასახული მიზნების მისაღწევად საჭიროა მოგზაურთათვის მაღალი ხარისხის მრავალფეროვანი ტურისტული პროდუქტისა და შთაბეჭდილებების შეთავაზება. სამედიცინო ველნეს ტურიზმის დანერგვა-განვითარება სტრატეგიის განვითარების გეგმის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ფაქტორად შეიძლება ჩაითვალოს, რომელიც გაზრდის: პოსტკოვიდური ტურიზმიდან მიღებულ შემოსავლებს, თითო ვიზიტორის მიერ საშუალო დანახარჯს, ტურიზმში დასაქმებულ პირთა რაოდენობას, ვიზიტის საშუალო ხანგრძლივობას, მაღალგადახდისუნარიანი ბაზრებიდან ვიზიტორთა რაოდენობას.

განხილულია დაცული ბუნებრივი ტერიტორიების ეკოტურისტული პოტენციალი და მისი გამოყენების პრობლემები, ასევე გარემოს დაცვის პრობლემები. მნიშვნელოვანია ქვეყანაში შიდა ტურიზმის სფერო, რომლის განვითარება ხელს უწყობს რეგიონებში სამუშაო ადგილების ზრდასა და ადგილობრივი მოსახლეობის ჩართულობას ტურიზმში, მათ საშუალება ეძლევათ უკეთ გაეცნონ თავისი ქვეყნის ბუნებას, კულტურასა და ისტორიას, აიმაღლონ ცნობიერება, სათუთად მოექცნენ ბუნებრივ გარემოს.

განხილულია სპა ტურიზმის თანამედროვე მდგომარეობა და პერსპექტივა საქართველოში. სპაში იყენებენ მინერალურ, ზღვის და მტკნარ წყლებს, ზღვის წყალმცენარეებსა და მარილს, სამკურნალო ტალახსა და მცენარეებს. სწრაფად ვითარდება სამკურნალო– გამაჯანსაღებელი ტურიზმი. აღსანიშნავია, რომ სამკურნალო, გამაჯანსაღებელი და სპა ტურიზმი თავისი არსით ერთმანეთისგან განსხვავებულია. საქართველოს თავისი ბუნებრივი პირობებითა და სამკურნალო პოტენციალით სპა ტურიზმის განვითარებისთვის მნიშვნელოვანი რესურსები გააჩნია. ქვეყნის საკურორტო მეურნეობა ამჟამად თავიდან ვითარდება – ხორციელდება ძველი კურორტების რეაბილიტაცია, ახალი ტიპის კურორტების შექმნა, საზღვაო, სამედიცინო და სპა კურორტების განვითარება და სხვ.

მნიშვნელოვანი პოტენციალი არსებობს სამედიცინო ტურიზმის განვითარებისთვის. საქართველოს შეუძლია საერთაშორისო ბაზარზე რამდენიმე ტიპის მომსახურების გატანა, როგორცაა სტომატოლოგია, მხედველობის კორექცია, თმის გადანერგვა, კოსმეტიკური მედიცინა, ფაგებით მკურნალობა (მკურნალობის ექსკლუზიური სახეობა), რეპროდუქციული ჯანმრთელობის მომსახურება და სხვ.

არსებული მდგომარეობის ანალიზი აჩვენებს, რომ საქართველოში ტურიზმი და კურორტოლოგია ერთ პრიზმაში უნდა განიხილებოდეს; კურორტებზე აღსადგენია მკურნალობის სისტემა, გასათვალისწინებელია სამკურნალო კურორტების სპეციფიკა, საჭიროა შეიქმნას კომპლექსური პროგრამა როგორც ინფრასტრუქტურის და ტექნიკური პირობების უზრუნველსაყოფად, ისე ექიმ-კურორტოლოგებისა და კადრების მომზადება–გადასამზადებლად და საერთაშორისო პრომოუშენისა და მარკეტინგის დასახვეწად. ეს საკითხი, როგორც საექსპორტო პოტენციალის ფუნდამენტური მიმართულება, მიზანშეწონილია აისახოს სახელმწიფოს სტრატეგიული გეგმის შექმნასა და განხორციელებაში.

2.2.

№	დასრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1	<p>ქვეყანაში განახლებადი, ალტერნატიული ენერგორესურსების გამოყენების პერსპექტივები, საქართველოსა და ევროკავშირის შორის დადებული ასოცირების შესახებ შეთანხმების კონტექსტში მეცნიერების დარგი - ენერგეტიკა; სამეცნიერო მიმართულება - ენერჯის განახლებადი რესურსები</p>	2020 წწ	<p>ნ.მირიანაშვილი - ტექნ. მეცნ. დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი; (ხელმძღვანელი) შემსრულებლები: ქ.ვეზირიშვილი-ნოზაძე - ტექნ,მეცნ.დოქტორი, პროფესორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი; ა.დვალაძე - წამყვანი ინჟინერი</p>

2	<p>მაღალმთიანეთის განვითარების ეკონომიკური - ეკოლოგიური მიდგომები მსოფლიო გამოცდილება (მთის პრობლემები)</p> <p>სამეცნიერო მიმართულება - სოციალური მეცნიერებანი</p> <p>ქვემიმართულება - სოციალური და ეკონომიკური გეოგრაფია (გარემოს დაცვის მეცნიერებანი)</p>	2019 - 2020 წწ	<p>მ.ციციშვილი - ბიოლ.მეცნ.დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი (ხელმძღვანელი და პასუხისმგებელი შემსრულებელი) შემსრულებელი:</p> <p>ა.დვალაძე - წამყვანი ინჟინერი</p>
3	<p>კახეთის რეგიონის შრომითი რესურსების განვითარების ტენდენციები და პერსპექტივები</p> <p>სამეცნიერო მიმართულება: სოციალური მეცნიერებანი;</p> <p>მეცნიერების დარგი: დემოგრაფია</p>	2020 წწ	<p>ა.სახვაძე - ეკონომიკის დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი (ხელმძღვანელი და პასუხისმგებელი შემსრულებელი)</p>
<p>ანოტაციები</p> <p>1. ქვეყანაში განახლებადი, ალტერნატიული ენერგორესურსების გამოყენების პერსპექტივები, საქართველოსა და ევროკავშირის შორის დადებული ასოცირების შესახებ შეთანხმების კონტექსტში</p> <p>ანგარიშში წარმოდგენილია კვლევის შედეგები საქართველოს განახლებადი, არატრადიციული ენერგორესურსების რაციონალური გამოყენებისა და მათი ქვეყნის სათბობ-ენერგეტიკულ კომპლექსში ჩართვის შესაძლებლობების საკითხებზე.</p> <p>განალიზებულია ენერჯის არატრადიციული, განახლებადი რესურსების (ქარი, მზე, ჰიდრო-თერმული წყლები, ბიომასა) ათვისების თანამედროვე დონე და მათი გამოყენების პერსპექტივები.</p> <p>საქართველოს ენერგეტიკული ბალანსის ანალიზის საფუძველზე შესწავლილია ქვეყნის სათბობ-ენერგეტიკული კომპლექსის ამჟამად არსებული მდგომარეობისა და მისი განვითარების ტენდენციები ენერჯის არატრადიციული, განახლებადი რესურსების გამოყენების გათვალისწინებით.</p> <p>საქართველოს უკავია სტრატეგიული გეოპოლიტიკური მდებარეობა და აქვს შესაძლებლობა, გახდეს ენერგეტიკული ჰაბი რეგიონში, განახორციელოს ელექტროენერჯის ტრანზიტი როგორც უშუალო მეზობლებს შორის (აზერბაიჯანი-თურქეთი; რუსეთი-სომხეთი-ირანი), ასევე ევროპის და ცენტრალური აზიის რეგიონებს შორის.</p> <p>საქართველო მიისწრაფვის ევროპულ სტრუქტურებში ინტეგრაციისკენ. ენერგეტიკული გაერთიანების წევრობა იძლევა შესაძლებლობას ქვეყანაში დაინერგოს ევროპული ხარისხის სტანდარტები ენერგოსისტემის დაგეგმვაში, მართვასა და ოპერირებაში; ასევე გახდეს ევროპული ელექტროენერგეტიკული ბაზრის წევრი.</p>			

ქვეყანას აქვს შესაძლებლობა, გაზარდოს საკუთარი განახლებადი ენერგორესურსების ათვისების წილი და ამ გზით შეამციროს იმპორტულ ელექტროენერჯისა და იმპორტულ საწვავზე მომუშავე თბოსადგურების გენერაციის წილი, შესაბამისად, გაზარდოს ენერგოადაპტაციის ხარისხი და სუფთა ენერჯის გამოყენების მაჩვენებელი.

განალიზებულია საქართველოს ენერჯის სექტორის განმაპირობებელი ფაქტორები, მისი სატრანზიტო პოტენციალი. შეფასებულია ძირითადი რისკები და საფრთხეები, განვითარების სტრატეგიული მიმართულებები და მიწოდების უსაფრთხოების ამაღლების ვარიანტები.

შეფასებულია ქვეყანაში განახლებადი, ალტერნატიული ენერგორესურსების გამოყენების პერსპექტივები, საქართველოსა და ევროკავშირის შორის დადებული ასოცირების შესახებ შეთანხმების კონტექსტში.

ქვეყანაში დამუშავებული განახლებადი ენერჯის შესახებ ეროვნული სამოქმედო გეგმა თავს უყრის დარგში მიმდინარე და დაგეგმილ პოლიტიკასა და მიზნებს; ადგენს ეროვნულ სამიზნე მაჩვენებლებს განახლებადი ენერჯის წყაროებიდან მიღებული ენერჯის წილისათვის, რომლის მოხმარებაც მოხდება 2020-2030 წლებში ტრანსპორტის, ელექტროენერჯეტიკისა და გათბობა-გაგრილების სექტორებში (ენერგოეფექტურობის ღონისძიებების გათვალისწინებით).

ანგარიშში წარმოდგენილ ღონისძიებებში ნაჩვენებია, რომ ელექტროენერჯის საპროგნოზო მოხმარება წელიწადში საშუალოდ გაიზრდება 3,5%-ით.

დამუშავებულია რეკომენდაციები ქვეყანაში ენერჯის არატრადიციული, განახლებადი რესურსებისა და ენერგოადაპტაციის ტექნოლოგიების ფართოდ ათვისების მიზნით.

2. მაღალმთიანეთის განვითარების ეკონომიკური - ეკოლოგიური მიდგომები მსოფლიო გამოცდილება (მთის პრობლემები)

მთებს უკავია დედამიწის ხმელეთის მეოთხედი, სადაც ცხოვრობს მოსახლეობის 12%, ანუ 650 მილიონზე მეტი. მთიანი რეგიონების ბუნებრივი გარემოს დეგრადაციის დონე საგანგაშო ზღვრებს მიუახლოვდა. ეს გლობალური პრობლემა არ დარჩენილა ცნობილი მსოფლიო მეცნიერების - მანტოლოგების ყურადღების მიღმა. (მანტოლოგია - ეს მეცნიერებაა მთების შესახებ).

მთიანეთის განვითარების პროგრამებს თან სდევს ცნობილი მეცნიერების მესერლ-ბრუგერის წესი: „მთიანი რეგიონის მდგრადი განვითარება შესაძლებელია სამი პირობის დაცვისას:

- რაიონის საკუთარი პოტენციალი უნდა იქნეს გამოყენებული სისტემატურად და ეფექტურად.
- საერთაშორისო ეკონომიკური ურთიერთობა უნდა კონტროლირდებოდეს და ვითარდებოდეს მთიანი რეგიონის საკუთარი მიზნების სასარგებლოდ.
- დაცული უნდა იყოს პოლიტიკური მიზანი: პოლიტიკური და ადმინისტრაციული უწყებები ყოველმხრივ დახმარებას უნდა ახორციელებდნენ მთიანი რეგიონის განვითარებისათვის“.

ჩვენი აზრით, ამ დებულებებს უნდა დაემატოს დიდი მონტოლოგის ხანს გეორგ გადემარის (1900 – 2002) მტკიცება, რომ გარემოს დაცვის კანონებს არ უნდა ჰქონდეს ანტისოციალური ხასიათი: „არავითარი სიტყვები, არავითარი ლოგიკა არაფერს ნიშნავს, თუ ისინი არ არიან მორალზე დამყარებულნი“.

მთიანეთის დილემა მდგომარეობს იმაში, რომ მთები კარგავენ თავის ძირძველ მოსახლეობას, დიდი ქალაქების მოსახლეობა კი მისიწრაფის მთებში.

სხვა ქვეყნების მთიანი რეგიონებიდან განსხვავებით, შვეიცარიას არ აქვს ერთიანი „მთის კანონი“. მთიანი რეგიონის პრობლემების გადასაწყვეტად იქ მიღებულია მთელი პაკეტი კანონებისა და აქტებისა, რომლებიც მიმართულია მთიანი რეგიონების მდგრადი განვითარებისაკენ. რაც შეეხება დეფინიციის პრობლემას - „რა ჩაითვალოს მთიანი რეგიონათ?“, „ევროპის მთის ქარტიის მე-2 სტატია განმარტავს: „ტერმინი მთის რეგიონი ისეთ რეგიონს ეკუთვნის, სადაც სიმაღლე, რელიეფი და კლიმატი ისეთ პირობებს

ქმნიან, რომელიც მოქმედებს ადამიანის სამეურნეო საქმიანობაზე“.

ანგარიშში მიმოხილულია მსოფლიოს მთიან რეგიონებში ჩატარებული (სხვადასხვა სახელმწიფოების, ორგანიზაციების თუ პიროვნებების მიერ) მრავალი პროექტი, რომლებმაც დადებითი როლი ითამაშეს მთიანი რეგიონების ეკო-სოციალურ აღორძინებაზე. ყველა მთის რეგიონს თავისი ნიშან-თვისება გააჩნია და მათ ინდივიდუალური გარდაქმნების გზები განვლეს. აღორძინება არ მყარდებოდა სწრაფად - ათეული წლები გადიოდა, სანამ სასურველ შედეგს მიაღწევდნენ.

სხვადასხვა იყო დაფინანსების წყაროები. ჩვენი აზრით, კერძო ინვესტიციების შემთხვევაში საქმე უფრო მომგებიანად მიმდინარეობდა, ვიდრე საბიუჯეტო დაფინანსებისას. ასევე უფრო წარმატებული იყო პროექტებში მრავალი ქვეყნის ფართო მონაწილეობა.

წარმატება უფრო ადვილად მიიღწეოდა იქ, სადაც მოსახლეობა უფრო განსწავლული და მომზადებული დახვდა პროექტებს. განხორციელებული და დაწყებული პროექტების გამოცდილებამ საზოგადოებას აჩვენა, რომ წარმატებისათვის საჭიროა სპეციალური საგამანათლებლო პროექტების დაფინანსება, რომლებიც უფრო ეფექტური და მიზანსწრაფულია სხვა პროექტებთან შედარებით.

რეკომენდაციების შემუშავებისას აღნიშნული საკვლევი პროექტის საფუძველზე გაკეთებულია შემდეგი დასკვნები:

- მსოფლიო გამოცდილების გაცნობა უდაოდ ამდიდრებს ჩვენს ცოდნასა მთიანი რეგიონების განვითარების საქმეში;
- შვეიცარიას გააჩნია დიდი გამოცდილება მთიანი რეგიონების განვითარების მხარდამჭერი პროექტების სამთავრობო-საკანონმდებლო გადაწყვეტილებების მიღების საკითხში;
- ინტერესს იმსახურებს მისი უდიდებულესობის ალა ხანის ძალისხმევა განათლების შესატანად ცენტრალური აზიის რეგიონში;
- ჩვენი დასკვნები მთიანი რეგიონების აღორძინების შესახებ გვაფიქრებინებს ეკოლოგიური განათლების სრულყოფის აუცილებლობას საქართველოს მთიანეთში.

3. კახეთის რეგიონის შრომითი რესურსების განვითარების ტენდენციები და პერსპექტივები

სამუშაოში დახასიათებულია კახეთის მხარის შრომითი რესურსების გამოყენების დინამიკა, საიდანაც ნათლად ჩანს, რომ 2003-2019 წლებში კახეთში, 15 წლისა და უფროსი ასაკის მოსახლეობის რიცხოვნობა, 2003 წლიდან მოყოლებული, თითქმის განუზრვლად (2018-2019 წლებში უმნიშვნელო ზრდის გარდა) მცირდებოდა, რაც ძირითადად გამოწვეული იყო ამ რეგიონის სავალალო დემოგრაფიული ვითარებით. უპირველეს ყოვლისა, ეს იყო შობადობის დონის მკვეთრად შემცირებისა და შრომითი ემიგრაციის ზრდის შედეგი.

ეკონომიკურად აქტიური მოსახლეობა, რომელიც 15 წელზე უფროსი ასაკის მოსახლეობის მნიშვნელოვან ნაწილს წარმოადგენს, რაოდენობრივად ყოველწლიურად უთანაბროდ მერყეობდა (ხან იზრდებოდა, ხან კლებულობდა), თუმცა, ეს ცვალებადობა ძალიან მნიშვნელოვანი არ იყო. 2003-2019 წლებში მისი ოდენობა 174,2 ათასიდან (2019 წ.) 206,5 ათასამდე (2005 წ.) ფარგლებში მერყეობდა.

საქართველოსთვის, ისევე როგორც ნებისმიერი ქვეყნისთვისაც განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს დასაქმებულთა რაოდენობასა და მის ზრდას, რამეთუ სწორედ დასაქმებულთა რაოდენობა (და შესაბამისად მათი შემოსავლები) არის ქვეყნის ეკონომიკური წინსვლა-განვითარებისა და, მაშასადამე, მისი მოსახლეობის კეთილდღეობის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი პირობაც. ამიტომაც დასაქმებულთა რაოდენობის დინამიკის შესწავლა ძალიან მნიშვნელოვანია.

კახეთში, 2003-2019 წლებში, დასაქმებულთა რაოდენობის დინამიკა შემდეგნაირი კანონზომიერებით გამოირჩეოდა. 2003-2005 წლებში (სამწლიან პერიოდში) დასაქმებულთა რაოდენობის გაზრდას, 2005-2010

წლებში (ხუთწლიან პერიოდში) მოჰყვა შემცირება. მომდევნო 2010-2014 წლებში განუზრდელ ზრდას კი - 2015 წელში მოჰყვა შემცირება, რაც 2015-2017 წლებში დასაქმებულთა რიცხვის კვლავ გაზრდით შეიცვალა, ხოლო 2017-2019 წლებში ისევ მოიკლო. აღნიშნულ დინამიკაში გარკვეულ ჩავარდნას წარმოადგენდა 2005-2010 წლებში დასაქმებულთა რიცხვის შემცირება, რაც ძირითადად ემთხვევა მსოფლიო ეკონომიკურ კრიზისსა და 2008 წლის საქართველო-რუსეთის სამხედრო კონფლიქტის პერიოდს. ამ ფონზე სრულებით გასაგებია ხდება დასაქმებულთა რიცხვის 26,9 ათასით შემცირება. გარკვეული ახსნა ესაჭიროება ასევე 2015 წელს დასაქმებულთა რიცხვის შემცირებასაც. ჩვენი აზრით, ასეთი ეპიზოდური ჩავარდნის მიზეზი იყო წინა (2004-2012 წწ.) ხელისუფლების მიერ განხორციელებული არასწორი ეკონომიკური პოლიტიკის შედეგების გამოსწორებასთან დაკავშირებული ღონისძიებების გატარება, რაც, ბუნებრივია, ეფექტს მხოლოდ გარკვეული დროის შემდეგ იძლევა.

სწორედ ასე მოხდა 2016-2017 წლებში, როდესაც 2017 წლის დასაქმებულთა რაოდენობა არა მხოლოდ 2015 წლის დონესთან შედარებით გაიზარდა, არამედ მან 2012 წლის დონესაც კი გადააჭარბა და 179,6 ათასი კაცი შეადგინა. თუმცა 2019 წელს 2017 წელთან შედარებით მათი რაოდენობა კვლავ 12,3 ათასი კაცით შემცირდა, რაც, ცოტა არ იყოს, ძნელი ასახსნელია.

დასაქმებულებთან ერთად ეკონომიკურად აქტიურ მოსახლეობაში შედიან ასევე უმუშევრებიც, რომელთა რაოდენობაც 2003-2019 წლებში, კახეთის მხარეში 11,3 ათასიდან 7,0 ათასამდე შემცირდა. თუმცა საანალიზო პერიოდის შიგნით ამ ცვლილებებს სხვადასხვა წლებში სხვადასხვაგვარი დინამიკა ახასიათებდათ. მათმა ოდენობამ მაქსიმუმს 2009 წელს მიაღწია და 23,2 კაცი შეადგინა, რაც ზემოთ უკვე აღნიშნული მიზეზების გამო (საქართველო-რუსეთის 2008 წლის სამხედრო კონფლიქტი და მსოფლიო ეკონომიკური კრიზისი), სავსებით ლოგიკურია.

განსაკუთრებით აღსანიშნავია უმუშევართა რიცხვის კლება 2016-2017 წლებში, როდესაც მისი ოდენობა 12,0 ათასიდან 6,8 ათასამდე შემცირდა, რაც უდავოდ მისასალმებელი ფაქტია. ამასთან, არ უნდა დავივიწყოთ, რომ კახეთი საქართველოს ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი სასოფლო-სამეურნეო რეგიონია და იქ უმუშევრობის დონის შემცირება ნიშნავს ქვეყნის სოფლის მეურნეობისა და, შესაბამისად, რეგიონის ეკონომიკურ წინსვლა-განვითარებასაც (თუმცა ამ ფონზე 2019 წელს უმუშევართა რიცხვის, მართალია, უმნიშვნელოდ (0,2 ათასით), მაგრამ მაინც, მომატება, უდავოდ ნეგატიური ფაქტია).

გარდა ამისა, გასათვალისწინებელია ისიც, რომ 2016-2017 წლებში უმუშევართა რაოდენობის შემცირება, რასაც თან ახლდა დასაქმებულთა რიცხვის ზრდა, ძირითადად თვითდასაქმებულთა რაოდენობის გაზრდით და, ძალიან უმნიშვნელოდ, დაქირავებულთა რიცხვის ზრდით იყო გამოწვეული.

მთელი საანალიზო პერიოდის (2003-2019 წლების) განმავლობაში, კახეთის რეგიონში თითქმის განუზრდელად მცირდებოდა (89,3 ათასი - 2003 წელს) სამუშაო ძალის გარეთ მყოფი მოსახლეობის რაოდენობაც, რომელმაც 2017 წელს 65,2 ათას კაცამდე დაიკლო, რაც უმუშევართა რიცხვის შემცირებასთან ერთად მეტად პოზიტიური ფაქტია. 2017-2018 წლებში სამუშაო ძალის გარეთ მყოფი მოსახლეობის რაოდენობამ რატომღაც 9,9 ათასით მოიმატა, ხოლო 2018-2019 წლებში კი, მართალია უმნიშვნელოდ (0,6 ათასი კაცით), მაგრამ მაინც მოიკლო, რაც დამატებით ანალიზს საჭიროებს.

უნდა შევნიშნოთ, რომ მთელი საანალიზო პერიოდის (2003-2019 წწ.) განმავლობაში უმუშევრობის დონე არათანაბარი ტემპით იცვლებოდა და მაქსიმალურ დონეს 12,0%-ს 2009 წელს მიაღწია, რისი გამომწვევი მიზეზების შესახებაც უკვე იყო აღნიშნული. შემდეგ თითქმის განუზრდელი კლების გამო, 2019 წელს უმუშევრობის დონე 4,0%-მდე შემცირდა, რაც იმაზე მიანიშნებს, რომ კახეთში, როგორც აგრალურ რეგიონში (სადაც მოსახლეობის უმეტესი ნაწილი სოფლად ცხოვრობს), მნიშვნელოვნად გაიზარდა თვითდასაქმებულთა რაოდენობა, რაც, ამჟამად შრომის საერთაშორისო ორგანიზაციის (შმო-ს) მოქმედი ინსტრუქციის შესაბამისად (რაც, თავისთავად ჩვენთვის მთლად მისაღები არაა), ხელოვნურად ზრდის

რეგიონში დასაქმების დონეს.

თუმცა უნდა შევნიშნოთ, რომ თავისთავად, უმუშევრობის დონის შემცირება უდავოდ მისასაღებელი ფაქტია. ასევე უადრესად პოზიტიურია, განსაკუთრებით უკანასკნელ წლებში გამოვლენილი, კახეთის მოსახლეობის ეკონომიკური აქტივობისა და დასაქმების დონეების ზრდაც, რის გამოც ბოლო წლებში კახეთის მოსახლეობის დასაქმების სტრუქტურაში მომხდარი დადებითი ტენდენციები ნამდვილად იძლევა ოპტიმიზმის საფუძველს, უახლოეს პერიოდში რეგიონის ეკონომიკური განვითარებისთვის.

6. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

6.1. მონოგრაფიები/წიგნები

№	ავტორი/ავტორები	მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	გ.ქაშაკაშვილი (მთავარი რედაქტორი), ზ.ლომსაძე, გ.მაღალაშვილი ავტორთა კოლექტივთან ერთად	ორტომეული „სამთო-მეტალურგი- ული ენციკლოპედია“ I ტ. - ISBN 978-9941-8-2463- 0 II ტ. - ISBN 978-9941-8-2464-7	თბილისი. შპს „ფორმა“	I ტ. - 640 გვ. II ტ. - 528 გვ.
2	ნ.გრძელიშვილი	რეგიონი - ეკონომიკა, პოლიტიკა, მართვა ISBN 978-9941-8-2462-3	ქ.თბილისი, გამომც. „ინტელექტი“, 2020 წ.	380 გვ.

ანოტაცია

2. რეგიონი - ეკონომიკა, პოლიტიკა, მართვა

წიგნში „რეგიონი - ეკონომიკა, პოლიტიკა, მართვა“ განხილულია საქართველოს რეგიონული . პოლიტიკის, ეკონომიკისა და მართვის თანამედროვე პრობლემები, რეგიონული და მუნიციპალური ეკონომიკის სახელმწიფო რეგულირების მექანიზმები, საქართველოში საბიუჯეტო ფედერალიზმის და დეცენტრალიზაციის საკითხები. აგრეთვე განხილულია ქვეყნის მაღალმთიანი რეგიონების განვითარების თავისებურებანი, რეგიონების მდგრადი განვითარების ძირითადი მიმართულებები და სხვ.

წიგნი განკუთვნილია სტუდენტებისათვის, დოქტორანტებისათვის, ახალგაზრდა მკვლევარებისა და მეცნიერ-ეკონომისტებისათვის და ასევე საქართველოს რეგიონების განვითარების პრობლემებით დაინტერესებულ ყველა პირისათვის.

წიგნის მნიშვნელობისა და აქტუალობის გათვალისწინებით, მიზანშეწონილია მისი გამოცემა.

6.2. სახელმძღვანელოები

№	ავტორი/ავტორები	სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
---	-----------------	---	--------------------------------	---------------------

1	ა.სახვაძე. - ავტორთა კოლექტივთან ერთად	საუნივერსიტეტო კურსის სახელმძღვანელო: „საქართველოს საზოგადოებრივი გეოგრაფია,“ (ელექტრონულად) (თავები: 4.1; 4.3; 4.3.2; 6.1) ISBN 978-9941-13-294-0 (pdf), https://tsu.ge/ka/publishing-house/single/1187	თბილისი. 2020. ივანე ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახ. უნივ. გამომცემლობა.	334 გვ.
---	--	---	--	---------

6.3. კრებულები

№	ავტორი/ავტორები	კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN	გამომცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	გ.თალაკვაძე	„30 წელი“ საქართველო სახელმწიფოებრივი დამოუკიდებლობის აღდგენის მეოთხე ათწლეულის ზღურბლზე (სოციალურ-ეკონომიკური მიმოხილვა) ISBN 978-9941-479-68-7	გამომცემლობა „ნეკერი“, 2020 წლის ოქტომბერი	74 გვ.

ანოტაცია

1. „30 წელი“. საქართველო სახელმწიფოებრივი დამოუკიდებლობის აღდგენის მეოთხე ათწლეულის ზღურბლზე

წიგნში განხილულია საქართველოს სახელმწიფოებრივი დამოუკიდებლობის აღდგენიდან განლილი 30 წლიანი პერიოდი. მსოფლიოში მიმდინარე გლობალიზაციის პროცესის სიტემური ანალიზის ფონზე ჩატარებულია საქართველოში მიმდინარე პოლიტიკური, ეკონომიკური და სოციალური პროცესების მიმოხილვა. ნაჩვენებია, რომ ბუნებრივი რესურსების საყოველთაო დეფიციტმა და განსაკუთრებით, მათი განაწილების არასრულყოფილმა სისტემამ, სურსათისა და სასმელი წყლის მწვავე უკმარისობამ, კლიმატის გლობალურმა ცვლილებებმა, უკონტროლო მიგრაციულმა პროცესებმა, ახალი ტიპის საშიშმა ეპიდემიებმა, მწვავე ეკონომიკურმა კრიზისებმა, საერთაშორისო სტრუქტურების საქმიანობის ეფექტიანობის მნიშვნელოვანმა დაქვეითებამ - არსებითი ცვლილებები შეიტანა ადამიანთა მსოფლხედვასა და პრაქტიკულ საქმიანობაში, გამოიწვია თვისობრივად ახალი მოტივაციებისა და მოქმედებათა ალგორითმების ფორმირება.

წამოჭრილია თვისობრივად ახალი ტიპის ინოვაციური პროექტის - „საქართველოს ინტეგრალური რესურსები - კვლევა, ანალიზი, პერსპექტივები“ შემუშავებისა და რეალიზაციის მიზანშეწონილობა, რომლის ფარგლებში მოხდება საქართველოს ინტეგრალური რესურსული პოტენციალის დაზუსტება და ანალიზი, რაც საფუძვლად დაედება მისი მაღალეფექტიანი გამოყენებისა და მართვის სრულყოფილი სისტემის შექმნას, საქართველოს ინტეგრალური რესურსული პოტენციალის დაზუსტებასა და სრულყოფილ ანალიზს, ინტეგრალური რესურსების სტრუქტურის კლასიფიციკაციას და მისი თითოეული სარესურსო კატეგორიის იდენტიფიცირებას, ქვეყნის პოტენციალისა და მისი მაღალეფექტიანი გამოყენებისა და მართვის სრულყოფილი სისტემის შექმნას.

წიგნში მოცემულია 1990-2020 წლებში საქართველოში შექმნილი ე.წ. „მიკროეპოქების“ დახასიათება. განხილულია ახალი გლობალური ტენდენციები, გლობალური განვითარების პროგნოზები, ახალი და

მოსალოდნელი ინიციატივები. მოყვანილია საქართველოს ძირითადი მახასიათებლების შედარებითი ანალიზი ანალოგიურ გლობალურ მახასიათებლებთან

6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათაური, ISSN	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	ნ. მირიანაშვილი, ზ. ლომსაძე, დ. გამეზარდაშვილი, ა. დვალაძე, ქ. კვირიკაშვილი	განახლებადი ენერგორე- სურსების გამოყენება და ეკოლოგიური უსაფრთხოების ევროპული გამოცდილება საქართველოში	ჟ. „მეცნიერება და ტექნოლოგიები“. #2(734), 2020, (იბეჭდება)	თბილისი	გვ.47-54.
2	ნ. მირიანაშვილი, ნ. გპელიშვილი, ქ. კვირიკაშვილი, ვ. ხათაშვილი	გათბობისა და ჰაერის კონდიციონერების სისტემებ- ში ენერჯის განახლება- დი წყაროების გამოყენე- ბის პერსპექტივები	სტუ-ს ა.ელიაშვილის სახ. მართვის სისტემე- ბის შრომათა კრებული. .N24, 2020 (იბეჭდება)	თბილისი	გვ.88-92.
3	რ.ფირცხალავა	საქართველოს სახელმწიფო მიწის ფონდის სტრუქტურა: თავისებურებები, ტენდენციები, პრობლემები ISSN 2587-4713	ჟურნალი „ეკონომიკა“, N10-12 2020 წელი	საქართველო, ქ.თბილისი	17 გვ. (6-25)
4	ნ.ჭითანავა	გლობალური გამოწვევები ერთპოლუსიან მსოფლიოში... გარღვევის სტრატეგიის კონცეპტუალური წახნაგები	საერთაშორისო სამეცნიერო- ანალიტიკური ჟურნალი „ბიზნესი და კანონმდებლობა“ N1, იანვარი-ივნისი, 2020 წელი	საქართველო, თბილისი	6-28 გვ.
5	ო.ფარესიშვილი, ლ.კვარაცხელია ვ.მირზაევი	სამედიცინო (სარეაბილიტაციო) ტურიზმის განვითარების პერსპექტივები საქართველოში	საერთაშორისო სამეცნიერო- ანალიტიკური ჟურნალი „ბიზნესი და კანონმდებლობა“ N1,	საქართველო, თბილისი	53-68 გვ.

	<p>პანდემიისა და პოსტპანდემიურ პერიოდში</p>	<p>იანვარი-ივნისი, 2020 წელი</p>		
<p>ანოტაციები</p>				
<p>1. განახლებადი ენერგორესურსების გამოყენება და ეკოლოგიური უსაფრთხოების ევროპული გამოცდილება საქართველოში</p> <p>სტატიაში გაანალიზებულია დედამიწაზე კლიმატის ცვლილების გამომწვევი მიზეზები. ნაჩვენებია, რომ კლიმატის ცვლილების გამომწვევ ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ფაქტორს წარმოადგენს ორგანულ სათბობზე მომუშავე თბოენერგეტიკული დანადგარები. დასაბუთებულია, რომ გლობალური დათბობის წინააღმდეგ ბრძოლაში მნიშვნელოვანი როლი ენიჭება როგორც ენერჯის განახლებადი წყაროების ფართოდ გამოყენებას, ასევე ენერგოდაზოგვის ფაქტორის გათვალისწინებას. საექსპერტო გათვლებით ენერგოეფექტიანობის გამოყენებული ტექნოლოგიური პოტენციალი ქვეყნის მთლიანი ენერგომომარაგების დაახლოებით ერთი მესამედის ტოლია.</p> <p>2. გათბობისა და ჰაერის კონდიციონირების სისტემებში ენერჯის განახლებადი წყაროების გამოყენების პერსპექტივები</p> <p>სტატიაში გაანალიზებულია საქართველოში გათბობისა და ჰაერის კონდიციონირების სისტემებში, ენერჯის განახლებადი წყაროების გამოყენების პერსპექტივები; კერძოდ, ენერჯის განახლებადი წყაროების მოხმარების არსებული დონე და საპროგნოზო მოთხოვნები გათბობასა და ჰაერის კონდიციონირებაზე, მათ შორის, ენერგოეფექტიანობის ღონისძიებათა გათვალისწინებით.</p> <p>ნაჩვენებია, რომ ენერჯის განახლებადი რესურსების გამოყენებისა და ენერგოეფექტიანი ძიებათა განხორციელების შედეგად, ენერჯის საბოლოო მოხმარებაში მათი წილი გათბობასა და ჰაერის კონდიციონირებაზე გაიზრდება 23,5 ათასი გვტ. სთ-დან (2020წ.) 32,0 ათასი გვტ. სთ-მდე (2030წ.). ჩატარებული ანალიზის შედეგად დადგინდა, რომ საქართველოს ეროვნული ენერგოეფექტიანობის სამოქმედო გეგმის მიხედვით გათვალისწინებული ღონისძიებების განხორციელების მიუხედავად, ელექტროენერჯის საპროგნოზო მოხმარება წელიწადში საშუალოდ გაიზრდება დაახლოებით 3,5%-ით.</p> <p>3. საქართველოს სახელმწიფო მიწის ფონდის სტრუქტურა: თავისებურებები, ტენდენციები, პრობლემები</p> <p>სტატიაში განხილულია საქართველოში საბაზრო ურთიერთობებზე გარდამავალ პერიოდში სახელმწიფო მიწის ფონდში მიმდინარე ცვლილებები, გამოვლენილია თავისებურებები, გაანალიზებულია მიწის რესურსების გამოყენებაში ჩამოყალიბებული ტენდენციები.</p> <p>1990-2019 წლებში სახელმწიფო მიწის ფონდმა რაოდენობრივი და თვისებრივი ცვლილებები განიცადა. მიწის რეფორმა მოუშვადებლად ჩატარდა. მასობრივი ხასიათი ჰქონდა მიწის ფართობების მიტაცებას. თვითნებურად დაიშალა არსებული სასოფლო-სამეურნეო საწარმოები. პრივატიზაციამ გამოიწვია მსხვილი ფართობების წვრილ კონტურებად დაქუცმაცება. მეურნეობების საშუალო ფართობი შეადგენს 1,3 ჰა-ს, ნაკვეთების საშუალო რაოდენობა 2,33-ს, მეურნეობების 73%-ს აქვს 1 ჰა-მდე მიწის ფართობი, მოუგვარებელია მიწის ფართობების აღრიცხვა. ბოლო 15 წლის მანძილზე ქვეყანაში მიწის ბალანსი არ დგება. მკვეთრად შემცირდა დამუშავებული მიწის ფართობები. 1990-2019 წლებში შემცირდა ნათესი ფართობები 495 ათასი ჰა-თი, მრავალწლიანი ნარგავების ფართობები (2017 წელს) - 201,9 ჰა-თი. ასეთმა ცვლილებებმა განაპირობა სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის მოცულობის მნიშვნელოვნად შემცირება, რამაც სასურსათო უსაფრთხოების რისკები უფრო გაზარდა და ქვეყანა არსებითად იმპორტზეა</p>				

დამოკიდებული.

სტატიაში დასაბუთებულია, რომ მიწის ფართობების აღრიცხვის მოწესრიგებისათვის აუცილებელია მათი ინვენტარიზაცია, ასევე უნდა დასრულდეს მიწის ფართობების რეგისტრაცია. ქვეყანაში უნდა შემუშავდეს მიწის (ნიადაგის) დაცვისა და ნაყოფიერების ამღლები სახელმწიფო პროგრამა. სახელმწიფომ მიწის რესურსების რაციონალურად გამოყენების ღონისძიებანი უნდა განახორციელოს მიზნობრივი პროგრამებით.

4. გლობალური გამოწვევები ერთპოლუსიან მსოფლიოში - გლობალური გამოწვევები ერთპოლუსიან მსოფლიოში. - გარღვევის სტრატეგიის კონცეპტუალური წახნაგები (სტატიაში ციკლი)

სტატიაში განხილულია პანდემიის პერიოდში ეროვნული ეკონომიკის განვითარების პრობლემები. ნაჩვენებია, რომ ქვეყნის ეკონომიკა, რომელიც ტრანსფორმაციულ პროცესებში ფუნქციონირებს, სისტემური კრიზისისათვის დამახასიათებელ ნიშნებს ავლენს. უფრო გაღრმავდება კრიზისული მდგომარეობა პანდემიის პერიოდში, რაც გამოიწვევს შეფერხებებს ინტეგრაციულ პროცესებში.

იმისათვის, რომ პანდემიასთან დაკავშირებული მოვლენების უშუალო გავლენა ეკონომიკაზე მნიშვნელოვანწილად შერბილდეს და ეკონომიკის ძირითადი დარგების სიცოცხლისუნარიანობა შენარჩუნდეს, სტატიაში წარმოდგენილია შესაბამისი რეკომენდაციები. დასაბუთებულია, რომ საჭიროა არსებული რესურსების გამოყენების მობილიზაციური პროექტის განხორციელება. პირველ რიგში რეგიონების მიხედვით მიწისა და სხვა ბუნებრივი რესურსების ათვისების მატერიალური და ორგანიზაციული ღონისძიებათა განსაზღვრა. კერძოდ, დაუმუშავებელი მიწის ფართობების გამოყენება, იმპორტჩანაცვლებაზე ორიენტაცია. სახელმწიფო სახსრების კონცენტრირებულად საკვანძო პრობლემების გადაწყვეტისათვის გამოყენება, კერძო სექტორის შესაძლებლობების ოპერატიულად ამოქმედება, კადრების სწორად განაწილება, შინ მუშაობის პრაქტიკის გაფართოება, მომსახურების მობილური ფორმების გამოყენება და სხვ.

იმის გათვალისწინებით, რომ პოსტპანდემიურ პერიოდში ეკონომიკის სიცოცხლისუნარიანობა შევინარჩუნოთ, მიზანშეწონილია 2021-2025 წლების სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების მიზნობრივი პროგრამა შემუშავდეს და მასში უნდა განისაზღვროს დოვლათის წარმოების რაოდენობრივი პარამეტრები, როგორც რეგიონულ, ასევე დარგების მიხედვით. მხედველობაში ვიღებთ იმას, რომ მატერიალური, ფინანსური და ორგანიზაციული შესაძლებლობები მაქსიმალურად იქნება კონცენტრირებული აღნიშნული პროგრამის განხორციელებისათვის.

ეკონომიკის განვითარების გარღვევის სტრატეგია უნდა ითვალისწინებდეს როგორც იმპორტჩანაცვლებას, ასევე საექსპორტო პროდუქციის წარმოების გაფართოებას, ადგილობრივი წარმოების სასურსათო პროდუქციის შიდა ბაზრის ადგილობრივი წარმოების სასურსათო პროდუქციით უზრუნველყოფას, . სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების პროგნოზირებისა და სტრატეგიული მართვის, საკუთრებისა და მეურნეობრიობის ფორმების პლურალიზმის პირობებში საბაზრო თვითრეგულირებისა და ეკონომიკის სახელმწიფო რეგულირების მექანიზმების შეთანწყობას, ინტეგრაციული პროცესების გაღრმავებას და სხვ.

5. სამედიცინო (სარეაბილიტაციო) ტურიზმის განვითარების პერსპექტივები საქართველოში პანდემიისა და პოსტპანდემიურ პერიოდში

სტატიაში იხილება საქართველოში კოვიდ-19-ით გამოწვეული პრობლემები და მასთან ბრძოლის დადებითი გამოცდილება. ხაზგასმულია, რომ ქვეყანამ წარმატებით გაართვა თავი ვირუსით გამოწვეულ სიმნელებს.

აღნიშნულია, რომ საქართველოს გააჩნია კარგი პერსპექტივები სამედიცინო-სარეაბილიტაციო ტურიზმის განვითარებისა, რისთვისაც ქვეყანაში მრავლად არის ამისთვის საჭირო სამკურნალო-გამაჯანსაღებელი ობიექტები და სივრცეები.

განხილულია ის შესაძლებლობები, რითაც ქვეყანამ შეიძლება დააინტერესოს და მოიზიდოს მკურნალობისა და ჯანმრთელობის რეაბილიტაციის მსურველი ადგილობრივი და უცხოელი ტურისტები და ვიზიტორები.

ნაჩვენებია, რომ ქვეყანა დაყოფილია 11 კლიმატურ და 12 საკურორტო-რეკრეაციულ რაიონად, სადაც მდებარეობს 100-ზე მეტი კურორტი და 180-მდე საკურორტო ადგილი, რომელთა კლასიფიკაციას საფუძვლად უდევს მთავარი სამკურნალო ფაქტორი. ცხრილების სახით მოცემულია მოკლე ცნობები საქართველოს ცნობილი კურორტების შესახებ, სამკურნალო პროფილის მიხედვით. ესენია: მთის კლიმატური, ბალნეოლოგიური, ზღვისპირა კლიმატური, ბალნეო-კლიმატური, კლიმატო-ბალნეოლოგიური და პელოიდური კურორტები. ცალკეა გამოყოფილი მრავალპროფილური სამკურნალო-გამაჯანსაღებელი ცენტრები - სამედიცინო Wellness კურორტი „ბიოლი“ და თბილისის ბალნეოლოგიური კურორტი - „თბილისი -SPA“.

სტატიაში გაშუქებულია ეკოტურიზმის როლი მოსახლეობის/ტურისტების რეაბილიტაციისა და გაჯანსაღების პროცესში. აღნიშნულია, რომ ჯანმრთელობის რეაბილიტაციის საუკეთესო საშუალებაა მათი რეკრეაციული აქტივობა ეკოლოგიურად სუფთა გარემოში, ასევე აქტიური ჩართულობა სოფლად ფერმერულ საქმიანობაში.

7. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

7.3. კრებულები

№	ავტორები	კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	В.Мирзаева (статья: "Прожектор пандемии COVID-19 (к вопросу о "болевых точках" современности)")	"Этика, эстетика, аксиология: эпистемологические проблемы" сборник Института философии и социологии Национальной Академии Наук Азербайджана	Баку (იბეჭდება)	15 სტრ.

ანოტაცია

1. კოვიდ-19 პანდემიის პროექტორი (თანამედროვეობის "მტკივნეული წერტილების" შესახებ)

სტატიაში განხილულია ფასეულ-ეთიკური და კულტურულ-ესთეტიკური ხასიათის აქტუალური პრობლემები კონკრეტულ მასალაზე - გლობალური მასშტაბის სერიოზული გამოწვევის, კოვიდ-19-ის პანდემიის, პირობებში. პირველად, ანალიზირდება თანამედროვე ადამიანის ფსიქო-ემოციური და ქცევითი რეაქცია გაუთვალისწინებელ კრიტიკულ სიტუაციაზე.

გლობალიზირებული მსოფლიოს პირობებში, მნიშვნელოვანი პრობლემები შეიძლება გადაიჭრას მხოლოდ გლობალურ დონეზე, თუმცა თანამედროვე ცივილიზაცია მზად არ არის საერთო ძალისხმევით ებრძოლოს ეპოქის სერიოზულ გამოწვევებს.

ინფორმაციული და კომუნიკაციური ტექნოლოგიების ინტენსიური განვითარების პირობებში, რაც კარდინალურად ცვლის ადამიანთა ცხოვრების წესს და აზროვნებას, მწვავედ შეიგრძნობა ადეკვატური ფილოსოფიური, ფსიქოლოგიური, კულტუროლოგიური, იდეოლოგიური უზრუნველყოფის საჭიროება; მის არარსებობას მიყვარტ ცხოვრების მატერიალურ და სულიერს ასპექტებს შორის უფსკრულის გაღრმავებამდე, დეჰუმანიზაციის პროცესის გაძლიერებამდე.

ბოლო თვეების მოვლენებმა აჩვენა, რომ კაცობრიობამ სათანადოდ არ გაიაზრა და არ გამოიტანა საჭირო დასკვნები კრიზისული სიტუაციიდან, არ გამოიყენა თვით ცხოვრების მიერ მინიჭებული პაუზა თავისი არსებობის საფუძვლების გადასაფასებლად, რაც მეტად სახიფათოა.

7.4. სტატიები

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	Z.Lomsadze, K.Maxaradze, R.Pirskhalava	Challenges and Prospects of Farmland Amelioration in Regions of East Georgia ISSN 3162-2364	Sciens of Europe	Praha, Czech Republic Vol. 2. N58 (2020)	5 pp (3-7)
2	T.Patarkalashvili	Unsustainable Forest Management Threaten Biodiversity and Climate Change. ISSN: 2475-3432 Impact Factor: 2.01	International Journal of Biotechnology and Bioengineering. Volume 6, Issue 5, 2020	USA, Virginia, Richmond. Bio-Core Group	7 pp.
3	T.Paratkalashvili	Ecological Problems of Capital of Georgia and Possible Ways of Solution. ISSN: 2349-476X Impact Factor; 1. 063	International Journal of Research Studies in Science, Engineering and Technology. Volume 7, Issue 4. 2020	USA, Lewes, Delaware. SRYAHWA Publications	7pp.
4	Талаквადзе Г.М. (в соавторстве)	Приоритеты и ресурсы Грузии: мифы, история, перспективы УДК332:502.11(479.22)	ИЭПУР АН Украины Научный журнал «Экономика природопользования и устойчивое развитие»	Украина, Киев. ноябрь 2020 г.	16 стр.

5	Г.Талакვაძე	Социальные, экономические и мировоззренческие последствия пандемии Covid-19	Мультидисциплинарный международный научный журнал "Science of Europe"	Декабрь, 2020. (В процессе подготовки)	
6	О.Паресишвили, Л.Кварацхелиа, В.Мирзаева	Взаимоотношения стран Кавказа: от конфронтации к кооперации (на примере сотрудничества в сфере природопользования и экологической безопасности)	Материалы международного форума (2 nd International forum of the Caucasus studies scholars)	Азербайджан, Баку, 2020 г.	6 стр.
7	О.Паресишвили, Л.Кварацхелиа, Д.Гамезардашвили В.Мирзаева	Мобилизация природно-рекреационных ресурсов в условиях распространения COVID-19 (на примере Грузии) ISSN: 2707-3319 (on line) ISSN: 2616-7689 (print)	ИЭПУР АН Украины Научный журнал «Экономика природопользования и устойчивое развитие» №8 (27). 2020.	Украина, Киев. 2020 г. (в печати)	16 стр

ანოტაციები

1. აღმოსავლეთ საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო მიწების სარწყავი მელიორაციის მდგომარეობა რეგიონების მიხედვით (Challenges and Prospects of Farmland Amelioration in Regions of East Georgia)

ნაშრომში განხილულია აღმოსავლეთ საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო მიწების სარწყავი მელიორაციის მდგომარეობა რეგიონების მიხედვით 1990, 2001, 2013 და 2017 წლების მონაცემების საფუძველზე, საქართველოს ბუნებრივი და ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობების შესაბამისად.

აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიის უმეტესი ნაწილი საჭიროებს სარწყავ მელიორაციას სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის მისაღებად. ამიტომ მელიორაციულ ღონისძიებებს ქვეყანაში ალტერნატივა არ გააჩნია და მათი განხორციელება უნდა იყოს უპირატესი სხვა პრიორიტეტებს შორის. ჩატარებული კვლევების შედეგად ნაჩვენებია, რომ საკვლევ პერიოდში მორწყული მიწების ფართობები მკვეთრად არის შემცირებული (დანაკლისი აღწევს 70-80%-ს), რაც ასახულია დიაგრამებზე.

ნაშრომში წარმოდგენილია აღმოსავლეთ საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო მიწის სავარგულების მელიორაციული მდგომარეობის გაუმჯობესების სათანადო წინადადებები.

2. ტყეების არამდგრადი მართვა საფრთხეს უქმნის ბიომრავალფეროვნებას და კლიმატის ცვლილებას (Unsustainable Forest Management Threaten Biodiversity and Climate Change)

სატყეო ეკოსისტემებს უაღრესად დიდი მნიშვნელობა აქვთ ბიომრავალფეროვნების კონსერვაციისა და კლიმატური ცვლილებების შემსუბუქებისათვის. ეს მნიშვნელობა კიდევ უფრო გამძაფრებულია მთიან ეკოსისტემებში სადაც ტყეები ასრულებენ უაღრესად მნიშვნელოვან დაცვით ფუნქციებს როგორცაა: ნიადაგის ეროზიისაგან დაცვა, წყლის ბალანსის შენარჩუნება და მისი თანდათანობითი ჩაჟონვა ნიადაგის სიღრმეში. მთის ეკოსისტემები იცავენ მთის მოსახლეობას ძლიერი, ცივი ქარებისაგან, ღვარცოფებისაგან, ქარბუქებისა და ზვავებისაგან. მთის ეკოსისტემები

წარმოადგენენ გადაშეხების საფრთხის ქვეშ მყოფი ენდემური და რელიქტური მცენარეებისა და ცხოველების საცხოვრებელ გარემოს.

სამთავრობო უფლებამოსილი უწყებები ხელს უნდა უწყობდნენ ტყეების მდგრადი განვითარების პრიორიტეტული მიმართულებების დამკვიდრებას და განვითარებას. საწვავ მერქანზე მოთხოვნილების ზრდა, აგრეთვე წინა წლებში უცხოელ მეწარმეებზე გაცემული ლიცენზიები ხეტყის დამზადებაზე ზრდის ტყეების შემდგომი დეგრადაციის საფრთხეს. საჭიროა მეტი ყურადღება დაეთმოს ენერჯის განახლებადი წყაროების გამოყენებას როგორცაა: მზის, ქარის, ბიოენერჯისა და გეოთერმული ენერჯის გამოყენება.

3. საქართველოს დედაქალაქის ეკოლოგიური პრობლემები და მათი გადაჭრის შესაძლო გზები

(Ecological Problems of Capital of Georgia and Possible Ways of Solution)

დღევანდელი მსოფლიოს ერთერთ უმთავრეს პრობლემას წარმოადგენს დიდი ქალაქებისა და სხვილი სამრეწველო ცენტრების ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურება ავტოტრანსპორტისა და სამრეწველო საწარმოებისაგან. საბჭოთა პერიოდში ქ.თბილისის ატმოსფერული ჰაერის მთავარ დამბინძურებლებათ ითვლებოდნენ ქარხნები და ფაბრიკები. იმ პერიოდში ქალაქის ავტოტრანსპორტი ნაკლებად იყო განვითარებული. საბჭოთა კავშირის დაშლის შემდეგ სიტუაცია კარდინალურად შეიცვალა. სამრეწველო საწარმოები თითქმის მთლიანად დაიხურა ან ჯართის სახით გაიყიდა და მათი მავნე გომონაბოლქვების ოდენობა დაეცა. სამაგიეროდ მათი ადგილი დაიკავა სწრაფი ტემპებით განვითარებულმა ავტოტრანსპორტმა, მათ შორის უპირატესად საკუთარმა ავტოტრანსპორტმა რომელთა უდიდესი ნაწილი მეორე და ზოგჯერ მესამე ხელისაა. ეს ის მანქანებია რომლებიც ვეღარ აკმაყოფილებენ ევროპულ ეკოლოგიურ სტანდარტებს და იყიდებიან განვითარებად ქვეყნებში, მათ შორის საქართველოშიც. ამჟამად ქალაქის ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების ლომის წილი მოდის ამ ავტომობილებზე. ავტოტექდათვალიერება რომელიც გასულ წელს დაიწყო გაურკვეველი მიზეზების გამო შეწყდა და დასახულ მიზანს ვერ მიაღწია. ქალაქის ჰაერის დაბინძურებაზე ასევე მოქმედებს გზების გაუმართაობა და ხანგრძლივი საცობები. ამას ემატება საწვავის დაბალი ხარისხი, ქალაქის გამწვანების უაღრესად დაბალი დონე. ეს და სხვა საკითხები რომლებიც დაკავშირებულია ქალაქის ეკოლოგიური მდგომარეობის გაუმჯობესებასთან არის განხილული სტატიაში.

4. "საქართველოს პრიორიტეტები და რესურსები: მითები, ისტორია, პერსპექტივები" (Приоритеты и ресурсы Грузии: мифы, история, перспективы)

ნაშრომში განხილულია საქართველოს ძირითადი სოციალურ-ეკონომიკური პრიორიტეტების შესწავლასთან დაკავშირებული საკითხები. მოკლე ისტორიულ მიმოხილვაში უარყოფილია ფართოდ გავრცელებულ თეზისი იმის შესახებ, რომ საბჭოთა პერიოდში საქართველოს რესპუბლიკა მოიხმარდა ბევრად მეტ საქონელს ვიდრე აწარმოებდა; რომ ერთ სულ მოსახლეზე შემოსავლები ასტრონომიულ ნიშნულზე იმყოფებოდა.

ასევე განხილულია ქვეყნის რესურსების არსებული მდგომარეობა. გამოყენებულია ინტეგრალური რესურსების კონცეფცია და შემოთავაზებულია ბოლო ათწლეულების განმავლობაში მთელი რიგი ტრადიციული და ახლად ჩამოყალიბებული პოტენციური შესაძლებლობების რესურსების გაერთიანება ერთ კატეგორიაში ე.წ. "პარციალურ რესურსებში", რომლებიც რესურსების ტრადიციულ სახეებთან - ბუნებრივ, ადამიანურ და მატერიალურ რესურსებთან ერთად, საშუალებას იძლევა ყველაზე სრულყოფილად და ყოვლისმომცველად დახასიათდეს მათი გამოყენების

შესაძლებლობა ქვეყნის უმთავრესი სოციალურ-ეკონომიკური პრობლემების გადასაჭრელად.

განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა საქართველოს ბუნებრივი რესურსების ამჟამინდელ მდგომარეობას. აქცენტი კეთდება მინერალური რესურსების, კერძოდ, სამშენებლო და მოსაპირკეთებელი მასალების მოკლე ანალიზსა და შესაბამის მაგალითებზე.

ეკონომიკური პროცესების მართვის ეფექტურობის გაუმჯობესების მიზნით, შემოთავაზებულია ქვეყნის სამინისტროებისა და დეპარტამენტების საქმიანობის გაუმჯობესება სამეურნეო-ეკონომიკური კომპლექსის მართვის ოპტიმიზაციის გზით. წინადადების სიახლე უკავშირდება პროექტების სამი დონის კლასიფიკაციის დანერგვას, რომელთაც მიენიჭება ეროვნული, დარგობრივი და რეგიონალური სტატუსები, მათი მასშტაბისა და ძირითადი მახასიათებლების გათვალისწინებით.

თანამშრომლობისა და კვლევების ხარისხის ასამაღლებლად, ასევე შემოთავაზებულია უკრაინის მეცნიერებათა აკადემიის გარემოს მართვისა და მდგრადი განვითარების ეკონომიკის ინსტიტუტისა და საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის საქართველოს სწარმოო ძალებისა და ბუნებრივი რესურსების შემსწავლელი ცენტრის ერთობლივი სამეცნიერო-ანალიტიკური საქმიანობის დაწყება.

5. კოვიდ -19 პანდემიის სოციალური, ეკონომიკური და მსოფლხედვითი შედეგები (Социальные, экономические и мировоззренческие последствия пандемии Covid-19)

ნაშრომში, 2020 წლის ყველაზე მნიშვნელოვანი მოვლენების ფონზე, გაანალიზებულია მიმდინარე სოციალური, ეკონომიკური და სოციალური პროცესების ხასიათი. განიხილება ადამიანის საქმიანობის სხვადასხვა სფეროში პრაგმატიზმის განმტკიცების მიზეზები, მზარდი წინააღმდეგობები საბაზრო ეკონომიკის სისტემასა და სახელმწიფო პროტექციონიზმს შორის. კეთდება "ონლაინ" სერვისების განვითარების პერსპექტივების შესწავლის მცდელობა თანამედროვე საზოგადოების ცხოვრების სხვადასხვა სფეროებთან მიმართებაში.

გაანალიზებულია სწრაფად განვითარებადი ანტაგონიზმი თანამედროვე ადამიანებისთვის (ადამიანთა ჯგუფებისთვის, საზოგადოებებისთვის) დამახასიათებელ რაციონალიზმსა და ცხოვრების სხვადასხვა სფეროებში გაჩენილ და შეღწეულ ირაციონალიზმს შორის, რომელიც გადაიქცა თანამედროვე სამყაროს ერთ-ერთ მთავარ მახასიათებლად და რაც იწვევს უცნობ პროცესებსა და ფენომენებთან იძულებით კოაბიტაციის, მათთან გრძელვადიანი ადაპტაციის აუცილებლობას.

აღინიშნულია, რომ მსოფლიოში 2019 წლის ბოლოდან ჩამოყალიბებულმა გარემოებებმა, ყველა ძირითადი საერთაშორისო ორგანიზაციისა და სტრუქტურის, ქვეყნების აბსოლუტური უმრავლესობის მთავრობებისა და გავლენიანი ტრანსნაციონალურ კორპორაციების მხრიდან შესაშური ერთსულოვნებით გააქტირებულმა პროექტმა, სახელწოდებით "COVID-19 პანდემია", მიიპყრო არა მხოლოდ მძაფრი ყურადღება, არამედ ამავდროულად გამოიწვია რიგი მოულოდნელი ეკონომიკური, სოციალური, ფსიქოფიზიოლოგიური პროცესების გაჩენა, რომელთა დახასიათება შესაძლებელია მხოლოდ შემდეგი ფაქტორების გათვალისწინების შემთხვევაში: COVID-19 ვირუსის უეჭველი არსებობა (წარმოშობის ხასიათის მიუხედავად); დედამიწის და მისი ცალკეული რეგიონების ამჟამინდელი ეკოლოგიური მახასიათებლები; მოსახლეობის სამკურნალო და პროფილაქტიკური სამედიცინო მომსახურების მდგომარეობა, პოტენციალი და ეფექტურობა; თანამედროვე ადამიანის ფსიქოფიზიოლოგიური მახასიათებლები; გარე გავლენების აშკარა და ჰიპოთეტური ფაქტორები კაცობრიობის განვითარების მთავარ ასპექტებზე და ა.შ.

6. კავკასიის ქვეყნების ურთიერთობები: კონფრონტაციიდან კოოპერაციამდე (ბუნებათსარგებლობის სფეროსა და ეკოლოგიურ უსაფრთხოებას შორის თანამშრომლობის მაგალითზე) (Взаимоотношения стран Кавказа: от конфронтации к кооперации (на примере сотрудничества в сфере природопользования и

экологической безопасности)
 სტატიაში დასაბუთებულია კავკასიის ქვეყნებს შორის თანამშრომლობის აქტუალობა ისეთ სფეროებში, როგორცაა: ბუნებათსარგებლობა, გარემოს დაცვა, ეკოლოგიური უსაფრთხოება. მოყვანილია რეგიონის მოკლე ფიზიკურ-გეოგრაფიული დახასიათება, განხილულია მწვავე ეკოლოგიური პრობლემები, შეფასებულია არსებული რისკები, მოყვანილია უარყოფითი ფაქტორები, რომლებიც იწვევენ მოსახლეობის ცხოვრების ხარისხის გაუარესებას, რაც წინააღმდეგობაში მოდის კავკასიის ქვეყნების მდგრადი განვითარების პერსპექტივებთან. ხაზგასმულია ერთობლივი ღონისძიებების გატარების აუცილებლობა ისეთ სფეროებში, როგორცაა გარემოს დაცვა, ბიომრავალფეროვნებისა და ეკოსისტემების შენარჩუნება, ბუნებრივი რესურსების რაციონალური ექსპლუატაცია.

7. ბუნებრივ-რეკრეაციული რესურსების მობილიზაცია Covid-19 გავრცელების პირობებში (საქართველოს მაგალითზე) (Мобилизация природно-рекреационных ресурсов в условиях распространения COVID-19 (на примере Грузии))

სატატიაში საქართველოს მაგალითზე იხილება ბუნებრივ-რეკრეაციული რესურსების გამოყენების საკითხი 2020 წლის გლობალური გამოწვევის - Covid-19 პანდემიასთან ბრძოლაში. საქართველოს გააჩნია აღნიშნული მიმართულების განვითარების დიდი პოტენციალი. საქართველოს ბუნებრივი ფაქტორები დიდი ხანია გამოიყენებოდა ადამიანთა მკურნალობის, პროფილაქტიკისა და რეაბილიტაციისათვის, ქვეყნის მრავალი კურორტი საქვეყნოდ არის ცნობილი და სარგებლობს დამსახურებული ავტორიტეტით. სტატიაში აღნიშნულია კოვიდ დაავადების გადატანის შემდგომი რეაბილიტაციის შესაძლებლობები საქართველოს ცნობილ კურორტებზე და საკურორტო ადგილებში, სპეციალური გამაჯანსაღებელი ღონისძიებების გატარებით (აქტიური და პასიური კლიმატოთერაპია, ჰაერისა და მზის ვანები, თერმული და მინერალური წყლების და სამკურნალო ტალახის პროცედურები, ინჰალაცია და სხვ.).

სტატიაში დახასიათებულია საქართველოს კურორტების სამკურნალო ფაქტორები. აღნიშნულია, რომ დაავადების ფართო მასშტაბისა და დაავადებულთა მკურნალობის შემდგომი პოლიფუნქციური გართულებების შემსუბუქების მიზნით მიზანშეწონილია სხვა ქვეყნებმაც აქტიურად გამოიყენონ მათ არსენალში არსებული ბუნებრივ-რეკრეაციული რესურსები. ხაზგასმულია ამ სფეროში სხვადასხვა ქვეყნებს შორის კოოპერაციის აუცილებლობა, გამოცდილების გაზიარების მიზნით.

8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

8.1. საქართველოში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	ნ. მირიანაშვილი, ნ. ყავლაშვილი, ქ. კვირიკაშვილი.	თბური ტუმბოები ლუდის წარმოებაში.	მე-2 საერთაშორისო ტექნიკური კონფერენცია „ენერგეტიკის თანამედროვე პრობლემები და მათი გადაწყვეტის გზები“. თბილისი, სტუ, 2020. 7-11 დეკემბერი.

2	ქ. ვეზირიშვილი-ნოზაძე, ე.ფანცხავა, მ.ჯიხვაძე	ენერგეტიკის როლი და მნიშვნელობა ქვეყნის ეკონომიკური განვითარების პროცესში	მე-8 საერთაშორისო ეკონომიკური კონფერენცია „ეროვნული ეკონომიკის განვითარების მოდელები: გუშინ, დღეს, ხვალ“. თბილისი, სტუ, 22 ოქტომბერი, 2020.
3	ზ. ლომსაძე, ნ. მირიანაშვილი, ქ. ვეზირიშვილი-ნოზაძე	ენერჯის განახლებადი რესურსები და ენერგოდაზოგვის პერსპექტივები კახეთის რეგიონში	მე-8 საერთაშორისო ეკონომიკური კონფერენცია „ეროვნული ეკონომიკის განვითარების მოდელები: გუშინ, დღეს, ხვალ“. თბილისი, სტუ, 22 ოქტომბერი, 2020.
4	ქ. ვეზირიშვილი-ნოზაძე, ნ. მირიანაშვილი, ე.ფანცხავა, მ. ლორია, მ. ტულუში	საქართველოს ელექტროენერგეტიკული სექტორის განვითარების ანალიზი და შუქ-ჩრდილები (შედეგები).	მე-2 საერთაშორისო ტექნიკური კონფერენცია „ენერგეტიკის თანამედროვე პრობლემები და მათი გადაწყვეტის გზები“. თბილისი, სტუ, 2020. 7-11 დეკემბერი.
5	ნ.გრძელიშვილი	ათონის წმინდა მთის ვატოპედის მონასტრის სამეურნეო მენეჯმენტი	ქ.თბილისი, ივ.ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, მე-5 საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „გლობალიზაციის გამოწვევები ეკონომიკასა და ბიზნესში“, 2020 წლის ოქტომბერი
6	გ.თალაკვაძე	პანდემია Covid-19 - გაკვეთილები და გამოწვევები	მერვე საერთაშორისო ეკონომიკური კონფერენციის - IEC 2020 შრომათა კრებული პანდემია Covid-19 - გაკვეთილები და გამოწვევები. 22 ოქტომბერი, 2020, თბილისი
7	ო.ფარესიშვილი, ლ.კვარაცხელია, დ. გამეზარდაშვილი, ვ.მირზაევი	საქართველოს ბუნებრივ- რეკრეაციული რესურსების როლი კორონავირუსის გავრცელების პირობებში	საერთაშორისო სამეცნიერო- პრაქტიკული ონლაინ კონფერენცია „Covid-19 - ეკონომიკური, სამართლებრივი და პოლიტიკური გამოწვევები“, NEWUNI, თბილისი, 22-23 დეკემბერი, 2020.
ანოტაციები			

1. თბური ტუმბოები ლუდის წარმოებაში

აგროსამრეწველო კომპლექსის საწარმოები წარმოადგენენ სათბობ-ენერგეტიკული რესურსების მსხვილ მომხმარებლებს, სადაც როგორც სათბობის, ასევე ენერჯის ეკონომიის პრობლემა მწვავედ დგას. ჩატარებული კვლევებიდან, რომელიც მოხსენებაშია წარმოდგენილი, ნათლად ჩანს, რომ ლუდის წარმოებაში თბური ენერჯის მნიშვნელოვანი დანაკარგებია, რომელთა შემცირება ეფექტიანი იქნება ენერგოდამზოგი თბური ტუმბოს დანადგარების გამოყენებით. ლუდის წარმოებაში, თბური ტუმბოს დანადგარების გამოყენების შედეგად, მეორეული ენერგორესურსების მაქსიმალურად ათვისების შემთხვევაში, შესაძლებელია დანახარჯების შემცირება დაახლოებით 25-30%-ის ოდენობით. ამის შედეგად მნიშვნელოვნად შემცირდება წარმოებული პროდუქციის თვითღირებულება.

2. ენერგეტიკის როლი და მნიშვნელობა ქვეყნის ეკონომიკური განვითარების პროცესში

მომავალში საქართველოს ეკონომიკის დაჩქარებული განვითარების ინტერესები მოითხოვს, რომ ენერგეტიკული ბალანსის შემდგომი სრულყოფა მოხდეს უპირატესად ადგილობრივი რესურსების გამოყენების გაზრდის გზით. ენერგეტიკული ბალანსის სრულყოფის თვალსაზრისით დიდი როლი უნდა შეასრულოს ენერგოეფექტიანობის როლის წინა პლანზე წამოწევამ. აუცილებელია ენერჯის განახლებადი წყაროების ფართო მასშტაბით ათვისება, რათა ამ უკანასკნელმა მნიშვნელოვანი ადგილი დაიჭიროს საქართველოს ენერგეტიკულ ბალანსში.

გამოკვლევამ, რომელიც მოხსენებაშია წარმოდგენილი, აჩვენა, რომ ენერგეტიკული უსაფრთხოებისთვის 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.

აუცილებელია ამოქმედდეს ეკონომიკურად და ეკოლოგიურად დასაბუთებული ახალი თბო და ჰიდროსიმძლავრეები. ჰიდროენერგეტიკული რესურსები იძლევა მცირე ჰესების აშენების დიდ პოტენციალს. მათი ფართომასშტაბიანი მშენებლობა შესაძლებელია თითქმის ყველა რაიონში იქ არსებული საწარმოო პოტენციალის, ფინანსური რესურსებისა და კერძო კაპიტალის მოზიდვის ხარჯზე.

3. ენერჯის განახლებადი რესურსები და ენერგოდამზოგვის პერსპექტივები კახეთის რეგიონში

მოხსენებაში გაანალიზებულია კახეთის რეგიონში განახლებადი ენერგეტიკული რესურსების (ჰიდრო, მზის, ქარის, ბიომასის) ათვისების არსებული მდგომარეობა და ენერჯის დაზოგვის პერსპექტივები. განახლებადი ენერგეტიკული რესურსების გამოყენება საშუალებას იძლევა რეგიონში შეიქმნას დამატებითი ენერგეტიკული სიმძლავრეები, რომლებიც უზრუნველყოფენ აღნიშნული რესურსების 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.

4. საქართველოს ელექტროენერგეტიკული სექტორის განვითარების ანალიზი და შუქ-ჩრდილები (შედეგები)

მოხსენებაში გაანალიზებულია საქართველოს ენერგოსისტემის სიმლიერის განმაპირობებელი ფაქტორები, მისი სატრანზიტო პოტენციალი, შეფასებულია ძირითადი რისკები და საფრთხეები,

განვითარების სტრატეგიული მიმართულებები და მიწოდების უსაფრთხოების ამაღლების ვარიანტები.

შეფასებულია ქვეყანაში განახლებადი, ალტერნატიული ენერგორესურსების გამოყენების პერსპექტივები, საქართველოსა და ევროკავშირის შორის დადებული ასოცირების შესახებ შეთანხმების კონტექსტში.

5. ათონის წმინდა მთის ვატოპედის მონასტრის სამეურნეო მენეჯმენტი

6. პანდემია 2019 - გაკვეთილები და გამოწვევები.

Covid-19 პანდემიამ, თანმხლებმა ეკონომიკურმა და სოციალურმა პროცესებმა, აჩვენა ძირითადი საერთაშორისო ორგანიზაციების, პროფილური და საზოგადოებრივი სტრუქტურების, აგრეთვე ქვეყნების უდიდესი უმრავლესობის მთავრობების უუნარობა მოეხდინათ დროული და ეფექტური რეაგირება, რათა Covid-19 გლობალური პანდემიის, ფაქტიურად კი უპრეცედენტო მასშტაბის კატასტროფის დონემდე არ გაზრდილიყო.

პანდემიის მეორე ეტაპის უეჭველი დაწყების მიუხედავად, ადგილი ჰქონდა და კვლავ აქვს უსაფუძვლო სიმშვიდეს, რომელიც ესაზღვრება საშიშ გულგრილობას ამ, ჯერ კიდევ არასაკმარისად შესწავლილი ფენომენის მიმართ.

ხაზგასმულია, რომ პანდემიამ გამოიწვია მთელი რიგი უარყოფითი გლობალური პროცესებისადმი ყურადღების შესუსტება. მხედველობაშია კლიმატის გლობალური ცვლილება, ინტეგრალური რესურსების მკვეთრი შემცირება და მათი რაციონალური განაწილების პრობლემები, ჩრდილოვანი ეკონომიკის ზრდა, კონტრაბანდის, ფალსიფიცირებული და კონტრაფაქტული პროდუქტების დომინირება. ხაზგასმულია, რომ სერიოზულ შემფოთებას იწვევს არაზუსტი სტატისტიკური მაჩვენებლებით, რომლებიც არ შეესაბამება სიტუაციის რეალურ მდგომარეობას, ოპერირების გაზრდილი სიხშირე.

ხაზგასმულია, რომ ამ პრობლემებისადმი განსაკუთრებით მგრძობიარეა მცირე ქვეყნები, რომელთა ეკონომიკური და პოლიტიკური გავლენის ხარისხი გლობალურ პროცესებზე დაბალია, მაგრამ ამ პროცესების გავლენა ასეთ ქვეყნებში მიმდინარე ეკონომიკურ და სოციალურ პროცესებზე - მნიშვნელოვანი.

შემოთავაზებულია მთელი რიგი ღონისძიებები, რომელთა განხორციელება ხელს შეუწყობს სახელმწიფოს მმართველობითი მაქანიზმებისა და საზოგადოების პრიორიტეტული პროცესების მენეჯმენტის ხარისხის გაუმჯობესებას.

7. საქართველოს ბუნებრივ-რეკრეაციული რესურსების როლი კორონავირუსის გავრცელების პირობებში

მოხსენებაში განხილულია საქართველოს საკურორტო-სარეაბილიტაციო პოტენციალის გამოყენება კოვიდ-19-ის პაციენტებისთვის დაზიანებული ორგანოებისა და ორგანიზმის სისტემების ფუნქციონირების აღსადგენათ. კორონავირუსის ინფექციის გადატანის შემდეგ პაციენტებზე კეთილისმყოფელი ზემოქმედება შეიძლება მოახდინონ საქართველოს კურორტებზე აპრობირებულმა გამაჯანსაღებელმა ღონისძიებებმა, რომლებიც მოიცავენ აქტიურ და პასიურ კლიმატოთერაპიას, სპელეოთერაპიას, ჰაერისა და მზის აბაზანებს, თერმული და მინერალური წყლების (წყლის დაღვევა, სხვადასხვა წარმომავლობის მინერალური წყლის აბაზანები, ინჰალაცია და სხვ.), მაგნიტური ქვიშების გამოყენებას, ტალახით მკურნალობას და სხვ.

წარმოდგენილი და გაანალიზებულია საქართველოს კურორტების ძირითადი სამკურნალო ფაქტორები. აღწერილია რიგი (შედარებით უფრო ცნობილი) კურორტების ფიზიკურ-გეოგრაფიული მახასიათებლები, მკურნალობის მეთოდები და სამედიცინო მაჩვენებლები. საყურადღებოა, რომ არ არის აუცილებელი არსებული სამკურნალო-გამაჯანსაღებელი დაწესებულებების მთლიანად გადართვა ფუნქციონირების ახალ რეჟიმზე, მხოლოდ საჭიროა შესაბამისი პროგრამების შემუშავება კოვიდ-19-ით დაზარალებული ადამიანების მომსახურებისთვის.

9. ცენტრის თანამშრომლების მიერ 2020 წელს განხორციელებულის ხვადასხვა აქტივობები.

1. გ.თალაკვაძე. ბიზნეს-პროექტი. მარმარილოს დამამუშავებელი ქარხნის დაპროექტება და გაშვება საპროექტო სიმძლავრე - 120000 კვ.მ. მარმარილოს ფილა წელიწადში

წინამდებარე ბიზნეს-პროექტის მიზანია თანამედროვე მაღალტექნოლოგიური მარმარილოს დამამუშავებელი ქარხნის მშენებლობისთვის და ამუშავებისთვის 2,750,800 აშშ დოლარის მოზიდვის მიზანშეწონილობის დასაბუთება.

დასახული მიზნის აქტუალობა დაფუძნებულია რამოდენიმე ფაქტორზე:

საქართველოში არსებობს მარმარილოს მდიდარი საბადოები (სალიეთი, მოლითი, ხორითი, ლოპოტა, ჩოლური, ჭუბერი და სხვა), რომელთა მოძიებული მარაგები შეადგენს 260 მლნ. კუბ.მ.

საქართველოსა და ამიერკავკასიაში არ არსებობს ქვის დამამუშავებელი თანამედროვე და მაღალხარისხიანი ტექნოლოგიური ხაზებით აღჭურვილი ქარხანა.

მსოფლიოში იზრდება მოთხოვნა ხარიახიან მარმარილოზე. ყოველწლიურად ბუნებრივი ქვის მოხმარება მატულობს 7-9%-ით.

დაგეგმილია მარმარილოს სლებების, ფილების და სუბპროდუქტების წარმოება. პროექტის რეალიზაციის შემდეგ ეტაპზე, საწარმო დაამუშავებს აგრეთვე სხვა სახეობის ბუნებრივ ქვას (ტუფი, ტრავერტინი და სხვა). გაიზრდება როგორც პროდუქციის ნომენკლატურა, ასევე, მისი მოცულობა.

მზა პროდუქციის ჯამური მოცულობა პროექტის განხორციელების მე-2 წლიდან შეადგენს 118,800 კვ.მ წელიწადში.

ნაჩვენებია, რომ მსოფლიო ბაზარზე მკვეთრად იზრდება მოთხოვნა მარმარილოს ნაწარმზე.

მარმარილოს სლებების და ფილების რეალიზაცია დაგეგმილია რუსეთში, ჩინეთში, ირანში, აზერბაიჯანში, ბელარუსში, იტალიაში, ახლო აღმოსავლეთის ქვეყნებში,

კომპანიების უმრავლესობა ორიენტირებულია აშშ-ის ბაზარზე. 2018 წელს ნატურალური ქვის ექსპორტმა ამ ქვეყანაში შეადგინა 32,2 პროცენტი, რაც 4,1 პროცენტით ნაკლები იყო ექსპორტზე ევროკავშირის ქვეყნებში. დაახლოებით 12 პროცენტს შეადგენს საექსპორტო მიწოდება ჩრდილოეთ აფრიკაში. დანარჩენ ქვეყნებზე მოდის ექსპორტის საშუალოდ 5-დან 9 პროცენტამდე.

2. გ.თალაკვაძე. სასწავლო კურსი „რესურსმცოდნეობა“

საქართველოს უმაღლესი განათლების სისტემაში პირველად განხორციელებულია ინტეგრალური რესურსების კლასიფიცირების, გაანალიზებისა და რესურსებთან დაკავშირებული გამოყენებითი ხასიათის ინფორმაციისა და რეკომენდაციების შემცველი დისციპლინის წარდგენა. ნაჩვენებია, რომ ქვეყნის ეკონომიკური განვითარების უზრუნველყოფისათვის ინტეგრალური რესურსების შესწავლა, რაციონალური გამოყენება და მართვის ოპტიმიზაცია ეკონომიკის ერთ-ერთ საკვანძო პრიორიტეტს წარმოადგენს.

კურსის ძირითადი მიზანია სტუდენტებში, დღევანდელ მსოფლიოსა და საქართველოში მიმდინარე პოლიტიკური, ეკონომიკური, სოციალური, საზოგადოებრივი, ეკოლოგიური და ადამიანთა ცხოვრების განმსაზღვრელი სხვა პროცესების შინაარსისა და ძირითადი ტენდენციების ანალიზის ფონზე, ყველა სახის რესურსების როლისა და მნიშვნელობის შესახებ წარმოდგენების ფორმირება; ინტეგრალური რესურსების რაციონალური გამოყენებისა და მართვის ოპტიმალური მოდელების პრაქტიკულ საქმიანობაში დანერგვის ეფექტიანობის ამაღლების მეთოდების გაცნობა და დაუფლება;

ხაზგასმულია, რომ საგნის შესწავლის შედეგად სტუდენტებს უნდა კარგად ესმოდეთ თანამედროვე საზოგადოების განვითარებაში ინტეგრალური რესურსების ადგილი, როლი, და თავისებურებები, ასევე მათი რაციონალური გამოყენების ძირითადი ტენდენციები; გააზრებული ჰქონდეთ გეოპოლიტიკისა და

გეოსტრატეგიის აქტუალური მიმართულებები და ძირითადი აქტორების ფუნქციონერება-ურთირთქმედებათა სფეროებში ბუნებრივი და სხვა სახის რესურსების ადგილი და გავლენები; შეეძლოთ ბუნებათსარგებლობის, ეკოლოგიური უსაფრთხოების, ბუნებისდაცვითი ღონისძიებების ურთიერთდამოკიდებულებისა და ურთიერთგანპირობებულობის, მათი სინერგეტიკული ეფექტიანობის ხარისხის ზრდის ძირითად მიზეზებისა და მიზნების გარჩევა; აანალიზებდნენ მსოფლიოში რესურსებით სარგებლობის არსებულ პრაქტიკას, შეეძლოთ თანმხლები მოვლენებისა და პროცესების პროეცირება საქართველოს რეალიებზე;

კურსი გათვალისწინებულია უნივერსიტეტების მაგისტრანტებისათვის, ასევე შესაძლებელია შესაბამისი ღონის მსგავსი კურსების მომზადება ბაკალავრიატის სტუდენტებისა და დოქტორანტებისათვის, ხოლო გამარტივებული ფორმით - საშუალო განათლების სისტემაშიც.

აღნიშნული კურსის აქტუალობა განპირობებულია ინტეგრალური რესურსების მნიშვნელობისა და როლის განუხრელი ზრდით როგორც გლობალურ მასშტაბში, ასევე ცალკეული ქვეყნების სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების პროგრამების შემუშავებისას.

3. გ.თალაკვაძე. ბიზნეს-პროექტი. საქართველოს მოსაპირკეთებელი და სამშენებლო ქვების სარესურსო პოტენციალის რეალიზაცია (სალიეთისა და ხორითის მარმარილოსებრი კირქვის კარიერების მაგალითზე)

ნაშრომში ნაჩვენებია, რომ საქართველოში ბუნებრივი მოსაპირკეთებელი ქვების ფართო არჩევანია, რომელთაგან ბევრი ჯერ კიდევ შეუსწავლელია. ქვეყანაში ბუნებრივი ქვების სამშენებლო და მოსაპირკეთებელ მასალად გამოყენების მრავალსაუკუნოვანი კულტურაა და ის პირდაპირ არის დაკავშირებული არქიტექტურული ხუროთმოძღვრების განვითარებასთან

ხაზგასმულია, რომ საქართველოს სამშენებლო მოსაპირკეთებელი ქვების მარაგები ძალზედ მნიშვნელოვანია: მთლიანობაში ის 1,5 მლრდ მ³ აღემატება. ამასთან, საუკეთესო ფიზიკურ-მექანიკური თვისებებით, ფერთა მრავალფეროვანი გამოით, მდიდრული ტექსტურითა და ბუნებრივი დიზაინით ხასიათდება.

საბჭოთა კავშირის დაშლის შემდეგ, მოსაპირკეთებელი და სამშენებლო ქვების ექსპორტი საქართველოდან შეწყდა, რამაც სამშენებლო და მოსაპირკეთებელი ქვის ინდუსტრია სრულ სტაგნაციამდე მიიყვანა. მე-20 საუკუნის 60-80-იან წლებში ქვის გადამამუშავებელი საწარმოებისათვის შემენილი ძვირადღირებული, მაღალტექნოლოგიური დაზგა-დანადგარები მოძველდა და განადგურდა. **წინამდებარე ნაშრომი ითვალისწინებს ჭიათურის მუნიციპალიტეტში სალიეთის (კაცხის) და ხარაგაულის მუნიციპალიტეტში ხორითის მარმარილოსებრი კირქვის საბადოების კარიერების გახსნასა და ამუშავებას.**

4. გ.თალაკვაძე - კვლევის შედეგების - "საქართველოს ინტეგრალური რესურსები". (პრეზენტაცია). სტუ-ს ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტი; ნიკო მუსხელიშვილის სახ. მათემატიკის ინსტიტუტი.

ნაშრომში, საქართველოს შესახებ საერთაშორისო ორგანიზაციების მიერ გამოქვეყნებული დოკუმენტების გათვალისწინებით, გაანალიზებულია ეკონომიკური და სოციალური ხასიათის ძირითადი პრობლემები, მათი გამომწვევი მიზეზები, ჩამოყალიბებულია ქვეყნის ძირითადი პრიორიტეტების განხორციელების საქმეში საქართველოს ინტეგრალური რესურსების საბაზო მნიშვნელობა. შემოტანილია „პარციალური რესურსების“ ცნება, რომლებსაც ტრადიციულ ბუნებრივ და ეკონომიკურ რესურსებთა ერთად გადაწყვეტი როლის შესრულება შეუძლიათ ქვეყნის მდგრადი პოზიტიური განვითარების უზრუნველსაყოფად.

გამოთქმულია კონკრეტული რეკომენდაციები ანალიტიკურ-პროგნოსტიკული სტრუქტურის, რომელიც მოახდენს ქვეყნის მიმდინარე და პრესპექტიული გამოწვევების მკაფიო ჩამოყალიბებასა და მათი გადაწყვეტის ეფექტიანი ალგორითმებისა და მოდელების შემუშავებას შექმნასთან, ქვეყნის ინტეგრალური რესურსების საყოველთაო და ზუსტი ინვენტარიზაციის ჩატარებასთან, მწარმოებლური ეკონომიკის საკვანძო დარგების

საგნობრივი და სისტემური ხასიათის განვითარების რეალურ ხელშეწყობასთან, უმუშევრობის, საარსებო მინიმუმის, საშუალო ხელფასის, გარემოს დაცვის, ბუნებრივი რესურსების და სხვა ძირითადი ეკონომიკური მაჩვენებლების ჭეშმარიტი პარამეტრების დადგენასთან დაკავშირებით და მათზე ორიენტირებული, დროსა და სივრცეში კონკრეტული სამოქმედო პროგრამების შემუშავების აუცილებლობის თაობაზე.

შემოტანილია წინადადებები პრიორიტეტული ეროვნული პროექტების სახელმწიფო კადასტრის შემუშავებისა და ეტაპობრივი რეალიზაციის, ეროვნული ბანკისა და ფინანსთა სამინისტროს საკრედიტო-ფულადი პოლიტიკის, კომერციული ბანკების და რიგი მონოპოლური კომპანიების მოსახლეობის ინტერესებსა და შესაძლებლობებთან შესაბამისად დაკორექტირების, ანტიმონოპოლური და ფასების რეგულირების სტრუქტურების მუშაობის ხასიათის პრინციპულ სრულყოფასთან დაკავშირებით.

5. გ.თალაკვაძე. პუბლიკაცია „მთავრობას უნდა შეეძლოს თამამად თქმა - ჩვენ ვიცით არა მხოლოდ ის, თუ რა უნდა გაკეთდეს საქართველოში, არამედ ისიც, თუ როგორ უნდა გაკეთდეს“. საინფორმაციო სააგენტო „ინტერპრესნიუსი“.

ნაშრომში, საქართველოს შესახებ საერთაშორისო ორგანიზაციების მიერ გამოქვეყნებული დოკუმენტების გათვალისწინებით, გაანალიზებულია ეკონომიკური და სოციალური ხასიათის ძირითადი პრობლემები, მათი გამომწვევი მიზეზები, ჩამოყალიბებულია ქვეყნის ძირითადი პრიორიტეტების განხორციელების საქმეში საქართველოს ინტეგრალური რესურსების საბაზო მნიშვნელობა. შემოტანილია „პარციალური რესურსების“ ცნება, რომლებსაც ტრადიციულ ბუნებრივ და ეკონომიკურ რესურსებთან ერთად გადამწყვეტი როლის შესრულება შეუძლიათ ქვეყნის მდგრადი პოზიტიური განვითარების უზრუნველსაყოფად.

გამოთქმულია კონკრეტული რეკომენდაციები ანალიტიკურ-პროგნოსტიკული სტრუქტურის, რომელიც მოახდენს ქვეყნის მიმდინარე და პრესპექტიული გამოწვევების მკაფიო ჩამოყალიბებასა და მათი გადაწყვეტის ეფექტიანი ალგორითმებისა და მოდელების შემუშავებას შექმნასთან, ქვეყნის ინტეგრალური რესურსების საყოველთაო და ზუსტი ინვენტარიზაციის ჩატარებასთან, მწარმოებლური ეკონომიკის საკვანძო დარგების საგნობრივი და სისტემური ხასიათის განვითარების რეალურ ხელშეწყობასთან, უმუშევრობის, საარსებო მინიმუმის, საშუალო ხელფასის, გარემოს დაცვის, ბუნებრივი რესურსების და სხვა ძირითადი ეკონომიკური მაჩვენებლების ჭეშმარიტი პარამეტრების დადგენასთან დაკავშირებით და მათზე ორიენტირებული, დროსა და სივრცეში კონკრეტული სამოქმედო პროგრამების შემუშავების აუცილებლობის თაობაზე.

შემოტანილია წინადადებები პრიორიტეტული ეროვნული პროექტების სახელმწიფო კადასტრის შემუშავებისა და ეტაპობრივი რეალიზაციის, ეროვნული ბანკისა და ფინანსთა სამინისტროს საკრედიტო-ფულადი პოლიტიკის, კომერციული ბანკების და რიგი მონოპოლური კომპანიების მოსახლეობის ინტერესებსა და შესაძლებლობებთან შესაბამისად დაკორექტირების, ანტიმონოპოლური და ფასების რეგულირების სტრუქტურების მუშაობის ხასიათის პრინციპულ სრულყოფასთან დაკავშირებით.

6. ნ.ჭითანავა. იუნესკოს მიერ დაწესებული მეცნიერების მსოფლიო დღესთან დაკავშირებით დაჯილდოვებულია საპატიო სიგელით.

7. ნ.ჭითანავა. გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტროსა და საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის თანამშრომლობის მემორანდუმის ტექსტის მომზადება.

8. ნ.ჭითანავა. პუბლიკაცია - „გლობალური გამოწვევები ერთპოლუსიან მსოფლიოში“. საერთო გაზეთი N10, 25.03.2020წ.

9. ნ.ჭითანავა. პუბლიკაცია - „გარღვევის სტრატეგია“. საერთო გაზეთი N12, 08.04.2020 წ.

10. ნ.ჭითანავა. პუბლიკაცია - „საქართველოში არ არის ზუსტად აღრიცხული მიწის რა ფართობს ვლობთ“. საერთო გაზეთი N13, 22.04.2020 წ.
11. ნ.ჭითანავა. პუბლიკაცია - „გვჭირდება გარდვევის სტრატეგია - მობილიზაციური (ინოვაციური) განვითარება“. საერთო გაზეთი N16, 03.06.2020 წ
12. ა.სახვაძე. - ინტერვიუ. საინფორმაციო ანალიტიკურ პორტალზე For.ge-ზე. „კორონავირუსის პერიოდში ზოგიერთმა ქვეყანამ სტრატეგიად აირჩია ეკონომიკის გადარჩენა, საქართველომ - ადამიანების გადარჩენა“ (For.ge 2020 წლის 18 ივნისი).
13. ა.სახვაძე. - ინტერვიუ - საინფორმაციო ანალიტიკურ პორტალზე For.ge-ზე. „საქართველოში დარჩენილმა ადამიანებმა გადავიტანეთ გაჭირვებაც, შიმშილიც, 90-იანი წლებიც და ახლა სამუშაო ადგილები ემიგრანტებს უნდა შევუქმნათ?“ . (For.ge 2020 წლის 20 ივნისი).
14. ა.სახვაძე. - პუბლიკაცია. „ხამურაბის კანონების დემოგრაფიული ასპექტები“ //საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის ჟურნ. „მაცნე“ (ისტორიის, არქეოლოგიის, ეთნოლოგიისა და ხელოვნების ისტორიის სერია), 2020, №1, გვ.133-149.
15. ცენტრმა აქტიური მონაწილეობა მიიღო ევროკავშირის პროგრამის “Horizon 2020” მარი სკოლოდოვსკაია-კიურის კონკურსის „ევროპელ მკვლევართა ღამის“ გამარჯვებული პროექტის „მეცნიერება კაპიტანია“ განხორციელებაში.

ბიოტექნოლოგიის ცენტრი

2020 წელს გაწეული სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობის ანგარიში

1. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები

№	პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიითითებით	პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები	პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მიითითებით)
1	2	3	4
1	<p style="text-align: center;"><i>in vitro</i> ბიოტექნოლოგიური მეთოდების გამოყენება ზოსტნეული და მერქნიანი მცენარეების სარგავი და სანერგე მასალის მისაღებად და მათი აპრობაცია საქართველოს სხვადასხვა სოფლებში, ამა თუ იმ დარგის განვითარების შესაბამისად.</p>	2018-2022წწ	<p>მაია კუხალიაშვილი-პროექტის ხელმძღვანელი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი ეკოლოგიის აკადემიური დოქტორი, პროფესორი</p> <p>ივეტა მეგრელიაშვილი-მერქნიანი მცენარეების სარგავი და სანერგე მასალის მიღება- მიმართულების ხელმძღვანელი, ბიოლოგიის აკადემიური დოქტორი მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი</p> <p>თამარ შამათავა- უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, ეკოლოგიის აკადემიური დოქტორი, <i>in vitro</i> სინჯარის მცენარეებში მიკროტუბერების მიღება</p> <p>ეკატერინე ბულაური-მეცნიერი თანამშრომელი- <i>in vitro</i> სინჯარის მცენარეებისათვის საკვები არეების მომზადება, რეპროდუქცია;</p> <p>თამარ ჭიპაშვილი-მეცნიერი თანამშრომელი, სინჯარის მცენარეებისთვის ფიტოტრონში <i>in vitro</i> პირობების რეგულირება და მონიტორინგი</p>
კვლევითი პროექტის 2020 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ			

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

პროექტი მოიცავს 3 ქვეპროექტს:

1.1 ქვე პროექტი: კარტოფილის *in vitro* სინჯარის მცენარეების შენახვა - განახლება (კოლექცია)

1. ქვე პროექტი: კარტოფილის *in vitro* სინჯარის მცენარეების შენახვა - განახლება (კოლექცია)

პროექტი მრავალწლიანია. რადგანაც საქართველოში ყოველწლიურად შემოდის სხვადასხვა, უმაღლესი ხარისხის კარტოფილის ჰიბრიდული ჯიშები და მათი შენახვა კოლექციაში საკმაოდ პრიორიტეტულია. არა მარტო ბიოტექნოლოგიის ცენტრისთვის, არამედ საქართველოსთვისაც. ამ წლების განმავლობაში ბიოტექნოლოგიის ცენტრის კარტოფილის *in vitro* კოლექციაში თავმოყრილია კარტოფილის 56 ჯიში, რომლის შენახვა - განახლება მიმდინარეობს ყოველწლიურად - მუდმივად. გამოწვეულია წლებანდელი წელი, რადგანაც ახალი ჯიშების შემოტანა ვერ მოხერხდა პანდემიასთან დაკავშირებით, თავისთავად კოლექციის გამდიდრება კარტოფილის ახალი ჯიშით ვერ მოხერხდა. სხვა მხრივ, **მიუხედავად არსებული სიტუაციისა**, ყოველთვიურად მიმდინარეობს კოლექციაში არსებული (56 ჯიშის) გადათესვა მათი შენარჩუნება-შენახვის მიზნით.

In vitro სინჯარის მცენარეების მიღება-განახლება ხდება მსოფლიოში აპრობირებული აპიკალური მერისტემის გამრავლების მეთოდით. მიმდინარე წელს სინჯარის მცენარეების უკეთ გაზრდის მიზნით, კვლევები ჩატარდა ერთდროულად ორი მიმართულებით, რაც გამოიხატება საკვები არეების და ფიტოტრონი არსებული პირობების მოდიფიცირებით. (**მ.კუხალიაშვილი**) კვლევისთვის გამოყენებული იყო ერთდროულად ორი ფიტოტრონი. კვლევები ჩატარდა რამდენიმე ეტაპად: ყველა ეტაპზე საკვები არეების შემადგენლობა იყო უცვლელი, (3%MS medium-საკონტროლო, 6%MS medium, 8%MS medium, 10%MS medium) იცვლებოდა მხოლოდ ტემპერატურა (23- 250C, 25-270C, 27-29 0 C), განათება 5000ლუქსი, ფოტოპერიოდი 16სთ. ფიტოტრონებში. მცენარეები შესაბამისად აღებული იყო კოლექციიდან.

საკვები არეების მოდიფიცირება ძირითადად გამოიხატება მცენარეების გასაზრდელ საკვებ არეებში შაქრის და ზრდის ჰორმონების (ინდოლ-3 ბუთილისმჟავა და ბენზილამინოპურიანი) კონცენტრაციის ცვლილებით. კერძოდ: აღებული გვქონდა საკვები არეები შაქრის შემდეგი შემცველობით: 6%-8%-10%-ი.საკონტროლო ვარიანტი იყო მურაშიგე-სკუგეს 3%-იანი მედიუმ საკვები არე. რაც შეხება ფიტოჰორმონებს, მათი კონცენტრაცია ყველა საკვებ არეში იყო უცვლელი, მაგრამ ასევე მოდიფიცირებული (ინდოლილ-3 ბუთილისმჟავას რაოდენობა შეადგენდა 1,5მგ/ლ და ბენზილამინოპურიანი კი 2მგ/ლ). საუკეთესო შედეგი გვიჩვენა კომბინაციამ, სადაც საკვები არე იყო 6% შაქრით, ხოლო ტემპერატურა ფიტოტრონში 26-27⁰. *in vitro* მცენარეები, ასეთ პირობებში ხასიათდებოდნენ ძლიერი ფესვთა სისტემით, (სიგრძე 10-12სმ) კარგად განვითარებული ღეროთი და 8-9 მუხლთაშორისით. (ნაცვლად 7 მუხლთაშორისისა). კვლევები გამოქვეყნდა მაღალრეიტინგულ ჟურნალში (სკოპუსი). საკვები არის და ფიტოტრონის პირობების ასეთი მოდიფიკაცია, საშუალებას მოგვცემს, შემდგომში მათი რეპროდუქციის დროს მივიღოთ მცენარეების უფრო მეტი რაოდენობა, ვიდრე ჩვეულებრივ პირობებში მიიღება, ეს კი პირდაპირ კავშირშია სათბურში და ღია გრუნტში მცენარეების ერთდროულად დიდი რაოდენობით გატანაზე. საბოლოოდ კარტოფილის ელიტური თესლის მიღების მიზნით.



1.2 ქვეპროექტი: კარტოფილის ტუბერიზაცია *in vitro* პირობებში და მიკროტუბერების გატანა ღია გრუნტში ელიტური თესლის მიღების მიზნით

სამეცნიერო კვლევები გრძელდება *in vitro* სინჯარაში კარტოფილის მიკროტუბერების მიღებაზე.

სინჯარაში მიკროტუბერების მიღება და მათი ღია გრუნტში გატანის ტექნოლოგიის შემუშავება, საკმაოდ პრიორიტეტული საკითხია, რომელიც მსოფლიოს ბიოტექნოლოგიების წინაშე დგას. როგორც ცნობილია, *in vitro* ტექნოლოგიით ამა თუ იმ სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ელიტური თესლის მიღება, საკმაოდ დიდ ხარჯებთან არის დაკავშირებული, ასევე ტექნოლოგიური სქემა რამდენიმე ეტაპს მოიცავს და საბოლოოდ ელიტური თესლის მიღება შესაძლებელი ხდება, მხოლოდ 5წლის მანძილზე, ამიტომ სინჯარებში მიკროტუბერების მიღება და მათი პირდაპირი გატანა ღია გრუნტში, პირველ რიგში თავიდან აგვაცილებს სათბურის(სინჯარის მცენარეებიდან მიკროტუბერების მიღება, შემდგომში მათი ღია გრუნტში დარგვის მიზნით, ელიტური თესლის მისაღებად) გამოყენების ეტაპს და მასთან დაკავშირებულ ხარჯებს, მეორე, შესაძლებელი გახდება ელიტური თესლი, მივიღოთ უფრო შემოკლებულ ვადებში და მესამე, ასეთი ტექნოლოგია დროის და ეკონომიური თვალსაზრისით უფრო დახვეწილი გახდება. უნდა აღვნიშნო, რომ ამ მიმართულებით მსოფლიოს მრავალი ქვეყნის ბიოტექნოლოგიის ინსტიტუტი თუ ცენტრი მუშაობს, თუმცა ასეთი მიკროტუბერებიდან ღია გრუნტში ამ დროისთვის ელიტური ტუბერები ჯერ-ჯერობით მიღებული არ არის. (არ არსებობს ამის თაობაზე ოფიციალური განაცხადი, პუბლიკაცია თუ სხვა).

ჩვენი წინა წლის კვლევებიდან გამომდინარე, მივედით დასკვნამდე, რომ, აუცილებელია მიკროტუბერების გაღვივება სინჯარაშივე, რომ მივიღოთ სასურველი ტუბერების რაოდენობა და ზომა. მიმდინარე წელს, ამ მიზნით ვმუშაობდით ორი მიმართულებით: 1. ვამუშავებდით საკვები არეების იმ შემადგენლობას, რომელზეც შესაძლებელი იქნებოდა მიკროტუბერების სინჯარაშივე გაღვივება და 2. ფიტოტრონის პირობების მოდიფიკაცია, რადგანაც მარტო საკვები არის მოდიფიცირებამ, შედეგი არ მოგვცა.

ამრიგად, მიკროტუბერების სინჯარაშივე გაღვივების მიზნით, მოვახდინეთ მურაშივე-სკუგეს საკვები არის

მოდულირება, (მ.კუხალიშვილი) უკვე ამ მიმართულებით. ამისათვის საკვებ არეში შეიცვალა შაქრების და ფიტოჰორმონების კონცენტრაცია. კერძოდ, 1.ვარიანტი MS+ 60გრ/ლ შაქარი+ 2მგ/ლ იუკი+0,2მგ/ლ გიბერელინის მჟავა და ფიტოტრონი(25–27°C ტემპრ. 80% ატმ.ტენ. 5500 ლუქსი, ფოტოპერიოდი 16სთ) და 2,ვარიანტი MS+ 80გრ/ლ შაქარი+ 2მგ/ლ იუკი+0,2მგ/ლ გიბერელინის მჟავა და ფიტოტრონი(25–27°C ტემპრ. 80% ატმ.ტენ. 5500 ლუქსი, ფოტოპერიოდი 16სთ). უკეთესი შედეგი გვიჩვენა მეორე ვარიანტმა, სამწუხაროდ, პრაქტიკულად გაღივებული მინიტუბერების გატანა in vivo პირობებში ვერ შევძელით საქართველოში არსებული მდგომარეობის გამო. ლაბორატორიულ პირობებში კვლევები გრძელდება, ვფიქრობთ საკვები არის ხელახალ მოდიფიცირებას, რათა დავაჩქაროთ ტუბერიზაციის პროცესი დროში (45 დღე). ამრიგად, სამეცნიერო კვლევები გრძელდება- სინჯარებში მიკროტუბერების გაღივებისათვის საჭირო პირობების დადგენის მიზნით და მიღებული მიკროტუბერების გამოსაცდელად ღია გრუნტში, რაც შეესაბამება ქვეპროექტში დასახულ მიზნებს.

სურათი 2. კარტოფილის მიკროტუბერები სინჯარაში



1.3 ქვე პროექტის დასახელება

კაკლის *in vitro* მცენარეების კოლექციის შექმნა და საქართველოს პირობებზე ადაპტირებული ჯიშების შერჩევა

მიმდინარე წლის საანგარიშო პერიოდში, ვერ მოვახერხეთ სანერგე მეურნეობებიდან ერთწლიანი კაკლის ნერგების შემოტანა, რადგანაც იმ პერიოდში ქვეყანაში გამოცხადებული იყო ხანგრძლივი კარანტინი, რაც დაემთხვა ისეთი ნერგის (ყინვაამოვლილი) შემოტანას, რომელიც აუცილებელი იყო კვლევისთვის. მიუხედავად ამისა, ცდებისთვის გამოვიყენეთ ბიოტექნოლოგიის ცენტრის ტერიტორიაზე არსებული მრავალწლიანი კაკლის ხეებიდან აჭრილი ნორჩი ღეროები. როგორც ცნობილია ასეთი ხეები გამოირჩევა მიკრობული დაბინძურების მაღალი მაჩვენებლით, რაც თავითავად ართულებს კაკლის მცენარეების *in vitro* მიღებას. კაკლის ნორჩი ღეროების გასუფთავების მიზნით გამოვიყენეთ 0.1% ვერცხლისწყლის ქლორიდი, რომლითაც ვამუშავებდით მცენარეებს 5

წყუთიანი ექსპოზიციით და შემდეგ ვრეცხავდით 3-ჯერ დისტილირებული წყლით, 4-5 დღის შემდეგ ნიმუშებს კიდევ ვამუშავებდით უკვე სხვა ანტისეპტიკური საშუალებებით, 1% შაბაიმნის ხსნარით 1 წუთიანი ექსპოზიციით და 1% რიდომილ გოლდის ხსნარით 4 წუთიანი ექსპოზიციით. დამუშავებული მცენარეებს გასაშრობად ვტოვებდით ლამინარულ-ბაქტერიოციდულ ბოქსებში, სადაც ხდებოდა მათი დამუშავება. მიკრობიოლოგიურმა ანალიზებმა აჩვენა, რომ ასეთი სახით დამუშავების შემდეგ, საკვლევი მასალა სუფთა იყო მიკრობული სოკოებისგან.

კვლევის შემდეგ ეტაპზე ღეროებს ვათავსებდით ფიტოტრონში გასადივებლად პილიეთილენის პარკით შეფუთული, წყლიანი ჭურჭლით (ტემპერატურა 22-25°C, ტენიანობა 80%, განათება 5000 ლუქსი, ფოტოპერიოდი 16 საათი. გადივებული მასალიდან ხორციელდებოდა გამოსული კვირტების აჭრა და მათი ხელახალი სტერილიზაცია შემდეგი სქემით: 70 პროცენტის ეთანოლის ხსნარი 1 წუთიანი ექსპოზიციით, 0,1% ვერცხლისწყილ ქლორიდის ხსნარი ამ ეტაპზე 1 წუთიანი ექსპოზიციით და გამობდილი წყალით 3-ჯერადი ჩარეცხვა. გასტერილებული ღივები დაითესა საკვებ არეზე (DKW-მედიუმში) ბაქტერიოციდულ ბოქსში. მცენარეები იზრდებოდნენ ფიტოტრონში (ტემპერატურა 22-25°C, ტენიანობა 80%, განათება 5000 ლუქსი, ფოტოპერიოდი 16 საათი დაფესვიანებამდე.

უნდა აღინიშნოს, რომ კაკლის მცენარეებს სრულ დაფესვიანების საშუალებას არ ვაძლევთ, რადგანაც ვიცით, რომ შექმნილი სიტუაციიდან გამომდინარე მათ, ვერ გადავიტანთ რომელიმე სანერგე მეურნეობაში, ამიტომ პერიოდულად ვახდენთ ისევ ახალი მცენარის მიღებას არასრულ დაფესვიანებამდე. იმედი გვაქვს შემდგომომ წელს მოვახერხებთ მცენარეების გატანას სათბურში. კვლევა მიმდინარეობს.

სურათი 1. კაკლის *in vitro* სინჯარის მცენარეების მიღება



სამაგისტრო თემა: „*In vitro* „ კარტოფილის გაკაჟებული სინჯარის მცენარეებიდან სუპერ-სუპერ ელიტის თესლის მიღება წალკის რეგიონში.

შემსრულებელი: ვანო უდესიანი - საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის აგრარული მეცნიერებებისა და ბიოსისტემების ფაკულტეტის მაგისტრი

ხელმძღვანელი: მაია კუხალიშვილი

მიმდინარე წელს ბიოტექნოლოგიის ცენტრში დამზადდა კარტოფილის in vitro სინჯარის მცენარეები. მოხდა მათი გაჯანსაღება-დაფესვიანება ლაბორატორიის პირობებში ღია გრუნტში გადასატანად.

2020 წლის 16 ივნისს წალკის მუნიციპალიტეტის სოფელ ახაშენში, ღია გრუნტში (დემო ნაკვეთი) დათესილი იქნა 200 ცალი კარტოფილის გაჯანსაღებული სინჯარის მცენარეები. მთელი ვეგეტაციის მანძილზე ტარდებოდა მცენარეების ზრდა-განვითარებაზე დაკვირვება. გაკეთდა იმუნოფერმენტული ანალიზი ვირუსების გამოსაკვლევად Eliza-Rider-ის გამოყენებით. მიღებულია კარტოფილის სუპერ-სუპერ ელიტის თესლი.



საერთაშორისო ურთიერთობა:

ბიოტექნოლოგიის ცენტრის დირექტორი, ეკოლოგიის აკადემიური დოქტორი, პროფესორი მაია კუხალიშვილი, 2020 წლის 13 ოქტომბრიდან ამერიკის საერთაშორისო სამეცნიერო საგამომცემლო ჟურნალის სარედაქციო კოლეგიის წევრია. (სერთიფიკატი)

THE CERTIFICATE is awarded to Maia Kukhaleishvili In recognition of the **Editorial Board** Member in “**Journal of Plant Sciences(JPS)**; ISSN Print: 2331-0723. ISSN Online: 2331-0731 <http://www.sciencepublishinggroup.com/j/jps>”.
Reference: JPS. Date: October 13, 2020

7. ბექდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

7.4. სტატიები

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN	ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	Megrelishvili Iveta, Kukhaleishvili Maia, Bulauri Ekaterine and Shamatava Tamar	Formation in vitro potato collection and regeneration under modified conditions ISSN, 22784535, 09736263	Research Journal of Biotechnology, Vol. 15(9) September 2020 scopus	Word Researchers Association, Indore	Page No: 98-103
<p style="text-align: center;">ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>კარტოფილის in vitro გამრავლება ქსოვილოვანი კულტურის მეთოდით მოკლე დროში სწრაფი კლონირების და გენოტიპის კონსერვაციის საშუალებას გვაძლევს კონტროლორებად პირობებში. კვლევის მიზანი იყო კარტოფილის in vitro კოლექციის შექმნა აპიკალური მერისტემის მეთოდით და მათი განვითარების შესწავლა სხვადასხვა in vitro პირობებში. კარტოფილის ჯიშების in vitro გამრავლება შესწავლილ იქნა სამ სხვადასხვა საკვებ არეზე: MS medium (6%MS medium, 8%MS medium, 10%MS medium) შემდეგი ტემპერატურული პირობებით: 23- 250C, 25-270C, 27-29 0 C და 16h, 18h ფოტოპერიოდით. კარტოფილის კულტურის in vitro განვითარება ფასდებოდა 14 დღის შემდეგ. კარტოფილის ჯიშები შერჩეული იქნა ადგილობრივი ფერმერების მოთხოვნის შესაბამისად: „ნევსკი“, იმპალა“, რივიერა“, „ამოროზა“, „ჯელი“, „პიკასო“, „დეზირე“, აგრია“, „რედ ფანტაზია“ და „როკო“. მოხდა კარტოფილის in vitro კოლექციის შექმნა აპიკალური მერისტემის მეთოდით. კონტროლად გამოყენებული იყო 3% MS მედიუმი. დადგინდა, რომ კარტოფილის გასაზრდელად საუკეთესო პირობებია: 27-28 °C და ფოტოპერიოდი 16h. ძლერი in vitro ღერო (საზღვრები 67-100%), დაფესვიანება (საზღვრები 69-100%) და მუხლთაშორისები(6 -დან 9-მდე)ჩამოყალიბდა 14 დღიანი ინკუბაციის შემდეგ. დადგინდა, რომ 6% MS მედიუმი არის საუკეთესო ყველა გამოკვლეული კარტოფილის ჯიშისათვის.</p>					

2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

2.1.

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4

1	<p>სამკურნალო, არომატული, თაფლოვან, მღებავი, სანელებელ და შხამიან მცენარეების ბიომრავალფეროვნება, მონიტორინგი, მოვლა - მოყვანის ტექნოლოგიები, ფიტოგენეტიკური რესურსის გაუმჯობესება და კონსერვაცია, გამოყენების პერსპექტივები</p>	2018-2022	<p>თამარ კაჭარავა - ხელმძღვანელი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი, 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;</p>
2			<p>თინათინ ეპიტაშვილი - შემსრულებელი, მეცნიერი 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;</p> <p>ზურაბ გელიაშვილი - შემსრულებელი, მეცნიერი თანამშრომელი, ქიმიის მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორი, პროფესორი, სასარგებლო მცენარეთა ქიმიური შედგენილობა;</p> <p>გიორგი კოზმანიშვილი - შემსრულებელი, მეცნიერი თანამშრომელი, ზოოტექნიკურ მეცნიერებათა მაგისტრი, სამკურნალო მცენარეთა გამოყენება ცხოვეთა კვებაში.</p>

		<p>მზია ლობჯანიძე შემსრულებელი: დოქტორანტი, თავშავას(Origanum) ბიომრავალფეროვნება, მოვლა-მოყვანის ტექნოლოგია და გამოყენება;</p> <p>თინათინ დევაძე შემსრულებელი, მაგისტრი, ბაყაყურას (Silybum) ბიომრავალფეროვნება, მოვლა-მოყვანის ტექნოლოგია და გამოყენება</p> <p>ქეთი მემარნე - შემსრულებელი: დოქტორანტი, მოცხარის (Ribes) ბიომრავალფეროვნება, მოვლა-მოყვანის ტექნოლოგია და გამოყენება;</p> <p>ნინო მანველიძე - შემსრულებელი: დოქტორანტი, ჩვეულებრივი, კოლხური ხურმის (Diospyros colchica lotus) ბიომრავალფეროვნება, მოვლა-მოყვანის ტექნოლოგია და გამოყენება;</p> <p>გიორგი ბერეჩიკიძე - შემსრულებელი: დოქტორანტი, წაბლის (Castanea) ბიომრავალფეროვნება, მოვლა-მოყვანის ტექნოლოგია და გამოყენება;</p> <p>მზია ლობჯანიძე - შემსრულებელი: დოქტორანტი, თავშავას(Origanum) ბიომრავალფეროვნება, მოვლა-მოყვანის ტექნოლოგია და გამოყენება;</p> <p>დალი სურმანიძე - შემსრულებელი: დოქტორანტი, ქაცვის (Hippophae) ბიომრავალფეროვნება, მოვლა-მოყვანის ტექნოლოგია და გამოყენება;</p>
--	--	--

გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2020 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

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, საწვლელებელი და შხამიანი 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.

სტუ-ს ბიოტექნოლოგიის ცენტრის ბიომრავალფეროვნების ჯგუფი სამეცნიერო პერსონალი - მთავარი მეცნ. თანამშრომელი - 1 განაკვეთი, 2 მეცნ. თანამშრომელი 0,5 განაკვეთზე, სტუ-ს 4 დოქტორანტი, 1 დოქტორანტი სამცხე-ჯავახეთის უნივერსიტეტიდან, 4 მაგისტრი.

ბუნებრივი მცენარეული რესურსის მიზანმიმართული, მრავალმხრივი შესწავლის აუცილებლობას მრავალი ფაქტორი განსაზღვრავს, განსაკუთრებით აქტუალურია სასარგებლო მცენარეების მონიტორინგი, მოძიება, ინტროდუქცია, კვლევა. სწორედ ასეთ მცენარეებს წარმოადგენენ სასარგებლო ანუ სამკურნალო, არომატული, საწვლელებელი და მღებავი მცენარეები.

კვლევის მიზანია :

ა) საქართველოს რეგიონებში განსხვავებული ეკოსისტემებით სამკურნალო, არომატული, თაფლოვანი, საღებავი, საწვლელებელი და შხამიანი მცენარეთა, მათ შორის იშვიათი და გადაშენების პირას მყოფი, ბიომრავალფეროვნების ველური და კულტურული სახეობების გენპლაზმის მონიტორინგი, მოძიება-კატალოგირება, არეალი, მდგომარეობა, ბიომორფოლოგიური კვლევა, *ex-situ da in-situ/on farm* კონსერვაცია, არსებული ეთნობოტანიკური ჩვევების მონაცემთა ბანკის გამდიდრება, რაც უზრუნველყოფს ფიტორესურსის დაცვას და მისი კომპონენტების მდგრად გამოყენებას, ნატურალურ საკვები დანამატებისათვის მცენარეთა ბლოკების შერჩევა, თესლის ბანკის განახლება სასაქონლო ღირებულების დიფერენცირებით, რათა შემდგომ ეტაპზე მოხდეს ნედლეულის წარმოება და ფარმაცევტული მრეწველობის განვითარება, რაც პროექტის სიცოცხლისუნარიანობის საფუძველია;

ბ) სამკურნალო, არომატული, საღებავი, საწვლელებელი და შხამიანი მცენარეთა სამრეწველო პლანტაციის შექმნის რეკომენდაციები (ინოვაციური ტექნოლოგიების დიფერენცირება).

საანგარიშო პერიოდში გაგრძელდა რიგი სამუშაოები:

- განსხვავებული ეკოსისტემის პირობებში დომინანტი სამკურნალო, არომატული, საღებავი, შხამიანი და საწვლელებელ მცენარეთა, მათ შორის ენდემური და გადაშენების პირას მყოფი, გენპლაზმის მოძიება-კატალოგირება, არეალი, მდგომარეობა, ბიომორფოლოგიური კვლევა, ძირტკვილა, თავშავა,

ბაყაყურა. მათი ქიმიური შედგენილობის განსაზღვრა;

- მონაცემთა ბაზის გამდიდრება, მზადდება გამოსაცემად კატალოგის მე-5 ვერსია; საერთაშორისო და ადგილობრივი ინფორმაციული მონაცემთა ბაზების მოძიება- დიფერენცირება; არსებული საინფორმაციო ბანკების დამუშავება;
- საქართველოს რეგიონებში გავრცელებული ეთნობოტანიკური უნარ-ჩვევების მონაცემთა ბაზის შევსება- გამდიდრება;
- მომზადებული და გამოცემულია სახელმძღვანელო - საქართველოს სამკურნალო, არომატული, საღებარი, თაფლოვანი, სანელებელი და შხამიანი მცენარეების ბიომრავალფეროვნება - განკუთვნილი აგრარული და საბუნებისმეტყველო მიმართულებების ბაკალავრების, მაგისტრებისა და დოქტორანტიებისათვის, ქვეყნისთვის ისტორიულად ტრადიციული პრიორიტეტით დაინტერესებული ფერმერებისა და ფართო საზოგადოებისათვის.
- სამკურნალო, არომატული, საღებავი, შხამიანი და სანელებელ მცენარეთა გენპლაზმის მოძიება-დამუშავება - დიფერენცირება მთიან ზონაში, მათ შორის ენდემური და გადაშენების პირას მყოფი მცენარეების;
- მახობელი (*Cephalaria Syriaca*), როგორც მცენარეული კონსერვანტი, რომელიც პურს ანიჭებს სპეციფიკურ მოლურჯო შეფერვას, სასიამოვნო სურნელსა და სირბილეს, ახანგრძლივებს შენახვის პერიოდს, ხარისხობრივი მაჩვენებლების გაუარესების გარეშე; შესწავლილია მახობლის (*Cephalaria Syriaca*) ქიმიური შედგენილობა, დადგენილია მახობელში ცილებისა და ნახშირწყლების შემცველობა შესაბამისად - 18,46% და 43,43%, ხოლო 26 ცხიმების რაოდენობა 17,76 %-ია, რაც საკმაოდ მაღალია, შესაბამისად ენერგეტიკული ღირებულებაც საკმაოდ მაღალია - 422 კკალ 100 გ პროდუქტში;
- შესწავლილ იქნა ერთ-ერთი ფართოდ გამოყენებული და შეუცვლელი სამკურნალო, არომატული და სანელებელი მცენარეა ბარამბო (*Melissa officinalis*), რომლის მიმართ მოთხოვნა დღითიდღე იზრდება, მისი ინტენსიური ექსპლუატაცია კი ბუნებრივი რესურსების განადგურებას იწვევს და ამ უნიკალური მცენარის კულტივირების აუცილებლობა იქმნება. ბარამბოს სამრეწველო პლანტაციების შექმნა ხელს შეუწყობს ქვეყნის ფიტოგენოფონდის შენარჩუნებას. იგი წარმოადგენს მეტად ძვირფას და შეუცვლელ ნედლეულს არამარტო სამამულო ფარმაცევტული მრეწველობისათვის, არამედ მას საექსპორტო პოტენციალის სერიოზული პერსპექტივაც გააჩნია, ამასთანავე წარმატებით გამოიყენება კულინარიასა და კოსმეტიკაში.

ბარამბო (*Melissa officinalis*) მრავალწლოვანი ბალახოვანი მცენარეა ტუჩოსანთა (*Lamiaceae*) ოჯახიდან ლიმონისეული სასიამოვნო არომატით. ნიადაგის შედარებით ზედა ფენაში განლაგებული მოთეთრო, ღია-ყავისფერი ფესვთა სისტემა ძლიერ დატოტვილია; ოთხწახნაგოვანი 80-120 სმ სიმაღლის სწორმდგომი ღერო დატოტვილია წვერში, მსუბუქად ბუსუსიანი, მცოცავი ქვედა და გვერდითი ტოტები ქვევითაა მიმართული; ხასხასა მწვანე ფოთლები მოპირდაპირედ მსხდომია, ყუნწიანი, კვერცხისებური, წვეროში წაწვეტებული, კიდებზე დაკბილული, ზევიდან შიშველი, ქვევით მსუბუქად შებუსული, 5,0-8,0 სმ სიგრძის და 3,0 სმ სიგანით; 3-დან 10-მდე ცალამდე ყვავილი მოკლე ყუნწზეა შეკრებილი ცალფერდა ყვავილედეებში, რომლებიც თავის მხრივ ზედა ფოთლების უბებშია

მოთავსებული კონებად და მიმართულია ერთ მხარეს; ყვავილის გვირგვინი მოთეთრო ან იისფერია 13-15 სმ სიგრძის, დაკბილული, ზარისებრი, ორტუჩიანია, ზედა ტუჩი ბრტყელი 3 კბილიანია, ქვედა 2 კბილიანი, 2-3 ჯერ უფრო მოკლეა, მწვანე ზარისებური, ბუტკო ზედა ოთხგანაყოფიანი ნასკვით და გრძელი გაორებული სვეტიტაა წარმოდგენილი; ნაყოფი სამწახნაგოვანია, კაკალი, კვერცხისებრი ფორმის, ფუძესთან შევიწროვებული, ყავისფერი ან მუქი მურა შეფერილობის, 1,5-2,0 მმ სიგრძის და 0,75-1 მმ სიგანის, რომელიც ჩამოვარდნილ ჯამშია მოთავსებული. მცენარე ყვავილობს ივნის - აგვისტოში, ხოლო ნაყოფი მწიფდება აგვისტო-სექტემბერში. იგი ძირითადად იზრდება საკმარისად ნოტიო ადგილებში ბუჩქნარებს შორის, ტყის განაპირას, ტენიან ხევებში, მდინარეების და ნაკადულების ნაპირებზე, ჩვენს ბაღებშიც შეიძლება მისი პოვნა, კარგად ხარობს ღია გრუნტში. სამკურნალო მიზნით მის ფოთლებს და ყლორტის თავებს იყენებენ.

ონთოგენეზის პერიოდში ხდება ბარამბოს ფიზიოლოგიური ფაზების კანონზომიერი, მკაცრად თანმიმდევრული ჩანაცვლება, რაც გამოიხატება მეტაბოლიტური აქტივობის დინამიკის ვარიაციების ფონზე განვითარების პროცესების ამპლიტუდის სახესხვაობაში. მისი სასიცოცხლო ციკლის გავლა დამოკიდებულია სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობასა და ამ პერიოდში არსებულ ეკოსისტემის პარამეტრებზე. ძირითადი განსაზღვრული ფაქტორებია ნალექები, ტემპერატურა და ფარდობითი ტენიანობა ნიადაგის ნაყოფიერებასთან ერთად. ბარამბო ტენისა და სინათლის მოყვარული მცენარეა, კარგად იტანს ზამთრის ყინვებს. თესლი აღმოცენებას იწყებს ადრე გაზაფხულზე +70C დროს, ასევე ადრე იწყებს ვეგეტაციას შემოდგომით ნათესი პლანტაციაც. თუმცა საკმაოდ პრეტენზიურია ნიადაგის ნაყოფიერებისადმი, ამიტომაც სამრეწველო პლანტაციების შექმნისას უნდა შეირჩეს განათებული, ტენით უზრუნველყოფილი ნაყოფიერი ნაკვეთები ოპტიმალურ მოსავალის მისაღებად. მცენარეები, რომლებიც იზრდებიან განათებულ, მზიან ნაკვეთებზე, მძლავრი საასიმილაციო აპარატითა და ეთერზეთების მეტი გამოსავლიანობით ხასიათდებიან, ჩრდილში გაზრდილი მცენარეებიდან ეთერზეთების გამოსავლიანობა 0,65%-მდეა, ხოლო მზეზე 0, 82%, რაც დასტურდება ლიტერატურული მონაცემებითაც. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ შემოდგომით დათესილი მცენარეები ადრე გაზაფხულზე იწყებენ ინტენსიურ ვეგეტაციას, მათთვის არ წარმოადგენს საშიშროებას გაზაფხულის წაყინვები და გვალვები. მცენარის ნორმალური ზრდა-განვითარებისას დიდ როლს თამაშობს ნიადაგის ნაყოფიერებასთან ერთად ნიადაგისა და გარემოს ტემპერატურები და ფარდობითი ტენიანობა.

შესწავლილ იქნა ბაყაყურას (*Silybum marianum*) ბოტანიკური აგებულება;

- ბაყაყურას (*Silybum marianum*) ბიოლოგიური

თავისებურებანი ფენოლოგიური ფაზების, ფიზიოლოგიური ეტაპებისა და ეკოსისტემის პარამეტრებისაგან დამოკიდებულებით;

- ბაყაყურას (*Silybum marianum*) სამრეწველო პლანტაციის გაშენების წესი, მისი გავლენა მოსავლიანობასა და ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებათა შემცველობაზე;
- ბაყაყურას (*Silybum marianum*) თესლის ბანკის შექმნა;
- ბაყურას (*Silybum marianum*) ნედლეულის ხარისხობრივი მაჩვენებლები

ერთწლოვანი, ბალახოვანი მცენარის ბაყაყურას (*Silybum marianum*) სამრეწველო პლანტაციების შექმნას ხელს შეუწყობს ქვეყნის უნიკალური ფიტოგენოფონდის შენარჩუნებას, სამკურნალო მცენარის პროდუქტულობის გაზრდას. კულტივირებული ჯიშების მასა აღემატება ველური ფორმების მასას, შესაბამისად იზრდება თესლის მოსავალიც, რაც ინტენსიური ტექნოლოგიების გამოყენებისა და მცენარეთა გარკვეულ ფართზე კონცენტრირების შედეგია.

საერთაშორისო თანამშრომლობა

1. ECP/GR - ევროპის მცენარეთა გენეტიკური რესურსების კოოპერირებული პროგრამის „სამკურნალო და არომატულ მცენარეთა გენეტიკური რესურსი“ ჯგუფის კოორდინატორი საქართველოში - სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი თ. კაჭარავა;
2. ECP/GR - ევროპის მცენარეთა გენეტიკური რესურსების კოოპერირებული პროგრამის „ბოჭკოვანი კულტურების“ სამუშაო ჯგუფის კოორდინატორი საქართველოში - თ. ეპიტაშვილი;
3. სამხრეთ კორეის ბიომრავალფეროვნების ცენტრის და საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის გარემოს დაცვის, მცენარეთა გენეტიკური რესურსებისა და აგრობიომრავალფეროვნების საკოორდინაციო ცენტრის ერთობლივ ექსპედიციებში, რომლის მიზანია მცენარეთა გენეტიკური რესურსების შეგროვება და კონსერვაცია რამდენიმეწელია მონაწილეობას აღებული ცენტრის მეცნიერი თანამშრომელი, ბიოლოგისა და ქიმიის დოქტორი თ. ეპიტაშვილი.

6. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

6.2. სახელმძღვანელოები

№	ავტორი/ავტორები	სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	კაჭარავა თამარ	საქართველოს სამკურნალო, არომატული, საღებარი, თაფლოვანი, სანელებელი და შხამიანი მცენარეების ბიომრავალფეროვნება ISBN 978-9941-26-728-4; უაკ: 633.88.+615.322 კ-367	თბილისი 2020 გამომცემლობა „უნივერსალი“	462 გვერდი

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

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 შხამიანი 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.

6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათა- ური, ISSN	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	ზ. გელიაშვილი	ზოგიერთი 24 წევრიანი მაკროციკლური პოლიაზომეთინით ბიოპოლიმერის მარკირება - ISSN1512-0325, UAK 547.668+543.183, ტ. 22 1(43). 2020,	ჟურნალი კერამიკა და მოწინავე ტექნოლოგიები,		გვ. 10-13
ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)					
24-წევრიანი მაკროციკლური პოლიაზომეთინებით ჩატარდა ამინო- და კარბონილური ჯგუფების ხარჯზე, ცილოვანი ბიომოლეკულის მარკირება. 24-წევრიანი მაკროციკლური პოლიაზომეთინებისა და პოლიპეპტიდური სტრუქტურის მქონე მასით წარმოქმნილი შედეგილი კონიუგატები ხასიათდება მკაფიოდ გამოხატული ლუმინესცენციით და შეფერილობა იცვლება ყვითელ და მწვანე ფერებად.					

7. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

7.4. სტატიები

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათა- ური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	Kacharava T. Epitashvili T	Physiological and Chemical Characteristics of Lemon Balm (Melissa	Journal of Research and Opinion, JRO, 7(1)	RINCIPAL CONTACT Name: Neel Josep Title: Dr affiliation: Santa Rosaweg 122 - 124,	2618-2621 (2020)

	Officinalis) in Georgia - DOI: 10.15520/jro.v7i1.46; ISSN (O): 2589-9058 ISSN (P): 2589-904X		Willemstad, Curacao, Antilles- Netherland Email: editor@researchchopinon.in	
<p style="text-align: center;">ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>ონთოგენეზის პერიოდში ხდება ბარამბოს ფიზიოლოგიური ფაზების კანონზომიერი, მკაცრად თანმიმდევრული ჩანაცვლება, რაც გამოიხატება მეტაბოლიტური აქტივობის დინამიკის ვარიაციების ფონზე განვითარების პროცესების ამპლიტუდის სახესხვაობაში. მისი სასიცოცხლო ციკლის გავლა დამოკიდებულია სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობასა და ამ პერიოდში არსებულ ეკოსისტემის პარამეტრებზე. ძირითადი განსაზღვრული ფაქტორებია ნალექები, ტემპერატურა და ფარდობითი ტენიანობა ნიადაგის ნაყოფიერებასთან ერთად. ბარამბო ტენისა და სინათლის მოყვარული მცენარეა, კარგად იტანს ზამთრის ყინვებს. თესლი აღმოცენებას იწყებს ადრე გაზაფხულზე +7°C დროს, ასევე ადრე იწყებს ვეგეტაციას შემოდგომით ნათესი პლანტაციაც. თუმცა საკმაოდ პრეტენზიურია ნიადაგის ნაყოფიერებისადმი, ამიტომაც სამრეწველო პლანტაციების შექმნისას უნდა შეირჩეს განათებული, ტენით უზრუნველყოფილი ნაყოფიერი ნაკვეთები ოპტიმალურ მოსავალის მისაღებად. მცენარეები, რომლებიც იზრდებიან განათებულ, მზიან ნაკვეთებზე, მძლავრი საასიმილაციო აპარატითა და ეთერზეთების მეტი გამოსავლიანობით ხასიათდებიან, ჩრდილში გაზრდილი მცენარეებიდან ეთერზეთების გამოსავლიანობა 0,65%-მდეა, ხოლო მზეზე 0, 82%, რაც დასტურდება ლიტერატურული მონაცემებითაც. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ შემოდგომით დათესილი მცენარეები ადრე გაზაფხულზე იწყებენ ინტენსიურ ვეგეტაციას, მათთვის არ წარმოადგენს საშიშროებას გაზაფხულის წაყინვები და გვალვები. მცენარის ნორმალური ზრდა-განვითარებისას დიდ როლს თამაშობს ნიადაგის ნაყოფიერებასთან ერთად ნიადაგისა და გარემოს ტემპერატურები და ფარდობითი ტენიანობა.</p>				

8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

8.1. საქართველოში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მომხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	კაჭარავა თ. (2020)	საქართველოს სამკურნალო, არომატული და სანელებელი მცენარეები.	საერთაშორისი ზუღმ- კონფერენცია, მონაწილეობდა 7 ქვეყნის 18 წარმომადგენელი. კონფერენცია მოეწყო ქალბატონ შერონ ჰამილტონ - გეტისის ინიციატივით და ხელმძღვანელობით, იგი არის მსოფლიო ჰარმონიული კომუნიკაციების დამფუძნებელი

			<p>და პრეზიდენტი; საერთაშორისო სოციალური განვითარების ინსტიტუტის ვიცე პრეზიდენტი და გაერთიანებული ერების ორგანიზაციის წარმომადგენელი.</p>
<p>მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)</p> <p>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.</p> <p>სასარგებლო (სამკურნალო, არომატული, თაფლოვანი, საღებარი, სანელებელი, შხამიანი) მცენარეთა ინფრასტრუქტურის განვითარებას და სამრეწველო პლანტაციების შექმნას საქართველოსათვის მრავალმხრივი ეფექტი შეიძლება ჰქონდეს:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ეკოლოგიური – სასარგებლო მცენარეთა კულტივირება და ბუნებრივი მცენარეული რესურსების მიზნობრივ - რაციონალური გამოყენება ხელს შეუწყობს ქვეყნის უმდიდრესი ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნებას და უნიკალური გენოფონდის დაცვას; ● ფარმაცოლოგიური – სასარგებლო მცენარეთა სასაქონლო ფასს ფარმაცოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებათა შემცველობის სიდიდე და ეკოლოგიური სისუფთავის ტესტები განსაზღვრავენ. ინტენსიური აგროტექნიკური ღონისძიებების დადებითი გავლენით კულტივირებული მცენარეების ხარისხობრივი მაჩვენებლები ბევრად აღემატება შესაბამისი ველურად მოზარდი ფორმების ტესტებს. გარდა ამისა, ჩვენი ქვეყნის ეკოსისტემა ნაკლებ დაზინძურებულია მიმომე ლითონებით და რადიონუკლიდებით. ● ეკონომიკური – სასარგებლო მცენარეთა ეკოლოგიურად სუფთა ნედლეულის, პროდუქციისა და სტანდარტული თესლის წარმოება უზრუნველყოფს სტაბილურ და გარანტირებულ შემოსავალს, რადგან დიდი მოთხოვნით სარგებლობს, პროცესი სულ უფრო შეუქცევადი ხდება. მოქნილი მარკეტინგული მოდელის შემუშავებით შეიქმნება ადგილობრივი წარმოების იაფი სამკურნალწამლო საშუალებები, განვითარდება პრიორიტეტული ფერმერული მეურნეობები და ფულად-საკრედიტო ურთიერთობები. ამასთან, ამ პრიორიტეტს ექსპორტის უდიდესი პოტენციალი გააჩნია. <p>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.</p>			

8. 2. უცხოეთში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მომხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	Kacharava T. Epitashvili T.	Ways To Increase Quality Indicators Of Medicinal Plants	The Proceedings of the II International Scientific and Practical Internet – Conference, УДК 615.1 : 615.32 : 615.07 ; С 89, ISBN 978–966–615–538–5, Kharkov, p. 7;
<p>მომხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა) 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.</p>			

3. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

2.2.

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1	კურკოვანი და კენკროვანი ხილის, ასევე სასუფრე ყურძნის ინტროდუცირებული ჯიშების ბიოქიმიური კვლევა და შენახვის ახალი ტექნოლოგიის შემუშავება	2018-2022	<p>მერაბ ჟღენტი-ს/მ მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, სრული პროექტის ხელმძღვანელი.</p> <p>მაია კუხალიეშვილი. ქვეთემის ხელმძღვანელი</p> <p>ივეტა მეგრელიშვილი.შემსრულებელი, ბიოქიმიური ანალიზები</p> <p>ეკატერინე ბულაური.შემსრულებელი. ბიოქიმიური ანალიზები</p> <p>თამარ შამათავა. საპილოტე</p>

			თემის ხელმძღვანელი გულნაზი კაიშაური.ქვეთემის ხელმძღვანელი გულიკო დვალი. მიკრობიოლოგი
--	--	--	---

გარდამავალი კვლევითი პროექტის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე) 1. **ზოგიერთი კურკოვანი ხილის შენახვის ახალი მეთოდის შემუშავება და თეორიული დასაბუთება**

თემის ხელმძღვანელი სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი მერაბ ჟღენტა

მიმდინარე საანგარიშო პერიოდში კურკოვანი ხილი შემოვიტანეთ ჯიღაურას საცდელი ნაკვეთებიდან-

ბლის 3 ჯიში: „კორდია“, „რეჯინა“, „სვით ჰარდი“. ატმის 2 ჯიში: „ფეიმტაიმი“ და „ო- ჰენრი“, ნექტარინის 2ჯიში:“ მორსიანი“ და „მაქსი-7“.

კვლევები ტარდებოდა შემდეგი სქემის მიხედვით, ცაკეული კულტურის ჯიშები შენახვის წინ მუშავდებოდა კომბინირებული ნაზავის (კალციუმის ქლორიდი 2%+ევკალიპტის ექსტრაქტი 1%)ხსნარით, საკონტროლო ვარიანტს წარმოადგენდა წყლით დამუშავებული ნაყოფები.

თითეული ვარიანტი ინახებოდა მაცივარ საკანში 0-10⁰ C და 80-90% ფარდობითი ტენიანობის პირობში, ატამი 2 ჯიში - 2ვარიანტი დამუშავებული + 2 საკონტროლო ,სულ 4 ვარიანტი ასევე ნექტარინის 4ვარიანტი.ბლის 3 ჯიში 3 დამუშავებული+ 3 საკონტროლო. სულ 6 ვარიანტი.

ცდის დაწყების წინ თითეულ ჯიშში განისაზღვრა შემდეგი სახის ბიოქიმიური მაჩვენებლები: ხსნადი მშრალი ნივთიერება, ტიტრული მჟავიანობა, ფენოლური ნივთიერებები, ასევე განისაზღვრა ანტიოქსიდანტური აქტივობა. როგორც მიღებული შედეგებიდან ჩანს, ატმის ჯიშებიდან მაღალი ანტიოქსიდანტური აქტივობით გამოირჩევა ჯიში ფაიმტაიმი, ხოლო ნექტარინის ჯიშებიდან ამ თვალსაზრისით ყურადღებას იმსახურებს „ჯიში მორსიანი“ 157,24, ხოლო ბლის ჯიშებიდან „კორდია“ 186,88.

ცხრილი#3. ზოგიერთი კურკოვანი ხილის ბიოქიმიური მაჩვენებლები

კულტურა	ჯიშები	ხმნ %	PH	ტიტრული მჟავიანობა %	ვიტამინი-C მგ/100გ	ჯამური პოლიფენოლები მგ/100გ	ჯამური ანტოციანები მგ/100გ	100 გ ნიმუშის ანტიოქსიდანტური აქტივობა(ასკორბ. მჟავას
ატამი	ფეიმტაიმი	11,8	3.15	0,95	11.29	154,2	11,98	218,76

	ო- ჰენრი	10,9	3,31	1,1	8,78	128,04	8,21	213,58
ნექტარინი	მორსიანი-60	12,8	3,98	0,91	8,87	36,97	5,89	157,24
	მაქსი-7	16,1	3,65	1,17	6,75	25,99	3,21	91,50
ბალი	კორდია	14,5	3,78	2,2	10,67	118,12	32,96	186,88
	რეჯინა	13,8	3,51	1,23	10,76	105,91	29,89	171,78
	სვითპარდი	13,2	3,62	1,1,	12,90	124,88	28,52	148,24

ასევე შესწავლილ იქნა, კომბინირებული ხსნარების მოქმედება ცალკეული კულტურების ჯიშების დანაკარგებზე, შენახვის პროცესში ვარიანტების მიხედვით, როგორც საკონტროლო, ასევე დამუშავებულ ნაყოფებში, აღმოჩნდა რომ, დამუშავებულ ნაყოფებში, საკონტროლოსთან შედარებით რამდენადმე შემცირებულია, როგორც მასაში კლება, ასევე ფიტოპათოგენური სოკოებით გამოწვეული დანაკარგები, კომბინირებული ხსნარის ეფექტურობა დამახასიათებელია, როგორც ატმის და ნექტარინის, ასევე ბლის ჯიშებისთვისაც, მაგალითად ატმის ჯიშში „ფაიმტაიმის“ შემთხვევაში, საკონტროლო ვარიანტში საერთო დანაკარგები შეადგენდა 12,7% ხოლო დამუშავებულ ნაყოფებში კი ეს მაჩვენებელი ტოლი იყო 7,9%. ნექტარინის ჯიშ „მორსიანი“-ის შემთხვევაში, საერთო დანაკარგებმა შენახვის ბოლოს შეადგინა 18,5% საკონტროლო ვარიანტში, ხოლო დამუშავებულ ნაყოფებში კი 11,2% კომბინირებული ხსნარის ეფექტურობა დამახასიათებელია ბლის ჯიშებისთვისაც.



2. თემა (საპილოტე) მსხლის პერსპექტიული ჯიშების ბიოქიმიური გამოკვლევა და შენახვის ახალი მეთოდის შემუშავება. ხელმძღვანელი ეკოლოგიის აკადემიური დოქტორი- თამარ შამათავა

მიმდინარე საანგარიშო პერიოდში ჯიდაურის საცდელი მეურნეობიდან ჩვენს მიერ შემოტანილი იქნა მსხლის ორი ჯიშ: „კონფერენსი“ და „სამარიანო“. მსხალი ინახებოდა მაცივარ საკანში -1°C და -90% ფარდობითი ტენიანობის პირობებში, აღნიშნული ჯიშები დამუშავდა კალციუმის ქლორიდი $2\% +$ ევკალიპტის ექსტრაქტი 1% ხსნარით, ასევე კალციუმის ქლორიდის 1% და ევკალიპტის ექსტრაქტი 2% კომბინირებული ხსნარით, საკონტროლო ვარიანტი იყო წყლით დამუშავებული მსხლის აღნიშნული ჯიშები. ცდები ტარდებოდა მასაში კლებაზე და დაავადებების გამოვლენაზე შენახვის დროს, ასევე ჩატარდა ბიოქიმიური ანალიზები. აღმოჩნდა, რომ მშრალი ნივთიერების საწყისი და საბოლოო შედეგები (შენახვის 70 დღე) ჯიშ- კონფერენსში იყო $18,2\% - 15,6\%$ შესაბამისად, ხოლო ჯიშ „სამარიანოში“ $17,2\% - 12,9\%$, მონაცემებიდან ჩანს, რომ ჯიშ „კონფერენსი“ მშრალი ნივთიერება შედარებით ნაკლები იხარჯება შენახვის პერიოდში. საერთო შაქრის რაოდენობა ჯიშ „კონფერენსში“ შენახვის დასაწყისში და ბოლოს (70 დღე) შეადგენდა შესაბამისად $10,9\% - 9,2\%$ ს, ხოლო ჯიშ „სამარიანოში“ - $9,8\% - 8,2\%$ -ს. ვიტამინი C-ს შემცველობა ორივე ჯიშში თითქმის ერთნაირი იყო $7,6 - 7,4\text{მგ}/100\text{გრ}$, შენახვის ბოლოს კი შესაბამისად ასკორბინის მჟავის შემცველობა შემცირდა $52\% - 58\%$ -ით, რაც თავისთავად განპირობებულია მისი აქტიური მონაწილეობით ჟანვა-აღდგენით პროცესებში. როგორც ცნობილია მოკრეფილ ნაყოფებში შენახვის დროს სტრუქტურულ-ფუნქციონალური მთლიანობის შესანარჩუნებლად და მეტაბოლიზმის ნორმალური მიმდინარეობისთვის ენერჯის ერთადერთ წყაროს წარმოადენს სუნთქვის პროცესი. შენახვისუნარიანობა დამოკიდებულია სუნთქვის მაქსიმუმის მიღწევის პერიოდზე. ასევე ცნობილია, რომ კლიმაქტერიქსი სხვადასხვა ნაყოფებში გრძელდება $10 - 200$ დღე, შემდეგ სუნთქვის ინტენსივობა მცირდება და იწყება დაბერების პროცესი. ჩვენს შემთხვევაში, აღმოჩნდა, რომ ჯიშ „კონფერენსი“ თვის სუნთქვის კლიმაქტერიქსული პიკი დაფიქსირდა შენახვიდან 60 დღის შემდეგ, ხოლო „სამარიანოს“ ნაყოფებში კი 52-ე დღეზე.

საანგარიშო პერიოდში ასევე ტარდებოდა ანალიზები დამუშავებული მსხლის ნაყოფებზე (შენახვის

პერიოდში) სხვადასხვა სახის დაავადებების გამოვლენაზე, რაც შედარებული იყო საკონტროლო ვარიანტებს. აღმოჩნდა, რომ საუკეთესო შედეგი აჩვენა ნაყოფების დამუშავებამ -2%კალციუმის ქლორიდი +1%ეკალიპტის ექსტრაქტი ხსნარით.დადგინდა, რომ შენახვის დროს მსხლის ნაყოფების საკონტროლო ვარიანტებში აღინიშნებოდა ისეთი ფიზიოლოგიური დაავადება, როგორც არის მსხლის კანქვეშა ლაქიანობა, რაც გამოიხატებოდა კანზე მსხვილი ლაქების გაჩენით და მათ ქვეშ რბილობის გამუქებით. ანალიზი ტარდებოდა იოდო-სახამებლის ტესტის საშუალებით. რაც არ აღინიშნებოდა დამუშავებულ ვარიანტებში. კვლევები გრძელდება.

ქვე-პროექტი. „ სასუფრე ყურძნის ჯიშების შენახვისუნარიანობის შესწავლა და შენახვის მეთოდების შემუშავება“, ხელმძღვანელი მ. კუხალიაშვილი

მიმდინარე საანგარიშო პერიოდში კვლევებს ვაწარმოებდით სასუფრე ყურძნის შემდეგ ჯიშებზე: „სენტენიალ სილდრესი“, „რედგლობი“, „დონ მარიანო“, „ტაიფი ვარდისფერი“ და „იტალია“. (ჯილაურას საცდელი ნაკვეთი). თითოეული ჯიშში დამუშავებული იყო კომბინირებული (კალციუმის ქლორიდი 2% და ეკალიპტის ექსტრაქტი 1%) ხსნარით, საკონტროლოდ აღებული იყო წყლით დამუშავებული ნაყოფები, სულ 8 ვარიანტი, საცდელი ნიმუშები ინახებოდა მაცივრის პირობებში 0-10° C ტემპერატურისა და და 80-90% ფარდობითი ტენიანობის პირობებში. ჩატარებული იქნა ბიოქიმიური კვლევები.

ჩატარებული კვლევებიდან მივიღეთ, რომ ხსნადი მშრალი ნივთიერების მაღალი მაჩვენებლით ხასიათდებოდა ჯიშში „იტალია 21,9%“ ყველაზე ნაკლებით, კი „რედ გლობი“, დანარჩენ ჯიშებს შუალედური ადგილი უკავიათ. შაქრების მაღალი შემცველობა (19%) და გემური თვისებები ყველაზე მეტად შეინარჩუნა ჯიშმა „ იტალია“-მ(შენახვის 120დღე), ჯამური ანტოციანების და ანტიოქსიდანტური აქტივობის მიხედვით, გამოირჩეოდა ჯიშში „რედ გლობი“. ჯიშებს შორის პოლიფენოლების მაღალი შემცველობით გამოირჩეოდა „სენტენიალ სილდრესი“, ამ თვალსაზრისით დაბალი მაჩვენებელი აქვს „იტალია“-ს. როგორც განვლილი 6 თვის განმავლობაში დაკვირვებამ დაგვანახა დამუშავებულ ნაყოფებში საკონტროლო ვარიანტთან შედარებით შემცირებულია მასაში კლება და ეს კანონზომიერება დამახასიათებელია ყველა ჯიშისთვის. ასევე შემცირებულია ფიტოპათოგენური სოკოებით გამოწვეული დანაკარგები საკონტროლოსთან შედარებით. მიღებული კვლევების შედეგები გამოქვეყნებულია 2020 წელს იმფაქტ-ფაქტორის მქონე ჟურნალში. (წარმოდგენილია ქვედა კითხვარში).

შენახვის დასრულებულ ეტაპზე ბიოტექნოლოგიის ცენტრში ჩატარდა სასუფრე ყურძნის ჯიშების დეგუსტაცია'. სადეგუსტაციო კომისიის თავმჯდომარე გახლდათ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის რექტორი ბატონი დავით გურგენიძე, კომისიის წევრებად კი მოწვევულები გახლდათ უნივერსიტეტის ადმინისტრაციული კორპუსის და სხვადასხვა ფაკულტეტის დეკანები. დეგუსტატორებმა დადებითი შეფასება მისცეს ეკალიპტის და კალციუმის ქლორიდით დამუშავებულ ყურძნის ვარიანტებს. განსაკუთრებული მოწონება დაიმსახურა „სენტენიალ სილდრეს“-მა და „ტაიფი ვარდისფერმა“.

მიუხედავად საქართველოში არსებული მდგომარეობისა , **ამა წლის 15-20 ოქტომბერს მოვახერხეთ** და შემოვიტანეთ სასუფრე ყურძნის შემდეგი ჯიშები : 'სენტენიალ სილდრესი', 'რედგლობი', 'დონ მარიანო' , 'ტაიფი ვარდისფერი' , ' ნაპოლეონი'. და 'იტალია'(ჯილაურას საცდელი ნაკვეთებიდან) და ასევე იგივე ჯიშში „იტალია“ (საგარეჯოს რაიონის სოფელ თოხლიაურიდან). შემოტანილი ყურძნის ჯიშები დამუშავდა კალციუმის ქლორიდის 2%-იანი და ეკალიპტის ექსტრაქტის 1%-იანი კომბინირებული ხსნარით. ყურძნის დამუშავებული და საკონტროლო ვარიანტები ინახება ცენტრის KAX-

ას ტიპის მაცივრებში. (0-10⁰ C ტემპ, 80-90% ფარდ.ტენიანობა). სასუფრე ჯიში „იტალია“ შემოვიტანეთ ქართლის და კახეთის რეგიონიდან. ამის მიზანია, აგროკლიმატური პირობების გარკვევა ყურძნის სასუფრე ჯიშების შენახვისუნარიანობაზე.

საწყის ეტაპზე განისაზღვრა ხსნადი მშრალი ნივთიერება, შაქარი, ტიტრული მჟავიანობა, ჯამური პოლიფენოლები, ანტოციანები, ანტიოქსიდანტური აქტივობა. დაყენებულია ცდები ყურძნის ბუნებრივ კლებაზე. ექსპერიმენტი მიმდინარეობს.



4.ქვე-პროექტი: შენახული ხილის გადამუშავების პროდუქტების კვებითი ღირებულების სრულყოფა ზოგიერთი კენკროვანი კულტურიდან მიღებული ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებებით.

ხელმძღვანელი: გ.კაიშური

თანამედროვე პირობებში კაცობრიობის წინაშე მდგარ ერთერთ ყველაზე აქტუალურ პრობლემას დედა-მიწის მოსახლეობის კვების პროდუქტებით უზრუნველყოფა წარმადგენს. FAO-ს მონაცემებით, დღეისათვის სრულყოფილად დედამიწაზე მცხოვრები მოსახლეობის მხოლოდ 35% იკვებება.

ჯანსაღი კვების სფეროში სახელმწიფო პოლიტიკის ძირითადი ამოცანაა სასურსათო პროდუქტების სათანადო მოცულობით წარმოება, მათი მაღალი ხარისხი და უსაფრთხოება, ასევე მოსახლეობის ყველა ფენისათვის მათი ხელმისაწვდომობა.

ჯანსაღი კვება ითვალისწინებს ისეთი ნივთიერებებით მდიდარი პროდუქტების მიწოდებას, რომლებიც აუცილებელია ორგანიზმის ცხოველმოქმედებისათვის და მავნე ნივთიერებებისაგან დასაცავად.

ამ მხრივ საყურადღებოა მცენარეული ნედლეული, რომელიც მდიდარია სხვადასხვა სასარგებლო ნივთიერებებით - ვიტამინებით, ამინომჟავებით, მინერალური და სხვ. ნივთიერებებით.

ასეთი მცენარეული ნედლეულია კენკროვნები, რომლებიც ეკოლოგიური სისუფთავითა და მწიფობის სხვადასხვა პერიოდით გამოირჩევიან

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, მნიშვნელოვანია კენკროვნებისგან დამზადებული პროდუქტების გამოყენება. ამის მიუხედავად საქართველოს კვების მრეწველობის საწარმოები კენკროვნებს ნაკლებად იყენებენ.

აქედან გამომდინარე, 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.

კვლევის ამოცანები იყო:

- 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.

კვლევის ობიექტად შერჩეული იყო ველურად მზარდი მოცხარი (წითელი და შავი - გორის რაიონიდან) და კუნელი (წითელი, შავი და მოშავო-მოწითალო - კურკოს ტყიდან, რომელიც ქ. დუშეთს აღმოსავლეთითა და ჩრდილოეთით ერტყმის გარს).

კვლევები ტარდებოდა კვლევის სტანდარტული და თანამედროვე მეთოდებით. ექსპერიმენტი ტარდებოდა სტუ ბიოტექნოლოგიის ცენტრის სამეცნიერო ლაბორატორიაში.

.საანგარიშო პერიოდში გაგრძელდა წინა წლებში დაწყებული სამუშაოები, კერძოდ საქართველოს სხვადასხვა რეგიონში გავრცელებული, ველურად მზარდი კენკროვნების კვლევა.

დასახული მიზნის მისაღწევად გამოკვლეულია წითელი კუნელის სასაქონლო მაჩვენებლები. განსაზღვრულია მისი კვებითი ღირებულების ინტეგრალური მაჩვენებელი. გაანგარიშებულია ცალკეულ საკვებ ნივთიერებებსა და ენერგიაზე ადამიანის ორგანიზმის დღიური მოთხოვნილების დაკმაყოფილების პროცენტი.

ეკოლოგიურად სუფთა ნედლეულიდან დამზადებულ პროდუქტებზე მოსახლეობის გაზრდილი მოთხოვნის გათვალისწინებით საკვლევი ობიექტისაგან დამზადდა სხვადასხვა სახის პროდუქცია (საკვლევი ნიმუშები): მორსი, ცუკატი, კომპოტი და ჟელე, ასევე საკონდიტრო ნაწარმი - პასტილა. აღნიშნული პროდუქცია დამზადდა მოცხარის სახეებისაგან (წითელი, შავი), ხოლო დასპირტული ნაყენი და მორსი - კუნელისგან.

ჟელე, კომპოტი და პასტილა დამზადდა მოცხარის როგორც ცალკეული სახეებისაგან (ცალკე წითელი და ცალკე შავი მოცხარისაგან), ასევე შერეული (წითელი და შავი მოცხარის) ნაყოფებისაგან.

კვლევის ერთერთი ამოცანა იყო საკვები დანამატების მიღება. ამ მიზნით კენკრიდან (წითელი კუნელი) მიღებულ იქნა ფქვილოვანი ნაწარმი. შესწავლილია მიღებული პროდუქციის ძირითადი სტანდარტული ხარისხობრივი მაჩვენებლები. დადგენილია, რომ მზა პროდუქცია აკმაყოფილებდა ანალოგიური სახის პროდუქციაზე მოქმედი ნორმატიული დოკუმენტის მოთხოვნებს. კვლევითი სამუშაოები გრძელდება.

დამატებითი ინფორმაცია

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 16140-1 : 2016/2020 სასურსათო ჯაჭვის მიკრობიოლოგია – მეთოდის ვალიდაცია - ნაწილი 1: ლექსიკონი

ბ) სსტ ისო 16140-2 : 2016/2020 სასურსათო ჯაჭვის მიკრობიოლოგია – მეთოდის დადასტურება – ნაწილი 2: პროტოკოლი ალტერნატიული (დაპატენტებული) მეთოდების დადასტურებისათვის ეტალონური მეთოდის მიმართ;

გ) **სსტ ისო 22000 : 2018/2020** სურსათის უვნებლობის მენეჯმენტის სისტემები - მოთხოვნები სასურსათო ჯაჭვში მონაწილე ნებისმიერი ორგანიზაციისთვის

II. ვებინარში/ სემინარში

ა) სასურსათო სექტორის სიახლეები - თვითშეფასების ინსტრუმენტი (Food Sector News - Whitepaper - FSSC Self-assessment Tool) 2020წ. 11 ივნისი

ბ) საკვები პროდუქტების უსაფრთხოების კულტურის მიხედვით (BRCGS Food Safety Culture Excellence Webinar). 2020წ. 22 ივნისი

გ) „სტანდარტიზაცია, როგორც დამხმარე საშუალება საქართველოში COVID-19 პანდემიით გამოწვეული საგანგებო სიტუაციაზე სწრაფი რეაგირებისათვის” პროექტის ფარგლებში საქართველოს სტანდარტებისა და მეტროლოგიის ეროვნული სააგენტოსა (GeoSTM) და კორპორაცია ტილდესთან (Tilde) ერთად ლატვიის სტანდარტების ორგანოს (LVS) მიერ ორგანიზებული საჯარო სემინარი „თარგმანის მომავალი”.2020წ. 1 ოქტომბერი (გ. კაიშაური).

დ) **AGRIS-ის (სოფლის მეურნეობის მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების საერთაშორისო სისტემის არსის, მისი გამოყენებისა და მართვის პრინციპების) შესახებ ინსტიტუტის „ტექინფორმი“ მიერ გაეროს სურსათისა და სოფლის მეურნეობის ორგანიზაციის FAO - ს მხარდაჭერით ჩატარებული ონლაინ სემინარი 2020წ. 30 ოქტომბერი (გ. კაიშაური).**

III. ჩატარებული მეცადინეობები

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის აგრარული მეცნიერებებისა და ბიოსისტემების ინჟინერინგის ფაკულტეტის ხასურსათო ტექნოლოგიის სპეციალობის ბაკალავრიატის III კურსის სტუდენტებთან დისციპლინაში ”ხარისხის კონტროლი, სერთიფიკაცია, ეტიკეტირება” (ლექცია, პრაქტიკული მეცადინეობა) (გ. კაიშაური).

6. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათა-ური, ISSN	ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	მ.კუხალიაშვილი, თ.შამათავა, მ.ჟღენტი, გ.დვალი. ებულაური, თ.ჭიპაშვილი	ევკალიპტის ექსტრაქტის და კალციუმის ქლორიდის გავლენა ყურძნის შენახვისუნარიანობაზე	მეცნიერება და ტექნოლოგიები. N1(733),2020	ქ.თბილისი საგამომცემლო სახლი“ტექნიკური უნივერსიტეტი“	22-27

			2020	
<p>ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე) ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე) განხილულია საქართველოში ინტროდუცირებული სასუფრე ყურძნის ორი ჯიშის: „იტალია“ და „ალფონსო ლევალეს“ ხანგრძლივი შენახვის პერიოდში ეკოლოგიურად უსაფრთხო ნაერთის - კალციუმის ქლორიდისა და ევკალიპტის ექსტრაქტის კომბინირებული ხსნარის გამოყენება და მათი მოქმედების დადგენა ყურძნის შენახვისუნარიანობაზე. ექსპერიმენტიდან ჩანს, რომ შენახვის დროს აღნიშნული კომბინირებული ხსნარი ყურძენზე გავრცელებულ ფიტოპათოგენურ დაავადებებზე დამორგუნველად მოქმედებს. უკეთესი შედეგი აჩვენა ყურძნის 2%-იანი კალციუმის ქლორიდისა და 1%-იანი ევკალიპტის ექსტრაქტით კომბინირებული ხსნარით დამუშავებამ, რომლის მოქმედებითაც ყურძნის მიკრობიოლოგიური დაავადებები შემცირდა. კერძოდ შენახვის(120დღე) საკონტროლო ვარიანტებში „იტალიას“-ა და „ალფონსო ლევალე“-ს შემთხვევაში Botrytis cinerea-თი გამოწვეულმა დანაკარგებმა შეადგინა შესაბამისად 65% და 64%-ი, კომბინირებული ხსნარით დამუშავებისას კი აღნიშნული სოკოთი გამოწვეული დანაკარგები შესაბამისად იყო 49%-ი და 48%-ი. რაც შეეხება Penicilium exspansum-ით გამოწვეული დანაკარგები „იტალია“-სა და „ალფონსო ლევალეს“ საკონტროლო ვარიანტებში შესაბამისად იყო 47%-ი და 45%-ი, ხოლო აღნიშნული კომბინირებული ხსნარით დამუშავებისას, „იტალიის“ შემთხვევაში Penicilium exspansum -ით გამოწვეულმა დანაკარგებმა შეადგინა 40%-ი, ხოლო „ალფონსო ლევალე“-ს ვარიანტში კი 39%-ი.</p>				

6.3. კრებულები

№	ავტორი/ავტორები	კრებულის სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	გ. კაიშაური	საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენცია "საკვები პროდუქტების წარმოების აქტუალური პრობლემები და თანამედროვე ტექნოლოგიები" შრომების კრებული. 2020. 20-21 თებერვალი IS BN 978-9941-484-58-2	აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემლობა	გვ. 76 - 79
2	გ. კაიშაური	საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენცია "საკვები პრო-	აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემ-	გვ. 79 - 80

		დუქტების წარმოების აქტუალური პრობლემები და თანამედროვე ტექნოლოგიები". შრომების კრებული. 2020. 20-21 თებერვალი ISBN 978-9941-484-58-2	ლობა	
3				
ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)				
<p>1. „კუნელის კვებითი ღირებულება“</p> <p>ნაშრომში მოცემულია დუშეთის რაიონში გავრცელებული წითელი კუნელის ხარისხის განმსაზღვრელი ძირითადი ქიმიური მაჩვენებლების კვლევის შედეგები. განსაზღვრულია კუნელის კვებითი ღირებულების ინტეგრალური მაჩვენებელი. გაანგარიშებულია ცალკეულ საკვებ ნივთიერებებსა და ენერგიაზე ადამიანის ორგანიზმის დღიური მოთხოვნილების დაკმაყოფილების პროცენტი.</p> <p>2. „საკვებდანამატი გარეული კენკრისაგან“</p> <p>ნაშრომში მოცემულია გარეული კენკრის (კუნელი) ქიმიური შედგენილობის კვლევის შედეგები. ნაყოფისგან დამზადებულია ფქვილოვანი ნაწარმი. შესწავლილია მიღებული პროდუქციის ძირითადი სტანდარტული ხარისხობრივი მაჩვენებლები. დადგენილია, რომ მზა პროდუქცია აკმაყოფილებდა ანალოგიური სახის პროდუქციაზე მოქმედი ნორმატიული დოკუმენტის მოთხოვნებს.</p>				

8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

8.1. საქართველოში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	გ. კაიშაური	კუნელის კვებითი ღირებულება	საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენცია "საკვები პროდუქტების წარმოების აქტუალური პრობლემები და თანამედროვე ტექნოლოგიები". ქუთაისი. 2020. 20-21 თებერვალი. ISBN 978-9941-484-58-2
2	გ. კაიშაური	საკვებდანამატი გარეული კენკრისაგან	საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენცია "საკვები პროდუქტების წარმოების აქტუალური პრობლემები და თანამედროვე ტექნოლოგი-

			ები". ქუთაისი. 2020. 20-21 თებერვალი. ISBN 978-9941-484-58-2
მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)			

4. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები

№	პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიმართებით	პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები	პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მიმართებით)
1	2	3	4
1	<p>პომიდვრის ფესვის და რიზოსფეროს სოკოვანი პომიდვრის ფესვის დაავადების გამომწვევ პათოგენებზე ბიოპრეპარატების და ფუნგიციდების შედარებითი შესწავლა მცენარისა და ნიადაგისათვის უსაფრთხო პირობების შესაქმნელად. აგრო- ბიო ტექნოლოგია მიკრობიოლოგიის მიმართულებით</p>	<p>2018-2022</p>	<p>გულიკო დვალი. ბიოლოგიის მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორი, ხელმძღვანელი ლეილა ზვიადაძე, მეცნ. თანამშრ. სოკოებზე ბიოპრეპარატების და ფუნგიციდების გავლენის შესწავლა მაია კობახიძე, მეცნ. თანამშ. მიკრობთა იდენტიფიკაცია და სახეობების დადგენა ნაილი ლომთაძე, მეცნ. თანამშრ. საკვები არეებისა და კულტივირებისათვის მოსამზადებელი სამუშაოები.</p>
<p>კვლევითი პროექტის 2020 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>გარდამავალი პროექტის 2020 წლის კვლევითი სამუშაო ითვალისწინებს პომიდვრის ფესვის ლპობის გამომწვევი პათოგენი სოკოს Fusarium-ის მგრძობელობის შესწავლა ბიოპრეპარატების “ბიოკატენას”, “ფიტოკატენას” და ფუნგიციდი “რიდომილ გოლდის” მიმართ (ეს ის პრეპარატებია, რომელიც გამოყენებული გვქონდა პომიდვრის ფესვის ლპობის გამომწვევი სოკოების წინააღმდეგ მინდვრის პირობებში).</p> <p>აღნიშნული საკითხის შესწავლას აქვს როგორც თეორიული, ისე პრაქტიკული მნიშვნელობა, რადგან სოფლის მეორეობაში სოკოვანი დაავადების წინააღმდეგ ფართოდ გამოიყენება ქიმიური პრეპარატები - ფუნგიციდები, რომლებიც გამოირჩევიან მაღალი ბიოლოგიური აქტივობით, შესწავლილია აგრეთვე მათი დადებითი და უარყოფითი მოქმედება სასოფლო სამეორნეო კულტურებზე, მაგრამ თანამედროვე სოფლის მეორეობის ინტენსიფიკაცია მოითხოვს მეტ ძალისხმევას გარემოს უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად, ამიტომ სოკოვანი დაავადების წინააღმდეგ მნიშვნელოვანია ბიოპრეპარატების გამოყენება, რომელთა</p>			

შემადგენლობაში შემავალ აქტიურ ნივთიერებებს წარმოადგენენ მიკროორგანიზმები და მათი მეტაბოლიტები. ბრძოლის ეს მეთოდი უზრუნველყოფს გარემოს დაცვას დაბინძურებისაგან და ბიოლოგიურად სუფთა პროდუქტის მიღებას.

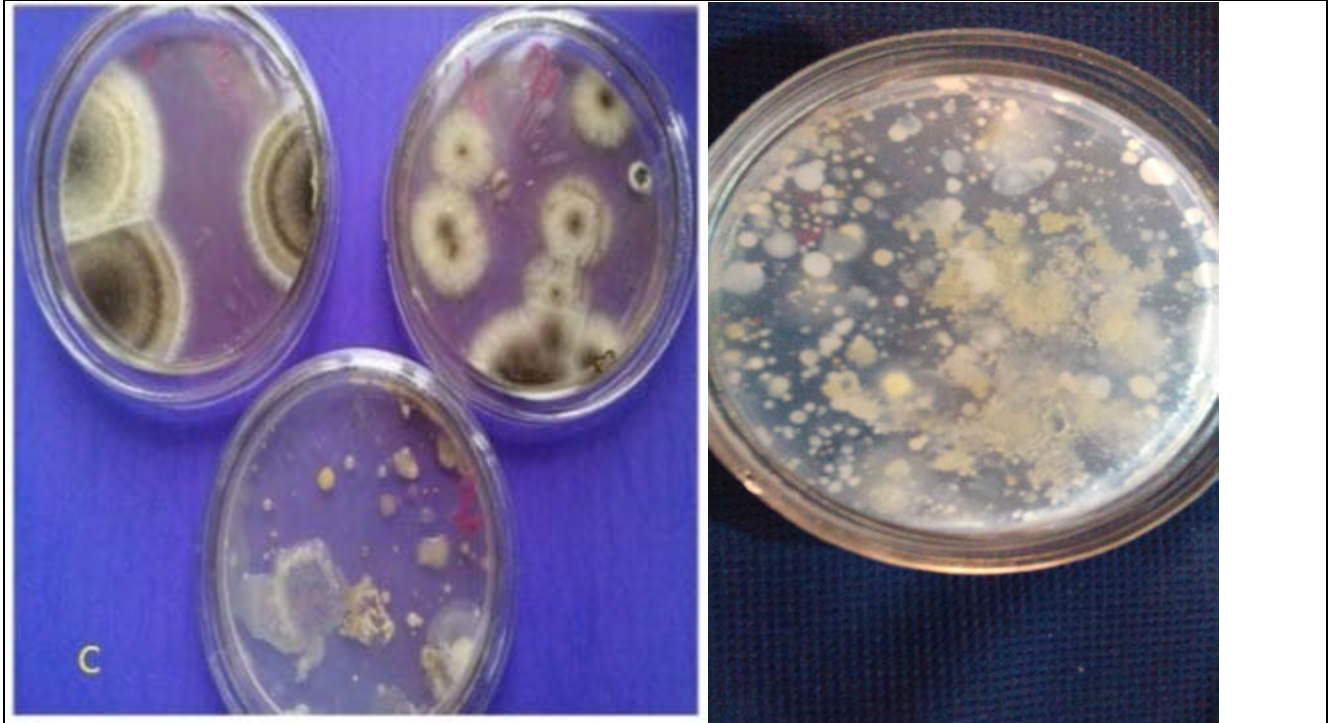
ბიოპრეპარატის და ფუნგიციდის მიმართ სოკო ფუზარიუმის გრძნობელობის შესასწავლად გამოვიყენეთ *in vitro* ფილტრის ქაღალდის დისკის მეთოდი, რომლის მიხედვით პეტრის ჯამზე ისხმევა 40°C ტემპერატურაზე გაგრილებული ჩაპეკის საკვები არე და ითესება ფუზარიუმის სუფთა კულტურა. კულტურის ინკუბაცია თერმოსტატში ხდება 25°C ტემპერატურაზე 48 საათის განმავლობაში. აღნიშნული დროის გავლის შემდეგ ჯამის ცენტრში სტერილური პინცეტით მჭიდროდ თავსდება ბიოპრეპარატების და ფუნგიციდის 2% ხსნარით გაჟღენთილი სტერილური ქაღალდის დისკი, რომლის ზომაც 20მმ-ია. ჯამები თერმოსტატში 30°-35°C ტემპერატურაზე 5 დღის განმავლობაში თავსდება.

ექსპერიმენტი მიმდინარეობდა შემდეგი სქემით : 1. ფუზარიუმი + ბიოკატენას 2% ხსნარში დასველებული ფილტრის ქაღალდის დისკი (2 პარალელური ჯამი) , 2. ფუზარიუმი + ფიტოკატენას 2% ხსნარში დასველებული ფილტრის ქაღალდის დისკი (2 პარალელური ჯამი). 3. ფუზარიუმი + რიდომილ გოლდის 2% ხსნარში დასველებული ფილტრის ქაღალდის დისკი (2 პარალელური ჯამი).

ბიოპრეპარატების და ფუნგიციდის მიმართ ფუზარიუმის გრძნობელობას ვსაზღვრავდით ფილტრის ქაღალდების დისკის ირგვლივ არსებული სოკოს ნაზარდის ზონის სიდიდის მიხედვით სამივე პრეპარატის მიმართ.

ექსპერიმენტის შედეგად მივიღეთ: ვარიანტი, რომლის ფილტრის ქაღალდის დისკი დამუშავებული იყო ბიოკატენას 2% ხსნარით ფუზარიუმის მგრძნობელობა პრეპარატის მიმართ 20-25მმ-ია (დათრგუნვის დიამეტრი) ხოლო მეორე ვარიანტში ფილტრის ქაღალდის დისკის დამუშავების შემთხვევაში ფუზარიუმის გრძნობელობა 15-20მმ (დათრგუნვის დიამეტრი), რაც შეეხება ფუნგიციდი რიდომილ გოლდის დამუშავებულ ვარიანტს (2% ხსნარით), 18-20მმ (დათრგუნვის დიამეტრი). დიამეტრში იგულისხმევა ტესტ-ორგანიზმის მიერ სოკოს განვითარების დათრგუნვა ფილტრის ქაღალდის დისკის ირგვლივ და შიგნით.

ამ რიგად, აგარის სიდრმეში დიფუნდირებულ ბიოპრეპარატი ფიტოკატენა და ფუნგიციდი რიდომილ გოლდიაფერხებს ფუზარიუმის ზრდას რაც ვლინდება პილტრის დისკის გარშემო დათრგუნული ზონის წარმოქმნაში, რომელიც მკაფიოდ არის გამოხატული ტესტ-კულტურის მასიური ზრდის ფონზე. უნდა აღინიშნოს ბიოკატენა, რომლის მიმართ ძლიერი მგრძნობელობით გამოირჩევა სოკო ფუზარიუმი, მისი ზრდის არიალი შემცირებულია, როგორც ზრდაზე ვიზუალური დაკვირვების, ისე მისი უჯრედის შიგნით ჰიფების განვითარების თვალსაზრისით. ეს იმით აიხსნება, რომ ბიოკატენას აქტიურ ნივთიერებას წარმოადგენს *Trichoderma lignorum*-ის მიერ გამოყოფილი ანტიბიოტიკი, რომელიც დიფუნდირებს აგარის სიდრმეში და ზრდის ფუზარიუმის მგრძნობელობას მის მიმართ, რაც გამოიხატება ფილტრის დისკის ირგვლივ სოკოს ზრდის დათრგუნვით.



დაუმუშავებელი

დამუშავებული

6. ბექდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათა-ური, ISSN	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	გ.დვალი,	ბიოპრეპარატ	სამეცნიერო და	საქართველოს	74-81

	ლ.ზვიადაძე მ.კობახიძე, ნ.ლომთაძე	“ბიოკატენა” და ფუნგიციდ “რიდომილ გოლდის” გავლენა პომიდვრის ფესვისა და რიზოსფეროს მიკროფლორაზე მცენარის ყვავილობის ფაზაში (ISSN 1512-0287	სამეცნიერო- ტექნიკური ჟურნალი Georgian Engineering News(GEN) ISSN 1512- 0287)ტომი. 89	ტექნიკური უნივერსიტეტი. თბილისი	
<p style="text-align: center;">ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>ფუნგიციდი “რიდომილ გოლდი” მკვეთრად თრგუნავს მცენარის ფესვისა და რიზოსფეროს როგორც სასარგებლო, ისე პათოგენი მიკროორგანიზმების განვითარებას, ხოლო “ბიოკატენა” არ იწვევს სასარგებლო მიკროორგანიზმების მნიშვნელოვან დათრგუნვას, რაც ხელს უწყობს ნიადაგის ჯანსაღი გარემოს შენარჩუნებას და მცენარის აქტიურ განვითარებას ყვავილობის ფაზაში.</p>					

ნაგებობების, სპეციალური სისტემებისა და საინჟინრო უზრუნველყოფის ინსტიტუტი

2020 წელს გაწეული სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობის ანგარიში

*ნაგებობების, სპეციალური სისტემებისა და საინჟინრო უზრუნველყოფის ინსტიტუტი,
(სამეცნიერო საბჭოს თავმჯდომარე - აკადემიკოსი, ელგუჯა მეძმარიაშვილი;
მთავარი მეცნიერ თანამშრომელი - 8; უფროსი მეცნიერ თანამშრომელი - 4;
მეცნიერ თანამშრომელი - 6;)*

საინჟინრო უზრუნველყოფის განყოფილება.

1. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები

№	პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიითითებით	პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები	პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მიითითებით)
1	2	3	4
1	„საქართველოს ინფრასტრუქტურისა და ტერიტორიის თავდაცვისათვის საინჟინრო მომზადების, საბრძოლო მოქმედების და ოპერაციების, ბუნებრივი და ხელოვნური ექსტრემალური ვითარებების საინჟინრო უზრუნველყოფის სისტემატიზირებული და კლასიფიცირებული კონცეფციის განსაზღვრა, თეორიული საფუძვლების და შესაბამისი საგანმანათლებლო პროგრამის შექმნა“. სამხედრო მეცნიერება, სამხედრო ინჟინერია.	2017-2020 წწ.	თ. შუბლაძე - მთავარი მეცნიერ-თანამშრომელი; გ. დანელია - უფროსი მეცნიერ-თანამშრომელი; გ. სურმავა - მეცნიერ თანამშრომელი; ა. რეხვიაშვილი - სპეციალისტი

პროექტის 2020 წლის ეტაპზე განხილულ იქნა ბუნებრივი და ტექნოგენური ხასიათის საგანგებო სიტუაციების თავიდან აცილების, შედეგების შერბილებისა და ლიკვიდაციის ღონისძიებები. შეთავაზებულ იქნა საგანგებო სიტუაციების დროს მოსახლეობის დაცვის ღონისძიებები. პროექტში ასევე განხილულ იქნა

ჰუმანიტარული განაღმვის თანამედროვე მიდგომები, მასში მონაწილე ორგანიზაციები და ჰუმანიტარული განაღმვის მეთოდები. შეთავაზებულ იქნა საერთაშორისო სამართლის ის ნორმები, რომლებიც არეგულირებენ შეიარაღებულ კონფლიქტში ნაღმების გამოყენებას. პროექტის ამ ეტაპზე ასევე განხილულ იქნა სამხედრო ინჟინრების როლი, ადგილი და ფუნქციები საინჟინრო მხარდაჭერის დაგეგმვის, მომზადებისა და აღსრულების ეტაპებზე.

2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

2.1.

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიითითებით	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მიითითებით)
1	2	3	4
1	„საქართველოს ინფრასტრუქტურისა და ტერიტორიის თავდაცვისათვის საინჟინრო მომზადების, საბრძოლო მოქმედების და ოპერაციების, ბუნებრივი და ხელოვნური ექსტრემალური ვითარებების საინჟინრო უზრუნველყოფის სისტემატიზირებული და კლასიფიცირებული კონცეფციის განსაზღვრა, თეორიული საფუძვლების და შესაბამისი საგანმანათლებლო პროგრამის შექმნა“. სამხედრო მეცნიერება, სამხედრო ინჟინერია.	2017-2020წწ.	თ. შუბლაძე - მთავარი მეცნიერ-თანამშრომელი; გ. დანელია - უფროსი მეცნიერ-თანამშრომელი; გ. სურმავა - მეცნიერ თანამშრომელი; ა. რეხვიაშვილი - სპეციალისტი

პროექტის 2020 წლის ეტაპზე განხილულ იქნა ბუნებრივი და ტექნოგენური ხასიათის საგანგებო სიტუაციების თავიდან აცილების, შედეგების შერბილებისა და ლიკვიდაციის ღონისძიებები. შეთავაზებულ იქნა საგანგებო სიტუაციების დროს მოსახლეობის დაცვის ღონისძიებები. პროექტში ასევე განხილულ იქნა ჰუმანიტარული განაღმვის თანამედროვე მიდგომები, მასში მონაწილე ორგანიზაციები და ჰუმანიტარული განაღმვის მეთოდები. შეთავაზებულ იქნა საერთაშორისო სამართლის ის ნორმები, რომლებიც არეგულირებენ შეიარაღებულ კონფლიქტში ნაღმების გამოყენებას. პროექტის ამ ეტაპზე ასევე განხილულ იქნა სამხედრო ინჟინრების როლი, ადგილი და ფუნქციები საინჟინრო მხარდაჭერის დაგეგმვის, მომზადებისა და აღსრულების ეტაპებზე.

2.2.

№	დასრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიითითებით	პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მიითითებით)
1	2	3	4
1	„საქართველოს ინფრასტრუქტურისა და ტერიტორიის თავდაცვისათვის საინჟინრო მომზადების, საბრძოლო მოქმედების და ოპერაციების, ბუნებრივი და ხელოვნური ექსტრემალური ვითარებების საინჟინრო უზრუნველყოფის სისტემატიზირებული და კლასიფიცირებული კონცეფციის განსაზღვრა, თეორიული საფუძვლების და შესაბამისი საგანმანათლებლო პროგრამის შექმნა“. სამხედრო მეცნიერება, სამხედრო ინჟინერია.	2017-2020წწ.	თ. შუბლაძე - მთავარი მეცნიერ-თანამშრომელი; გ. დანელია - უფროსი მეცნიერ-თანამშრომელი; გ. სურმავა - მეცნიერ თანამშრომელი; ა. რეხვიაშვილი - სპეციალისტი
<p>პროექტის შესრულების პერიოდში განხილულ იქნა საგანგებო სიტუაციების ძირითადი საფუძვლები და მათი კლასიფიკაცია, ბუნებრივი და ტექნოგენური ხასიათის საგანგებო სიტუაციების თავიდან აცილების შედეგების შერბილებისა და ლიკვიდაციის ღონისძიებები. შეთავაზებულ იქნა საგანგებო სიტუაციების დროს მოსახლეობის დაცვის ღონისძიებები, საგანგებო სიტუაციების მართვის ერთიანი სისტემა და ამ პირობებში მოსახლეობის დაცვის ღონისძიებები. ასევე განხილულ იქნა ასაფეთქებელი ნივთიერებების ევოლუცია, საინჟინრო საბრძოლო მასალების განვითარების ეტაპები და ის საინჟინრო საბრძოლო მასალები, რომლებიც თანამედროვე ეტაპზე გამოიყენება სხვადასხვა ქვეყნებში, ჰუმანიტარული განადმვის თანამედროვე მიდგომები, მასში მონაწილე ორგანიზაციები და ჰუმანიტარული განადმვის მეთოდები. შეთავაზებულ იქნა საერთაშორისო სამართლის ის ნორმები, რომლებიც არეგულირებენ შეიარაღებულ კონფლიქტში ნაღმების გამოყენებას. პროექტის ამ ეტაპზე ასევე განხილულ იქნა ეროვნული უსაფრთხოების საფუძვლები, ომის პრიონციპები, საომარი მოქმედებების დონეები და რანჟირება, ამ დონეებზე დავალებები, ფუნქციები და ამოცანები, სამხედრო ინჟინრების როლი, ადგილი და ფუნქციები საინჟინრო მხარდაჭერის დაგეგმვის, მომზადებასა და აღსრულების ეტაპებზე.</p>			

6. ბექდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

6.2. სახელმძღვანელოები

№	ავტორი/ავტორები	სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	თ. შუბლაძე, თ. მელქაძე, შ. წეროძე, მ. სანიკიძე, გ. ბედუკაძე, გ. გრატიაშვილი.	„ბუნებრივი კატასტროფების შედეგების შერბილებისა და მათი სალიკვიდაციო სამუშაოების საინჟინრო უზრუნველყოფა“	მომზადებულია გამოსაცემად	230 გვ.
სახელმძღვანელოს დამუშავების პერიოდში განხილულ იქნა საგანგებო სიტუაციების ძირითადი საფუძვლები და მათი კლასიფიკაცია, ბუნებრივი და ტექნოგენური ხასიათის საგანგებო სიტუაციების თავიდან აცილების, შედეგების შერბილებისა და ლიკვიდაციის ღონისძიებები. შეთავაზებულ იქნა საგანგებო სიტუაციების დროს მოსახლეობის დაცვის ღონისძიებები, საგანგებო სიტუაციების მართვის ერთიანი სისტემა და ამ პირობებში მოსახლეობის დაცვის ღონისძიებები.				
2	გ. სურმავა	„საინჟინრო უზრუნველყოფის საფუძვლები“	მომზადებულია გამოსაცემად	175 გვ.
სახელმძღვანელოს დამუშავების პერიოდში განხილულ იქნა ეროვნული უსაფრთხოების საფუძვლები, ომის პრინციპები, საომარი მოქმედებების დონეები და რანჟირება, ამ დონეებზე დავალებები, ფუნქციები და ამოცანები. სამხედრო ინჟინრების როლი, ადგილი და ფუნქციები საინჟინრო მხარდაჭერის დაგეგმვის, მომზადებისა და აღსრულების ეტაპებზე.				
3	გ. დანელია, გ. აგაჯანოვი.	„საინჟინრო საბრძოლო მასალები“	მომზადებულია გამოსაცემად	817 გვ.
სახელმძღვანელოს დამუშავების პერიოდში განხილულ იქნა ასაფეთქებელი ნივთიერებების ევოლუცია, საინჟინრო საბრძოლო მასალების განვითარების ეტაპები და ის საინჟინრო საბრძოლო მასალები, რომლებიც თანამედროვე ეტაპზე გამოიყენება სხვადასხვა ქვეყნებში, ჰუმანიტარული განადმვის თანამედროვე მიდგომები, მასში მონაწილე ორგანიზაციები და ჰუმანიტარული განადმვის მეთოდები. შეთავაზებულ იქნა საერთაშორისო სამართლის ის ნორმები, რომლებიც არეგულირებენ შეიარაღებულ კონფლიქტში ნაღმების გამოყენებას.				

მიწისზედა ტრანსფორმირებადი კონსტრუქციების განყოფილება

6. ბექდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

6.2. სახელმძღვანელოები

№	ავტორი/ავტორები	სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	ე. მეძმარიაშვილი მ. სანიკიძე ლ. ავალიშვილი გ. გრატიაშვილი	ხიდები და სხვა ხელოვნური ნაგებობები გზებზე	მომზადდა გამოსაცემად	800

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

სახელმძღვანელო განკუთვნილია სამოქალაქო და სამხედრო ინჟინერიის ბაკალავტიატის სტუდენტებისთვის, მაგისტრატებისა და დოქტორანტებისთვის, სამოქალაქო და სამხედრო ინჟინრებისთვის, დამპროექტებლების, მეცნიერ თანამშრომლებისა და ამ საქმით დაინტერესებული ყველა პირისთვის.

სახელმძღვანელო მოიცავს 830 გვერდს, შედგება 34 თავისაგან, მასში განხილულია ხიდებისა და სხვა ხელოვნური საგზაო ნაგებობების დაპროექტების, გაანგარიშების და კონსტრუირების საკითხები, კერძოდ:

- გზებზე ხელოვნურ ნაგებობის ფართო სპექტრი.
- ძირითადი მონაცემები ხიდებისა და სხვა ხელოვნურ ნაგებობათა დასაპროექტებლად.
- საგზაო ნაგებობათა ფუძეებია და საძირკვლები.
- მცირე ჩადრმავეების საძირკვლები.
- ხიმინჯოვანი და გარსებიანი საძირკვლები.
- საძირკვლები კედლების, ჩასაშვები ჭებისა და კესონებისაგან.
- ხის ხიდები.
- მცირე მალეების ხის ხიდები.
- დიდმალიანი ხის ხიდები.
- დიდი მალეების ხის ხიდების საყრდენები და ეინულმჭრელები.
- ქვის და ბეტონის ხიდები.
- რკინაბეტონის ხიდები.
- რკინაბეტონის კოჭოვანი ხიდები.
- რკინაბეტონის ჩარჩოვანი და თაღოვანი ხიდები.
- ლითონის ხიდები.
- კოჭური სისტემის ლითონის ხიდები.
- თაღოვანი, კომბინირებული, ჩარჩოვანი და კიდული სისტემების ლითონის ხიდები.
- ლითონის სამხედრო ხიდები.
- კოჭური სისტემის ლითონის სამხედრო ხიდების კონსტრუქცია და გაანგარიშება.
- კოჭური სისტემის ლითონის სამხედრო ხიდების კონსტრუქციების დამზადებისა და აგების თავისებურებანი.

- სამხედრო დასაშლელი ლითონის ხიდები ხისტ საყრდენებზე.
- ლითონის კოჭური ხიდების დასაშლელი მალეების ნაშენთა და საყრდენების კონსტრუქცია.
- სამხედრო კიდული ხიდები, მათი კონსტრუქცია, აგება და გაანგარიშება.
- მილები საავტომობილო გზების ქვეშ.
- ტივტივა ხიდები და ბორნები.
- ხიდებისა და მილების ექსპლუატაცია.
- ხიდებისა და მილების გაძლიერება და რეკონსტრუქცია.
- ხიდებისა და მილების გამოკვლევა და გამოცდა.
- სპეციალური ხელოვნური ნაგებობები სამთო გზებზე.
- გვირაბების დაპროექტების პრინციპები.
- სამთო გვირაბები.
- წყალქვეშა გვირაბები.
- საქალაქო სატრანსპორტო და საქვეითო გვირაბები.
- ავტოსაგზაო გვირაბების ექსპლუატაციისათვის განკუთვნილი მოწყობილობები.

კოსმოსური ტრანსფორმირებადი კონსტრუქციების განყოფილება

6. ბექდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათა- ური, ISSN	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობ ა
1	Sh. Tserodze J. Santiago Prowald, K. Chkhikvadze, M. Nikoladze, M. Muchaidze	Latest modification of the deployable space reflector structure with V-folding bars	CEAS Space Journal of European Aerospace Societies: https://link.springer.com/article/10.1007/s12567-019-00281-9	CEAS Space Journal Vol. 12 , pages 163–169(2020) 2019-ში იყო online, 2020-ში გამოიცა ჟურნალში	7
2	Sh. Tserodze E. Medzmariashvili, C. G. M.van't Klooster, K. Chkhikvadze, M. Muchaidze, M. Nikoladze,	New design modifications of the supporting ring for a large deployable space reflector	CEAS Space Journal of European Aerospace Societies https://link.springer.com/article	CEAS Space Journal (2020) Online	8

	A. Chapodze, I. Sigua & M. Sanikidze		e/10.1007/s12567-020-00332-6		
3	O. Sushko, E. Medzmariashvili, L. Filipenko, A. Tsiklauri, G. Medzmariashvili, M. Nikoladze, SH. Tserodze D. Vasylenko, O. Shpylka, S. Khoroshylov, S. Martyniuk, V. Vasyliiev	Modified design of the deployable mesh reflector antenna for mini satellites	CEAS Space Journal of European Aerospace Societies	მიღებულია დადებითი გადაწყვეტილება სტატიის გამოსაქვეყნებლად	8
<p>1. წარმოდგენილ მექანიკურ სისტემაში მაღალი ტექნიკური შედეგის მისაღწევად გათვალისწინებულია კარკასის გამარტივება, მისი წონის შემცირება და აგრეთვე გაშლის საიმედოობის ამაღლება და გაშლის პროცესის კონტროლის გაადვილება.</p> <p>კოსმოსური რეფლექტორის მექანიკური სახისტის კარკასი შეიცავს მხოლოდ - წრიულად განლაგებულ და სახსრულად დაკავშირებული V-სებრად დასაკეცი ღეროების შემცველ მუშა და ზურგის მხარის რგოლებს, მათ დამაკავშირებელ გვერდით ღეროებს და კრონშტეინებზე დამაგრებულ გორგოლაჭებზე გატარებულ ბაგროვან გამშლელ მექანიზმს, რომელიც მოქმედებაში მოყავს რედუქტორიან ძრავას.</p> <p>კოსმოსური რეფლექტორის მექანიკური სიხისტის კარკასის გაშლის ახალი მეთოდით მიიღწევა გაშლის საიმედოობის ამაღლება. აღნიშნული გაშლის მეთოდი, შეიცავს ახალ ნიშნებს, კერძოდ გაშლა იწარმოება ოთხ ეტაპად, რომელთაგან პირველი ეტაპი ითვალისწინებს მუშა მხარის რგოლის გამშლელი ბაგროვის დოლზე დახვევით ამ მხარის V-სებრად დასაკეცილი ღეროების ნაწილობრივ გაშლას გვერდითი ღეროების ზურგის მხარის რგოლის მიმართ გადახრის უზრუნველყოფად, გაშლის მეორე ეტაპი ითვალისწინებს ზურგის მხარის რგოლის გამშლელი ბაგროვის დოლზე დახვევით ამ მხარის V-სებრად დასაკეცილი ღეროების ნაწილობრივ გაშლას გვერდითი ღეროების მუშა მხარის რგოლის მიმართ გადახრის უზრუნველყოფად, გაშლის მესამე ეტაპი ითვალისწინებს კვლავ მუშა მხარის რგოლის გამშლელი ბაგროვის დოლზე დახვევით ამ მხარის V-სებრად დასაკეცი ღეროების საბოლოო გაშლას და გაშლის მეოთხე ეტაპი ითვალისწინებს კვლავ ზურგის მხარის რგოლის გამშლელი ბაგროვის დოლზე დახვევით ამ მხარის V-სებრად დასაკეცი ღეროების საბოლოო გაშლას.</p> <p>ნაშრომში სასრული ელემენტების მეთოდზე დაყრდნობით ასევე განხილულია წარმოდგენილი კონსტრუქციის გაანგარიშების მეთოდიკა სტანდარტულ პროგრამა Nastran-ში. შედარებისათვის შექმნილია ერთმანეთისაგან განსხვავებული სტრუქტურების მათემატიკური მოდელები და ჩატარებულია სტატიკური და დინამიკური გაანგარიშებები. შედეგებმა აჩვენეს წარმოდგენილი კონსტრუქციის უპირატესობა - სიხისტის, სიმსუბუქისა და ფორმის მიღწევის მაღალეფექტურობის თვალსაზრისით.</p>					

2. მიუხედავად იმისა, რომ დიდი გასაშლელი რეფლექტორული ანტენების დიზაინის თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევები უკვე დიდი ხანია ჩატარებულია, კვლევის ამ სფეროში მიღებული შედეგები კვლავ იწვევს ინტერესს და გამოყენების კარგი პერსპექტივები აქვთ. წინამდებარე ნაშრომში აღწერილია დიზაინის ორი ახალი მოდიფიკაცია სიმეტრიული (ანუ წრიული რგოლებით) რადიოტელესკოპებისთვის. სიახლე იმაში მდგომარეობს, რომ გაუმჯობესებული სიმტკიცე და სტაბილურობა მიღებულია ორი კონუსური პანტოგრაფიის სისტემის კომბინირებით და ამრიგად მიიღება ერთიანი კონსტრუქცია, რომელიც შედგება მხოლოდ ცილინდრული სახსრებისგან. აგებულია რგოლის სტრუქტურის სამი მათემატიკური მოდელი და შედარებულია ერთმანეთთან NASTRAN FEA პროგრამის გამოყენებით. სახსრების თავისუფლების ხარისხები იმიტირებულია ადგილობრივ საკოორდინაციო სისტემებში. გაკეთდა სტატიკური, მოდალური და მდგრადობის ანალიზი, სიმტკიცის და სიხისტის მახასიათებლების შესასწავლად.

3. ეს ნაშრომი ეძღვნება მსუბუქი წონის გასაშლელი რეფლექტორული ანტენის გაუმჯობესებას მინი სატელიტებისათვის, კერძოდ სინთეზური აპერტურის რადარებისათვის (SAR). მრავალსიხვიანი რეფლექტორული ანტენის ელექტრომაგნიტური და მექანიკური თვისებების ანალიზი ხორციელდება ორმაგი დიაპაზონის (X- და S- ტალღების) სინთეზური აპერტურის რადარის (SAR) სისტემისათვის ციფრული სხივის ფორმირების (DBF) შესაძლებლობით. . ამრეკლი ანტენა არის ოფსეტური ტიპის, დიამეტრი 3,35 მეტრი. DBF-SAR სისტემა შექმნილია მინიმალური სატელიტებისთვის, რომელთა მასა <150 კგ, რეფლექტორული ანტენის წონაა დაახლოებით 8 კგ და მისი სავარაუდო გარჩევადობა უკეთესია ვიდრე 2 × 2 მეტრზე.

სენსორული ელექტრონიკისა და მასალათმცოდნეობის სამეცნიერო-ტექნოლოგიური ცენტრი

2020 წელს გაწეული სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობის ანგარიში

ცენტრის ხელმძღვანელი - ფიზიკის აკადემიური დოქტორი, ასისტენტ პროფესორი - **გიორგი კობახიძე** (599 565 927) (g.kobakhidze25@yahoo.com)

1. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები

№	პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიითითებით	პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები	პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მიითითებით)
1	2	3	4
1	მაღალტემპერატურულად მედეგი მასალებისა და დანაფარების შემუშავება და კვლევა (ფიზიკა, მასალათმცოდნეობა)	2018-2020	ხელმძღვანელი - გიორგი კობახიძე ავტორი - ოლღა წურწუშია თანამონაწილე - ეკატერინე სანაია თანამონაწილე - ნანა გამყრელიძე
2	მაღალტემპერატურული ზეგამტარების მიღების თანამედროვე მეთოდები (ფიზიკა, მასალათმცოდნეობა)	2018-2020	ხელმძღვანელი - გიორგი კობახიძე ავტორი - ეკატერინე სანაია თანამონაწილე - ოლღა წურწუშია თანამონაწილე - ნანა გამყრელიძე

1. კვლევის თემატიკა, რომელიც შეეხება მაღალტემპერატურულად მედეგი მასალებისა და დანაფარების შემუშავებას მათი შემდგომი გამოყენების მიზნით ინჟინერიის სხვადასხვა სექტორში, მეტად აქტუალურია მთელი მსოფლიოს მასშტაბით. ის სფეროები, რომლებშიც მსგავსი მასალები კრიტიკულად მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ, წარმოადგენენ: ელექტროენერჯის მაგენერირებელი სადგურები, რომლებიც მუშაობენ წიაღისეულიდან მოპოვებადი საწვავის კონვერსიით (მაგ. კრიტიკული, ულტრაკრიტიკული და სუპერულტრაკრიტიკული თბოელექტროსადგურები) თუ ე.წ. მწვანე ანუ ეკოლოგიურად შედარებით სუფთა ელექტროსადგურები, მათი ნაწილებისა თუ მთელი სეგმენტების დასამზადებლად (მაგ. მზის კონცენტრირებული სხივის ელექტროსადგურები). ასევე, ბირთვულ რეაქტორებში გამოსაყენებლად მეტად მნიშვნელოვანია მაღალტემპერატურულად და კოროზიულად მედეგი მასალები გამაცივებელი სითხეების გადამტანი მილების დასამზადებლად. საფრენი აპარატებისა თუ სახმელეთო ტექნიკის სფეროში მეტად

დიდ გამოყენებას ჰპოვებენ ჟანგვამედეგი მასალები სხვადასხვა ტიპის ტურბინების, მამომრავებელი თუ მოძრაობის მაკორეგირებელი მოწყობილობებისა და ნაწილების დასამზადებლად. კოროზიამედეგი მასალები უხვად გვხვდება საყოფაცხოვრებო ტექნიკაშიც, ისეთ მოწყობილობებში როგორებიცაა ტოსტერები, გამახურებლები, მიკროტალღური ღუმელები და ა.შ. გამომდინარე ზემოთქმულიდან უდავოა როგორც გენერალურად ამ თემატიკის და მამასადამე კონკრეტულად წინამდებარე კვლევის აქტუალობა, საჭიროება და მნიშვნელობა, რომელშიდაც ჩვენი გუნდი საერთაშორისო პარტნიორ კოლაბორატორებთან ერთად მუშაობს მრავალი წელიწადია.

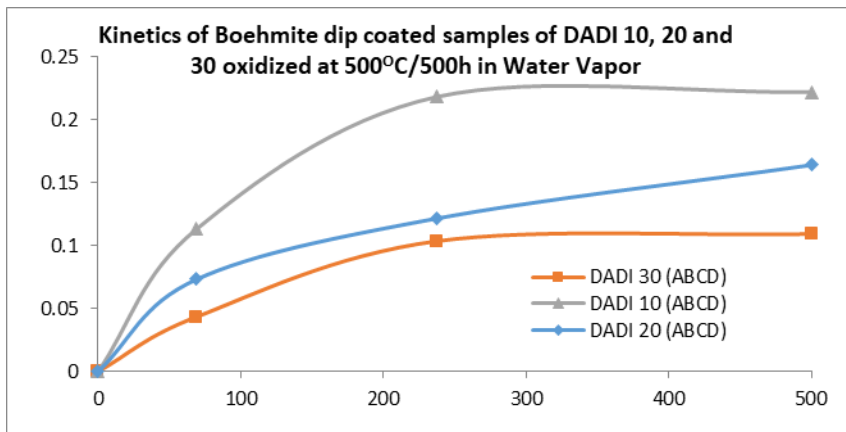
დღეისათვის არსებული მასალები მათზე დაკისრებულ ფუნქციებს შესაბამისად ასრულებენ, თუმცა დროსთან ერთად ტექნიკის განვითარება ხდება და მამასადამე მოთხოვნები ამა თუ იმ დანიშნულების მასალისადმი მუდმივი პერიოდულობით იცვლება. რაც იმას ნიშნავს, რომ ახალი მასალების შემუშავება, განვითარება, შესწავლა და კვლევა აუცილებელია მათი თვისებების ცოდნის, მანიპულაციისა და კონტროლისათვის საბოლოო მომხმარებელთა სასიკეთოდ.

ასე მაგალითად, თანამედროვე თბოელექტროსადგურებში, რომლებიც მუშაობენ წყლის ორთქლის პოტენციური ენერჯის გამოყენებით ელექტროენერჯის მისაღებად, მთელს მსოფლიოში გამოიყენება კონკრეტული ტიპისა და ქიმიური შემადგენლობის ფოლადები, თუმცა უკვე ახლო მომავალში მოსალოდნელია ამ თბოელექტროსადგურების სამუშაო ტემპერატურათა გაზრდა მასზედ, რომ მოხდეს ეფექტურობის ამაღლება და უფრო მეტი ელექტროენერჯია გამომუშავდეს. ერთის მხრივ ეს უკვე დიდი წინგადადგმული ნაბიჯია, ხოლო მეორეს მხრივადგილი ექნება ატმოსფეროში გამონატყორცნი მავნე გამონაბოლქვების მნიშვნელოვან შემცირებასაც, რომელიც მოჰყვება წიაღისეულიდან მოპოვებადი საწვავის სრულწვას. შესაბამისად, დღეს არსებული მასალები უკვე „ხვალ“ ვეღარ უზრუნველყოფენ იმ საიმედო მუშაობის პროცესს, რომელიც მათგან მოითხოვება. ამიტომ, ახალი მასალების შემუშავება თუ არსებულთა მაღალტემპერატურული თვისებების გაუმჯობესება პერმანენტულად მიმდინარეობს, რომ ფეხი აუწყოს არსებულ და მოსალოდნელ მოთხოვნებს.

თანამედროვე ულტრასუპერკრიტუკული თბოელექტროსადგურები მუშაობენ ტემპერატურებზე $<500^{\circ}\text{C}$ -მდე და სამუშაო ტემპერატურის ყოველი 10 გრადუსით ამაღლება მის ეფექტურობას პროცენტულად ზრდის.

ყოველივე ზემოთქმული ჩვენი ექსპერიმენტული სამუშაოს მამოტივირებელი იყო, რომლის მიზანიც ბოჰემიტის(AIO(OH)) დანაფარის გამოყენებით ADI-ს ტიპის (Austempered Ductile Iron = სხმადი თუჯი) სუბსტრატების მაღალტემპერატურული თვისებების გაუმჯობესება გახლდათ. ცნობილა, რომ აღნიშნული მასალები გამოირჩევიან მოწინავე მექანიკური თვისებებით, თუმცა მათი მაღალტემპერატურული თვისებები საჭიროებენ კიდევ უფრო მეტად გაუმჯობესებას. სხვა დანარჩენ თვისობრივ უპირატესობებთან ერთად ADI-ს გააჩნია დაბალი ფასი და მის კომპოზიციაში შესული 4% გრაფიტის გამო კი იგი ფოლადებთან შედარებით ნაკლები ხვედრით წონით გამოირჩევა. ამიტომ, ყოველივე ზემოჩამოთვლილის გათვალისწინებით და იმ მიზნით, რომ მოგვეხდინა ADI-ს მაღალტემპერატურული თვისებების ამაღლება, მასალის სუბსტრატების ზედაპირებზე დავაფარეთ ბოჰემიტის ზოლგელი ე.წ. დიფ ქოუთინგის ანუ ხსნარში ამოვლებითა და დაყოვნებით მიღებული დანაფარები. ამისათვის გამოყენებული იყო BAM-ში (Federal Institute for Materials Research and Testing (BAM), ბერლინი, გერმანია) ახლადშემუშავებული ტექნოლოგიური ციკლი (Marianne Nofz და Regine Sojref-ის მიერ). აღნიშნულ დანაფებს BAM-ში იყენებენ სხვა რკინის ბაზის სუბსტრატების დასაფარად და ეს მეთოდი არის მათი ნოუჰაუ. ბოჰემიტის ფხვნილი იხსნება შესაბამის ალკოჰოლის ბაზის ხსნარში დადგენილი კონკრეტული პროპორციით და ხდება მისი მორევა გარკვეული სიბლანტის მიღებამდე, რომელიც დრო-და-დრო იზომება. შემდეგ გახურებული ზოლგელის ხსნარში ხდება ნიმუშების, ჩვენს შემთხვევაში ADI-ს, მოთავსება და ამოვლება რამოდენიმე წამიანი დაყოვნებით. მასალის

ზოლგელში ჩაყოფის სიჩქარე იყო ძალიან ნელი და კონტროლდებოდა რომ არ მომხდარიყო ძალიან ჩქარი ამოვლება და ადგილი არ ჰქონოდა ზედაპირზე ჰაერის ბუშტუკების წარმოქმნას, რაც გამოიწვევდა არასასრულედი დაუფარავი არეების არსებობას ზედაპირზე. ნიმუშები შრებოდა ჰაერზე და შემდგომ ხდებოდა მათი გამოწვა 600°C-ზე 30 წუთის განმავლობაში. რადგანაც გამოყენებული იყო არა სუფთა ალუმინი, არამედ ალუმინის ჟანგის ჰიდროქსიდი, საშიშროება იმისა, რომ ალუმინი უმალ დაიჟანგებოდა არ იყო. ყველა ნიმუში იწონებოდა და იზომებოდა მაღალტემპერატურული ჟანგის ექსპერიმენტებამდე პროფესორ Axel Kranzmann-ის ლაბორატორიაში, რომლებიც მიმდინარეობდნენ წყლის ცირკულირებად ორთქლში (დახურულ ციკლში) 500 საათის განმავლობაში და რადგანაც უცნობი იყო თუ როგორ მოიქცეოდა ბოჰემიტით დაფარული ADI მაღალ ტემპერატურებზე, ჟანგის ექსპერიმენტებისათვის თავდაპირველად შერჩეული ტემპერატურა იყო 500°C. ნიმუშების რამოდენიმე წყება იყო ჩადებული ღუმელში რომ შემდგომ თითოეული მათგანი რაღაც პერიოდის შემდგომ გამოგველო, აგვეწონა და კინეტიკური მრუდების აგება შეგვეძლებოდა, რაც მოცემულია სურათზე 1.



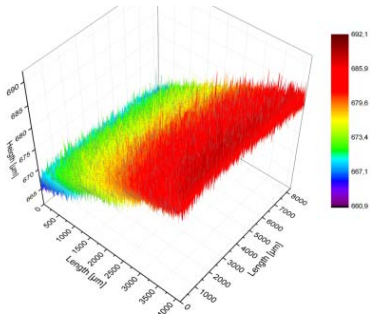
სურ. 1. წონის ნამატის (Y ღერძი) დამოკიდებულება ჟანგის დროზე (X ღერძი) საკვლევი ნიმუშებისათვის.

სუბსტრატებად გამოყენებული იყო სამი სხვადასხვა კომპოზიციისა თუ წინასწარი თერმული დამუშავების მქონე ADI-ები ცხრილში მოყვანილი დეტალებით, რომლებიც დანაფარის გაკეთებამდე პოლირდებოდნენ ზუმფარის ქაღალდების 1200 ზომამდე (საწყისი ხაოიანობა მოცემულია სურათზე 2), ირეცხებოდნენ დისტილირებულ წყალში, შემდგომ კი სპირტში. ყოველი ნიმუში ბოჰემიტის დანაფარის მიღებამდე იფარებოდა ასევე ქრომის პლაზმიდან უთხელესი ფენით 250 ნანომეტრამდე სისქით იმისათვის, რომ მას შემდგომში ჟანგისას ეთამაშა ე.წ. მესამე ელემენტის როლი და რეაქციაში შესულიყო როგორც ალუმინთან, ასევე სუბსტრატისძირითად ელემენტთან, ანუ რკინასთან და გაეუმჯობესებინა ასევე ადჰეზიის ფაქტორიც.

ცხრილი 1:

DADI (10, 20, 30 batches) with composition:			Chemical composition in wt%				
№	Types of cast iron	Modification	C	Si	Mn	Al	Mg
10	Conventional Ductile Iron	Mg vapor	3,2-4,2	1.4-1.9	0.4-0.6	-----	0.03-0.04
20	DADI (With Al and low Si) Vacuum	Mg vapor	3,4-3,8	0,4-0,6	0.4-0.6	1,5-1,7	0.03-0.04

30	Conventional Ductile Iron	Ni-Mg alloying	3,2-4,2	1.4-1.9	0.4-0.6	-----	0.03-0.04
----	---------------------------	----------------	---------	---------	---------	-------	-----------



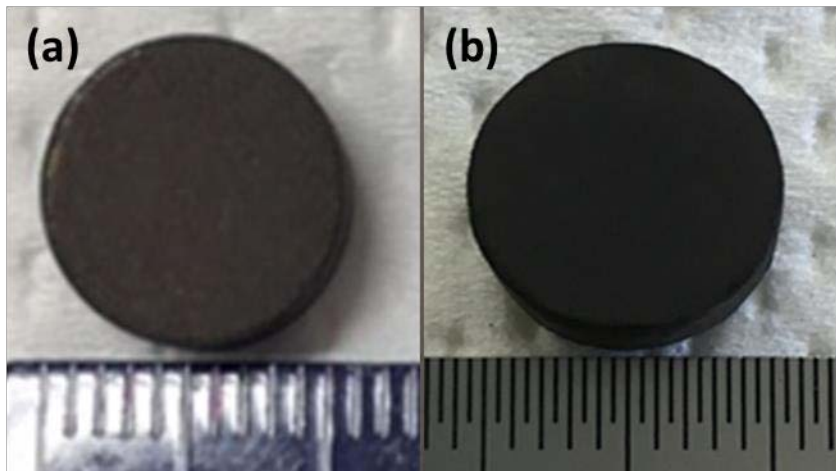
სურ. 2. დასაფარი მასალის ხაოიანობა ერთ-ერთი ნიმუშის მაგალითზე

ზემოთ აღწერილი ექსპერიმენტული-ტექნოლოგიური მიდგომა უახლესია. ასევე, არასოდეს ყოფილა დაფარული ADI-ი ბოჰემიტის ზოლგელით და შესაბამისად ამის შესახებ ლიტერატურაც არ მოიძებნება, რაც მიღებულ შედეგებს სამეცნიერო თვალსაზრისით

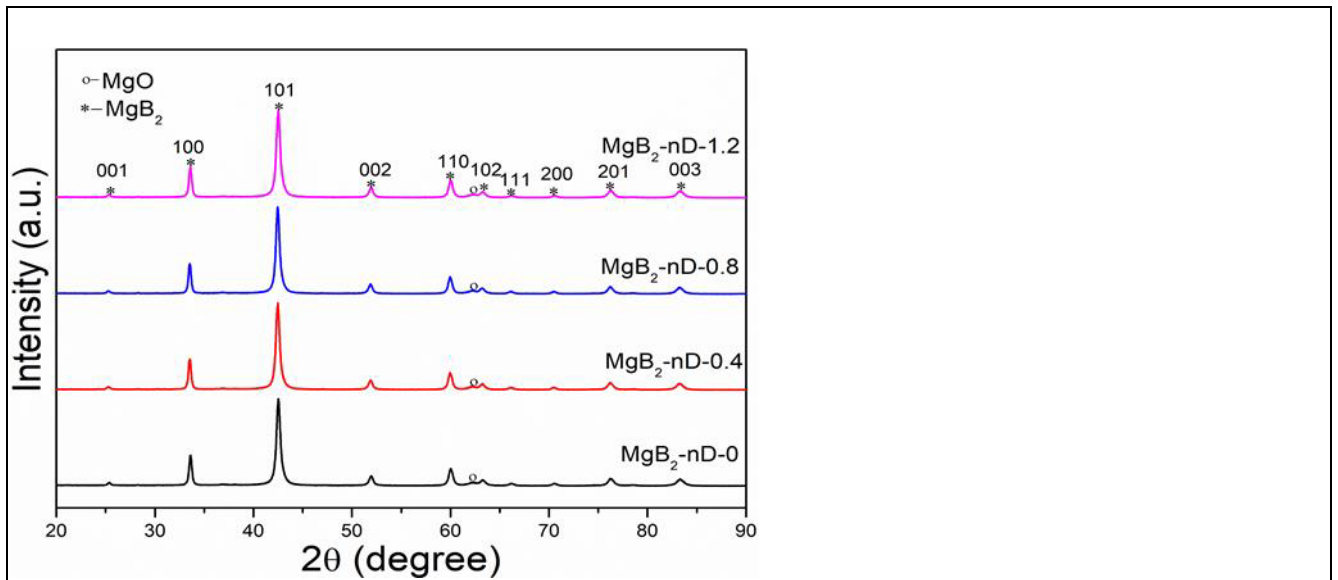
ძალიან ღირებულს ხდის და მეტად მნიშვნელოვანს მაღალტემპერატურული მასალათმცოდნეობის სფეროში. ექსპერიმენტული შედეგების შესაბამისი დამუშავების შემდგომ მოხდება სტატის გამოქვეყნება ქართული და გერმანელი მეცნიერების თანაავტორობით.

შედეგები მოხსენებული იყო საერთაშორისო კონფერენციაზე „მომავლის მასალები“ ლისაბონში პორტუგალია 26-26 თებერვალს, 2020

2. პოლიკრისტალური MgB₂ სინთეზირება განხორციელდა in-situ მყარსხეულოვანი რეაქციის გამოყენებით. პოლიკრისტალური MgB₂ მიღებული იქნა დაფკვით 250 ნმ-მდე და შემდგომი სინთზით. დაფკვა განხორციელდა მაღალენერგეტიკულ ბურთულებიან წისქვილში 2საათის განმავლობაში არგონის გარემოში. პოლიკრისტალური MgB₂ მომზადდა მაგნიუმისა და ბორის ფხვნილებით შემდეგი თანაფარდობით: Mg:B =1:2. ასევე ნიმუშები დოპირებული იქნა კომერციული ალმასის ნანო-ფხვილებით როგორც ნანო -დოპანტი 0.4 wt%, 0.8 wt%, 0.12 wt% . მიჭებული იყო 10მმ დიამეტრის და 7 მმ სისქის ნიმუშები. სინთეზირების შემდეგ განხორციელდა შესაბამისი ანალიზის შესრულება: ფაზური ანალიზი, მიკროსტრუქტურის, კუთრი წინააღობისა და კრიტიკული ტემპერატურის (Tc) კვლევები.

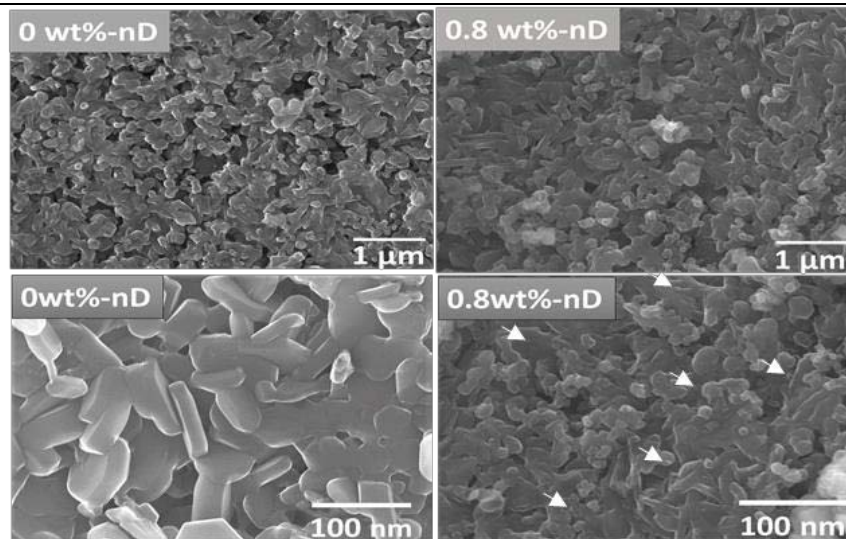


სურ.1 (ა) მომზადებული MgB₂ სუფთა სინთეზზე 775 °C (ბ) MgB₂-nD 0.8 wt.%სინთეზირებულ 775 °C ტემპერატურაზე. ორივე ნიმუშს ბზარები არ აღენიშნებოდა.



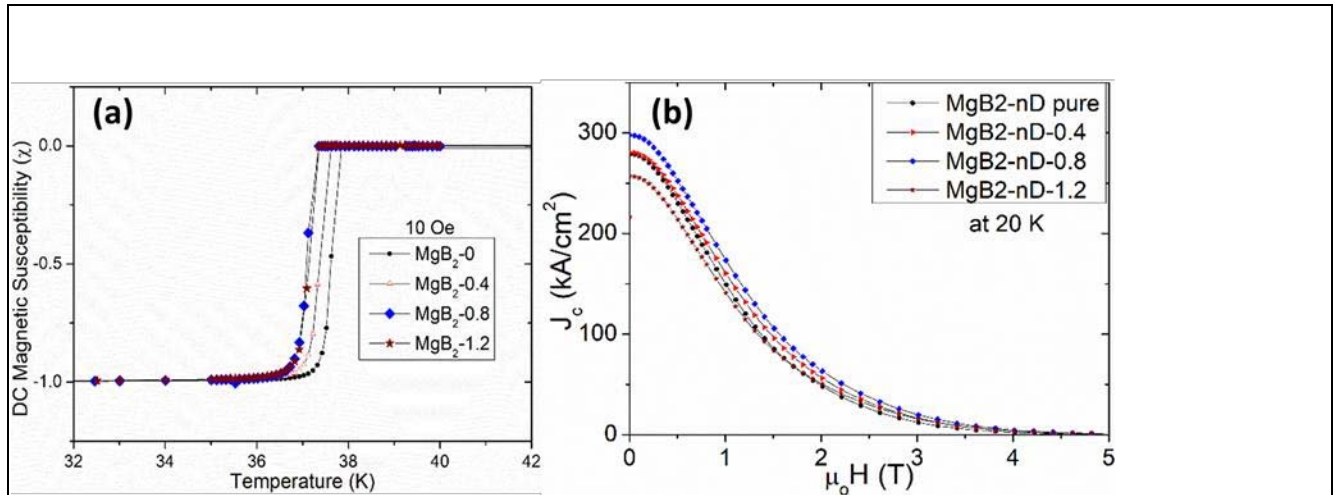
ნახ . 2 - ში ნაჩვენებია რენტგენო - დიფრაქციული ნიმუშები იძლევა ინფორმაციას კრისტალოგრაფიული ფაზების შესახებ დოპინგის სხვადასხვა დონე.

სამივე MgB_2 -nD ნიმუშები ძირითადად შედგებოდა MgB_2 ფაზისგან და მცირე MgO ფაზის ჩანართებით.



სურ.3 ნიმუშის მიკროგრაფია, როგორც დაბალი ასევე მაღალი გადიდება სხვადასხვა პროცენტული შემცველობით ალმასით დოპირებული MgB_2 -სთვის

მიკროსტრუქტურული ანალიზის შედეგები აჩვენებს ალმასითდოპირებულ ნიმუშში მარცვლებს. ეს მარცვლები ხელს უწყობს J_c -ს გაზრდას. ნანოალმასის მიერ შექმნილი ეს შუალედური ნანოზომის ჩანართები მოქმედებს როგორც ძლიერი პინგ-ცენტრები და პასუხისმგებელია ნაკადის გაუმჯობესებულ პინინგზე, რომელიც ოპტიმალურად ნაწილდება 0.8wt% -nD ნიმუშში.



სურ. 4 (ა) სუპერგამტარის გადასვლა MgB_2 ალმასის ნანოკომპოზიტებში, რომელიც წარმოიქმნება ამორფული ბორის ფხვნილის ნარევის სინთეზირების პროცესში (ბ) კრიტიკული დენის დამოკიდებულება იმავე მასალისთვის $T = 20\text{ K}$ -ზე

მაგნეტიზაციის მრუდის ტემპერატურული დამოკიდებულება გაზომილი იქნა MgB_2 ნიმუშებზე, სხვადასხვა რაოდენობის ნანო-ალმასით დოპირებულ ნიმუშებში 1 მილი ტესლა მაგნიტურ ველში. კრიტიკული ტემპერატურა (T_c , დაწყება) მცირდება ნანო-ალმასის შემცველობის გაზრდით (ნახაზი 4 ა). დაფიქსირდა T_c (დაწყება) 39,25 K ნანო-ალმასის დოპირების გარეშე მიღებულ ნიმუშებში. ხოლო T_c (დაწყება) დაახლოებით 37.3 K - ზე იწყება 0.8wt% ნანო-ალმასით დოპირებულ ნიმუშებში.

MgB_2 - ალმასის ნანოკომპოზიტი წარმატებით სინთეზირდა მყარი სხეულოვანი სინთეზით. რენტგენოდიფრაქციულმა კვლევამ აჩვენა, რომ ყველა ნიმუში იყო ერთფაზიანი MgB_2 და მცირე რაოდენობით MgO შემცველობით. კრიტიკული თვისებების გაზომვებმა აჩვენა მკვეთრი ზეგამტარობა გადასვლა იწყება 38 K ტემპერატურასთან. მაგნეტიზაციის გაზომვებმა აჩვენა, რომ ნანოალმასის 0,4 wt% 0,8 wt% ან 1,2 wt% არ იმოქმედა კრიტიკულ ტემპერატურაზე. გაუმჯობესდა ნიმუშის მარცვლოვანი მორფოლოგია. კრიტიკული დენის სიმკვრივის მნიშვნელობები გაუმჯობესდა ნანო-ალმასის დოპირებით MgB_2 - ში. საუკეთესო J_c მნიშვნელობა 20 K- ზე იყო დაახლოებით 300 kA / cm² თვით – ველში და 175 kA / cm² 1 T- ზე ნანო – ალმასის შემცველობის 0,8 wt% –ით. აქედან ნათლად ჩანს, რომ ნანო-ალმასის ნაწილაკების მპოდირებაარის MgB_2 ნაყაზეგამტარი მასალებისათვის არის პერსპექტიული.

დასკვნა: პროექტში გამოყენებული თანამედროვე მეთოდები იძლევა ახალ პერსპექტივებს მაღალტემპერატურული ზეგამტარი მასალების მიღებისათვის

7. ბექდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

7.4. სტატიები

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათა- ური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	N. T. Jalagonia, N. I. Darakhvelidze, E.E. Sanaia , L. A. Kalatozishvili, S. Sh. Mikaberidze, G.G. Bokuchava, T.V. Kuchukhidze.	Preparation of polymer Nanocomposites based on graphene derivatives	Chapter in Book of International Scientific Conference "Chemical and Technological Aspects of Biopolymers.	International Scientific Conference "Chemical and Technological Aspects of Biopolymers. October 20-21, 2020, Tbilisi, Georgia.	
ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)					

8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

8.1. საქართველოში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მომხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	N. T. Jalagonia, N. I. Darakhvelidze, E.E. Sanaia , L. A. Kalatozishvili, S. Sh. Mikaberidze, G.G. Bokuchava, T.V. Kuchukhidze.	Preparation of polymer Nanocomposites based on graphene derivatives	International Scientific Conference "Chemical and Technological Aspects of Biopolymers. October 20-21, 2020, Tbilisi, Georgia.
მომხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)			

8. 2. უცხოეთში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მომხსენების სათაური	კონფერენციის ჩატარების დრო და ადგილი
1	O.TSURTSUMIA , N. KHIDASHELI, M. NOFZ; R. SOJREF, L. NADARAIA, A. KRANZMANN, E.KUTELIA,	"Microstructural characterization of boehmite sol-gel coated ADIs after high temperature oxidation in water vapor"	Future Materials 2020, Lisbon, Portugal, February 26-28, 2020
მომხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)			

კვანტური ფიზიკის და საინჟინრო ტექნოლოგიების ინსტიტუტი

2020 წელს გაწეული სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობის ანგარიში

1. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები

№	პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიითითებით	პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები	პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მიითითებით)
1	2	3	4
1	მონაწილეობა ცერნის CMS LHC ექსპერიმენტზე (CERN, შვეიცარია) ელემენტარული ნაწილაკების ფიზიკა	2015-2025	<ol style="list-style-type: none"> 1. ადამოვი გიორგი (პროგრამირება, მოდელირება, ანალიზი) 2. ბალათურია 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 ალექსანდრე (დეტექტორების მომზადება, ტესტი, ინსტალაცია ოპერირება) 10. ტორიაშვილი თენგიზი (მოდელირება, ანალიზი) 11. ჩოხელი დავით (დეტექტორების მომზადება, ტესტი, ინსტალაცია ოპერირება, ანალიზი) 12. წამალაიძე ზვიად (დეტექტორები,

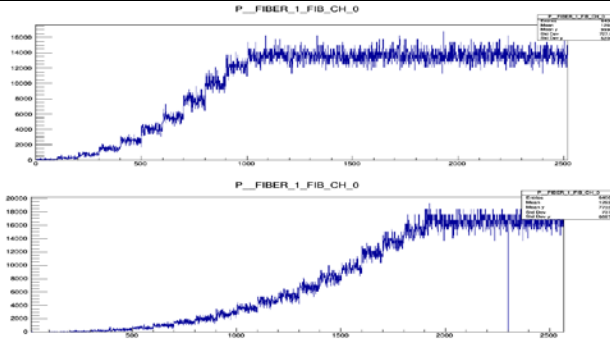
			<p>ოდელირება, ანალიზი)</p> <p>13. წეროძე სალომე (დეტექტორების დიზაინი, მოდელირება)</p> <p>14. ხვედელიძე არსენი (თეორიული ანალიზი)</p>
2	<p>მონაწილეობა J-PARC -ს COMET ექსპერიმენტზე (KEK, J-PARC, იაპონია)</p> <p>ელემენტარული ნაწილაკების ფიზიკა</p>	2015-2025	<ol style="list-style-type: none"> 1. აბრამიშვილი რომანი (მოდელირება, ანალიზი) 2. ადამოვი გიორგი (პროგრამირება, მოდელირება, ანალიზი) 3. ბალათურია 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. ხვედელიძე არსენ (თეორიული ანალიზი)
3	<p>საველე მეტეოროლოგიური სადგური GEMET</p> <p>გამოყენებითი ფიზიკა</p>	2019 – 2020	<ol style="list-style-type: none"> 1. ლომიძე დავით 2. ლომიძე ირაკლი 3. მაისურაძე ბექა 4. მელქაძე ალექსანდრე
<p>კვლევითი პროექტის 2020 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p>			

2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

2.1.

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მიითითებით)
1	2	3	4
1	<p>მონაწილეობა ცერნის CMS LHC ექსპერიმენტზე (CERN, შვეიცარია)</p> <p>ელემენტარული ნაწილაკების ფიზიკა</p>	2015 - 2025	<ol style="list-style-type: none"> 1. ადამოვი გიორგი 2. ზალათურია იური 3. გოგილიძე სოსო 4. ლომიძე დავით 5. ლომიძე ირაკლი 6. იაშვილი აბესალომ 7. კემულარია ოთარ 8. მელქაძე ალექსანდრე 9. მესტვირიშვილი ალექსი 10. ტორიაშვილი თენგიზი 11. ჩოხელი დავით 12. წამალაძე ზვიად 13. წეროძე სალომე 14. ხვედელიძე არსენ
2	<p>მონაწილეობა J-PARC -ს COMET ექსპერიმენტზე (KEK, J-PARC, იაპონია)</p> <p>ელემენტარული ნაწილაკების ფიზიკა</p>	2015 - 2025	<ol style="list-style-type: none"> 1. აბრამიშვილი რომან 2. ადამოვი გიორგი 3. ზალათურია იური 4. კემულარია ოთარი 5. ლომიძე დავით 6. ლომიძე ირაკლი 7. მელქაძე ალექსანდრე 8. ტორიაშვილი თენგიზი 9. ჩოხელი დავით 10. წამალაძე ზვიად 11. წვერავა ნიკოლოზ 12. ხვედელიძე არსენ

3	საველე მეტეოროლოგიური სადგური GEMET გამოყენებითი ფიზიკა	2019 – 2020	<ol style="list-style-type: none"> 1. ლომიძე დავით 2. ლომიძე ირაკლი 3. მაისურაძე ბექა 4. მელქაძე ალექსანდრე
<p>გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2020 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>ინსტიტუტი აგრძელებს ეფექტურად მუშაობას 3 მიმართულებით, CMS (CERN, LHC, Switzerland)), COMET (KEK, J-PARC, Japan) და GEMET (საველე მეტეოროლოგიური სადგური) ექსპერიმენტებში.</p> <p style="text-align: center;">CMS ექსპერიმენტი.</p> <p>CMS -ზე აქტიურობა მიმდინარეობს შემდეგი სუბსისტემების მიმართულებით:</p> <p style="text-align: center;">1. CMS ექსპერიმენტის წინა კალორიმეტრი (HP calorimeter)</p> <p>მიუხედავად იმისა, რომ 2020 წლის პანდემიამ საგრძნობლად შეაფერხა აქტივობა CERN-ში, შეძლებისდაგვარად გრძელდებოდა ექსპერიმენტის წინა კალორიმეტრის კალიბრება. კერძოდ შუქდიოზე დამყარებული კალიბრების სისტემის გაუზღობესება. 2019 წელს აღმოჩნდა, რომ შუქდიოდზე დამყარებულ კალიბრების სისტემას, რომელიც სრულიად ახალი და ინოვაციური ტექნოლოგიებით არის შესრულებული, ჰქონდა მცირე უზუსტობები ფუნქციონირებაში. ეს უზუსტობები საბოლოო ჯამში იძლეოდა დეტექტორის არაზუსტ კალიბრებას. შესაბამისად, როდესაც ექსპერიმენტი დაიწყებდა მუშაობას, კალიბრების უზუსტობა გამოიწვევდა ენერჯის განსაზღვრაში საგრძნობელ ცდომილებას.</p> <p>გამოკვლევის დროს აღმოჩნდა, რომ ერთი ერთი მოდული, რომელიც პასუხისმგებელია შუქ დიოდის ოპერირებაზე და შესრულებულია ეგრედ წოდებულ Delay25 ჩიპზე, არასწორად ფუნქციონირებდა და 0.5 ნანოწამიანი ბიჯის ნაცვლად სიგნალს აგვიანებდა 1 ნანოწამია ბიჯით, ანუ არ იყო კორექტულად სინქრონიზირებული ექსპერიმენტულ ტაქტურ სიხშირესთან.</p> <p>თვითონ Delay25 ჩიპი შემუშავებული და დამზადებულია ცერნის ელექტრონული სამსახურის მიერ და ფუნქციონალურად წარმოადგენს 4 დაყოვნების ხაზს, რომელიც ფიზიკურად ერთ კორპუსშია მოთავსებული. ჩიპს შეუძლია იმუშაოს 4 სხვადასხვა ტაქტურ სიხშირეზე. ტაქტური სიხშირის ერთ ერთი მნიშვნელობა არის 40 MHz, რომელიც წარმოადგენს CMS ექსპერიმენტის მთავარ ტაქტურ სიხშირეს. ჩიპი ასევე შეიცავს დაყოვნების ჩამჭერ მარყუჟს (Delay locked loop - DLL). თუ დაყოვნების ჩამჭერი მარყუჟი არასწორადაა სინქრონიზირებული, მაშინ დაყოვნების დროითი პარამეტრები არასწორია.</p> <p>კვლევებმა აჩვენა, რომ ჩაჭერის სისწორე დამოკიდებულია ჩიპის ტემპერატურულ რეჟიმზე. ასევე კვლევებმა აჩვენა, რომ არასწორად ჩაჭერილ დაყოვნების მარყუჟის რესინქრონიზაცია აიძულებს ჩიპს ჩადგეს სასურველ რეჟიმში.</p>			



სურ. 1

Delay25 ჩიპის სწორი ფუნქციონირება განსაზღვრავს შუქდიოდის სიმძლავრის სწორ მნიშვნელობებს, რაც შემდგომში წინა კალორიმეტრის ფოტოგამამრავლებლების გამოძახილის მნიშვნელობაზე აისახება. როდესაც დროითი სკანირების დროს ბიჯი 0.5 ნანოწამის ნაცვლად არის 1 ნანოწამი, ფოტოგამამრავლებლის გამოძახილი 10 ბიჯის მერე აღწევს მაქსიმალურ მნიშვნელობას და ვკარგავთ ინფორმაციას, რომელიც შემდგომ ენერჯის კალიბრების არაზუსტ მნიშვნელობაში გამოსახება. სურ. 1-ზე მოყვანილია ორი შემთხვევა. სკანირების ბიჯის საწყისი მნიშვნელობა მოცემულია 0.5 ნანოწამი. ბიჯის ყოველ მნიშვნელობაზე 100 შემთხვევა იქნა აღებული. ნახაზებზე თვალნათლივ ჩანს შემთხვევათა ჯგუფები ბიჯის ყოველი მნიშვნელობისთვის. ზედა გრაფიკი აჩვენებს ჩიპის არასწორ ფუნქციონირებას, როდესაც ფოტოგამამრავლებლის გამოძახილი მაქსიმალურ მნიშვნელობას აღწევს ბიჯის მეათე მნიშვნელობის დროს. ქვედა გრაფიკი აჩვენებს იგივე განაწილებას, მაგრამ ჩიპის რესინქრონიზაციის შემდგომ. პლატო მიიღწევა დროითი ბიჯის 20 მნიშვნელობის შემდგომ.

სამუშაო შესრულდა ადრონული კალორიმეტრის ტესტურ სადგურებზე, სადაც კალორიმეტრის მონაცემთა აღების ზუსტი რეპლიკაა მოწყობილი.

უნივერსალური ტრანსივერ რესივერი VTrx (Versatile TransReceiver)

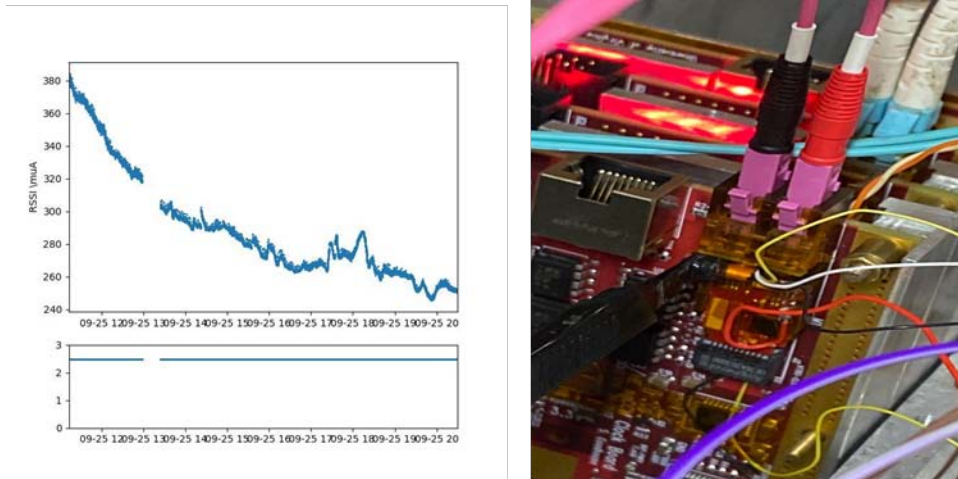
ჯგუფის წევრები იღებდნენ მონაწილეობას ადრონული კალორიმეტრის სარქველის ნაწილის VTrx მოწყობილობების პრობლემის კვლევაშიც, რეზულტატების განხილვის, დისკუსიების და რეკომენდაციების დონეზე.

პრობლემის არსი: VTrx მოწყობილობა გამოიყენება ადრონული კალორიმეტრის მონაცემთა აღების სისტემასთან კომუნიკაციაში, რომელიც ხორციელდება ლაზერის შუქის მეშვეობით. VTrx მოწყობილობა შეიცავს ლაზერულ გადამცემს და ფოტოელემენტს, რომელიც გარდაქმნის ლაზერის შუქს ელექტრულ სიგნალად. გადამცემის ლაზერის შუქის მოდულირება ხდება ციფრული ბრძნებებით მართვის ბლოკში და ეს ბრძნებები გადაეცემა მონაცემთა აღების ელექტრონიკას.

ტრანსრესივერის გამართულად მუშაობის ინდიკატორ მახასიათებელი არის ე.წ. RSSI (Received signal strength indicator) მიღებული სიგნალის სიმძლავრის ინდიკატორი, რომელიც რიგი მოდულებისთვის არ იყო მუდმივი დროის განმავლობაში. RSSI სიგნალის არასტაბილურობა გავლენას ახდენს მიღებული ბრძნებების ხარისხზე და საბოლოოდ მონაცემთა აღების ელექტრონიკა ვერ ასრულებს თავის ფუნქციას მონაცემების უშეცდომოდ აღებისთვის და დისკზე ჩაწერისთვის.

სურ. 2-ზე ნაჩვენებია ერთ ერთი მოდულის RSSI სიგნალის ვარდნა დროის მიხედვით. აგრეთვე

ტესტური სადგური, სადაც ტარდებოდა აღწერილი პრობლემის კვლევები. საბოლოოდ კვლევებმა აჩვენა, რომ კონსტრუქციული დარღვევების გამო VTrx მოდულების ტემპერატურული რეჟიმი იქნა დარღვეული და ტემპერატურის მატებასთან ერთად გადაცემული და მიღებული სიგნალის ხარისხი განიცდიდა დეგრადაციას. ამ კვლევებზე დაყრდნობით მიღებულია გადაწყვეტილება მთლიანი ადრონული კალორიმეტრის VTrx მოდულების გაუმჯობესება რათა ტემპერატურული რეჟიმი დაცულ იქნას.



სურ . 2

CMS ექსპერიმენტის ადრონული კალორიმეტრის ტესტური სადგურები

ჯგუფის ზოგიერთი მონაწილე პასუხისმგებელია ადრონული კალორიმეტრის ტესტური სადგურების ფუნქციონირებაზე, სადაც, როგორც ზემოთ იქნა აღნიშნული, მოწყობილია მონაცემთა აღების ზუსტი ასლი სხვადასხვა სამუშაოების ჩასატარებლად. ამ რთულ დროს, როდესაც კოვიდ ინფექციის გამო ცერნის ტერიტორიაზე შესვლა საგრძნობლად ლიმიტირებული იყო და პერსონალის 99% გადაყვანილი იყო დისტანციურ მუშაობის რეჟიმში, ჯგუფის წევრები უზრუნველყოფდნენ ტესტური სადგურების ელექტრონიკის უწყვეტ მუშაობას, რათა დისტანციურ რეჟიმში მომუშავე კოლეგებს შესაძლებლობა ჰქონოდათ ეფექტურად ეწარმოებინათ სამუშაოები.

2. CMS ექსპერიმენტის GEANT4 -ს გეომეტრიული ანალიზი

CMS მიწისქვეშა ექსპერიმენტული დარბაზის ინფრასტრუქტურის სახანძრო უსაფრთხოების სისტემის განახლება

CERN ის ადრონული კოლაიდერის განახლების შემდეგი ეტაპი, ქმნის მოთხოვნას არსებული ინფრასტრუქტურის გაუმჯობესებისა და ახალი ინფრასტრუქტურული ერთეულების მონტაჟის, რომლებიც მოემსახურება CMS დეტექტორის ახალ შემადგენელ ნაწილებს და ასევე არსებულ ქვე-სისტემებს (CMS experiment Phase 2 upgrade). ეს კონკრეტული პროექტი ითვალისწინებს არსებული სახანძრო სისტემის გაუმჯობესებას და მისი მოცულობის გაზრდას რათა მოხდეს ახალი ინფრასტრუქტურის შესაბამისი სახანძრო უსაფრთხოების ნორმების დაკმაყოფილება.

მოცემულ პროექტში განვიხილავთ ინფრასტრუქტურულ დარბაზში მოწყობილი სახანძრო სისტემის

არსებულ სიტუაციას, საინჟინრო კონსტრუქციებს, საყრდენ სტრუქტურებს, შეფასებას და ასევე სისტემის განახლების შემდეგ წარმოქმნილ დატვირთვებს, დეფორმაციისა და სტრუქტურული ძაბვების ანალიზს, არსებული კონსტრუქციის გამაგრების მეთოდებს.

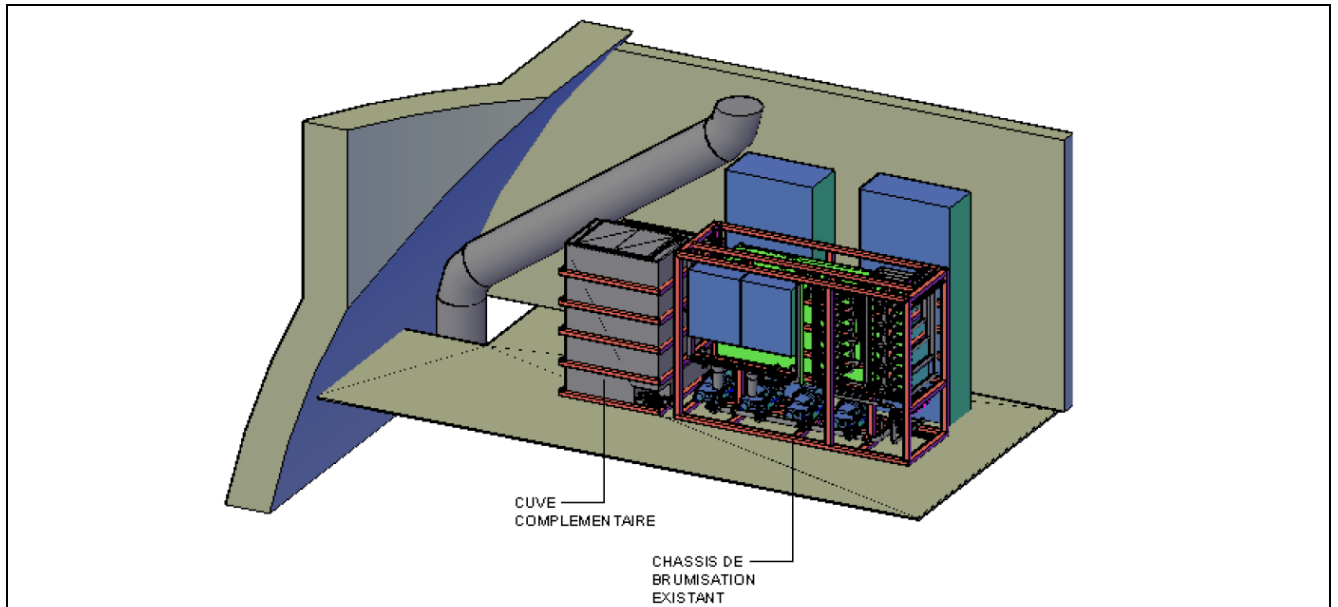
ზემოხსენებული პროექტი ასევე ითვალისწინებს საინჟინრო გადაწყვეტების კომპიუტერულ ანალიზს და მათ შესაბამისობას არსებულ სტანდარტებთან (Eurocode EN 1993).



სურ . 3 არსებული სიტუაცია

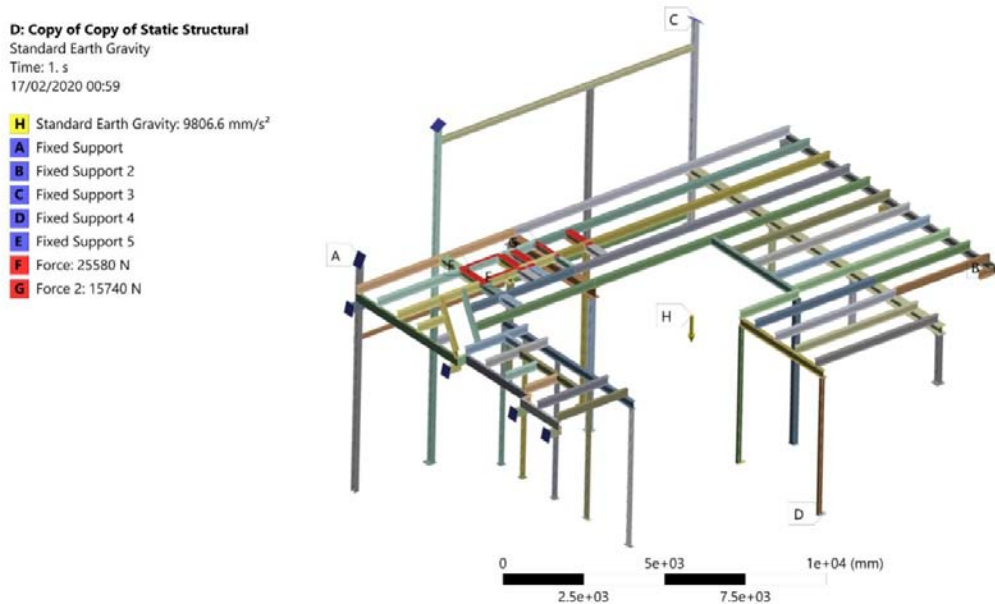
დღეისათვის არსებული სახანძრო უსაფრთხოების სისტემა მიწისქვეშა ინფრასტრუქტურულ დარბაზში, S2 დონეზე შედგება სატუმბო სადგურის და ინტეგრირებული 1მ³ წყლის ავზისგან. სისტემა დამონტაჟებულია სამ 20 მმ სისქის ლითონის ფირფიტებზე რომელთა ჯამური წონა არის 1036 კგ.

მოცემული საპროექტო გადაწყვეტა ითვალისწინებს ინტეგრირებულ კონსტრუქციულ გაძლიერებას HEA სტანდარტული ფოლადის პროფილებით, რომელიც ამცირებს საყრდენი სტრუქტურის მასას 673 კგ მდე და ამავდროულად აძლიერებს კონსტრუქციის სიმყარეს რათა შესაძლებელი იქნეს დამატებითი 2მ³ წყლის ავზის მონტაჟი.



სურ . 4 დამატებითი წყლის ავზი არსებულ ტუმბოვთან

მოცემული ამოცანის გადასაწყვეტად მოხდა საპროექტო ადგილის დათვალიერება, შემოწმება, აზომვითი ნახაზების აგება, შედარება არსებულ 3D მოდელებთან და მისი კონსტრუქციული ანალიზი.



სურ . 5 მზიდი კონსტრუქცია არსებული 3D არქივიდან

არსებული კონსტრუქციის 3D მოდელთან შედარების, ანალიზისა და კორექციის შემდეგ მოხდა მისი სტრუქტურული ანალიზი გათვალისწინებულ საპროექტო დატვირთვებზე გამოყენებული მატერიალებისა და კონსტრუქციული ელემენტების გათვალისწინებით:

მატერიალის სპეციფიკაცია:

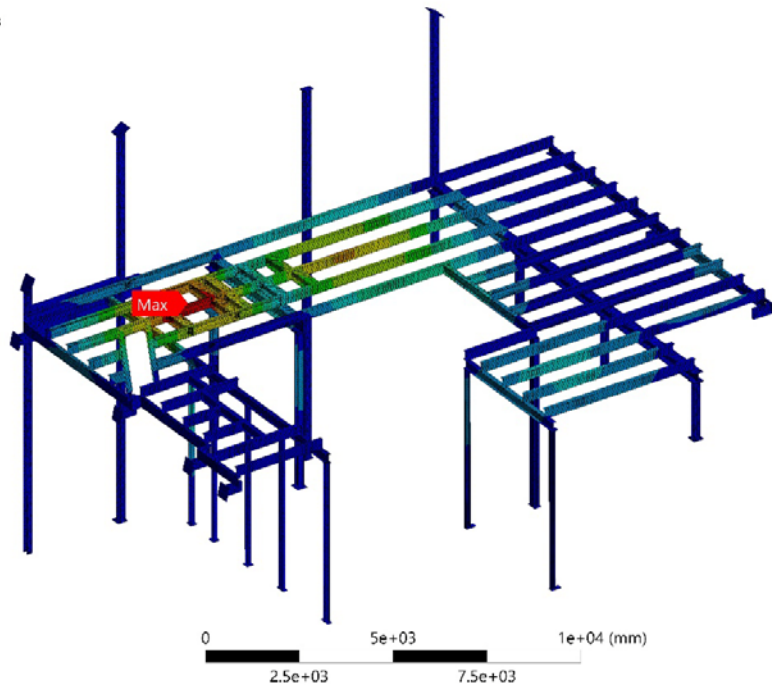
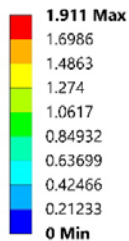
S235 Structural steel (according to EN1993-1-1 §3.2.6)

Material property	Value
Density ρ	7850 kg/m ³
Unit weight γ	78.5 kN/m ³
Modulus of elasticity E	210000 MPa
Shear modulus G	$G=E/[2\cdot(1+\nu)] \approx 81000$ MPa
Yield strength f_y	235 MPa
Ultimate strength f_u	360 MPa

მოცემული ინფორმაციის გათვალისწინებით მოხდა არსებული კონსტრუქციის გაძლიერება და მისი საპროექტო წონებით დატვირთვა

F: Copy of Static Structural with missing beams

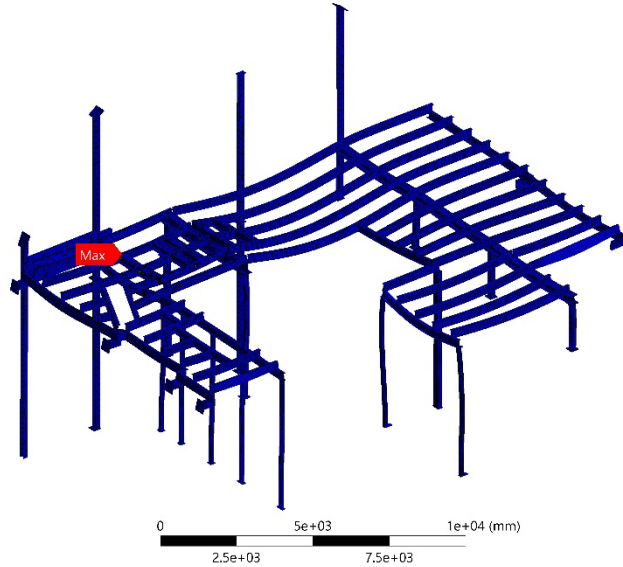
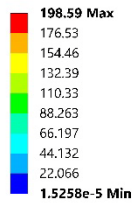
Total Deformation
Type: Total Deformation
Unit: mm
Time: 2
13/11/2020 14:58



სურ . 6 დატვირთული კონსტრუქციის დეფორმაციული ანალიზი

როგორც არსებულმა ანალიზმა აჩვენა კონსტრუქცია საკმაოდ მყარია და დეფორმაციის მაჩვენებელი არ ცდება Eurocode ნორმებით დადგენილ ზღვრულ ოდენობას.

F: Copy of Static Structural with missing beams
 Equivalent Stress
 Type: Equivalent (von-Mises) Stress
 Unit: MPa
 Time: 0.8486
 13/11/2020 15:03



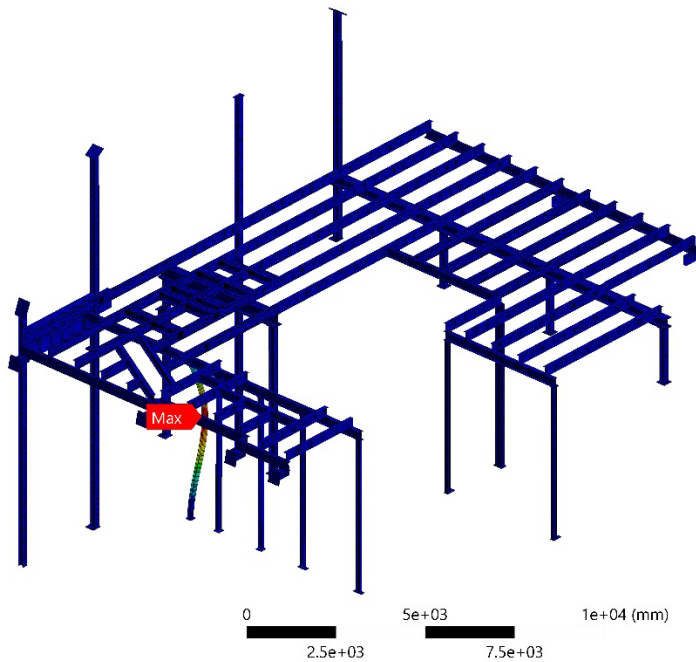
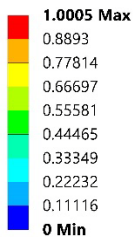
სურ . 7 დატვირთულ კონსტრუქციაში წარმოქმნილი ძაბვები

გაძლიერებულ კონსტრუქციაში დატვირთვის შედეგად წარმოქმნილი ძაბვები ასევე არის დადგენილ ზღვრულ ნორმებში და აკმაყოფილებს Eurocode EN 1993-1-1:2005 ნორმით მიერ დადგენილ სტანდარტს სადაც, ლითონის ნომინალური სისქე არის

$$t \text{ [mm]} \leq 40\text{mm, for S 235 steel } F_y[\text{N/mm}^2] < 235$$

სურ . 8 დატვირთული კონსტრუქციის სარეზერვო სიმყარე

G: Eigenvalue Buckling
 Total Deformation
 Type: Total Deformation
 Load Multiplier (Nonlinear): 20.525
 Unit: mm
 13/11/2020 19:18



როგორც მოცემულ ანალიზში ჩანს არსებულ გაძლიერებულ კონსტრუქციას აქვს სარეზერვო სიმყარე L 20.525, რაც აკმაყოფილებს მოთხოვნას მის სეისმურ მდგრადობაზე და უზრუნველყოფს სისტემის

შეუფერხებელ მუშაობას მიწისძვრის შემთხვევაშიც კი.

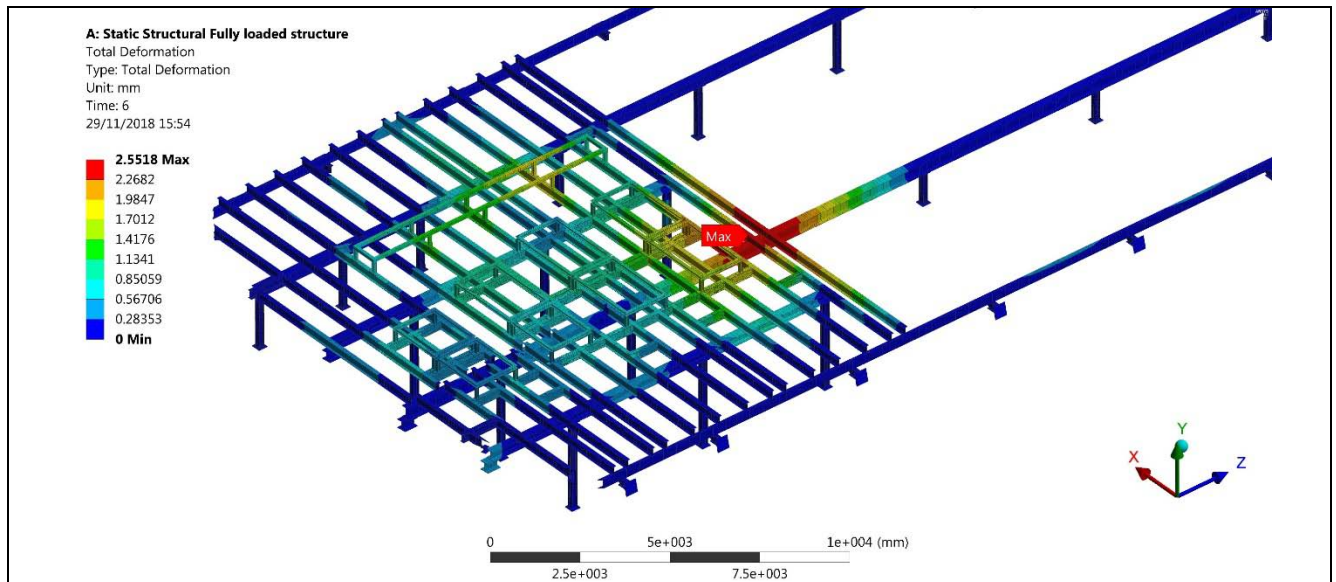
პროექტის შემდეგი ნაბიჯი ითვალისწინებს შეხვედრას ხანძარსაწინააღმდეგო სისტემების მწარმოებელთან და უშუალოდ სამაგრი დეტალების განხილვას. პროექტმა წარმატებით გაიარა ექსპერტიზა და მალე მომავალი წლიდან დაიწყება დეტალების წარმოება და მონტაჟი.

CMS ექსპერიმენტის ინფრასტრუქტურულ დარბაზში არსებული იატაკის კონსტრუქციის გამაგრება

პროექტის მიზანია, CMS ექსპერიმენტის ინფრასტრუქტურულ მიწისქვეშა დარბაზში, დამატებითი აგრეგატებისათვის საჭირო ინფრასტრუქტურული პირობების შექმნა. მოხდა ამ სივრცეში არსებული სტრუქტურების სამ განზომილებიანი ნახაზების შესწავლა, ახალი აგრეგატების სამგანზომილებიანი მოცულობითი მოდელების შექმნა და არსებულ ნახაზებთან ინტეგრირება. ინტეგრირებისთვის არსებულ ლითონის სტრუქტურაზე მოიძებნა ოპტიმალური ადგილი ახალი დანადგარებისათვის, კონსტრუქციაზე არსებული სხვა დანადგარების პოზიციებისა და მათი, სტრუქტურაზე ძალური ზემოქმედების გათვალისწინებით, რის შედეგადაც სამგანზომილებიან კონსტრუქციის მოდელზე, სხვა არსებულ დანადგარებთან ერთად, მოთავსდება ახალი დანადგარებისა და ამწე-ს კონსტრუქციის ზუსტი მოდელები, მათი სიმკვრივისა და მოცულობის გათვალისწინებით და შემდგომ ინჟინრული სიმულაციის კომპიუტერული პროგრამებით ამ დანადგარების მასური და ვიბრაციული ზემოქმედებების დათვლა და გავლენა არსებულ კონსტრუქციაზე. სიმულაციების შედეგად მიღებული მონაცემები დამუშავდა და შედეგად მიღებული იქნა კონსტრუქციის კონკრეტულ სექციებში წარმოქმნილი სხვადასხვა სახის დეფორმაციების რიცხვობრივი და ვიზუალური მონაცემები.

არსებული დავალების შესრულების შემდეგ მოხდა ესკიზური მოდელის შექმნა სამგანზომილებიანი კომპიუტერული ნახაზების მეშვეობით და შემდგომ ამ მოდელის ანალიზი სხვადასხვა სახის სტრუქტურულ დატვირთვაზე. მოხდა სისტემების სამონტაჟო ადგილებზე, 9 სხვადასხვა პოზიციაში, სამონტაჟო აპარატურისაგან გამოწვეული დატვირთვების „მოდება“ და ამ დატვირთვის ანალიზი სასრულ ელემენტთა მეთოდზე დამყარებული პროგრამებით განხორციელდა. კერძოდ, მოხდა ამ პოზიციებზე 40 ტონის ძალის მოდება და დატვირთვებზე დათვლა. ფიგურა 12 -ზე გამოსახულია დატვირთვების განაწილება გამაგრებულ კონსტრუქციაზე.

მიღებული შედეგებიდან (მაქსიმალური დეფორმაცია 2,55 მმ; მაქსიმალური ძაბვა 76,3 მპა) ნათელი გახდა, რომ იატაკის გამაგრებისათვის შემუშავებული კონსტრუქცია უზრუნველყოფს იატაკის სტაბილურობას ყველა ზემო ჩამოთვლილი სისტემის მონტაჟის შემდეგ, აკმაყოფილებს ექსპლუატაციისა და სეისმური უსაფრთხოების სტანდარტებს, ასევე გასამაგრებელი კონსტრუქცია ჯდება შეზღუდული სივრცის პირობებში ტრანსპორტირებისა და მონტაჟისათვის მოთხოვნილ პარამეტრებში.



სურ . 9 იატაკის კონსტრუქციის გამაგრება

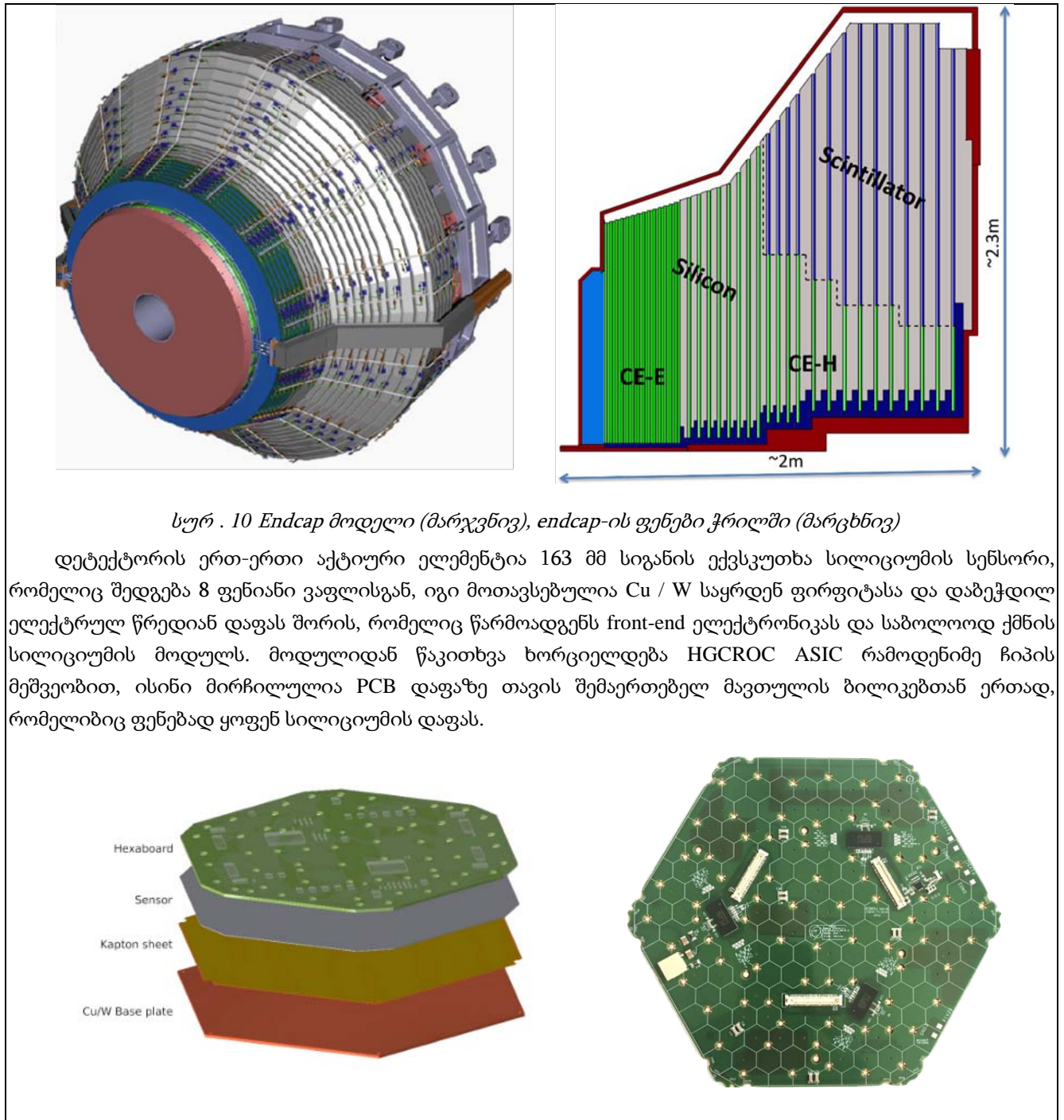
მოცემულ ეტაჟზე, გახდა ცნობილი დამატებითი ინფორმაცია სამონტაჟო გაგრილების სისტემებთან დაკავშირებით. CO² ტუმბოების საერთო მასა შეიცვალა, გაიზარდა და მიმდინარეობს მუშაობა მათი ახალი სამაგრი სისტემების შემუშავებზე.

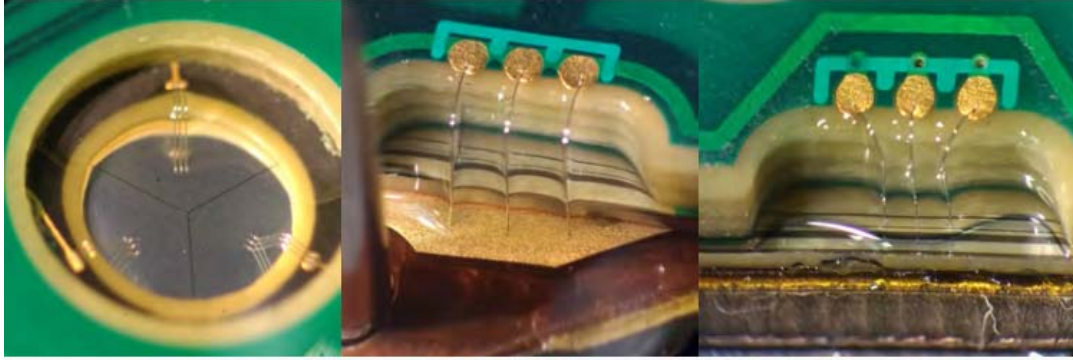
ასევე დიდი მნიშვნელობა აქვს მათ მიერ გამოწვეულ ვიბრაციას მუშაობის დროს. დღეისათვის მიმდინარეობს განახლებული ტუმბოების აწყობა, მონტაჟი და მათი ვიბრაციის სიხშირისა და ამპლიტუდის გაზომვა. შესაბამისად, ხდება ასევე ვიბროიზოლაციასა და ვიბრაციის ჩამხშობ აქტიურ კომპონენტებზე მუშაობა. მათი მოძიება და ლაბორატორიულ პირობებში გამოცდა.

3. 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. 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 . 11 სილიციუმის სენსორის ფენები (ზედა მარცხენა), სრული LD მოდულის ფოტო (ზედა მარჯვენა), სასიგნალო და მაღალი ძაბვის ხაზები გამავალი PCB-დან სენსორულ დაფამდე (ქვედა 3 სურათი)

ჩვენი ჯგუფი აქტიურად მუშაობს სილიციუმის მოდულების წარმადობის ანალიზზე, მაგის მომავლის გაუმჯობესების მიზნად. ექვსკუთხა სილიციუმის მოდულები სცინტილაციურ ფილებთან ერთად განლაგდებიან დეტექტორის წინა მხარეს რამოდენიმე ფენად, რათა სრულად დაფარონ CMS დეტექტორის endcap -ი.

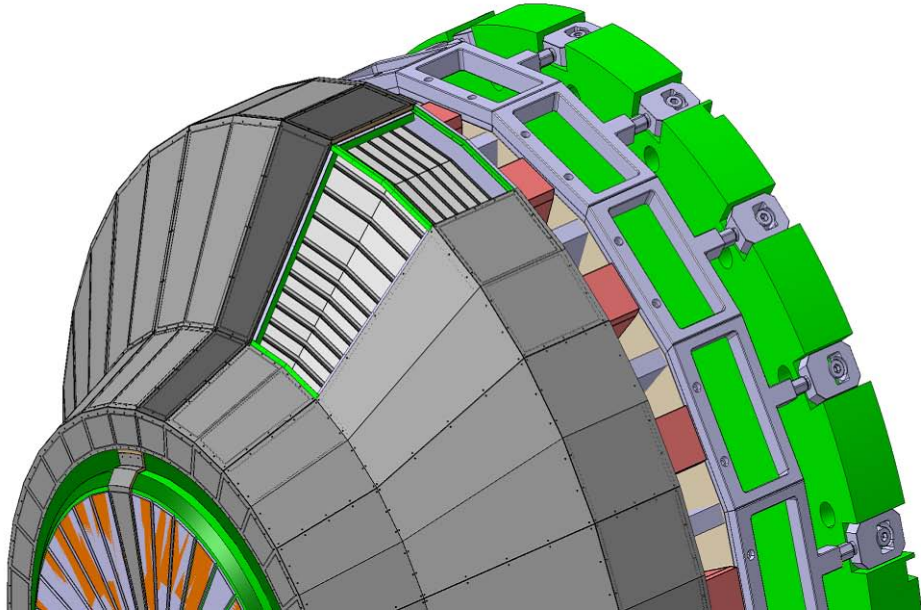
საერთო ჯამში, ეს დაახლოებით 35000 მოდულს შეადგენს. თითოეულს გააჩნია მრავალი კომპონენტი და მათთან კავშირები. ყოველ კომპონენტზე, როგორც მაგალითად წამკითხავი ჩიპია, ასევე შეგროვებულია წარმადობის შესახებ მონაცემები. ყველა ეს კომპონენტის ინფორმაცია და კავშირი მათ შორის უნდა იყოს შენახული დეტექტორის შემდგომი 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 გვამლევს 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.

CMS HGcal დეტექტორის თერმული იზოლაცია.

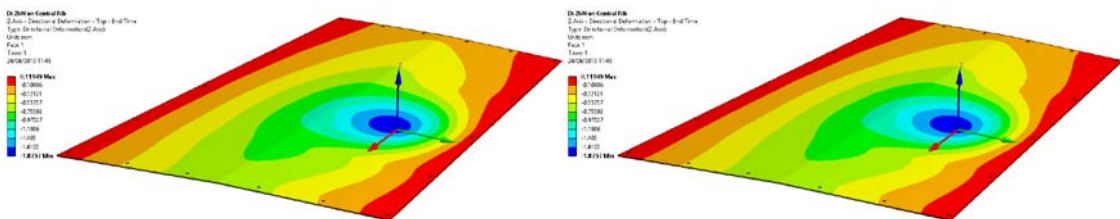
HGcal დეტექტორის თერმული იზოლაციის დიზაინი, მიზნად ისახავს სისტემის შექმნას რომელიც უზრუნველყოფს დეტექტორის შიდა (-35C) და გარე (+20C) ტემპერატურებისა და ტენიანობის სტაბილურ კონტროლს.

მსგავს დაბალ ტემპერატურებზე არსებობს დიდი რისკი კონდენსაციის წარმოქმნის, რასაც ცალსახად უარყოფითი გავლენა ექნება დეტექტორის ელექტრონულ ნაწილებზე. 0 გრადუსზე დაბლა ასევე ჩნდება რისკი ზედაპირების გაყინვის და ყინულის წარმოქმნის რაც ქმნის ასევე მექანიკური დაზიანების რისკს. სწორედ ამ რისკების გათვალისწინებისა და თავიდან არიდების მიზნით, დეტექტორის გარშემო თერმული იზოლაციის ფენამ უნდა უზრუნველყოს ტემპერატურული ბარიერი და არ დაუშვას კონდენსატის წარმოქმნა მის შიდა ან გარე მხარეს.



სურ . 12 HGcal დეტექტორის თერმული იზოლაცია და მისი სამაგრი სტრუქტურა

ამ ამოცანის გადასაჭრელად შემუშავდა თერმული იზოლაციის პანელების შემდეგი მოდელი - კომპოზიტური პანელი, რომელიც შედგება განსხვავებული ფენებისაგან და უზრუნველყოფს ტემპერატურული სხვაობის იზოლირებას. საჭირო გახდა ასევე მოცემული პანელების მონაცემთა გათვლა სასრულ ელემენტთა მეთოდით. პანელები აუცილებლად უნდა აკმაყოფილებდნენ მოთხოვნებს მექანიკურ გამძლეობაზე და თერმულ დატვირთვებზე.



სურ . 13 პანელის სიმულაცია მექანიკურ დატვირთვებზე

თერმული იზოლაციის ერთ ერთი პანელი, (შერჩეული იქნა ყველაზე დიდი ზედაპირული ფართობის მქონე) გამოცდილი იქნა მექანიკურ და თერმულ დატვირთვებზე (სურ. 13)

შედეგებმა აჩვენა რომ მოცემული შემადგენლობითა და მატერიალებით, პანელი აკმაყოფილებს დასმულ მოთხოვნებს და 2 კ.ნ. წერტილოვან დატვირთვაზე მისი დეფორმაცია არის 1.7მმ-დან 1.8მმ-მდე.

მოცემული დიზაინის ვერიფიკაციისა და უფრო ზუსტი შეფასებისათვის გამოყენებული იქნა ასევე ექსპერიმენტული მეთოდი პანელების დატვირთვაზე გამოსაცდელად.

ამისათვის მოეწყო საცდელი სტენდი ლაბორატორიაში სადაც მოხდა პანელის მექანიკურად დატვირთვა წონებით და ჰიდრავლიკური პრესით.



სურ . 14 თერმული იზოლაციის პანელის გამოცდა მექანიკურ დატვირთვაზე

პანელის დატვირთვა მოხდა მაქსიმალურად მცირე პერიმეტრზე რათა ყოფილიყო მაქსიმალურად კონცენტრირებული დატვირთვა მოცემულ ადგილზე. მოცემულ ფოტოზე (სურ. 14) ნაჩვენებია 105 კგ - ით დატვირთული პანელი, რომელიც ინარჩუნებს სიმყარეს და დეფორმაცია სრულიად შეესაბამება სასრულ ელემენტთა მეთოდით დათვლილ ნიშნულებს.



სურ . 15 პანელის გამოცდა ჰიდრავლიკური პრესით

შემდეგ ეტაპზე მოხდა პანელის გამოცდა, დატვირთვა მის ზღვრულ მდგომარეობამდე ჰიდრავლიკური პრესის საშუალებით. მოცემულმა ცდამ აჩვენა, რომ პანელის ზღვრული დატვირთვის მდგომარეობა 2300 ნიუტონზე ასევე აკმაყოფილებს მის მიმართ დაყენებულ მოთხოვნებს და შეესაბამება სასრულ ელემენტთა მეთოდით დათვლილ მონაცემებს.

შემდეგი ეტაპი ითვალისწინებს სხვა და სხვა ტიპის პანელების მექანიკურ გამოცდას, ჰერმეტიკობის გამოცდას და ასევე თერმულ გამოცდას. ამჟამად ასევე მიმდინარეობს თერმული საცდელი სტენდის აწყობა ექსპერიმენტულ ლაბორატორიაში.

4. სტენდები

გეიგერ-მიულერის მთვლელის შესასწავლი სტენდი.

სტენდი შედგება ორი გეიგერის მილაკისაგან, მაფორმირებელი წრედისაგან, მთვლელისგან და ბგერითი და შუქდიოდისანი ინდიკატორებისგან. სტენდი იმართება მიკროკონტროლერის საშუალებით და პერსონალურ კომპიუტერს უკავშირდება USB ინტერფეისით.



სურ . 16

სტენდზე შესაძლებელია სხვადასხვა ლაბორატორიული სამუშაოების შესრულება: საკუთრივ გეიგერ-მიულერის მილაკის მახასიათებლების, ფონური რადიაციის და სხვადასხვა მასალების გამოსხივების შესწავლა.

სცინტილაციური დეტექტორების შესასწავლი სტენდი.

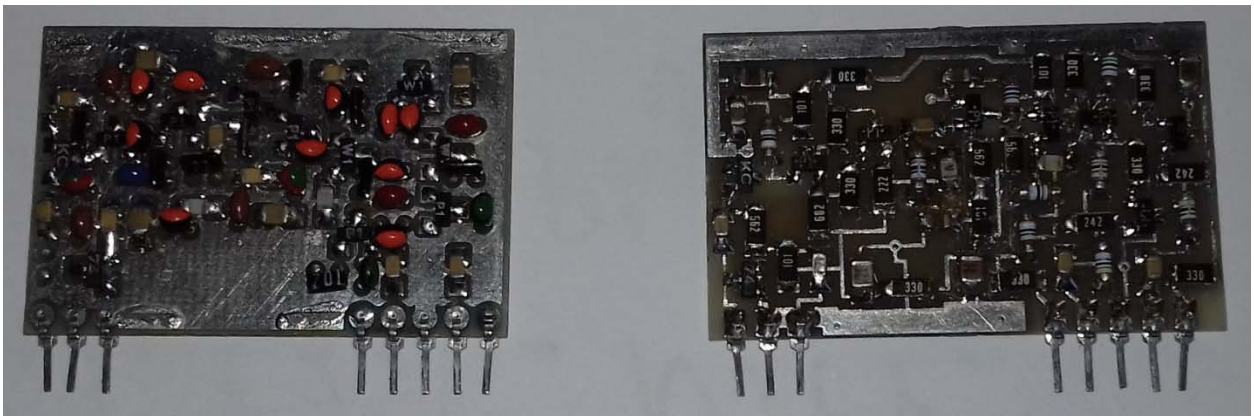
სტენდი შედგება: სამი არხისაგან. თითოეული არხი მოიცავს დისკრიმინატორს, მაფორმირებელ წრედს, თანხვედრების სქემას, მთვლელს და ასევე დამოუკიდებელ მაღალი ძაბვის კვების წყაროს ფოტოელექტრონული გამამრავლებლებისათვის. ამ სტენდზე შესაძლებელია სხვადასხვა ლაბორატორიული სამუშაოების შესრულება: ფოტოელექტრონული გამამრავლებლის პარამეტრების შესწავლა, სცინტილაციური დეტექტორების ტესტირება და მაქსიმალური ეფექტურობის რეჟიმის შერჩევა; კოსმოსური სხივების დეტექტირება. მიუონების სიცოცხლის ხანგრძლიობის გაზომვა და სხვა.



სურ . 17

გაზური დეტექტორების სიგნალის გამამდიერებლის სტენდი.

შექმნილია სტენდი, კვების წყაროთი და გამამდიერებლით, რომელზედაც შესაძლებელია გამამდიერებლის მახასიათებლების შესწავლა და გაზური დეტექტორების სიგნალებზე დაკვირვება.

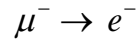
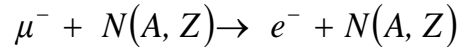


სურ. 18

COMET ექსპერიმენტი.

COMET ექსპერიმენტის მიზანი არის 4 რიგით გააუმჯობესოს (დღევანდელი 7×10^{-13}) გადასვლის (რომელშიც ირღვევა ლეპტონური მუხტის შენახვის კანონი, Charged Lepton Flavor Violation, CLFV) ზედა

ზღვარი და მივიღოთ 2.6×10^{-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 საძიებო 105 Mev ელექტრონის იმპულსს. იმის გამო რომ ეს ენერჯია ძალიან მცირეა და ახლოსაა ფონურ ენერჯებთან, ექსპერიმენტის სიზუსტისა და მონაცემების სისუფთავისთვის, გადაწყდა მთელი ექსპერიმენტი დაიხუროს აქტიური კოსმოსური მთვლელების სისტემით (CRV, Cosmic Ray Veto). მათი ამოცანაა კოსმოსური სხივების და გარედან მოსული მიონების 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:

5. დღეს არსებული საუკეთესო შედეგის 200-ჯერ გაუმჯობესება, ანუ 10^{-15} მგრძობიარობის მიღება.
6. ფონური პროცესების სრულფასოვანი შესწავლა, შეფასება. როდესაც მიონების ნაკადი უპრეცედენტოა 10^9 წამში.

პირველ ეტაპზე არ იქნება გამოყენებული მთლიანი მაგნიტური ტრანსპორტირების სისტემა, მხოლოდ მისი ნაწილი, რომელიც მთელ ექსპერიმენტში გათვალისწინებული სოლენოიდების მეოთხედი. 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 სტროუ დეტექტორი (რომლის თითოეული სადგური შედგება 4 რიგი წყება სტროუ მილებიდან $2x$ 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 დამოტაჟდება COMET-ის მაგნიტური სოლენოიდის სისტემა და ყველა სრული ზომის სუბდეტექტორი:

7. ელექტრომაგნიტური კალორიმეტრი თავის შემოწმებული და პასპორტიზირებული კრისტალებით
8. სტროუ ტრეკული დეტექტორის სისტემა, რომელშიც გამოყენებული იქნება 5 mm დიამეტრის 12 μm კედლის სისქის სტროუ მილები (ჯერ არა არის გადაწყვეტილი რამდენი მოდულისგან იქნება შემდგარი)
9. კოსმიური ვეტო მთვლელები, რომლებმაც მთლიანად უნდა დაფაროს მთელი ექსპერიმენტი.

ექსპერიმენტის ფაზა 1-ის პარალელურად უკვე მიმდინარეობს ფაზა 2-ის მომზადება. 2015 წლიდან ტექნიკური უნივერსიტეტი არის COMET კოლაბორაციის ერთ-ერთი წევრი და ჩვენი უნივერსიტეტის ჯგუფი აქტიურად მონაწილეობს სამივე დეტექტორების შესწავლა-შექმნაში და მათ დამონტაჟებაში.

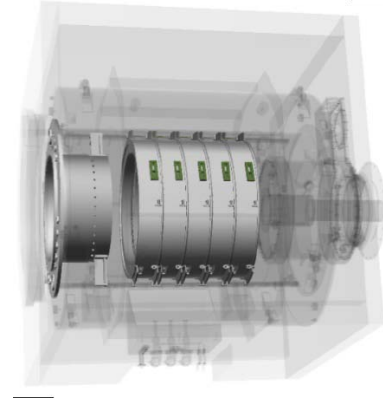
სუბსისტემა

სტროუ ტრეკული დეტექტორი

როგორც ავღნიშნეთ COMET ექსპერიმენტი მისი სირთულიდან გამომდინარე ტარდება ორ ეტაპად Phase-1 და Phase-2. პირველი ფაზის განსახორციელებლად გასული წლის განმავლობაში მიმდინარეობდა აქტიური სამუშაოები მოდულების ასაწყობად, ამ ეტაპისთვის თითქმის მზად არის პირველი მოდული, მიმდინარეობს ელექტრო დაფების ROESTI-ver 4.0 და გაზური სისტემის მიმაგრება, რის შემდგომაც ჩატარდება საკონტროლო ტესტები ელექტრონიკის გამართულ ფუნქციონირებაზე და მთლიანი მოდულის ჰერმეტიულობაზე, ვინაიდან პროექტის მიხედვით მთლიანად სტროუ ტრეკერი მოთავსებულია მაგნიტური სოლენოიდის შუაგულში, ვაკუუმში.

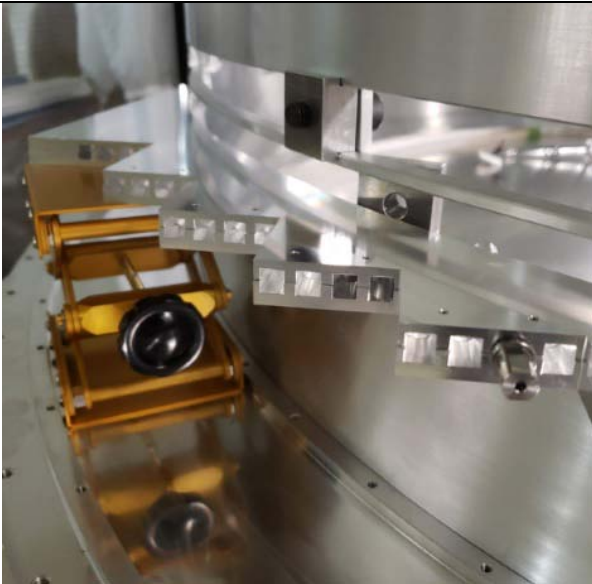


სურ. 19 სრული მოდულის კონსტრუქცია



სურ. 20 სტროუ მოდულები მაგნიტურ სოლენოიდში

სურ. 19-ზე გამოსახულია მოდული უკვე ჩამონტაჟებული 10 მმ დიამეტრის სტროუ მილებ. სურ. 20-ზე ნაჩვენებია თუ როგორ დგას 5 მოდული ერთმანეთის მიყოლებით მაგნიტურ სოლენოიდში.



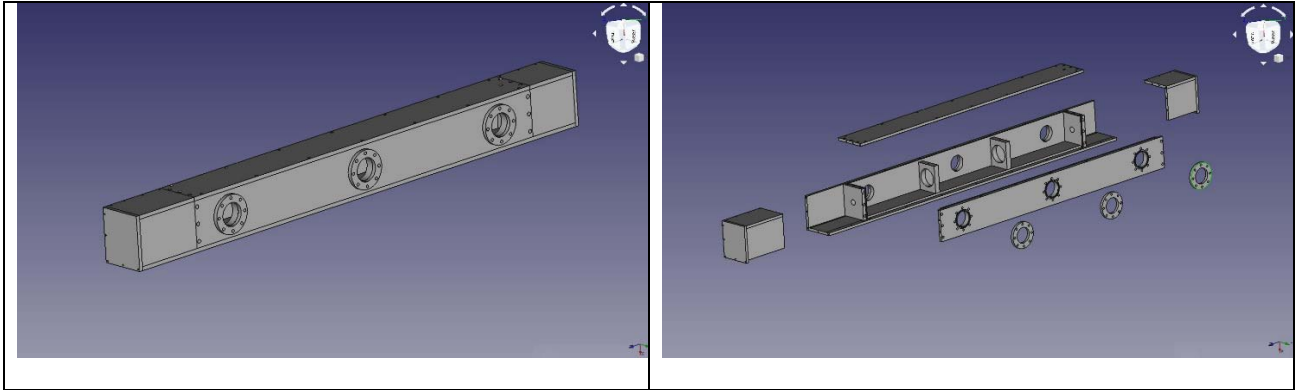
სურ. 21 სტროუ მილების საყრდენები



სურ. 22 ჩასამონტაჟებლად გამზადებული სტროუ მილები

სურ. 21-ზე ნაჩვენებია სტროუ მილების საყრდენი რაც კონსტრუქციულად თავის თავზე იღებს იმ დატვირთვის ნაწილს, რასაც ქმნიან სიმებივით დაჭიმული სტროუ მილები, თითოეული სტროუ დეტექტორში იჭიმება 1200 გრამით რაც მთლიან მოდულის ჩარჩოზე 1 ტონამდე დატვირთვას ქმნის. ამიტომ აუცილებელია სწორად იქნას გათვლილი თითოეული სტროუ მილის დაჭიმვის ძალა და მათი დამონტაჟების რიგითობა. ეს ამოცანა ასევე გასათვლელი და გასათვალისწინებელია მომდევნო 5 მმ დიამეტრის მქონე სტროუ მილების მქონე მოდულებისთვისაც (ეს ამოცანა იმყოფება შესწავლის პროცესში). წინა წლის მოხსენებაში ნაჩვენებია იყო სამუშაოების შედეგები, რომელიც მიმდინარეობს პარალელურ რეჟიმში გაერთიანებული ბირთვული კვლევების ინსტიტუტში (JINR) და CERN-ის ლაბორატორიებში ახალი სტროუ მილების პარამეტრების გამოსაკვლევადა. გასული 2020 წლის განმავლობაში გადაიდგა

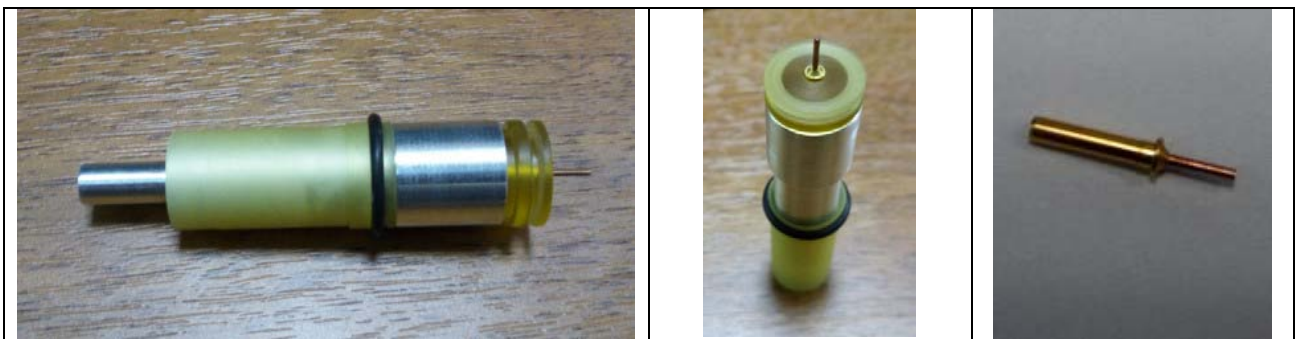
მნიშვნელოვანი ნაბიჯები საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში სრულფასოვანი სტროუ ლაბორატორიის შესაქმნელად, რამაც საშუალება მოგვცა დაგვეწყო მუშაობა ახალ პროტოტიპზე უკვე 5 მმ დიამეტრის სტროუ მილების გამოყენებით. ამ ეტაპზე შემუშავებულია ერთ კოორდინატიანი მრავალ პროფილიანი სტროუ ტრეკული პროტოტიპის დიზაინი ვაკუუმის გარემოთი. იხილეთ სურ. 23.



სურ. 23 ერთ კოორდინატიანი სტროუ პროტოტიპი

მასში მოთავსებულია სტროუ მილი, გაზის მიწოდების სისტემა და სიგნალის წასაკითხი ელექტრონიკა. ჩვენ შევძლებთ დავინახოთ და გამოვიკვლიოთ სიგნალის ფორმა და დრეიფის დრო. ამ კვლევების მიზანია სტროუ მილების ყოფაქცევის შესწავლა სხვადასხვა პირობებში და მათზე დაყრდნობით სამომავლოდ არამარტო სრული ზომის სტროუ ტრეკერის დიზაინის არამედ მისი აწყობის მეთოდოლოგიის შემუშავებაც.

მომავალი პროტოტიპისთვის ასევე უკვე მომზადდა 4.8 მმ დიამეტრი 70 სმ სიგრძის 100 სტროუ მილი და მათ ჩასამაგრებლად ბოლოების გადამყვანები, სადაც აიღება კონტაქტები მაღალი ძაბვისთვის და სიგნალის მოსახსნელად იხილეთ სურ. 24.

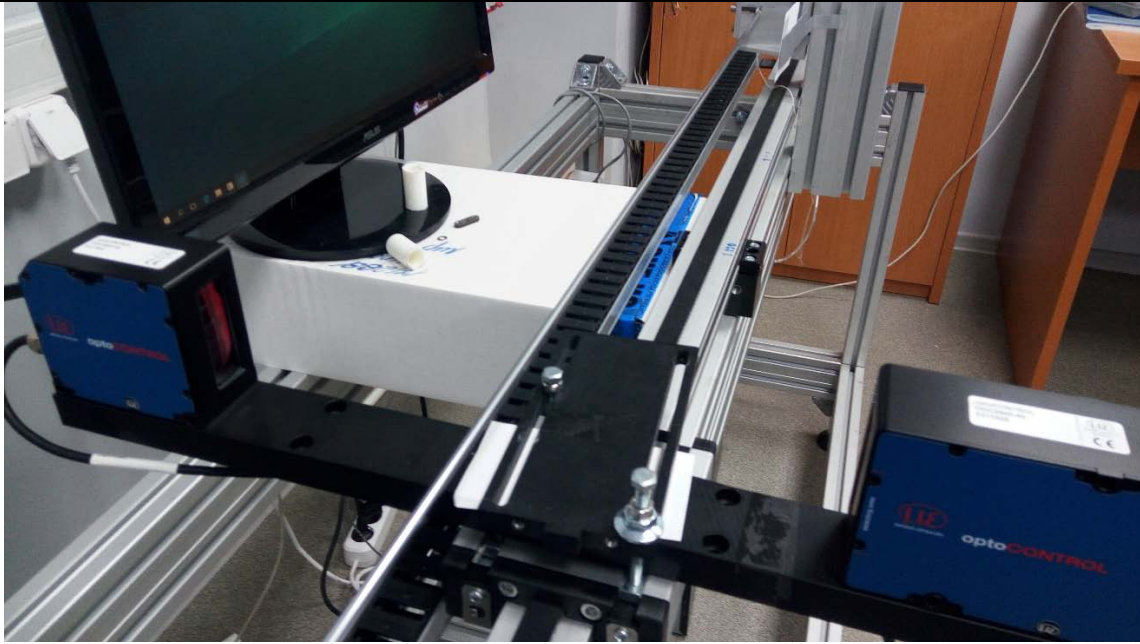


სურ. 24 5 მმ სტროუ მილის დამჭერი ბოლოები თავის სასიგნალო პინებით



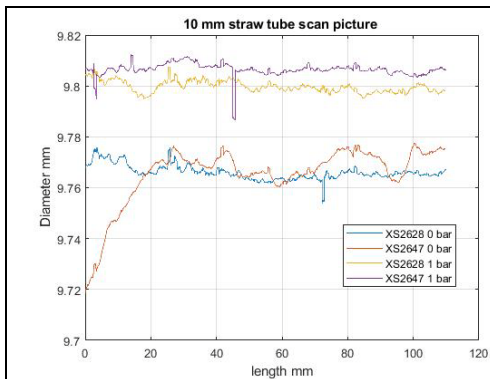
სურ. 25 სტროუ მილები პროტოტიპისთვის

შემდეგი შესრულებული ამოცანა იყო სტენდის მომზადება, რომელიც შედგება ლაზერული სკანერისგან და გამოიყენება სტროუ მილის ცილინდრული ფორმების და არაერთგვაროვნებების შესასწავლად სურ. 26. ამასთან ერთად ამავე სტენდის მეშვეობით შემოწმდა დიამეტრის წნევაზე დამოკიდებულებაც. როგორც ვიცით, სტროუ მილის კედლის სისქე სულ რაღაც 12 მიკრონია, რაც ძალიან მცირეა და იოლად დეფორმირდება სხვადასხვა მექანიკური ზემოქმედებისას. მაილარის ზედმეტი დაზიანების თავიდან ასაცილებლად გაზომვები ჩატარდა მხოლოდ 2 ბარ-მდე. უფრო მეტი წნევა არასასურველი სტრესია სტროუ მილისთვის რაც გამოიწვევს უკუქცევად დამახინჯებებს ან საერთოდ სტროუს მთლიანობის დარღვევას.

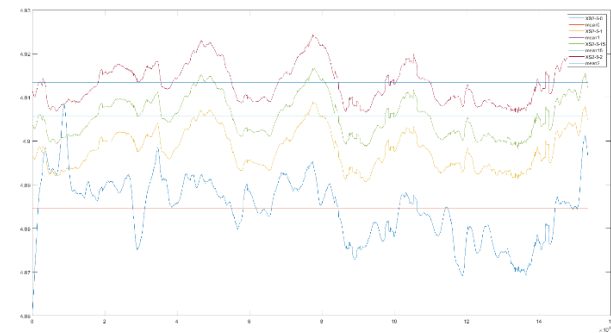


სურ. 26 სტროუ მილების ცილინდრული ფორმის დასასკანირებელი სტენდი

სტროუ მილების სკანირებამ აჩვენა შემდეგი სურათი: ქვემოთ მოყვანილია გაზომვების შედეგები

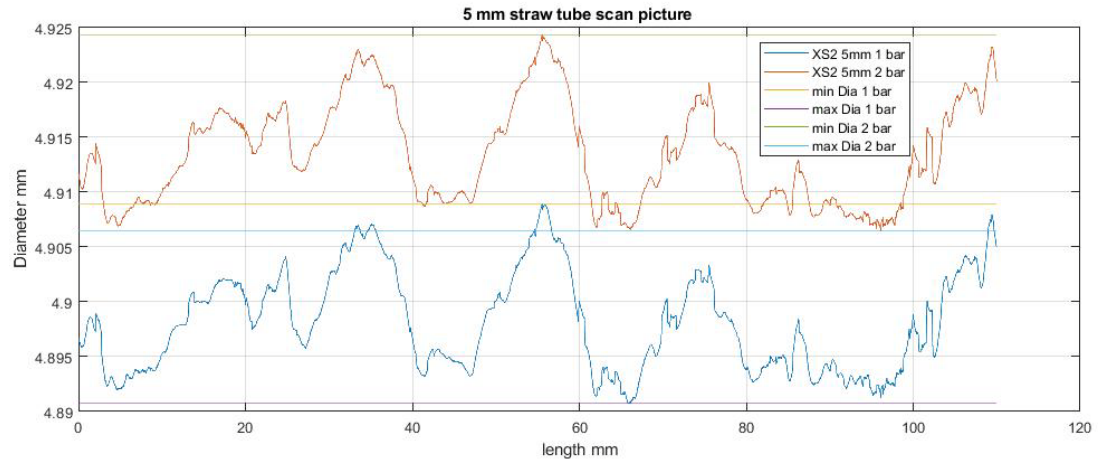


სურ. 27 2 სხვადასხვა 10 მმ სტროუ მილის სკანი 0 და 1 ბარ წნევაზე



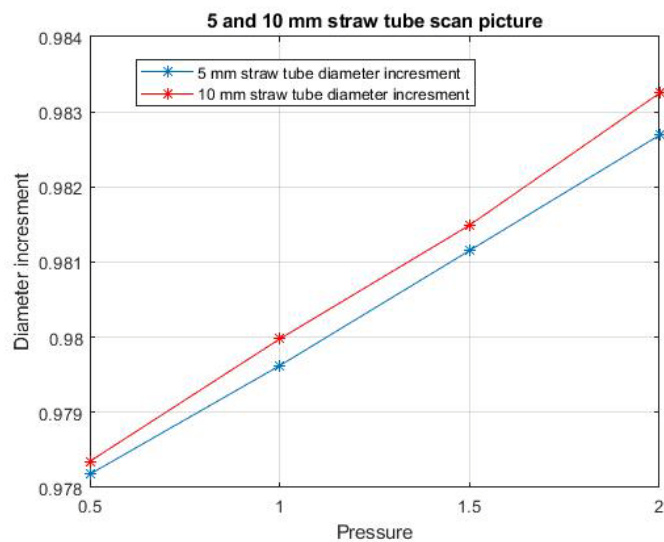
სურ. 28 5 მმ სტროუ მილის სკანი 0, 1, 1,5 და 2 ბარ წნევებზე

საცდელ მილებად ავიღეთ 110 სმ სიგრძის სტროები. თითოეული მათგანი დასკანერდა ცილინდრის შიგნით არსებული სხვადასხვა წნევის დროს. 0 ბარის დროს სკანირებამ აჩვენა რომ მაილარში სხვადასხვა სიდიდის დამაბულობების გამო სტროუ ვერ ინარჩუნებს ცილინდრულ ფორმას. ამისათვის მას ესაჭიროება წნევათა სხვაობა სურ. 27 (ლურჯი გრაფიკი). როგორც კი წნევა გაცდება 0.5 ბარს და გახდება 1 ან მეტი მაშინ აღინიშნება მხოლოდ ცილინდრის დიამეტრის ცვლილება, ხოლო მისი გასწვრივი ფორმა უცვლელი რჩება.



სურ. 29 5 მმ სტროუმილი მაქსიმალური და მინიმალური დიამეტრით

ზედა სურათზე ნაჩვენებია 5 მმ სტროუმის ფორმა. როგორც ჩანს, მინიმალური და მაქსიმალური წერტილებს შორის სხვაობა დაახლოებით 14 მიკრომეტრის ფარგლებში მერყეობს, რაც საუკეთესო შედეგია ცილინდრული ფორმის ერთგვაროვნებისთვის.



სურ. 30 დიამეტრის წნევაზე დამოკიდებულების გრაფიკი

სურ. 30-ზე ნაჩვენებია დიამეტრის ზრდის დამოკიდებულება წნევაზე. როგორც ვხედავთ ორივე 10 და 5 მმ დიამეტრის მილებისთვის წნევაზე დამოკიდებულების გრაფიკი თითქმის ერთნაირია, ეს ნიშნავს რომ ამ წნევებზე მაილარი იმყოფება ელასტიურ ზონაში. რაც იყო ჩვენი მიზანი. ამ ამოცანის კვლევა და ანალიზი ჯერ არ დასრულებულა (ეს არის შუალედური შედეგები).

სამომავლო გეგმები

ზემოთ ჩამოთვლილ ამოცანებში კვლევების გაგრძელება და შედეგების ანალიზი; შემდგომ,

პროტოტიპის აწყობა, დასრულება და მომზადება ელექტრონულ ნაკადზე გასატესტად; ჩაწერილი მონაცემების ანალიზი და მათზე დაყრდნობით შედეგების მომზადება.

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

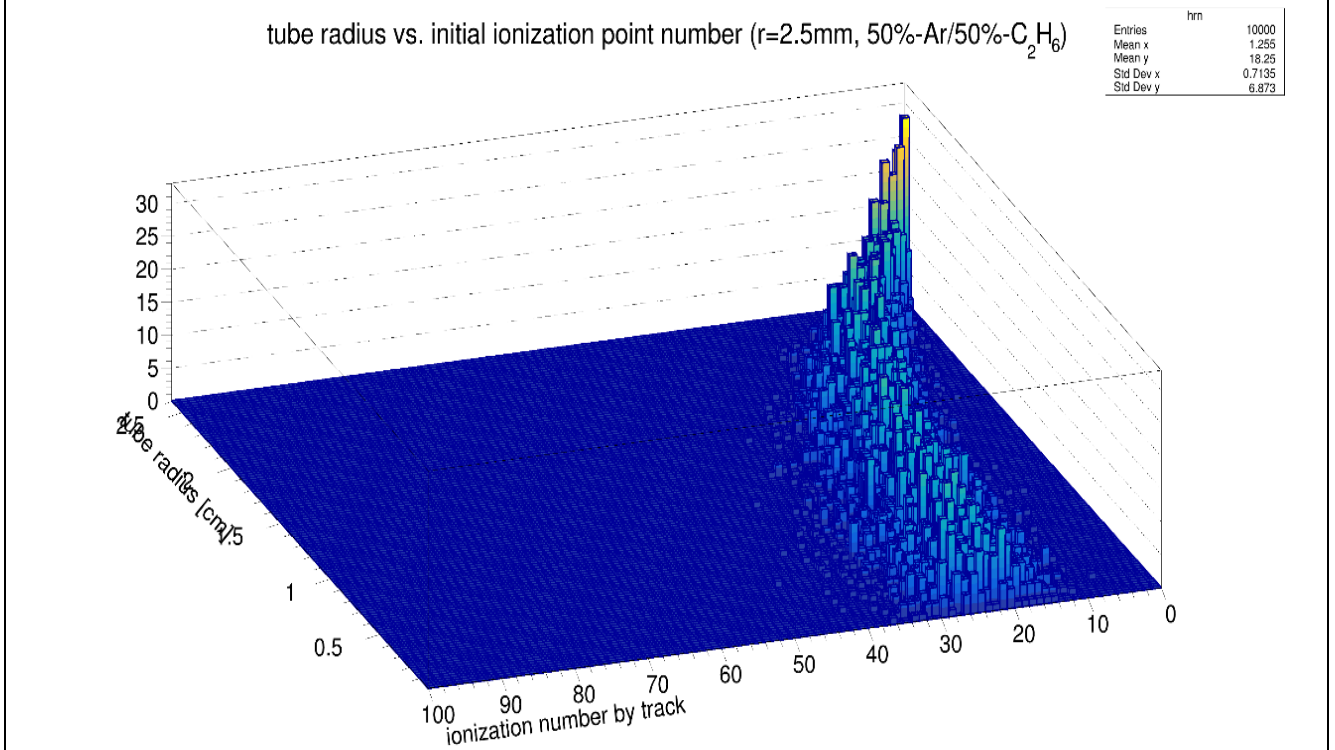
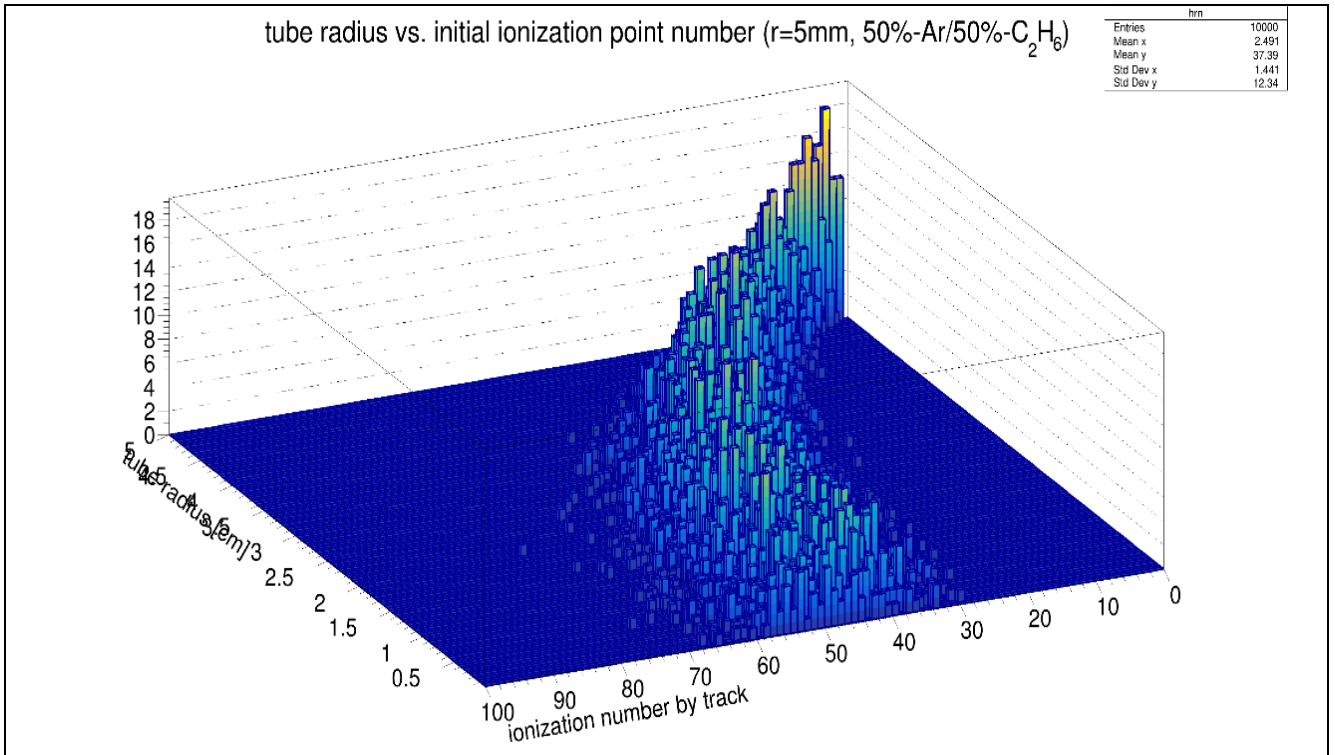
როგორც წინა წელს, 2020 წელსაც ვაგრძელებთ სტროუ მილების სხვადასხვა პარამეტრების შესწავლას და მათი მახასიათებლების შედარებას ხუთ და ათ მილიმეტრიანი დიამეტრის მქონე მილებისათვის.

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.

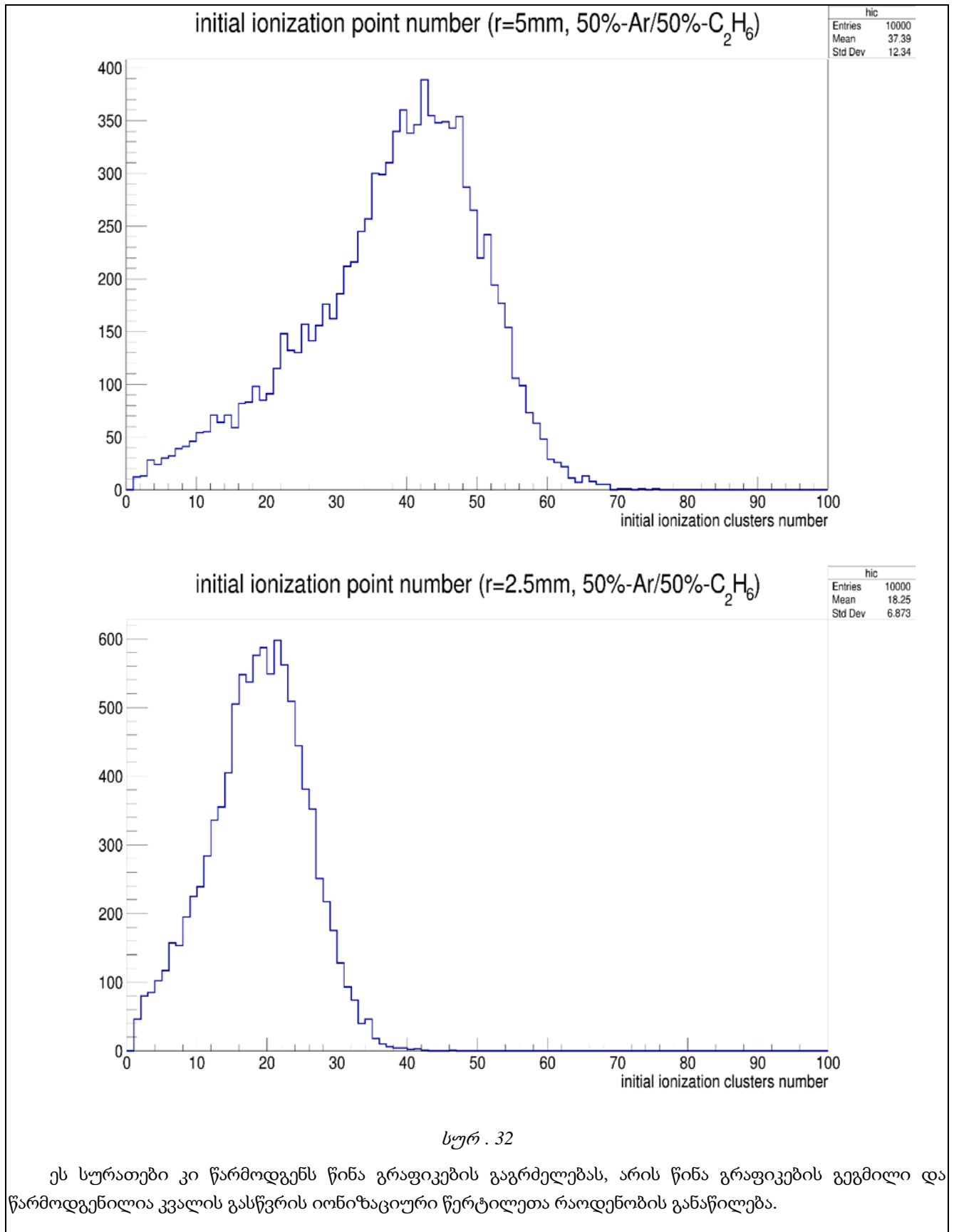
დასმულ ამოცანაში მიღებული შედეგები განხილულია იმ შემთხვევისთვის როდესაც ნაწილაკი მოძრაობს მილის მართობ სიბრტყეში და სფერული სიმეტრიის გამო ნაწილაკის მდებარეობა ცალსახად განისაზღვრება მხოლოდ რადიუსით (უმოკლესი მანძილი ანოდის ძაფიდან ნაწილაკის მილში გავლისას ტრანექტორიის წირამდე).

მონაცემები აღებულია ნორმალური ატმოსფერული წნევის და ტემპერატურის პირობებში და გაზის შემადგენლობა არის Ar 50% C₂H₆ 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.

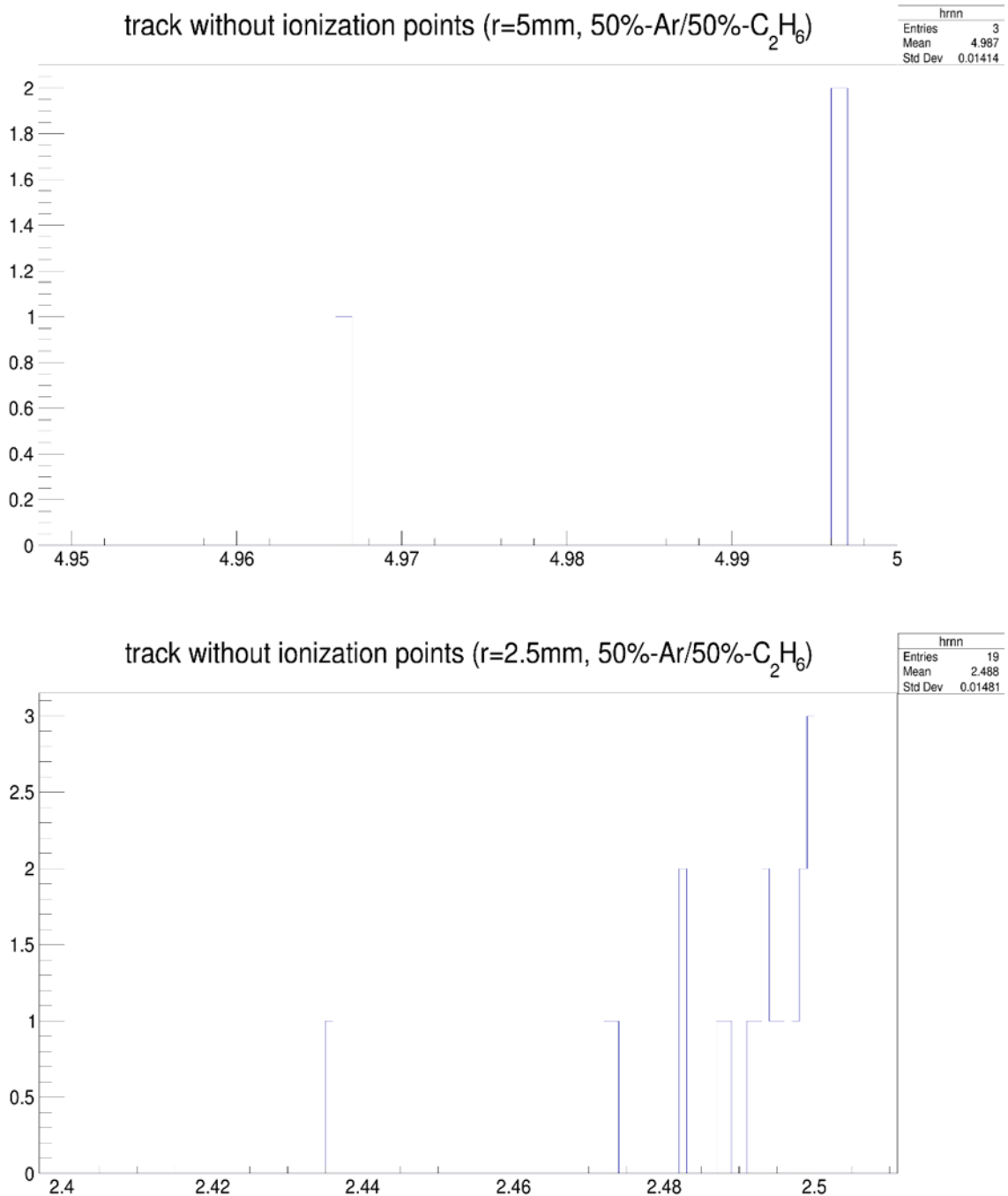


სურ . 31

სურ. 31-ზე წარმოდგენილია ნაწილაკის გავლის დროს კვალის გასწვრივ წარმოქმნილ იონიზაციურ წერტილთა რაოდენობის განაწილება რადიუსის მიხედვით.



საინტერესო და მნიშვნელოვანი იყო გვენახა ნაწილაკის მილში გავლისას, გვექონდა 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 გვექონდა ასეთი სამი შემთხვევა.



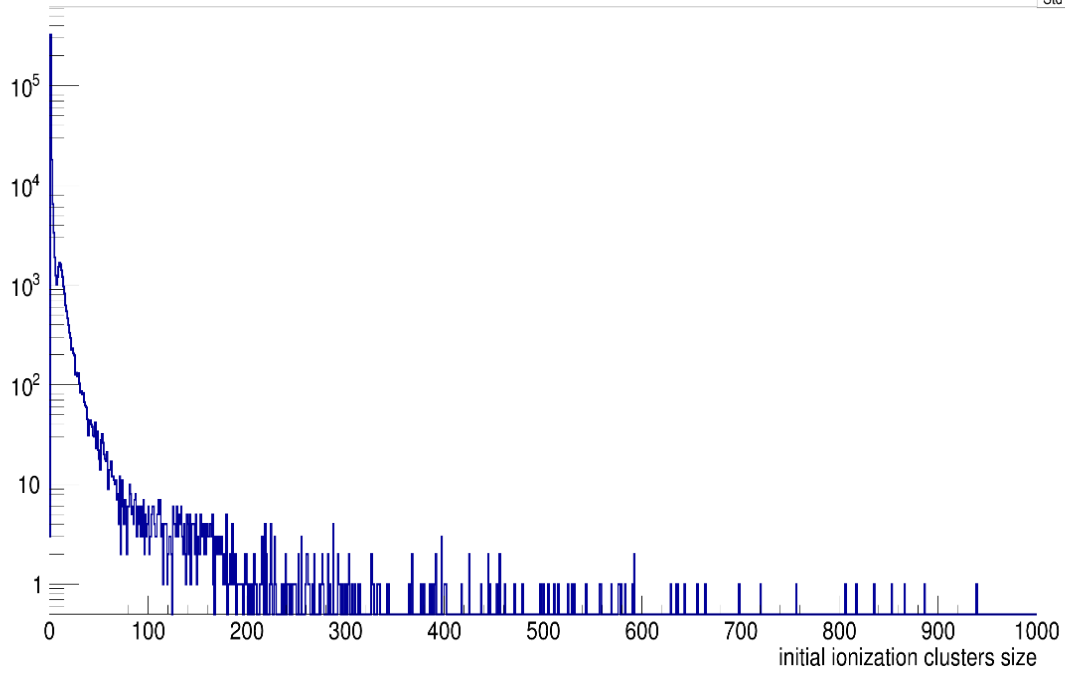
სურ . 33

ამ გრაფიკზე წამოდგენილია იონიზაციური წერტილის არეში წარმოქმნილი ელექტრონების

რაოდენობა, ანუ კლასტერის „ზომების“ განაწილება.

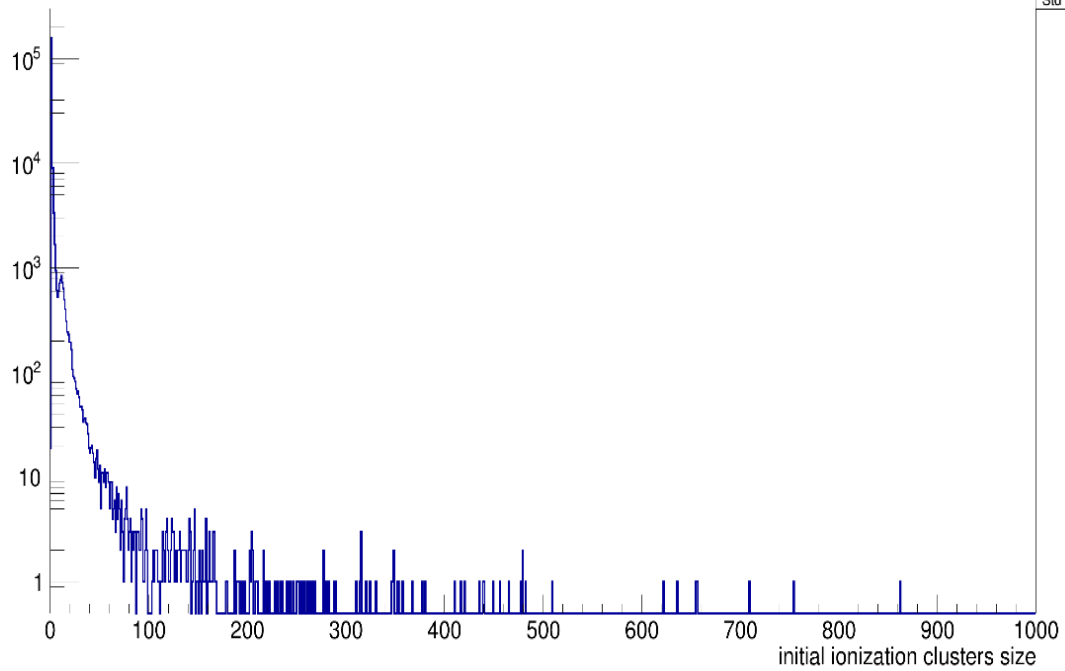
ionization cluster size ($r=5\text{mm}$, 50%-Ar/50%-C₂H₆)

hcs	
Entries	373861
Mean	2.106
Std Dev	10.09



ionization cluster size ($r=2.5\text{mm}$, 50%-Ar/50%-C₂H₆)

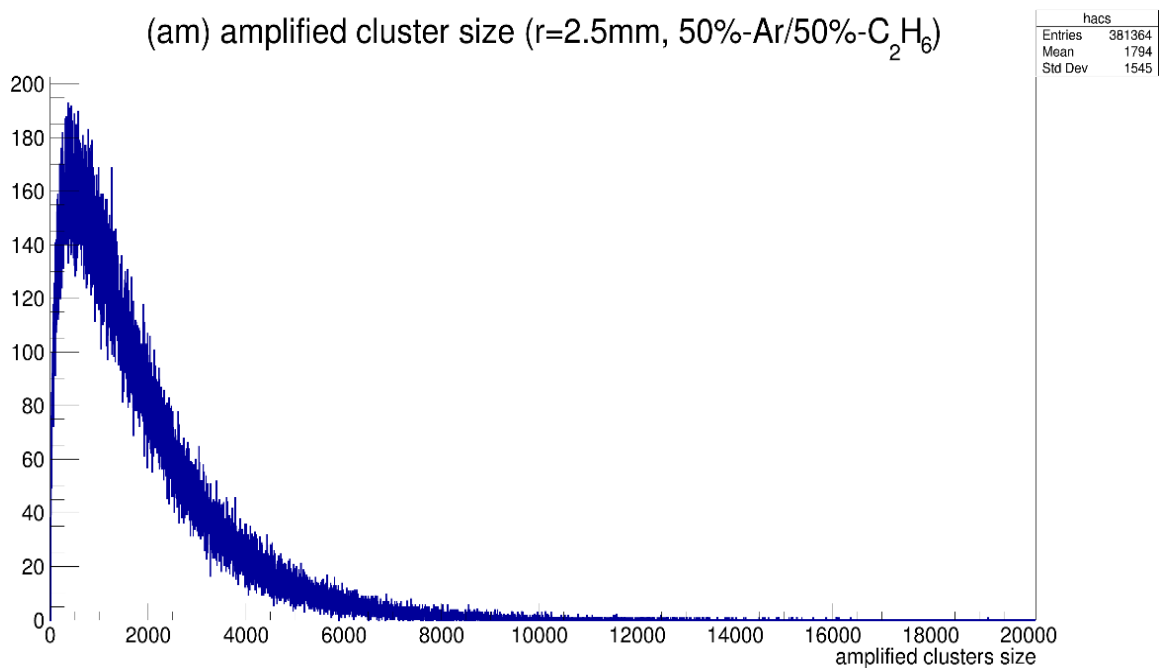
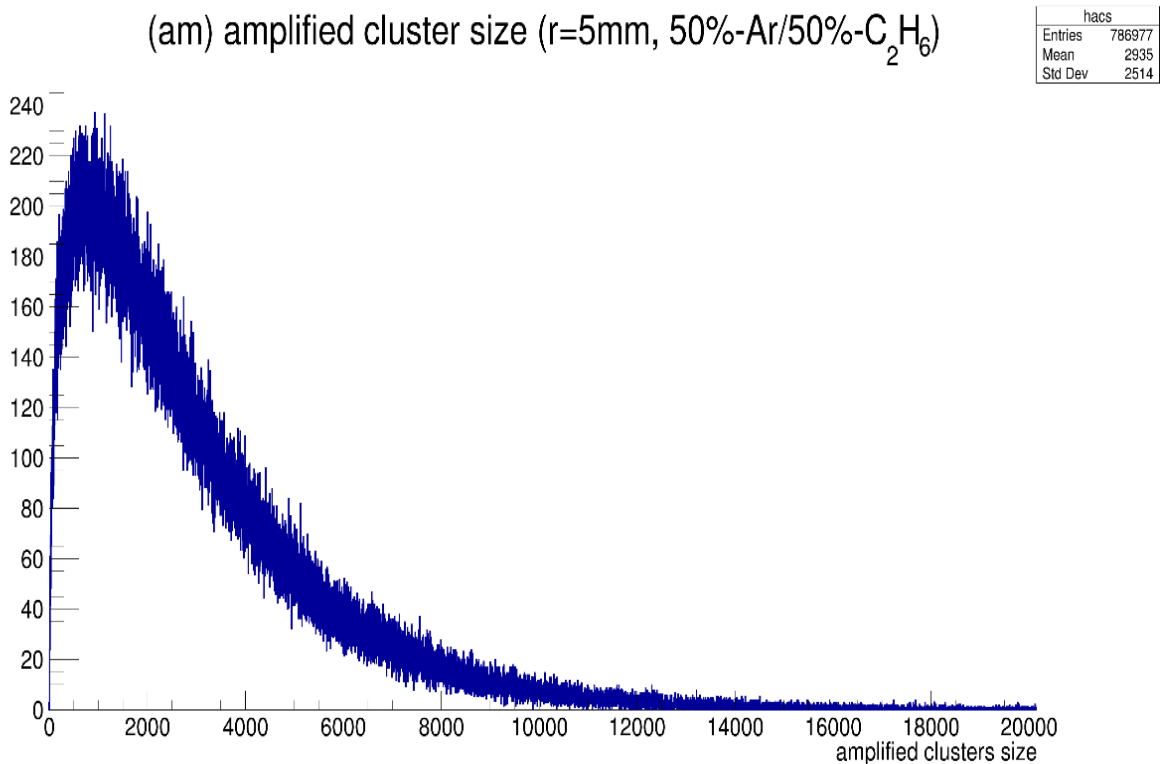
hcs	
Entries	182532
Mean	2.095
Std Dev	9.39



სურ . 34

მოცემული გრაფიკები წარმოადგენს საწყისი იონიზაციის წერტილში წარმოქმნილი ელექტრონების

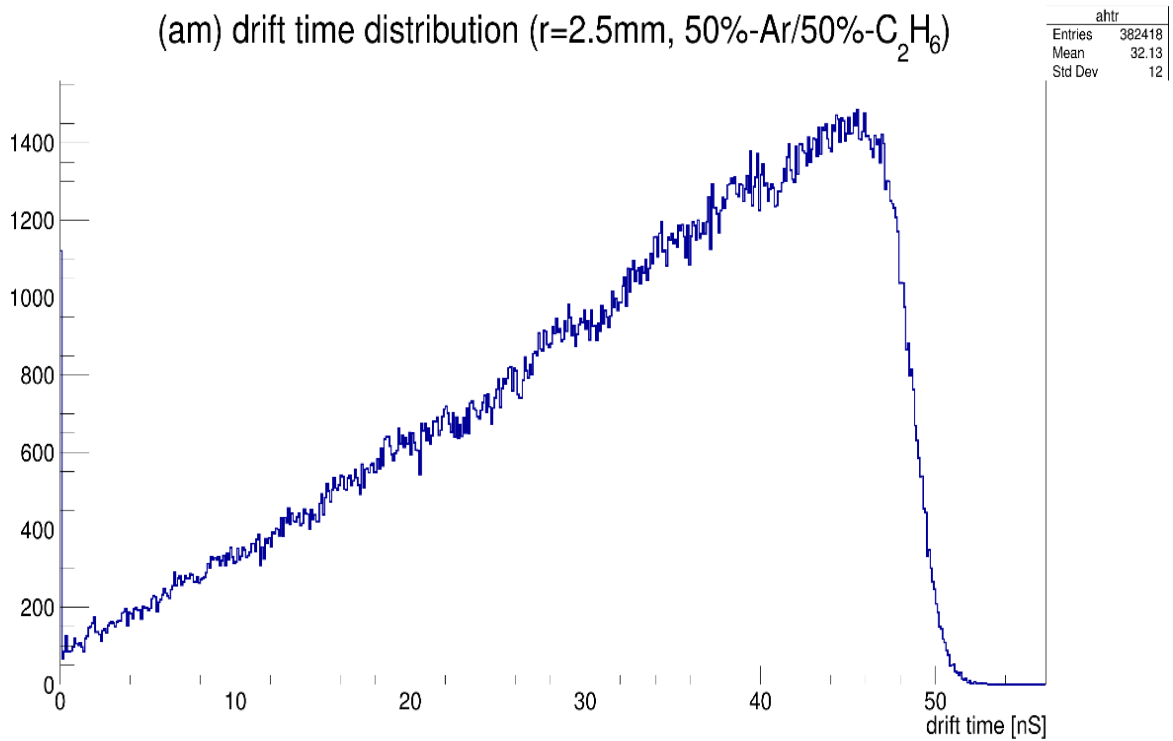
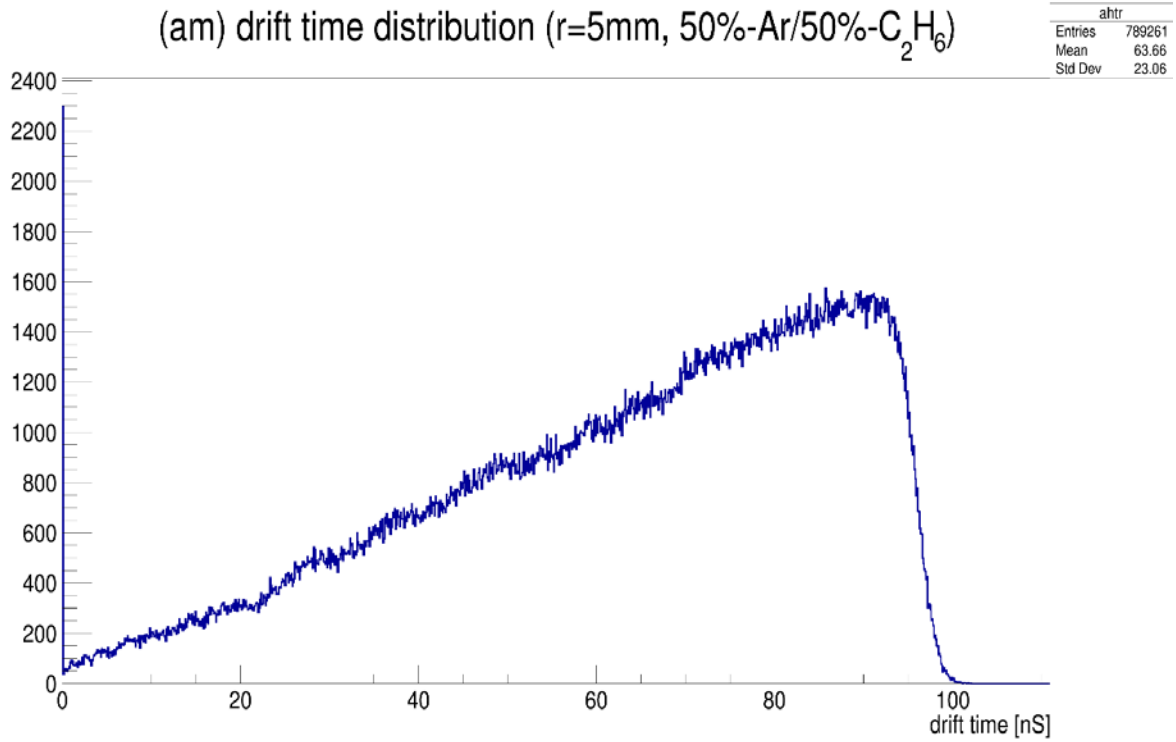
მიერ წარმოქმნილ ღვარში ელექტრონების რაოდენობას ანოდთან უშუალო მახლობლობაში (გაძლიერების კოეფიციენტის დიფერენციალური სახე).



სურ . 35

ვიზუალიზაციისთვის, მოცემულ გრაფიკზე წარმოვადგინეთ დრეივის დროების განაწილებები

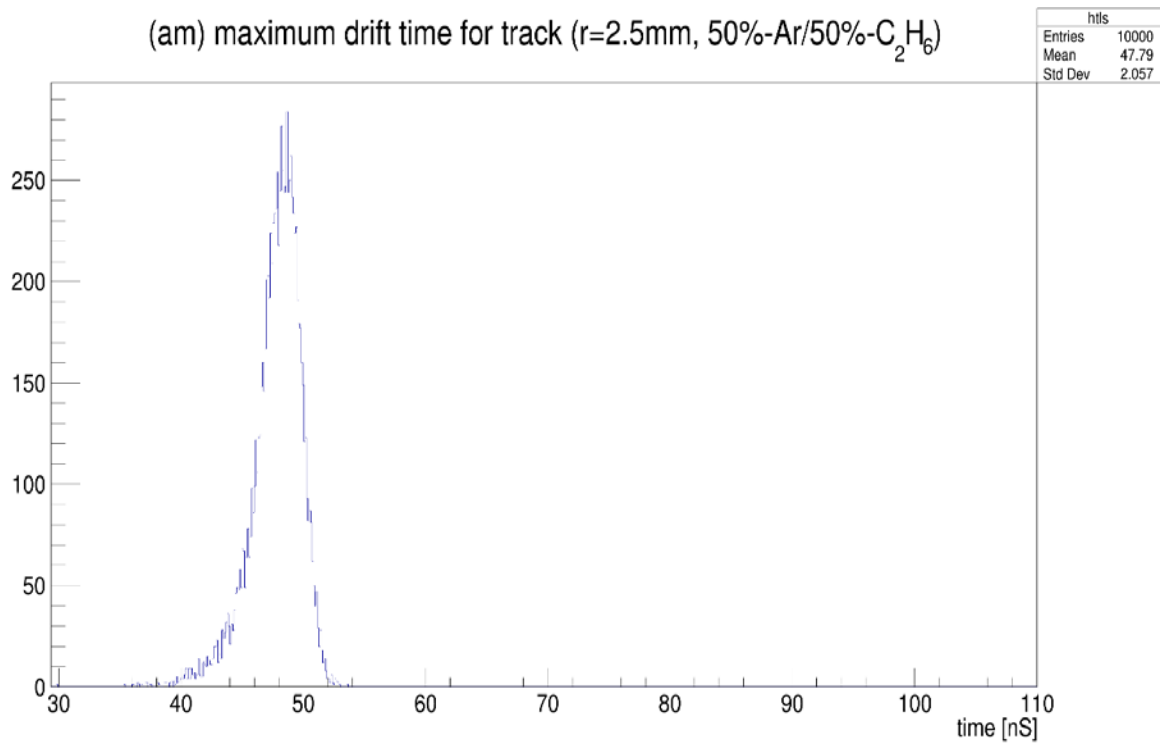
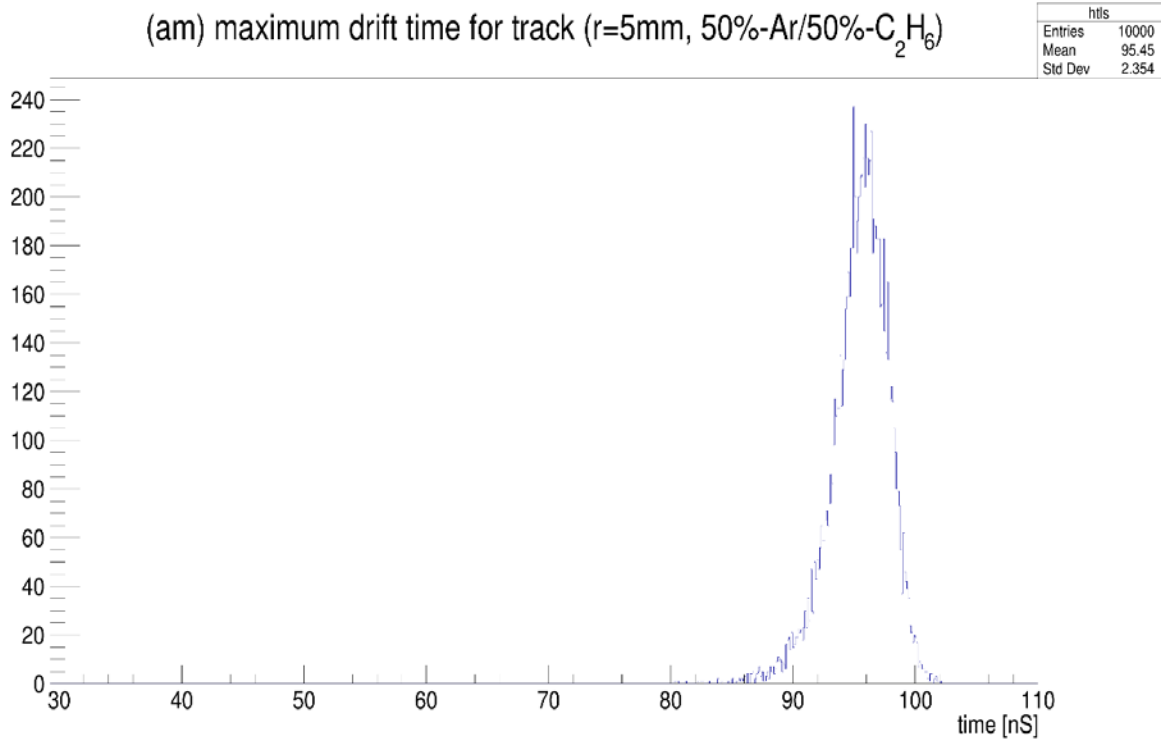
თითოეული კამერისთვის.



სურ . 36

ასევე საინტერესო იყო თითოეული კვალისთვის გვერდის დრეიფის მაქსიმალური დროების

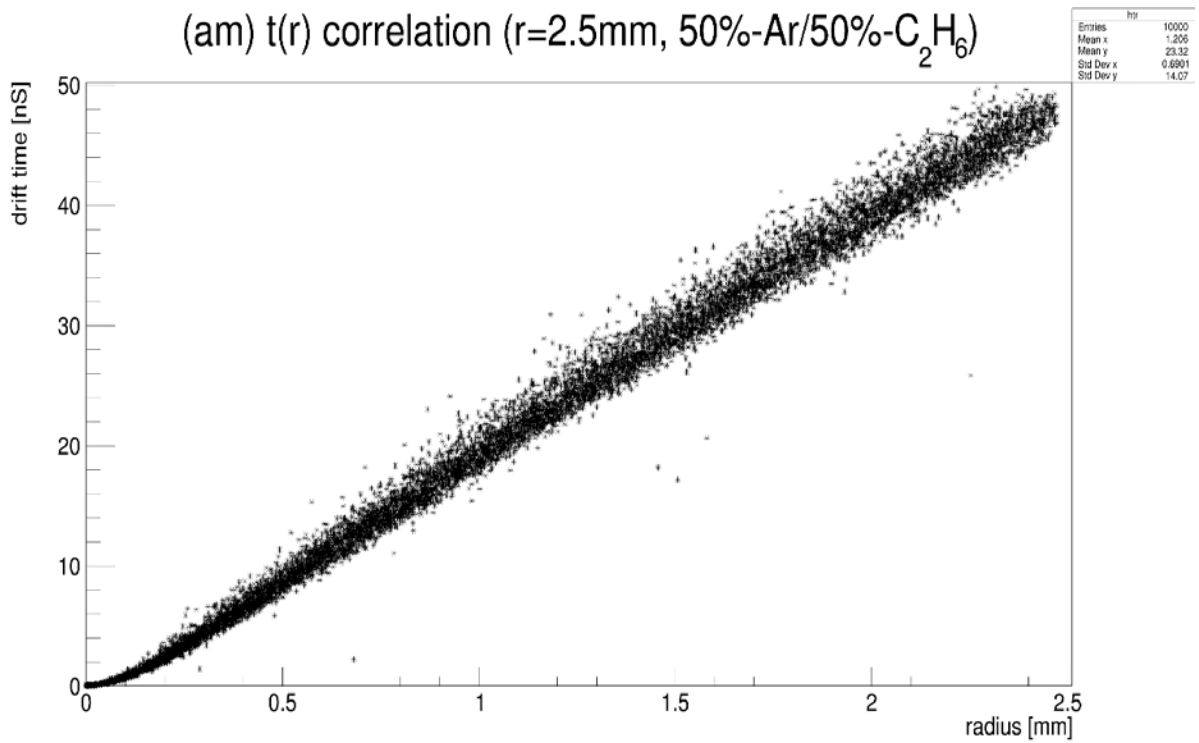
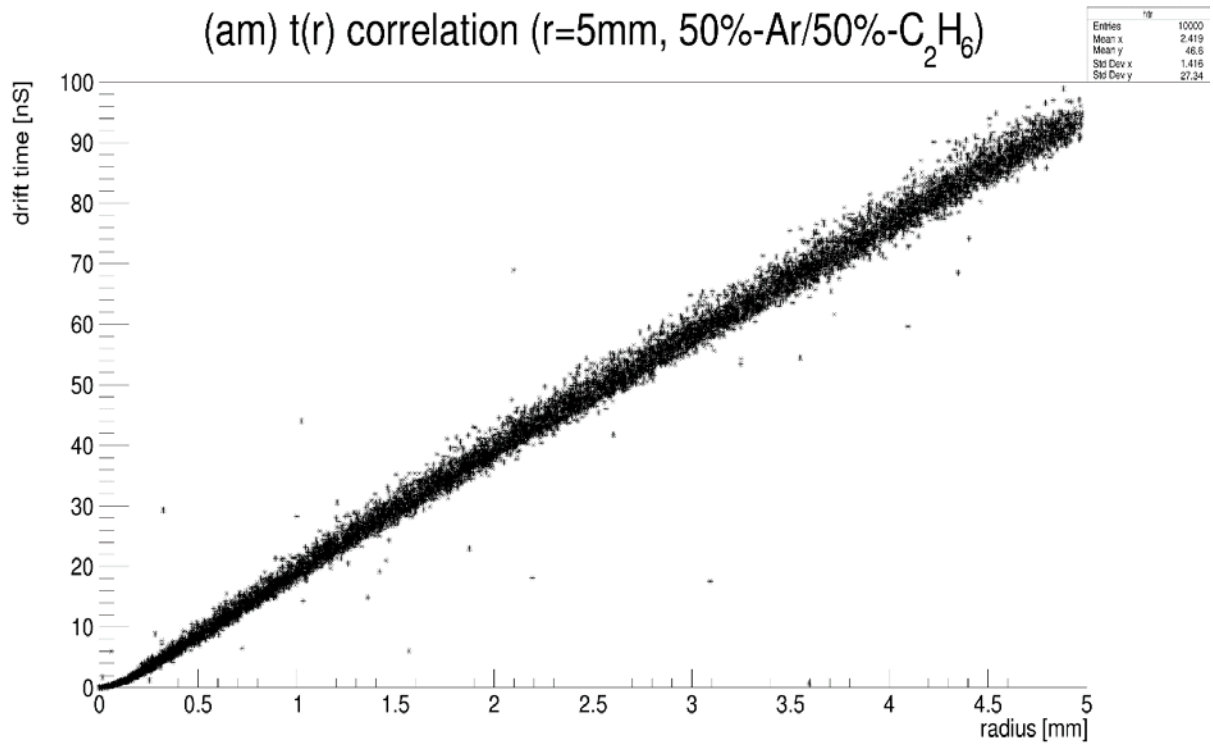
განაწილების არე და ხასიათი, შედეგები წარმოდგენილია მოცემულ გრაფიკებზე.



სურ . 37

მოცემულ ამოცანაში გადამწყვეტია $t(r)$ დამიკიდებულების დადგენა, რომელიც ასახავს დრეიფის

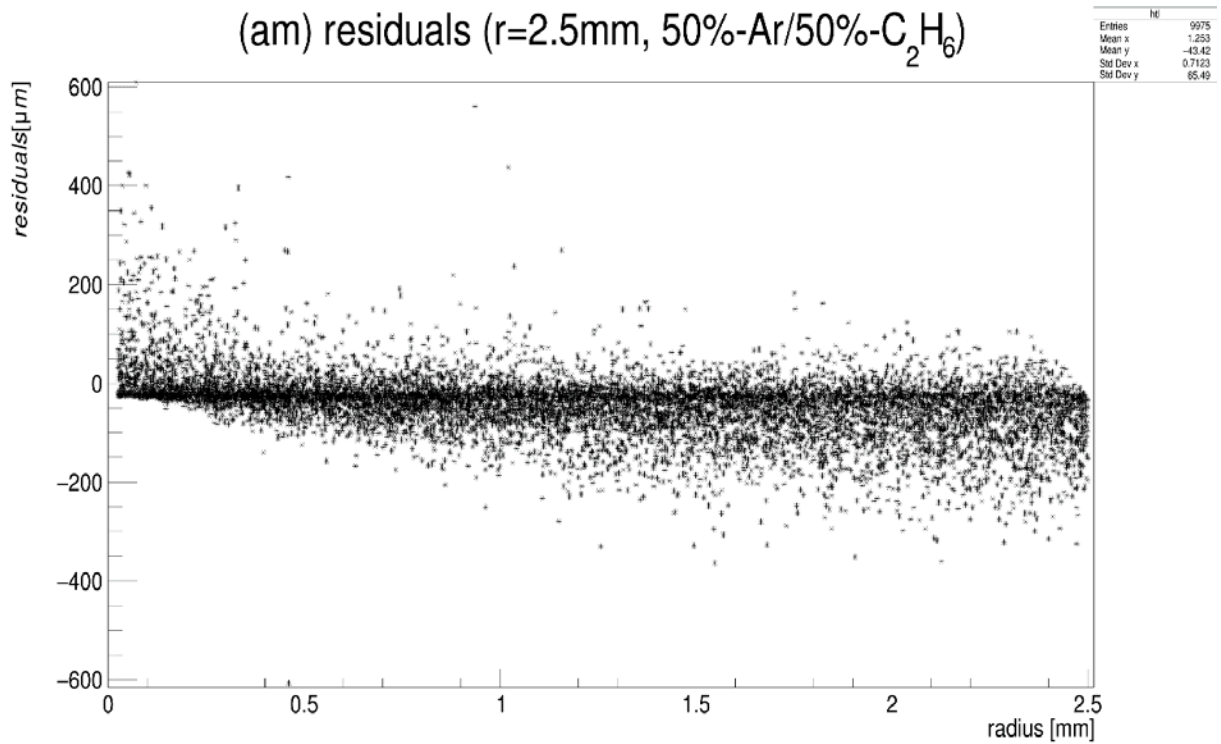
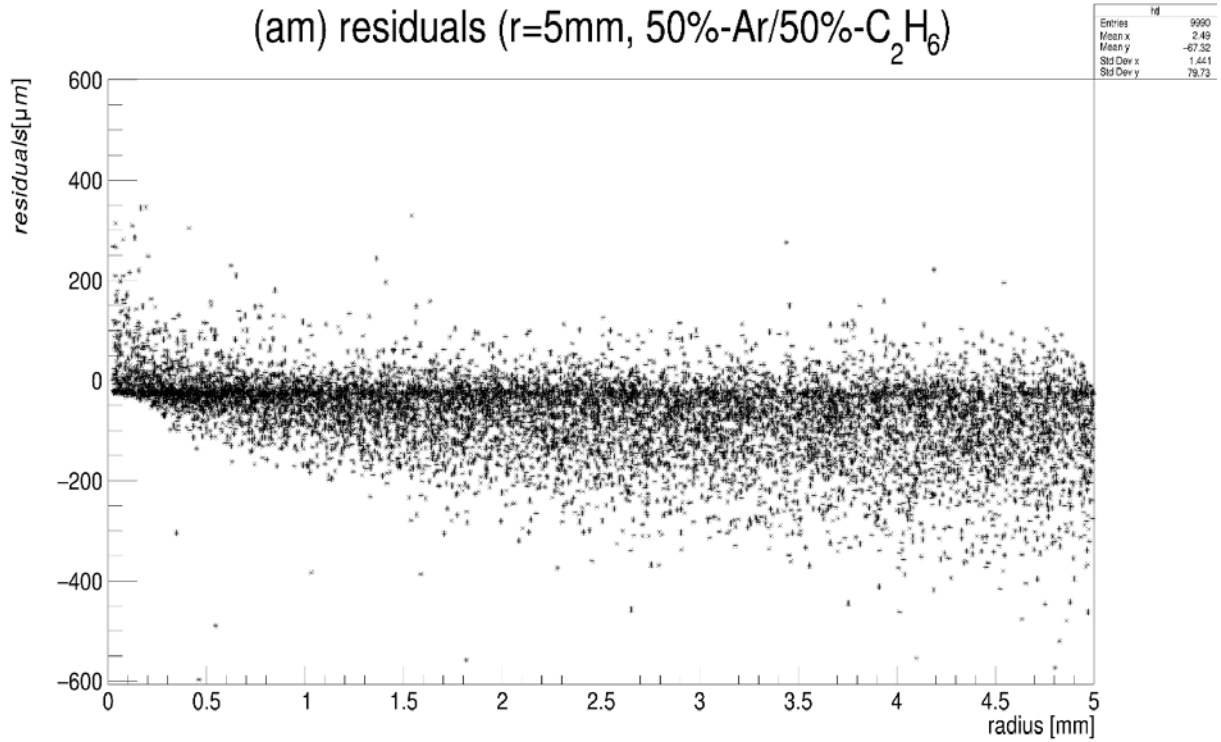
დროის დამოკიდებულებას რადიუსზე. მიღებული მონაცემები წარმოდგენილია შემდეგ სურ. 38



სურ. 38

შემდეგ სურათზე 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 . 39

საველე მეტეოროლოგიური სადგურის GTU GEMET-ის პირველი სრულყოფილი მოდელის წარმოება

2013 წლის ვერეს ხეობის ტრაგიკული მოვლენის შემდეგ, საქარველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მხარდაჭერით შეიქმნა მრავალფუნქციური „**კრიტიკული მეტეოროლოგიური სიტუაციის მონიტორინგის, დეტექტირებისა და შეტყობინების სისტემა**“. კრიტიკული მეტეოროლოგიური სიტუაციის მონიტორინგის, დეტექტირებისა და შეტყობინების სისტემა მოიცავს GSM კავშირის ქსელში ჩართულ, სულ ცოტა, ერთ მრავალფუნქციურ მეტეოსადგურს და მონაცემთა დამუშავების ერთ ცენტრალურ სადგურს. მრავალფუნქციური მეტეოსადგური შეიცავს მეტეოროლოგიური, გეოლოგიური, გეოფიზიკური, ჰიდროლოგიური, ეკოლოგიური პარამეტრების საზომ საშუალებებს. ამასთან, საზომი საშუალებები გადაწყვეტილია ცალკეული ციფრული მოდულების სახით, რომლებსაც გააჩნიათ პარალელური პორტები. მეტეოსადგური ასევე მოიცავს GSM კავშირის პირველ მოდულს, ცენტრალური პროცესორის მოდულს ცენტრალური მიკროპროცესორით და ოპერატიული მეხსიერების ბლოკით. ცენტრალურ მიკროპროცესორს გააჩნია GPIO პორტები, რომლებითაც უერთდება საზომ და GSM მოდულებს. ცენტრალური პროცესორის მოდული ახდენს საზომი საშუალებებიდან მიღებული ინფორმაციის საფუძველზე კრიტიკული მეტეოროლოგიური, გეოლოგიური, გეოფიზიკური, ჰიდროლოგიური, ეკოლოგიური სიტუაციის დეტექტირებას და მონაცემების GSM კავშირის მოდულით ცენტრალურ სადგურში გადაცემას.

2015 წელს რეალიზდა პირველი სადემონსტრაციო პროტოტიპი ხოლო 2018 წელს აღნიშნული იდეა კვანტური ფიზიკისა და საინჟინრო ტექნოლოგიების ინსტიტუტის თანამშრომლების ავტორობით, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტმა დააპატენტა „P20186814B“ საპატენტო ნომრის ქვეშ მფლობელის უფლებით.

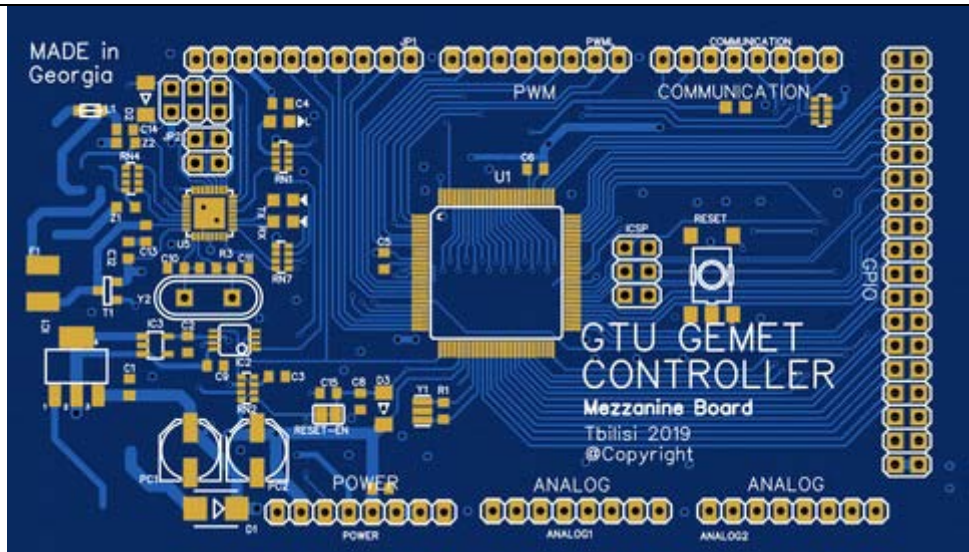
2019 წელს პირველ სადემონსტრაციო პროტოტიპს გაეცნო საქართველოს პრემიერ მინისტრი, გამოიკვეთა დაინტერესება როგორც გარემოს დაცვის, ისე განათლებისა და ჯანდაცვის სამინისტროების მხრიდან.

2019 წლის დასაწყისში, აღნიშნულ სამუშაოზე დაყრდნობით კვანტური ფიზიკისა და საინჟინრო ტექნოლოგიების ინსტიტუტს მიენიჭა ISO9001:2015 სერტიფიკატი QMS43458, მაღალი ხარისხისთვის გამზომი და სანავიგაციო ხელსაწყოების დიზაინში და წარმოებაში.

2019 წელს შეიქმნა პირველი სერიული წარმოებისთვის გათვლილი ვერსია GTU GEMET V1, წინამდებარე ანგარიშში მოკლედ აღვწერთ ამ მიმართულებით ჩატარებულ სამუშაოებს.

GTU GEMET V1

პირველი სერიული წარმოების მოდელი GTU GEMET V1 წამოადგენს P20186814B პატენტზე დაყრდნობით შექმნილ საველე-მეტეოროლოგიურ სადგურს, რომელსაც გააჩნია უნარი მონიტორინგი გაუწიოს გარემოს ძირითად პარამეტრებს: ჰაერის ტემპერატურა/ტენიანობა/წნევა, ქარის სიჩქარე/მიმართულება, ნიადაგის ტენიანობა/ტემპერატურა, ნალექების დონე, თოვლის საფარის სისქე. მთავარი აქცენტი გადატანილი იქნა გამზომი და მაკონტროლებელი ელექტრონული მოდულების დიზაინზე, რათა გაზრდილიყო საიმედოობა და ხარისხი.



სურ. 40 GTU GEMET Controller, მთავარი კონტროლერ მოდული, რომელიც შექმნილია ARM Cortex M5 მიკროკონტროლერის ბაზაზე. გააჩნია როგორც ანალოგური არხები, ისე სერიული კომუნიკაციის პორტები ციფრულ მოწყობილობებთან კომუნიკაციისათვის.

მთავარი მაკონტროლებელი მოდული შედგება GEMET Main Board (GMB)-ისაგან, რაც წარმოადგენს Printed Circuit Board (PCB)-ს, რომელიც დასახლებულია შემდეგი ე.წ. Mezzanine Board-ებით: Real Time Clock მოდულით, მემორი მოდულით, GSM მოდულით, Pulse Width Modulator (PWM) მოდულით, ძაბვის რეგულატორებით და GTU GEMET Controller (GGC) მოდულით.

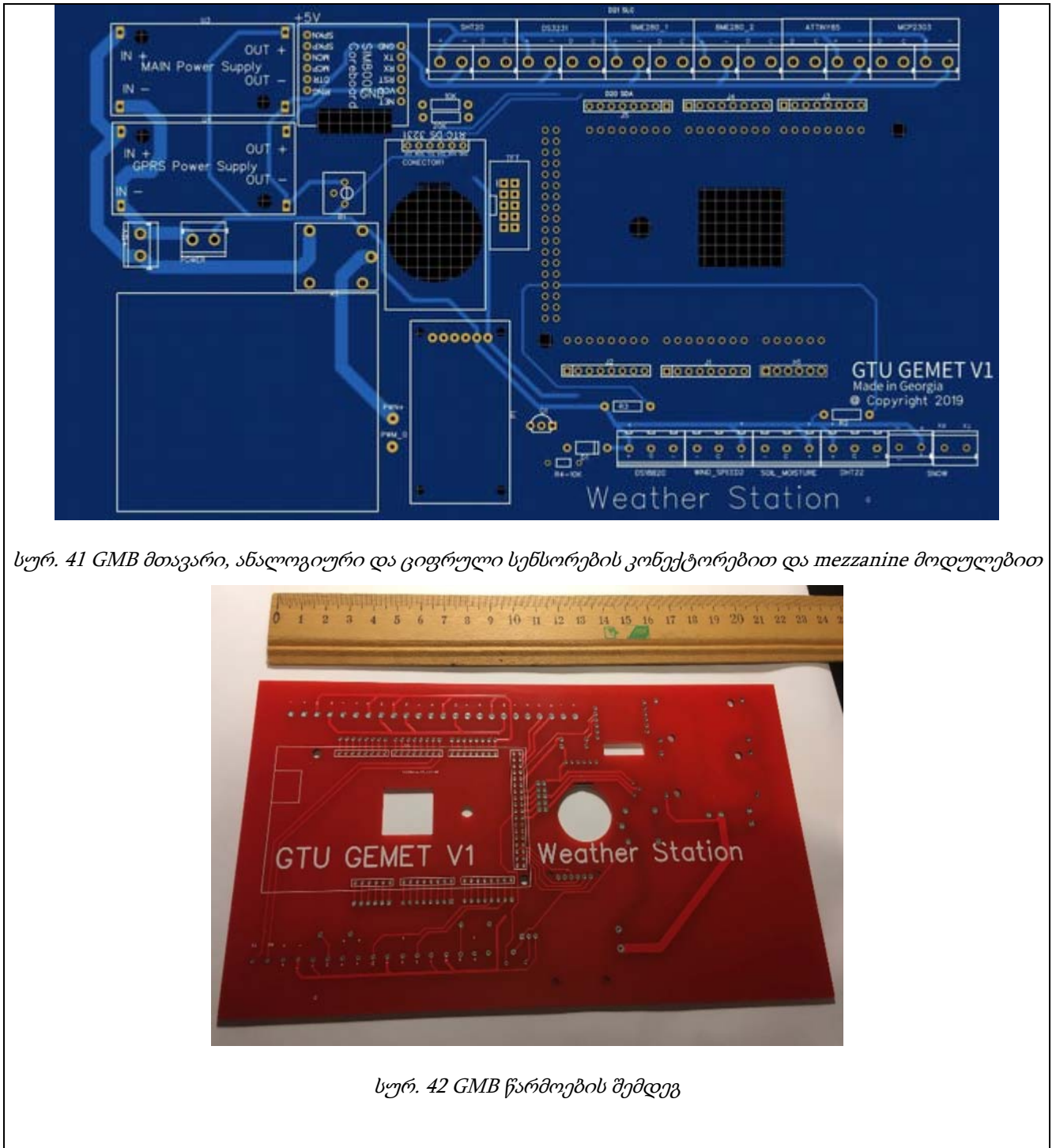
GMB და GGC PCB დაფების დიზაინი შეიქმნა KiCad აპლიკაციაში და ქარხნული წესით დამზადდა რამოდენიმე ეზემპლარად.

GMB მთავარ მოდულთან მიერთებულია პერიფერიული გამზომი ანალოგური და ციფრული სენსორები, რომელთა წაკითხვას მასზე განთავსებული სხვადასხვა ფუნქციის mezzanine მოდულებთან ერთად ახდენს GMB კონტროლერი, წაკითხვა ხდება ყოველ 10 წუთში ერთხელ, 6 ანათვალი საშუალოვდება და საათში ერთხელ გასაშუალებული ანათვლების პაკეტი დროის სტამპით გადაიცემა სერვერზე GSM2 კომუნიკაციის მეშვეობით.

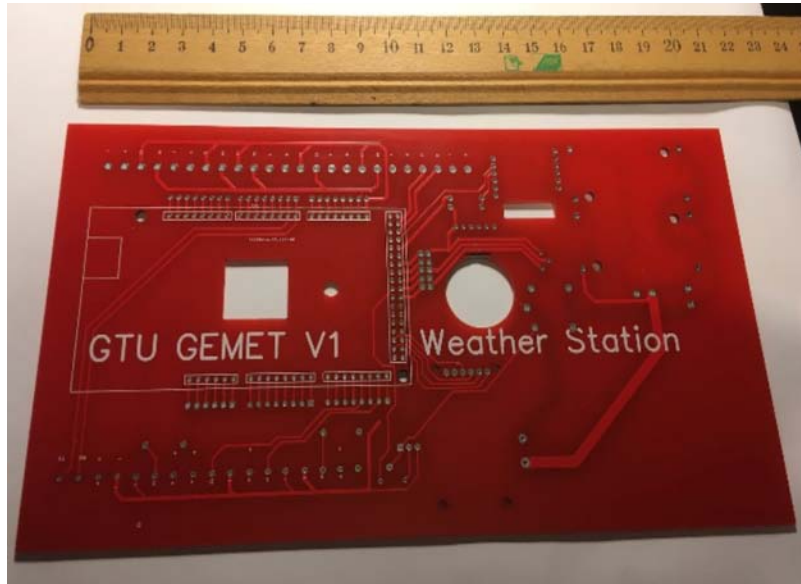
GGC ფუნქციური ალგორითმები და სენსორების კონფიგურაცია შექმნილია CircuitPy პროგრამირების ენაზე.

სისტემა არის ენერგო ეფექტური, ესაჭიროება 12V DC ძაბვა და სტანდარტულ რეჟიმში მოიხმარს 2mA დენს.

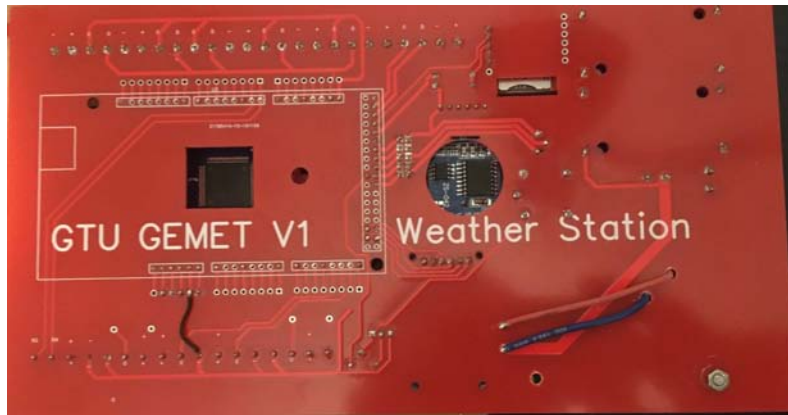
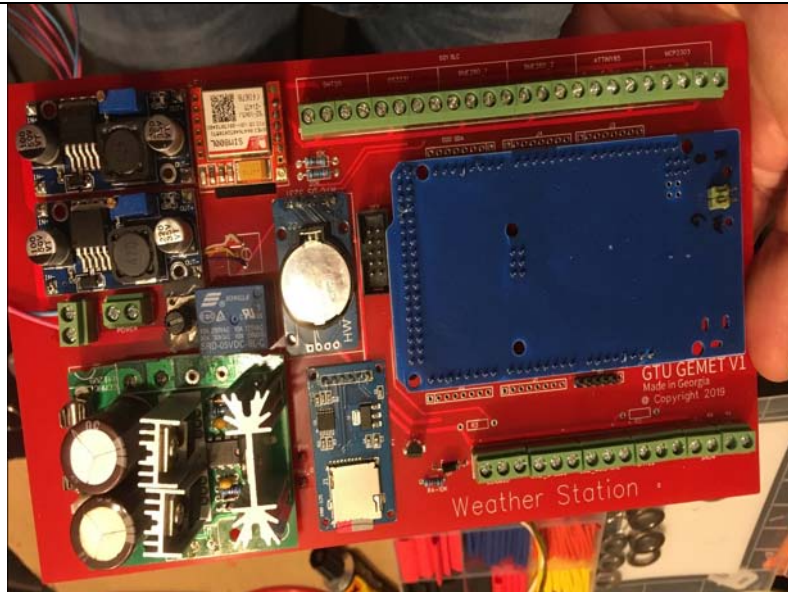
პერიფერიული სენსორები აღჭურვილია ე.წ. სავიაციო კონექტორებით, რაც უზრუნველყოფს რთულ მეტეოროლოგიური პირობების შემთხვევაში შეუფერხებელ მუშაობას და განაპირობებს მოდულობას, და საშუალებას გვაძლევს საჭიროების შემთხვევაში არსებითი ჩარევის გარეშე სწრაფ ჩანაცვლებას სათადარიგო სენსორით.



სურ. 41 GMB მთავარი, ანალოგიური და ციფრული სენსორების კონექტორებით და mezzanine მოდულებით



სურ. 42 GMB წარმოების შემდეგ



სურ. 43 დასრულებული GMB მოდული, ზედა და ქვედა ხედები. მარცხენა კვადრატული ტიპის ლიობი დატოვებულია Cortex-M5 მიკროკონტროლერის ვენტილაციისათვის, მარჯვენა ოთხკუთხა ლიობი GSM ბარათის დაკეტვის/განთავისუფლებისთვის და მრგვალი ლიობი DS3202 RTC ის ვენტილაციისთვის.

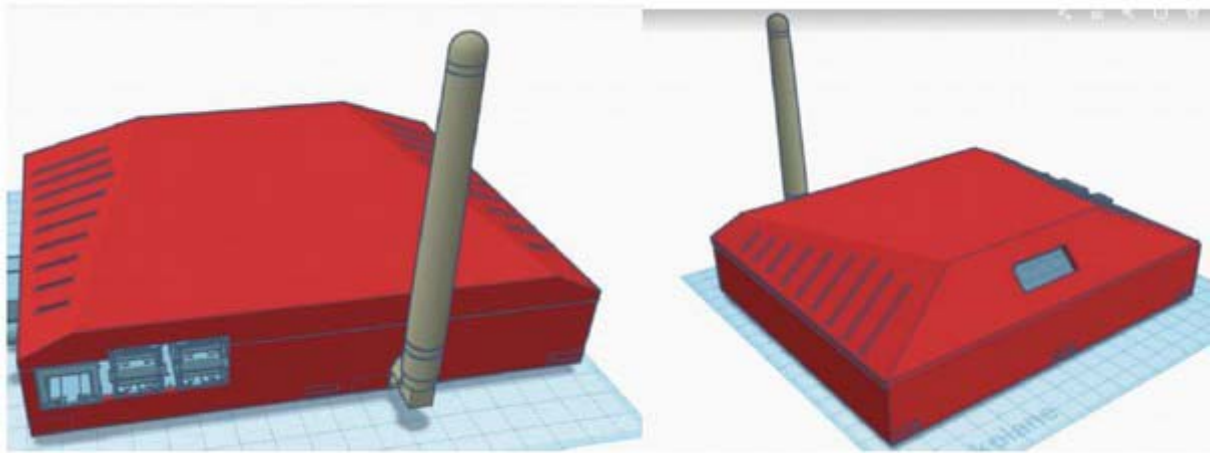
GTU GEMET V1-ს გააჩნია 12 სხვადასხვა ტიპის სენსორი, რომლებიც განთავსებული იქნება მეტეო ანმაზე და ნიადაგში. თითქმის ყველა სენსორი აღჭურვილია ATTINY85 მიკრო კონტროლერით, რომელიც ახდენს ანალოგიური სიგნალების გარდაქმნას ციფრულში 16 ბიტანი Texas Instruments-ის ADC1113 ერთ არხიანი ADC-ისით, რაც განაპირობებს ანათვლების უპრეცედენტო სიზუსტეს მსგავსი ტიპის გაზომბევისთვის. რიგ შემთხვევებში დებაუსერით, რომელიც გამოყენებულია ADC-ის შემავალ პინზე რათა ელექტრონული მთვლელებიდან მოსული მცდარი ხდომილებების ჩახშობა მოხდეს.



სურ. 44 Texas Instruments ADS113 16 ბიტის ADC (მარცხნივ), MICROCHIP-ის ATTINY85 მიკროკონტროლერი (ცენტრში) და Maxim Integrations-ის MAX6816 ერთ არხიანი დებოუნსერი.

აღნიშნული მიკრო კომპონენტებისათვის დამუშავდა GEMET V1-ისთვის ზოგადი გამოყენების სპეციალური PCB დაფა, რომელიც კომპონენტების მასზე განთავსების შემდეგ დაიფარა სპეციალური დიელექტრიკული ებოქსიტით, რაც ასევე უზრუნველყოფს რთულ გარემო პირობებში გამართულ მუშაობას. ციფრული სიგნალი ცენტრალურ GMB-ს გადაეცემა ATTINY85 მიკროკონტროლერიდან სერიული კომუნიკაციის მეშვეობით. ენერგო ეფექტურობის გამო, ყველა ATTINY85 დაპროგრამებულია ე.შ. Slave მოდაში სამუშაოდ, რაც ფიზიკურად ნიშნავს რომ თუ არაა ინფორმაციის აღებაზე და გადაცემაზე მოთხოვნა GMB კონტროლერიდან, სისტემა არის sleep მოდაში და მოიხმარს მინიმალური რაოდენობის ელექტრო ენერგიას.

როგორ უკვე აღვნიშნეთ GEMET V1 არის პირველი სერიული წარმოებისთვის გათვლილი სრულფასოვანი საველე-მეტეოროლოგიური სადგური. მისი წარმოების დროს მოხდა მრავალი კომპონენტის ოპტიმიზაცია და ეფექტურობის გაზრდა. ლაბორატორიულმა გამოცდებმა წარმატებით ჩაიარა, უახლოეს მომავალში იგეგმება მისი მონტაჟი შედარებით რთულ გეოგრაფიულ და მეტეოროლოგიურ ზონაში და მოხდება მის სტაბულურ მუშაობაზე გრძელვადიანი დაკვირვება.



სურ. 45 პორტატიული მონაცემთა მიმღები სერვერი

2020 წელს მოხდა აღნიშნული კომპონენტების ქარხნული წესით დამზადება და სრულფასოვანი მეტეო სადგურის აწყობა. ამასთანავე მინდინარე წლის ძირითადი დრო დაეთმო მეტეო სადგურიდან გადაცემული მონაცემების პორტატიული მიმღები სერვერის დამუშავებას სურ. 45, რომელიც დაფუძნებულია 1.5 GHz 64-bit quad-core ARM Cortex-A72 პროცესორზე, გააჩნია რამოდენიმე სერიული კომუნიკაციის პორტი. მონაცემების შემგროვებელ საველე მეტეო სადგურსა და მონაცემების მიმღებ სერვერს შორის გამოყენებულია gprs კომინიკაციაზე დაფუძნებული პროტოკოლი. მიმღებ სერვერს გააჩნია საშუალება პარალელურად მიიღოს მონაცემები მრავალი ათეული საველე სადგურიდან და დააარქივოს timeseries ტიპის მონაცემთა ბაზაში. ინფორმაციის მიღებისა და გადაცემის სიხშირე შეიძლება განისაზღვროს კონკრეტული მომხმარებლის მიხედვით 1 Hz დან რამოდენიმე მიკროჰერცამდე.



სურ. 46 საველე მეტეო სადგურებიდან მიღებული მონაცემების ვიზუალიზაციის კომპლექსური აპლიკაცია ქართულ და ინგლისურ ენებზე



მიმღები სერვერისათვის დამუშავდა სპეციალური მომხმარებლისათვის ადვილად გასაგები და მოსახმარი ფრონტენდ აპლიკაცია სურ. 46. აპლიკაცია ოტიმიზირებულია მეტეო სადგურიდან მიღებული მონაცემების ვიზუალიზაციაზე. გააჩნია პარამეტრების მიმდინარე მნიშვნელობების ვიზუალიზაციის ფუნქციები ასევე დროითი განაწილებებისა და პარამეტრებს შორის კორელაციის შემსწავლელი ფუნქციები. აპლიკაცია იყენებს python ის მონაცემთა ვიზუალიზაციის სტანდარტულ ბიბლიოთეკებს და ხელმისაწვდომია TCP/IP პროტოკოლის მეშვეობით ნებისმიერი თანამედროვე ინტერნეტ ბრაუზერის გამოყენებით. აპლიკაციას ასევე გააჩნია მომხმარებლების კლასიფიკაციის ფუნქცია, რომელიც დაცულია შესაბამისი დაშვების პაროლით, რის მიხედვითაც განისაზღვრება კონკრეტული მომხმარებლის დაშვების დონე მონაცემებზე. აპლიკაციის ინტერფეისი აღჭურვილია როგორც ინგლისური ისე ქართული ენებით.

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	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	ლეპტონური არომატის დარღვევის შესწავლა $\mu^- \rightarrow e^-$ კონვერსიაში J-PARC-ს COMET ექსპერიმენტზე FR-19-034	2020-2022	<ol style="list-style-type: none"> 1. ზვიად წამალიძე (პროექტის ხელმძღვანელი) 2. სოსო გოგილიძე (პროექტის კოორდინატორი) 3. არსენ ხვედელიძე (თეორიული მიმოხილვა, ანალიზი) 4. დავით ლომიძე (სცინტილაციური სტრიპებისტესტი, კალიბრება, ანალიზი) 5. ირაკლი ომიძე ((სცინტილაციური სტრიპებისტესტი, კალიბრება, ანალიზი) 6. იური ბადათურია (სცინტილაციური

			სტრიპებისტესტი, კალიბრება, ანალიზი) 7. ნიკოლოზ წვერავა (სტროუ მილების წარმოება, წინასწარი ტესტი, დეტექტორის აწყობა, ტესტი, შდეგების ანალიზი)
გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2020 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)			

7. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

7.4. სტატიები

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათაური, ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN	ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	CMS Collaboration	Search for supersymmetry in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV in events with high-momentum Z bosons and missing transverse momentum 10.1007/JHEP09(2020)149	<i>Published in:</i> <i>JHEP</i> 09 (2020) 149	Germany, Berlin, Springer	42
2	CMS Collaboration	Search for decays of the 125 GeV Higgs boson into a Z boson and a ρ or ϕ meson 10.1007/JHEP11(2020)039	<i>Published in:</i> <i>JHEP</i> 11 (2020) 039	Germany, Berlin, Springer	40
3	DUNE Collaboration	Neutrino interaction classification with a convolutional neural network in the DUNE far detector 10.1103/PhysRevD.102.092003	<i>Published in:</i> <i>Phys.Rev.D</i> 102 (2020) 9, 092003	APS – America	20

4	DUNE Collaboration	Long-baseline neutrino oscillation physics potential of the DUNE experiment 10.1140/epjc/s10052-020-08456-z	Published in: <i>Eur.Phys.J.C</i> 80 (2020) 10, 978	Springer – Germany, Berlin	34
5	CMS Collaboration	Evidence for top quark production in nucleus-nucleus collisions 10.1103/PhysRevLett.125.222001	Published in: <i>Phys.Rev.Lett.</i> 125 (2020) 22, 222001	APS – America	18
6	CMS Collaboration	Search for resonant pair production of Higgs bosons in the $bbZZbbZZbbZZ$ channel in proton-proton collisions at $s=\sqrt{s}=13$ TeV 10.1103/PhysRevD.102.032003	Published in: <i>Phys.Rev.D</i> 102 (2020) 3, 032003	APS – America	26
7	CMS Collaboration	Search for a light pseudoscalar Higgs boson in the boosted $\mu\mu\tau\mu\mu$ final state in proton-proton collisions at $s=\sqrt{s}=13$ TeV 10.1007/JHEP08(2020)139	Published in: <i>JHEP</i> 08 (2020) 139	Germany, Berlin, Springer	44
8	CMS Collaboration	Search for a light charged Higgs boson in the $H^\pm \rightarrow p^\pm \rightarrow t \rightarrow cs$ channel in proton-proton collisions at $s=\sqrt{s}=13$ TeV 10.1103/PhysRevD.102.072001	Published in: <i>Phys.Rev.D</i> 102 (2020) 7, 072001	APS – America	26
9	CMS Collaboration	Measurement of quark- and gluon-like jet fractions using jet charge in PbPb and pp collisions at 5.02 TeV 10.1007/JHEP07(2020)115	Published in: <i>JHEP</i> 07 (2020) 115	Germany, Berlin, Springer	37
10	CMS Collaboration	Measurements of $t\bar{t}H$ Production and the CP Structure of the Yukawa Interaction between the Higgs Boson and Top Quark in the Diphoton Decay Channel 10.1103/PhysRevLett.125.061801	Published in: <i>Phys.Rev.Lett.</i> 125 (2020) 6, 061801	APS – America	18

11	CMS Collaboration	A measurement of the Higgs boson mass in the diphoton decay channel 10.1016/j.physletb.2020.135425	Published in: <i>Phys.Lett.B</i> 805 (2020) 135425	Netherland, Elsevier	37
12	DUNE Collaboration	Volume I. Introduction to DUNE 10.1088/1748-0221/15/08/T08008	Published in: <i>JINST</i> 15 (2020) 08, T08008	(IOP)	244
13	DUNE Collaboration	Volume III. DUNE far detector technical coordination 10.1088/1748-0221/15/08/T08009	Published in: <i>JINST</i> 15 (2020) 08, T08009	(IOP)	209
14	DUNE Collaboration	Volume IV. The DUNE far detector single-phase technology 10.1088/1748-0221/15/08/T08010	Published in: <i>JINST</i> 15 (2020) 08, T08010	(IOP)	672
15	CMS Collaboration	Search for physics beyond the standard model in events with jets and two same- sign or at least three charged leptons in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV 10.1140/epjc/s10052-020-8168-3	Published in: <i>Eur.Phys.J.C</i> 80 (2020) 8, 752	Germany, Berlin, Springer	47
16	CMS Collaboration	Search for charged Higgs bosons decaying into a top and a bottom quark in the all-jet final state of pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV 10.1007/JHEP07(2020)126	Published in: <i>JHEP</i> 07 (2020) 126	Germany, Berlin, Springer	45
17	N.Abbasli, V.Abgaryan, M.Bures, A.Khvedelidze, I.Rogojin and A.Torosyan	On Measures of Classicality/Quantumness in Quasiprobability Representations of Finite-Dimensional Quantum Systems 10.1134/S1063779620040024	Published in: <i>Phys.Part.Nucl.</i> 51 (2020) 4, 443-447	Germany, Berlin, Springer	5

18	CMS Collaboration	A Deep Neural Network for Simultaneous Estimation of b Jet Energy and Resolution 10.1007/s41781-020-00041-z	Published in: <i>Comput.Softw.Big Sci.</i> 4 (2020) 1, 10	Germany, Berlin, Springer	20
19	CMS Collaboration	Search for a Narrow Resonance Lighter than 200 GeV Decaying to a Pair of Muons in Proton-Proton Collisions at $s=\sqrt{s} = s = \text{TeV}$ 10.1103/PhysRevLett.124.131802	Published in: <i>Phys.Rev.Lett.</i> 124 (2020) 13, 131802	APS – America	17
20	CMS Collaboration	Search for lepton flavour violating decays of a neutral heavy Higgs boson to $\mu\tau$ and $e\tau$ in proton-proton collisions at $s=\sqrt{s} = s = 13 \text{ TeV}$ 10.1007/JHEP03(2020)103	Published in: <i>JHEP</i> 03 (2020) 103	Germany, Berlin, Springer	47
21	CMS Collaboration	Search for supersymmetry in pp collisions at $s=\sqrt{s} = s = 13 \text{ TeV}$ with 137 fb^{-1} in final states with a single lepton using the sum of masses of large-radius jets 10.1103/PhysRevD.101.052010	Published in: <i>Phys.Rev.D</i> 101 (2020) 5, 052010	APS – America	33
22	CMS Collaboration	Search for new neutral Higgs bosons through the $H \rightarrow \tau \rightarrow Z A \rightarrow \ell + \ell - b \bar{b} \tau$ process in pp collisions at $s=\sqrt{s} = s = 13 \text{ TeV}$ 10.1007/JHEP03(2020)055	Published in: <i>JHEP</i> 03 (2020) 055	Germany, Berlin, Springer	37
23	CMS Collaboration	Search for a heavy pseudoscalar Higgs boson decaying into a 125 GeV Higgs boson and a Z boson in final states with two tau and two light leptons at $s=\sqrt{s} = s = 13 \text{ TeV}$ 10.1007/JHEP03(2020)065	Published in: <i>JHEP</i> 03 (2020) 065	Germany, Berlin, Springer	45
24	CMS Collaboration	Mixed higher-order anisotropic flow and nonlinear response coefficients of charged particles in PbPb collisions at $s_{NN} = 2.76 \text{ TeV}$ and 5.02 TeV $[b]_{\{s_{\{ \mathbb{N} \mathbb{N} \}}\}} = 2.76 s_{NN} = 2.76 \text{ and } 5.02 \text{ TeV}$	Published in: <i>Eur.Phys.J.C</i> 80 (2020) 6, 534	Springer – Germany, Berlin	25

		10.1140/epjc/s10052-020-7834-9			
25	CMS Collaboration	Strange hadron production in pp and pPb collisions at $\sqrt{s_{\mathrm{NN}}} = 5.02$ TeV 10.1103/PhysRevC.101.064906	Published in: <i>Phys.Rev.C</i> 101 (2020) 6, 064906	APS – America	21
26	CMS Collaboration	Search for Supersymmetry with a Compressed Mass Spectrum in Events with a Soft τ Lepton, a Highly Energetic Jet, and Large Missing Transverse Momentum in Proton-Proton Collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV 10.1103/PhysRevLett.124.041803	Published in: <i>Phys.Rev.Lett.</i> 124 (2020) 4, 041803	APS – America	19
27	CMS Collaboration	Searches for physics beyond the standard model with the M_{T2} variable in hadronic final states with and without disappearing tracks in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV 10.1140/epjc/s10052-019-7493-x	Published in: <i>Eur.Phys.J.C</i> 80 (2020) 1, 3	Springer – Germany, Berlin	85
28	CMS Collaboration	Search for a charged Higgs boson decaying into top and bottom quarks in events with electrons or muons in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV 10.1007/JHEP01(2020)096	Published in: <i>JHEP</i> 01 (2020) 096	Germany, Berlin, Springer	48
29	CMS Collaboration	Search for production of four top quarks in final states with same-sign or multiple leptons in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV 10.1140/epjc/s10052-019-7593-7	Published in: <i>Eur.Phys.J.C</i> 80 (2020) 2, 75	Springer – Germany, Berlin	31

30	CMS Collaboration	Search for dark matter particles produced in association with a Higgs boson in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV 10.1007/JHEP03(2020)025	Published in: <i>JHEP</i> 03 (2020) 025	Germany, Berlin, Springer	53
31	CMS Collaboration	Search for heavy Higgs bosons decaying to a top quark pair in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV 10.1007/JHEP04(2020)171	Published in: <i>JHEP</i> 04 (2020) 171	Germany, Berlin, Springer	45
32	CMS Collaboration	Search for direct pair production of supersymmetric partners to the τ lepton in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV 10.1140/epjc/s10052-020-7739-7	Published in: <i>Eur.Phys.J.C</i> 80 (2020) 3, 189	Springer – Germany, Berlin	52
33	CMS Collaboration	Search for light pseudoscalar boson pairs produced from decays of the 125 GeV Higgs boson in final states with two muons and two nearby tracks in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV 10.1016/j.physletb.2019.135087	Published in: <i>Phys.Lett.B</i> 800 (2020) 135087	Netherland, Elsevier	27
34	CMS Collaboration	Combined search for supersymmetry with photons in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV 10.1016/j.physletb.2019.135183	Published in: <i>Phys.Lett.B</i> 801 (2020) 135183	Netherland, Elsevier	27
35	CMS Collaboration	Production of $\Lambda_c + \Lambda_{\text{c}}^+$ baryons in proton-proton and lead-lead collisions at $\sqrt{s_{\text{NN}}} = 5.02$ TeV 10.1016/j.physletb.2020.135328	Published in: <i>Phys.Lett.B</i> 803 (2020) 135328	Netherland, Elsevier	31
36	CMS Collaboration	Observation of nuclear modifications in $W^{\pm} \mu^{\pm}$ boson production in pPb collisions at $\sqrt{s_{\text{NN}}} = 8.16$ TeV 10.1016/j.physletb.2019.135048	Published in: <i>Phys.Lett.B</i> 800 (2020) 135048	Netherland, Elsevier	24

37	CMS Collaboration	Measurement of $t\bar{t}$ normalised multi-differential cross sections in pp collisions at $\sqrt{s}=13$ TeV, and simultaneous determination of the strong coupling strength, top quark pole mass, and parton distribution functions 10.1140/epjc/s10052-020-7917-7	Published in: <i>Eur.Phys.J.C</i> 80 (2020) 7, 658	Springer – Germany, Berlin	113
38	CMS Collaboration	$W^{++}W^{--}$ boson pair production in proton-proton collisions at $\sqrt{s}=13$ TeV 10.1103/PhysRevD.102.092001	Published in: <i>Phys.Rev.D</i> 102 (2020) 9, 092001	APS – America	30
39	CMS Collaboration	Measurement of $B_c \rightarrow c\bar{c}$ ($2S$) $^{++}$ and $B_c \rightarrow c\bar{c}$ ($2S$) $^{+}$ cross section ratios in proton-proton collisions at $\sqrt{s}=13$ TeV 10.1103/PhysRevD.102.092007	Published in: <i>Phys.Rev.D</i> 102 (2020) 9, 092007	APS – America	21
40	CMS Collaboration	Investigation into the event-activity dependence of $Y(\Upsilon(nS))$ relative production in proton-proton collisions at $\sqrt{s}=7$ TeV 10.1007/JHEP11(2020)001	Published in: <i>JHEP</i> 11 (2020) 001	Germany, Berlin, Springer	35
41	CMS Collaboration	Reconstruction of signal amplitudes in the CMS electromagnetic calorimeter in the presence of overlapping proton-proton interactions 10.1088/1748-0221/15/10/P10002	Published in: <i>JINST</i> 15 (2020) 10, P10002	(IOP)	44
42	CMS Collaboration	Observation of the Production of Three Massive Gauge Bosons at $\sqrt{s}=13$ TeV 10.1103/PhysRevLett.125.151802	Published in: <i>Phys.Rev.Lett.</i> 125 (2020) 15, 151802	APS – America	18
43	CMS Collaboration	Performance of the CMS Level-1 trigger in proton-proton collisions at $\sqrt{s}=13$ TeV 10.1088/1748-0221/15/10/P10017	Published in: <i>JINST</i> 15 (2020) 10, P10017	(IOP)	63

44	CMS Collaboration	Observation of the $B_s^0 \rightarrow \phi \phi$ decay 10.1103/PhysRevLett.125.152001	Published in: <i>Phys.Rev.Lett.</i> 125 (2020) 15, 152001	APS – America	18
45	CMS and ATLAS Collaboration	Combination of the W boson polarization measurements in top quark decays using ATLAS and CMS data at $\sqrt{s} = 8$ TeV 10.1007/JHEP08(2020)051	Published in: <i>JHEP</i> 08 (2020) 08, 051	Germany, Berlin, Springer	63
46	CMS Collaboration	Measurements of production cross sections of WZ and same-sign WW boson pairs in association with two jets in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV 10.1016/j.physletb.2020.135710	Published in: <i>Phys.Lett.B</i> 809 (2020) 135710	Netherland, Elsevier	42
47	CMS Collaboration	Measurement of CKM matrix elements in single top quark $t\bar{t}$ -channel production in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV 10.1016/j.physletb.2020.135609	Published in: <i>Phys.Lett.B</i> 808 (2020) 135609	Netherland, Elsevier	45
48	CMS Collaboration	Search for disappearing tracks in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV 10.1016/j.physletb.2020.135502	Published in: <i>Phys.Lett.B</i> 806 (2020) 135502	Netherland, Elsevier	37
49	CMS Collaboration	The production of isolated photons in PbPb and pp collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV 10.1007/JHEP07(2020)116	Published in: <i>JHEP</i> 07 (2020) 116	Germany, Berlin, Springer	39
50	CMS Collaboration	Measurement of the cross section for $t\bar{t}$ production with additional jets and b jets in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV 10.1007/JHEP07(2020)125	Published in: <i>JHEP</i> 07 (2020) 125	Germany, Berlin, Springer	46

51	CMS Collaboration	Study of central exclusive $\pi^+\pi^-\pi^+\pi^-$ production in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 5.02$ and 13 TeV 10.1140/epjc/s10052-020-8166-5	Published in: <i>Eur.Phys.J.C</i> 80 (2020) 8, 718	Germany, Berlin, Springer	28
52	CMS Collaboration	Pileup mitigation at CMS in 13 TeV data 10.1088/1748-0221/15/09/P09018	Published in: <i>JINST</i> 15 (2020) 09, P09018	(IOP)	57
53	H. Nishiguchi, P. Evtoukhovitch, Y. Fujii, E. Hamada, N. Kamei, S. Mihara, A. Moiseenko, K. Noguchi, K. Oishi, J. Suzuki, J. Tojo, Z. Tsamalaidze, N. Tsverava, K. Ueno, A. Volkov	Construction on vacuum-compatible straw tracker for COMET Phase-I 10.1016/j.nima.2019.162800	Published in: <i>Nucl.Instrum.Meth. A</i> 958 (2020) 162800	Netherland, Elsevier	
54	CMS Collaboration	Measurement of the $\Upsilon(1S)$ pair production cross section and search for resonances decaying to $\Upsilon(1S)\mu^+\mu^-$ in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV 10.1016/j.physletb.2020.135578	Published in: <i>Phys.Lett.B</i> 808 (2020) 135578	Netherland, Elsevier	27
55	CMS Collaboration	Measurement of the associated production of a ZZZ boson with charm or bottom quark jets in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV 10.1103/PhysRevD.102.032007	Published in: <i>Phys.Rev.D</i> 102 (2020) 3, 032007	APS – America	29

56	CMS Collaboration	Study of excited Λ_b^0 states decaying to $\Lambda_b^0 \pi^+ \pi^-$ in proton-proton collisions at $s = \sqrt{s} = 13$ TeV 10.1016/j.physletb.2020.135345	Published in: <i>Phys.Lett.B</i> 803 (2020) 135345	Netherland, Elsevier	33
57	CMS Collaboration	Measurements with silicon photomultipliers of dose-rate effects in the radiation damage of plastic scintillator tiles in the CMS hadron endcap calorimeter 10.1088/1748-0221/15/06/P06009	Published in: <i>JINST</i> 15 (2020) 06, P06009	(IOP)	47
58	CMS Collaboration	Search for an excited lepton that decays via a contact interaction to a lepton and two jets in proton-proton collisions at $s = \sqrt{s} = 13$ TeV 10.1007/JHEP05(2020)052	Published in: <i>JHEP</i> 05 (2020) 052	Germany, Berlin, Springer	20
59	CMS Collaboration	A deep neural network to search for new long-lived particles decaying to jets 10.1088/2632-2153/ab9023	Published in: <i>Mach.Learn.Sci.Tech.</i> 1 (2020) 035012	(IOP)	45
60	CMS Collaboration	Measurement of the top quark forward-backward production asymmetry and the anomalous chromoelectric and chromomagnetic moments in pp collisions at $s = \sqrt{s} = 13$ TeV 10.1007/JHEP06(2020)146	Published in: <i>JHEP</i> 06 (2020) 146	Germany, Berlin, Springer	51
61	CMS Collaboration	Search for direct top squark pair production in events with one lepton, jets, and missing transverse momentum at 13 TeV with the CMS experiment 10.1007/JHEP05(2020)032	Published in: <i>JHEP</i> 05 (2020) 032	Germany, Berlin, Springer	49
62	CMS Collaboration	Constraints on the $\chi_{c1} \chi_{c1}$ versus $\chi_{c2} \chi_{c2}$ Polarizations in Proton-Proton Collisions at $s = \sqrt{s} = 8$ TeV 10.1103/PhysRevLett.124.162002	Published in: <i>Phys.Rev.Lett.</i> 124 (2020) 16, 162002	APS – America	18

63	CMS Collaboration	Determination of the strong coupling constant $\alpha_S(m_Z)$ from measurements of inclusive W^\pm and Z boson production cross sections in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 7$ and 8 TeV 10.1007/JHEP06(2020)018	Published in: <i>JHEP</i> 06 (2020) 018	Germany, Berlin, Springer	45
64	CMS Collaboration	Performance of the reconstruction and identification of high-momentum muons in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV 10.1088/1748-0221/15/02/P02027	Published in: <i>JINST</i> 15 (2020) 02, P02027	(IOP)	55
65	CMS Collaboration	Search for a heavy Higgs boson decaying to a pair of W bosons in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV 10.1007/JHEP03(2020)034	Published in: <i>JHEP</i> 03 (2020) 034	Germany, Berlin, Springer	49
66	CMS Collaboration	A search for the standard model Higgs boson decaying to charm quarks 10.1007/JHEP03(2020)131	Published in: <i>JHEP</i> 03 (2020) 131	Germany, Berlin, Springer	49
67	CMS Collaboration	Measurement of the top quark pair production cross section in dilepton final states containing one τ lepton in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV 10.1007/JHEP02(2020)191	Published in: <i>JHEP</i> 02 (2020) 191	Germany, Berlin, Springer	41
68	CMS Collaboration	Search for physics beyond the standard model in multilepton final states in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV 10.1007/JHEP03(2020)051	Published in: <i>JHEP</i> 03 (2020) 051	Germany, Berlin, Springer	47
69	CMS Collaboration	Search for high mass dijet resonances with a new background prediction method in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV 10.1007/JHEP05(2020)033	Published in: <i>JHEP</i> 05 (2020) 033	Germany, Berlin, Springer	41

70	CMS Collaboration	Search for dijet resonances using events with three jets in proton-proton collisions at $s=\sqrt{s} = 13$ TeV 10.1016/j.physletb.2020.135448	Published in: <i>Phys.Lett.B</i> 805 (2020) 135448	Netherland, Elsevier	33
71	CMS Collaboration	Observation of the $\Lambda_b^0 \rightarrow \Lambda \psi \phi$ decay in proton-proton collisions at $s=\sqrt{s} = 13$ TeV 10.1016/j.physletb.2020.135203	Published in: <i>Phys.Lett.B</i> 802 (2020) 135203	Netherland, Elsevier	23
72	CMS Collaboration	Studies of charm quark diffusion inside jets using PbPb and pp collisions at $s_{NN}=\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV 10.1103/PhysRevLett.125.102001	Published in: <i>Phys.Rev.Lett.</i> 125 (2020) 10, 102001	APS – America	18
73	CMS Collaboration	Search for top squark pair production in a final state with two tau leptons in proton-proton collisions at $s=\sqrt{s} = 13$ TeV 10.1007/JHEP02(2020)015	Published in: <i>JHEP</i> 02 (2020) 015	Germany, Berlin, Springer	43
74	CMS Collaboration	Measurement of properties of $B_s^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-$ decays and search for $B^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-$ with the CMS experiment 10.1007/JHEP04(2020)188	Published in: <i>JHEP</i> 04 (2020) 188	Germany, Berlin, Springer	45
75	CMS Collaboration	Calibration of the CMS hadron calorimeters using proton-proton collision data at $s=\sqrt{s} = 13$ TeV 10.1088/1748-0221/15/05/P05002	Published in: <i>JINST</i> 15 (2020) 05, P05002	(IOP)	45
76	CMS Collaboration	Running of the top quark mass from proton-proton collisions at $s=\sqrt{s} = 13$ TeV 10.1016/j.physletb.2020.135263	Published in: <i>Phys.Lett.B</i> 803 (2020) 135263	Netherland, Elsevier	24

77	CMS Collaboration	Evidence for WW production from double-parton interactions in proton–proton collisions at $\sqrt{s} = 13 \text{ TeV}$	Published in: <i>Eur.Phys.J.C</i> 80 (2020) 1, 41	Germany, Berlin, Springer	26
		10.1140/epjc/s10052-019-7541-6			
78	CMS Collaboration	Measurement of the $t\bar{t}b\bar{b}$ production cross section in the all-jet final state in pp collisions at $\sqrt{s} = 13 \text{ TeV}$	Published in: <i>Phys.Lett.B</i> 803 (2020) 135285	Netherland, Elsevier	26
		10.1016/j.physletb.2020.135285			
79	CMS Collaboration	Search for electroweak production of a vector-like T quark using fully hadronic final states	Published in: <i>JHEP</i> 01 (2020) 036	Germany, Berlin, Springer	64
		10.1007/JHEP01(2020)036			
80	CMS Collaboration	Measurement of top quark pair production in association with a Z boson in proton–proton collisions at $\sqrt{s} = 13 \text{ TeV}$	Published in: <i>JHEP</i> 03 (2020) 056	Germany, Berlin, Springer	47
		10.1007/JHEP03(2020)056			
81	CMS Collaboration	Measurement of differential cross sections and charge ratios for t-channel single top quark production in proton–proton collisions at $\sqrt{s} = 13 \text{ TeV}$	Published in: <i>Eur.Phys.J.C</i> 80 (2020) 5, 370	Springer – Germany, Berlin	37
		10.1140/epjc/s10052-020-7858-1			
82	CMS Collaboration	A multi-dimensional search for new heavy resonances decaying to boosted WW , WZ , or ZZ boson pairs in the dijet final state at 13 TeV	Published in: <i>Eur.Phys.J.C</i> 80 (2020) 3, 237	Springer – Germany, Berlin	49
		10.1140/epjc/s10052-020-7773-5			
83	CMS Collaboration	Extraction and validation of a new set of CMS PYTHIA8 tunes from underlying-event measurements	Published in: <i>Eur.Phys.J.C</i> 80 (2020) 1, 4	Springer – Germany, Berlin	61
		10.1140/epjc/s10052-019-7499-4			

84	CMS Collaboration	Identification of heavy, energetic, hadronically decaying particles using machine-learning techniques 10.1088/1748-0221/15/06/P06005	Published in: <i>JINST</i> 15 (2020) 06, P06005	(IOP)	87
85	CMS Collaboration	The production of isolated photons in PbPb and pp collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV 10.1007/JHEP07(2020)116	Published in: <i>JHEP</i> 07 (2020) 116	Germany, Berlin, Springer	39
86	CMS Collaboration	Measurement of the cross section for electroweak production of a Z boson, a photon and two jets in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV and constraints on anomalous quartic couplings 10.1007/JHEP06(2020)076	Published in: <i>JHEP</i> 06 (2020) 076	Germany, Berlin, Springer	39
87	CMS Collaboration	Measurement of the Jet Mass Distribution and Top Quark Mass in Hadronic Decays of Boosted Top Quarks in ppppp Collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV 10.1103/PhysRevLett.124.202001	Published in: <i>Phys.Rev.Lett.</i> 124 (2020) 20, 202001	APS – America	19
88	CMS Collaboration	Bose-Einstein correlations of charged hadrons in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV 10.1007/JHEP03(2020)014	Published in: <i>JHEP</i> 03 (2020) 014	Germany, Berlin, Springer	49
89	CMS Collaboration	Study of J/ψ meson production inside jets in pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV 10.1016/j.physletb.2020.135409	Published in: <i>Phys.Lett.B</i> 804 (2020) 135409	Netherland, Elsevier	35
90	CMS Collaboration	Multiparticle correlation studies in pPb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 8.16$ TeV 10.1103/PhysRevC.101.014912	Published in: <i>Phys.Rev.C</i> 101 (2020) 1, 014912	APS – America	17

91	CMS Collaboration	Measurement of electroweak production of a W boson in association with two jets in proton–proton collisions at $\sqrt{s}=13$ TeV 10.1140/epjc/s10052-019-7585-7	Published in: <i>Eur.Phys.J.C</i> 80 (2020) 1, 43	APS – America	46
92	COMET Collaboration	COMET Phase-I Technical Design Report 10.1093/ptep/ptz125	Published in: Progress of Theoretical and Experimental Physics, Volume 2020, Issue 3, March 2020, 033C01, <i>PTEP</i> 2020 (2020) 3, 033C01	<i>PTEP</i> is a fully open access, online-only journal published by the Physical Society of Japan	86
93	RPC Group	A new approach for CMS RPC current monitoring using Machine Learning techniques 10.1088/1748-0221/15/10/C10009	Published in: <i>JINST</i> 15 (2020) 10, C10009	(IOP)	9
94	RPC Group	RPC system in the CMS Level-1 Muon Trigger 10.1088/1748-0221/15/10/C10007	Published in: <i>JINST</i> 15 (2020) 10, C10007	(IOP)	9
95	CMS Collaboration	CMS RPC activities during LHC LS-2 10.1088/1748-0221/15/10/C10025	Published in: <i>JINST</i> 15 (2020) 10, C10025 Contribution to: RPC2020	(IOP)	8
96	CMS Collaboration	Improved-RPC for the CMS muon system upgrade for the HL-LHC 10.1088/1748-0221/15/11/C11012	Published in: <i>JINST</i> 15 (2020) 11, C11012 Contribution to: RPC2020	(IOP)	11

97	CMS Collaboration	Measurement of the top quark Yukawa coupling from $t\bar{t}t\bar{t}$ kinematic distributions in the dilepton final state in proton-proton collisions at $\sqrt{s}=13$ TeV 10.1103/PhysRevD.102.092013	Published in: <i>Phys.Rev.D</i> 102 (2020) 9, 092013	APS – America	29
98	CMS Collaboration	Experiences from the RPC data taking during the CMS RUN-2 10.1088/1748-0221/15/10/C10027	Published in: <i>JINST</i> 15 (2020) 10, C10027	(IOP)	9
99	CMS Collaboration	Effects of the electronic threshold on the performance of the RPC system of the CMS experiment 10.1088/1748-0221/15/09/C09025	Published in: <i>JINST</i> 15 (2020) 09, C09025 Contribution to: RPC2020	(IOP)	7
ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)					

ინსტიტუტი “ტალდა”

2020 წელს გაწეული სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობის ანგარიში

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი "ტალდა"

1. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები

№	პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიითითებით	პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები	პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მიითითებით)
1	2	3	4
1	ადამიანის ჯანმრთელობაზე რადონის ზემოქმედებით განპირობებული რისკების შეფასება და მინიმიზება. (ფიზიკა, რადიაციული ეკოლოგია).	2017 -2022 წ.	ს.ფაღავა (ხელმძღვანელი), გ.ჯაფარიძე, კ.გორგაძე, შ.დეკანოსიძე, შ.ხიზანიშვილი (ს/ს სამუშაოების შემსრულებლები).
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/საბუნებისმეტყვე ლო მეცნიერებები (6) რადიოფიზიკა, ფიზიკური ელექტრონიკა, აკუსტიკა (6-110) FR/299/6-110/14	2017 -2022 წ.	ენვერ ხალვაში –ხელმძღვანელი; ნატალია ფოკინა –ძირითადი შემსრულებელი; მაია ელიზბარაშვილი – ძირითადი შემსრულებელი

3	მზის ენერჯიაზე მომუშავე კონვექციური გენერატორი	2019-2024	პროექტის ხელმძღვანელი აკად.დოქტორი კ.გორგაძე შემსრულებელი შ.ხიზანიშვილი ხ. ლომსაძე
4	მთის მდინარეებიდან კინეტიკური ენერჯის მოპოვება მოტივტივე მულტიტურბინით და მისი გარდაქმნა სითბურ ენერჯიაში გრიგალური გენერატორის მეშვეობით	2020-2025	პროექტის ხელმძღვანელი აკად.დოქტორი კ.გორგაძე შემსრულებელი შ. ხიზანიშვილი ხ. ლომსაძე, მ. მეცხვარიშვილი.

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 [1 – 6].

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, ²²²Rn₈₆) და მისი დაშლის პროდუქტები (მაგ. ²¹⁰, ²¹⁴, ²¹⁸Po₈₄, ²¹⁰, ²¹¹, ²¹²Pb₈₂) 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 (150–200) ბკ/მ³-ის ტოლი კონცენტრაციის პირობებში, პიროვნების ფილტვის კიბოთი დაავადების რისკი იზრდება -20%, ხოლო 800 ბკ/მ³ -ზე მეტის პირობებში – 100 %-ით.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, მე-20-ე საუკუნის ბოლო წლებიდან დღემდე – ადამიანის ჯანმრთელობაზე რადონის ზემოქმედებით განპირობებული რისკების შეფასებისა და მინიმუმების 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“.

2. პროექტის ფარგლებში 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 $\mathcal{H}_0 = D[S_z^2 - (1/3)S(S+1)] + E(S_x^2 - S_y^2) \equiv -XS_x^2 - YS_y^2 - ZS_z^2$, 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 [1]. 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, როგორც ეს არის [2] გვ. 185 აღწერილ ექსპერიმენტშიც. 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 არაწონასწორობის სტატისტიკური ოპერატორის მეთოდი [3]. მიღებული იქნა ნაზი სტრუქტურის ცალკეული გადასვლის (1-2, 2-3, 1-3 გადასვლების) გრძივი სპინ-მესერული რელაქსაციის სიჩქარეებისათვის გამისახულებები:

$$(T_1^{1-2})^{-1} = 2\hbar^{-4} \sum_{\alpha,\beta} L_{\alpha\beta} \left\{ (G_{\alpha\beta}^x)^2 (Y-Z)^2 + (G_{\alpha\beta}^y)^2 (Z-X)^2 + 2(G_{\alpha\beta}^z)^2 (X-Y)^2 \right\}$$

$$(T_1^{2-3})^{-1} = 2\hbar^{-4} \sum_{\alpha,\beta} L_{\alpha\beta} \left\{ 2(G_{\alpha\beta}^x)^2 (Y-Z)^2 + (G_{\alpha\beta}^y)^2 (Z-X)^2 + (G_{\alpha\beta}^z)^2 (X-Y)^2 \right\}$$

$$(T_1^{1-3})^{-1} = 2\hbar^{-4} \sum_{\alpha,\beta} L_{\alpha\beta} \left\{ (G_{\alpha\beta}^x)^2 (Y-Z)^2 + 2(G_{\alpha\beta}^y)^2 (Z-X)^2 + (G_{\alpha\beta}^z)^2 (X-Y)^2 \right\}$$

სადაც $G_{\alpha\beta}^{x,y,z}$ სპინ-ფონონური ბმის ტენზორის კომპონენტები; α, β იღებენ მნიშვნელობებს x, y, z ; $L_{\alpha\beta}$ - კოეფიციენტია, რომელიც პროპორციულია მესერის ტემპერატურის.

ლიტერატურა:

1. R.R. Ernst, G. Bodenhausen, A. Wokaun, *Principles of Nuclear Magnetic Resonance in One and Two Dimensions*

(Oxford, Clarendon Press, 1990) pp. 34-37

2. M. Schwoerer and H.C. Wolf, *Organic Molecular Solids* (Wiley-VCH, Weinheim, 2007) pp.177-214

3. И.В. Александров, Теория магнитной релаксации, Наука, Москва (1975)

3. დანადგარის შექმნის საფუძველი გახდა ბუნებაში მიმდინარე პროცესი, მზით გამოთარ 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 გამოთარი 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 გამოიშვებული ენერგია გამოყენებულ იქნას მწელად მისადგომ ადგილებში.

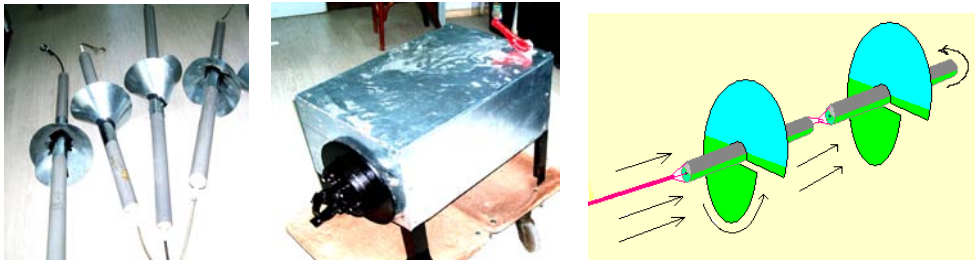
4. განახლებადი ენერგიის მნიშვნელობა განუხრელად იზრდება. მთელი მსოფლიო ცდილობს მწვანე შუქი აუნთოს ენერგეტიკულად დადებითი საღდოს მატარებელ ეკოლოგიური თვალსაზრისით სუფთა პროექტებს. ასეთი პროექტები ერთიანდება გარკვეული მიმართულების დიდ ჯგუფებში. ესენია უშუალოდ მზის გამოსხივების გარდაქმნა ელექტროენერგიაში, ჰაერის ნაკადებიდან ენერგიის გენერაცია, გეოთერმული წყლების გამოყენება გათბობის მიზნით და მდინარეების და ზღვების წყლის ნაკადების გამოყენება მექანიკური და ელექტროენერგიის მისაღებად. დედამიწაზე აურაცხელი ჟანგბადი, ქვანახშირი, ხე-ტყე, ნავთობი და ბუნებრივი აირი იხარჯება გათბობაზე და ელექტროენერგიის წარმოებაზე, მთლიანად დედამიწაზე გამოყენებული ენერგიის მხოლოდ 16% მოდის ელექტროენერგიაზე, რომელშიც ძალიან მცირე წილი ეკუთვნის განახლებადი წყაროებიდან მიღებულ ენერგიას - სულ 3,4%, აქედან 2,6% მოდის ჰიდროელექტროენერგიაზე, ხოლო დანარჩენი 0,8% - სხვა ალტერნატიულ განახლებად წყაროებზე (მზე, ქარი, თერმული წყლები). დიდი ბრიტანეთის მოწოდებაა, რომ 2020 წლისთვის ქვეყნის მოხმარებული ენერგიის 20% განახლებადი ენერგია იქნება, რაც ჯერ ევროკავშირის და შემდეგ ამერიკის შეერთებული შტატებისთვისაც გახდა მისაღები. აქედან ნათლად ჩანს რამდენად მნიშვნელოვანი გამოწვევა დგას მსოფლიოს წინაშე და როგორ ძალისხმევას მოითხოვს იგი. ამასთან ერთად, თუ გავითვალისწინებთ შორ მანძილზე და მწელად მისადგომ ადგილებამდე ენერგიის მიყვანის ხარჯებს, გასაგებია, რატომ გაჩნდა მოთხოვნა ენერგიის მიღების ასეთ ალტერნატიულ საშუალებებზე. ასევე განსაკუთრებული ყურადღების ღირსია გლობალური დათბობის მოვლენა. თავისუფალი ჟანგბადის კონცენტრაციის შემცირების გამო ოზონის ფენის განლევა და სასათბურე ეფექტის მქონე აირების შემცველობის მკვეთრი ზრდა ატმოსფეროში.

პრობლემის არსი და აქტუალობა

პროექტის არსი მდგომარეობს შემდეგში მდინარის მოტივტივე მულტიტურბინის ბაზაზე შევქმნათ 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.

2013 წლის ივლის აგვისტოში საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში ჩატარებული კონკურსის შედეგად გაიმარჯვა გამოყენებითი საგრანტო ნომინაციის პროექტმა N 087-13 "წყლის მოტივტივე

ტურბინის ახალი მოდელი" (ინსტიტუტი "ტალდა", ავტორი მერაბ ჭირაქაძე, ხელმძღვანელი კახა გორგაძე). პროექტზე მუშაობა მიმდინარეობდა 2013 -2014 წლების განმავლობაში, ჯგუფის მიერ შემუშავდა და დამზადდა გენერატორი და ტურბინების სხვადასხვა ზომის და ფორმის ფრთები. ამასთან ერთად მიმდინარეობდა გამოცდები მდინარე მტკვარზე რომლის დინების სიჩქარე 2-3 მ/წმ-ს არ აღემატებოდა და მიღებული შედეგები სავსებით ამართლებდა ტურბინის ეფექტურობას. იგივე კონფიგურაციის და ზომის ტურბინის გამოყენება მთის სწრაფი დინების მქონე მდინარის სწორხაზოვან მონაკვეთზე ან არხში გაცილებით გაზრდის მიღებული ელექტროენერჯის სიდიდეს. ამ მეთოდით მდინარის ენერჯის მექანიკურ ენერჯიაში გარდაქმნის უპირატესობა მცირე ჰესებთან შედარებით მდგომარეობს იმაში, რომ ფაქტიურად არანაირი ცვლილების შეტანა არ ხდება გარემოში და ადამიანის ზემოქმედება ფლორასა და ფაუნაზე მინიმალურია. + (მტკვარზე გამოცდის ფოტო და ვიდეომასალა)



2015 წლის ივლისში საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში საკომისიო განხილვის შედეგად გამარჯვებული იქნა გამოყენებითი საგრანტო ნომინაციის პროექტი N07/03/2016 "მაქსიმალური მარგი ქმედების კოეფიციენტის მქონე გამათბობლის საცდელი მაკეტის შექმნა" (ხელმძღვანელი პროფ. ალექსი გერასიმოვი). შესრულებული სამუშაოს მიზანი იყო ბოლო ათეული წლის განმავლობაში ექსპერიმენტულად მიღებული შედეგებზე დაყრდნობით შექმნილიყო დანადგარი, რომელსაც ექნებოდა ელექტროენერჯის სითბურში გარდაქმნის მაქსიმალური მ.ქ.კ.. ყველა ასეთი ტიპის დანადგარი გასათბობად იყენებს ჩაკეტილ სისტემაში მოძრავი თხევადი მუშა სხეულის (მოცემულ შემთხვევაში წყლის) იძულებით ცირკულაციას, რომელიც სისტემაში წარმოქმნის წყლის გრიგალურ ნაკადს. ამ დანადგარების ზოგადი სახელწოდებაა "გრიგალური გამათბობელი" (ან კავიტაციური სითბური გენერატორი). გენერატორი მუშაობს შემდეგნაირად - ნებისმიერი თხევადი სითბოგადამტანი (ჩვენს შემთხვევაში სუფთა წყალი, ან სხვადასხვა ნივთიერების ხსნარი) ხვდება რა კავიტატორში ელექტროძრავის მიერ ცენტრიდანული ტუმბოს ბრუნვის შედეგად ხდება კავიტატორის ფრთებზე წარმოქმნილი ვაკუუმური ბუშტუკების სწრაფი გაქრობა და ამ არეში მოხვედრილი მთელი სითხე იწყებს გათბობას იმგვარად, რომ მ.ქ.კ. საკმაოდ დიდ სიდიდეებს აღწევს, რადგან სითბოგადამტანი ნივთიერება იმავდროულად თავის თავსაც ათბობს. პროექტის შესრულების დროს ამგვარად გამთბარი წყლის ტემპერატურა ზოგიერთ შემთხვევაში 65° ცელსიუსს აჭარბებდა. +(გამოცდის ვიდეო და ფოტო).

ახალ პროექტში ჩვენს ამოცანას წარმოადგენს, განახლებადი ენერჯის წყაროს, კერძოდ კი მდინარის მოტივტივე ტურბინის გაერთიანება „გრიგალურ გამათბობელთან“. პირველ შემთხვევაში მოტივტივე მულტიტურბინა გენერატორის მეშვეობით მდინარის წყლის ენერჯიას გარდაქმნის ელექტროენერჯად. მეორე შემთხვევაში გრიგალური გამათბობელი მბრუნავი ელექტროძრავის ენერჯიას, მართალია მაღალი მ.ქ.კ.-ით, გარდაქმნის სითბურ ენერჯიაში. საკითხი მდგომარეობს შემდეგში შეიქმნას დანადგარი რომელიც მულტიტურბინის ბრუნვის ენერჯიას პირდაპირ გარდაიქმნის 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.

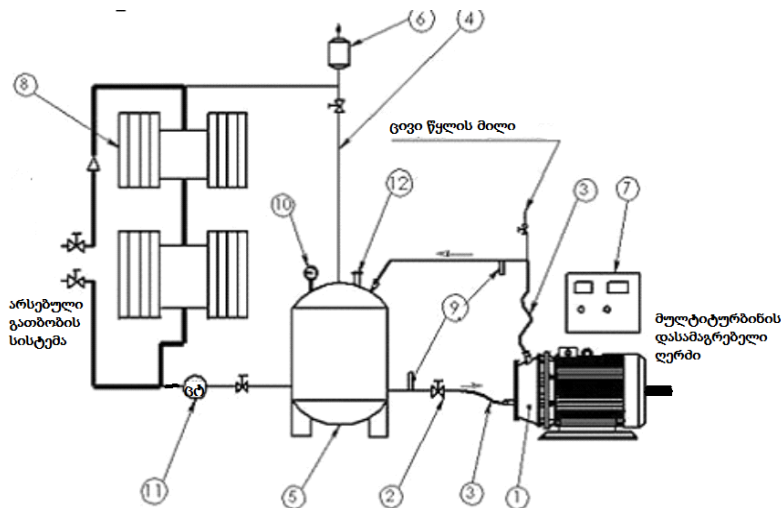
2015 წლის ივლისში საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში საკომისიო განხილვის შედეგად გამარჯვებული იქნა გამოყენებითი საგრანტო ნომინაციის პროექტი N07/03/2016 "მაქსიმალური მარგი ქმედების კოეფიციენტის მქონე გამათბობლის საცდელი მაკეტის შექმნა" (ხელმძღვანელი პროფ. ალექსი გერასიმოვი). შესრულებული სამუშაოს მიზანი იყო ბოლო ათეული წლის განმავლობაში ექსპერიმენტულად მიღებული შედეგებზე დაყრდნობით შექმნილიყო დანადგარი, რომელსაც ექნებოდა ელექტროენერჯის სითბურში გარდაქმნის მაქსიმალური მ.ქ.კ.. ყველა ასეთი ტიპის დანადგარი გასათბობად იყენებს ჩაკეტილ სისტემაში მოძრავი თხევადი მუშა სხეულის (მოცემულ შემთხვევაში წყლის) იძულებით ცირკულაციას, რომელიც სისტემაში წარმოქმნის წყლის გრიგალურ ნაკადს. ამ დანადგარების ზოგადი სახელწოდებაა "გრიგალური გამათბობელი" (ან კავიტაციური სითბური გენერატორი). გენერატორი მუშაობს შემდეგნაირად - ნებისმიერი თხევადი სითბოგადამტანი (ჩვენს შემთხვევაში სუფთა წყალი, ან სხვადასხვა ნივთიერების ხსნარი) ხვდება რა კავიტატორში ელექტროძრავის მიერ ცენტრიდანული ტუმბოს ბრუნვის შედეგად ხდება კავიტატორის ფრთებზე წარმოქმნილი ვაკუუმური ბუშტუკების სწრაფი გაქრობა და ამ არეში მოხვედრილი მთელი სითხე იწყებს გათბობას იმგვარად, რომ მ.ქ.კ. საკმაოდ დიდ სიდიდეებს აღწევს, რადგან სითბოგადამტანი ნივთიერება იმავდროულად თავის თავსაც ათბობს. პროექტის შესრულების დროს ამგვარად გამთბარი წყლის ტემპერატურა ზოგიერთ შემთხვევაში 65° ცელსიუსს აჭარბებდა. +(გამოცდის ვიდეო და ფოტო).

ახალ პროექტში ჩვენს ამოცანას წარმოადგენს, განახლებადი ენერჯის წყაროს, კერძოდ კი მდინარის მოტივტივე ტურბინის გაერთიანება „გრიგალურ გამათბობელთან“. პირველ შემთხვევაში მოტივტივე მულტიტურბინა გენერატორის მეშვეობით მდინარის წყლის ენერჯიას გარდაქმნის ელექტროენერჯად. მეორე შემთხვევაში გრიგალური გამათბობელი მბრუნავი ელექტროძრავის ენერჯიას, მართალია მაღალი მ.ქ.კ.-ით, გარდაქმნის სითბურ ენერჯიაში. საკითხი მდგომარეობს შემდეგში შეიქმნას დანადგარი რომელიც მულტიტურბინის ბრუნვის ენერჯიას პირდაპირ გარდაიქმნის 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

ჩვენ ორგანიზაციის სტარტი ენერჯეტიკის 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.



1. სითბოგენერატორი მოტორ-გენერატორთან და რედუქტორთან ერთად; 2. ჩამკეტი ონკანი; 3. მიმყვანი მილები; 4. გათბობის მილსადენი; 5. დამაგროვებელი ავზი; 6. გამაფართოვებელი ავზი; 7. სამართავი კარადა; 8. გამათბობლები; 9. თერმომეტრები; 10. მანომეტრი; 11. ცირკულაციური ტუმბო; 12. დამცველი სარქველი.

ამ ორი პროექტის გაერთიანებით მიღებული დანადგარის ზოგადი სქემა წარმოდგენილია ნახაზზე. მთავარ კვანძს წარმოადგენს 1. სითბოგენერატორი (კავიტატორი), რომელიც თანადერძულად 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 შედეგად გამოყოფილი ჰაერის ბუშტუკები მოაცილოს მუშა მოცულობას. 4. დამაკავშირებელი მილები, დამაგროვებელი და გამაფართოვებელი ავზები, თვითონ სითბოგენერატორიც აუცილებელია დაფარული იყოს თბოიზოლაციის ფენით, რომ მიწიქვეშა 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 ენერგია გარდაიქმნება ბრუნვით მოძრაობაში და რედუქციის შედეგად ვიღებთ ბრუნვის საჭირო რაოდენობას. იმისდამიხედვით თუ როგორ იქნება მდინარის მახასიათებლები, ფრთების დიამეტრი, კავიტატორის კონსტრუქცია და წარმადობა, შესაძლებელია ნახაზზე ნაჩვენებ დანადგარის კონსტრუქციაში შეტანილი იქნეს გარკვეული ცვლილებები.

დასახული ამოცანის გადაწყვეტისას მიღებული შედეგების წინასწარი ანალიზი

ამ პროექტის ფარგლებში მდინარის მულტიტურბინის და გრიგალური წყლის გამათბობელის 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 დიდია ალბათობა იმისა, რომ პროექტით დაინტერესდეს კერძო ბიზნესი.

2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

2.1.

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1	ადამიანის ჯანმრთელობაზე რადონის ზემოქმედებით განპირობებული რისკების შეფასება და მინიმიზაცია. (ფიზიკა, რადიაციული ეკოლოგია).	2017 -2022 წ.	ს.ფაღავა (ხელმძღვანელი), გ.ჯაფარიძე, კ.გორგაძე, შ.დეკანოსიძე, შ.ხიზანიშვილი (ს/ს სამუშაოების შემსრულებლები).
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	2017 -2022 წ.	ენვერ ხალვაში –ხელმძღვანელი; ნატალია ფოკინა –ძირითადი შემსრულებელი; მაია ელიზბარაშვილი – ძირითადი შემსრულებელი

<p>დინამიკის შესწავლა ნულოვან და სუსტ მუდმივ მაგნიტურ ველებში.</p> <p>ფიზიკური და ქიმიური მეცნიერებები/საბუნებისმეტყველო მეცნიერებები (6)</p> <p>რადიოფიზიკა, ფიზიკური ელექტრონიკა, აკუსტიკა (6-110)</p> <p>FR/299/6-110/14</p>		
<p>1. შესრულებული შემდეგი რეკომენდაციები #14.1, #14.3, #14.4, #14.5.</p> <p>2018 წელს 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:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. <p>- 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 სამუშაოების გაგრძელება.</p> <p>2018 წელს ჩატარებული სამეცნიერო კვლევების შედეგად მიღებული მონაცემების განხილვისა და ანალიზის საფუძველზე, პროექტში მონაწილე მეცნიერ თანამშრომელთა მიერ მომზადებული იქნა სამეცნიერო სტატია სამეცნიერო პერიოდიკაში გამოქვეყნების მიზნით.</p>		
<p>2. შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>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 $H_Q = D[S_z^2 - (1/3)S(S+1)] + E(S_x^2 - S_y^2) \equiv -XS_x^2 - YS_y^2 - ZS_z^2$, 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</p>		

დერძებს. ამოცანის ამოსახსნელად გამოყენებული იქნა ერთგადასვლიანი ოპერატორების ფორმალიზმი [1]. 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 დერძების გასწვრივ და თან განსხვავებული რეზონანსული სიხშირეებით, როგორც ეს არის [2] გვ. 185 აღწერილ ექსპერიმენტშიც. ასევე მიღებული იქნა ცვლადი მაგნიტური ველით, რომელიც პოლარიზებულია ერთ-ერთი დერძის 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 [3]. მიღებული იქნა ნაზი სტრუქტურის ცალკეული გადასვლის (1-2, 2-3, 1-3 გადასვლების) გრძივი სპინ-მესერული რელაქსაციის სიჩქარეებისათვის გამისახულებები:

$$(T_1^{1-2})^{-1} = 2\hbar^{-4} \sum_{\alpha, \beta} L_{\alpha\beta} \left\{ \left(G_{\alpha\beta}^x \right)^2 (Y-Z)^2 + \left(G_{\alpha\beta}^y \right)^2 (Z-X)^2 + 2 \left(G_{\alpha\beta}^z \right)^2 (X-Y)^2 \right\}$$

$$(T_1^{2-3})^{-1} = 2\hbar^{-4} \sum_{\alpha, \beta} L_{\alpha\beta} \left\{ 2 \left(G_{\alpha\beta}^x \right)^2 (Y-Z)^2 + \left(G_{\alpha\beta}^y \right)^2 (Z-X)^2 + \left(G_{\alpha\beta}^z \right)^2 (X-Y)^2 \right\}$$

$$(T_1^{1-3})^{-1} = 2\hbar^{-4} \sum_{\alpha, \beta} L_{\alpha\beta} \left\{ \left(G_{\alpha\beta}^x \right)^2 (Y-Z)^2 + 2 \left(G_{\alpha\beta}^y \right)^2 (Z-X)^2 + \left(G_{\alpha\beta}^z \right)^2 (X-Y)^2 \right\}$$

სადაც $G_{\alpha\beta}^{x,y,z}$ სპინ-ფონონური ბმის ტენზორის კომპონენტები; α, β იღებენ მნიშვნელობებს x, y, z ; $L_{\alpha\beta}$ – კოეფიციენტი, რომელიც პროპორციულია მესერის ტემპერატურის.

ლიტერატურა:

4. R.R. Ernst, G. Bodenhausen, A. Wokaun, *Principles of Nuclear Magnetic Resonance in One and Two Dimensions* (Oxford, Clarendon Press, 1990) pp. 34-37
5. M. Schwoerer and H.C. Wolf, *Organic Molecular Solids* (Wiley-VCH, Weinheim, 2007) pp.177-214
6. И.В. Александров, Теория магнитной релаксации, Наука, Москва (1975)

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	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1	FR/299/6-110/14	2015 – 2018წ	ენვერ ხალვაში –ხემდღვანელი; ნატალია ფოკინა –ძირითადი შემსრულებელი; მაია ელიზბარაშვილი – ძირითადი შემსრულებელი
2	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის გამოყენებითი საგრანტო ნომინაციის საპროექტო წინადადება N 087-13, “წყლის მოტივტივე ტურბინის ახალი მოდელი” პროექტის ამოცანას წარმოადგენს განახლებადი ენერჯის წყაროს მდინარის მოტივტივე ტურბინის ახალი მოდელის დამუშავება, რომელიც იქნება ეკოლოგიურად სუფთა და უსაფრთხო გარემოს მიმართ, მდგრადი	2013 -2014 წ	კ.გორგაძე, მ.ჭირაქაძე, ზ.ჭახნაკია, ნ.უშვერიძე, შ.ხიზანიშვილი
<p style="text-align: center;">შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>1. 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 წარმოდგინება კვადრუპოლური ჰამილტონიანით</p> $H_Q = D[S_z^2 - (1/3)S(S+1)] + E(S_x^2 - S_y^2) \equiv -XS_x^2 - YS_y^2 - ZS_z^2,$ <p>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 [1]. მიღებული იქნა დამაგნიტების კომპონენტების თავისუფალი მოძრაობის განტოლებები, რისი საშუალებითაც</p>			

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, როგორც ეს არის [2] გვ. 185 აღწერილ ექსპერიმენტშიც. 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 ამოვსებლობის 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 ზუზარევის მიერ შემუშავებული არაწონასწორობის სტატისტიკური ოპერატორის მეთოდი [3]. მიღებული იქნა ნაზი სტრუქტურის ცალკეული გადასვლის (1-2, 2-3, 1-3 გადასვლების) გრძივი სპინ-მესერული რელაქსაციის სიჩქარეებისათვის გამისახულებები:

$$(T_1^{1-2})^{-1} = 2\hbar^{-4} \sum_{\alpha,\beta} L_{\alpha\beta} \left\{ \left(\mathcal{G}_{\alpha\beta}^x \right)^2 (Y-Z)^2 + \left(\mathcal{G}_{\alpha\beta}^y \right)^2 (Z-X)^2 + 2 \left(\mathcal{G}_{\alpha\beta}^z \right)^2 (X-Y)^2 \right\}$$

$$(T_1^{2-3})^{-1} = 2\hbar^{-4} \sum_{\alpha,\beta} L_{\alpha\beta} \left\{ 2 \left(\mathcal{G}_{\alpha\beta}^x \right)^2 (Y-Z)^2 + \left(\mathcal{G}_{\alpha\beta}^y \right)^2 (Z-X)^2 + \left(\mathcal{G}_{\alpha\beta}^z \right)^2 (X-Y)^2 \right\}$$

$$(T_1^{1-3})^{-1} = 2\hbar^{-4} \sum_{\alpha,\beta} L_{\alpha\beta} \left\{ \left(\mathcal{G}_{\alpha\beta}^x \right)^2 (Y-Z)^2 + 2 \left(\mathcal{G}_{\alpha\beta}^y \right)^2 (Z-X)^2 + \left(\mathcal{G}_{\alpha\beta}^z \right)^2 (X-Y)^2 \right\}$$

სადაც $\mathcal{G}_{\alpha\beta}^{x,y,z}$ სპინ-ფონონური ბმის ტენზორის კომპონენტები; α, β იღებენ მნიშვნელობებს x, y, z ; $L_{\alpha\beta}$ – კოეფიციენტი, რომელიც პროპორციულია მესერის ტემპერატურის.

ლიტერატურა:

7. R.R. Ernst, G. Bodenhausen, A. Wokaun, *Principles of Nuclear Magnetic Resonance in One and Two Dimensions* (Oxford, Clarendon Press, 1990) pp. 34-37
8. M. Schwoerer and H.C. Wolf, *Organic Molecular Solids* (Wiley-VCH, Weinheim, 2007) pp.177-214
9. И.В. Александров, Теория магнитной релаксации, Наука, Москва (1975)

2. გრანტის მიზანი იყო წყლის მოტივტივე ტურბინის ახალი მოდელის შექმნა. მიზნის განსახორციელებლად წინასწარ შემუშავებული გეგმის მიხედვით შესრულებული იქნა მოსამზადებელი სამუშაოები და მდინარე მტკვრის ნაპირზე შერჩეულ იქნა ადგილი საჭირო პარამეტრებით (სიღრმე, სიჩქარე, სწორი მონაკვეთის სიგრძე) რაც გათვალისწინებული იქნა საცდელი ნიმუშის შექმნისას. მოვახდინეთ საცდელი ნიმუშისთვის ადგილის მომზადება და ტურბინის ორჯერ ჩაშვება მდინარეში. პირველი ჩაშვების დროს მტკვარში მოთავსებული იქნა 3 ფრთიანი ტურბინა და მიღებული შედეგების გათვალისწინებით მეორე ჩაშვების დროს გამოყენებული 5 ფრთიანი მულტიტურბინით მივიღეთ 400-450 ვატი ენერჯია. ინსტრუქციის ელემენტების დახვეწით ენერჯიამ

შეიძლება მიადწიოს 500 ვატს, ხოლო დასახული 20 ფრთიანი ტურბინის გამოყენება 2 კილოვატი ენერჯის მიღებას უზრუნველყოფს.

6. ბექდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათა- ური, ISSN	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	ნ. ფოკინა, ე. ხალვაში, მ. ელიზბარაშვილი	Anisotropic Evolution of the spin-triplet states at magnetic resonance conditions in the non-weak constant field: application of single transition operators ; ISSN 1512-1461	ქართული ელექტრონული სამეცნიერო ჟურნალი (ქესჟ): ფიზიკა, 2018, No. 1 (19)	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი და ნიკო მუსხელიშვილის სახელობის გამოთვლითი მათემატიკის ინსტიტუტი	11
<p>ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>1. ადრე ცნობილი ერთგადასასვლიანი ოპერატორების ფორმალიზმისა და ჩვენი ორიგინალური ანალიტიკური ტექნიკის გამოყენებით მივიღეთ მოძრაობის განტოლებები დამაგნიტების კომპონენტებისთვის, რომელიც დაკავშირებულია სპინ-ტრიპლეტური მდგომარეობების (სტმ) სპექტრის ცალკეულ გადასვლებთან მონოკრისტალში. ამავდროულად, ჩვენ ვვარაუდობდით, რომ სტმ მქონე ნიმუშები მოთავსებულია ცვლად მაგნიტურ ველში და არა-სუსტ მუდმივ მაგნიტურ ველში, რომლის სიდიდე მეტია სტმ სპექტრის ნულველოვანი გახლეჩის მნიშვნელობაზე. თუმცა, მხოლოდ ნიმუშის სრული დამაგნიტების კომპონენტები, რომლებიც წრფივად დაკავშირებულია ერთგადასასვლიანი დამაგნიტების კომპონენტებთან, წარმოადგენენ დაკვირვებად სიდიდეებს. ჩვენ ვაჩვენეთ, რომ გარკვეული პირობების შესრულებისას, ნიმუშის სრული დამაგნიტების თავისუფალი მოძრაობა ერთ-ერთი გადასვლის აღზნების შემდეგ წარმოადგენს პრეცესიას აღზნებული გადასვლის სიხშირით ელიფსზე მუდმივი ველის მართობულ სიბრტყეში. ამასთან, დამაგნიტების ვექტორის კვადრატის აბსოლიტური მნიშვნელობა შეიცავს როგორც მუდმივ ნაწილს, ასევე ნაწილს, რომელიც ოსცილირებს აღზნებული გადასვლის გაორმაგებულ სიხშირეზე. იმავე პირობების შესრულებისას, როგორც თავისუფალი მოძრაობის შემთხვევაში, ნაჩვენებია დამაგნიტების პრეცესიის ელიფსური ხასიათი სტაციონალური ელექტრონული პარამაგნიტური რეზონანსის (ეპრ) დროს. სტმ-ის ცვლადი ველის მიმართ დინამიური ამთვისებლობის ტენზორი ჩაწერილია, როდესაც ადგილი აქვს რეზონანსული პირობის შესრულებას ცალკეული კარგად გარჩევადი სტმ გადასვლისთვის. მიღებული ეპრ სპექტრის</p>					

ანალიტიკური კუთხური დამოკიდებულება ხარისხობრივად ეთანხმება შესაბამის ექსპერიმენტულ შედეგებს.

7. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

7.1. მონოგრაფიები/წიგნები

№	ავტორი/ავტორები	მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1 2	I.R. Metskhvarishvili, T.E. Lobzhanidze, G.N. Dgebuadze, M.R. Metskhvarishvili , B.G. Bendeliani, V.M. Gabunia,	ISBN hard: 978-1-77188-951-3. file:///C:/Users/555%20200%20238%20WINDOWS/Down loads/Chapter-16.edited.pdf	Chapter 16 In Book: Advanced Materials, Polymers, and Composites, AAP and CRC Press, 2020, p. 410,	6
<p>ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>Effects of Dysprosium Addition on the Superconducting Properties of Hg-1223 HTS დისპროზიუმის დანამატის გავლენა Hg-1223 HTS-ის ზეგამტარ თვისებებზე</p> <p>Hg-ზე დაფუძნებული კუპრატული ზეგამტარების მომზადება შრომატევადი, ძვირადღირებული და მრავალსაფეხურიანია. კერძოდ, ეს ნიმუშები მზადდება დახურულ კვარცის ამპულაში ან მაღალი წნევის მეთოდებით. ისევე როგორც სხვა მაღალტემპერატურული ზეგამტარებს Hg-ზე დაფუძნებულ ზეგამტარებსაც აქვთ სუსტი კავშირების პრობლემა. გარდა ამისა, სუსტი კავშირების გაუარესება უკავშირდება O₂ გაზის და Hg ორთქლის აგზნებას, კერძოდ, HgO იშლება O₂ გაზად და Hg ორთქლად სინთეზისა და გამოწვის დროს.</p> <p>მეორე პრობლემა ისაა, რომ Hg-1223 ფაზის სინთეზი სუფთა მდგომარეობაში შესაძლებელია მაღალ წნევაზე, მაგრამ დაბალ წნევაზე ძნელია და ეს შესაძლებელია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ ვერცხლისწყლის ოქსიდი ნაწილობრივ ჩანაცვლდება მაღალი ვალენტობის ატომებით. ამ შემთხვევაში, დალუქული კვარცის მილის მეთოდი სასარგებლოა მაღალი სისუფთავის მაღალტემპერატურული ფაზის მისაღებად. Hg-ზე დაფუძნებული ზეგამტარების შესაბამისი მეტალებით ან ოქსიდებით დამატება ან ჩანაცვლებას შეუძლია გააუმჯობესოს გრანულების საზღვრების ბუნება, აგრეთვე ხელი შეუწყოს ზეგამტარი ფაზის ფორმირებას ან ეფექტური პინინგ – ცენტრების წარმოქმნას.</p>				

7.4. სტატიები

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათაური, ციფრული (დიჯიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN	ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	M.R. Metskhva-rishvili , I.R. Metskhvarishvili, G.N. Dgebuadze, T.E. Lobzhanidze,	https://doi.org/10.1007/s10948-020-05634-8	Journal of Superconductivity and Novel	2020 Springer Nature Switzerland	5

	B.G. Bendeliani, K.P. Giorgadze, V.M. Gabunia		Magnetism, 2020, Volume 33, Number 11. 3401-3405 (2020)	AG. Part of <u>Springer Nature</u> .	
2	Sh. Dekanosidze, L. Chkhartishvili, R. Esiava, N. Mamisashvili.	e-ISSN: 2278-4861 doi: 10.9790/4861-1201036569	IOSR Journal of Applied Physics. 2278-4861. Volume 12, Issue I ser. III (Jan-Feb 2020) pp.65-69	New Zealand. International Organization Of Scientific Research (IOSR)	5
3	M.R. Metskhvarishvili, I.R. Metskhvarishvili, T.E. Lobzhanidze, G.N. Dgebuaдзе, B.G. Bendeliani, V.M. Gabunia	https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-68452/v1	Journal of Materials Science: Materials in Electronics, 2020	2020 Springer Nature Switzerland AG. Part of <u>Springer Nature</u>	12
4	K. Gorgadze, M. Metskhvarishvili, I. Giorgadze, Kh. Lomsadze, S. Pagava, I. Kalandadze, Sh. Khizanishvili	E-ISSN: 1303-6122 ISSN: 1300-0101	TURKISH JOURNAL OF PHYSICS Turk J Phys. 2020 (sent)	Turkey	12

1. დისპროზიუმის დანამატის გავლენა Hg-1223 ზეგამტარის ფაზის ფორმირებასა

სტატიაში შესწავლილია დისპროზიუმის (III) ოქსიდების გავლენა Hg-1223 მასალის ზეგამტარ თვისებებზე. დისპროზიუმისგან თავისუფალი Hg-1223 და დისპროზიუმით დოპირებული $\text{HgBa}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{Dy}_x\text{O}_{8+\delta}$ ($x = 0,00-0,075$ წნ%) ზეგამტარები სინთეზირებულია დალუქული კვარცის მილის მეთოდით. ჩვენი შედეგები ცხადყოფს, რომ დისპროზიუმის ოქსიდის არსებობა $\text{Ba}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ მრავალფაზიან პრეკურსორს არამარტო უფრო რეაქტიულს ხდის და აძლიერებს რეაქციის კინეტიკას, არამედ ხელს უწყობს მაღალი Tc ფაზის წარმოქმნას და ტრანსპორტული კრიტიკული დენის სიმკვრივის გაძლიერებას Jc.

2. ელექტრონების ტრანსპორტული თვისებები 2D ლითონებში.

გრაფენი - ერთშრიანი ნახშირბადის ექვსკუთხა ფურცელი, ყველაზე ცნობილი და ყველაზე მეტად გამოყენებადი 2D მასალა ნანოელექტრონიკაში, არის ნახევარგამტარული კონუსური ელექტრონ-ენერჯის-ზედაპირით (EES) და, შესაბამისად, ხაზოვანი ენერჯია-იმპულსი დისპერსასიული დამოკიდებულებით. გრაფენის შემდეგ ბოროფენის პროგნოზირებად და სინთეზირებულ 2D მასალებს შორის მონოფენური ბორის სამკუთხა ფურცელი განსაკუთრებულ ინტერესს იწვევს, რადგან მისი ალოტროპების უმეტესი ნაწილი მეტალურია და ამჟღავნებს უნიკალურ ფიზიკურ თვისებების კომპლექსს, რაც მათ გამოიყენების შესაძლებლობას იძლევა ნანოელექტრონიკის მომდევნო თაობაში.

სტატიაში განხილულია ერთი შედეგი, რომელსაც მაღალი აკადემიურ ინტერესი და მნიშვნელობა აქვს. საქმე იმაშია, რომ ბორის სიბრტყის უხვრელო ფურცლები აღმოჩნდა მეტალი გამტარობის ზოლით, რომელიც ფერმის დონის სიახლოვეს კარგი ენერჯის მიახლოებით შეიძლება წარმოდგენილი იყოს კვადრატული ზედაპირით, რომელიც განსხვავდება 3D ლითონების სტანდარტული პარაბოლოიდული მახასიათებლისგან. წინამდებარე ნაშრომი მიზნად ისახავს 2D მეტალებში ელექტრონის ტრანსპორტირების ზოგადი

მახასიათებლების თეორიულად შესწავლას, ყველა შესაძლო კვადრიკული EES-ის სახით.

წარმოგიდგინოთ რამოდენიმე სავარაუდო დასკვნას:

გასაოცარია, რომ დრუდის ფორმულით პროგნოზირებული გამტარობა, რომელიც თავდაპირველად გამომდინარეობდა იმის დაშვებით, რომ მუხტის მატარებლები ქმნიან კლასიკურ იდეალურ გაზს, შეიძლება იგივე აღმოჩნდეს რაც თეორია თავისუფალი კვანტური ელექტრონების მოდელზე, სადაც მატარებლები ექვემდებარებიან ფერმის-დირაკის სტატისტიკას. ამრიგად, გამოთვლილი გამტარობა არ უნდა იყოს დამოკიდებული ელექტრონული იმპულსის განაწილების ფორმაზე.

დრუდის მოდელი კარგად ხსნის DC და AC გამტარებლობას მეტალური თვისებების მქონე რიგ რეალურ ნივთიერებებში, კერძოდ, მაღალი მობილობის მქონე 2D ელექტრონულ გაზებში.

მეტალის გამტარობაში მხოლოდ ის ელექტრონები იღებენ მონაწილეობას, რომლებსაც აქვთ იმპულსები ფერმი იმპულსთან ახლოს და, შესაბამისად, მომენტის რელაქსაციის დროზე დამოკიდებულება პრაქტიკულად გავლენას არ ახდენს მათ გამტარობაზე.

3. სოლ-გელ (SG) და მყარ-ფაზური რეაქციის (SSR) მეთოდები და თერმული დამუშავების გავლენა პრეკურსორზე $Ti-1223$ ზეგამტარის სინთეზისთვის

ნაშრომში მოცემულია Sol-gel (SG) და მყარი მდგომარეობის რეაქციის (SSR) მიმდინარეობის შედარებითი ანალიზი ტალიუმზე დაფუძნებული ზეგამტარების პრეკურსორების სინთეზისთვის. ნიმუშები მომზადებულია ორსაფეხურიანი მეთოდით და დალუქული კვარცის მილის მეთოდით ატმოსფერული წნევის პირობებში. პრეკურსორების თერმულმა დამუშავებამ აჩვენა, რომ მაღალი სისუფთავის პრეკურსორის მისაღებად SG მეთოდით ყოველგვარი კარბონატის შემცველობის გარეშე საკმარისია დამუშავება მოხდეს $915^{\circ}C$ ტემპერატურაზე და SSR მეთოდით $945^{\circ}C$ ტემპერატურაზე. ზეგამტარი გადასვლის დიამაგნეტიზაციის დაწყების ტემპერატურა $TiBa_2Ca_2Cu_3O_{8+\delta}$ ნიმუშებისთვის, რომელიც მომზადებულია პრეკურსორით SG-ით $915^{\circ}C$ და SSR-ზე $945^{\circ}C$ ტემპერატურაზე არის $T = 120 K$ და მოდებული ac მაგნიტური ველის სრული ეკრანიზაცია დაფიქსირდა $T=102 K$ და $T \approx 94 K$ - ზე შესაბამისად. J_c ტრანსპორტული კრიტიკული დენის სიმკვრივის მნიშვნელობამ მიიღო SSR-ის 128 ა/სმ^2 , ხოლო SG ნიმუშისთვის და ზუსტად 174 ა/სმ^2 . შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ სველი ქიმიის გამოყენება გვთავაზობს გარკვეულ უპირატესობას კლასიკური მყარი კვარცის დამუშავებასთან შედარებით, განსაკუთრებით უკეთესი ქიმიური ერთგვაროვნება და პრეკურსორი ფხვნილის უფრო მაღალი რეაქტიულობა.

4. ფორმის მახსოვრობის ეფექტი და ზედრეკადობა ტიტანის ზოგიერთ შენადნობში

როგორც ცნობილია ტიტანს და მის შენადნობებს დიდი გამოყენება აქვთ ავიაკოსმოსურ ტექნიკასა და მანქანათმშენებლობის მრავალ სფეროში. ბოლო დროს ტიტანის და მისი შენადნობების გამოყენება მნიშვნელოვნად გაიზარდა, რაც განპირობებულია მაღალი ბიოლოგიური შემთვისებლობით და თანამედროვე ქირურგიის პროგრესით სახსრების ენდოპროთეზირებაში. ტიტანის შენადნობის უნიკალური თვისებები დაკავშირებულია თერმოდრეკად შექცევად $\beta \leftrightarrow \alpha''$ მარტენსიტულ გარდაქმნასთან, რაც ვლინდება ფორმის მახსოვრობის ეფექტით, ზედრეკადობით და დემპფირების უნარით. შესასწავლ ობიექტებად არჩეულ იქნა ბინარული $Ti-Ta$ და მათ ფუძეზე შექმნილი Mo, V და Zr -ით ლეგირებული მრავალკომპონენტური შენადნობები.

რენტგენოსტრუქტურული ანალიზისთვის ვიყენებდით რენტგენულ დიფრაქტომეტრს, დიფერენციალური თერმული ანალიზის დანადგარს, მასკანირებელი კალორიმეტრს - TGDS-111 და ელექტროწინალობის გასაზომი დანადგარს, რომელშიც წინალობის ცვლილება და ტემპერატურა ფიქსირდებოდა თვითმწერით. შენადნობების დრეკადობის მოდულის და შინაგანი ხახუნის გაზომვა მიმდინარეობდა პრეცეზიულ აკუსტიკურ სპექტრომეტრზე კილოჰერციან დიაპაზონში და დაბალი სიხშირის რელაქსატორზე.

გაჭიმვით დეფორმაცია მიმდინარეობდა INSTRON-1115 ტიპის დანადგარზე. გამოყენებული იყო ასევე დიფერენციალური ტევადური დილატომეტრი.

კვლევის დროს მიღებული შედეგები საშუალებას გვაძლევს გავაკეთოთ შემდეგი დასკვნები:

1. ფორმის მახსოვრობის ეფექტი გამოკვლეული იქნა შემდეგი სისტემის შენადნებში: Ti-Ta, Ti-Ta-Mo, Ti-Ta-V, Ti-Ta-Mo-V, Ti-Ta-Zr, Ti-Ta-Mo-V-Zr, გრეხვის და გაჭიმვის დეფორმაციის მეთოდით.
2. ნაჩვენები იყო, რომ შენადნებში Ti-XTa (X=43,2%, 50,1%, 59,8%) Ti-47Ta-3Zr, Ti-44Ta-6Zr, Ti-50Ta-3Zr, დეფორმაცია (ელემენტების კონცენტრაციის მიხედვით) აღდგება 90%-ით. უფრო მცირე დეფორმაციების დროს აღდგენა პრაქტიკულად სრულია. ფორმის მახსოვრობა შეიძლება მივაკუთვნოთ "მაღალტემპერატურაზე" ინტერვალს. A_s , A_f ინტერვალის მოცემული შნადნისათვის 250÷450°C ფარგლებშია. გამონაკლისია შენადნობები Ti-50Ta-6Zr, რომელთათვისაც ეს ინტერვალის 120-200°C-ია.
3. შენადნების ზედრეკადობა შეისწავლბოდა ოთახის ტემპერატურაზე. განიხილებოდა შენადნების პრაქტიკული გამოყენება ბიომედიცინაში. პრაქტიკულად ყველა შენადნისთვის ზედრეკადულად აღდგენილი დეფორმაცია იყო არანაკლებ 3-3,6%.
4. შებრუნებული მარტენსიტული გარდაქმნის დროს გენერირებული ძაბვების გაზომვამ გვიჩვენა, რომ მათ აქვთ 270÷450mpa მნიშვნელობა შენადნის კომპონენტური და კონცენტრაციული შემადგენლობიდან გამომდინარე. მაქსიმალური (400÷450mpa) მნიშვნელობა გენერირდება Ti-50Ta-3Zr, Ti-50,1Ta შენადნებში.
5. მარტენსიტული გარდაქმნების დემპფირების უნარი შენადნებში ფასდებოდა შინაგანი ხახუნის ტემპერატურაზე დამოკიდებულების გაზომვით. გრეხვითი რხევები ჰერცულ დიაპაზონში და რხევები კილოჰერცულში გვიჩვენებდნენ მაღალი დემპფირების თვისებას შენადნებში: Ti-59,8Ta ($\Psi = 23\%$) და Ti-50Ta-6Zr ($\Psi = 31.5\%$). ($\Psi = 15 - 20\%$)% ახასიათებდა შენადნებს Ti-50,1Ta, Ti-43,2Ta
6. პრაქტიკულად ყველა შენადნისთვის ნაჩვენებია ორი მახსოვრობის ეფექტის განხორციელების შესაძლებლობა. პირობითად "დაბალტემპერატურული" და "მაღალტემპერატურული". წინასწარი თერმომექანიკური დამუშავების მიხედვით შესაძლებელია: მხოლოდ "დაბალტემპერატურული" ეფექტის, თანმიმდევრობით ორივე ან მხოლოდ "მაღალტემპერატურული" ეფექტის განხორციელება. ასეთი შესაძლებლობა დაკავშირებულია, ფაზების მეტასტაბილურობის ცვლილებასთან დიფუზიური პროცესების გამო, შესაბამისად მარტენსიტული გარდაქმნის ტემპერატურის ცვლილებასთან.

სუსტად ლეგირებულ მრავალკომპონენტურ შენადნებში კომპონენტების დიფუზიურ გადანაწილებას მივყავართ ცნობილ მახსოვრობის შებრუნებულ ეფექტთან – გახურების პროცესში ფორმის აღდგენის შემდეგ სპონტანურ დეფორმაციამდე. ეფექტის მაკროგამოვლინებას ხელს უწყობს ციკლირება დატვირთვის ქვეშ ან შენადნის დაყოვნება იზოთერმულ ტემპერატურაზე მუდმივი დატვირთვის ქვეშ.

8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

8.1. საქართველოში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	M.R. Metskhvarishvili and at el.	Effects of dysprosium addition on the superconducting properties of Hg-1223 HTS",	6 th International Symposium on Polymers and Advanced Materials, ISP&AM, 17-20 July, Batumi 2019
მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)			

8. 2. უცხოეთში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მომხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	M.R. Metskhvarishvili, I.R. Metskhvarishvili	“Effects of Iodine doping on the superconducting Properties of Hg-1223 HTS”.	Materials2019 , 14-17 April 2019, Lisbon, Portugal, PB2, p.286I.R.
2	I.R. Metskhvarishvili, M.R. Metskhvarishvili	“Sol-gel processing of Ba ₂ Ca ₂ Cu ₃ O _y precursor for synthesis of Hg-1223 superconductor”.	Materials2019 , 14-17 April 2019, Lisbon, Portugal, PC1, p.304
3	ნ. ფოკინა, ე. ხალვაში, მ. ელიზბარაშვილი	Anisotropic Evolution of the Spin-Triplet States under the Action of the Varying Fields and the Lattice in a Non-zero Constant Field	6 th International Conference on Superconductivity and Magnetism; Antalya, Turkey 29 აპრილი –4 მაისი, 2018

- Among all of the known high- T_c superconductors the Hg-based cuprate superconductors have the highest critical temperature, if these samples are prepared in normal conditions $T_c \approx 135\text{K}$ and $T_c \approx 165\text{K}$ under the external pressure. This peculiar property makes the Hg-1223 phase as an invaluable material for its practical utilization. We report the effects of the edition of I_2O_5 on the electric and magnetic properties in Hg-1223 high temperature superconductors. Samples with composition $\text{HgBa}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{8+x}$ ($x=0.0-1.6$ wt.%) were prepared by the two-step method. In the first step, we synthesized Ba:Ca:Cu=2:2:3 precursors by sol gel method. In second step on precursor we added HgO and I_2O_5 and finale synthesis of samples was carried out in a sealed quartz tube. The effect of I_2O_5 doping on Hg-1223 system has been studied by the: X-ray diffraction with CuK α radiation, FTIR Spectrometer using the KBr disc technique, ac susceptibility χ' and the third harmonics response. We found that Iodine enhances volume fraction of the Hg-1223 superconducting phase and the value of the transport critical current densities J_c . This work was supported by Shota Rustaveli National Science Foundation (SRNSF), grant number: 217524, Project title: Influence of the polymerization and various dopants on the Hg-1223 superconductive properties.
- Formation of the Hg-based superconducting materials critically depends on the used precursor and synthesis conditions. Using the wet chemistry offers some advantages in comparison with the classical solid-state ceramics processing, especially, better chemical homogeneity and higher reactivity of the precursor powder. On this basis the influence of $\text{Ba}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ precursor on the synthesis and properties of $\text{HgBa}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ has been examined. $\text{HgBa}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ superconducting samples were prepared by a two-step method. In the first step, was prepared Ba:Ca:Cu=2:2:3 multiphase ceramic precursors, for comparisons two methods we synthesized precursors by sol-gel method using polymerization (SGMP) and as well as ordinary solid state reaction method (SSRM). In second step on both samples HgO was added and finale synthesis of $\text{HgBa}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ was carried out in a sealed quartz tube. We note that for both methods, starting materials was used powders materials (Sigma-Aldrich) of BaO (99.98%), CaCO_3 (99.0%) and CuO (99.999%). The synthesis of a precursor by the sol-gel method was used acetic and nitric acid for dissolved oxide and poly(vinyl alcohol)/poly(vinyl acetate) (PVA)/(PVAc) ($\geq 99\%$) as a complexing agent. The prepared patterns were characterized by X-ray diffraction (XRD, Dron-3M) with CuK α radiation. Ac susceptibility and high harmonic response of samples are measured in weak *ac* and *dc* magnetic fields. Fig. 1 we show the temperature

dependences of the real part of ac susceptibility of the samples prepared by SGMP and SSRM. As a result we could conclude that, in comparison with SSRM in SGMP sample we found highest value of the transport critical current densities J_c . This work was supported by Shota Rustaveli National Science Foundation (SRNSF), grant number: 217524, Project title: Influence of the polymerization and various dopants on the Hg-1223 superconductive properties.

კვების მრეწველობის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი

2020 წელს გაწეული სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობის ანგარიში

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის კვების მრეწველობის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი
(პერსონალური შემადგენლობა და ხელმძღვანელი)

№	გვარი სახელი	თანამდებობა
1	ბალათურია ნუგზარი	დირექტორი
2	ლოლაძე მარიამი	მენეჯერი
3	შარაშენიძე ნინო	მთარგმნელი
4	გრიგორაშვილი გიორგი	განყოფილების გამგე (მთ.მეცნ.თანამშრომელი)
5	ხოტივარი აელიტა	მთავარი მეცნიერ-თანამშრომელი (ზავშვთაკვების ტექნოლოგიის ლაბორატორიის გამგე)
6	ალხანაშვილი ნაზიკო	მთავარი მეცნიერ-თანამშრომელი (მცენარეული ნედლეულის შრობის ტექნოლოგიის ლაბორატორიის გამგე)
7	ქაჯაია ლუიზა	მთავარი მეცნიერ-თანამშრომელი (მცენარეული ზეთების (ცხიმზეთები, ეთერზეთები) ტექნოლოგიის ლაბორატორიის გამგე)
8	უთურაშვილი ეთერი	მთავარი მეცნიერ-თანამშრომელი (ხილ-ბოსტნეულის შენახვისა და გადამუშავების ტექნოლოგიის ლაბორატორიის გამგე)
9	კონჯარია ლალი	წამყვანი ინჟინერი
10	გვრიტიშვილი თამარი	უფროსი ლაბორანტი
11	ხოსიტაშვილი მარიამი	განყოფილების გამგე (მთავარი მეცნიერ-თანამშრომელი)
12	ედიბერიძე ეთერი	მთავარი მეცნიერ-თანამშრომელი (რძისა და ხორცპროდუქტების ტექნოლოგიის ლაბორატორიის გამგე)
13	ორმოცაძე მედეა	მთავარი მეცნიერ-თანამშრომელი
14	კოტორაშვილი ლია	უფროსი მეცნიერ-თანამშრომელი
15	ეჯიბია ლუიზა	წამყვანი ინჟინერი
16	ოშხერელი კარლო	წამყვანი ინჟინერი
17	ბენდიანიშვილი ნონა	უფროსი ლაბორანტი

18	ებელაშვილი ნანა	მთავარი მეცნიერ-თანამშრომელი
19	კალატოზიშვილი ელენე	უფროსი მეცნიერ-თანამშრომელი
20	კერესელიძე მარინე	წამყვანი ინჟინერი
21	ილურიძე ნელი	წამყვანი ინჟინერი
22	გილაური ნელი	წამყვანი ინჟინერი
23	ბალათურია ბექა	განყოფილების გამგე
24	დემენიუკი მაია	მეცნიერ-თანამშრომელი
25	იჩქიტიძე მზია	წამყვანი ინჟინერი
26	კეკელიძე ინესა	ინჟინერი
27	ხვედელიძე ნინო	უფროსი ლაბორანტი
28	ქუმსიაშვილი ჯემალი	კავშირგაბმულობის ტექნიკოსი
29	გიორგაძე ზაური	ენერგეტიკოსი
30	ბულაცაშვილი მანია	დამლაგებელი
31	სპანდერაშვილი ნელი	ქარხნის დირექტორი
32	ქამუშაძე სალომე	უფროსი ლაბორანტი
33	კუცია თინათინი	ლაბორანტი

1. პროგრამული დაფინანსებით შესრულებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიხედვით	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მიხედვით)
1	პროექტი 1 კოლხური ბიო ღვინისა და ბიო ალკოჰოლიანი სასმელების ინოვაციური ტექნოლოგიების გამოკვლევა	2018-2023	ნ.ბალათურია - სამეცნიერო ხელმძღვანელი - პასუხისმგებელია პროექტის განხორციელების ყველა ეტაპსა და მის სამეცნიერო შედეგებზე; ძირითადი პერსონალი: 1. ე. უთურაშვილი - მთავარი მეცნიერ-თანამშრომელი; 2. მ. ლოლაძე - მაგისტრანტი; 3. ე. კალატოზიშვილი - უფროსი მეცნიერ-თანამშრომელი ; 4. მ. დემენიუკი - უფროსი მეცნიერ-თანამშრომელი; 5. ი. კეკელიძე - დოქტორანტი, ინჟინერი. ძირითადი პერსონალის მოვალეობები: საკონტროლო და საცდელი ნიმუშების დამზადების ბიოტექნოლოგიური პროცესების განხორციელებაში მონაწილეობა; კვლევისათვის საჭირო სტანდარტული ხსნარების დამზადება;

		<p>ენოქიმიური გამოკვლევები.</p> <p>დამხმარე პერსონალი: კ.ოშხერელი; რ.დონაძე; ჯ. ქუმსიაშვილი; თ.კუცია თ. გვრიტიშვილი ნ. ილურიძე ნ. გილაური ნ. ბენდიანიშვილი მ. იჩქიტიძე ნ. ხვედელიძე ლ. ეჯიბია</p> <p>დამხმარე პერსონალის მოვალეობები: ლაბორატორიული და სამეურნეო ჭურჭლის მომზადება, საკონტროლო და საცდელი ნიმუშების დამზადების ბიოტექნოლოგიური პროცესების განხორციელებაში მონაწილეობა</p>
2	<p>პროექტი 2</p> <p>ციტრუსოვანთა ნაყოფების გადამუშავების ინოვაციური ტექნოლოგიების გამოკვლევა</p>	<p>2018-2023</p> <p>ნ.ბალათურია - სამეცნიერო ხელმძღვანელი - პასუხისმგებელია პროექტის განხორციელების ყველა ეტაპსა და მის სამეცნიერო შედეგებზე;</p> <p>ძირითადი პერსონალი:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. გ. გრიგორაშვილი - მთავარი მეცნიერ- თანამშრომელი; 2. ლ. ქაჯაია - მთავარი მეცნიერ- თანამშრომელი; 3. ა. ხოტივარი - მთავარი მეცნიერ- თანამშრომელი 4. მ. ლოლაძე - მაგისტრანტი. 5. ე. კალატოზიშვილი - უფროსი მეცნიერ-თანამშრომელი ; 6. მ. დემენიუკი - მეცნიერ- თანამშრომელი <p>ძირითადი პერსონალის მოვალეობები: საკონტროლო და საცდელი ნიმუშების დამზადების ბიოტექნოლოგიური პროცესების განხორციელებაში მონაწილეობა; კვლევისათვის საჭირო სტანდარტული ხსნარების დამზადება; ქიმიური გამოკვლევები.</p> <p>დამხმარე პერსონალი: კ.ოშხერელი; რ.დონაძე; ჯ. ქუმსიაშვილი; თ.კუცია თ. გვრიტიშვილი ნ. ილურიძე</p>

	<p style="text-align: center;">პროექტი 3 გამოკვლევულ იქნას უწიპწო დურდოს დადუღების გავლენა თეთრი და წითელი კახური ტიპის ღვინოების ხარისხზე</p>	<p style="text-align: center;">2020-2025</p>	<p>ნ. გილაური ნ. ბენდიანიშვილი მ. იჩქიტაძე ნ. ხვედელიძე ლ. ეჯიბია</p> <p>დამხმარე პერსონალის მოვალეობები: ლაბორატორიული და სამეურნეო ჭურჭლის მომზადება, საკონტროლო და საცდელი ნიმუშების დამზადების ბიოტექნოლოგიური პროცესების განხორციელებაში მონაწილეობა</p> <p>ნ.ბაღათურია - სამეცნიერო ხელმძღვანელი - პასუხისმგებელია პროექტის განხორციელების ყველა ეტაპსა და მის სამეცნიერო შედეგებზე; ძირითადი პერსონალი: 1. გ. გრიგორაშვილი - მთავარი მეცნიერ- თანამშრომელი; 2. ლ. ქაჯაია - მთავარი მეცნიერ- თანამშრომელი; 3. ა. ხოტივაძე - მთავარი მეცნიერ- თანამშრომელი 4. მ. ლოლაძე - მაგისტრანტი. 5. მ. დემენიუკი - მეცნიერ- თანამშრომელი</p> <p>ძირითადი პერსონალის მოვალეობები: საკონტროლო და საცდელი ნიმუშების დამზადების ბიოტექნოლოგიური პროცესების განხორციელებაში მონაწილეობა; კვლევისათვის საჭირო სტანდარტული ხსნარების დამზადება; ქიმიური გამოკვლევები.</p> <p>დამხმარე პერსონალი: კ.ოშხერელი; რ.დონაძე; ჯ. ქუმსიაშვილი; თ.კუცია თ. გვრიტიშვილი ნ. ილურიძე ნ. გილაური ნ. ბენდიანიშვილი მ. იჩქიტაძე ნ. ხვედელიძე ლ. ეჯიბია</p>
4			<p>ნ. ებელაშვილი - სამეცნიერო ხელმძღვანელი - პასუხისმგებელია</p>

	<p align="center">პროექტი 4</p> <p align="center">გამოკვლევულ იქნას კახური ტიპის ახალგზრდა ღვინოების დამზადების ტექნოლოგია</p>	<p align="center">2020-2025</p>	<p>პროექტის განხორციელების ყველა ეტაპსა და მის სამეცნიერო შედეგებზე;</p> <p>ძირითადი პერსონალი:</p> <p>1. ე. უთურაშვილი- მთავარი მეცნიერ-თანამშრომელი</p> <p>2. ი. კველიძე - დოქტორანტი, ინჟინერი.</p> <p>ძირითადი პერსონალის მოვალეობები:</p> <p>საკონტროლო და საცდელი ნიმუშების დამზადების ბიოტექნოლოგიური პროცესების განხორციელებაში მონაწილეობა; კვლევისათვის საჭირო სტანდარტული ხსნარების დამზადება; ენოქიმიური გამოკვლევები.</p> <p>დამხმარე პერსონალი:</p> <p>1. მ. იჩქიტაძე - წამყვანი ინჟინერი</p> <p>2. ნ. ხვედელიძე - უფროსი ლაბორანტი;</p> <p>3. ნ. გილაური - წამყვანი ინჟინერი.</p> <p>დამხმარე პერსონალის მოვალეობები:</p> <p>ლაბორატორიული და სამეურნეო ჭურჭლის მომზადება, საკონტროლო და საცდელი ნიმუშების დამზადების ბიოტექნოლოგიური პროცესების განხორციელებაში მონაწილეობა</p>
<p align="center">5</p>	<p align="center">პროექტი 5</p> <p align="center">შხამ-ქიმიკატების გავლენა ყურძნისა და ხილ-კენკროვნების გადამუშავების პროდუქტების ხარისხსა და უვნებლობაზე. კვების პროდუქტების მიკრობიოლოგიური კვლევა</p>	<p align="center">2019-2023</p>	<p>მარინა ხოსიტაშვილი- თემის ხელმძღვანელი პასუხისმგებელია, როგორც პროექტის სამეცნიერო შედეგებზე, ისე პროექტით გათვალისწინებული საქმიანობის ანგარიშგებაზე.</p> <p>მედეა ორმოცაძე- ტექნოლოგის ამოცანაა სხვადასხვა მიკროზონიდან ყურძნისაღება გადამუშავება.</p> <p>ა) რთველის ვადების დადგენა</p> <p>ბ) ყურძნის გადამუშავება სხვადასხვა ტექნოლოგიით</p> <p>გ) ალკოჰოლური დუდილის კონტროლი პასუხისმგებელი შემსრულებელი.</p> <p>ლია კოტორაშვილი- დასახული ამოცანებში ქიმიკოსი შეასრულებს ყურძნისა და ღვინის ქიმიურ ანალიზებს, კერძოდ ყურძნის სიმწიფის სხვადასხვა პერიოდში განისაზღვრება მჟავიანობა და გაანგარიშებული იქნება გლუკო-აციდომეტრული ინდექსი, ეს დაედება საფუძვლად სხვადასხვა ტექნოლოგიით ღვინის დასამზადებლად რთველის პერიოდის განსაზღვრას და ტექნიკური სიმწიფის დადგენას. გადასამუშავებლად შემოსულ ყურძენში</p>

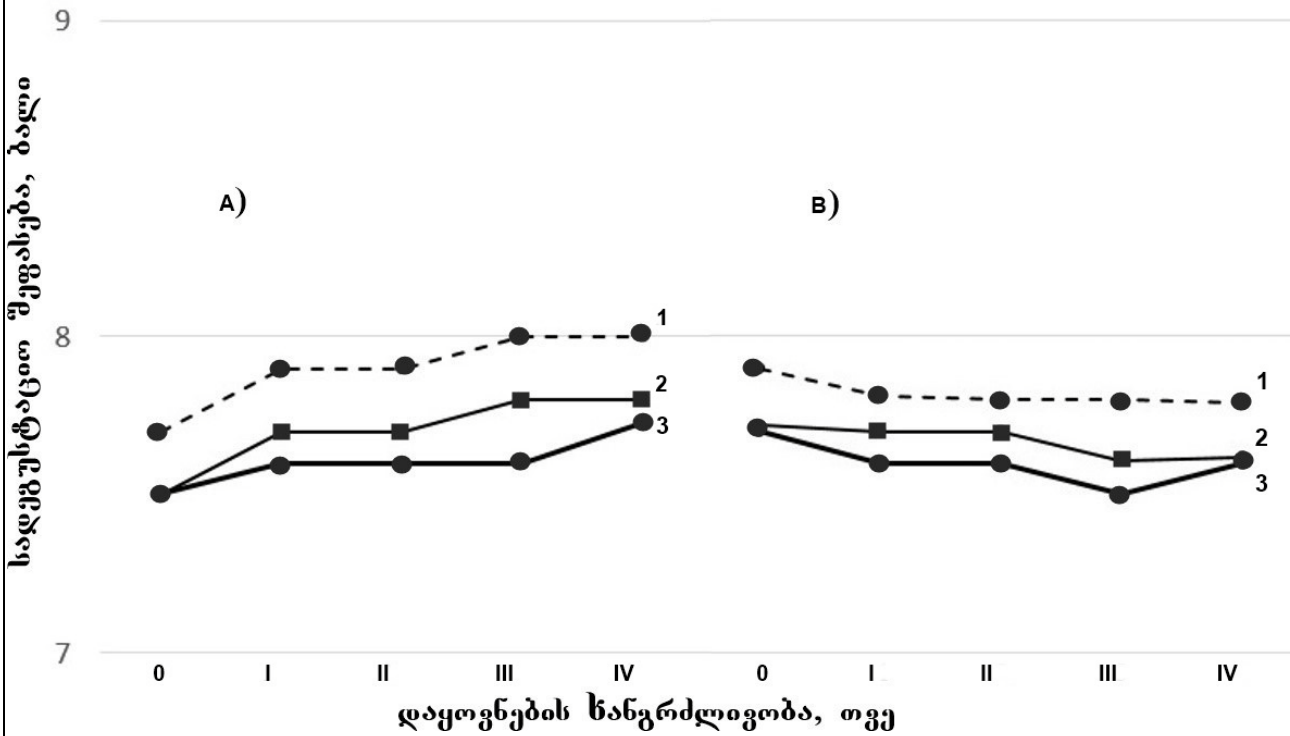
			<p>განისაზღვრება შაქარ-მჟავიანობა. ტკბილის დუდილის პერიოდში ყოველ მეორე დღეს იწარმოებს კონტროლი შაქრის დაშლაზე და სპირტის წარმოშობაზე. ალკოჰოლური დუდილის დასრულების შემდეგ ქიმიკოსის მიერ მოხდება კონტროლი ვაშლ-რძემჟავა დუდილის მიმდინარეობაზე და თხელ ფენოვანი ქრომატოგრაფიით. ღვინის ჩამოყალიბების პროცესში ყოველი გადაღების შემდგომ იწარმოებს კონტროლი სპირტისა და მქროლავი მჟავების შემცველობაზე.</p> <p>ეთერი ედიბერიძე-მიკრობიოლოგი ტკბილის ალკოჰოლური დუდილისათვის შეარჩევს საფუარს და დააკვირდება საფუარის ცხოველქმედებას შაქრისა დაშლისა და სპირტის წარმოქმნის პროცესზე, განსაკუთრებით ყურადღებას იმსახურებს მქროლავი მჟავების არსებობა ღვინოში. ღვინის ჩამოყალიბებისა და დავარგების პერიოდში ახორციელებს ღვინის მიკრობიოლოგიური კონტროლს. კრიტიკულ წერტილებში ტექნოლოგთან ერთად სახავს მისი აღმოფხვრის ღონისძიებებს.</p>
6	<p>პროექტი 6 საქართველოს სანელებელ-არომატული ნედლეულის ბაზაზე დამუშავდეს მოხარშული ძეხვეულის წარმოებისთვის სანელებლების კომპოზიცია, მისი დამზადების და გამოყენების ტექნოლოგიები</p>	2019-2022	<p>სამეცნიერო ხელმძღვანელი - მთავარი მეცნიერ-თანამშრომელი - ნაზი ალხანაშვილი შემსრულებელი მეცნიერ თანამშრომელი - მაია დემინიუკი</p> <p>სამეცნიერო ხელმძღვანელი პასუხისმგებელია პროექტის განხორციელების ყველა ეტაპსა და მის სამეცნიერო შედეგებზე;</p> <p>ძირითადი პერსონალის მოვალეობებია: საკონტროლო და საცდელი ნიმუშების დამზადების ბიოტექნოლოგიური პროცესების განხორციელებაში მონაწილეობა; კვლევისათვის საჭირო სტანდარტული ხსნარების დამზადება; ენოქიმიური გამოკვლევები.</p> <p>დამხმარე პერსონალის მოვალეობებია: ლაბორატორიული და სამეურნეო ჭურჭლის მომზადება, საკონტროლო და საცდელი ნიმუშების დამზადების ბიოტექნოლოგიური პროცესების განხორციელებაში მონაწილეობა</p>
7	<p>ფენოლური ანტიოქსიდანტებით გამდიდრებული წითელი ნახევრადტკბილი ღვინოების დამზადების ინოვაციური ტექნოლოგია</p>	2018-2023	
<p>გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2020 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული დაპრაქტიკული შედეგების შესახებ ანოტაცია</p>			

პროექტი #1-ის ანოტაცია

„კოლხური ბიო ღვინისა და ბიო ალკოჰოლიანი სასმელების ინოვაციური ტექნოლოგიების გამოკვლევა“ საკითხის აქტუალობა და მეცნიერული სიახლე ჩამოყალიბებული იყო 2019 წლის ანგარიშში.

მიმდინარე წელს გამოკვლეულ იქნა იმერული, ევროპული და კახური ტიპის ღვინოების ქვევრში დავარგების პროცესის გავლენა ღვინისა და მისგან გამოხდილი ღვინის დისტი-ლატის ხარისხზე (იხ.ნახ 1). დადგინდა, რომ დურდოზე დავარგების ხასნგრძლივობის ზრდასთან ერთად უმჯობესდება ღვინის ხარისხი. ამასთან, უკუპროპორციული დამოკი-დებულება იქნა დაფიქსირებული დურდოზე ღვინომასალის დავარგების პროცესის ხანგ-რძლივობასა და ამ ღვინომასალისაგან დამზადებული ღვინის დისტილატის ხარისხს შორის. ანუ, ყველაზე კარგი ხარისხის ღვინის დისტილატი (საკონიაკე, საჭაჭე სპირტები) მიიღება ახლადდადულებული ღვინის გამოხდისას.

ასევე მიღებულ იქნა ახალი მონაცემები იმერული, ევროპული და კახური ღვინოებისა და მათგან მიღებული ღვინის დისტილატების ხარისხის შეფასებისას. საუკეთესო ხარისხის ღვინო და ღვინის დისტილატი მიიღება ყურძნის იმერული ხერხით გადამუშავებისას.

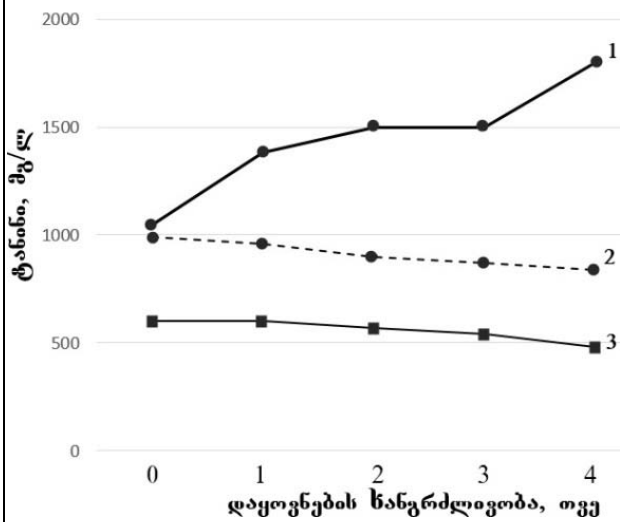


ნახ.1. იმერული (1), ევროპული (2) და კახური (3)

ტიპისღვინისდისტილატებისა და მათიშესატყვისიღვინისსადეკუსტაციოშეფასებისცვლილებებიღვინომასალისქვევრში დავარგებისას

0 – ახლადდადუღებული ღვინომასალა; I – ღვინომასალა
 დავარგების 1 თვის შემდეგ; II – დავარგების 2 თვის შემდეგ;
 III – დავარგების 3 თვის შემდეგ; IV – დავარგების 4 თვის
 შემდეგ

ასევე გამოკვლეულ იქნა სხვადასხვა ტიპის ღვინოების წარმოებისას დურდოზე დავარგების ხანგრძლივობის გავლენა მათში ფენოლური ნივთიერებების შემცველობაზე. ნახ.2-ის მონაცემებიდან ჩანს, რომ დურდოზე დავარგების პროცესში ყურძნის კახური წესით გადამუშავებისას ღვინოში ტანინის შემცველობა განუხრელად იზრდება, მაშინ როდესაც იმერული და ევროპული წესით გადამუშავებისას შეიმჩნევა იმავე პირობებში ტანინის შემცველობის გარკვეული შემცირება.



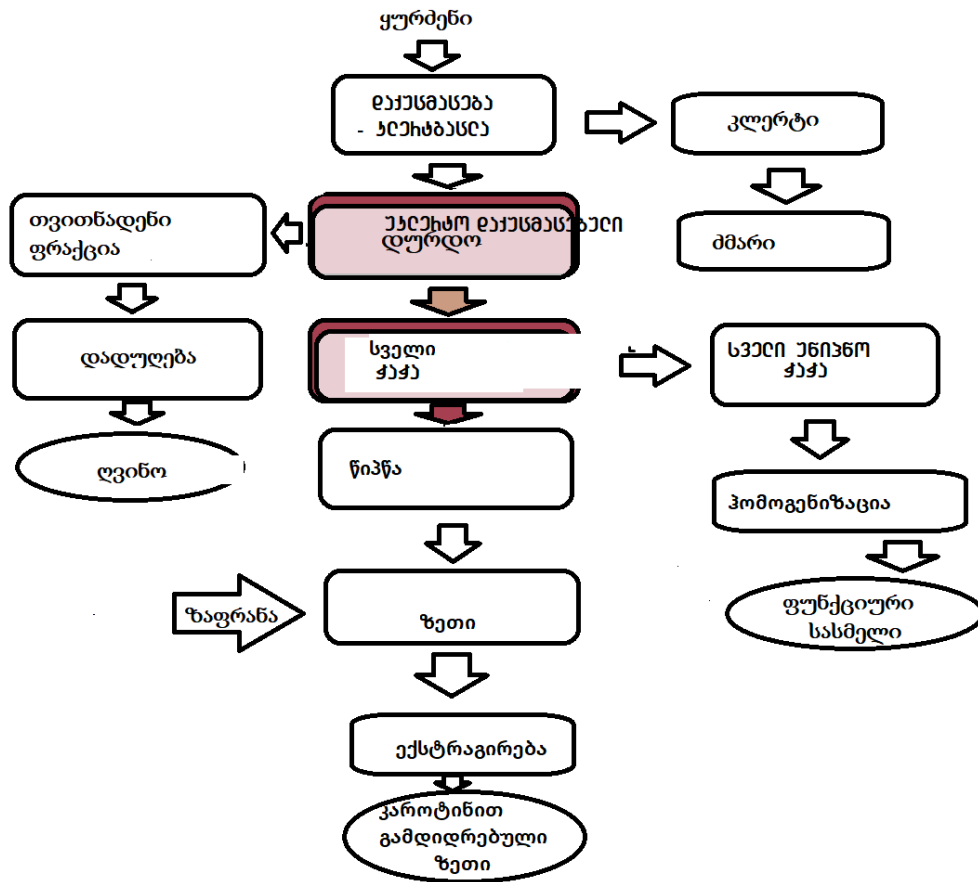
ნახ. 2.24. ტანინის შემცველობის დინამიკა

ევროპული (ე) კახური (კ) და იმერული (ი) ტიპის
 ღვინომასალებში ქვევრში დავარგებისას

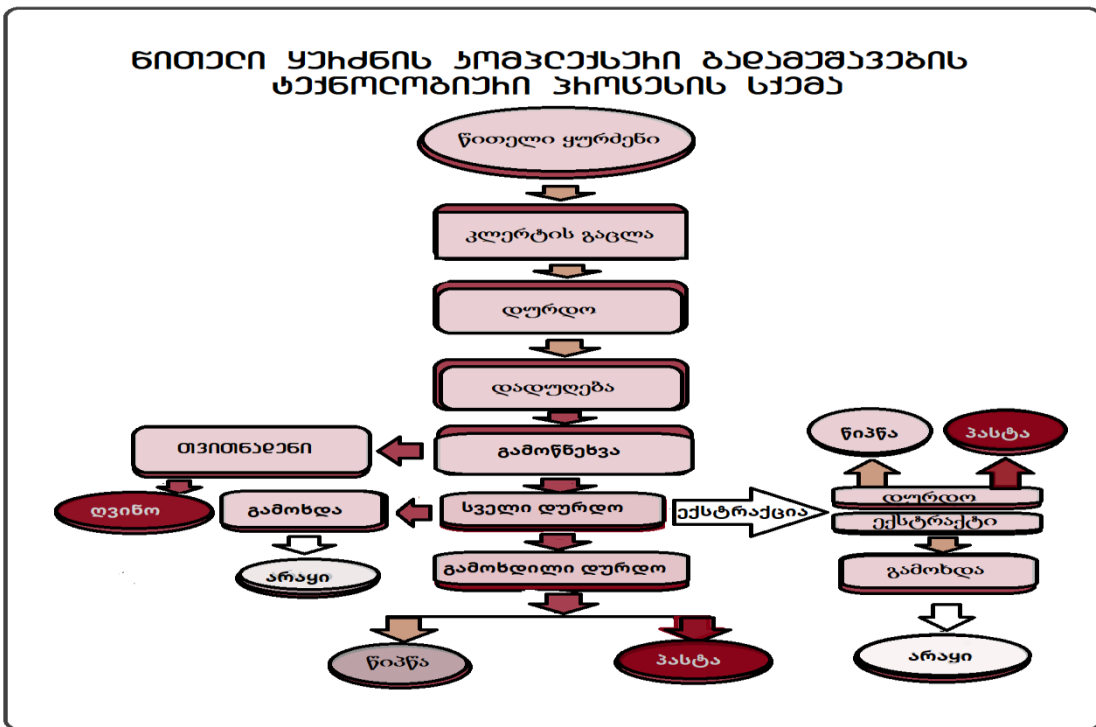
0 – ახლადდადუღებული ღვინომასალა; I – ღვინომასალა
 დავარგების 1 თვის შემდეგ; II – დავარგების 2 თვის შემდეგ;
 III – დავარგების 3 თვის შემდეგ; IV – დავარგების 4 თვის შემდეგ

დამუშავდა თეთრი და წითელი ყურძნის კომპლექსური და უნარჩენო გადამუშავების ახალი ტექნოლოგია. ასევე დამუშავდა ჭაჭის არყის წარმოების ახალი ტექნოლოგია. ტექნოლოგიური პროცესის სქემები წარმოდგენილია ნახაზებზე 1.2, 1.3 და 1.4.

თეთრი ყურძნის ხომჯიანური
ბადაშაშაზის ტექნოლოგიური
პროცესის სქემა



ნახ.1.2. თეთრი ყურძნის კომპლექსური გადამუშავების ტექნოლოგიური პროცესის სქემა



ნახ.1.3. თეთრი ყურძნის კომპლექსური გადამამუშავების ტექნოლოგიური პროცესის სქემა

ჭაჭის არყის დამზადების ახალი ტექნოლოგია

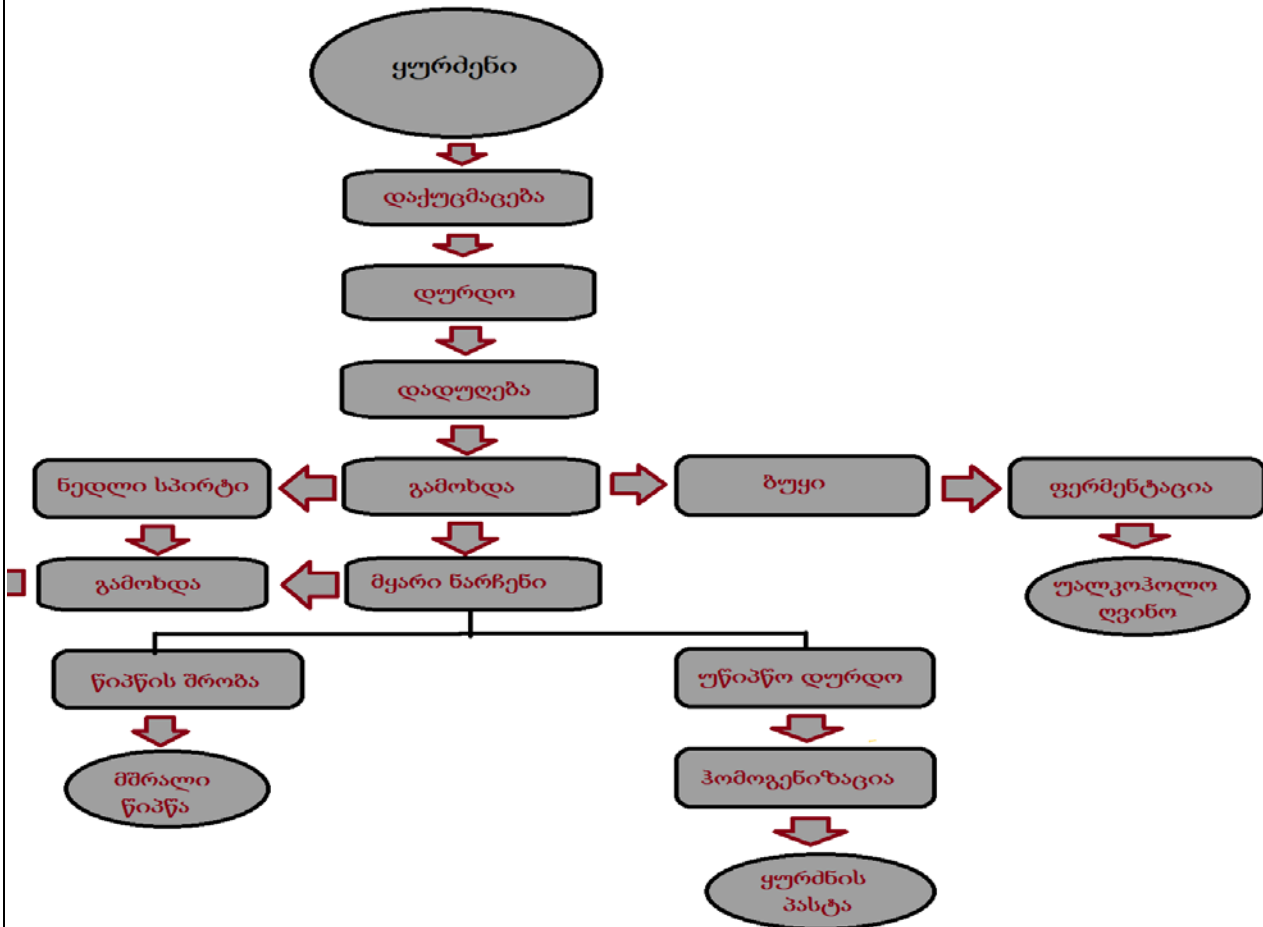
ჭაჭის არაყი, ანუ “ჭაჭა” ქართული კულტურის ისეთივე ნიშანია, როგორც კახური ტიპის ღვინო. ინსტიტუტის მიერ დაპატენტებული ინო-ვაციური ტექნოლოგიების დანერგვისას „ჭაჭა“-ს ყველა მონაცემი აქვს იქცეს ისეთივე სახელგანთქმულ სასმელად, როგორცაა იტალიური „გრაპა“.

გასულ წლებში საქართველო აწარმოებდა 20-22 მლნ ბოთლ „ქართულ კონიაკს“. დღეს არსებული კანონის შესაბამისად ამ პრო-დუქციის წარმოება საქართველოს ეკრძალება, „ქართული ბრენდი“-ს დასახელებით კი ეს სასმელი, როგორც ეს ბოლო 20 წლის გამოც-დილებამ გვიჩვენა, ვერ ჰპოვებს თავის ადგილს ვერც ევროპის და ვერც ამერიკის ბაზრებზე.

შექმნილ მდგომარეობაში ერთადერთ გამოსავალს წარმოადგენს ქართული ჭაჭის არყის წარმოების ტექნოლოგიის სრულყოფა და ამ დასახელების მსოფლიო ბაზარზე კონკურენტუნარიანი პრო-დუქციის შექმნა.

ამ გზას გასული საუკუნის 80-იან წლებში დააადგა იტალია, და ის ახალი ტექნოლოგიების გამოყენებით აწარმოებს ჭაჭის არაყს „გრაპა“, რომელიც თავისი ხარისხით ტოლს არ უდებს არც კონიაკსა და არც ვისკის. ამ შედეგს იტალიელებმა უმოკლეს ვადაში მიაღ-წიეს იმის გამო, რომ აქ საამისოდ შეიქმნა სპეციალიზირებული გრაპას (ჭაჭის არყის) ინსტიტუტი, რომელიც ემსახურება ამ ტიპის სასმელის ასორტიმენტის გაფართოებისა და ხარისხის გაუმჯობესების საქმეს.

ჭაჭის არყის უნარჩანო წარმოების ტექნოლოგიური პროცესის სქემა



ნახ.1.4. ჭაჭის არყის წარმოების ახალი ტექნოლოგია

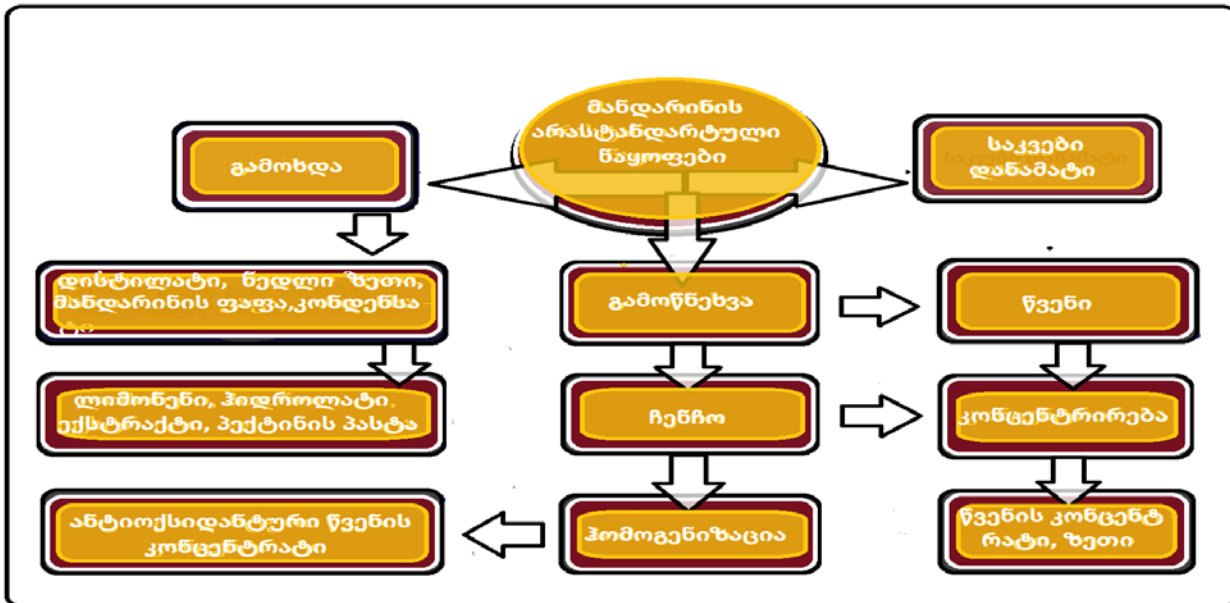
ჭაჭის არყის მიღების ჩვენ მიერ დამუშავებული ახალი ტექნოლოგია ითვალისწინებს მთლიანი ყურძნის გადამუშავებას ჭაჭის არყის მისაღებად, რაც საშუალებას იძლევა მნიშვნელოვნად გაფართოვდეს წარმოებული პროდუქციის ასორტიმენტი, გაიზარდოს მისი ხარისხი.

პროექტი #2-ის ანოტაცია
ციტრუსოვანთა ნაყოფების გადამამუშავების ინოვაციური ტექნოლოგიები

საკითხის აქტუალობა და მეცნიერული სიახლე, ასევე მიზანი და ამოცანები ჩამოყალიბებული იყო 2019 წლის ანგარიშში.

2020 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 ტექნოლოგიური პროცესის სქემა



ნახ.2.1. მანდარინის არასტანდარტული ნაყოფების კომპლექსური გადამამუშავების ტექნოლოგიური პროცესის სქემა

პროექტი #3-ის ანოტაცია

„გამოკვლევულ იქნას უწიპწო დურდოს დადულების გავლენა თეთრი და წითელი კახური ტიპის ღვინოების ხარისხზე“.

საკითხის აქტუალობა და მეცნიერული სიახლე. წინასწარი გამოკვლევებით დადგინდა, რომ ყურძნის ცალკეულ ნაწილებში არსებული ფენოლური ნაერთები სხვადასხვა გავლენას ახდენს ღვინის ხარისხზე. კერძოდ, კლერტისა და წიპწის ტანინები ღვინოს სძენს სიმწარეს. კანის ტანინზე დადულებული ღვინოები ხასიათდება სირბილითა და ხავერდოვნებით.

პირველად მეღვინეობის პრაქტიკაში დასმული იქნა საკითხი თეთრი და წითელი ჯიშის ყურძნის კახური წესით დადულებისას წიპწის მოშორების გავლენის დასადგენად ღვინის ხარისხზე. ექსპერიმენტები ჩატარდა ინსტიტუტის ექსპერიმენტულ საამქროსა და კახეთში, ოჟიოს ღვინის ქარხანაში. მიღებული ღვინის ნიმუშების აღება გრძელდება ყოველთვიურად, მათი შემდგომი ფიზიკურ-ქიმიური გამოკვლევის მიზნით.

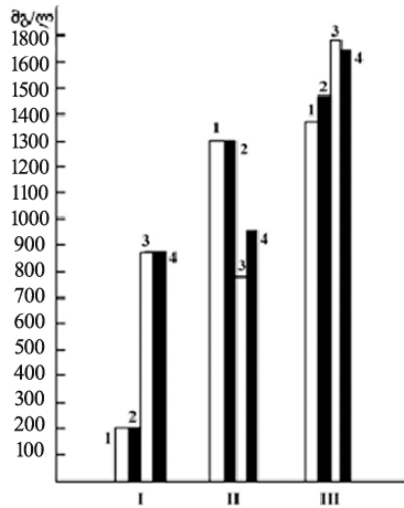
პროექტი #4-ის ანოტაცია

„გამოკვლევულ იქნას კახური ტიპის ახალგაზრდა ღვინოების დამზადების ტექნოლოგია“

საკითხის აქტუალობა და მეცნიერული სიახლე. ახალგაზრდა ღვინოები ჩამოიხმება 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 სამრეწველო ჯიშის თეთრი და წითელი ყურძნებიდან ახალგაზრდა კახური ტიპის ღვინოების მისაღებად. ექსპერიმენტები ჩატარდა ინსტიტუტის საამქროში. მიღებული ღვინის ნიმუშები ჩამოსხმულ იქნა მიმდინარე წლის დეკემბრის თვეში, მათი შემდგომი ფიზიკურ-ქიმიური გამოკვლევების მიზნით.

გამოკვლევულ იქნა ფენოლური ნაერთების შემცველობის დინამიკა ახალგაზრდა ღვინოების წარმოებისას. ნახაზებზე 1 და 2 ნაჩვენებია წითელი ღვინოს დურდოს გაცხელების გავლენა ყურძნის წვენიშ ანტოციანებისა და საერთო ფენოლური ნაერთების შემცველობაზე.



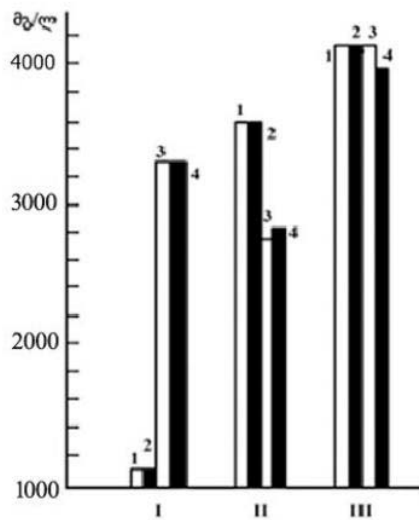
ნახ.1. ღურდოს თბური დამუშავების გავლენა ყურძნის ტკბილის სხვადასხვა ფრაქციებში ანტოციანების შემცველობაზე

1 – ღურდოს გამოწნეხვა მისი წინასწარი დამუშავების გარეშე (საკონტროლო);

II – ღურდოს გაცხელება 80°C ტემპერატურამდე, ტკბილისგამოწნეხვა ცხელი ღურდოდან;

III – ღურდოს გაცხელება 80°C ტემპერატურამდე, ტკბილის გამოწნეხვა მისი 20-25°C ტემპერატურამდე გაცივების შემდეგ

1 – ნატურალური ყურძნის წვენის თვითნადენი ფრაქცია; 2 – ნატურალური ყურძნის წვენის ნაწნეხი ფრაქცია; 3 – დიფუზიური ყურძნის წვენის თვითნადენი ფრაქცია; 4 – დიფუზიური ყურძნის წვენის ნაწნეხი ფრაქცია



სურ. 2.. ღურდოს თბური დამუშავების გავლენა ყურძნის ტკბილის სხვადასხვა ფრაქციებში საერთო ფენოლური ნაერთების შემცველობაზე

- 1 – ღურდოს გამოწნევა მისი წინასწარი დამუშავების გარეშე (საკონტროლო);
- II – ღურდოს გაცხელება 80°C ტემპერატურამდე, ტკბილის გამოწნევა ცხელი ღურდოდან;
- III – ღურდოს გაცხელება 80°C ტემპერატურამდე, ტკბილის გამოწნევა მისი 20-25°C ტემპერატურამდე გაცივების შემდეგ

1 – ნატურალური ყურძნის წვენის თვითნადენი ფრაქცია; 2 – ნატურალური ყურძნის წვენის ნაწნეხი ფრაქცია; 3 – დიფუზიური ყურძნის წვენის თვითნადენი ფრაქცია; 4 – დიფუზიური ყურძნის წვენის ნაწნეხი ფრაქცია

პროექტი #5-ის ანოტაცია

შხამ-ქიმიკატების გავლენა ყურძნისა და ხილ-კენკროვნების გადამუშავების პროდუქტების ხარისხსა და უვნებლობაზე

საკითხის აქტუალობა და მეცნიერული სიახლე, ასევე მიზანი და ამოცანები ჩამოყალიბებული იყო 2019 წლის ანგარიშში.

2020 წელს გაგრძელდა გამოკვლევები პროექტში დასმული საკითხების შესასწავლად. კერძოდ, ყურძნის სიმწიფის სხვადასხვა პერიოდში განისაზღვრა მჟავიანობა და გაანგარიშებული იქნება გლუკო-აციდომეტრული ინდექსი, ეს გამოკვლევები დაედება საფუძვლად სხვადასხვა ტექნოლოგიით ღვინის დასამზადებლად რთველის პერიოდის განსაზღვრას და ტექნიკური სიმწიფის პერიოდის დადგენას.

პროექტი #6

საქართველოს სანელებელ-არომატული ნედლეულის ბაზაზე დამუშავდეს მოხარშული ძეხვეულის წარმოებისთვის სანელებლების კომპოზიცია, მისი დამზადების და გამოყენების ტექნოლოგიები

საკითხის აქტუალობა და მეცნიერული სიახლე, ასევე მიზანი და ამოცანები ჩამოყალიბებული იყო 2019 წლის ანგარიშში.

2020 წელს გაგრძელდა გამოკვლევები პროექტში დასმული საკითხების შესასწავლად. კერძოდ, შერჩეულ იქნა ეთეროვანი ზეთები მშრალი სანელებლების შემცველი ეთერზეთოვანი არომატიზატორების რეცეპტურების შესარჩევად. გამოკვლეულ იქნა შესაბამისი ეთეროვანი ზეთების ქიმიური შედგენილობა და თვისებები.

პროექტი #7-ის ანოტაცია

ფენოლური ანტიოქსიდანტებით გამდიდრებული წითელი ნახევრადტკბილი ღვინოების დამზადების ინოვაციური ტექნოლოგია

საკონტროლო ნიმუში დამზადებული იყო არსებული (სტანდარტული) ტექნოლოგიით: კლერტგაცლილი საფერავის დურდოს ალკოჰოლური დუღილი 25-28°C- ზე მშრალი საფურვის გამოყენებით; მადულარი დურდოს გამოწნება, როდესაც დაუდულარი შაქრის რაოდენობა 8-9%-მდეა, მადულარი ტკბილის შენახვა დაბალ ტემპერატურაზე, ღვინომასალის ლექიდან გადაღება როდესაც დაუდულარი 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;

საცდელი #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.

ერთი წლის ხანგრძლივობით შენახვისას ნიმუშებში ფენოლური ნივთიერებების ჯამური რაოდენობა მცირდება ამ კომპონენტების დაჟანგვის, პოლიმერიზაციის, ცილა-ტანატის წარმოქმნისა და ნალექში გადასვლის პროცესების მიმდინარეობის შედეგად.

მიმდინარე წელს (ნიმუშების დამზადებიდან მეორე წელი) ჩატარდა კვლევის ობიექტების ლექიდან გადაღება ორჯერ (6 თვიში ერთხელ;) და ფენოლური ნივთიერებების ჯამური რაოდენობის გამოკვლევა

ფოლინ-ჩოკალტეუს რეაქტივის გამოყენებით; გამოკვლევის შედეგებმა გვიჩვენა, რომ ნახევრადტკბილი ღვინის ნიმუშების მეორე წელს შენახვისას უმნიშვნელოდ მცირდება ფენოლური ნივთიერებების ჯამური რაოდენობა; ამ კომპონენტების მაღალი შემცველობით და უკეთესი სადეგუსტაციო მაჩვენებლებით ხასიათდება საცდელი ნიმუში #3. რომლის დამზადებისას გამოყენებული იყო ტექნოლოგიური ხერხები: ალკოჰოლური დუდილის ჩატარების წინ კლერტგაცილი დურდოს მოცულობის ნახევარი ტკბილის მოკლება და დარჩენილი დურდოს გაცხელება 65°C - ზე. მასში საერთო ფენოლების ჯამური რაოდენობა, საკონტროლოსთან შედარებით 2.4-ჯერ მაღალია.

დამზადებიდან მეორე წლის ბოლოს ფენოლური ნივთიერებების ჯამური რაოდენობა საკონტ-როლოსთან შედარებით მაღალია აგრეთვე დანარჩენ საცდელ ნიმუშებშიც: ნიმუში #1 – 35.6%-ით; ნიმუში #2 - 90 %-ით; ნიმუში #4 -2-ჯერ.

მიმდინარე წლის გამოკვლევის შედეგებმა გვიჩვენა, რომ ნახევრადტკბილი წითელი ღვინოების დამზადების ტექნოლოგიურ პროცესშიალკოჰოლური დუდილის ჩატარების წინ კლერტგაცილი დურდოს მოცულობის ნახევარი ტკბილის მოკლება და დარჩენილი დურდოს გაცხელება 65°C- ზე მნიშვნელოვნად ზრდის ღვინოში ფენოლური ნივთიერებების კონცენტრაციას და შესაბამისად გულ-სისხლძარღვთა, სიმსივნური და მრავალრიცხოვან სხვა დაავადებათა პრევენციის ეფექტს.

2.ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოსა და უცხოეთში

2.1.მონოგრაფიები:

№	ავტორი/ავტორები	მონოგრაფიის/წიგნისსათაური	გამოცემისადგილი, გამომცემლობა	გვერდებისრაოდენობა
1	ნუგზარ ბალათურია. გენადი ბალათურია	საქართველოს კვებისა და გადამამუშავებელი მრეწველობის ინოვაციური განვითარების სტრატეგია ISBN: 978-9941-0-9095-0	თბილისი, შპს „ბენე“. ციფრული პოლიგრაფიის ოფისი	23
2	Bagaturia N.Sh.	GEORGIAN WINE SCIENCE. <i>Wine formation and ageing on the must</i> ISBN-10:6202667296	Lambert, Academic Publishing. Germany	181
3	Багатурия Н.Ш.	ГРУЗИНСКОЕ ВИНОДЕЛИЕ. ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ISBN: 978-620-2-66729-6	Lambert, Academic Publishing. Germany	241

4	Багатурия Н.Ш.	КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ НАТУРАЛЬНОСТИ АЛКОГОЛЬНЫХ И БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ ISBN-10: 6207803355	Lambert, Academic Publishing. Germany	164
5	Багатурия Н.Ш.	ЭФИРНЫЕ МАСЛА ЛЕКАРСТВЕННЫХ И ПРЯНО - АРОМАТИЧЕСКИХ РАСТЕНИЙ ISBN: 978-620-0-65085-6	Lambert, Academic Publishing. Germany	377
6	Багатурия Н.Ш.	МОЙКА ВИНОГРАДА. ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ISBN: 978-9941-8-2623-8	Lambert, Academic Publishing. Germany	78
7	გენადი ბადათურია	სახელმწიფო-კერძო პარტნიორობა. რეალიზაციის ფორმები აგროსამრეწველო კომპლექსში ISBN: 978-9941-8-2084-7	თბილისი, შპს „ბენე“. ციფრული პოლიგრაფიის ოფისი	131
8	მ.ხოსიტაშვილი	აბორიგენული და ინტროდუცირებული ვაზის ჯიშების წითელ ყურძენში ფენოლური სიმწიფის ინდექსის შესწავლა და გავლენა წითელი ღვინის ხარისხზე ISBN: 978-9941-8-2257-5	გამომცემლობა „არტანუჯი“	195
<p>ანოტაციები (ქართულ ენაზე)</p> <p>1. ნაშრომში განხილულია შემდეგი საკითხები: 1) საქართველოს კვებისა და გადამამუშავებელი მრეწველობის ტექნოლოგიური განვითარების სტრატეგია; კვების პროდუქტების ხარისხისა და უვნებლობის მდგომარეობა და</p>				

- განვითარების პერსპექტივები შესახებ საქართველოში; 3) ინოვაციური ტექნოლოგიების ათვისებისა და სამრეწველო დანერგვის ორგანიზაციულ-სამართლებრივი რეგულირება;
2. მრავალწლიანი გამოკვლევის შედეგებზე დაყრდნობით, მონოგრაფიაში პირველადაა აღწერილი თეთრი ღვინოების დურდოზე ალკოჰოლური დუღილისას მიმდინარე ფიზიკურ - ქიმიური გარდაქმნები. მიღებულ შედეგებზე დაყრდნობით დამუშავებულია ქართული ტიპის ღვინოების მეცნიერული საფუძვლები;
 3. მონოგრაფიაში წარმოდგენილია ქართული ტიპის ღვინოების წარმოების თეორია და პრაქტიკა. აღწერილია ბიო ღვინისა და ბიო ალკოჰოლიანი სასმელების წარმოების ინოვაციური ტექნოლოგიები. მოყვანილია ღვინის მრეწველობის ნარჩენების ქიმიურ-ტექნოლოგიური დახასიათება და მათი უტილიზაციის პრინციპულად ახალი ტექნოლოგიები
 4. საქართველოს კვების მრეწველობის სამეცნიერო - კვლევით ინსტიტუტში შესრულებულ მრავალწლიან გამოკვლევის შედეგებზე დაყრდნობით, შემოთავაზებულია ღვინის, ალკოჰოლიანი და უალკოჰოლო სასმელების ნატურალობის შეფასების ფიზიკურ-ქიმიური კრიტერიუმები;
 5. მონოგრაფიაში პირველად იქნა აღწერილი და ახსნილი მცენარეული ნედლეულიდან ეთეროვანი ზეთების დისტილაციის პროცესის მექანიზმი. კვლევის მიღებულ შედეგებზე დაყრდნობით შემოთავაზებულია ნატურალური ეთეროვანი ზეთების წარმოების პრინციპულად ახალი ტექნოლოგია. მოყვანილია 150-ზე მეტი დასახელების ნატურალური ეთეროვანი ზეთის ქიმიურ - ტექნოლოგიური დახასიათება. წარმოდგენილია ეთეროვანი ზეთების გამოყენების რეცეპტურები არომათერაპიის პრაქტიკაში;
 6. ბავშთა კვებისათვის განკუთვნილი ეკოლოგიურად სუფთა ყურძნის წვენის მისაღებად მონოგრაფიაში პირველადაა აღწერილი შხამ-ქიმიკატების გამოყენების გავლენა ყურძნის ნატურალური წვენისა და ღვინის ხარისხზე. დამუშავებულია ნაწნები ფრაქციებით ყურძნის რეცხვის მეცნიერული საფუძვლები. ასევე წარმოდგენილია ღვინის მრეწველობაში ყურძნის რეცხის გავლენის ამსახველი გამოკვლევის შედეგები ტკბილის ფერმენტაციის პროცესსა და ღვინის ხარისხსა და უვნებლობაზე;
 7. საქართველოში გამოუყენებელი რეზერვის მდგომარეობაში არსებული მეორადი ნედლეულის რესურსების ათვისების მიზნით, პირველადაა დასაბუთებული სახელმწიფო - კერძო პარტნიორობის მექანიზმების აქტივიზაციის გზით კვებისა და გადამამუშავებელი მრეწველობის სფეროში არსებული განათლების, მეცნიერებისა და წარმოების რესურსების ამოქმედების მექანიზმები.

სახელმძღვანელოები

№	ავტორი/ავტორები	სახელმძღვანელოს სახელწოდება,	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
---	-----------------	------------------------------	--------------------------------	---------------------

		საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN		
1	ნუგზარ ბაღათურია, ნანა ბეგიაშვილი, გია გოლეტიანი და სხვ.	კვების ინდუსტრიის ინჟინერია და ტექნოლოგიები წიგნი1. სახელმძღვანელო უმაღლესი სასწავლებლების სტუდენტებისათვის ISBN: 978-9941-8-2621-4	თბილისი, შპს „ბენე“. ციფრული პოლიგრაფიის ოფისი	331
2	ნუგზარ ბაღათურია, ნანა ბეგიაშვილი, გია გოლეტიანი და სხვ.	კვების ინდუსტრიის ინჟინერია და ტექნოლოგიები წიგნი1. სახელმძღვანელო უმაღლესი სასწავლებლების სტუდენტებისათვის ISBN: 978-9941-8-2621-4	თბილისი, შპს „ბენე“. ციფრული პოლიგრაფიის ოფისი	379
ანოტაციები				
<p>1. სახელმძღვანელოში მოცემულია კვების პროდუქტების წარმოების ტექნოლოგიური პროცესების მეცნიერული საფუძვლები. აღწერილია კვებისა და გადამამუშავებელი მრეწველობის ძირითად დარგებში მცენარეული ნედლეულისგან ალკოჰოლიანი და უალკოჰოლო კვების პროდუქტების წარმოებაში გამოყენებული თანამედროვე ტექნოლოგიური დანადგარ-მოწყობილობები და მათზე მიმდინარე ტექნოლოგიური პროცესები;</p> <p>2. სახელმძღვანელოში მოცემულია კვების პროდუქტების წარმოების ტექნოლოგიური პროცესების მეცნიერული საფუძვლები. აღწერილია კვებისა და გადამამუშავებელი მრეწველობის ძირითად დარგებში მცენარეული ნედლეულისგან ალკოჰოლიანი და უალკოჰოლო კვების პროდუქტების წარმოებაში გამოყენებული თანამედროვე ტექნოლოგიური დანადგარ-მოწყობილობები და მათზე მიმდინარე ტექნოლოგიური პროცესები;</p>				

3. სტატიები ISSN-ის მითითებით

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათაური, ISSN	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	ნ. ბაღათურია, ნ. ალხანაშვილი, მ. დემენიუკი	ბეგონდარას ხელოვნური შრობისპ როცესის	აგრარულ- ეკონომიკური მეცნიერება და	თბილისი	6

		ოპტიმი-ზაცია,	ტექნოლოგიები, 2020წ., #1-2;		
2	ნ. ბაღათურია, მ. ლოლაძე	ყურძნის გადამუშავების ხერხის გავლენა ღვინისა და ღვინის დისტილატის ხარისხზე ISSN 0130-7061	ჟურნალი „მეცნიერება და ტექნოლოგიები“ 2020, 2(731)	თბილისი, საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის სტამბა http://www.acnet.ge/publicut. htm	6
3	გენადი ბაღათურია	სახელმწიფო - კერძო პარტნიორობის განვითარების პერსპექტივები საქართველოს აგროსამრეწველ ო კომპლექსში	ჟურნალი „მეცნიერება და ტექნოლოგიები“ (სტამბაში)	საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის სტამბა http://www.acnet.ge/publicut. htm	6
4	გენადი ბაღათურია	სახელმწიფო - კერძო პარტნიორობის თეორიული სვლაფუძეები	ჟურნალი „მეცნიერება და ტექნოლოგიები“ (სტამბაში)	საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის სტამბა http://www.acnet.ge/publicut. htm	5
5	გენადი ბაღათურია	ღვინის- მრეწველობის მეორადი ნედლეულის რესურსები და მათი უტილიზა- ციის თანამედროვე ტექნოლოგიები	ჟურნალი „მეცნიერება და ტექნოლოგიები“ (სტამბაში)	საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის სტამბა http://www.acnet.ge/publicut. htm	4
6	გენადი ბაღათურია	მცენარეული ნედლეულის კომპლექსური გადამუშავება. ძირითადი ცნებები და განმარტებები	ჟურნალი „მეცნიერება და ტექნოლოგიები“ (სტამბაში)	საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის სტამბა http://www.acnet.ge/publicut. htm	5
7	გენადი	სახელმწიფო-	ჟურნალი	საქართველოს	4

	ბადათურია	კერძო პარტნიორობის დაფინანსება	„მეცნიერება და ტექნოლოგიები“ (სტამბაში)	მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის სტამბა http://www.acnet.ge/publicut.htm	
8	გენადი ბადათურია	ინოვაციურ სფეროში სახელმწიფო კერძო პარტნიორობა	ჟურნალი „მეცნიერება და ტექნოლოგიები“ (სტამბაში)	საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის სტამბა http://www.acnet.ge/publicut.htm	5
9	გენადი ბადათურია	სახელმწიფო-კერძო პარტნიორობის დაფინანსება	ჟურნალი „მეცნიერება და ტექნოლოგიები“ (სტამბაში)	საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის სტამბა http://www.acnet.ge/publicut.htm	5
10	მ.ორმოცაძე ე.ედებერიძე ლ.კოტორაშვილი ნ. ნემსაძე	ჰიდრატოპექტინის გამოყენება რძემჟავა პროდუქტებში (ISSN 1987-6335)	ჟურნ. „აგრარულ-ეკონომიკური მეცნიერება და ტექნოლოგიები“ N3, 2020წ.	თბილისი	
11	მ.ხოსიტაშვილი მ.ორმოცაძე ლ.კოტორა-შვილი გალექსიძე	შხამ-ქიმიკატების გავლენა ყურძნისა და მისი გადამუშავების პროდუქტების ხარისხსა და უვნებლობაზე (ISBN 978-9941-26-769-7)	International Scientific Conference Chemical and Technological Aspects of Biopolymers CHTAB 2020	თბილისი	
12	მ.ხოსიტაშვილი მ.ორმოცაძე ზ.ბააზოვი მ.მიქიაშვილი	ამინომჟავების შესწავლა ფერმენტირებული ყვავილის მტერიან სუსპენზიაში (ISBN 978-9941-26-769-7)	International Scientific Conference Chemical and Technological Aspects of Biopolymers CHTAB 2020	თბილისი	
13	ნანა ებელაშვილი, ეთერი უთურაშვილი, ინესა კეკელიძე	ფენოლური ნივთიერებები სხვადასხვა ტექნოლოგიური	ჟურნალი საქართველოს საინჟინრო სიახლენი	თბილისი	

		ხერხის გამოყენებით დამზადებულ ნახევრადტკბილ წითელ ღვინოებში	#2, 2020წ.		
14	გ. გრიგოლაშვილი, ე. კალატოზიშვილი, ნ. ილურიძე	ციტრუსების (მანდარინის) გადამუშავების ნარჩენების გამოყენების პერსპექტიული მიმართულებები,	აგრარულ- ეკონომიკური მეცნიერება და ტექნოლოგიები, 2020წ., #1-2;	თბილისი	
15	გ. გრიგოლაშვილი, ე. კალატოზიშვილი, ნ. ილურიძე	კომბინირებულ ცილებში ბიოლოგიური ღირებულების განსაზღვრის მათემატიკური მეთოდი	აგრარულ- ეკონომიკური მეცნიერება და ტექნოლოგიები, 2020წ., #1-2;	თბილისი	
ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)					

ანოტაცია

ბეგქონდარას ხელოვნური შრობის პროცესის ოპტიმიზაცია

ბეგქონდარას, როგორც სანელებელს და როგორც ფუნქციური კვების პროდუქტს, წამყვანი ადგილი უკავია მონოსანელებლებს შორის. ის უმთავრესად მშრალ მდგომარეობაში გამოიყენება, როცა მისი ტენიანობა არ აღემატება 10-14%-ს. მოსავლის აღების პერიოდში ბეგქონდარას ტენიანობა მაღალია და შეადგენს 70-75%-ს, ამიტომ ბეგქონდარას ახლადდაღებული მოსავალი, საწყისი არომატის შენარჩუნებისა და შენახვის მიზნით, სწრაფად უნდა გაშრეს 8-12% ტენიანობამდე. ბეგქონდარას ხელოვნური შრობისათვის შერჩეული იქნა შრობის კონვექციური მეთოდი კონვეირულ საშრობ დანადგარებზე.

ანოტაცია

ყურძნის გადამუშავების ხერხის გავლენა ღვინისა და ღვინის დისტილატის ხარისხზე.

შესწავლილი ყურძნის გადამუშავების ხერხის (ევროპული, იმერული და კახური ხერხები) გავლენა ღვინისა და ღვინის დისტილატის ხარისხზე. დადგენილია, რომ საუკეთესო ხარისხის ღვინო და ღვინის დისტილატი მიიღება ყურძნის იმერული ხერხით გადამუშავებისას.

ანოტაცია

სახელმწიფო - კერძო პარტნიორობის განვითარების პერსპექტივები საქართველოს აგროსამრეწველო კომპლექსში

აღწერილია ჩვენი ქვეყნის აგრარული სექტორის არასათანადო განვითარების ძირითადი მიზეზები. ამ მიზეზებისა და არსებული რეალიების გათვალისწინებით უნდა გამოინახოს სახელმწიფოსა და ბიზნესს შორის ახალი ურთიერთობების მექანიზმი, რომლის საშუალებით შესაძლებელი გახდება დარგის აღდგენა და შემდგომი ინოვაციური განვითარება. დასაბუთებულია სახელმწიფო - კერძო პარტნიორობის მექანიზმის ამოქმედების აუცილებლობა საქართველოს აგროსამრეწველო კომპლექსში.

ანოტაცია

სახელმწიფო - კერძო პარტნიორობის თეორიული საფუძვლები

გაანალიზებულია სახელმწიფო-კერძო პარტნიორობის ეკონომიკური არსი, პრინციპები და ნიშან-თვისებები. დარგის ინოვაციური განვითარებისათვის, შემოთავაზებულია აგროსამრეწველო სფეროში სახელმწიფო-კერძო პარტნიორობის სტრატეგიის შემუშავების პრინციპები და მისი რეალიზაციის ძირითადი მიმართულებები.

ანოტაცია

ღვინის მრეწველობის მეორადი ნედლეულის რესურსები და მათი უტილიზაციის თანამედროვე ტექნოლოგიები

განხილულია მეღვინეობის წამყვან ქვეყნებში ყურძნის მეორადი ნედლეულის გადამუშავების ძირითადი მიმართულებები და მათი გამოყენების პერსპექტივები საქართველოში.

საქართველოში ყოველწლიურად იყრება 30-40 ათასი ტ ღვინის გადამუშავების შედეგად დარჩენილი მეორადი ნედლეული მყარი და თხევადი ნარჩენების სახით. ღვინისაგან განსხვავებით ყურძნის გადამუშავების ნარჩენები გამდიდრებულია ბიოაქტიური, სამკურნალო-პროფილაქტიკური დანიშნულების მქონე ნატურალური კომპონენტებით. გამოუყენებელი რეზერვის მდგომარეობაში არსებული ყურძნის მეორადი ნედლეულის რესურსების ათვისებით მნიშვნელოვნად იზრდება ღვინის წარმოების ეფექტიანობა.

ანოტაცია

მცენარეული ნედლეულის კომპლექსური გადამუშავება. ძირითადი ცნებები და განმარტებები

წარმოდგენილია თანამედროვე შესვლულებები ეკონომიკის სხვადა-სხვა დარგში წარმოების ნარჩენების სფეროში არსებული ტერმინებისა და განმარტებების შესახებ. შემოთავაზებულია კვებისა და გადამამუშავებელი მრეწველობის სფეროში გამოსაყენებელი ტერმინები და განმარტებები წარმოების ნარჩენების, მეორადი ნედლეულისა და თანმდევი პროდუქტების შესახებ.

ანოტაცია

სახელმწიფო-კერძო პარტნიორობის დაფინანსება

მსოფლიო პრაქტიკაში არსებობს ფინანსური მექანიზმების საკმარისი რაოდენობა, რომელთა მეშვეობით ხდება სახელმწიფო-კერძო პარტნიორობის დაფინანსება. ისინი ერთმანეთისაგან განსხვავდება დაფინანსების წყაროებზე დამოკიდებულებით, რომელთაგან მთავარია: სხვადასხვა დონის საბიუჯეტო სახსრები; სახელმწიფო საწარმოებისა და დაწესებულებების სახსრები; სამამულო ეკონომიკის კერძო სექტორის სახსრები; განხილულია საჯარო და კერძო პარტნიორობის (სკპ) პროექტების დაფინანსებასთან დაკავშირებული საკითხები. შემოთავაზებულია საქართველოს აგროსამ-რეწველო კომპლექსში სახელმწიფო-კერძო პარტნიორობის მოწყობის კონკრეტული წინადადებები.

ანოტაცია

ინოვაციურ სფეროში სახელმწიფო-კერძო პარტნიორობა დღევანდელი მდგომარეობა და განვითარების პერსპექტივები

სახელმწიფო-კერძო პარტნიორობის მექანიზმის ამოქმედება პერსპექტიულია ისეთ სფეროებში, როგორცაა უნარჩუნო და მცირენარჩენიანი ტექნო-ლოგიების დანერგვა, ადამიანის ორგანიზმისათვის მავნე საკვები დანა-მატების გამოყენების გამორიცხვა კვების პროდუქტებში და ა.შ., რომელთა განვითარებით ბიზნესი ან არ არის დაინტერესებული, ან სახელმწიფოს გარეშე არა აქვს მონაწილეობის სურვილი პროექტის მნიშვნელოვანი მეც-ნიერებატევადობის, რეალიზაციის ხანგრძლივი პერიოდისა და ამასთან დაკავშირებული რისკების გამო.

გამოკვლეულია საქართველოს ინოვაციურ სფეროში სახელმწიფო-კერძო პარტნიორობის დღევანდელი მდგომარეობა და განვითარების პერსპექტივები. შემოთავაზებულია კონკრეტული რეკომენდაციები და მათი რეალიზაციის მექანიზმები საქართველოს აგროსამრეწველო კომპლექსში.

ანოტაცია

ჰიდრატოპექტინის გამოყენება რემეჯავა პროდუქტებში

დამუშავებულია რემეჯავა პროდუქტების კონსისტენციისა და მდგრადობის გასაუმჯობესებლად მათში დანამატის სახით ჰიდრატოპექტინის (ყურძნის გადამუშავების ნარჩენებიდან მიღებული) გამოყენება. ყურძნის პექტინოვანი ნივთიერებები სხვა სამრეწველო ნივთიერებებიდან მიღებული პექტინებისგან განსხვავდება დაბალი მეტოქსილირების ხარისხით და ამიტომ ყურძნის გადამუშავების ნარჩენები წარმოადგენს საუკეთესო ნედლეულს სამკურნალო პროფილაქტიკური დანიშნულების ექსტრაქტების დასამზადებლად.

ანოტაცია

შხამ-ქიმიკატების გავლენა ყურძნისა და მისი გადამუშავების პროდუქტების ხარისხსა და უვნებლობაზე

ყურძნის წარმოებაზე გავრდილი მოთხოვნებიდან გამომდინარე გასული საუკუნის დასაწყისში, მეცნიერულ-ტექნიკური რევოლუციის შემდეგ, საქართველოს მევენახეობა თანდათანობით გადავიდა სოფლის მეურნეობის ინდუსტრიალიზაციის საფეხურზე. საწარმოო პროცესების შემცირების მიზნით სოფლის მეურნეობა დამოკიდებული გახდა ქიმიურ მრეწველობაზე, რამაც გამოიწვია მავნებელ - დაავადებათა მატება. შესაბამისად გაიზარდა პესტიციდებისა და სხვა ტოქსიკურ ნივთიერებათა გამოყენების ჯერადობა და რაოდენობა ვენახების შესაწამლად. საწვავის მოხმარებამ დააბინძურა გარემო (ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის, მეთანის და აზოტის ქვეყანგის გაფრქვევა); მინერალური სასუქების აქტიურმა ხმარებამ გამოფიტა ნიადაგი, დაარღვია მისი სტრუქტურა, სასოფლო - სამეურნეო პროდუქტებში, ყურძენში აღმოჩნდა დასაშვებ ნორმაზე გაცილებით მეტი ნიტრატი, პესტიციდების ნარჩენი და სხვა; ჩამოთვლილი მიზეზებით გააუარესდა ყურძნის ხარისხი, და საგემოვნო თვისებები. ამან კი ნეგატიურად იმოქმედა გარემოზე და ადამიანის ჯანმრთელობაზე, ხელი შეუწყო სხვადასხვა მძიმე დაავადებების გავრცელებას და მატებას.

ანოტაცია

ამინომჟავების შესწავლა ფერმენტირებული ყვავილის მტვრიან სუსპენზიაში

სტატიაში წარმოდგენილია ჰიდროლიზებული ყვავილის მტვრიან სუსპენზია, რომელშიც განისაზღვრა თვისობრივი და რაოდენობრივი ამინომჟავების შემადგენლობა თხევადი ქრომატოგრაფიის მეთოდით ანალიზმა აჩვენა, რომ იგი შეიცავს 16 ამინომჟავას, მათ შორის ძალიან მცირე რაოდენობით იყო სერინი (0,9%) და იზოლეიცინი (2%). ეს სუსპენზია შეიცავს გლუტამინის მჟავას ყველაზე დიდ რაოდენობას. სხვა ამინომჟავები რაოდენობრივი იყო მათ შორის.

ექსპერიმენტმა აჩვენა, რომ ფერმენტირებული ყვავილის მტვრის სუსპენზია შეიცავს ამინომჟავის დიდ რაოდენობას, რომელიც აუცილებელია საფუარისთვის ალკოჰოლის დუღილისთვის. იგი საშუალებას გვაძლევს გამოვიყენოთ ყვავილების მტვრის ფერმენტირებული სუსპენზია თაფლის ნარეგების დუღილის დროს საფუარის გასააქტიურებლად.

ანოტაცია

ფენოლოური ნივთიერებები სხვადასხვა ტექნოლოგიური ხერხის გამოყენებით დამზადებულ ნახევრად ტკბილ წითელ ღვინოებში

გამოკვლეულია სხვადასხვა ტექნოლოგიური ხერხის გამოყენებით დამზადებული ნახევრადტკბილი წითელი ღვინოების ფენოლოური ნივთიერებები. კვლევის ობიექტები იყო საფერავიდან დამზადებული ნახევრადტკბილი ღვინის საკონტროლო და საცდელი ნიმუშები. საკონტროლო ნიმუში დამზადდა სტანდარტული ტექნოლოგიით; საცდელი ნიმუშის ოთხი ვარიანტი დამზადდა ფენოლოური ნივთიერებების კონცენტრაციის გაზრდის ტექნოლოგიური ხერხების ცალ-ცალკე და კომბინირებული გამოყენებით: ალკოჰოლური დუდილის ჩატარების წინ, დურდოდან ტკბილის სხვადასხვა ნაწილის მოკლება; დურდოს გაცხელება. დადგენილია, რომ ფენოლოური ნივთიერებების რაოდენობა მაღალია იმ საცდელ ნიმუშში, რომლის დამზადებისას გამოყენებული იყო ტექნოლოგიური ხერხები: ალკოჰოლური დუდილის ჩატარების წინ კლერტგაცლილი დურდოდოდოს მოცულობის ნახევარი ტკბილის მოკლება და დარჩენილი დურდოს გაცხელება 65°C- ზე. ნიმუშებში ფენოლოური ნივთიერებების ჯამური რაოდენობის გამოკვლევა ჩატარდა ფოლინ-ჩოკალტეუს რეაქტივის გამოყენებით; მალვიდინ-3-გლუკოზიდის, ფენოლკარბომჟავების, კატეხინების და ვანილინის ალდეჰიდის რაოდენობის გამოკვლევა - მაღალეფექტური სითხური ქრომატოგრაფიის მეთოდის გამოყენებით. საცდელ ნიმუშში საკონტროლოსთან შედარებით მაღალია: ფენოლოური ნივთიერებების ჯამური რაოდენობა - 83.8%-ით, მალვიდინ-3-გლუკოზიდის რაოდენობა - 52.6%-ით, ფენოლკარბომჟავების ჯამური რაოდენობა - 82.4%-ით, კატეხინების ჯამური რაოდენობა, - 2-ჯერ, ვანილის მჟავის რაოდენობა - 3.5-ჯერ; ვანილინის ალდეჰიდის რაოდენობა - 45,9%-ით; საცდელი ნიმუშში საკონტროლოსთან შედარებით მაღალია სადეგუსტაციო შეფასების მაჩვენებელიც.

ანოტაცია

ციტრუსების (მანდარინის) გადამუშავების ნარჩენების გამოყენების პერსპექტიული მიმართულებები

შემუშავებულია მანდარინის საწარმოო გადამუშავების ნარჩენების უნარჩენო ტექნოლოგიური მეთოდი, მისგან ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების მიღებით. განსაზღვრულია მიღებული პროდუქტების გამოყენების არეალი.

ანოტაცია

კომბინირებულ ცილებში ბიოლოგიური ღირებულების განსაზღვრის მათემატიკური მეთოდი, აგრარულ-ეკონომიკური მეცნიერება და ტექნოლოგიები

შემუშავებულია სხვადასხვა ცილის წარმოების ურთიერთკომბინირებისას ბიოლო-გიური ღირებულების განსაზღვრის მეთოდი, რომელიც საშუალებას იძლევა დადგინდეს ოპტიმალური შეფარდებების განსაზღვრა კომპონენტებს შორის.

**ინსტიტუტის თანამშრომელთა სხვა
მნიშვნელოვანი აქტივობები**

1. ინსტიტუტის მთავარმა მეცნიერ-მუშაკმა მედეა ორმოცაძემ სსიპ იაკობ გოგება-შვილის სახელობის თელავის სახელმწიფო უნივერსიტეტში მოქმედი საერთა-შორისო პროექტის „გლობალური ქსელების ჩამოყალიბება აგრარულ მეცნიერებასა და მევენახეობა-მეღვინეობის მიმართულებით- ინტერნაციონალიზაცია ერთობ-ლოვი პროგრამების მეშვეობით –598507-EPP-1-2018-1-ES-EPPKA2-CBHE-JP A Global Network for Agricultural Sciences and Viniviculture: Internationalising through Joint Programmes – VITAGLOBAL” პროექტში მონაწილეობა - მკვლევარი/ტრენერი . პროექტის ფარგლებში მოხდა სილაბუსის „თანამედროვე ტენდენციები ღვინის მიკრობიოლოგიაში, ღვინის უვნებლობა და უსაფრთხოება“ შედგენა, ლიტერატურული წყაროების მოძიება, რისთვისაც მონაწილეობა მივიღე 6 საერთა-შორისო ზუმის მეშვეობით ჩატარებულ შეხვედრაზე. ასევე ამა წლის 15 ოქტომბერს თელავის სახელმწიფო უნივერსიტეტში ჩატარდა პროექტის პრეზენტაცია, სილაბუსი წარედგინა უნივერსიტეტის სტუდენტებს და პროექტში მონაწილე ყველა დაინტერესებულ უნივერსიტეტებს. პრეზენტაცია იყო საერთაშორისო, ონლიან შეხვედრის მეშვეობით პროექტის წარდგინებას დაესწრნენ პროექტში მონაწილე ჩილისა და არგენტის უნივერსიტეტების წარმომადგენლები. ამა წლის 17 დეკემბერს კი შედგება ონლიან ქოუჩინგი. ამა წლის 15 დეკემბერს მონაწილეობას ღებულობს Vita Global - TESAU Online Training Workshop - University - Industry Cooperation: Georgian case studies – December 15th.
2. მეცნიერული სიახლეების წარმოებაში დანერგვის განყოფილების გამგემ, დოქტო-რანტმა გენედი ბაღათურამ მონაწილეობა მიიღო ოჟიოს ღვინის ქარხანაში ქვევრის ღვინის ახალი ტექნოლოგიის საწარმოო მასტაბით დანერგვაში. წარმოებულ იქნა 30 ტონა ღვინო. მიღებული პროდუქცია რეალიზებულ იქნა ჩინეთის ბაზარზე. ოჟიოს ქარხანაში წარმოებული სხვადასხვა ტიპის ღვინოები წარდგენილ იქნა საერთა-შორისო კონკურსზე, სადაც ღვინოებმა დაიმსახურა 4 მედალი: 1 ოქროს, ორი ვერცხლისა და 1 ბრინჯაოს მედალები (იხ.დანართი).
 - გენადი ბაღათურას უშუალო ხელმძღვანელობით საქართველოში მიმდინარეობს დანერგვითი სამუშაოები ნუმის კულტურის ინტროდუქციის საკითხებზე. საექსპორტო პროდუქციის ზრდის თვალსაზრისით პერსპექტიული ამ ახალი კულტურის პლანტაციები გაშენდა (თავისი წვეთოვანი სარწყავი სისტემით) შემდეგ რეგიონებში: კოდა (6 ჰა), ტიბანაი
 - (1 ჰა); გრძელდება დანერგვითი სამუშაოები თელეთში (62 ჰა), ბოლნისში (82 ჰა), მარნეულში (182 ჰა), გარდაბანში (250 ჰა);
 - გენადი ბაღათურას უშუალო ხელმძღვანელობით კახეთის სხვადასხვა რეგიონში 300 ჰექტარზე მოეწყო ვენახების სარწყავი სისტემები;

- მისი უშუალო ინიციატივით შეიქმნა აგრონომების სკოლა, სადაც ახალგაზრდა სპეციალისტებს უტარდება ტრენინგი ესპანელი და თურქი აგრონომების მონაწილეობით;
- გენადი ბალათურამ მოიპოვა სახელმწიფო გრანტი, რომლის შესაბამისად ჩატარდა წყლის სარეაბილიტაციო სამუშაოები კახეთის 3 სოფელში.

დანართი



სამეცნიერო-სასწავლო და საწარმოო ცენტრი “ანალიზხელსაწყო”

2020 წლის სამეცნიერო-ტექნიკური ანგარიში

ხელმძღვანელი – გენერალური დირექტორი **თამაზ ძაგანია**, პროფესორი, ტექნიკურ მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორი, საინჟინრო აკადემიის აკადემიკოსი.

მთავარი ინჟინერი – თ. სურმავა

დირექტორის მოადგილე – ე. ბუცხრიკიძე, ტექნიკურ მეცნიერებათა დოქტორი

მთავარი მეცნიერ-თანამშრომელი – ვ. ფადიურაშვილი, პროფესორი, ტექნიკურ მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორი, საინჟინრო აკადემიის და ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი.

მთავარი მეცნიერ თანამშრომელი **ზ.ჯოხარიძე**, ტექნიკურ მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორი.

მთავარი მეცნიერ-თანამშრომელი **ზ.აზმაიფარაშვილი**, პროფესორი, ტექნიკურ მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორი.

მენეჯერი – ი. ოკონოვა

ტექნიკური უზრუნველყოფის სამსახურის უფროსი – ვ. მამალაძე

ლაბორატორიის უფროსი – ლ. ზერეკიძე

ლაბორანტი – გ. ბოჭორიშვილი

ლაბორანტი – ვ. გრძელიშვილი

ლაბორანტი – პ. ცაბუტაშვილი

1. პატენტები

1.1 დამუშავდა და გაფორმდა გამოგონება თემაზე „სადეზინფექციო და თერმოსკრინინგის ინტეგრირებული მოდული“

გამოგონების ტექნიკური შედეგია ის, რომ მასში ადამიანის ტემპერატურის გაზომვითა და ტემპერატურის გაზომვის სრული ციკლის კალიბრების შესაძლებლობით, მიიღწევა გაზომვის მაღალი სიზუსტე, რაც თავის მხრივ გამორიცხავს ადამიანებთან ურთიერთობაში თერმოსკრინინგის არასაიმედო შედეგით გამოწვეულ შესაძლო შეცდომებსა და მასთან დაკავშირებულ უხერხულ სიტუაციებს.

ავტორები: ა. ფრანგიშვილი, თ.ძაგანია, დ.თავხელიძე, ე.ბუცხრიკიძე, ზ.აზმაიფარაშვილი, მ. ჯანიკაშვილი

1.2 დამუშავდა და გაფორმდა გამოგონება თემაზე „სპეციალური საჭიროების მქონე პირებისათვის განკუთვნილი კიბეზემავალი მუხლუხა სატრანსპორტო საშუალების კიბის მარშიდან კიბის ბაქანზე მდოვრად გადასვლის მექანიზმი“

კიბეზემავალი მუხლუხა სატრანსპორტო საშუალება, რომელიც შეიცავს შეზღუდული შესაძლებლობების პირთა ეტლის ფიქსაციისა და გადატანის შესაძლებლობის მუხლუხა ამძრავიან პლატფორმას, განსხვავდება იმით, რომ მუხლუხა ამძრავიან პლატფორმის გვერდულეზე სახსრულად დამაგრებულია ხუთრგოლა ბერკეტული მექანიზმები, ერთმანეთთან კინემატიკურად დაკავშირებული რგოლებით, ამასთან ბოლო რგოლები წარმოადგენენ მუხლუხა ღვედების მიმმართველებს, ხოლო ამობრუნებული ფორმის რგოლი გვერდულეებთან დაკავშირებულია მბრუნავ კინემატიკური წყვილებით და ზამბარების საშუალებით, რაც უზრუნვეყოფს კიბეზემავალი მუხლუხა სატრანსპორტო საშუალების კიბის მარშიდან კიბის ბაქანზე მდოვრედ გადასვლას.

ავტორები: დ.თავხელიძე, მ.ჯანიკაშვილი, ზ.ღვინიაშვილი, ვ.ქირია, თ.ძაგანია.

1.3. დამუშავდა და გაფორმდა გამოგონება თემაზე „ვენახის სეტყვისაგან დამცავი მოწყობილობა“

ვენახების და მსხმოიარე ხეების სეტყვისაგან დაცვის საშუალება, რომელიც შეიცავს სეტყვისაგან დამცავი ბადის გაშლისა და დაკეცვის მოწყობილობას, განსხვავდება იმით, რომ ვენახის პლანების სადგარებზე სახსრულად დამაგრებულია ბერკეტები, რომელთა ბოლოებში გაყრილია და ჩამაგრებულია განაპირა ბაგირები, რომლებზეც ასევე დამაგრებულია სეტყვის საწინააღმდეგო ბადე. თავის მხრივ განაპირა ბაგირების ერთი ბოლო დაკავშირებულია ტვირთთან, ხოლო მეორე დაკავშირებულია დამჭიმავ ჭაღთან ხრუტუნა მექანიზმით, რომლის მოქმედებაში მოყვანა წარმოებს სარეკელას გაწევით ელექტრომაგნიტური ჭოკის საშუალებით. სეტყვის საწინააღმდეგო ბადის გაშლა და დაკეცვა წარმოებს ბერკეტების შემობრუნებით თავისი ღერძის გარშემო, რომელთა მოძრაობაში მოყვანა წარმოებს ტვირთის ვარდნით, ხოლო საწყის მდგომარეობაში დაბრუნება ხდება დამჭიმავი ჭაღის მობრუნებით სახელურის მეშვეობით.

ავტორები: დ.თავხელიძე, მ.ჯანიკაშვილი, ზ.ღვინიაშვილი, თ.ძაგანია, ო.თედორაძე.

1.4. დამუშავდა და გაფორმდა გამოგონება თემაზე „სპეციალური საჭიროების მქონე პირებისათვის განკუთვნილი კიბეზე გადასაადგილებელი პლატფორმის ამძრავი“.

კიბის მარშზე გადასაადგილებელი პლატფორმა, რომელიც შეიცავს შეზღუდული შესაძლებლობის პირთა ეტლის ფიქსაციისა და გადატანის შესაძლებლობის ბაგირით ამძრავიან პლატფორმას, განსხვავდება იმით, რომ პლატფორმის გვერდითი კორპუსის უკანა მხარეს

დამაგრებულ ელექტრო ამძრავს ბრუნვით მოძრაობაში მოჰყავს დოლი, რომელზეც ოთხ რიგად დახვეულია ბაგირი, რის ბოლოებიც მისი მუდმივი დაჭიმულობის უზრუნველყოფის მიზნით ჩამაგრებულია კიბის მარშის ბოლოებში ზამბარების საშუალებით. პლატფორმის გადაადგილება წარმოებს ბაგირის ხვიებსა დოლს შორის წარმოქმნილი ხახუნის ძალის მოქმედების საფუძველზე. ამასთან პლატფორმის მდგრადი გადაადგილებისათვის პლატფორმის კორპუსის უკანა მხარეს დამაგრებულია გორგოლაჭების სისტემა, რომელითაც პლატფორმა გადაადგილდება მილის კვეთის მქონე ორ მიმმართველზე.

ავტორები: დ.თავხელიძე, მ.ჯანიკაშვილი, თ.ძაგანია.

2. პუბლიკაციები, სტატიები, შრომები

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის დასახელება	ჟურნალის/კრებულის № წელი	ჟურნალის/კრებულის დასახელება გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	ვ.ფადიურაშვილი ზ.აზმაიფარაშვილი, გ.ჯანაშვილი ზ.ფადიურაშვილი	ამიაკის სინთეზის ნახმარი კატალიზატორის გამოყენება სადეზინფექციო სითხეების მომზადებისას	N 2(30) 2020 წელი	შრომები მართვის ავტომატიზირებული სისტემები	3
განხილულია სადეზინფექციო სითხეების მომზადების ტექნოლოგიურ პროცესში ამიაკის სინთეზის ნახმარი(ნაყარი) კატალიზატორის გამოყენების ანალიზი, მისი მომზადების ტექნოლოგია, შემადგენლობა და გამოყენების სფერო/ აღსანიშნავია, რომ სადეზინფექციო საშუალებები წარმოადგენს ელემენტთა კომპოზიციას დაბალანსებული ფორმულის საფუძველზე, რომელიც აერთიანებს რამდენიმე აქტუალურ მოქმედ ნივთიერებას. ერთერთეთ ასეთ დანამატად ვიყენებთ ამიაკის სინთეზის ნახმარ კატალიზატორს, რომელიც ააქტიურებს კომპოზიციის ელემენტთა შემადგენლობას ეფექტური დეზინფექციის თვალსაზრისით.					
2	ზ.აზმაიფარაშვილი, გ.მურჯიკნელი, ი.პარშუტკინი,	დამხმარე სახელმძღვანელო: ანალოგური და ციფრული	2020 წელი თბილისი	თბილისი საგამომცემლო სახლი ტექნიკური უნივერსიტეტი	252

		ელექტრონული სქემების კომპიუტერული მოდელირება			
განხილულია სხვადასხვა ტიპის ელექტრონული სქემების კომპიუტერული მოდელირების საკითხები, სადაც გამოკვეთილია მიკროპროცესორული ჩიპები და ინდიკატორები.					
3	ბ.ბენდელიანი, ზ.აზმაიფარაშვილი, გ.ბოკუჩავა, გ.დგებუაძე, ი.მეცხვარიშვილი	შრომა“თხევადი აზოტის დონის და ტემპერატურის ვირტუალური გამზომი“	2020 წელი თბილისი	საქართველოსნაციონ ალური აკადემიის გამომცემლობის ბიულეტენი	7
განხილულია თხევადი აზოტის დონისა და ტემპერატურის ვირტუალური გამზომი, მისი დადებითი და უარყოფითი თვისებები.					
4	ზ.აზმაიფარაშვილი, მ.ბალიაშვილი	დამხმარე სახელმძღვანელო „ელექტრონული მოწყობილებების დაპროექტება Easy EDA-ს გარემოში.	2020 წელი თბილისი	თბილისი საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი	75
განხილულია ელექტრონული მოწყობილებების დაპროექტება Easy EDA გარემოში, მისი დადებითი და შესაძლო უარყოფითი შედეგები.					
5	ბ.ბენდელიანი, ზ.აზმაიფარაშვილი, გ.ბოკუჩავა, გ.დგებუაძე, ი.მეცხვარიშვილი	შრომა: “ვაკუმეტრის მაკონტროლებელი თერმოწყვილურ გადაძწოდთან ერთად“	2020 წელი თბილისი	ილია ვეკუას სახელობის ფიზიკო- ტექნიკური ინსტიტუტი	5

განხილულია LABVIEW-ის ბაზაზე ვაკუუმმეტრის ვირტუალური მაკონტროლბრლი, სადაც ხმარობენ თერმოწყვილურ გადამწოდს. გარჩეულია მისი დადებითი და შესაძლო უარყოფითი თვისებები.

სხვა აქტივობა

გარდა ზემოთაღნიშნულისა სამეცნიერო-სასწავლო და საწარმოო ცენტრ „ანალიზხელსაწყო“-ში 2020 წელს შესრულდა შემდეგი სამუშაოები:

მიუხედავად კორონა ვირუსთან დაკავშირებული სირთულეებისა, სტუ-ს სსსც „ანალიზხელსაწყოში“ 2020 წელს ჩატარებულია სამეცნიერო, საპროექტო და საინჟინრო კვლევები, დამუშავებულია აქტუალური ევროპული სტანდარტების მოთხოვნების შესაბამისი კონკურენტუნარიანი ანალიტიკური ხელსაწყოები, გამოქვეყნებულია სამეცნიერო სტატიები, ჩაბარებულია საპატენტო განაცხადები გამოგონებაზე. გაკეთებულია მოხსენებები კონფერენციებზე და სამეცნიერო საბჭოზე.

სსსც „ანალიზხელსაწყო“ თავისი საქმიანობის განვითარებისა და გაფართოების მიზნით თანამშრომლობს როგორც სტუ-ს დეპარტამენტებთან და ფაკულტეტებთან აგრეთვე სხვადასხვა ორგანიზაციებსა და წარმოებებთან, სხვადასხვა უწყებების ლაბორატორიებთან.

- დამთავრდა დამუშავებული და დამზადებული აგრესიული ხსნარების ნაკადში კონცენტრაციის არაკონტაქტური მეთოდით განმსაზღვრელი ხელსაწყო საკვლევი გამოცდები და გრძელდება მისი მიკროპროცესორული ტექნოლოგიური ვარიანტით დამუშავება, რაც საშუალებას იძლევა ერთ ხელსაწყოში ჩაწერილ იქნას და შესაბამისად საჭიროების შემთხვევაში გაიზომოს რამოდენიმე აგრესიული ნივთიერების (აქტიური ტუტეების, მჟავებისა და მარილების) კონცენტრაცია. სამუშაო სამეცნიერო-კვლევით ეტაპზეა, რომლის დამთავრების შემდეგაც განხორციელდება მისი დამზადება და გამოცდა. ხელსაწყოს გამოყენების სფეროებია ენერგეტიკა, ტყავის წარმოება და სახალხო მეურნეობის ის დარგები სადაც მიმდინარე ტექნოლოგიური პროცესები საჭიროებს აგრესიული ნივთიერებების კონცენტრაციის ოპერატიულ გაზომვას.
- ხორციელდება სსსც „ანალიზხელსაწყოში“ დამუშავებული და დამზადებული სხვადასხვა პირობებში ნიადაგის ტემპერატურისა და ტენიანობის ავტომატურად განმსაზღვრელი ხელსაწყო საწარმო-ექსპერიმენტული გამოცდა, რის საფუძველზე მოხდება მისი გადაწყვანა მიკროპროცესორულ ვარიანტზე, რაც გააუმჯობესებს ხელსაწყოს სერვის-ფუნქციებს, როგორებიცაა ნაკვეთების ნომრებისა და ნიადაგის ტიპის დამახსოვრება,

- დაკალიბრების შედეგების შენახვა, გაზომვის შედეგების ავტომატურ რეჟიმში დამუშავება და დამახსოვრება, სხვა მოწყობილობებზე (მაგ. კომპიუტრზე) გადაცემა და სხვა.
- დამუშავდა და დამზადდა სადენინფექციო და თერმოსკრინინგის ინტეგრირებული მოდული, მიმდინარეობს მისი ექსპერიმენტალური გამოცდა, რის შემდეგაც განხორციელდება მისი მომზადება სერიული წარმოებისათვის. ხელსაწყოს ტექნიკური შედეგია ის, რომ მასში ადამიანის ტემპერატურის გაზომვის სრული ციკლის კალიბრების შესაძლებლობით, მიიღწევა გაზომვის მაღალი სიზუსტე, რაც თავის მხრივ გამორიცხავს ადამიანებთან ურთიერთობაში, თერმოსკრინინგის არასაიმედო შედეგებით გამოწვეულ შესაძლო შეცდომებსა და მასთან დაკავშირებულ უხერხულ სიტუაციებს. მოდულის მუშაობის მართვის სქემის ფუნქციონირება დამყარებულია მასში მიკროკონტროლერის გამოყენებაზე, რაც სწორად ჩამოყალიბებული ალგორითმისა და შესაბამისი პროგრამული უზრუნველყოფის გამოყენებით, საშუალებას იძლევა განხორციელდეს მოდულის ფუნქციონირების ოპერატიული მართვა და ტემპერატურის უკონტაქტო გაზომვის მთელი ციკლის კალიბრება, რაც თავის მხრივ ზრდის ტემპერატურის გაზომვის სიზუსტეს.
 - სსსც „ანალიზხელსაწყოში“ სტუ-ს მეცნიერების დეპარტამენტის სამუშაო ჯგუფთან ერთად (აკადემიკოსი დ.თხეილიძე, პროფესორი მ.ჯანიკაშვილი) განხორციელდა სექციისაგან დამცავი მოწყობილობის დამუშავება, დამზადდა საცდელი დანადგარი და მიმდინარეობს მისი საველე პირობებში გამოცდისათვის მომზადება.
 - სტუ-ს მეცნიერების დეპარტამენტის სამუშაო ჯგუფთან ერთად (აკადემიკოსი დ.თხეილიძე, პროფესორი მ.ჯანიკაშვილი) გრძელდება უნარშეზღუდული პირებისათვის კიბეზე გადაადგილების საშუალების(კიბემავალის) დახვეწა და სასიგნალო ეგზემპლიარის გამოცდისათვის მომზადება.
 - ბელარუსთან სამთავრობო ხელშეკრულების ფარგლებში ბელორუს სპეციალისტებთან ერთად გრძელდება ლიფტების ახალი დეტალების ათვისება და წარმოების ორგანიზაცია.
 - შპს „TRANSFORMABLE STRUCTURES GEORGIA“-სთან ერთად მიმდინარეობს რამდენიმე პროექტის ერთობლივი დამუშავება და წარმოების მომზადება პროექტების განხორციელების მიზნით.
 - მთიანი რეგიონების საჯარო სკოლების დასახმარებლად გაგრძელდა შერჩევა და მომზადება მოსწავლეთათვის საინტერესო ლექციების ციკლისა და ფიზიკო-ქიმიური ლაბორატორიების უსასყიდლოდ აღჭურვისათვის სსსც „ანალიზხელსაწყოში“ დამუშავებული და დამზადებული ხელსაწყოებით.
 - სსსც „ანალიზხელსაწყოში“ რეგულარულად მიმდინარეობს ახლად დამუშავებული ხელსაწყოების ქართულენოვანი ტექნიკური დოკუმენტაციის მომზადება, რაც მოიცავს ხელსაწყოს პასპორტის შედგენას, კალიბრების მეთოდისა, ანალიზის შესრულების მეთოდებისა და მისი მსვლელობის აღწერას.
 - საქართველოსა და სტუ-ს გამოცხადებული საგრანტო კონკურსებისათვის მიმდინარეობს ცენტრის თემატიკის შესატყვისი მასალების მომზადება.

- ცენტრში 2020 წელს შესრულებულ სამუშაოებზე მომზადდა საპატენტო მასალები და გადაეცა სტუ-ს სათანადო განყოფილებას გასაფორმებლად. მომზადდა და გადაეცა სამეცნიერო სტატია საერთაშორისო ჟურნალში გამოსაქვეყნებლად.
- სტუ-ს მეცნიერების დეპარტამენტის თანამშრომელთა მონაწილეობით განხორციელდა ვერტიკალურ ფერმაში გამოყენებული საკვები ხსნარებისა და ვერმისასუქის მახასიათებლების შესწავლა, მონაცემთა შედარება, მიღებული შედეგებისა და საინჟინრო გათვლების საფუძველზე დამზადდა ვერტიკალური ფერმის მაკეტი, რომელიც მზადაა გამოსაყენებლად.
- სტუ-ს დეპარტამენტებისა და სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტების სამეცნიერო პოტენციალთან ერთად რეგულარულად მიმდინარეობს კვლევით სამუშაოებში მონაწილეობა, მიღებულ შედეგებზე დაყრდნობით ანალიზხელსაწყოს ტექნოლოგიური ბაზის გამოყენებით სიახლეთა დამუშავება და გამოყენება.
- ცენტრის გენერალური დირექტორის მოადგილე, ტმდ ე.ბუცხრიკიძე მიწვეულია სსიპ“აკრედიტაციის ერთიანი ეროვნული ორგანო-აკრედიტაციის ცენტრში“ ტექნიკური შემფასებლის(ექსპერტის) რანგში და იგი მონაწილეობას ღებულობს საერთაშორისო სტანდარტების (ISO17025, ISO17020, ISO 17043) შესაბამისობაზე სხვადასხვა ტიპის ლაბორატორიების აკრედიტაციასა და მონიტორინგის სამუშაოებში.
- ცენტრის მთავარი მეცნიერ მუშაკი, პროფესორი ვ.ფადიურაშვილი მიწვეულია მეტროლოგიის ინსტიტუტის სამეცნიერო საბჭოს სპეციალური კომისიის მუდმივ წევრად.
- ცენტრის მიერ შესრულდა სტუ-ს სამშენებლო ფაკულტეტის ჰიდრაულიკის სასწავლო ლაბორატორიის ხელსაწყო-დანადგარების სააღდგენო-სარეაბილიტაციო სამუშაოები, კერძოდ:
 1. ბერნულის განტოლების საილუსტრაციო ექსპერიმენტული დანადგარი;
 2. სითხის მოძრაობის რეჟიმების შესასწავლი ექსპერიმენტული დანადგარი;
 3. მილსადენებში ჰიდრაულიკური დანაკარგების შესასწავლი ექსპერიმენტული; დანადგარი;
 4. ხვრეტებიდან და ნაცმებიდან სითხის გამოდინების შესასწავლი დანადგარი.
- ცენტრის სპეციალისტების მიერ შესრულდა მრავალფუნქციური მეტეოსადგურის ახალი ვარიანტის მექანიკური ნაწილების ესკიზები, მომზადდა წარმოება მათი დამზადებისათვის.
- სტუ-ს მეცნიერების დეპარტამენტის თანამშრომლებთან ერთად შესრულდა შეზღუდული შესაძლებლობების მქონე პირთათვის განკუთვნილი დახრილ სიბრტყეზე გადასადგილებელი ამწე მოწყობილობის ერთობლივი პროექტის დამუშავება, გაფორმდა საპატენტო განაცხადი, მომზადდა წარმოება მისი განხორციელებისათვის.
- სტუ-ს მეცნიერების დეპარტამენტის თანამშრომლებთან ერთად დამუშავდა შეზღუდული შესაძლებლობების მქონე პირთათვის განკუთვნილი ვერტიკალურად გადასადგილებელი ამწე-პლატფორმის ერთობლივი პროექტი. მზადდება წარმოება პროექტის განსახორციელებლად.

- ცენტრმა შპს „ბიოფარმის“ დაკვეთით და წარმოდგენილი ტექნიკური დავალების შესაბამისად დაამზადა და მიაწოდა იონშომი ხელსაწყო II-120.1, ჩაატარა მისი გამოცდა, უზრუნველყო მისი მომხმარებელზე ჩაბარება და „ბიოფარმის“ ტექნიკური პერსონალის სწავლება..
- სსსც „ანალიზხელსაწყო“ კოლექტივმა გაანალიზა ცენტრის საქმიანობა, მის წინაშე მდგომი ამოცანები, დაწყებული გარდამავალი სამუშაოები, აქტუალური საკითხები, რომელიც დგას სახალხო მეურნეობის სხვადასხვა დარგების წინაშე და ჩამოაყალიბა მომავალი პერსპექტიული სამუშაოები.