

**ვლადიმერ ჭავჭავანიძის სახელობის
კიბერნეტიკის ინსტიტუტი**

**2017 წლის
სამეცნიერო ანგარიში**

N1 მათემატიკური კიბერნეტიკის განყოფილება

განყოფილების უფროსი – გრიგორ გიორგაძე, ფმმდ;

* სამეცნიერო ერთეულის პერსონალური შემადგენლობა:

რ.გრიგოლია, მთ.მეც.თან.

ნ.ტყემალაძე, უფ.მეც.თან.

გ.ბოლოთაშვილი, უფ.მეც.თან.

რ.ქურდიანი, უფ.მეც.თან.

მ.ელიზბარაშვილი, მეც.თან.

ფ.ალშიბაია, მეც.თან.

ვ.ჟღამაძე, მეც.თან.

რ.ლიპარტელიანი, მეც.თან.

გ.ფრუიძე, მეც.თან.

ნ.ჩხიკვაძე, უფ.პროგრ.

დ.გოშაძე, უფ.პროგრ.

მ.ქურიძე, პროგრ.

ვ.ჯიხვაშვილი, უფ.პროგრ.

ვ.ჯიქია, უფ.ლაბ.

**I. 1. საქართველოს სახელმწიფო ბიუჯეტის მიერ დაფინანსებული 2017 წლის
გეგმით შესრულებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები
(ეხება უნივერსიტეტებთან არსებულ დამოუკიდებელ სამეცნიერო-კვლევით
ინსტიტუტებს და სსიპ სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებს)**

№	შესრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	2	3	4
1	მიმართულება-	გ.გიორგაძე	გ.ბოლოთაშვილი

	ინფორმაციული ტექნოლოგიები. სამდონიანი კვანტური სისტემის ბაზაზე დაფუძნებული კვანტური გამომთვლელი		მ.ელიზბარაშვილი დ.გოშაძე ნ.ჩხიკვაძე ვ.ჟღამაძე გ.ფრუიძე ვ.ჯიქია ფ.ალშიბაია რ.ქურდიანი
2	„ფაზი ლოგიკის ალგებრული მოდელების კვლევა“ მათემატიკა მათემატიკური ლოგიკა და ალგებრა	რევაზ გრიგოლია	რევაზ გრიგოლია ვიაჩესლავ მესხი რამაზ ლიპარტელიანი ფრიდონ ალშიბაია
3	წრფივი გადაადგილებების ამოცანა	გ. ბოლოთაშვილი	გ. ბოლოთაშვილი
<p>დასრულებული კვლევითი პროექტის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>1. კლასიკურ გამოთვლებში სამდონიანი ელემენტის ბაზაზე პროცესორის აგებას ხელს უშლიდა სამდონიანი ელემენტის შექმნასთან დაკავშირებული სიძნელები. სამდონიანი კვანტური სისტემები კი ბუნებრივად არსებობენ, რის გამოც იგი ორდონიანი კვანტური სისტემის (ქუბიტი) პარალელურად ინტენსიური კვლევების ობიექტია, როგორც კვანტური გამომთვლელის ელემენტური ბაზა. კერძოდ, სამდონიანი კვანტური სისტემის (ქუტრიტი) ბაზაზე დაფუძნებული გამომთვლელის აგება და გეიტა სისტემის უნივერსალობის დამტკიცება დღეს სამეცნიერო ლიტერატურაში განიხილება, როგორც აქტუალური ამოცანა (დაწვრილებით იხ. G.Giorgadze, Geometry of Quantum Computation, Nova Publ. N.-Y)).</p> <p>პროექტის ფარგლებში დამუშავდა სამდონიანი კვანტური სისტემების აგების მეთოდები. კერძოდ, ნაჩვენები იქნა, რომ მონოდრომიული კვანტური გამოთვლების ზოგადი ტექნიკის გამოყენებით შესაძლებელია ლოგიკურ გეიტა სრული სისტემის აგება;</p> <p>გადაიჭრა სამ მდგომარეობიან კვანტურ სისტემებში გადახლართვის ოპერატორის მიღების ამოცანა, რაც მდგომარეობს სამდონიან კვანტურ სისტემებში გადახლართული მდგომარეობების აღწერაში მაიორანას წარმოდგენის საშუალებით. შესწავლი იქნა გეომეტრიული ფაზა სამდონიან კვანტურ სისტემებში, კერძოდ, იგი გამოისახა დიფერენციალურ-გეომეტრიული ბმულობის საშუალებით.</p> <p>2. ცნობილია, რომ MMV-ალგებრები წარმოადგენენ ლუკასიევიჩის უსასრულონიშნა პროპოზიციული ლოგიკის ალგებრულ მოდელებს. მრავალნიშნა პროპოზიციული</p>			

აღრიცხვები, რომლებიც შემოიღეს ი. ლუკასიევიჩმა და ა. ტარსკიმ, შესაძლებელია გაფართოვდეს შესაბამის პრედიკატულ აღრიცხვებამდე. მონადიკური MV- ალგებრები (MMV- ალგებრები) წარმოადგენს უნივერსალურ ალგებრას $A = (A, \oplus, \otimes, *, \exists, 0, 1)$, ორი ბინარული, ორი უნარული და ორი ნულარული ოპერაციებით, რომლებიც აკმაყოფილებს სასრულ რაოდენობა ტოლობებს (აქსიომებს). ე. ი. MMV- ალგებრების კლასი ქმნის მრავალსახეობას MMV. MV- ალგებრები წარმოადგენენ ლუკასევიჩის პირველი რიგის თეორიის მონადიკური ფრაგმენტის ალგებრულ მოდელებს. მონადიკურ MV- ალგებრებთან დაკავშირებით გამოკვლეული და განხილული იქნება სამი ღია პრობლემა:

- I. MMV მრავალსახეობის ქვემრავალსახეობებში სასრულად წარმოქმნილი თავისუფალი ალგებრების აღწერა და პროექციული ალგებრების დახასიათება
- II. MMV მრავალსახეობის ქვემრავალსახეობებში უნიფიკაციის პრობლემა
- III. MMV მრავალსახეობის ქვემრავალსახეობების სტრუქტურული სისრულე

3. 2017 წელს ჩატარებული სამუშაოები ეხება წრფივი გადაადგილებების ამოცანას, რომელიც ეკუთვნის NP - სირთულის ამოცანათა კლასს. NP - სირთულის ამოცანებისათვის ბოლო პერიოდში აქტუალური გახდა მათი დაყვანა წრფივი პროგრამირების ამოცანებზე, შემდეგ კი მათი ამოხსნა როგორც წრფივი პროგრამირების ამოცანები. ჯერჯერობით ვერავინ ვერ მოახერხა NP - სირთულის რომელიმე ამოცანის დაყვანა წრფივი პროგრამირების ამოცანაზე, თუმცა შესაბამის მრავალწახნაგებს იმდენად ბევრი წახნაგები აქვთ, რომ მათი გამოყენება ამოცანის ამოხსნის დროს შეუძლებელი იქნება; ამიტომ საჭიროა NP - სირთულის რომელიმე ამოცანის დაყვანა წრფივი პროგრამირების ამოცანაზე ისე, რომ ამოცანის ამოხსნის დროს პოლინომიალური ალგორითმის საშუალებით გამოვიყენოთ ის ფასეტი ან ფასეტები, რომლებიც, მოცემული მომენტისთვის იქნება საჭირო. 2017 წელს სწორედ ამ მიმართულებით NP - სირთულის წრფივი გადაადგილებების ამოცანისათვის ჩატარდა სამუშაოები. აგებულია ორი სხვადასხვა კლასის ფასეტები წრფივი გადაადგილებების მრავალწახნაგასთვის. მომზადებულია 2 სტატია გამოსაქვეყნებლად.

I. 3. შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტით დაფინანსებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (ეხება როგორც უმაღლეს საგანმანათლებლო დაწესებულებებს, ისე მასთან არსებულ დამოუკიდებელ სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებსა და სსიპ სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებს)

№	პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეც-	დამფინანსებელი ორგანიზაცია	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
---	---	----------------------------	-----------------------	------------------------

	ნიერო მიმართულე- ბის მითითებით			
1	2	3	4	5
1	ფიზიკა ძლიერად ანიზოტროპული ახალი მასალების – $La_{1-x}Me_xMnO_3$ (სადაც Me= Ca, Pb, Sr; x არის Me-ს დოპირების დონე), მაღალტექნოლო- გიური შენაერთების ($LaGa_{1-x}$ Mn_xO_3 , $KCuF_3$, ...) და სპინ- ტრიპლეტური შენაერთების ელექტრონული სპინუ- რი რელაქსაციის და დინამიკის შესწავლა ნულოვან და სუსტ მუდმივ მაგნიტურ ველებში	შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტი FR/299/6-110/14	ე. ხალვაში ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი	მ. ელიზბარაშვილი (კიბერნეტიკის ინსტ.) ნ. ფოკინა (ოსუ)
2	ექსტრემალურ სიტუაციებში ობიექტების განთავსებისა და ტვირთების ტრანსპორტირების დაგეგმვა	შოთა რუსთაველის და უკრაინის ეროვნული სამეცნიერო ფონდები (STCU-2016-04)	გ. სირბილაძე	ბ. ღვაბერიძე ბ. მაცაბერიძე გ. ბოლოთაშვილი გ. მგელაძე ზ. მოდებაძე

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

1. ანალიტიკურად გამოკვლეულია პარამაგნიტურ მდგომარეობაში მყოფი ძლიერად ანიზოტროპული მასალებში სუსტ მუდმივ მაგნიტურ ველში ეპრ-ის ხაზის სიგანის და ნულოვან მუდმივ მაგნიტურ ველში გორტერის ტიპის ექსპერიმენტებში გაზომვადი რელაქსაციის სიჩქარეების კუთხური და ტემპერატურული დამოკიდებულებები, როცა ეპრ-ის

ხაზის გაგანიერება განპირობებულია სპინ-მესერული რელაქსაციის ერთ ფონონურ მექანიზმით. ამ მასალებში ანიზოტროპიის მიზეზს წარმოადგენს, როგორც სპინების ძიალოშინსკი-მორიასა, ასევე კრისტალურ ველთან ურთიერთქმედებები. მიღებული შედეგი გამოყენებულია $La_{0.9}Sr_{0.1}MnO_3$ და $La_{0.875}Sr_{0.125}MnO_3$ -თვის ექსპერიმენტული შედეგების ასახსნელად.

განხორციელდა სპინ-ტრიპლეტური მდგომარეობის (სტმ) მქონე სისტემების სპინური დინამიკის ზოგიერთი საკითხების შესწავლა ძლიერი მუდმივი მაგნიტური ველის პირობებში. სტმ მქონე მასალებს დიდი გამოყენება აქვთ მოლეკულურ ელექტრონიკაში, ისეთ ოპტოელექტრონულ მოწყობილობებში, როგორებიც არიან სინათლის დიოდები, ტრანზისტორები და მზის ელემენტები. მათ აქვთ მნიშვნელოვანი როლი ფოტოსინთეზში და „შერეული“ სპინური მდგომარეობის შექმნაში, რომელიც კვანტური პროცესორების შექმნისთვის ინტერესის სფეროს წარმოადგენს.

სტმ მქონე სისტემებისთვის გამოყვანილია ეპრ-ის ნაზი სტრუქტურის (ნს) ცალკეული გადასვლების დამაგნიტებების მოძრაობის განტოლებები. მიღებულია, რომ ცვლადი მაგნიტური ველით აღზნების შემდეგ, ნიმუშის სრული დამაგნიტების თავისუფალი მოძრაობა მუდმივი ველის მართობულ სიბრტყეში წარმოადგენს პრეცესიას ელიფზე აღზნებული გადასვლის სიხშირით, რასაც თან ახლავს დამაგნიტების გასწვრივი კომპონენტის ოსცილაცია გაორმაგებულ გადასვლის სიხშირეზე.

მიღებულია ზემალაღი სიხშირის (ზმს) ველის მიმართ სტმ სისტემის დინამიური ამთვისებლობის გამოსახულება, როდესაც შექმნილია რეზონანსის პირობები გარჩევადი ნს-ის თითოეული გადასვლისათვის. ამ ტენზორის მატრიცული ელემენტები ასახავენ დამაგნიტების პრეცესიის ელიფსურ ხასიათს იმ გადასვლის სიხშირეზე, რომლისთვისაც სრულდება რეზონანსის პირობა. ანალიტიკურადაა შესწავლილი ძლიერ მაგნიტურ ველში სტმ მქონე სისტემის რელაქსაციური დინამიკა. მიღებულია გამოსახულება ერთფონონური სპინ-მესერული რელაქსაციის (სმრ) სიჩქარისთვის პირობებში, როდესაც სპინური სისტემა აღიწერება ერთიანი სპინური ტემპერატურით. იგივე, ერთფონონური, მექანიზმის პირობებში გამოთვლილია სმრ-ის სიჩქარეები ცალკეული გადასვლებისათვის. შემოთავაზებულია სმრ-ის სიჩქარეების გაზომვის დაბალსიხშირული მეთოდი გორტერისეული ტიპის ექსპერიმენტით ძლიერ მაგნიტურ ველში, რომელიც სამდონიან სს-ას გარდაქმნის ორდონიანად. აღნიშნული პირობებისათვის ანალიტიკურად გამოყვანილია გამოსახულებები დაბალსიხშირული ამთვისებლობების ტენზორის სამი არანულოვანი დიაგონალური ელემენტისათვის მუდმივი მაგნიტური ველის სამი მიმართულებისათვის.

2. პროექტი დაიწყო 2017 წლის ივლისიდან. პროექტის შესრულების ვადაა 18 თვე.

თანამედროვე მსოფლიოში გადაწყვეტილების მიღების ინტელექტუალური ხელშემწყობი ტექნოლოგიები აქტიურად გამოიყენება ექსტრემალური და ანომალური პროცესების მართვის ისეთ სახელმწიფო სამსახურებში, რომლებიც უზრუნველყოფენ კატასტროფების, მიწისძვრების, ხანძრებისა და სხვა უბედური შემთხვევების, მასობრივი განადგურების იარაღის გამოყენების,

ტერორისტული თავდასხმების შედეგად დაზიანებულ გეოგრაფიულ ზონებში არსებული სამხედრო, სამოქალაქო და სხვა ტიპის ობიექტების ოპტიმალური და უსაფრთხო მომარაგების მენეჯმენტს; სწრაფი რეაგირებისა და მოსახლეობისათვის უსაფრთხო დახმარების დაგეგმვას; საინფორმაციო და სატელეკომუნიკაციო ქსელების აღდგენა-განთავსებას და სხვა. ასეთი პროგრამული ტექნოლოგიები ქვეყნის კრიტიკული ინფრასტრუქტურის ინფორმაციული სისტემების მთავარი განმსაზღვრელი პროდუქტებია. ცხადია, ხსენებული ექსტრემალური მოვლენები ასოცირდება უდიდეს დანაკარგებსა და არსებული ინფრასტრუქტურის დაზიანებასთან, თუმცა მათი პროგნოზირება ძალიან რთულია. ასეთ შემთხვევებში საგანგებო მომსახურეობის ობიექტების სწრაფი და ოპტიმალური განთავსების პრობლემის გადაწყვეტისას ინტელექტუალური ხელშემწყობი ტექნოლოგიებით სარგებლობა გადაწყვეტ მნიშვნელობას იძენს, რათა მაქსიმალურად ავიცილოთ ახალი დანაკარგები, რომლებიც თან ახლავს ასეთ მოვლენებს. მომსახურეობის ცენტრებიდან დროული მომსახურეობის გაწევა დაზიანებულ გეოგრაფიული წერტილებში (მომხმარებლები) გადაწყვეტი ამოცანაა საგანგებო სიტუაციების მართვის სისტემაში. შესაბამისი სამეცნიერო კვლევითი აქტივობების განვითარებას ამ მიმართულებით მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია გადაწყვეტილების მიღების პრობლემატიკაში.

ჩვენი მიზანია შევქმნათ ექსპერტული ცოდნაზე დაფუძნებული ინტელექტუალური მხარდამჭერი სისტემა, რომელიც ზემოთ წარმოდგენილი ამოცანის ოპტიმალური გადაწყვეტის მრჩეველ-დამხმარე ინსტრუმენტს წარმოადგენს. სისტემის მათემატიკური მოდელის შემავალი მონაცემები იქნება როგორც ობიექტური მონაცემები, ასევე ექსპერტული შეფასებანი. სისტემის გამომავალი მონაცემები კი უზრუნველყოფს ოპტიმალური გადაწყვეტილებების, ჩვენს შემთხვევაში ობიექტების ოპტიმალურად განთავსების პრობლემას.

დავუშვათ, რომ $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ არის ყველა მომხმარებელთა სიმრავლე; $S = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$ - ყველა მომსახურეობის კანდიდატი ცენტრების სიმრავლე; $C = \{c_1, c_2, \dots, c_s\}$ - ყველა ატრიბუტების (ფაქტორების) სიმრავლე, რომლებიც განსაზღვრავენ ცენტრების შერჩევითობას; ატრიბუტების წონები აღვნიშნოთ $W = \{w_1, w_2, \dots, w_s\}$ -თი; ხოლო მათში ობიექტების განთავსების შესაძლებლობითი ხარისხების ვექტორი კი $P = \{p_1, p_2, \dots, p_s\}$ -თი. მოწვეულ ექსპერტთა $E = \{e_1, e_2, \dots, e_t\}$ ჯგუფიდან თითოეული e_k ექსპერტისთვის მისი შეფასების რეიტინგი (სარგებლიანობა, შეთანხმებულობის ხარისხი და სხვ.) ყოველი $s_j, (j=1, \dots, n)$ კანდიდატი ცენტრისთვის თითოეულ $c_i, (i=1, \dots, s)$ ატრიბუტთან მიმართებაში აღვნიშნოთ r_{ij}^k -თი. e_k ექსპერტისთვის იქმნება ბინარული მიმართება $\tilde{R}_k = \{r_{ij}^k, i=1, \dots, n; j=1, \dots, s\}$, რომლის ელემენტები წარმოდგენილი იქნება სამკუთხა ფაზი-რიცხვებში, ინტუიციონისტურ ფაზი-სიდიდეებში ან ჰესიტანტურ ფაზი-სიდიდეებში. ჩვენი ამოცანაა ავაგოთ ისეთი ფაზი-მრავალატრიბუტული გადაწყვეტილების მიღების მეთოდები ან მიდგომები, რომლებიც ყოველი $s_j, (j=1, \dots, n)$ კანდიდატი ცენტრისთვის აგრეგირებას გაუკეთებს აქ წარმოდგენილ ობიექტურ-სუბიექტურ მონაცემებს სკალარულ სიდიდეში სახელწოდებით - *კანდიდატი ცენტრის შერჩევის არასაიმედოობის ინდექსი*. ეს აგრეგირება ფორმალურად შეიძლება ასე ჩავწეროთ:

$\delta_j \equiv \delta(s_j) = (\text{Agregg}(C, W, P, [\tilde{R}_k]_j, k = 1, \dots, t))^{-1}, j = 1, \dots, n$ (3), სადაც $[\tilde{R}_k]_j$ ვექტორი s_j კანდიდატი ცენტრის შესაბამისი ვექტორია $\tilde{R}_k, k = 1, \dots, t$ ექსპერტული შეფასებებიდან. ცხადია, რომ s_j კანდიდატი ცენტრი იმდენად შერჩევადა, რამდენადაც მცირეა მისი არასაიმედოობის ინდექსი. *Agregg* -აგრეგირების ოპერატორის [31-33] ინსტრუმენტად გამოვიყენებთ: 1. ახალ OWA-ს ტიპის ოპერატორებს [34,35], რომლებიც აიგება სამკუთხა ფაზი-რიცხვების [5], ინტუიციონისტური [36] და ჰესიტანტური [37] ფაზი-გარემოსთვის. ოპტიმალური აგრეგირების OWA-ს ტიპის ოპერატორის შერჩევა მოხდება ფაზი-ლოგიკური წესების ბაზაზე; 2. შეიქმნება კონსენსუსის ტექნოლოგია აგებული აგრეგირებების მიხედვით ცენტრის შერჩევის არასაიმედოობის რაციონალური ინდექსის მისაღებად. შედეგად აიგება ბუნებრივი კრიტერიუმი - ცენტრების შერჩევის არასაიმედოობის ინდექსი: $z_2 = \sum_{j=1}^n \delta_j x_j$. მისი მინიმიზაცია დასაშვები დაფარვის შერჩევებიდან გამოყოფს საუკეთესო ჯამური მიინიმალური არასაიმედოობის ინდექსის მქონე ცენტრების ჯგუფს, რაც ფაქტიურად ცენტრების ჯგუფის შერჩევის რისკებს მინიმუმადე დაყვანის ტოლფასია. შერჩეული ცენტრების მიერ ექსტრემალურ სიტუაციებში მომხმარებლებისთვის მომსახურეობის ხარისხის შესრულების შეფასების მიზნით ვაგებთ მესამე კრიტერიუმს. ექსტრემალურ სიტუაციაში მომსახურეობის ცენტრის მოქმედების რადიუსი განისაზღვრება არა მანძილის მიხედვით, როგორც ეს (2)-ე შეზღუდვებშია, არამედ მაქსიმალური დასაშვები გადაადგილების T დროის მიხედვით, რამეთუ დროში სწრაფქმედება გადამწყვეტია მომხმარებლებისთვის დახმარებისა და მომსახურეობის გასაწევად. მაშინ კანდიდატი ცენტრების N_i სიმრავლე, რომელიც ფარავს $a_i, a_i \in A$ მომხმარებელს ასე განიმარტება: $N_i = \{s_j, s_j \in S / E(\tilde{t}_{ij}) \leq T\}$, სადაც \tilde{t}_{ij} ექსპერტების მიერ შეფასებული a_i მომხმარებლიდან s_j მომსახურეობის ცენტრში გადაადგილების დროა, წარმოდგენილი სამკუთხა ფაზი-რიცხვით (მაგ. „დაახლოებით 5 წუთი“); $E(\tilde{t}_{ij})$ -კი გადაადგილების დროის მოსალოდნელი მნიშვნელობაა [5]. ვთქვათ $M_j, j = 1, \dots, n$ s_j ცენტრის მომსახურეობის რადიუსში შემავალი მომხმარებლებია: $M_j = \{a_i, a_i \in A / E(\tilde{t}_{ij}) \leq T\}$. ვთქვათ $\pi^j = \{\pi_i^j, a_i \in M_j\}$ შესაძლებლობის განაწილებაა [5] M_j მომხმარებლებზე, წარმოდგენილი ექსპერტების მიერ (π_i^j არის შესაძლებლობითი დონე იმისა, რომ ექსტრემალურ სიტუაციაში მომსახურეობა განხორციელდება s_j ცენტრიდან a_i მომხმარებლის მიმართულებით). ასევე განვმარტავთ გადაადგილების დროების M_j ვექტორს მომხმარებლების მიმართულებით - $\tilde{t}^j = \{\tilde{t}_{ij}, a_i \in M_j\}$. ყოველი s_j ცენტრისთვის M_j მომხმარებლებზე განიმარტება მომსახურეობის უზუსტობისა \tilde{t}^j და განუზღვრელობის π^j პოლუსები. ფაზი-სტატისტიკის აგრეგირების ინსტრუმენტების (შოკეს ინტეგრალი [38], სუჯენოს ტიპის ინტეგრალი [4] და სხვ.) გამოყენებით ავაგებთ ამ პოლუსებიდან აგრეგირებულ სკალარულ სიდიდეებს:

$$\beta_j \equiv \beta(s_j) = (\text{Fuzzy Agregg}(\tilde{t}^j \circ \pi^j))^{-1}, \quad (4)$$

რომლებიც s_j ცენტრიდან მისი მოქმედების რადიუსში მომსახურეობის განხორციელების

შეუძლებლობის აგრეგირებული ზომაა. ანალოგიურად z_2 კრიტერიუმისა ვაგებთ ახალ მესამე სუბიექტურ კრიტერიუმს - შერჩეული ცენტრების მიერ მომსახურების განხორციელების შეუძლებლობა . $z_3 = \sum_{j=1}^n \beta_j x_j$. მისი მინიმიზაცია დასაშვები დაფარვის შერჩევებიდან გამოყოფს საუკეთესო ჯამური მომსახურების განხორციელების შეუძლებლობის მქონე ცენტრების ჯგუფს, რაც ფაქტიურად მათი მოქმედების არეში მომსახურების შეუძლებლობის რისკებს მინიმუმადე დაყვანის ტოლფასია.

II 1. პუბლიკაციები (საქართველოს სახელმწიფო ბიუჯეტით და/ან შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტით დაფინანსებული კვლევითი პროექტის თემატიკის ფარგლებში)

ა) საქართველოში

კრებულები

№	ავტორი/ავტორები	კრებულის სახელწოდება	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	ნ. ფოკინა, ე. ხალვაში, მ. ელიზბარაშვილი	საქართველოს მათემატიკოსთა კავშირის VIII ყოველწლიური საერთაშორისო კონფერენცია, თეზისების კრებული.	ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, საქართველოს მათემატიკოსთა კავშირი, ბათუმი, 4-8 სექტემბერი, 2017; http://www.gmu.ge/Batumi2017/	1 გვ.

სტატიები

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

1	G.Giorgadze, G.Khimshiashvili	Concyclic and aligned equilibrium configurations of point charges	Proc. I. Vekua Inst. of Applied Math. Vol. 67, 2017	TSU press	14 p.
2	V.Jikia	Linear conjugated problem for special classes of Carleman-Vekua equations	Proc. I. Vekua Inst. of Applied Math. Vol. 67, 2017	TSU press	4 p.
3	G. Sirbiladze, B.Ghvaberidze, B.Matsaberidze, G.Mgeladze, G.Bolotashvili and Z.Modebadze	Fuzzy Choquet Integral Agregations in Multi-Objective Emergency Service Facility Locacion Problem. Buletten of Georgien Academy of Scienses	სტატია გადაცემულია დასაბეჭდად	Tbilisi	12

II. 2. პუბლიკაციები:

ბ) უცხოეთში

სტატიები

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათაური, ჟურნალის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/კრებულის ს ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	E. Kh. Khalvashi, N. P. Fokina, M.O. Elizbarashvili	Angular and temperature dependencies of EPR linewidth and Gorter relaxation rates in concentrated paramagnets: Application to $La_{0.9}Sr_{0.1}MnO_3$ and $La_{0.875}Sr_{0.125}MnO_3$. <i>Magnetic Resonance in Solids</i> , http://mrsej.ksu.ru/contents.html#19	2017, Vol. 19, No 1	Kazan University	12 გვ.

		<u>1</u>			
2	Antonio Di Nola, Revaz Grigolia, Ramaz Liparteliani	Projectivity and unification problem in the variety generated by monadic perfect MV –algebras	VOL 7, NO 2 (2017): JULY, ISSN 2218-6816	Azerbaijan Journal of Mathematics	41-65
3	A. Di Nola, R. Grigolia, N. Mitskevich	<i>Modal Epistemic Łukasiewicz Logic with Constant and its Application in Immune System</i>	Vol. 2 (2017)	Proceedings of The Second Tbilisi-Salerno Workshop on Modeling in Mathematics, Atlantis Transaction in Geometry	53-65

III. 1. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა
(სახელმწიფო ბიუჯეტით და/ან შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტით დაფინანსებული კვლევითი პროექტის თემატიკის ფარგლებში)

ა) საქართველოში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	N. Fokina , E. Khalvashi, M. Elizbarashvili	Dynamics of the Electron Spins $S = 1$ with the Zero-Field Level Splitting in the Molecular Crystals in a Strong Constant Field	2017, 4-8 September, Batumi Shota Rustaveli State University
2	რ. ქურდიანი	ზოგიერთი სასრული ჯგუფის მორავას K-თეორია	მეხუთე ყოველწლიური კონფერენცია ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებში (ENS 2017), თსუ, 6-9 თებერვალი
3	ვ.ჯიქია	კარლემან-ვეკუას	ი.ვეკუას გამოყენებითი

		განტოლებისათვის წრფივი შეუღლების ამოცანა ზოგიერთი განსაკუთრებული კლასისათვის	მათემატიკის ინსტიტუტის სემინარის 31-ე გაფართოებული სხდომები, 2017 წ, 19-21 აპრილი
4	რევაზ გრიგოლია	ორადობა, პროექციულობა და უნიფიკაცია მონადიკური MV-ალგებრების მრავალსახეობებში	19-21 აპრილი, 2017 ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის (თსუ) ილია ვეკუას სახელობის გამოყენებითი მათემატიკის ინსტიტუტის (გმი) სემინარის XXXI საერთაშორისო გაფართოებული სხდომები მიძღვნილი ილია ვეკუას დაბადებიდან 110 წლისთავისადმი
5	რევაზ გრიგოლია	თავისუფალი და პროექციული ალგებრები სრულყოფილი მონადიკური MV-ალგებრების მრავალსახეობაში	მეხუთე ყოველწლიური კონფერენცია ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებში 7-10 თებერვალი 2017 წელი http://conference.ens-2017.tsu.ge/page/index
6	რევაზ გრიგოლია თანაავტორები: ნუნუ მიცკევიჩი	მოდალური ეპისტემიკური ლუკასევიჩის ლოგიკა გამდიდრებული კონსტანტით და მისი გამოყენება იმუნურ სისტემაში	მეხუთე ყოველწლიური კონფერენცია ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებში 7-10 თებერვალი 2017 წელი http://conference.ens-2017.tsu.ge/page/index

ბ) უცხოეთში

№	მომხსენებელი/	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების
---	---------------	--------------------	-------------------

	მომხსენებლები		დრო და ადგილი
1	Revaz Grigolia	Topological spaces of monadic MV-algebras	TOPOLOGY, ALGEBRA, AND CATEGORIES IN LOGIC 2017 Prague, June 26-30

N2 სტოქასტური ანალიზის და მათემატიკური მოდელების განყოფილება

განყოფილების უფროსი — ფიზ.მათ.მეცნ.დოქტორი ზურაბ ფირანაშვილი
სამეცნიერო პერსონალი:

- რევაზ თევზაძე-მთავარი მეცნ. თანამშრ.,ფიზ.მათ.მეცნ.დოქტ
- გიორგი ჯანდიერი-მთავარი მეცნ. თანამშრ. (0,5 საშტ. ერთ.), ფიზ.მათ.მეცნ.დოქტ
- თამაზ სულაბერიძე-მთავარი მეცნ. თანამშრ. (0,5 საშტ. ერთ.), ფიზ.მათ.მეცნ.კანდ.
- თეიმურაზ ცაბაძე-მთავარი მეცნ. თანამშრ.,ფიზ.მათ.მეცნ.კანდ.
- ირაკლი სხირტლაძე-უფროსი მეცნ. თანამშრ.,ფიზ.მათ.მეცნ.კანდ.
- ბესიკ ჩიქვინიძე-უფროსი მეცნ. თანამშრ., აკად.დოქტ.
- ლივერი ქადაგიშვილი-უფროსი მეცნ. თანამშრ., ტექნ.მეცნ.კანდ.
- ზურაბ ალიმბარაშვილი - მეცნ. თანამშრ.
- როლანდ ბაკურაძე- მეცნ. თანამშრ.
- ნაირა ბექაური - მეცნ. თანამშრ.
- ვლადიმერ მიქელაშვილი - მეცნ. თანამშრ. (0,5 საშტ. ერთ.),აკად.დოქტ.
- გივი ქარუმიძე - მეცნ. თანამშრ., ტექნ.მეცნ.კანდ.
- ზაირა ბერიკიშვილი - მეცნ. თანამშრ.
- ლაშა პერტახია - მეცნ. თანამშრ.

I. 1. საქართველოს სახელმწიფო ბიუჯეტის მიერ დაფინანსებული 2017 წლის გეგმით შესრულებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (ეხება უნივერსიტეტებთან არსებულ დამოუკიდებელ სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებს და სსიპ სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებს)

№	შესრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიხედვით	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	2	3	4
1	სტოქასტურ პროცესთა	ფიზ.მათ.მეცნ.დოქტ.	რევაზ თევზაძე—ფ.მ.მ.დოქტ.

<p>სტატისტიკური ანალიზის, მოდელირებისა და მართვის თეორიული და გამოყენებითი საკითხების კვლევა; მათემატიკა, ინფორმატიკა; სტოქასტურ პროცესთა თეორია და გამოყენებები; მათემატიკური მოდელირება</p>	<p>ზურაბ ფირანაშვილი</p>	<p>გიორგი ჯანდიერი-ფ.მ.მ.დ. თამაზ სულაბერიძე-ფ.მ.მ.კ. თეიმურაზ ცაბაძე-ფ.მ.მ.კ. ირაკლი სხირტლაძე-ფ.მ.მ.კ. ბესიკ ჩიქვინიძე-აკად.დოქტ. ლივერი ქადაგიშვილი-ტ.მ.კ. ზურაბ ალიმბარაშვილი როლანდ ბაკურაძე ნაირა ბექაური გივი ქარუმიძე-ტ.მ.კ. ზაირა ბერიკიშვილი ლაშა პერტახია</p>
---	--------------------------	--

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

1) ანათვლების თეორიის ძირითადი ამოცანაა დეტერმინისტული ფუნქციების და სტოქასტური პროცესებისა და ველების აღდგენის (რეკონსტრუქციის) პრობლემის გადაწყვეტა დისკრეტულ წერტილებში მოცემული დაკვირვებების საფუძველზე, შესაბამისი საინტერპოლაციო მწკრივების როგორც საშუალო კვადრატული, ასევე თითქმის ყველგან კრებადობის აზრით. ამ ტიპის საინტერპოლაციო ფორმულები უიტკეერ-შენონ-კოტელნიკოვის ტიპის ფორმულების სახელითაა ცნობილი. საინტერპოლაციო მწკრივების კრებადობის სიჩქარის გაზრდა ერთერთი ძირითადი მაჩვენებელია ამ ფორმულების პრაქტიკული გამოყენების თვალსაზრისით. არსებობს საკმაოდ დიდი რაოდენობა შრომებისა, რომლებიც ამ საკითხების დამუშავებას ეძღვნება. კიბერნეტიკის ინსტიტუტის სტოქასტური ანალიზისა და მათემატიკური მოდელირების განყოფილების არსებული გამოცდილების საფუძველზე მიღებულია აღნიშნული ტიპის ახალი განზოგადებული, როგორც დეტერმინისტული, ასევე სტოქასტური საინტერპოლაციო ფორმულები, რომლებიც კრებადობის მაღალი სიჩქარით ხასიათდებიან. ასევე მიღებულია შესაბამისი ნაშთითი წევრების შეფასება. კერძოდ, სამართლიანია ასეთი:

თეორემა. თუ $f(z)$ მთელი ფუნქციაა, რომელიც აკმაყოფილებს პირობას

$$|f(z)| \leq L_f \cdot (1 + |z|^m) \cdot e^{\sigma|y|}, \quad z = x + iy,$$

მოცემული არაუარყოფითი მთელი m -თვის, მაშინ, ყველა ისეთი $N_0, N, p, q \in \mathbb{N}_0, a, b, \alpha, \beta > 0, \delta \in \mathbb{R}$ რიცხვებისთვის, რომლებიც აკმაყოფილებენ პირობას $(N+1)\alpha - \delta - \sigma - q\beta > 0$ და $c \notin C \setminus \{0\}$, ადგილი აქვს შემდეგ წარმოდგენას

$$\begin{aligned}
& \left| \lim_{\zeta \rightarrow z} \left(\frac{d}{d\zeta} \right)^p \frac{f(\zeta) \sin c^q \beta(\zeta - z)}{(\zeta - c)^{N_0+1} \cdot (ae^{\delta\zeta} + be^{-\delta\zeta}) \sin^{N+1}(\alpha\zeta)} \right. \\
& - \frac{p!}{N! N_0! \alpha^{N+1}} \sum_{|k| \leq n} \sum_{j=0}^N \sum_{m_1=0}^j \frac{(-1)^{k(N+1)} \binom{N}{j} C_{j,k}(z; \theta'_N) \binom{j}{m_1} B_{j-m_1}(N)}{(\zeta_k - c)^{N_0+1} (\zeta_k - z)^{p+1}} \\
& \cdot \sum_{m_2=0}^{m_1} \binom{m_1}{m_2} \frac{f^{(m_2)}(\zeta_k)}{(c - \zeta_k)^{m_1 - m_2}} (N_0 + m_1 - m_2)! {}_2F_1 \left(\begin{matrix} m_2 - m_1, p + 1 \\ m_2 - m_1 - N_0 \end{matrix} \middle| \frac{\zeta_k - c}{\zeta_k - z} \right) \\
& \frac{(-1)^p p!}{N_0!} \sum_{r_1=0}^{N_0} \binom{N_0}{r_1} \frac{(p+1)_{r_1} A_{N_0-r_1}(z; \theta_{N_0})}{(c-z)^{p+r_1+1}} {}_1F_1 \left(\begin{matrix} -r_1 \\ -p-r_1 \end{matrix} \middle| (c-z) \frac{d}{d\omega} \right) \circ f(c) \\
& \leq L_f \left(\frac{2}{1-e^{-\pi}} \right)^{N+1} \frac{p! 2^{p+q+N_0+2} e^{\beta q|y|} e^{-\delta(n+\frac{1}{2})\frac{\pi}{\alpha}} \beta^{-q}}{\min\{a, b, |a-b|\} [(N+1)\alpha - \sigma - \delta - q\beta]} \\
& \times \left(\frac{\alpha}{\pi(n+\frac{1}{2})} \right)^{p+q+N_0-m+2} \left\{ 1 + \left(\frac{\alpha}{\pi(n+\frac{1}{2})} \right)^m \right\}.
\end{aligned}$$

სადაც n საკმარისად დიდი დადებითი მთელია, $z \neq c$ ეკუთვნის კომპლექსური სიბრტყის შემოსაზღვრულ ქვსიმრავლეს და $z \neq \zeta_k = k \frac{\pi}{\alpha}, k = \overline{-n, n}$. იგულისხმება, რომ

$$A_s(z; \theta_{N_0}) = \lim_{\zeta \rightarrow c} \left(\frac{d}{d\zeta} \right)^s \frac{\sin c^q \beta(\zeta - z)}{(ae^{\delta\zeta} + be^{-\delta\zeta}) \sin^{N+1}(\alpha\zeta)}, \quad s \in N_0$$

$$B_r(N) = \lim_{x \rightarrow 0} \left(\frac{d}{dx} \right)^r \left(\frac{x}{\sin x} \right)^{N+1}, \quad r \in N_0$$

$$C_{j,k}(z; \theta'_N) = \lim_{\zeta \rightarrow \zeta_k} \left(\frac{d}{d\zeta} \right)^{N-j} \frac{\sin c^q \beta(\zeta - z)}{(ae^{\delta\zeta} + be^{-\delta\zeta})},$$

სადაც $\theta_M = (M, q, \alpha, \beta, \delta, a, b, c)$ და $\theta'_M = (M, q, \alpha, \beta, \delta, a, b, 0)$. M -არაუარყოფითი მთელია.

აღნიშნული თეორემა და სხვა მომიჯნავე შედეგები შესულია ერთობლივ სტატიაში: “A general theorem of uniform sampling series reconstruction”, Zurab A. Piranashvili and Tibor K. Pogany, რომელიც გადაცემულია გამოსაქვეყნებლად.

2) შესწავლილ იქნა საშუალო სარგებლიანობის მაქსიმიზაციის ამოცანის ამონახსნის წარმოდგენის საკითხი პირდაპირი და შექცეული სტოქასტური დიფერენციალური განტოლებათა (პშსდგ) სისტემის ამონახსნის საშუალებით. მოყვანილია გარდაქმნები, რომელიც ამ პშსდგ სისტემას აკავშირებს იმპელერისა და სხვ. პშსდგ სისტემასთან. დადგენილია აგრეთვე კავშირები პშსდგ სისტემასა და კერძოწარმოებულთან შექცეულ სტოქასტურ განტოლებათა სისტემას შორის. ამავდროულად შეწავლილია ნახევარ-ღერძზე განსაზღვრული შემთხვევითი სარგებლიანობის საშუალოს მაქსიმიზაციის ამოცანა. გამოყვანილია პირდაპირი და შექცეული სტოქასტური

დიფერენციალური განტოლებათა სისტემა, რომლის ამონახსნი წარმოადგენს ოპტიმიზაციის ამოცანის მაქსიმალურ კაპიტალს.

3) განზოგადებულია პაკის შედეგები, სადაც ფურიეს კოეფიციენტების შეფასება მოცემულია უწყვეტობის მოდულის საშუალებით. შედეგები მიღებულია ლუწი და კენტი ფუნქციების ფურიეს კოეფიციენტებისთვის. ასევე მიღებულია შედეგები, რომლებიც ეხება ფურიე-ბესელის მწკრივთა აბსოლუტური კრებადობის და შეჯამებადობის საკითხებს. როგორც ცნობილია ბესელის ფუნქციებს ახასიათებენ ν -ინდექსით. აბსოლუტური კრებადობის და შეჯამებადობის საკითხი განხილულია როცა $\nu > -\frac{1}{2}$, რაც მწკრივთა საკმარისად ფართე კლასს წარმოადგენს.

4) კვლევის მიზანს წარმოადგენდა კორპორატიული მსესხებლების საკრედიტო რისკის შეფასების ახალი მიდგომა. მსესხებლების რისკის შეფასებისთვის სხვადასხვა მოდელები არსებობს. ეს მოდელები ორ ჯგუფად იყოფა: სტატისტიკური და თეორიული მოდელები. კორპორატიული მსესხებლების საკრედიტო რისკის შეფასებისათვის სტატისტიკური მოდელები გამოუსადეგარია დეფოლტების არსებობის საკმარისად ხანგრძლივი ისტორიის არარსებობის გამო. ამავდროულად, საფონდო ბირჟის უქონლობის გამო ზოგიერთი თეორიული მოდელი ასევე გამოუსადეგარი ხდება. იმ ხშირ შემთხვევებში, როცა კონკრეტული მსესხებლის ფინანსური მდგომარეობის შესწავლისას არ არსებობს სტატისტიკური ბაზა, გადაწყვეტილების მიღების პროცესი ყოველთვის ატარებს ექსპერტულ ხასიათს. შემოთავაზებულია ფაზი მიმართებებზე აგებული ახალი მიდგომა, რომელიც გამოსადეგია ჯგუფური გადაწყვეტილების მიღების პროცესში. ჩამოყალიბებულია თეორიული ბაზა და მოყვანილია შემოთავაზებული მიდგომის პრაქტიკული გამოყენების მაგალითი.

I.2.

№	შესრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	2	3	4
1	ჯგუფური გადაწყვეტილების მიღების მეთოდების კლასიფიკაცია განუზღვრელობის პირობებში	თეიმურაზ ცაბაძე	თეიმურაზ ცაბაძე
2			

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

კვლევის მიზანს წარმოადგენს სხვადასხვა პრაქტიკულ სფეროში წარმოქმნილი პრობლემის გადაჭრის ზოგადი მეთოდების კლასიფიკაცია, როცა ხელმისაწვდომი ინფორმაცია არასრულ და/ან არამკაფიო ხასიათს ატარებს. ამავდროულად არ არსებობს სტატისტიკური მონაცემების გენერალური ერთობლიობა. ამდაგვარ შემთხვევებში მოდელირების ისეთი გამოცდილი და

მძლავრი ინსტრუმენტი, როგორცაა ალბათობათა თეორია და მათემატიკური სტატისტიკა უძველესი ხდება ადეკვატური გადაწყვეტილების მისაღებად. აქ უმთავრეს პოზიციებს იკავებს ექსპერტული შეფასებები, ხოლო მათი დამუშავების პროცესში თვალსაჩინო ადგილს იკავებს მათემატიკის და ინფორმატიკის შედარებით ახალი დარგი - ფაზი (არამკაფიო) სიმრავლეთა თეორია (**Fuzzy Sets Theory**).

დაწყებულია ფაზი სიმრავლეთა თეორიის საფუძველზე აგებული ექსპერტთა შეფასებების დამუშავების მეთოდების კლასიფიკაცია. ამ მიმართულებით აღწერილია ფაზი ინტერვალურ-, ფაზი სამკუთხა- და ფაზი ტრაპეციულ რიცხვებზე აგებული ექსპერტთა შეფასებების დამუშავების მეთოდები

**I. 3. შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტით
დაფინანსებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები
(ეხება როგორც უმაღლეს საგანმანათლებლო დაწესებულებებს,
ისე მასთან არსებულ დამოუკიდებელ სამეცნიერო-კვლევით
ინსტიტუტებსა და სსიპ სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებს)**

№	პროექტის დასახე- ლება მეცნიერების დარგისა და სამეც- ნიერო მიმართულე- ბის მიითითებით	დამფინანსებელი ორგანიზაცია	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	2	3	4	5
1	„შექცეული სტოქასტური დიფერენციალური განტოლებები (BSDE) და მათი გამოყენება სტოქასტურ ოპტიმალურ მართვაში“, ახალგაზრდა მეცნიერთა 2015 წლის გრანტი, № YS15_2.1.1_43; მათემატიკა, სტოქასტურ	შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი	ბესიკ ჩიქვინიძე	ბესიკ ჩიქვინიძე

	პროცესთა თეორია და გამოყენებები			
<p>დასრულებული პროექტის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>დასრულებული პროექტის ფარგლებში შევისწავლეთ სტოქასტური ექსპონენტის თანაბრად ინტეგრებადობისთვის საკმარისი არსებული პირობები და მოვახდინეთ მათი განზოგადება ზოგად მარტინგალურ შემთხვევაში. დამტკიცების მეთოდი არის ახალი და ეყრდნობა შექცეული სტოქასტური დიფერენციალური განტოლებების თეორიას და ტექნიკას. გარდა კლასიკური შედეგების განზოგადებისა ავაგეთ კონტრმაგალითი ისეთი ლოკალური მარტინგალის, რომლისთვისაც არ სრულდება არცერთი კლასიკური პირობა, მაგრამ აკმაყოფილებს ჩვენი ზოგადი თეორემის პირობებს.</p>				

I. 4.

№	პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	დამფინანსებელი ორგანიზაცია	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები	
1	<p>პროექტის FR/3/9-190/14 დასახელება: “გაბნეული რადიოტალღების სტატისტიკური მახასიათებლების შესწავლა დედამიწის ატმოსფეროში”</p> <p>სამეცნიერო მიმართულება „დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებები და გარემო“.</p>	<p>სსიპ შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი</p>	<p>პროფ. გიორგი ჯანდიერი</p>	<p>პროფ. ჟუჟუნა დიასამიძე, პროფ. მზია დიასამიძე, მაია ქუთელია</p>	
<p>გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p>					
იონოსფეროს	ფიზიკის	ერთ-ერთ	აქტუალურ	პრობლემას	წარმოადგენს

მაგნიტოჰიდროდინამიკული (მჰდ) ტალღების თავისებურებების შესწავლა. ამ პერიოდში ჩატარებული კვლევები მიემდგნა „სწრაფი“ და „ნელი“ გრადიენტული მჰდ ტალღების გავრცელებას იონოსფეროს E ფენში. ანალიზური გამოთვლები დაეფუძნა მჰდ ტალღების განტოლებათა სისტემის ამოხსნას იონოსფეროს სასრული გამტარებლობის გათვალისწინებით. მხედველობაში მიღებულია შემდეგი პარამეტრები: პლაზმის სიჩქარე, სიმკვრივე და წნევა, დედამიწის ბრუნვის კუთხური სიჩქარე, ჩვეულებრივი და მაგნიტური სიბლანტეები. მცირე შემფოთების მეთოდის გამოყენებით მიღებულია ლინეარიზებული განტოლებათა სისტემა მაგნიტური ველის ვექტორ-პოტენციალისთვის და შესაბამისი დისპერსიული მეხუთე რიგის ალგებრული განტოლება, რომელიც გამოვიყენეთ რიცხვობრივი გამოთვლებისთვის ექსპერიმენტულ მონაცემებზე დაყრდნობით. აგებულია გრადიენტული მჰდ ტალღების პერიოდებისა და ფაზური სიჩქარეების დღისა და ღამის ვერტიკალური პროფილები 60 გრადუსიანი განედისთვის და $\lambda = 10^3$ კმ, $\lambda = 5 \cdot 10^3$ კმ, $\lambda = 10^4$ კმ ტალღის სიგრძეებისთვის. ნაჩვენებია, რომ იონოსფეროში უნდა არსებობდნენ საწინააღმდეგოდ მიმართული „სწრაფი“ (აღმოსავლეთიდან დასავლეთისკენ) და „ნელი“ (დასავლეთიდან აღმოსავლეთისკენ) ჰიდრომაგნიტური ტალღები, რომლებიც ალაგზნებენ იონოსფეროს E ფენში ტალღურ შემფოთებებს, რომელთა ხანგრძლივობაა რამოდენიმე საათი, ხოლო მახასიათებელი ხაზოვანი ზომები უტოლდება რამდენიმე ათას კილომეტრს. მოვახდინეთ მრუდების კლასიფიკაცია პერიოდებისა და განედების მიხედვით: დიდპერიოდიანი („ნელი“) ტალღები პერიოდით ორი დღიდან ერთ თვემდე სიჩქარე $V < 70$ მ/წმ და მცირეპერიოდიანი („სწრაფი“ ტალღები პერიოდით რამოდენიმე საათიდან 12 საათამდე, ხოლო $V > 80$ მ/წმ დან 400 მ/წმ-დე.

ჩატარებული კვლევების ნაწილი მიემდგნა იონოსფეროს F-ფენში გაბნეული რადიო ტალღების სტატისტიკური მახასიათებლების შესწავლას, სადაც გათვალისწინებულია როგორც ელექტრონების კონცენტრაციის ფლუქტუაციები, ასევე გეომაგნიტური ველის შემთხვევითი ვარიაციები. ეს ახალი სამეცნიერო მიმართულებაა, რომელიც იკვლევს ექსპერიმენტზე დაკვირვებადი გაბნეული ელექტრომაგნიტური („ჩვეულებრივი“ და „არაჩვეულებრივი“) ტალღების სტატისტიკურ სტატისტიკურ მახასიათებლებს. მიღებულია ორიგინალური შედეგები.

ანალიზურად და რიცხვობრივად გაანალიზებულია სცინტილაციის ეფექტები იონოსფეროს F ფენში, რომლებიც არსებით გავლენას ახდენენ თანამგზავრების კომუნიკაციაზე. სცინტილაციის ეფექტები ძირითადად გამოწვეულია ელექტრონების კონცენტრაციის ფლუქტუაციებით რომლებიც დაიკვირვებიან რადარული სისტემებითა და მეტეოროლოგიურ-იონოსფერული სადგურებით. ანალიზური გამოთვლები ჩატარებულია მოდიფიცირებული მდორე შემფოთებისა და კომპლექსური გეომეტრიული ოპტიკის მეთოდების გამოყენებით დიფრაქციული ეფექტების გათვალისწინებით და ეყრდნობა სტოქასტურ დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემას, სადაც ელექტრონების კონცენტრაცია სივრცითი კოორდინატების შემთხვევითი ფუნქციაა. გათვალისწინებულია სასაზღვრო პირობები და მაგნიტოიონოსფერული პარამეტრების პოლარიზაციის განზოგადებული კოეფიციენტები. მიღებულია გაბნეული ელექტრომაგნიტური ტალღების ფაზის ფლუქტუაციის გამოსახულება. ანალიზურად მიღებული

სტატისტიკური პარამეტრები: სტრუქტურული ფუნქცია, მოსვლის კუთხეები მთავარ და პარპენდიკულარულ სიბრტყეებში, სცინტილაციის კოეფიციენტი გამოთვლილია ფაზის ფლუქტუაციების ნებისმიერი კორელაციური ფუნქციისთვის და ითვალისწინებს ამოცანისათვის დამახასიათებელ ყველა პარამეტრს. რიცხვითი გამოთვლები ჩატარებულია ანიზოტროპული გაუსური და ხარისხობრივი სპექტრალური კორელაციური ფუნქციისთვის, რომლებიც დაიკვირვებიან ექსპერიმენტზე. გაუსური სპექტრალური ფუნქცია შეიცავს ორ მნიშვნელოვან პარამეტრს: ანიზოტროპიის კოეფიციენტსა (ელიფსოუდალური ტიპის პლანური არაერთგვაროვნების გასწვრივი და განივი ხაზოვანი მასშტაბების შეფარდებას) და წაგრძელებული არაერთგვაროვნების დახრის კუთხეს გარეშე მაგნიტური ველისადმი. თანამგზავრებიდან და იონოსფეროს ზონდირებით მიღებულ ექსპერიმენტულ მონაცემებზე დაყრდნობით აგებულია შესაბამისი მრუდები სტრუქტურული და ნორმირებული კორელაციური ფუნქციებისთვის დაკვირვების წერტილების სხვადასხვა მდებარეობებისთვის მთავარ და პერპენდიკულარულ სიბრტყეებში ანიზოტროპიის კოეფიციენტებისა და დახრილობის კუთხის სხვადასხვა მნიშვნელობებისთვის. მოსვლის კუთხეები ანიზოტროპიის კოეფიციენტის $\chi = 5-17$ მნიშვნელობებისთვის არის $12''-3'$ ინტერვალში, რაც კარგ თანხვედრაშია ექსპერიმენტთან. **ორიგინალური შედეგებიდან უნდა აღინიშნოს S_{4*}** ნორმირებული სცინტილაციის კოეფიციენტის დამოკიდებულება განუზომელ ტალღურ პარამეტრზე (ფარდობა დაცემული ტალღისა და ფრენელის ტალღური რიცხვებისა). რიცხვითი გამოთვლები ჩატარებულია დაცემული ტალღის ორი სიხშირისთვის 3 მეგაჰერცი და 40 მეგაჰერცი. მრუდების ყოფაქცევა შეფასებულია სამი არისთვის: მნიშვნელოვანი ფილტრაციის არე არასრული დიფრაქციული ეფექტებით, სრულად განვითარებული სცინტილაციების არე და გარდამავალი ზონა. ნაჩვენებია, რომ იონოსფეროს პარამეტრების გარკვეული მნიშვნელობებისთვის ადგილი აქვს სცინტილაციურ აფეთქებებს იონოსფეროს F არეში. მცირე სცინტილაციები $S_{4*} < 0,5$ შეესაბამება დადებით და უარყოფით ინტენსიობების ფლუქტუაციებს, ხოლო დიდი სცინტილაციები $S_{4*} > 0,5$ შეესაბამება მხოლოდ დადებითი ინტენსიობების ფლუქტუაციებს. ხარისხობრივი სპექტრისთვის მიღებულია „ორბურცობიანი ეფექტის“ ახალი მრუდები. ნაჩვენებია, რომ ღრმულის სიდიდე იზრდება ანიზოტროპიის კოეფიციენტისა და დაჯახების სიხშირის (ელექტრონების დაკახების სიხშირე პლანის სხვა ნაწილაკებთან) უკუპროპორციულად.

კარგად აპრობირებული რიცხვითი მოდელირებით პირველად შესრულებულია და წარმოდგენილია ამპლიტუდის ფაზური პორტრეტის ევოლუციის ვიდეო გამოწვეული გარეშე მაგნიტური ველის მიმართულების ფლუქტუაციებით. ამ უკანასკნელის ევოლუცია განპირობებულია ამოცანისთვის დამახასიათებელი სხვადასხვა გეომეტრიული პარამეტრის ცვლილებით.

კვლევების ნაწილი მიეძღვნა ჩვენს მიერ გამოვლენილი (Доклады Академии Наук, т. 420, № 3, стр. 390-394, 2008 თანაავტორები: ა. ხანთაძე და ჯ. ლომინაძე; და Journal of Atmospheric and Solar –terrestrial Physics, vol. 71, pp. 45-48, 2009 თანაავტორი ა. ხანთაძე) ახალი ტიპის დაბალი სიხშირის

სწრაფი და ნელი მკდ ტალღების სტატისტიკური მახასიათებლების შესწავლას. სამი მკდ ტალღის არსებობს იონოსფეროს E არეში, ხოლო ერთი მკდ ტალღა იონოსფეროს F არეში. ბოლო შემთხვევა იყო განხილული მოცემულ საანგარიშო პერიოდში. ეს არის დაბალი სიხშირის (150 კმ სიმაღლეზე მისი სიხშირეა $1,5 \cdot 10^{-2}$ წმ, ხოლო 259 კმ სიმაღლეზე $9 \cdot 10^{-2}$ წმ) ალვენის ტიპის მკდ ტალღა რომლის დისპერსიული განტოლება წარმოდგენილია ზემოთხსენებულ ჟურნალებში. „ინერციული ტალღის“ ეს განტოლება მიღებულია ჰელმჰოლც-ფრიდმანის გაწრფივებული განტოლების გამოყენებით იონოსფეროს F ფენისთვის, სადაც ჰოლის ეფექტის უგულვებელყოფა შესაძლებელია. ნაჩვენებია, რომ ნელი დაბალი სიხშირის ინერციული მკდ ტალღის ჯგუფური სიჩქარე პერპენდიკულარულია დაცემული ტალღის ტალღური ვექტორის. როცა ჯგუფური სიჩქარე მიმართულია ზევით, მაშინ ფაზური სიჩქარე მიმართულია ქვევით და პირიქით. ამის გამო მუდმივი გარეშე მაგნიტური ველის არსებობის შემთხვევაში შესაძლებელია დედამიწაზე მიღებული ინფორმაციის დაკარგვა, რომელიც გადმოიცემა სამგანზომილებიანი ნელი მკდ ტალღების მიერ გეომაგნიტური ველის ძალწირების საშუალებით. კომპლექსური გეომეტრიული ოპტიკის მიხლოებაში მიღებულია სტოქასტური ეიკონალის დიფერენციალური განტოლება შემთხვევითი ფაზისთვის შესაბამისი სასაზღვრო პირობების გათვალისწინებით. გამოთვლილია ფაზის დისპერსია მთავარ და პერპენდიკულარულ სიბრტყეებში ელექტრონების კონცენტრაციის ფლუქტუაციების ნებისმიერი სამგანზომილებიანი სპექტრალური კორელაციური ფუნქციისთვის. ეს სტატისტიკური მახასიათებელი განსაზღვრავს საშუალო ველის ყოფაქცევას: მისი ამპლიტუდის გაზრდას ან შემცირებას. შეფასებულია ამ ტალღის გაგანიერება და ტალღური ფრონტის გამრუდება გამოწვეული პლაზმური არაერთგვაროვნებებით არასტაციონარულ პლაზმაში გავრცელებისას. გადატანის განტოლებაზე დაყრდნობით გამოთვლილია ამპლიტუდის ლოგარითმი, რომელიც მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ენერჯის გაცვლაში დაბალი სიხშირის მკდ ინერციულ ტალღასა და ტურბულენტურ ნაკადს შორის. ანალიზური გამოთვლები ჩატარებულია „ჩაყინული ტურბულენტობის“ მიხლოებაში. ნაჩვენებია, რომ ადგილი აქვს ენერჯის გაცვლას ამ ტალღასა და ტურბულენტურ პლაზმურ ნაკადს შორის. „სწრაფი“ ტალღის შემთხვევაში ის იღებს ენერჯიას პლაზმური ნაკადიდან და შესაბამისად ტალღის ამპლიტუდა მატულობს; „ნელი“ ტალღის შემთხვევაში ეს უკანასკნელი გადასცემს ენერჯიას პლაზმურ ნაკადს და მისი ამპლიტუდა კლებულობს.

გამოკვლეულია იმპულსის საშუალო ველის თავისებურებები არაერთგვაროვან არასტაციონარულ გარემოებში გავრცელებისას. კვლევები ჩატარდა სამი მიმართულებით და ეფუძნება ლოკალურ მეთოდს, რომელიც სამართლიანია ტალღის ამპლიტუდის ძლიერი ფლუქტუაციებისას. 1) ანალიზური გამოთვლები ემყარება სტოქასტურ ტალღურ განტოლებას ელექტრული ველის დამაბულობისთვის ტურბულენტურ პლაზმაში, სადაც ადგილი აქვს ელექტრონების კონცენტრაციის ფლუქტუაციებს. მდორე სივრცით-დროითი ფლუქტუაციების შემთხვევაში მიღებულია სტოქასტური დიფერენციალური განტოლება საშუალო ველის სპექტრალური ფუნქციისთვის, რომელიც ამოხსნილია შესაბამისი სასაზღვრო პირობის გათვალისწინებით. მიღებულია იმპულსის ხანგრძლივობის ზოგადი გამოსახულება

ელექტრონების კონცენტრაციის ნებისმიერი კორელაციური ფუნქციისთვის.

იგი შედგება სამი შესაკრებისგან: პირველი შესაკრები წარმოდგენს თავდაპირველი იმპულსის ხანგრძლივობას, მეორე შესაკრები გამოსახავს იმპულსის დისპერსიულ განრთხმას ერთგვაროვან პლაზმაში, ხოლო ბოლო შესაკრები დაკავშირებულია პლაზმის არაერთგვაროვნებებთან, რომლებიც იწვევენ იმპულსის გაფართოვებას. მიღებულია იმპულსის სიხშირის ანალიზური გამოსახულება, რომელიც დაკავშირებულია მის მიერ გავლილ მანძილთან ტურბულენტურ პლაზმაში. ახლო ზონაში იმპულსის სიხშირე მანძილის მიხედვით წრფივად იზრდება, ხოლო შორ ზონაში ეს ზრდა მცირდება, რადგან იმპულსის დისპერსიული განრთხმა მნიშვნელოვნად იზრდება. 2) გამოკვლეულია იმპულსური კონის გავრცელების თავისებურებები არაერთგვაროვან გარემოში გავრცელებისას, სადაც ადგილი აქვს დიელექტრიკული შეღწევადობის ფლუქტუაციებს. ანალიზური გამოთვლები ემყარება ლოკალურ მეთოდს. სტატისტიკური გასაშუალებით მიღებულია ამოხსნილია სტოქასტური დიფერენციალუ განტოლება იმპულსური კონის საშუალო ველის სპექტრალური გამოსახულებისთვის შესაბამისი სასაზღვრო პირობის გამოყენებით. ეს გამოსახულება აღწერს იმპულსის გაგანიერებას გამოწვეულს როგორც დიფრაქციით, ასევე არაერთგვაროვანი გარემოს სივრცით-დროითი ფლუქტუაციებით. წარმოდგენილია იმპულსის გაგანიერების ფორმულები გეომეტრიული ოპტიკის არეში და ფრაუნჰოფერის მიახლოებაში. გაანალიზებულია ასევე იმპულსის საშუალო ველის მიღევა გამოწვეული იმპულსის გაბნევით არასტაციონარული გარემოს სივრცით-დროით არაერთგვაროვნებებზე. თავდაპირველად მცირე მანძილებზე იმპულსის საშუალო სიხშირე და ტალღური ვექტორის მოდული მცირდება წრფივად, მაგრამ შემდგომში ეს ზრდა მცირდება, რადგან თვით იმპულსის ხანგრძლივობა ასევე დამოკიდებული ხდება მანძილზე. ეს ეფექტი დაკავშირებულია იმასთან, რომ დიელექტრიკებში გაბნევის გამო მაღალი ჰარმონიკები უფრო ძლიერად მიიღევიან და ამიტომ საშუალო ველის სპექტრი დეფორმირდება დაბალი სიხშირეებისკენ. 3) გამოკვლეულია გაუსური იმპულსური სიგნალის გავრცელების თავისებურებები დიელექტრიკში გავრცელებისას, სადაც გათვალისწინებულია არაკვაზისტატიკური ეფექტები გამოწვეული დიელექტრიკული შეღწევადობის სივრცით-დროითი ფლუქტუაციებით. არასტაციონარული შემთხვევითი პროცესისთვის შემოყვანილია ორგანზომილებიანი სპექტრალური ველის სიმკვრივე. მდორე შემფოთების მეთოდის გამოყენებით, მიღებულია მიმდინარე სპექტრის გამოსახულება. შესწავლილია ამ სპექტრის ყოფაქცევის თავისებურებები ერთჯერად და მრავალჯერად გაბნევისას. მისი გაგანიერება, იმპულსის ხანგრძლივობა, მიმდინარე სპექტრის მაქსიმუმის წანაცვლება და დისპერსიის გავლენა იმპულსური გამოსხივების სპექტრალურ მახასიათებლებზე.

შემდგომი კვლევები მიემდგნა გრადიენტულ ტალღებს, რომელთა შესწავლა ემყარება სამგანზომილებიან ჰელმჰოლცის განტოლებას სიჩქარის გრიგალური ველისთვის. იგი ითვალისწინებს ინერციული და პლანეტარული ტიპის როსბის ტალღებს. განზოგადებულია ხანთადის მაგნიტოგრადიენტული ტალღები სამგანზომილებიანი შემთხვევისთვის. კვლევები ემყარება მაგნიტოჰიდროდინამიკულ განტოლებათა სისტემას ჰოლის ეფექტის

გათვალისწინებით. ნაჩვენებია, რომ ეს ჩაკეტილი განტოლებათა სისტემა შეიცავს ახალი ტიპის სამგანზომილებიან მაგნიტოგრადიენტულ პლანეტარულ ტალღებს, გამოწვეულს დედამიწის გეომაგნიტური ველით.

გათვალისწინებულია, რომ პლანეტარული მასშტაბის ტალღებისთვის კუმშვადობა და ტემპერატურის სტრატეფიკაცია ასრულებენ მეორეხარისხოვან როლს. განტოლებათა სისტემის ამოხსნა იძებნება სამგანზომილებიანი შინაგანი ტალღების სახით ამპერის ძალის გათვალისწინებით. განტოლებათა სისტემა აღწერს ორი უკუმშვადი სითხის ურთიერთქმედებას კორიოლისის ძალის და ორი გიროსკოპული ძალის მოქმედებით. ამ დროს იონოსფერო იძენს ელექტრომაგნიტური ბუნების დამატებით სტრატეფიკაციას და ზედა ატმოსფეროში აღიძვრება ახალი დიდმასშტაბიანი, ძალიან დაბალი სიხშირის ელექტრომაგნიტური ტალღები. ნაჩვენებია ამ ტალღების არსებობის პირობები იონოსფეროს E და F ფენებში. გრძელტალღოვან დიაპაზონში ($\lambda \sim 10^3 - 10^4$ კმ) მიღებულია გაწრფივებულ განტოლებათა სისტემა რომელიც მოიცავს მაგნიტური ველის გრადიენტებს. ამ განტოლებების ამოხსნით იონოსფეროს E ფენში მოიძებნა ახალი ტიპის ჩქარი მაგნიტოგრადიენტული პლანეტარული ტალღა (მაღალსიხშირიან დიაპაზონში) და ნელი, დაბალსიხშირიანი როსბის ტიპის პლანეტარული ტალღა. იონოსფეროს F ფენში აღმოჩენილია მხოლოდ ერთი ჩქარი მაგნიტოგრადიენტული პლანეტარული ტალღა. წარმოდგენილია შესაბამისი რიცხვითი გამოთვლები დღისა და ღამის პირობებში იონოსფეროს შესაბამისი პარამეტრების გამოყენებით. ნაჩვენებია, რომ სამგანზომილებიან როსბის ტალღებისგან განსხვავებით ეს ტალღები ვრცელდებიან ძირითადად დასავლეთის მიმართულებით, ხოლო ნელი მაგნიტოგრადიენტული ტალღებს ყოველთვის აქვთ აღმოსავლეთისკენ მიმართული ფაზური სიჩქარე. სწრაფი პლანეტარული ტალღების ფაზური სიჩქარე არ არის დამოკიდებული ტალღურ რიცხვზე, არ განიცდიან დისპერსიას. ნელი როსბის ტიპის ტალღები იონოსფეროს E ფენში და ჩქარი როსბის ტიპის ტალღები იონოსფეროს F ფენში წარმოადგენენ ძლიერად დისპერგირებად ტალღებს. ყველა ამ ტალღას აქვს ზოგადპლანეტარული ბუნება და შეიძლება აღიძვრან დედამიწის ყველა განედზე. პლანეტარული ტალღებისათვის დამახასიათებელი ვერტიკალური მასშტაბი დაახლოებით სიმაღლის სკალის რიგისაა, რომელიც ტროპოსფეროსთვის შეადგენს დაახლოებით 8 კმ-ს, იონოსფეროს E ფენისთვის იგი დაახლოებით 30 კმ, ხოლო F ფენისთვის - 50 კმ. პარალელისა და მერიდიანის გასწვრივ პლანეტარული ტალღების დამახასიათებელი ჰორიზონტალური მანძილები შეადგენს $10^3 - 10^4$ კმ. ჩატარებულია რიცხვითი გამოთვლები. ნაჩვენებია, რომ ჩქარი მაგნიტოგრადიენტული ტალღებისთვის იონოსფეროს E ფენში: ტალღის სიგრძე $\lambda \sim (10^3 - 10^4)$ კმ, სიჩქარე 0.1-0.7 კმ/წმ დღის პირობებში, ხოლო 0.5-7 კმ/წმ - ღამის პირობებში. შეშფოთებული მაგნიტური ველის დამაბულობა დაახლოებით 2-100 ნანოტესლაა. ნელი მაგნიტოგრადიენტული ტალღებისთვის $\lambda \sim (10^3 - 10^4)$ კმ, სიჩქარე $(10 - 10^2)$ მ/წმ. შეშფოთებული მაგნიტური ველის დამაბულობა 1-20 ნანოტესლა. იონოსფეროს F ფენისთვის ჩქარი მაგნიტოგრადიენტული ტალღისთვის $\lambda \sim (10^3 - 10^4)$ კმ, სიჩქარე $(10 - 50)$ კმ/წმ, ხოლო შეშფოთებული მაგნიტური ველის დამაბულობა იცვლება რამოდენიმე ერთეულიდან რამოდენიმე ასეულ ნანოტესლამდე. უნდა აღინიშნოს, რომ ორგანზომილებიან პლანეტარული

ტალღებისაგან განსხვავებით, რომლებიც ვრცელდებიან მხოლოდ ჰოტიზონტალური მიმართულებით, სამგანზომილებიან ნელ და სწრაფ მაგნიტოგრადიენტულ პლანეტარულ ტალღებს უნდა ჰქონდეთ უპირატესად ვერტიკალური მიმართულება, რაც დასტურდება ზედა ატმოსფერის დაკვირვებებით.

ანალიზურად და რიცხვობრივად გაანალიზებულია სცინტილაციის ეფექტები იონოსფეროს F ფენში. **სცინტილაციის ეფექტები** ძირითადად გამოწვეულია ელექტრონების კონცენტრაციის ფლუქტუაციებით რომლებიც დაიკვირვებიან რადარული სისტემებითა და მეტეოროლოგიურ-იონოსფერული სადგურებით. ანალიზური გამოთვლები ჩატარებულია მოდიფიცირებული მდორე შეშფოთებისა და კომპლექსური გეომეტრიული ოპტიკის მეთოდების გამოყენებით დიფრაქციული ეფექტების გათვალისწინებით და ეყრდნობა სტოქასტურ დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემას, სადაც ელექტრონების კონცენტრაცია სივრცითი კოორდინატების შემთხვევითი ფუნქციაა. მიღებულია გაზნეული ელექტრომაგნიტური ტალღების ფაზის ფლუქტუაციის გამოსახულება. გამოთვლილია ფაზის სტრუქტურული ფუნქცია, მოსვლის კუთხეები მთავარ და პარპენდიკულარულ სიბრტყეებში ელექტრონების კონცენტრაციის ფლუქტუაციის ორიგინალური სპექტრალური ფუნქციისთვის, რომელიც წარმოადგენს ანიზოტროპული და ხარისხობრივი ფუნქციების სინთეზს და ანზოგადებს ცნობილ სპექტრალურ ფუნქციებს, რომლების დაიკვირვებიან ექსპერიმენტზე. გამოთვლილია სცინტილაციის კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ამოცანისათვის დამახასიათებელ ყველა პარამეტრს. თანამგზავრებიდან და იონოსფეროს ზონდირებით მიღებულ ექსპერიმენტულ მონაცემებზე დაყრდნობით აგებულია შესაბამისი მრუდები. **ორიგინალური შედეგებიდან უნდა აღინიშნოს S_{4*}**

ნორმირებული სცინტილაციის კოეფიციენტის დამოკიდებულება განუზომელ ტალღურ პარამეტრზე (ფარდობა დაცემული ტალღისა და ფრენელის ტალღური რიცხვებისა). რიცხვითი გამოთვლები ჩატარებულია დაცემული ტალღის 3 მეგაჰერცი სიხშირისთვის. მრუდების ყოფაქცევა შეფასებულია სამი არისთვის: მნიშვნელოვანი ფილტრაციის არე არასრული დიფრაქციული ეფექტებით, სრულად განვითარებული სცინტილაციების არე და გარდამავალი ზონა. ნაჩვენებია, რომ იონოსფეროს პარამეტრების გარკვეული მნიშვნელობებისთვის ადგილი აქვს სცინტილაციურ აფეთქებებს იონოსფეროს F არეში. მცირე სცინტილაციები $S_{4*} < 0,5$ შეესაბამება დადებით და უარყოფით ინტენსიობების ფლუქტუაციებს, ხოლო დიდი სცინტილაციები $S_{4*} > 0,5$ შეესაბამება მხოლოდ დადებითი ინტენსიობების ფლუქტუაციებს. ხარისხობრივი სპექტრისთვის მიღებულია „ორბურცობიანი ეფექტის“ ახალი მრუდები კარგად აპრობირებული რიცხვითი მოდელირებით.

II. 1. პუბლიკაციები (საქართველოს სახელმწიფო ბიუჯეტით და/ან შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტით დაფინანსებული კვლევითი პროექტის თემატიკის ფარგლებში)

ა) საქართველოში

სახელმძღვანელოები

№	ავტორი/ავტორები	სახელმძღვანელოს სახელწოდება	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	არჩილ ფრანგიშვილი, თეიმურაზ ცაბაძე, თენგიზ წამალაშვილი	შერჩევისა და გადაწყვეტილების მიღების საფუძვლები მენეჯმენტში, პირველი ნაწილი	საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2017, ISBN 978-9941-20-792-1	148
2	ირაკლი სხირტლაძე	წრფივი ალგებრისა და ანალიზური გეომეტრიის ელემენტები	გამომცემლობა "საარი", ISBN 978-9941-461-62-0 2017	248

სტატიები

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათაური, ჟურნალის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	რ. თევზაძე მ. მანია	A System of FBSDE Related to Utility Maximization Problem, Reports of Enlarged Sessions of the Seminar of I. Vekua Institute of Applied	31	თბილისი	4

		Mathematics, v. 31, 2017			
2	რ. თევზაძე ბ. ჩიქვინიძე	Application of FBSDE in optimal investment problem, Reports of Enlarged Sessions of the Seminar of I. Vekua Institute of Applied Mathematics, v. 31, 2017	31	თბილისი	4
3	რ. თევზაძე მ. მანია	Connections between a system of Forward-Backward SDEs and Backward Stochastic PDEs related to the utility maximization problem	materials of conference, Application of random processes and mathematical statistics in financial economics and social sciences II, GAU, Tbilisi, 2017	თბილისი	5

II. 2. პუბლიკაციები:

ბ) უცხოეთში

სტატიები

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათაური, ჟურნალის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	რ. თევზაძე მ. მანია	On regularity of primal and dual dynamic value functions related to investment problem and their representations as Backward Stochastic PDE solutions, SIAM journal on financial	8 (1)	აშშ, ფილადელფია	20

		mathematics, 8(1), (2017), 483–503.			
2	ბესიკ ჩიქვიძე	“An Extension of Mixed Novikov-Kazamaki Condition”, Infinite Dimensional Analysis and Quantum Probability (IDAQ), (2017)	Volume 20, Number 4	World Scientific Publishing Company	
3	ბესიკ ჩიქვიძე	“A new sufficient condition of uniform integrability of stochastic exponentials”, Stochastics, (2017)	Volume 89, Issue 3-4	2017 Informa UK Limited, trading as Taylor & Francis Group	
	T. Tsabadze	Assessment of credit risk based on fuzzy relations	J. AIP Conference Proceedings, Volume 1836, Issue 1, 2017	AIP Publishing	8
	Jandieri George, Ishimaru Akira, Rawat Banmali, Kharshiladze Oleg, Diasamidze Zhuzhuna	“Power Spectra of Ionospheric Scintillations” Advanced Electromagnetics	vol.6, # 4, pp. 42-51, 2017	USA	10
	Jandieri George, Ishimaru Akira, Kharshiladze Oleg	“New Features of the “Double-Humped Effect in the Magnetized Plasma,” PIER M (Progress In Electromagnetics Research M)	vol. 62, pp. 1-9, 2017	USA	9
	Jandieri George, Rahul Kaushik, Tugushi Nika	“Statistical Characteristics of New Type Internal Wave in the Ionospheric F Region”,	vol. 5, # 4, pp. 55-62, 2017	USA	8

		International Journal of Astrophysics and Space Science			
Jandieri George, Gvelesiani Anzor, Diasamidze Zhuzhuna, Diasamidze Mzia, Takidze Irma	„Three-dimensional Magnetogradient Waves in the Upper Atmosphere“, Journal of Advances in Physics	vol. 13, # 5, pp. 4881-4887, 2017	USA	7	
Jandieri George, Diasamidze Zhuzhuna, Diasamidze Mzia, Takidze Irma	“Second Order Statistical Moments of the Power Spectrum of Ionospheric Scintillation”, Earth Sciences	vol. 6, # 6, pp. 142-148, 2017	USA	7	
Jandieri G., Zhukova N., Diasamidze Zh., Diasamidze M.R.	“Scintillation Effects and the Spatial Power Spectrum of Scattered Radio Waves in the Ionospheric F Region”, Journal of Advances in Physics	vol. 13, # 1, pp. 4593-4604, 2017	USA	11	

III. 1. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა
(სახელმწიფო ბიუჯეტით და/ან შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტით დაფინანსებული კვლევითი პროექტის თემატიკის ფარგლებში)

ა) საქართველოში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	რ. თევზაძე	სარგებლიანობის მაქსიმიზაციის ამოცანა და პირდაპირი და	თბილისი, 21 აპრილი, ი. ვეკუას გამოყენებითი მათემატიკის ინსტიტუტი

		შექცეული სტოქასტურ განტოლებათა სისტემა	
2	ბ. ჩიქვინიძე	პირდაპირი და შექცეული სტოქასტურ დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემა და მისი გამოყენება ინვესტორის ოპტიმიზაციის ამოცანაში	თბილისი, 20 აპრილი, ი. ვეკუას გამოყენებითი მათემატიკის ინსტიტუტი
3	რ. თევზაძე	სტოქასტურ დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემა ინვესტირების ამოცანისთვის	თბილისი, 27 სექტემბერი, ქართულ-ამერიკული უნივერსიტეტი
	რ. თევზაძე	სარგებლიანობის მაქსიმიზაციის ამოცანა და სტოქასტურ დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემები	თბილისი, 9 ოქტომბერი, ი. ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ბ) უცხოეთში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	T. Tsabadze	Assessment of credit risk based on fuzzy relations	Roma, Italia. January 27-29, 2017
2	Jandieri George, Diasamidze Zhuzhuna, Kaushik Rahul	"Scintillation Effects of HF Electromagnetic Waves and New Type MHD Waves in F Region of the Ionosphere"	The PIERS (Progress In Electromagnetics Research), Singapore, November 19-22, 2017
3	Jandieri G., Diasamidze Zh., Diasamidze M., Takidze I.	"Scintillation Studies of Scattered Radio Waves in the Ionosphere",	The 38th PIERS (Progress In Electromagnetics Research), St Peterburg, Russia, May 22-25, 2017.
	Jandieri G.V., Zhukova N.N.	"Ionospheric Scintillations in the Turbulent Collision Magnetized Plasma"	The IEEE International Conference on Computational Electromagnetics (ICCEM), Kumamoto, Japan, March 8-10, 2017.

N3 სახეთა ამოცნობის გამოყენებითი სისტემების განყოფილება

* განყოფილების უფროსი — **ტ.მ.კ. გოდერძი ლეჟავა**

განყოფილების პერსონალური შემადგენლობა:

1. ლეჟავა გოდერძი, განყ.უფრ – მთ.მეცნ. თან. ტექ.მეცნ.კანდ.
2. ანანიაშვილი გულაბერ, უფრ. მეცნ. თანამშრ. ტექ.მეცნ. დოქტორი
3. თავდიშვილი ოთარი, მთ. მეცნ. თანამშრ., ტექ.მეცნ.კანდ.
4. თოდუა თეა, მთ. მეცნ. თანამშრ., ტექ.მეცნ.კანდ.
5. თხინვალი რაფიელი, უფრ. მეცნ. თანამშრ., ტექ.მეცნ.კანდ.
6. ვარდოსანიძე ანგუსი, უფრ. მეცნ. თანამშრ.
7. ჯავახიშვილი ირაკლი, მეცნ. თანამშრ., ტექ.მეცნ.კანდ.
8. კამკამიძე ირინა, მეცნ. თანამშრ.
9. მკრტიჩიანი ედუარდი, მეცნ. თანამშრ.
10. დალაქიშვილი თამარი, პროგრამისტი
11. კანდელაკი მერაბი, წამყვანი ინჟინერი, ტექ.მეცნ.კანდ.
12. მესტერიშვილი ამირანი, წამყვანი ინჟინერი, ფიზ.მათ.მეცნ.კანდ.
13. ტყეშელაშვილი ომარი, წამყვანი ინჟინერი, ფიზ.მათ.მეცნ.კანდ.
14. ოლიშვილი ბეჟანი, წამყვანი ინჟინერი
15. ნოდია შოთა, ტექნიკოსი
16. ონიანი დავითი, ტექნიკოს-ოპერატორი

I. 1. საქართველოს სახელმწიფო ბიუჯეტის მიერ დაფინანსებული 2017 წლის გეგმით შესრულებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (ეხება უნივერსიტეტებთან არსებულ დამოუკიდებელ სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებს და სსიპ სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებს)

I.2

№	შესრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიხედვით	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	2	3	4
1	ჰიბრიდულ ინტელექტუალურ სისტემებში ინდუქციური გამოყვანის პროცესორის გამოყენების საკითხების კვლევა	გოდერძი ლეჟავა –ტექნ. მეცნ.კანდ.	კამკამიძე ი., ვარდოსანიძე ა., მკრტიჩიანი ე., დალაქიშვილი თ., ოლიშვილი ბ., კანდელაკი მ., ჯავახიშვილი ი., მესტერიშვილი ა., ნოდია შ., თხინვალი რ.

2	ჩაის ფოთლის შერჩევითი კრეფის რობოტული სისტემა	გოდერძი ლეჟავა –ტექნ. მეცნ.კანდ.	კამკამიძე ი., ვარდოსანიძე ა., მკრტიჩიანი ე., დალაქიშვილი თ., ოლიშვილი ბ., კანდელაკი მ., ჯავახიშვილი ი., მესტვირიშვილი ა., ნოდია შ., თხინვალებელი რ.
3	2D ციფრულ გამოსახულებაზე ობიექტების ფორმის აღწერა და კლასიფიკაცია	ოთარ თავდიშვილი	თ.სულაბერიძე, თ. თოდუა, ზ. ალიმბარაშვილი
<p>გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>1. კვლევის ობიექტს წარმოადგენს ჰიბრიდულ ინტელექტუალურ სისტემებში ჩვენს მიერ დამუშავებული ინდუქციური გამოყვანის პროცესორის გამოყენებასთან დაკავშირებული საკითხები. კვლევის არსი მდგომარეობს ასეთი ჰიბრიდული სისტემის საშუალებით იმ ელემენტარული შემეცნებითი პროცედურების უშუალო მოდელირებაში, რომლებიც განაპირობებენ აზროვნების უნარს. ამ საკითხების კვლევას, გარდა მეცნიერულ-შემეცნებითისა, გააჩნია მნიშვნელოვანი პრაქტიკული ღირებულება და იგი დაკავშირებულია საქმიანობის პრაქტიკულად ყველა სფეროში მართვის ეფექტურობის გაზრდასთან – მართვაში ადამიანური ფაქტორის შემცირებისა და მანქანურ მართვაზე გადასვლასთან.</p> <p>მოცემულ ეტაპზე კვლევები კონცენტრირებული იყო საკუთრივ მართვის ფენომენზე და ჩვენი მიდგომის ფარგლებში ქცევის მართვის პროცესში მოტივაციური ფილტრების შემოყვანაზე. ვინერმა მართვის კანონების შემსწავლელი დისციპლინა – კიბერნეტიკა – განმარტა, როგორც: ტექნიკურ სისტემებსა და ცოცხალ ორგანიზმებში კავშირისა და მართვის შემსწავლელი მეცნიერება. თუმცა კვლევები, როგორც წესი, ეძღვნებოდა მართვის კანონებს, მათ უნივერსალურ ხასიათს. ჩვენ დავინტერესდით მართვის ფენომენით. ჩვენთვის ცნობილი ცოდნის ფარგლებში ამ ფენომენის პირველი გამოვლინებებით.</p> <p>თუ გამოვრიცხავთ მისტიკურ თეორიებს, დავინახავთ, რომ სამყაროში მიმდინარე ყველა პროცესი მოყოლებული დიდი აფეთქებიდან და თვით სიცოცხლის წარმოშობამდე განპირობებული იყო მხოლოდ და მხოლოდ ბუნების ძირითადი ძალების მოქმედებით და მიმდინარეობდა, ფიზიკისა და ქიმიის კანონების შესაბამისდ.</p> <p>იმის თქმა, რომ ეს ძალები და კანონები მართავდნენ სამყაროში მიმდინარე პროცესებს, შეიძლება მხოლოდ ლიტერატურული მეტაფორის სახით. სინამდვილეში აქ მიმდინარე ყველა პროცესი მიმართულია პოტენციური ენერჯის მინიმუმზაციაზე და ენტროპიის ზრდაზე...</p> <p>ამიტომ კლასიკური გაგებით რაიმე მართვაზე ლაპარაკი პრინციპში შეუძლებელია.</p> <p>ვინაიდან ყოველივე ცოცხალი თავისი ბუნებით წარმოადგენს –როგორც ფიზიკოსები ამბობენ – სტაციონარულ მდგომარეობაში მყოფ არაწონასწორულ ღია სისტემას, მისი მდგრადობის აუცილებელ პირობას წარმოადგენს გარემოსთან სპეციფიური ხასიათის ურთიერთქმედება: ნივთიერებათა ცვლა – რაც უზრუნველყოფს გარემოდან მდგრადობის შენარჩუნებისათვის</p>			

აუცილებელი ენერჯისა და ნივთიერებების ნაკადის არსებობას.

ცნობილია, რომ განუწყვეტლად იცვლებოდა პირველი ცოცხალი წარმონაქმნების საარსებო გარემო; ამიტომ სიცოცხლის წარმოშობის უკვე პირვლივე ეტაპზე მოქმედება დაიწყეს ადაპტაციურმა და ევოლუციურმა მექანიზმებმა. წარმონაქმნებს გამოუმუშავდათ რეცეპტორები, რომელთა საშუალებითაც ისინი აღიქვამდნენ უშუალოდ მათი მიმდებარე გარემოს მიმდინარე მდგომარეობას, მის ცვლილებებს. მათ გამოუმუშავდათ აგრეთვე ეფექტორები, რომელთა საშუალებით შეეძლოთ: გადაადგილებულიყვნენ, არაერთგვაროვან გარემოში ეძებნათ „კომფორტული“ - მდგრადობის შენარჩუნების თვალსაზრისით ოპტიმალური მდგომარეობა, მოეპოვებინათ საკვები, გარიდებოდნენ საფრთხეებს. გარემოს მიმდინარე მდგომარეობის გათვალისწინებით ცოცხალ წარმონაქმნებს, თავიანთი შეზღუდული ქმედებების რეპერტუარიდან განუწყვეტლად უნდა განეხორციელებინათ გარკვეული, მიზანმიმართული ქმედებები, რომლებიც უზრუნველყოფდნენ მათ მდგრადობას. რეცეპტორებზე ასახული გარემოს მდგომარეობის შესაბამისად, მდგრადობის ან, როგორც ამბობენ ჰომეოსტაზის, შენარჩუნებაზე მიმართული ქმედება (რეაქცია) სხვა არაფერია თუ არა ქმედებათა მართვა.

ამგვარად, მართვის ფენომენმა პირველად იჩინა თავი მატერიის ევოლუციის იმ ეტაპზე, როდესაც გაჩნდნენ სტაციონალურ მდგომარეობაში მყოფი არაწონასწორული ღია სისტემები, ანუ მაშინ, როდესაც გაჩნდა სიცოცხლე და ამდენად მართვის ფენომენი წარმოადგენს სიცოცხლის ატრიბუტს, სიცოცხლის განუყოფელ თვისებას და არავითარი მართვა სიცოცხლის წარმოშობამდე არ არსებობდა.

ამ თვალსაზრისით კიბერნეტიკა – მართვის შემსწავლელი მეცნიერება – შეიძლება მივაკუთვნოთ სიცოცხლის შემსწავლელი მეცნიერებების ციკლს.

რის საფუძველზე შეეძლო მარტივ წარმონაქმნს განეხორციელებინა არჩევანი – „მიეღო გადაწყვეტილება“, თუ რა ქმედება განეხორციელებინა ამა თუ იმ კონკრეტულ სიტუაციაში, ანუ რა ლოგიკის საფუძველზე უნდა განეხორციელებინა ცოცხალ წარმონაქმნს თავისი ქმედებების მართვა. კერძოდ, გამოიკვეთა ინდუქციური ლოგიკის ფუნდამენტური როლი ცოცხალი წარმონაქმნების მიერ ქმედებათა მართვის მექანიზმების ფუნქციონირებაში, რაც შესანიშნავ შესაბამისობაში აღმოჩნდა ჩვენს მიერ ადრე მიღებულ შედეგებთან და კერძოდ, ჰიპოთეზასთან ინდუქციური ლოგიკის საბაზისო ოპერატორის შესახებ.

კვლევების მეორე მიმართულება შეეხებოდა ე. წ. მოტივაციური ფილტრების გამოყენებას. ინდუქციური გამოყვანის პროცესორი საშუალებას იძლევა, პრაქტიკულად სისტემის გართულების გარეშე, განხორციელდეს მოტივაციური ფილტრების რეალიზაცია: სისტემის შიდა მდგომარეობის შესაბამისად გამომუშავდება „მოტივაციური კოეფიციენტების“ მნიშვნელობები (ე. წ. კოეფიციენტების სვეტი), რომელიც პროცესორის გამოსასვლელზე აღძრული მნიშვნელობების შესაბამის კორექციას ახდენს.

2. კვლევის ობიექტს წარმოადგენს ახალი თაობის, მაღალი პრაქტიკული ეფექტურობის მქონე ჩაის ფოთლის შერჩევით საკრეფი სისტემა, რომელიც მნიშვნელოვნად შეარბილებს მეჩაიეობაში არსებულ პრობლემებს, გამოიწვევს პროდუქციის ხარისხის ამაღლებას და თვითღირებულების

შემცირებას.

სამუშაოებს საფუძვლად უდევს ჩვენს მიერ საერთაშორისო კონვენსიული ფონდების (ISTC -ს პროექტები G-062 და G-062-2, და STCU -ს პროექტი #3868) დაფინანსებით დამუშავებული ახალი თაობის საკრეფი სისტემის კონცეფცია. კონცეფციის ძირითადი თავისებურება მდგომარეობს მექანიკის ტრადიციულ მეთოდებთან და საშუალებებთან ერთად კიბერნეტიკის, ელექტრონიკისა და ოპტოელექტრონიკის მეთოდებისა და საშუალებების გამოყენებაში.

სამუშაოს სათავეებთან იდგნენ ბატონი შოთა ჭალაგანიძე, რომელიც ხელისუფლებას წარმოადგენდა და აკადემიკოსი ვლადიმერ ჭავჭავანიძე – კიბერნეტიკის ინსტიტუტის დირექტორი. პირველად მათ დაიწყეს ლაპარაკი ასეთი კვლევის ჩატარების მიზანშეწონილობაზე.

ამ დროისათვის მსოფლიო მეჩაიეობაში დაგროვებული იყო მთელი რიგი პრობლემები, რომელთაგან მთავარი იყო (და დღესაც რჩება) ხარისხიანი ნედლეულის დამზადების პრობლემა – ჩაის ფოთლის შერჩევითი კრეფის მექანიზაციის პრობლემა. ამ თვალსაზრისით განსაკუთრებით მწვავე მდგომარეობა იყო საქართველოში.

აკადემიკოსების ირაკლი ჟორდანიას და ივერი ფრანგიშვილის ძალისხმევით გადაიდგა პირველი პრაქტიკული ნაბიჯები: მიუხედავად გარკვეული გაუგებარი წინააღმდეგობისა კიბერნეტიკის ინსტიტუტის სამუშაო გეგმაში შეტანილი იყო თემა, რომელიც ეხებოდა პრაქტიკული დანიშნულების მეცნიერებატევადი საკრეფი სისტემის შექმნის შესაძლებლობის წინასწარ კვლევას. პრაქტიკული დანიშნულების საკრეფი სისტემის პროტოტიპი გამოიცადა სტენდზე; შემდეგ დამონტაჟდა ელექტრული წევის შასზე; განხორციელდა გაწყობა (დახვეწა) და პლანტაციაში გამოცდისათვის მომზადება.

მიუხედავად მცდელობისა (კერძოდ, დაფინანსებისთვის მივმართეთ რუსთაველის ფონდს) ვერა და ვერ მოხერხდა სისტემის პლანტაციაში გამოცდის განხორციელება.

მიუხედავად ამისა, მიღებული იქნა გარკვეულ რისკთან დაკავშირებული გადაწყვეტილება: გადაწყდა გამოგვეტოვებინა სამუშაოს აუცილებელი ეტაპი – სისტემის პროტოტიპის პლანტაციაში რეალურ მუშა პირობებში გამოცდა, შემოვფარგლულიყავით ლაბორატორული გამოცდით, რომელიც ჩატარდა ე. წ. `რეალური მუშაობის იმიტატორისა` და კომპიუტერული საიმიტაციო ექსპერიმენტების საშუალებით და დაგვეწყო მუშაობა პრაქტიკული დანიშნულების სისტემის საბოლოო მუშა ვარიანტზე.

დამზადდა მექანიკური ნაწილი. წინა კონსტრუქციისაგან განსხვავებით ის შეიცავდა ლიფტს, რომელიც უზრუნველყოფდა მოკრეფილი დუყების ბუნკერში გადატანას. ტარაბუას დრეკადი თათები იმავდროულად ტრანსპორტიორის `ცოცხების` როლსაც ასრულებდნენ, რაც დიდი ალბათობით წარმატებულ კონსტრუქტორულ გადაწყვეტად შეიძლება ჩაითვალოს. სისტემის მასის გასაწონასწორებლად დაკიდების სისტემაში ხვეული ზამბარების ნაცვლად გამოვიყენეთ ტორსიონები, რაც სისტემას მნიშვნელოვნად უფრო კომპაქტურს ხდის.

საკრეფი მოდულის სივრცული პოზიციონირებისათვის ამ სისტემისათვის დამზადდა სპეციალური აქტუატორები.

ჩადირვის სიღრმის გადამწოდი პრაქტიკულად იმეორებს პროტოტიპში გამოყენებულ კონსტრუქციას. ლაზერების ბლოკისთვის დამზადდა გაუმჯობესებული სტაბილიზებული კვების

ბლოკი. ფოტომიმღებების ბლოკისთვის დამზადდა იმპულსების მაფორმირებელი, რომელშიც შმიტის ტრიგერებია გამოყენებული.

პროტოტიპის საკრეფ მოდულში გამოყენებული იყო როტაციული დანები. სამწუხაროდ, ამ საკრეფი მოდულის გამოცდა პლანტაციამ ვერ მოხერხდა. მიუხედავად ამისა გადავწყვიტეთ, ბოლო ე. წ. მუშა ვარიანტის საკრეფ მოდულში, გამოგვეყენებინა კიდევ ერთი სიახლე – ლენტური ხერხი.

არსებობს კარგად დასაბუთებული ვარაუდი, რომ მოცემული კონსტრუქციის საკრეფ მოდულში ლენტური ხერხის გამოყენება საგრძნობლად გაამარტივებს კონსტრუქციას, გაზრდის საიმედოებას, შექმნის კრეფის სიჩქარის მნიშვნელოვანი გაზრდის შესაძლებლობას.

3. ციფრულ გამოსახულებაზე გამოყოფილი ინტერესის ობიექტის ძიება მონაცემთა ბაზებში, დამყარებული ობიექტის ფორმაზე, დღესდღეობით წარმოადგენს ერთ-ერთ აქტუალურ კვლევის საგანს ციფრულ გამოსახულებათა ანალიზის სფეროში. მისი გამოყენების სფეროებია მეტეოროლოგია, მედიცინა, კოსმოსი, წარმოება, გართობის ინდუსტრია, განათლება, მართლწესრიგი, თავდაცვა და უსაფრთხოება. ფორმის წარმოდგენა და აღწერა უნდა იყოს ისეთი, რომ გაადვილდეს მისი შენახვა, შორ მანძილზე გადაცემა, სხვა ფორმასთან შედარება და ამოცნობა. თავის მხრივ, მონაცემთა ბაზაში მსგავსი ფორმების ეფექტური მოძიება მოითხოვს ფორმის მაღალი სიზუსტით აღწერას. ამასთან, ფორმის აღწერა უნდა იყოს ინვარიანტული გადაადგილების, ბრუნვის და მასშტაბირების მიმართ.

ციფრულ გამოსახულებაზე სეგმენტაციის და ბინარიზაციის შედეგად გამოყოფილი სეგმენტების (ობიექტების) ფორმების ანალიზის ერთ-ერთი მიდგომა ეფუძნება სეგმენტის აღწერას მისი შემომსახვრელი შეკრული კონტურიდან აღებული სასრული რაოდენობის წერტილების (ანათვლების) სიმრავლით. მაგალითად, მარტივ შემთხვევაში ეს შეიძლება იყოს კონტურის შემადგენელი პიქსელების (x_i, y_j) , $i = 1, \dots, N$, $j = 1, \dots, M$ კოორდინატების მიმდევრობა.

ცხადია, რომ რაც მეტია ასეთი წერტილების რაოდენობა, მით უფრო ზუსტია კონტურის აღწერა. მაგრამ ანათვლების დიდი რიცხვის გამო ასეთი აღწერა არ იქნება კომპაქტური და ფორმის აღწერა მოითხოვს გამოთვლების დიდ ფასს. შესაბამისად, ციფრულ გამოსახულებაზე არსებული ობიექტების ფორმის ანალიზისა და კლასიფიკაციის პროცესისათვის, გამოსახულების შეკუმშვისა და შემდგომ მისი მაღალი სიზუსტით აღდგენისათვის მნიშვნელოვანია გარკვეული ბალანსის უზრუნველყოფა კონტურიდან აღებული ანათვლების რაოდენობასა და აღწერის კომპაქტურობას შორის. ამგვარად, კონტურიდან აღებული ანათვლების რაოდენობის მაქსიმალურად შემცირება და ამავე დროს საწყისი კონტურის მაღალი სიზუსტით აღდგენის უზრუნველყოფა გამოთვლების დაბალ ფასთან ერთად წარმოადგენს მნიშვნელოვან ამოცანას.

ჩვენს მიერ შემუშავებული იქნა მიდგომა, რომელიც სეგმენტის შემომსახვრელი შეკრული კონტურის პარამეტრული აღწერის და ანათვლების თეორიაში არსებული მაღალი კრებადობის სიჩქარის მქონე ახალი საინტერპოლაციო ფორმულების (პირამვილის ფორმულა) გამოყენებით კონტურის უფრო ზუსტი აღდგენის საშუალებას იძლევა, ვიდრე უაიტეკერ-კოტელნიკოვ-შენონის

II. 1. პუბლიკაციები (საქართველოს სახელმწიფო ბიუჯეტით და/ან შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტით დაფინანსებული კვლევითი პროექტის თემატიკის ფარგლებში)

ა) საქართველოში

სტატიები

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათა-ური, ჟურნალის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/ კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	ო. ვერულავა, მ. ჩხაიძე, ო. თავდიშვილი	წერილობითი ქსელის ფორმირება სწავლების პროცესში/საქართველოს საინჟინრო სიახლენი	#2 (82)	თბილისი, საქართველოს საინჟინრო აკადემია	გვ. 73-79
2	გ.ლეჟავა, ი.კამკამიძე, ზ.ბერიკიშვილი, ედ.მკრტიჩიანი, მ.კანდელაკი, ა.ვარდოსანიძე	“სიცოცხლის ფენომენი და კიბერნეტიკა”./ მეცნიერება ტექნოლოგიები	2017 წ. # 3	თბილისი	3 გვ.
3	გ. ლეჟავა, ი. კამკამიძე, ზ.ბერიკიშვილი, ე. მკრტიჩიანი, მ. კანდელაკი, ა. ვარდოსანიძე.	„ჩაის ფოთლის შერჩევითი კრეფის მექანიზაციის პრობლემის კვლევა“. მეცნიერება და ტექნოლოგიები	2017 წ. # 3	თბილისი	3 გვ.

N4 ბიოკიბერნეტიკული სისტემების განყოფილება

* სამეცნიერო ერთეულის ხელმძღვანელი:
ბესარიონ ფარცვანია ბიოლ. მეცნ. დოქტორი.

სამეცნიერო ერთეულის პერსონალური შემადგენლობა:

ბესარიონ ფარცვანია - განყოფილების უფროსი
 თენგიზ ზორიკოვი - უფროსი მეცნ. თანამშრომელი
 თეიმურაზ გოგოლაძე - მეცნიერი თანამშრომელი
 ნინო ფონჯავიძე - მეცნიერი თანამშრომელი
 თამარ სურგულაძე - მეცნიერი თანამშრომელი
 ოთარ კვიციანიძე - წამყვანი ინჟინერი
 ლია სანებლიძე - უფროსი ლაბორანტი
 მზია ჭავჭავაძე - უფროსი ლაბორანტი
 გიორგი მამულაშვილი - პროგრამისტი

I. 1. საქართველოს სახელმწიფო ბიუჯეტის მიერ დაფინანსებული 2017 წლის გეგმით შესრულებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (ეხება უნივერსიტეტებთან არსებულ დამოუკიდებელ სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებს და სსიპ სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებს)

№	შესრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	2	3	4
1	ინფრაწითელი გამოსხივების საშუალებით ბიოლოგიური ქსოვილების არაერთგვაროვნობის დადგენა. ბიოლოგია. სამედიცინო ბიოფიზიკა	ბესარიონ ფარცვანია. ბიოლ. მეცნ. დოქტორი	ბ. ფარცვანია. თ. სულაბერიძე თ. გოგოლაძე. თ. სურგულაძე. ნ. ფონჯავიძე
2	ადამიანის მიერ ვიზუალური ინფორმაციის რეფლექტურ დონეზე დამუშავების შესწავლა		

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

1. უკანასკნელ წლებში მზარდი ყურადღება ეთმობა ბიოლოგიური ინფორმაციის ოპტიკურ დამუშავებას, რაც განპირობებულია ახალი სადიაგნოსტიკო საშუალებების დამუშავებებთან. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ინფრაწითელი გამოსხივების გამოყენება, რადგან ამ გამოსხივებას ახლო ინფრაწითელ დიაპაზონში აღმოაჩნდა ბიოლოგიური ქსოვილების განჭოლვის უნარი. ბიოლოგიურ ქსოვილში ინფრაწითელი სხივების სვლა ე.წ. „მღვრიე გარემოში სხივთასვლის“ კანონებს. საინტერესოა, რომ ხილული დიაპაზონის არცერთ ტალღის სიგრძეს არ გააჩნია ბიოლოგიურ ქსოვილებში შეღწევის უნარი. კვლევის ობიექტად აღებული იყო სხვადასხვა ბიოლოგიური ობიექტი: ცხოველის კუნთი, კანი, ღვიძლი და სხვ. შესწავლილ იქნა სხვადასხვა ბიოლოგიურ ქსოვილში ინფრაწითელი სინათლის შეღწევადობის დამოკიდებულება ტალღის სიგრძისაგან. დადგინდა, რომ ქსოვილები განჭოლვადია ინფრაწითელი გამოსხივებისათვის 800-950 ნმ ტალღის სიგრძეების ინტერვალში. 950-1050 ნმ ინტერვალში შეინიშნება ერთგვარი შთანთქმა, რომლის შემდეგაც 11100 ნმ-ზე ხდება განჭოლვადობის აღდგენა.

ექსპერიმენტებმა აჩვენეს, რომ სხვადასხვა ბიოლოგიური ქსოვილის განჭოლვადობა ინფრაწითელი გამოსხივების მიმართ სხვადასხვაა. თუმცა განჭოლვადობის მოვლენა ყველა ქსოვილისათვის მსგავსია და ხასიათდება გაუსის დამოკიდებულების მაგვარი გრაფიკით. საუკეთესო განჭოლვადობას ადგილი აქვს 840-900 ნმ ინტერვალში.

შესწავლილ იქნა ინფრაწითელი სხივების შეღწევადობის დონის დამოკიდებულება გამოსხივებული ინფრაწითელი სინათლის ინტენსივობისაგან. ამ გამოსხივების ინტენსივობის მნიშვნელოვანი ზრდა იწვევს ბიოლოგიური ქსოვილის ტემპერატურის მომატებას. დადგენილია, რომ როდესაც გამომსხივებელი წყაროს (ინფრაწითელი გამოსხივების ფოტოდიოდების- ე.წ. LED) მიერ გამოსხივებული ინტენსივობა არ აჭარბებს 2 ვატ სიმძლავრეს, ბიოლოგიური ქსოვილის ტემპერატურა პრაქტიკულად არ იცვლება (არ მატულობს). ამ პირობებში, როდესაც არ ხდება ბიოლოგიური ქსოვილის გახურება, ინფრაწითელი სხივების შეღწევადობა ბიოლოგიურ ქსოვილში უკუპროპორციულია ქსოვილის სისქისა.

შესწავლილ იქნა ინფრაწითელი სხივების შეღწევადობის დონის დამოკიდებულება ინფრაწითელი წყაროს გამოსხივების კუთხისაგან-ე.წ. watts per seradialn-გან. დადგენილია, რომ მაქსიმალური შეღწევადობა დაიმზირებოდა, როდესაც გამოსხივების კუთხე მინიმალურია და შეადგენს 8 watts per seradialn, ხოლო მინიმალური შეღწევადობა დაიმზირებოდა 130 watts per seradialn-ზე.

შესწავლილ იქნა ინფრაწითელი სხივების უკუგაბნევა ბიოლოგიური ქსოვილებიდან. როდესაც ინფრაწითელი სხივები ეცემა ბიოლოგიურ ქსოვილს, იგი, შედის რა მასში, განიცდის მრავალჯერად გაბნევას. სხივების უმეტესი ნაწილი გადის ქსოვილში, ხოლო ნაწილი უკუგაბნევის შედეგად ბრუნდება უკან გარემოში. დადგენილ იქნა, რომ უკუგაბნეულ სხივთა ინტენსივობა დამოკიდებულია ბიოლოგიური ქსოვილის სისქეზე. ნაჩვენებია, რომ მაქსიმალური სისქე, რომლიდანაც დაიმზირება უკუგაბნევა, შეადგენს 55 მმ.

შესწავლილ იქნა ბიოლოგიური ქსოვილების განჭოლვადობა ინფრაწითელ გამოსხივების

მიერ პოლარიზებული ინფრაწითელი სხივებისთვის. ნაჩვენებია, რომ პოლარიზებულ სხივებს ახასიათებთ მეტი განჭოლვადობა არაპოლარიზებულ სხივებთან შედარებით.

ადამიანის თვალი ვერ აღიქვამს ინფრაწითელ სხივებს. ამიტომ ბიოლოგიური ქსოვილის ინფრაწითელი გამოსახულების გარდაქმნა ხილულად შესალებელია ე.წ. CCD მატრიცის საშუალებით. ფოტოდიოდთან გამოსული ინფრაწითელი სხივები, განჭოლავნ რა ბიოლოგიურ ქსოვილს, ეცემიან CCD მატრიცაზე, რომელიც მიღებულ სხივებს გარდაქმნის ელექტრულ სიგნალებად (ეს მოვლენა წააგავს ადამიანის თვალის მოქმედებას სადაც ბადურაზე დაცემული სინათლე გარდაიქმნება ქმედების პოტენციალებად). ჩვენს მიერ დამუშავებული იქნა კომპიუტერული პროგრამა, რომელიც უზრუნველყოფს ინფრაწითელი გამოსახულების ხილულ გამოსახულებად გარდაქმნას. პროგრამა საშუალებას იძლევა დავაკვირდეთ მოცემულ ინფრაწითელ გამოსახულებას როგორც ონლაინ რეჟიმში, ისე უშუალოდ ექსპერიმენტის მიმდინარეობისას, ასევე ოფლაინ რეჟიმშიც - ე.ი. შევისწავლოთ ჩაწერილი გამოსახულება ექსპერიმენტის დამთავრების შემდეგაც.

2. მიმდინარე წელს ჩვენ დროებით ვაჩერებთ ექსპერიმენტების დიდ სერიას ადამიანის მიერ ვიზუალური ინფორმაციის საწყის (რეფლექტორ) ეტაპზე დამუშავების შესახებ. სამუშაოს ჩატარებისას მოინახა ხერხი ამ დონეზე ინფორმაციის დამუშავების შესწავლის. ამ ხერხის საშუალებით დამტკიცდა, რომ ფერის აღქმა უეჭვლად დამოუკიდებელია, როგორც ფორმის აღქმისაგან, აგრეთვე ყველა დანარჩენ ვიზუალურ პარამეტრისგან, რაზეც დღემდე არ არსებობს ერთიანი აზრი [1].

გაგრძელდა აგრეთვე ჩვენი თანამშრომლობა ამერიკელ კოლეგებთან. წლებანდელ ნაშრომში, გამოქვეყნებულ ამერიკის აკუსტიკური საზოგადოების ჟურნალში (JASA); გამოვლენილია, რომ დელფინების მსგავსად, ღამურებშიც ხდება სონარული სპექტრის გაყოფა ორ ფიზიოლოგიურად დამოუკიდებელ კატეგორიად [2, 3].

ლიტერატურა

1. Dale J. Cohen, "Visual detection and perceptual independence: Assessing color and form", Perception & Psychophysics, 1997, 59 (4), 623-635.
2. Zorikov T.V. (2013), "Echo-processing mechanisms in bottlenose dolphins", <http://arxiv.org/abs/1312.7774>
3. Mary E. Bates, James A. Simmons, Tengiz V. Zorikov, (2017), "Harmonic beamforming: Categorical perception segregates targets from clutter in bat sonar", The Journal of the Acoustical Society of America, vol. 129, issue 4, p. 2470.

I. 3. შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტით დაფინანსებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (ეხება როგორც უმაღლეს საგანმანათლებლო დაწესებულებებს, ისე მასთან არსებულ დამოუკიდებელ სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებსა და სსიპ სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებს)

№	პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიხედვით	დამფინანსებელი ორგანიზაცია	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	2	3	4	5
1	ახლო ინფრაწითელ გამოსხივებაზე დაფუძნებული ახალი სამედიცინო მოწყობილობა პროსტატის კიბოს ადრეულ სტადიაზე ვიზუალიზაციისა და დიაგნოსტიკისთვის ს. ონკოლოგია 8-314	შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი.	ბესარიონ ფარცვანია. ბიოლ. მეცნ. დოქტორი.	ბ. ფარცვანია, თ. სულაბერძე, გ. პეტრიაშვილი, ნ. ფონჯავიძე, ა. ხუსკივაძე, ქ. ჩუბინიძე

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

1. პროსტატის კიბოსგან სიკვდილიანობას მეორე ადგილი უკავია მამაკაცებში ფილტვების კიბოთი სიკვდილიანობის შემდეგ მსოფლიოში. პროსტატის კიბოს ადრეულ სტადიაზე სიმპტომები არ გააჩნია. დიაგნოსტიკის არსებული მეთოდები უმეტეს შემთხვევაში ვერ ახერხებენ ადრეულ სტადიაზე კიბოს დადგენას. დიაგნოსტიკაში საბოლოო სიტყვა ეკუთვნის ბიოფსიას, მაგრამ როდესაც კიბოვანი წარმონაქნის ზომა პატარაა, ბიოფსიის ნემსი ხშირ შემთხვევაში ვერ ხვდება დაავადებულ ქსოვილში და ამიტომ საჭირო ხდება რამდენიმეჯერ განმეორებითი ბიოფსიის აღება, რაც პაციენტის ტანჯვას და აღზნებას იწვევს. იმიჯინგის ორი ძირითადი მეთოდი, მაგნიტო-რეზონანსული იმიჯინგი და პოზიტრონის ემისიის ტომოგრაფია ნაწილობრივ ინვაზიურებია. სირთულის გამო ეს მეთოდები მხოლოდ განსაკუთრებულ ძვირადღირებულ კლინიკებში გამოიყენება და არ ხერხდება მათი საყოველთაოდ გამოყენება ჩვეულებრივ კლინიკებში. ამასთანავე ეს მეთოდები ყოველთვის ვერ ახდენენ მცირე ზომის კიბოვანი წარმონაქმნის დეტექტირებას. აქედან გამომდინარე, მოცემული პროექტის მიზანი იყო ახალი არაინვაზიური, მარტივი სამედიცინო მოწყობილობის მოქმედი მოდელის შექმნა, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელი იქნება პროსტატის კიბოს ვიზუალიზაცია და დიაგნოსტიკა

ადრეულ სტადიაზე. აღნიშნული მიზანი ეფუძნებოდა ჩვენს ადრეულ გამოკვლევებს, რომლის შედეგადაც დადგინდა იქნა, რომ ახლო ინფრაწითელ გამოსხივებას უნარი აქვს განჭოლოს ბიოლოგიური ქსოვილი. გამომდინარე აქედან, პროექტის მიზნად დასახული იქნა ახლო ინფრაწითელი გამოსხივების საშუალებით პროსტატის კიბოს დეტექტირება-ვიზუალიზაცია. მიზნის მისაღწევად დაისახა ამოცანები: 1. არაკიბოვანი პროსტატის ქსოვილში ინფრაწითელი სხივების შეღწევადობის გამოკვლევა გამავალ სხივებში. 2. არაკიბოვანი პროსტატის ქსოვილში ინფრაწითელი სხივების შეღწევადობის გამოკვლევა უკუგაბნეულ სხივებში. 3. არაკიბოვანი პროსტატის ქსოვილის ინფრაწითელი გამოსახულების კომპიუტერული დამუშავება პროგრამის შექმნის მიზნით. 4. პროსტატის კიბოვანი ქსოვილების გამოკვლევა ინფრაწითელ სხივებში მათი ინფრაწითელი გამოსახულების მიღების მიზნით. 5. პროსტატის კიბოვანი ქსოვილის ინფრაწითელი გამოსახულების კომპიუტერული დამუშავება. 6. პროსტატის კიბოვანი ქსოვილის გამოკვლევა პოლარიზებულ ინფრაწითელ სხივებში. 7. პროსტატის კიბოს დიაგნოზირების მოწყობილობის პროტოტიპის შექმნა.

არსებული მოწყობილობის მნიშვნელობა შემდეგია: ხელსაწყო საშუალებას იძლევა ხილული გავხადოთ პროსტატის კიბოვანი წარმონაქმნი. ხელსაწყოს შესაძლებლობებშია რამდენიმე მილიმეტრი ზომის მქონე სიმსივნური წარმონაქმნის ვიზუალიზაცია. აღნიშნული ხელსაწყო საშუალებას მოგვცემს მიზნობრივად, ერთჯერადად შესრულდეს ბიოფსია და აღებულ იქნას 1 ან 2 წერტილი, განსხვავებით არსებული ბიოფსიის მეთოდისა, სადაც აიღება 12 წერტილი პირველი ბიოფსიისას და 24 ან 48 წერტილის მომდევნო ბიოფსიების შექმნის შემთხვევაში.

ამას გარდა, პროექტის შესრულების შედეგად, მიღებულ იქნა ახალი ცოდნა: დადგინდა, რომ 1) ინფრაწითელ არეში პროსტატის ქსოვილში საუკეთესო განჭოლვადობით ხასიათდება 840-850 ნმ ტალღის სიგრძის მქონე გამოსხივება; 2) ინფრაწითელი სხივების შეღწევადობა პროსტატის ქსოვილში სხვადასხვა კიბოვანი და არაკიბოვანი ქსოვილებისათვის. არაკიბოვან ქსოვილში ინფრაწითელი გამოსხივების შეღწევის სიღრმე მოცემული ტალღის სიგრძისათვის წრფივად არის დამოკიდებული ქსოვილის სისქეზე. იგივე დამოკიდებულება კიბოვანი ქსოვილისათვის არაწრფივია. 3) პროსტატექტომიის შედეგად მიღებულ პროსტატაში კიბოვანი ქსოვილის ოპტიკური სიმკვრივე გაცილებით მეტია, ვიდრე ამავე პროსტატის არაკიბოვანი ქსოვილის ოპტიკური სიმკვრივე. აქედან გამომდინარე კიბოვანი ქსოვილის შესაბამისი არეს განათებულობა ბევრად ნაკლებია არაკიბოვანი ქსოვილის შესაბამისი არეების განათებულობაზე და კიბოვანი არე დაიმზირება როგორც მუქი ლაქა ნათელ ფონზე. 4. დადგინდა იქნა, რომ პროსტატის განათება ინფრაწითელი პოლარიზებული სხივებით აუმჯობესებს ინფრაწითელი გამოსახულების ხარისხს და ზრდის სიმკვეთრეს.

5) დამუშავებული კომპიუტერული პროგრამა მუშაობს როგორც ონლაინ ასევე ოფლაინ რეჟიმებში; საშუალებას იძლევა გაზომილ იქნას აღნიშნული განათებულობათა ინტენსივობები და გამოთვლილ იქნას მათ ფარდობა. პროგრამის საშუალებით შესაძლებელია კიბოვანი ქსოვილის არაკიბოვანისგან გარჩევა როგორც ონლაინ ასევე ოფლაინ რეჟიმებში.

ამრიგად: შეიქმნა პროსტატის კიბოს ვიზუალიზაციის ხელსაწყოს მოქმედი მოდელი და

კომპიუტერული პროგრამა.

დამუშავებული და შექმნილი ხელსაწყო მუშაობა შემოწმებულ იქნა იზოლირებულ პროსტატებზე. ხელსაწყო განაპირობებს პროსტატის კიბოს ვიზუალურ დეტექტირებას ინფრაწითელ სხივებში. ხელსაწყო მუშაობა 2 შემთხვევაში შემოწმებულ იქნა უშუალოდ პაციენტებზე, მათი თანხმობის შედეგად.

II. 2. პუბლიკაციები:

ბ) უცხოეთში

სტატიები

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათაური, ჟურნალის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	ბ. ფარცვანია, თ.სულაბერიძე, ა. ხუსკივაძე, ლ.შოშიაშვილი, ქ. ჩუბინიძე,	Near infrared transillumination detection of prostate carcinoma in vitro. <i>Journal of Cancer Science & Therapy</i>	8: 9. https://www.omicsonline .	აშშ OMICS International	4
2	ბ. ფარცვანია, გ.პეტრიაშვილი ნ. ფონჯავიძე	Possibility of Using Near Infrared Irradiation for Early Cancer Diagnosis. <i>Electromagnetic Biology and Medicine</i>	v 33, #1 pp 18-20. DOI: 10.3109/15368378.2013.783845	აშშ, Thomson Reuters	8
3	ბ. ფარცვანია, თ.სულაბერიძე, ა. ხუსკივაძე, ლ.შოშიაშვილი, ქ. ჩუბინიძე,	Near Infrared Transillumination Technology as Additional Tool for Prostate Cancer Detection in vitro after Prostatectomy, <i>International Journal of Research Studies in Medical and Health Sciences.</i>	2016; 1(1):34–38. http://www.ijrsmhs.com/pdf/v1-i1/6.pdf	ინდოეთი, Thomson Reuters	7
	ბ. ფარცვანია,	Infrared light enables	2016; 4:2.	ინდოეთი,	6

თ.სულაბერიძე, ა. ხუსკივაძე, ლ.შოშიაშვილი, ქ. ჩუბინიძე	visualization of the prostate carcinoma after radical prostatectomy. <i>Oncology Discovery</i>	http://dx.doi.org/10.7243/2052-6199-4-2	Herbert Publications	
ბ. ფარცვანია, თ.სულაბერიძე, ა. ხუსკივაძე, ლ.შოშიაშვილი, ქ. ჩუბინიძე	Possibility of using near infrared irradiation for prostate cancer imaging <i>Journal of Nephrology & Therapeutics</i>		აშშ OMICS International	6

III. 1. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა
(სახელმწიფო ბიუჯეტით და/ან შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტით დაფინანსებული კვლევითი პროექტის თემატიკის ფარგლებში)

ა) საქართველოში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	ბ. ფარცვანია	პროსტატის კიბოს ვიზუალიზაცია სწორი ნაწლავის გავლით ინფრაწითელი ტომოგრაფიის გამოყენებით.	ბაკურიანი, 13-21 თებერვალი, 2016
2	ბ. ფარცვანია	ტომოგრაფია პროსტატის კიბოს დიაგნოსტიკაში.	თბილისი, 17 აპრილი 2016წ.
3	ა. ხუსკივაძე	პროსტატის კიბოს დიაგნოსტიკის შესაძლებლობა ინფრაწითელი სხივების გამოყენებით	ბაკურიანი, 14-22 თებერვალი 2015წ

ბ) უცხოეთში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მომხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	ბ. ფარცვანია	Near Infrared transillumination detection of prostate carcinoma in vitro	2016 წ. 26-28 სექტემბერი, ლონდონი, დიდი ბრიტანეთი
2		Possibility of using near Infrared Irradiation for prostate cancer imaging	2017 წ. 22-24 მარტი, რომი, იტალია

N5 გამოთვლითი ტექნიკის ელემენტების და ნაწარმების განყოფილება

განყოფილების უფროსი – დავით ჯიშიაშვილი, ფმმდ;

შ.კეკუტია, მთ.მეც.თან

ზ.შიოლაშვილი, უფ.მეც.თან

ნ.ჩხაიძე, უფ.მეც.თან

რ.კობრიძე, უფ.მეც.თან

ნ.მახათაძე, უფ.მეც.თან

ტ.გავრილენკო, მეც.თან

ნ.გვათუა, მეც.თან

გ.მუმლაძე, მეც.თან, სწავლული მდივანი

ა.ჯიშიაშვილი, უფ.მეც.თან

ჯ.მარხულია, მეც.თან

ო.კვიციანი, მეც.თან

გ.ნაკაშიძე, წამყ.ინჟ

ნ.ნამორაძე, წამყ.ინჟ

დ.სუხანოვი, წამყ.ინჟ

ი.მრევლიშვილი, წამყ.ინჟ

ბ.ბუაძე, მეც.თან.

მ.შოგირაძე, მეც.თან (0,5 შტ).

I. 1. საქართველოს სახელმწიფო ბიუჯეტის მიერ დაფინანსებული 2017 წლის გეგმით შესრულებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (ეხება უნივერსიტეტებთან არსებულ დამოუკიდებელ სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებს და სსიპ სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებს)

№	შესრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიხედვით	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	2	3	4
1	ერთგანზომილებიანი ნანომასალების მიღების ახალი ტექნოლოგიების შემუშავება და მათი პარამეტრების კვლევა (ფიზიკა, ნანოტექნოლოგია)	დავით ჯიშიაშვილი	ზ. შიოლაშვილი ნ. მახათაძე ა. ჯიშიაშვილი დ. სუხანოვი
2	ბიოსამედიცინო დანიშნულების მაგნიტური ნანონაწილაკების სინთეზი. ნანოტექნოლოგია, ბიოსამედიცინო მიმართულება	შალვა კვკუტია	ვ. მიქელაშვილი ჯ. მარხულია ლ. სანებლიძე მ. ჭავჭავანიძე რ. თათარაშვილი
3	დიელექტრიკულ და ლითონ შენაერთებში გარე ველების ზემოქმედებით გამოწვეული მოვლენების ფუნდამენტური გამოკვლევა ახალი მასალების შექმნის მიზნით	ვ. კვაჭაძე (ფიზ. ინსტ)	ნ. ნამორაძე (კიბ. ინსტ) ი. რატიშვილი (ფიზ. ინსტ)

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

1. პროექტის შესრულების შედეგად შემუშავდა ნანომავთულების გაზრდის შემდეგი ტექნოლოგიები: პიროლიზური ტექნოლოგია, სადაც გამოიყენება სინთეზი ჰიდრაზინის თერმელი დაშლის პროდუქტებთან რეაქციის შედეგად; დაისახა მიზნები და ჩატარდა საწყისი ექსპერიმენტები ნანომავთულთა მიკროტალღური მეთოდით გასაზრდელად; ასევე საფუძველი დაედო ახალტექნოლოგიას, სადაც გამოიყენება ამონიუმის ქლორიდის დაშლის პროდუქტების არეში ლითონთა აორთქლება და სუბლიმირებული პროდუქტის საშუალებით ფუძემრეზე ნანომავთულთა სინთეზი.

ჰიდრაზინის (N_2H_4) დაშლის აქტიურ პროდუქტებში (NH_3, NH_2, NH) ნანომავთულთა სინთეზის ასეთი არის გამოყენება მნიშვნელოვნად ამცირებს ნანომავთულთა ზრდის ტემპერატურას. აღნიშნული გზით გავზარდეთ გერმანიუმის ნიტრიდის ნანომავთულები $500^\circ C$

ტემპერატურაზე, რაც 300°C-ით ნაკლებია, ვიდრე ლიტერატურაშია აღწერილი. სინთეზისას NH_4Cl -ის გამოყენება საშუალებას იძლევა მივიღოთ ლითონთა ადვილადაქროლადი ქლორიდები, რომლებიც ფუძემშრეზე მოხვედრისას დისოცირებენ და წარმოქმნიან ნანოზომის ლითონურ კატალიზატორებს. ეს ნანოკატალიზატორები შემდგომში გადაჯერდებიან ამა თუ იმ ორთქლით (In , Ga , Ge , Mn და სხვ.) და გამოყოფენ მყარ ფაზას შესაბამისი ორთქლის ნანომავთულის სახით. აღნიშნული ორთქლი-სითხე-მყარი მეთოდით გაზრდილია ინდიუმისა და გალიუმის ოქსიდისა და ფოსფიდების ნანომავთულები, აგრეთვე $\text{In}_2\text{Ge}_2\text{O}_7$ და InN ნანომავთულები.

1D ნანომასალების მისაღებად დამზადდა ახალი, კვარცის რეაქტორიანი ვაკუუმური დანადგარი, რომლის ნარჩენი ვაკუუმი შეადგენს 2×10^{-5} ტორს. ქიმიურად აგრესიული აირების გამოყენების მიზნით გაკეთდა პოლიპროპილენის ვაკუუმური მილგაყვანილობა და აღჭურვილობა. გამოიცადა სისტემის მდგრადობა HCl -ისა და N_2H_4 -ის ორთქლების მიმართ.

ჩატარდა ექსპერიმენტები ნანომავთულების გასაზრდელად მიკროტალღური დასხივების გამოყენების მიზნით. დადგინდა, რომ 2.45 გჰც სიხშირითა და 800 ვტ სიმძლავრით დასხივება საკმარისია 450°C/წთ სითბური გრადიენტის მისაღწევად და მყარი გერმანიუმის 2 წუთში დასადნობად. ჩატარდა გათვლები ტალღსატარის ოპტიმალური გეომეტრიული ფორმისა და ზომების შესაფასებლად. უპირატესობა გათვლებში მიენიჭა ერთმოდინი დასხივების მეთოდის შემუშავებას. გამოიცადა რეაქტორი მანგანუმის ოქსიდის ნანომავთულების მისაღებად. ოთხწუთიანი მიკროტალღური დასხივებით მიღებული იქნა მანგანუმის ოქსიდის 1D ნანომავთულები, რომელთა საშუალო დიამეტრი შეადგენდა 70 ნმ-ს, ხოლო სიგრძე კი ათეულ მიკრომეტრს აღწევდა.

პროექტი დასრულდა 2017 წელს. მისი მსვლელობისას გაკეთდა 4 სამეცნიერო პუბლიკაცია და მისი შედეგები მოხსენებული იყო სამ საერთაშორისო კონფერენციაზე.

2. ჩვენ მიზნად დავისახეთ მაგნიტური ნანოსითხეების სინთეზის უწყვეტი ავტომატიზირებული ტექნოლოგიური ხაზის შექმნა, რაც განხორციელდა მოდიფიცირებული მაგნიტური ნანონაწილაკების სინთეზის უწყვეტი ტექნოლოგიური ხაზი, საგრანტო ხელშეკრულება № AR/96/3 – 250/13 პროექტში. ამისათვის შესწავლილი და გაანალიზებული იქნა ფერონანოსითხეების სინთეზის (რეაქციის) ყოველი სტადია, დამუშავდა რეაქციის განხორციელების ყოველი საფეხური და აიგო შესაბამისი ბლოკ-სქემა, რომლის მიხედვით შეიქმნა კონსტრუქციის გრაფიკული ნახაზი რეაქციის ავტომატურ რეჟიმში განსახორციელებად ყველა საჭირო ბლოკების გათვალისწინებით.

ავტომატური ქიმიური რეაქტორის სისტემა, აგებულია ინდივიდუალურად, მოთხოვნილების შესაბამისად. მთელი სისტემა დამონტაჟებულია მობილურ სადგამზე, მობილურია ასევე PLC კონტროლის ბლოკი და ტემპერატურული ცირკულატორი.

სამუშაოს პერიოდში დექსტრანით სტაბილიზირებული ნანოსითხის სინთეზი განხორციელდა ზემოთ აღწერილი პროცედურის თანახმად. კერძოდ, ახლად სინთეზირებულ მაგნიტურ ფეროსითხეში, უჟანგბადო არეშივე მოხდა წინასწარ მომზადებული დექსტრანის წყალხსნარის დამატება წვეთ-წვეთად (3 გრ დექსტრანი გახსნილ იქნა 3 მლ დისტილირებულ

წყალში), ამასთან ინტენსიური მორევის პირობებში თანდათანობით მოხდა მაგნიტური ფეროსითხის ტემპერატურის აწევა 60-70°C-მდე. დექსტრანის წყალხსნარის მთლიანად დამატების შემდეგ, მიღებული მაგნიტური ფეროსითხის მორევა გაგრძელდა 30 წუთის განმავლობაში (ტემპერატურა იყო 60°C-მდე). ამის შემდეგ გამოირთო ვაკუუმი და განხორციელდა დისტილირებული წყლით გამორეცხვის პროცედურები. დასაწყისში მაგნიტური სითხის pH იყო დაახლოებით 10,8. გამორეცხვა გაგრძელდა მანამ, სანამ სისტემის pH არ გახდა დაახლოებით 6.04. ამის შემდეგ მუდმივი მაგნიტის მეშვეობით წყალი გადაიწურა მაქსიმალურად და მიღებულ პასტას დაემატა 15 მლ დისტილირებული წყალი. აქედან ინსულინის შპრიცით ამოღებულ იქნა 1 მლ სითხე, შპრიციდან მაგნიტური გაზომვებისთვის კონტეინერში ჩაისხა 0.18 მლ მაგნიტური სითხე.

მაგნიტურმა გაზომვებმა აჩვენა ჰისტერეზის მარყუჟის არ არსებობა, რომელიც დამახასიათებელია სუპერპარამაგნიტური ქცევისათვის. სუპერპარამაგნიტიზმი გულისხმობს ხსნარში მაგნიტური ნნწ-ების განმეორებითი დისპერსირების შესაძლებლობას აგრეგაციის წარმოქმნის გარეშე.

მეორე შემთხვევაში შემოუგარსავი მაგნიტური ნანოსითხე გადატანილ იქნა ელექტროჰიდრაულიკური დამუშავების რეზერვუარში, მაგნიტურ სითხეს დაემატა 50 მლ დისტილირებული წყალი და მოხდა მისი ელექტროჰიდრაულიკური დამუშავება 10 წუთის განმავლობაში. ამის შემდეგ ელექტროჰიდრაულიკურად დამუშავებული მაგნიტური ფეროსითხე ჩაისხა კოლბაში, სითხის ტემპერატურა დაწეულ იქნა 17-18°C გრადუსამდე და შემდგომ მაგნიტურ მომრევეზე ინტენსიური მორევის პირობებში წვეთ-წვეთად დამატებულ იქნა წინასწარ მომზადებული დექსტრანის წყალხსნარი (3 გრ დექსტრანი გახსნილ იქნა 3 მლ დისტილირებულ წყალში). დექსტრანის დამატების კვალდაკვალ ხდებოდა მაგნიტური ფეროსითხის ტემპერატურის მატება 60-70°C გრადუსამდე.

დამაგნიტების მრუდი არ უჩვენებს ნარჩენ დამაგნიტებას ნულოვან ველზე, რაც მიუთითებს ნანოსითხის სუპერპარამაგნიტურ ქცევაზე. ჰისტერეზის არარსებობა ოთახის ტემპერატურაზე მეტყველებს იმ ფაქტზე, რომ მაგნიტური ფხვნილების დიამეტრი არის საკმარისად მცირე ანუ 20 ნმ-ის ქვევით.

მაგნიტური ნანოსითხის სინთეზისას დიდი მნიშვნელობა ექცევა ნანონაწილაკების ზომებს. ზომები უნდა იყოს ჰომოგენური, უნდა გააჩნდეს მცირე გადახრა საშუალო ზომიდან. ჩვენამდე არსებული დისპერგირების მეთოდები ნაწილობრივ უზრუნველყოფდა დისპერგირების მისაღებ ხარისხს. მაღალი ხარისხის უზრუნველსაყოფად ჩვენ მივმართეთ ელექტროჰიდრაულიკურ ეფექტს (იუტკინის ეფექტი). ამ მიზნით დამზადდა ელექტროჰიდრაულიკური დანადგარი. თანახმად მერხევი ნიმუშის მაგნეტომეტრული VSM გაზომვებისა, მაგნიტური ამთვისებლობა იზრდება ელექტროჰიდრაულიკური ეფექტის გამოყენებით. ასევე, აღმოჩნდა, რომ საუკეთესო სორბციის უნარით ხასიათდება ელექტროჰიდრაულიკური მეთოდით დამუშავებული მაგნიტური სითხე. ანუ სხვა სიტყვებით რომ გამოვხატოთ, ჩვენს მიერ შექმნილი დანადგარის მეშვეობით შესაძლებელი ხდება მაგნეტიტის მყარი მარცვლების ჰომოგენიზაცია სითხეში და შედეგად უფრო მაღალდისპერსიული მაგნიტური სითხის მიღება. უნდა აღინიშნოს, რომ იუტკინის ეფექტის

გამოყენება ნანონაწილაკების სინთეზისათვის მსოფლიო პრაქტიკაში პირველად განხორციელდა ჩვენს მიერ. ამდენად, ჩვენს მიერ შექმნილი იუტკინის ეფექტზე დაფუძნებული ელექტროჰიდრაულიკური დანადგარი თავისუფლად გახდება კომერციული დანიშნულების.

არსებობს ტექნოლოგიური გამოწვევა ნნწ-ების ზომის, ფორმის, სტაბილურობისა და დისპერსიულობის კონტროლის მხრივ სასურველ გამხსნელებში. მაგნიტური რკინის ოქსიდის ნნწ-ებს გააჩნია ზედაპირი მოცულობაზე შეფარდების დიდი მნიშვნელობა და ამიტომ ფლობს მაღალ ზედაპირულ ენერგიებს. შესაბამისად, ზედაპირული ენერგიის შემცირების მიზნით ისინი მისწრაფვიან აგრეგაციისაკენ. უფრო მეტიც, შიშველი რკინის ოქსიდის ნნწ-ები ხასიათდება მაღალი ქიმიური აქტივობით და ადვილად იჟანგებიან ჰაერში (განსაკუთრებით მაგნეტიტი), რაც ზოგადად განაპირობებს მაგნეტიზმისა და დისპერსიულობის გაუარესებას. ამგვარად, ზედაპირის ხელსაყრელი საფარით უზრუნველყოფა და ზოგიერთი ეფექტური დაცვის სტრატეგიის შემუშავება რკინის ოქსიდის ნნწ-ების სტაბილურობის შესანარჩუნებლად არის ძალიან მნიშვნელოვანი, რისი განხორციელებაც იყო ჩვენი მიზანი. აღსანიშნავია, რომ პრაქტიკულად მთელ რიგ შემთხვევებში დამცავი გარსაცმი უზრუნველყოფს არა მარტო ნნწ-ების სტაბილიზაციას, არამედ შეიძლება გამოყენებულ იქნას მათი შემდგომი ფუნქციონალიზაციისთვის.

ასე რომ, ჩვენ ძირითად ყურადღება გავამახვილეთ რკინის ოქსიდის ნნწ-ების შექმნის დახვეწაზე და მიღების სხვადასხვა სტრატეგიაზე, ზედაპირულად სხვადასხვანაირად ფუნქციონალიზირებული ნნწ-ების სტრუქტურასა და მაგნიტურ თვისებებზე და მომავალში მათ შესაბამის გამოყენებაზე. ქიმიური მეთოდით და ელექტროჰიდრაულიკური ეფექტით სინთეზირებული, სხვადასხვა პოლიმერებით (PVA, PEG, Dextran) შემოგარსული რკინის ოქსიდის ნნწ-ების თვისებების შესწავლის შედეგად შესაძლებელი გახდა ნაწილაკის ზომის მართვისა და კოლოიდური დისპერსიის სტაბილიზაციის უზრუნველყოფა და შეიქმნა მყარი პლატფორმა მრავალფუნქციონალური რკინის ოქსიდის ნანონაწილაკების საწარმოებლად.

ელექტროჰიდრაულიკური ეფექტით დამუშავებული, PVA, PEG და დექსტრანი-ით შემოგარსული მნწწ-ებისთვის (SPIONs) დადგინდა, რომ ისინი კარგად შეიწონება (იხსნება) წყალში, ვინაიდან მათ ზედაპირზე აქვთ ჰიდროქსილური და ამინეს ჯგუფის შემცველი ჰიდროფილური დაბოლოება და ზომების ვიწრო განაწილება. ასევე გარე ჰიდროფილური ზედაპირი აძლიერებს მათ ბიოაქტიურობას. ამიტომ ისინი წარმოადგენენ ძალიან კარგ ბიოსამედიცინო სამკურნალწამლო მატარებლებს.

ბიომედიცინაში გამოყენებული ნანოსისტემების შექმნისას დიდ სიძნელეს წარმოადგენს ბიოთავსებადი, მდგრადი საფარის შექმნა და მათზე ბიოვექტორებისა და სამკურნალწამლო საშუალებების დამაგრება. ამასთან პოლიმერული საფარი მნწწ-ის ზედაპირზე ქიმიური ბმით უნდა იყოს დაკავშირებული და ინარჩუნებდეს მდგრადობას ბიოლოგიურ გარემოში. ჩვენი სიახლეების (ელექტროჰიდრაულიკა და ავტომატური ქიმიური რეაქტორი) წყალობით ბიოვექტორებისა და წამლების დამაგრების მექანიზმი ახლო მომავალში უკეთ იქნება შესწავლილი და მოგვცემს ამ ნივთიერებების კონტროლირებადი დამატების შესაძლებლობებს. სავარაუდოდ გაადვილდება იმ ქიმიო-ფიზიკური მექანიზმების შესწავლა, რომელიც თან ახლავს

თერაპიული პრეპარატების გამონთავისუფლებას ორგანიზმში.

ჩვენ ვვარაუდობთ, რომ მრავალფუნქციური, მოდიფიცირებული საფართო აღჭურვილი მნნწ-ის სინთეზი სულ უფრო მიიპყრობს ფიზიკოსების, ქიმიკოსების, ბიოლოგებისა და მედიცინის მუშაკთა ყურადღებას. უახლოეს ათწლეულში თავისი ეფექტურობის გამო ნანონაწილაკები უნიკალური უნდა გახდეს ბიომედიცინის სხვადასხვა სფეროში, მათ შორის ავთვისებიანი სიმსივნეების თერაპიაში. ცოცხალ ორგანიზმში მაგნიტომართვადობის და მათ ზედაპირზე ბიოვექტორების არსებობის გამო ნანოსისტემების ლოკალიზაცია გარკვეულ უბნებში შესაძლებლობას მოგვცემს დაავადების ადრეულ სტადიაზე მაგნიტო-რეზონანსული კვლევით ვაწარმოთ დიაგნოზირება და მიზანმიმართული მიწოდების გამო ადგილზე მივიტანოთ სამკურნალწამლო საშუალებები და გენები. გრანტში გაწეული სამუშაოები მიმართული იყო იმ პატერნის შესაქმნელად, რომელიც ახლო მომავალში განახორციელებს მსგავსი კვლევების დადებითად გადაწყვეტას.

3. ნათელა ნამორაძე 2017 წლის განმავლობაში მონაწილეობას ღებულობდა ეანდრონიკაშივის სახელობის ფიზიკის ინსტიტუტთან ერთობლივ თეორიულ კვლევებში, რომლებიც ხორციელდებოდა გეგმიური სამუშაოების ფარგლებში.

თემის დასახელება: “დეილექტრიკულ და ლითონ შენაერთებში გარე ველების ზემოქმედებით გამოწვეული მოვლენების ფუნდამენტური გამოკვლევა ახალი მასალების შექმნის მიზნით”. /ხელმძღვანელი ვ.კვაჭაძე/

ქვეთემის დასახელება: “წყალბადის (დეიტერიუმის) შემცველი შენაერთების თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევა” /ხელმძღვანელები ვ.კვაჭაძე, ი.რათიშვილი/
2017 წელს გრძელდებოდა კვლევები ლითონ-წყალბადის ნაერთების მასალათმცოდნეობის მიმართულებით. კერძოდ, თეორიულად შესწავლილ იქნა ლითონის მესერში ჩანერგილი წყალბადის იზოტოპის – დეიტერიუმის – გავლენა ნაერთის ჯამურ სითბოტევადობაზე და მითითებული იყო მნიშვნელოვან ტემპერატურულ ანომალიის არსებობაზე.

კვლევის შედეგები გამოქვეყნდა ნაშრომში:

N.Z.Namoradze, I.G.Ratishvili. “The “particle weighting” effect in the heat capacity temperature dependence of the V₂D ordering interstitial alloys”. *Metallofiz. Noveishie Tekhnol.* **39** (5), 579-591 (2017).

ამჟამად კვლევები მიმდინარეობს შესაბამის ეფექტის გამოვლენის შესაძლებლობაზე ზმრ-გაზომვებში.

I. 3. შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტით დაფინანსებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (ეხება როგორც უმაღლეს საგანმანათლებლო დაწესებულებებს, ისე მასთან არსებულ დამოუკიდებელ სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებსა და სსიპ სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებს)

№	პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიითითებით	დამფინანსებელი ორგანიზაცია	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	2	3	4	5
1	სუპერპარამაგნიტური რკინის ოქსიდის ნანონაწილაკების (SPIONs) გამოყენების პერსპექტივები ჭრილობების შეხორცებაში, (საგრანტო ხელშეკრულება № FR/451/7-230/13). ნანოტექნოლოგია, ბიოსამედიცინო მიმართულება	შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი	მარინა აბულაძე	შ. კეკუტია, ლ. სანებლიძე, რ. თათარაშვილი

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

1. წამყვანი ორგანიზაცია: ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ე. ანდრონიკაშვილის ს. ფიზიკის ინსტიტუტი
თანამონაწილე ორგანიზაცია: საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ჯგუფის ხელმძღვანელი შ. კეკუტია.

არსებობს ტექნოლოგიური ამოცანა, რომ კონტროლს უნდა დაექვემდებაროს ნანონაწილაკების (ნწ) ზომა, ფორმა, სტაბილურობა და დისპერსიულობა სასურველ გამხსნელებში. შიშველი რკინის ოქსიდის ნწ-ები ხასიათდება მაღალი ქიმიური აქტიურობით და ადვილად იჟანგება ჰაერში (განსაკუთრებით მაგნეტიტი Fe_3O_4), რაც ზოგადად იწვევს მაგნეტიზმისა და დისპერსიულობის გაუარესებას. ამდენად, ზედაპირის უზრუნველყოფა

შესაბამისი საფარით და მაგნიტური ნნწ-ების (მნწ) სტაბილურობის დაცვის ზოგიერთი ეფექტური სტრატეგიის დახვეწა არის ძალიან მნიშვნელოვანი, რაც წარმოადგენს ჩვენი სამუშაოს მიზანს.

ამგვარად, ჩვენი მიზანი იყო, სხვადასხვა ნივთიერებებით ზედაპირულად ფუნქციონალიზირებული მნწ-ების სინთეზის, სტრუქტურისა და მაგნიტური თვისებების გაუმჯობესება და მათი შესაბამისი გამოყენების სტრატეგიის დადგენა. კერძოდ, ქიმიური თანადალექვის მეთოდით და ელექტროჰიდრაგლიკური ეფექტის გამოყენებით ჩატარდა სინთეზირებული ფუნქციონალიზირებული რკინის ჟანგეულის ნანონაწილაკების გამოკვლევა. ნნწ-ების რადიუსების განაზღვრვის შემცირების მიზნით, პირველად მსოფლიო პრაქტიკაში ნანონაწილაკების სინთეზის კარგად ცნობილ სქემაში გამოვიყენეთ ელექტროჰიდრაგლიკური ეფექტი (ე.წ. იუტკინის ეფექტი) [3]. აღნიშნული მიდგომა, როგორც წინასწარმა დაკვირვებებმა გვიჩვენა, მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს ხსნარების დისპერსიულობას. ელექტროჰიდრაგლიკური დანადგარი თავისუფლად შეიძლება გახდეს კომერციული დანიშნულების.

ე.ი. სამუშაოს ამოცანას წარმოადგენდა პოლიმერით შემოგარსული მაგნიტური ნანონაწილაკების (Fe_3O_4) სინთეზის ახალი ტექნოლოგიის დამუშავება ელექტროჰიდრაგლიკური ეფექტის გამოყენებით. შესაბამისად დამუშავებულ იქნა ასკორბინის სპირტით, პოლივინილის სპირტით PVA, პოლიეთილენ გლიკოლით PEG და Dextran-ით შემოგარსული მაგნიტური ნანონაწილაკების სინთეზის ახალი ტექნოლოგია ელექტროჰიდრაგლიკური ეფექტის გამოყენებით. გაუმჯობესებულ იქნა ელექტროჰიდრაგლიკური დანადგარი, დადგინდა მიღებული შიშველი და ფუნქციონალური ნნწ-ების მაგნიტური ამთვისებლობა. მაგნიტური გაზომვები ჩატარდება მერხვეი მაგნეტომეტრის VSM გამოყენებით, რომელიც დამაგნიტების გაზომვის საშუალებას იძლევა $1.7 \pm 293K$ ფართო ტემპერატურულ ინტერვალში 5 ტესლამდე მაგნიტურ ველში.

აღნიშნული სინთეზირებული მოდიფიცირებული მაგნიტური ნანონაწილაკები პროექტის ფარგლებში გამოკვლეულ იქნა ქრონიკულ ჭრილობებში მიმდინარე პროცესების დასადგენად. ქრონიკულ ჭრილობებში ბაქტერიები არსებობენ ბიოაფკურ გაერთიენებებში და ბიოაფკების დათრგუნვის ერთ-ერთი წარმატებული მიდგომა არის ნანოტექნოლოგიის გამოყენება. სუპერპარამაგნიტური რკინის ოქსიდის ნანონაწილაკები (SPION) გახდა წამყვანი კანდიდატები ბიოაფკების პროფილაქტიკასთვის. მაგრამ დღეისათვის ნანოტოქსიურობის მექანიზმები ჯერ კიდევ არა კარგად შესწავლილი და ბუნდოვანია. აგრეთვე გარკვეული პრობლემა არსებობს განსაზღვრული მახასიათებლების მქონე ნანონაწილაკების სინთეზის. სამეცნიერო პროექტში მოყვანილია მნწ-ების (10-20 ნმ) სინთეზის მეთოდი, როდესაც თანადალექვის მეთოდში ჩართულია ელექტროჰიდრაგლიკური დამუშავება(იუტკინის ეფექტი) და მნწ-ები სტაბილიზირებულია ბუნებრივი პოლიმერებით (PEG, PVA, Dextran, ასკორბინის მჟავა), რაც მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს ხსნარების დისპერსიულობას. გაზომილია ოთახის ტემპერატურაზე შიშველი მაგნიტური ნანონაწილაკების შემცველი მაგნიტური ნანოსითხის მაგნიტური მომენტების დამოკიდებულება მოდებული გარე მაგნიტური ველისაგან (VSM გაზომვები). მაგნიტური ამთვისებლობა იზრდება ელექტროჰიდრაგლიკური ეფექტის

გამოყენებით.

ნანონაწილაკების ტოქსიურობა ბაქტერიული და ადამიანის უჯრედების მიმართ შეფასდა კლასიკური ბაქტერიოლოგიური მეთოდების, დიფერენციალური სკანირებადი კალორიმეტრიის (დსკ) გამოყენებით და შიდაუჯრედული პროცესების ანალიზით (DCFD-A, BudR). ნანონაწილაკების ტოქსიკური ზემოქმედება ბაქტერიულ უჯრედების მიმართ დამოკიდებული იქნა შემოგარსული პრეპარატების ბუნებაზე, ბაქტერიების ზრდის ფაზაზე პრეპარატის შეყვანისას და მოქმედების დროზე. ტოქსიკურობა საკმაოდ მქადავდება SPION/PEG-ის შემთხვევაში (60% კონტრ. მიმართ). SPION/PEG-ის ზემოქმედება იწვევდა მუკოიდის გამოყოფის მკვეთრ შემცირებას, რაც ნაჩვენებია უჯრედების ზრდით აგარზე, შეფერილი „კონგო წითელით“. ანალოგიური გავლენა ბიოაფკების განვითარებაზე დაიშვებოდა SPION-dex შემთხვევაში.

ნანომასალებთან მიმართებაში კრიტიკულ პრობლემას წარმოადგენს მათი პოტენციური ტოქსიკურობის და შესაძლო სტიმულირებადი ეფექტის დადგენა ეუკარიოტული უჯრედებისათვის. ნაჩვენებია, რომ დექსტრანით შემოგარსული SPION-ის შემთხვევაში კონცენტრაციის Fe 20 მკგ/მლ 24 ს-ანი ზემოქმედება ფილტვის ალვეოლარული უჯრედებზე კულტურაში იწვევდა დაბალი დონის ტოქსიკურ ეფექტს კონტროლთან შედარებით (5-7 %, MTT მეთოდი). ნანონაწილაკების ბაქტერიციდული ეფექტის არასაკმარისი გამოვლენა შესაძლოა იყო მიღებული ნანონაწილაკების ნიმუშების მრავალდისპერსიულობის გამო, რაც ნაწილობრივ ზღუდავს უჯრედებში მათ შეღწევადობას.

გრანტში გაწეული სამუშაოები მიმართული იყო იმ პლატფორმის შესაქმნელად, რომელიც ახლო მომავალში განახორციელებს ნანოტექნოლოგიის გამოყენებას ადამიანის ქრონიკული ჭრილობების სამკურნალოდ.

I. 4.

№	პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიხედვით	დამფინანსებელი ორგანიზაცია	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	ნანომავთულების გაზრდის ახალი ტექნოლოგიების შემუშავება და აირების ზემოქმედებარე სენსორების დამზადება (ნანოტექნოლოგია)	შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდისა და სტეფან-ერთობლივი გრანტი გრანტი N04/05-2016	დავით ჯიშიაშვილი	1. ზ.შიოლაშვილი 2. ნ.მახათაძე 3. ა.ჯიშიაშვილი 4. ა.ჭირაქაძე 5. ლ.ჩხარტიშვილი 6. გ.ჭონიშვილი
გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)				

1. პროექტის დაწყებიდან შესრულებულია 6 კვარტალი. ამ პერიოდში კონსტრუირებული და რეალიზებულია ერთი ტექნოლოგიური დანადგარი, რომელიც საშუალებას იძლევა მივიღოთ რეაქტორში 2.10^{-5} ტორი ვაკუუმი, მოვახდინოთ მასში საჭირო აირადი რეაგენტების შეყვანა, გავახუროთ ფუძემრე და წყარო მასალები შესაბამისად 700 და 850°C, გავზარდოთ მასში ნანომავთულები ან მოვახდინოთ მათი გამოწვა სხვადასხვა არესა და ტემპერატურაზე.

პროექტის მსვლელობისას, ნანომავთულთა სტრუქტურის, შედგენილობისა და თვისებების კვლევისთვის გამოვიყენეთ გამოვიყენეთ ისეთი ანალიტიკური მეთოდები, როგორცაა რენტგენული ფაზური ანალიზი, ატომურ-ძალური მიკროსკოპია, რასტრული და ტრანსმისიული ელექტრონული მიკროსკოპია, კათოდოლუმინესცენცია, ინფრაწითელი სპექტროსკოპია და სხვ.

ბოლო წლის განმავლობაში განსაკუთრებული ყურადღება დაეთმო ინდიუმის ფოსფიდისა და ინდიუმის ოქსიდის ნანომავთულების მიღებას, ხოლო ბოლო კვარტალში ვმუშაობდით ბორისა და მისი ნიტრიდის ნანომასალების მიღებაზე.

პროექტის მსვლელობისას გაკეთდა სპეციალური სტენდი ნანომავთულთა არეზე დამზადებული აირის სენსორების გამოსაცდელად. აღნიშნული სტენდის მეშვეობით შესაძლებელია სენსორის გახურება 500°C-დე, აირთა ნაზავების მომზადება, მათი ნაკადის შექმნა და სენსორის გამტარებლობის გაზომვა ათეული პიკომპერის სიზუსტით.

მიღებულია პირველადი შედეგები ინდიუმის ოქსიდის ნანომავთულებიანი გაზის სენსორის პარამეტრების შესახებ, რომლის მგრძობიარობამ პირველივე ცდებში ათეული ppm შეადგინა ამიაკის მიმართ. დაგეგმილია სენსორების დამზადება სხვა ნანომავთულების საფუძველზე და მათი გამოცდა.

II. 1. პუბლიკაციები (საქართველოს სახელმწიფო ბიუჯეტით და/ან შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტით დაფინანსებული კვლევითი პროექტის თემატიკის ფარგლებში)

ა) საქართველოში

სტატიები

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათა- ური, ჟურნა- ლის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/ კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
---	---------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------	------------------------

1	A. Jishiashvili, Z. Shiolashvili, N. Makhatadze, D. Jishiashvili, D. Sukhanov, A. Chirakadze, D. Kanchaveli.	Some features of InP based nanowire growth	Nano Studies V.16, 2017	თბილისი, სტუ	4
---	--	--	----------------------------	-----------------	---

II. 2. პუბლიკაციები:

ბ) უცხოეთში

სტატიები

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათაური, ჟურნალის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	A.Jishiashvili Z.Shiolashvili, N.Makhatadze, D.Jishiashvili, A.Chirakadze	Oriental Journal of Chemistry	Vol. 33, No. (3)	India, Bhopal Oriental Scientific Publishing Company	8
2	J. Markhulia, Sh. Kekutia, Z. Jabua, V. Mikelashvili, L. Saneblidze.	Chemical co-precipitation synthesis and characterization of polyethylene glycol coated iron oxide nanoparticles for biomedical applications.	SGEM2017 Conference Proceedings, ISBN 978- 619-7408-12-6 / ISSN 1314-2704, 29 June - 5 July, 2017, Vol. 17, Issue 61	Albena, Bulgaria.	51-58 pp
3	A. Ugulava, Z. Toklikishvili, S. Chkhaidze, Sh. Kekutia.	Determination of magnetic characteristics of nanoparticles by low temperature calorimetry methods. Physica B	Physica B 513 (2017)	Elsevier	77-81 pp
4	Sh.Kekutia, L.Saneblidze, V.Sokhadze, M.Abuladze, E.Namchevadze, L.Tabatadze,	The Synthesis of PEG- modified Superparamagnetic Iron Oxide nanoparticles (SPIONs) and the Study of their Bactericidal	Chemical Series. 2017, v. 43, №2	Georgian National Academy of Sciences.	247-254 pp

G.Tvauri, V.Mikelashvili, J.Markhulia.	Effects on Staphylococcus epidermidis. Proceedings of The Georgian National Academy of Sciences. Chemical Series.			
--	--	--	--	--

III. 1. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა
(სახელმწიფო ბიუჯეტით და/ან შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტით დაფინანსებული კვლევითი პროექტის თემატიკის ფარგლებში)

ბ) უცხოეთში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	J. Markhulia , Sh. Kekutia, V. Mikelashvili, Z. Jabua, L. Saneblidze.	Preparation and Characterization of polyvinyl alcohol (PVA) coated magnetic nanoparticles for biomedical application.	1. Dakam's International Natural Sciences Conference Proceedings. February 2017, İstanbul.
2	V. Mikelashvili , Sh. Kekutia, J. Markhulia, L. Saneblidze.	Electrohydraulic synthesis of magnetite nanoparticles for biological application.	J. Nanomedicine & nanotechnology, (2017), Volume 8, issue 6, p. 72. 6-8 November 2017, Frankfurt, Germany.

N6 კოჰერენტული ოპტიკის და ელექტრონიკის განყოფილება

განყოფილების უფროსი – **ზაზა მელიქიშვილი**, აკად. დოქტორი;
სამეცნიერო ერთეულის პერსონალური შემადგენლობა:
ტარიელ ებრალიძე, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი
გიორგი ჭანტურია, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი
ნიკოლოზ მარგიანი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი
თამაზ მედოიძე, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი
ნათელა პაპუნაშვილი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი
ზაზა ჯალიაშვილი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი
ნადია ებრალიძე, მეცნიერი თანამშრომელი

ლია კუტალაძე, მეცნიერი თანამშრომელი
 ზურაბ ადამია, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი
 რობერტ თათარაშვილი, წამყვანი ინჟინერი
 ნათელა საბაშვილი, წამყვანი ინჟინერი
 ალექსანდრე ცატუროვი, წამყვანი ინჟინერი
 მერი თურნავა, წამყვანი ინჟინერი
 იგორ მიასნიკოვი, უფროსი ლაბორანტი
 იამზე ქვარცხავა, უფროსი ლაბორანტი

I. 1. საქართველოს სახელმწიფო ბიუჯეტის მიერ დაფინანსებული 2017 წლის გეგმით შესრულებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (ეხება უნივერსიტეტებთან არსებულ დამოუკიდებელ სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებს და სსიპ სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებს)

№	შესრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	2	3	4
1	პირის ღრუს ლორწოვანი გარსის კიბოს ლაზერით ინდუცირებული ფლუორესცენციის შესწავლა. მიმართულება: ბიოსამედიცინო ოპტიკა და სპექტროსკოპია	ზ. მელიქიშვილი	ქ. გოგილაშვილი (ილიას სახელმწიფო უნივერსიტეტი) ზ. ჯალიაშვილი, თ. მედოიძე, ზ. მელიქიშვილი
2	სინათლის გადასხივების და ელექტრონის ალგუნების ენერჯის გადატანის მოვლენის შესწავლა ბიოლოგიურ სისტემებში. მიმართულება: ბიოფიზიკა	ვ. ბრეგაძე (ელ. ანდრონიკაშვილის სახელობის ფიზიკის ინსტიტუტი)	ვ. ბრეგაძე, თ. გიორგაძე, ი. ხუციშვილი, თ. ხუსკივაძე (ყველა ელ. ანდრონიკაშვილის ფიზიკის ინსტიტუტიდან), ზ. მელიქიშვილი
<p>დასრულებული კვლევითი პროექტის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>1. სამუშაოს მიზანს წარმოადგენდა ისეთი ექსპერიმენტული სიტუაციის შექმნა, როდესაც კვლევის ობიექტი დაავადებული იქნებოდა მხოლოდ ერთი სახის სიმსივნით, კერძოდ კიბოთი. ამ შემთხვევაში დაავადებული და ჯანმრთელი ქსოვილების შედარება ნათლად</p>			

გვაჩვენებდა ოპტიკრი მეთოდების დიაგნოსტიკურ შესაძლებლობებს. ექსპერიმენტის ობიექტებს წარმოადგენდნენ თავგები მკაცრად კონტროლირებადი ერლიჰის ადენოკარცინომის ინფუზიით. ლაზერით ინდუცირებული ფლუორესცენციის სპექტრების შესწავლამ აჩვენა, რომ ამ მეთოდით შესაძლებელია საიმედოდ დადგინდეს ქსოვილის როგორც ჯანმრთელი, ასევე გადაგვარებული მდგომარეობები და აგრეთვე მათი ზედდების ხარისხი. დეტალებისთვის იხილეთ: **Z V Jaliashvili, T D Medoidze, Z G Melikishvili and K T Gogilashvili, "Laser-induced fluorescence of oral mucosa cancer," Laser Phys. 27 (2017) 105602 (3pp). <https://doi.org/10.1088/1555-6611/aa828d>**

2. ჩატარებულ სამუშაოში ნაჩვენებია, რომ ლაზერის გამოსხივებით ინდუცირებული ელექტრონული ალგუნების გადატანის შედეგად გამოწვეული ფლუორესცენცია (შემოკლებით - FRET) ეფექტურად შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ნანომასშტაბის მოვლენების რაოდენობრივი და თვისობრივი შესწავლისას. კერძოდ, ისეთი სისტემების სტაბილურობისა და დაზიანების ხარისხის შესწავლისას როგორცაა დნმ-ს ორმაგი სპირალის ხსნარი სხვადასხვა ბიოლოგიურად მნიშვნელოვან პროცესებში, ამასთან რეალური დროის რეჟიმში. დეტალებისათვის იხილეთ: **T G Giorgadze, I G Khutsishvili, T B Khuskivadze, Z G Melikishvili and V G Bregadze, "The Phenomena of Light Re-radiation and Electron Excitation Energy Transfer in Hydrolysis Reactions and for Analysis of the Quality of DNA Double Helix," Adv Tech Biol Med 5: 215 (2017). doi: [10.4172/2379-1764.1000215](https://doi.org/10.4172/2379-1764.1000215)**

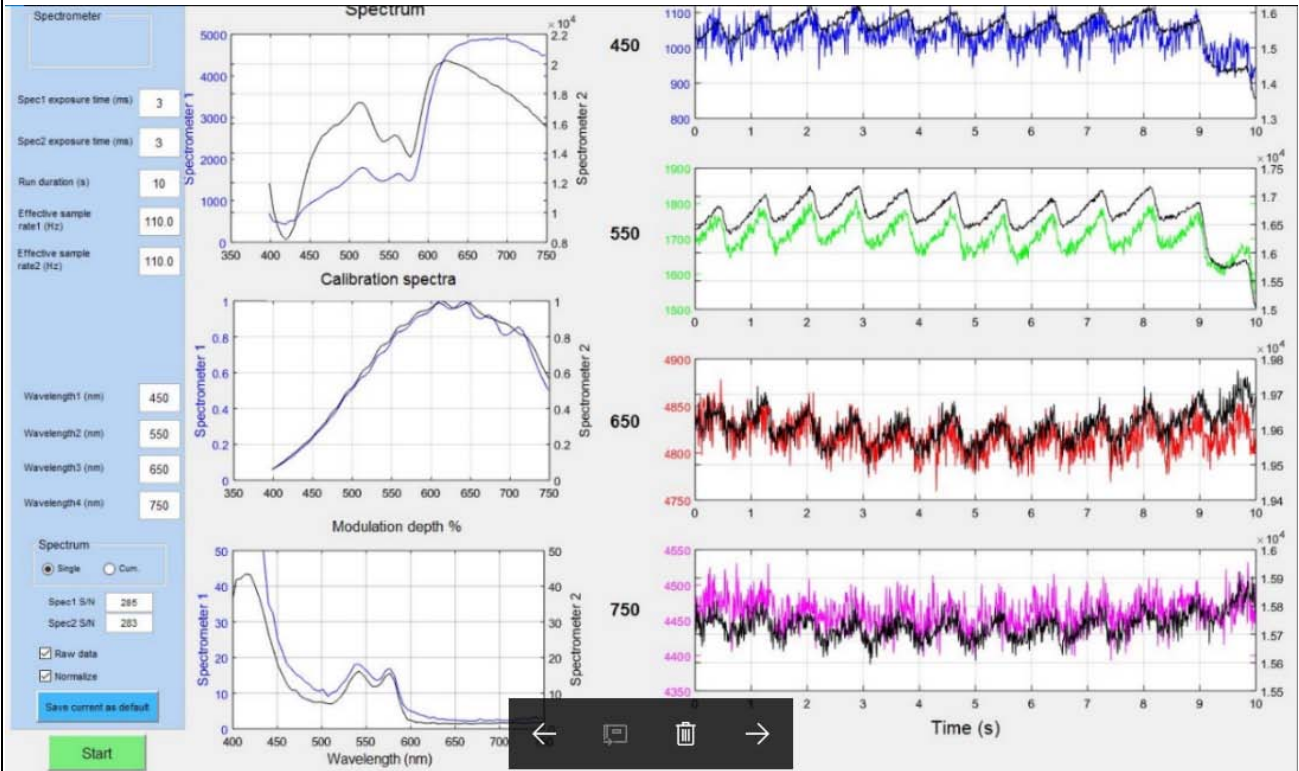
I.2.

№	შესრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიხედვით	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	2	3	4
1	ცოცხალი ორგანიზმის ფუნქციონირების კონტროლი ოპტიკური მეთოდების გამოყენებით. მიმართულება: ბიოსამედიცინო ოპტიკა და სპექტროსკოპია	ზ. მელიქიშვილი და თ. ილკოვი (tBYW, სან ხოსე, კალიფორნია, ა.შ.შ.)	თ. ილკოვი, ს. დუტტა (tBYV) ზ. ჯალიაშვილი, თ. მედოიძე, ს. ჩილაჩავა (საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სტუდენტი), ზ. მელიქიშვილი
2	მაღალტემპერატურული ბისმუტის ფუძიანი ზეგამტარი მასალების ფორმირების დაჩქარება და ელექტროფიზიკური პარამეტრების გაუმჯობესება; კონდენსირებული გარემოს ფიზიკა, ზეგამტარობა,	ნიკოლოზ მარგიანი	გიორგი მუმლაძე, ნათელა პაპუნაშვილი, იამზე ქვარცხავა, ზურაბ ადამია, ვახტანგ ჟღამაძე

	ნანოტექნოლოგია		
3	მოლეკულური აგრეგაციები და ანიზოტროპიის ფოტონდუცირება ორგანულ ნაერთებში ფიზიკა, ოპტიკა, ანიზოტროპული სისტემები	ტარიელ ებრალიძე	ტარიელ ებრალიძე ნადია ებრალიძე გიორგი მუმლაძე
4			

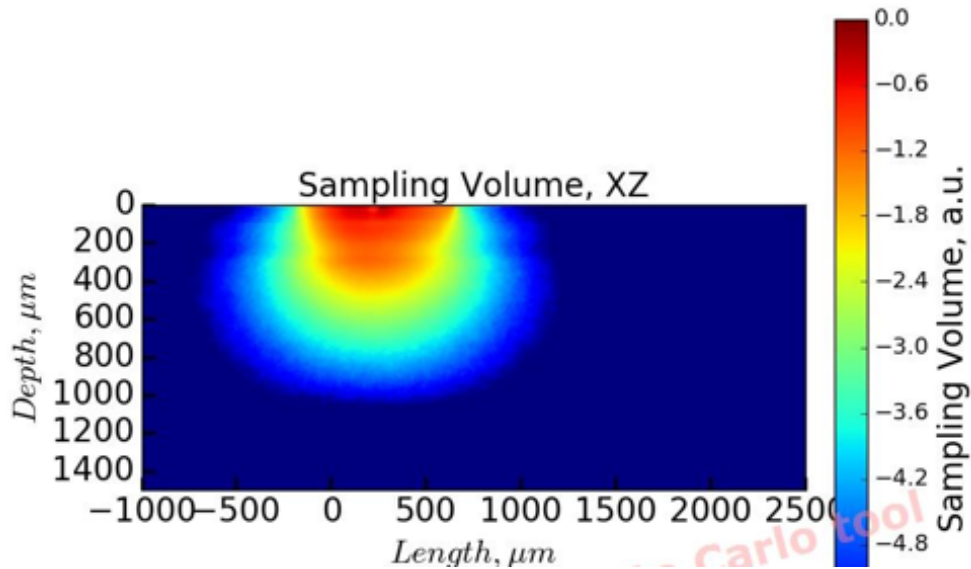
გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1. მიმდინარე წელს ჩატარდა მოსამზადებელი სამუშაოები ხუთწლიანი (2018 – 2022 წწ) სამოქმედო გეგმით გათვალისწინებული კვლევის დასაწყებად. დავადგინეთ, რომ პროექტში დაგეგმილი ამოცანების გადასაჭრელად ძირითადად გამოვიყენებთ სივრცესა და დროში გარჩევისუნარიანობის მქონე დიფუზური არეკვლის ოპტიკურ-ბოჭკოვან სპექტროსკოპიას (SR-TR-DRS). SR-TR-DRS წარმოადგენს თეთრი სინათლის წყაროს (ძირითადად), ან/და ლაზერის და ლუმინესცენციური დიოდის გამოსხივების ბიოლოგიურ ქსოვილთან ურთიერთქმედების შედეგად სივრცის მოცემულ წერტილში და დროს მოცემულ მონაკვეთში არეკლილი სინათლის სპექტრების დროით სერიას (ნახ. 1). მიღებული სპექტრები შედარდება მონტე კარლოს მეთოდით მიღებულ სიმულირებულ სპექტრებს, როგორც სტაციონარულს, ასევე დროზე დამოკიდებულს (ნახ. 2,3). შედეგად კი იგება ქსოვილის *in vivo* ოპტიკური მოდელი.

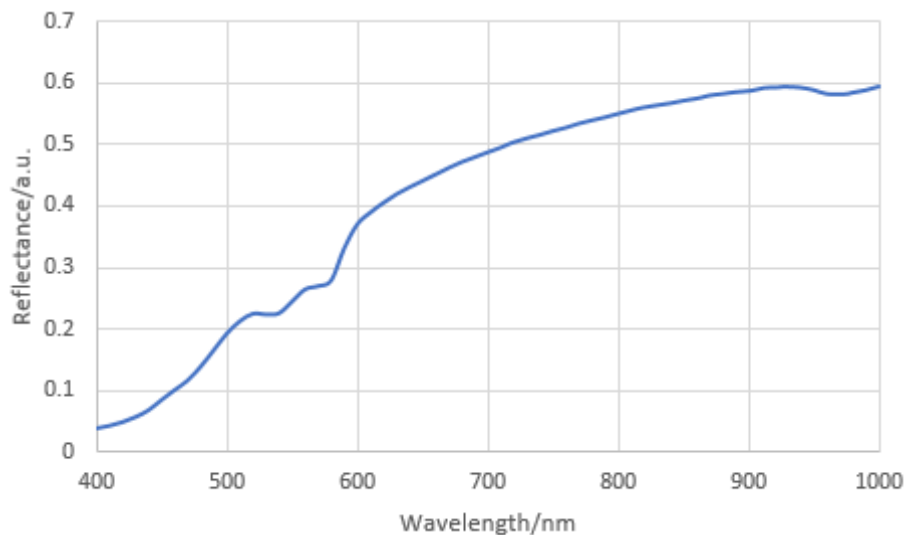


ნახ. 1. წინასწარი მონაცემები. ჩვენს მიერ გაზომილი სტაციონარული და დროზე დამოკიდებული

ბიოლოგიური ქსოვილის *in vivo* სპექტრები.

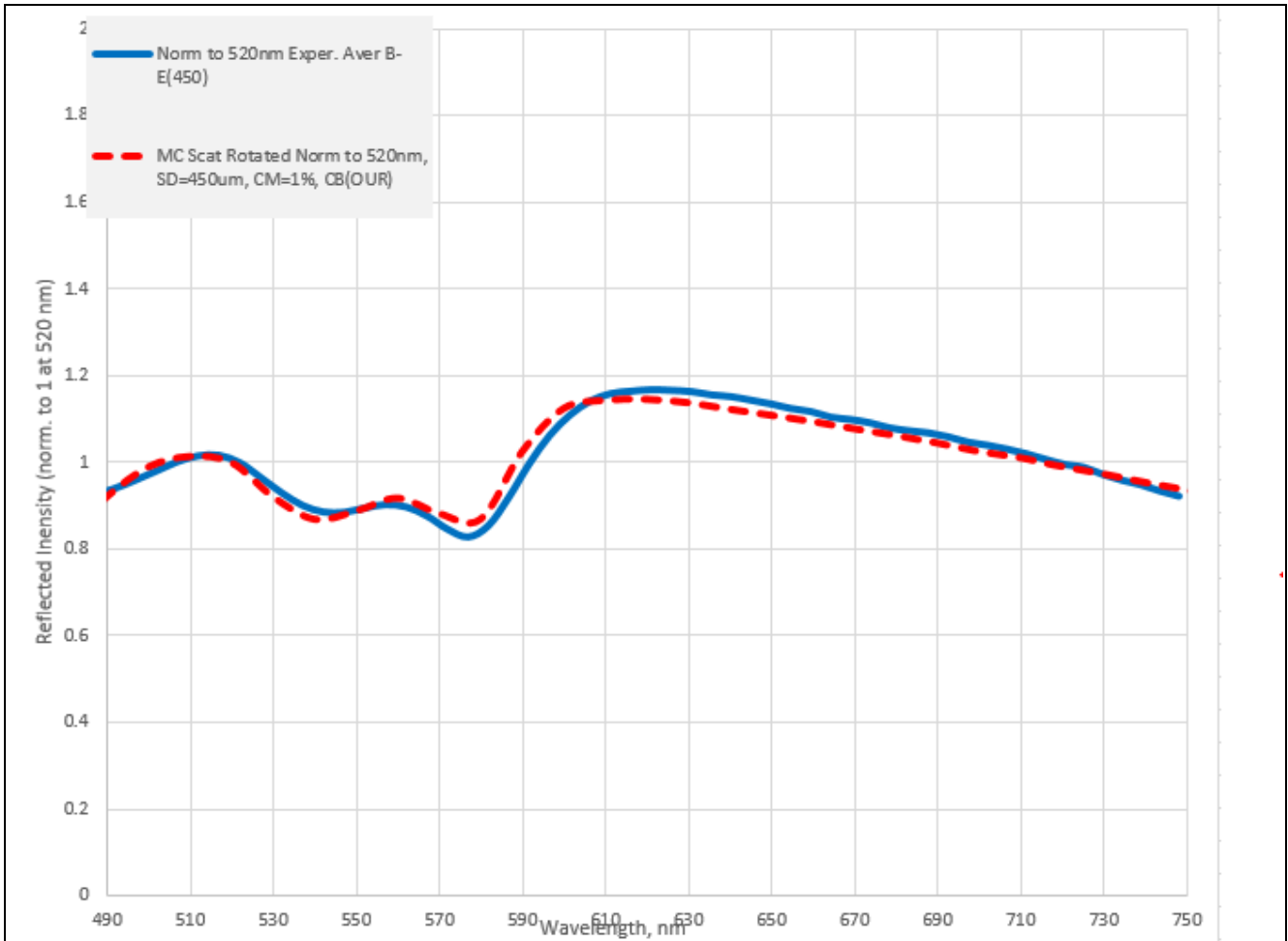


ნახ. 2. მონტე კარლოს მეთოდით სიმულირებული შეღწევის სიღრმის სურათი ფიქსირებული ტალღის სიგრძისათვის, 520 ნმ, სინათლის წყაროდან 450 მკმ მანძილზე.



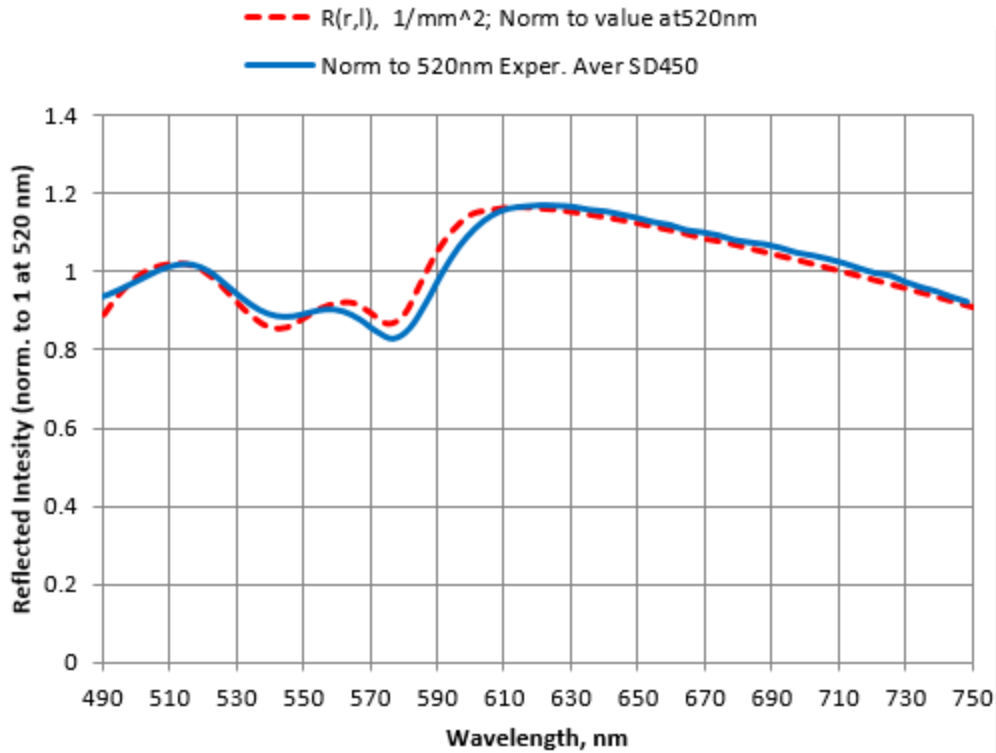
ნახ. 3. მონტე კარლოს მეთოდით სიმულირებული არეკლის სპექტრი სინათლის წყაროდან 450 მკმ მანძილზე.

მორგების პროცედურამ აჩვენა, რომ გაზომილი და მონტე კარლოს მეთოდით სიმულირებული არეკლის სპექტრები კარგად თავხვდებიან, თუ მოდელირებაში გათვალისწინებულია სინათლის გაბნევის კოეფიციენტის დამოკიდებულება გამოსხივების ტალღის სიგრძეზე (ნახ. 4).



ნახ. 4. გაზომილი (ლურჯი მრუდი) და სიმულირებული (წყვეტილი წითელი მრუდი) კანის არეკლის სპექტრები. სპექტრები ნორმირებულია 520 ნმ ტალღის სიგრძის შესაბამის ამპლიტუდებზე.

ქსოვილის *in vivo* მოდელის კვლევისას ასევე მიზანშეწონილია დავეყრდნოთ ანალიტიკურ გამოსახულებებს. გამოსხივების გადატანის განტოლების კვლევამ გვაჩვენა, რომ არეკლის სპექტრი, რომელიც ქსოვილში სინათლის გავრცელების დიფუზური მიახლოებიდან მიიღება ასევე შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ჩვენთვის საინტერესო შემთხვევებში. ვინაიდან შედეგი ანალიტიკურია და გამოთვლის თვალსაზრისით უფრო მოსახერხებელი (არ მოითხოვს დიდ რესურსებს მონტე კარლოს მეთოდისგან განსხვავებით), ამიტომ მთელ რიგ შემთხვევებში შეიძლება სასარგებლო აღმოჩნდეს, მაშინაც კი, როდესაც როდესაც მიმღების სინათლის წყაროდან დაშორება 1მმ-ის მიდამოშია (ნახ.5).



ნახ. 5. გაზომილი (ლურჯი მრუდი) და ანალიტიკურად გამოთვლილი (წყვეტილი წითელი მრუდი) კანის არეკლის სპექტრები. სპექტრები ნორმირებულია 520 ნმ ტალღის სიგრძის შესაბამის ამპლიტუდებზე.

ზემოთ განხილული სპექტროსკოპიული მეთოდიდან მიღებული მონაცემებით, საკმაოდ კარგი მიახლოებით, შეგვიძლია ავაგოთ რთული ბიოლოგიური ქსოვილების ზუსტი *in vivo* ოპტიკური მოდელები. რის შემდეგაც შესაძლებელია მოდელისა და ფიზიოლოგიურ პარამეტრებს შორის კორელაციის პოვნა და უპირველეს ყოვლის ცოცხალი ორგანიზმის „ჯანმრთელი მდგომარეობის“ მონიტორინგი რეალური დროის რეჟიმში.

2. მაღალტემპერატურული ზეგამტარობა 21-ე საუკუნის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანეს ახალ ტექნოლოგიას წარმოადგენს. ზეგამტარული თვისების შედეგად მასალათა გარკვეული კლასი სრულიად კარგავს წინაღობას ელექტრობის ნაკადის მიმართ დაბალ ტემპერატურებზე. ასეთი „უდანაკარგობის“ თვისება განაპირობებს ზეგამტარობის ფენომენზე დაფუძნებული მთელ რიგი ინოვაციური ტექნოლოგიური გამოყენებების შესაძლებლობას ელექტროინდუსტრიაში, ტრანსპორტში, მედიცინაში და ა.შ. ამ გამოყენებათა საფუძველს წარმოადგენს ზეგამტარი სადენი, რომელსაც შეუძლია გაატაროს 100-ჯერ და მეტად დიდი დენი იმავე განივკვეთის მქონე, ჩვეულებრივ სპილენძის სადენთან შედარებით.

ზეგამტარ მასალებს შორის ბისმუტის ფუძიანი Bi-Sr-Ca-Cu-O ბმული (ე.წ. Bi-2223) ერთ-ერთი ყველაზე საინტერესოა ფართომასშტაბურ გამოყენებებში მისი დიდი პოტენციალის გამო. ვერცხლისგარსიანი Bi(Pb)-2223 ზეგამტარი სადენების წარმოება ეფუძნება პრეკურსორი (ანუ ამოსავალი) მასალების თერმო-მექანიკურ დამუშავებას და პრეკურსორის ოპტიმიზაცია ძალზედ

ეფექტურია სადენების თვისებების გაუმჯობესების თვალსაზრისით. Bi(Pb)-2223 ფაზა ხასიათდება წარმოქმნის უკიდურესად დაბალი სიჩქარით, რის შედეგადაც საჭიროებს ასეულობით საათის განმავლობაში სინთეზს მაღალტემპერატურული ზეგამტარი მასალის სათანადო ფრაქციის მისაღებად. ასეთი შრომატევადი პროცესი აფერხებს Bi(Pb)-2223 სადენების კომერციულ გამოყენებას. Bi(Pb)-2223 ფაზის ფორმირების მექანიზმი დავის საგანია და დღემდე არ არსებობს მკაცრი ახსნა იმისა, თუ რა გზითაა შესაძლებელი Bi(Pb)-2223 ფაზის ფორმირების დაჩქარება და, აგრეთვე, კრიტიკული დენის სიმკვრივის (J_c) ამაღლება. ეს განაპირობებს მასალათმცოდნეობითი კვლევების უპრეცედენტო ზრდას. მიუხედავად ამისა, პრაქტიკულად სუფთა Bi(Pb)-2223 ფაზის სინთეზი გადაუჭრელ პრობლემად რჩება: არსებული Bi(Pb)-2223 სადენები შეიცავენ მეორად ფაზებს, რომლებიც იწვევენ ზეგამტარ მარცვლებს შორის ბმების დეგრადაციას (ბლოკავენ ზეგამტარ დენებს), რაც ფატალურია დენის გამტარუნარიანობისათვის. ხაზგასმით უნდა აღინიშნოს, რომ აპრობირებული, ე.წ. „ფხვილი მილაკში“ (PIT) ტექნოლოგიით ხარისხიანი Bi(Pb)-2223 სადენის დამზადებისას, სრულიად აუცილებელია (რიგი საიმედოდ დადგენილი ქიმიურ-ფიზიკური გარემოებების შედეგად) Bi(Pb)-2223 ფაზის ფორმირება მილაკში მოთავსებული პრეკურსორისგან, ანუ „ნედლი“ მასალისაგან (და არა მზა ზეგამტარი მასალისაგან). ეს ნიშნავს, რომ ზეგამტარი მასალის ფორმირება უნდა მოხდეს მყარფაზური რეაქციის გზით უშუალოდ ლითონურ მილაკში. ზემოაღნიშნული კიდევ ერთხელ მიანიშნებს პრეკურსორი მასალის შედგენილობის გადამწყვეტ როლზე საბოლოო პროდუქტის — გაზრდილი კრიტდენის მქონე ზეგამტარი სადენების მიღების შედარებით დაჩქარებული და იაფი ტექნოლოგიის შემუშავებისას.

მეტად დამაიმედებელი შედეგები იქნა მიღებული პროექტის შემსრულებელთა მიერ ბისმუტის სისტემის კვლევისას: დადგენილ იქნა, რომ ბორის შემცველი დანამატებით დოპირება მკვეთრად აუმჯობესებს პრეკურსორის ქიმიური აქტივობის უნარს და, შესაბამისად, აჩქარებს (Bi,Pb)-2223 მასალის წარმოქმნას. მეტიც, კრიტიკული დენის სიმკვრივე დაახლოებით 3-ჯერ იზრდება სტანდარტულ (არადოპირებულ) ნიმუშთან შედარებით და დამატებით განაგრძობს ზრდას პლანეტარულ წისქვილში გადაფქული ულტრადისპერსული პრეკურსორის გამოყენების შედეგად. ამ შედეგების საფუძველზე 2013–2016 წლებში პროექტის შემსრულებლებმა მიიღეს 4 პატენტი საქართველოს ინტელექტუალური საკუთრების ეროვნული ცენტრისგან „საქპატენტი“, ხოლო განაცხადი მე-5 პატენტზე განხილვის სტადიაშია. დოპირებული პრეკურსორების საფუძველზე პროექტის შემსრულებლების მიერ კავკასიის რეგიონში პირველად იქნა დამზადებული მოკლე ზომის (8-10 სმ) ვერცხლისგარსიანი Bi(Pb)-2223 ზეგამტარი სადენები, რომელთა ტესტირებასა და ფიზიკური პარამეტრების დახვეწას ამუხრუჭებს ძვირად ღირებული სათანადო სამეცნიერო აღჭურვილობის არქონა.

3. თემა ეხება აზოსაღებარებში ანიზოტროპიის ფოტონდუცირების დროს ოპტიკური გამოსახულების ფორმირების მექანიზმების კვლევას.

აზო საღებარებით შეღებილი ჟელატინის ან სხვა გელის ფირები იმსახურებენ დიდ ყურადღებას მათი ინფორმაციის ოპტიკურ ჩაწერაში, არაწრფივ ოპტიკაში, ჰოლოგრაფიაში

და სხვ. შესაძლო გამოყენებების გამო, რომელიც ეფუძნება ოპტიკური ანიზოტროპიის ფოტონდუცირების მოვლენას.

როგორც ცნობილია, ფოტონდუცირებული ანიზოტროპიის მქონე ფირის გამჭვირვალობა ჩაკეტილ პოლარიზატორებში აქტიური სინათლის ექსპოზიციის ფუნქციაა. ამიტომ, განიხილავენ რა ფოტონდუცირებული ანიზოტროპიის მქონე ფირს როგორც მონოკრისტალს, თვლიან, რომ გამჭვირვალობის ზემოთ აღნიშნული მოდულაცია ხდება ფირის ორმაგსხივტეხი სიდიდის მოდულაციის საფუძველზე. მაგრამ, ჩვენი წარმოდგენით ამასთან ერთად ეს შეიძლება ხდებოდეს სხვა გზითაც. კერძოდ, ანიზოტროპია ფირში შეიძლება ინდუცირდებოდეს “მარცვლოვანი” სახით და აქტიური სინათლის ექსპოზიციის მიხედვით მოდულირდეს მათი კონცენტრაცია და, შესაბამისად, ფოტონდუცირებული ანიზოტროპიის ინტეგრალური ფართობი.

მართლაც, არსებული წარმოდგენების თანახმად ითვლება, რომ აზოსაღებარებში ოპტიკური ანიზოტროპიის ფოტონდუცირება შედეგია საღებარის მოლეკულებში ტრანს-ცის-ტრანს ფოტოიზომერიზაციის პროცესის. ამიტომ, ანიზოტროპიის ფოტონდუცირების მაღალი ეფექტის მისაღებად საჭიროა, რომ საღებარის კონცენტრაცია ხსნარში იყოს რაც შეიძლება დიდი. მაგრამ, ხსნარებში საღებარების დიდ კონცენტრაციას მყარ ფირებში აუცილებლად მივყავართ საღებარის მოლეკულების აგრეგაციების თვითინდუცირებამდე, ან ისეთ მდგომარეობამდე, როცა აგრეგაციები ფირში სინათლის სტიმულირებით ინდუცირდება.

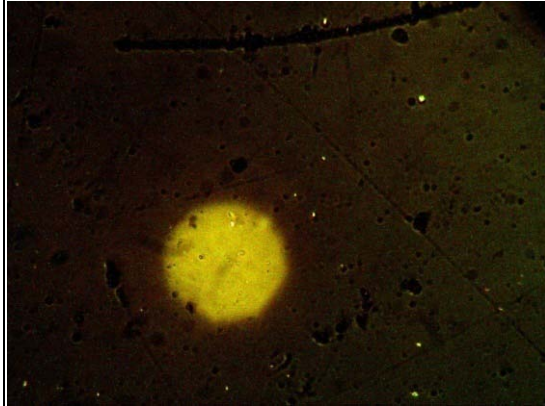
საანგარიშო პერიოდში დაგეგმილი იყო ექსპერიმენტალური კვლევები თემაზე “მოლეკულური აგრეგაციები და ანიზოტროპიის ფოტონდუცირება ორგანულ ნაერთებში”, მაგრამ, ინსტიტუტში მიმდინარე სარემონტო სამუშაოები მთლიანად გამორიცხავდა ამის შესაძლებლობას.

ანიზოტროპიის ფოტონდუცირებისას ოპტიკური გამოსახულების ფორმირების მექანიზმების დადგენის მიზნით, წინა პერიოდში ვიდეო ციფრული მიკროსკოპიის გამოყენებით ვახდენდით ფოტონდუცირებული ანიზოტროპიის მიკრო სტრუქტურის აქტიური სინათლის ექსპოზიციაზე დამოკიდებულების შესწავლას. ცდები ტარდებოდა საღებარების “Mordant Pure Yellow”-ით და ხრიზოფენინით შეღებილ პოლივინილის და ჟელატინის სხვადასხვა სინჯის ფირებზე. ამ ცდების შედეგების ანალიზს ვახდენდით მიმდინარე საანგარიშო პერიოდში.

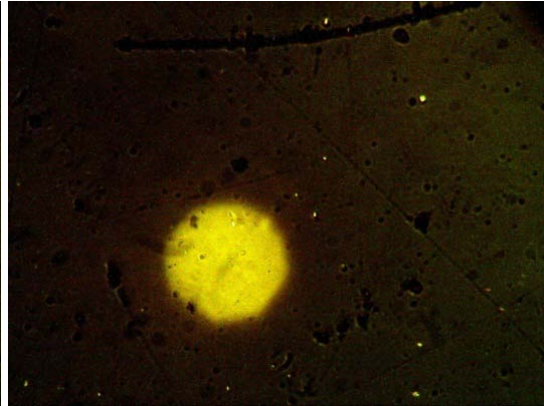
ქვემოთ სურათებზე (ა, ბ, გ) წარმოდგენილია ამ ანალიზის საფუძველზე შერჩეული სურათების კრებული, რომელიც გაცილებით ცხადად გამოსახავს იმას, რომ ფოტონდუცირებული ანიზოტროპიის მქონე ფირის გამჭვირვალობა ჩაკეტილ პოლარიზატორებში აქტიური სინათლის ექსპოზიციის მიხედვით უმეტესწილად მოდულირდება მიკრო სტრუქტურის მოდულაციის საფუძველზე

სურათები ზემოდან ქვემოთ დალაგებულია მათი ჩამწერი სინათლის ექსპოზიციის ზრდის მიხედვით. სანამ სურ.გ-ზე წარმოდგენილ უწყვეტ ფორმას მიიღებდა, მან გაიარა მიკროსტრუქტურის მრავალი სახე. ერთი სახიდან მეორეზე გადასვლისას იცვლება

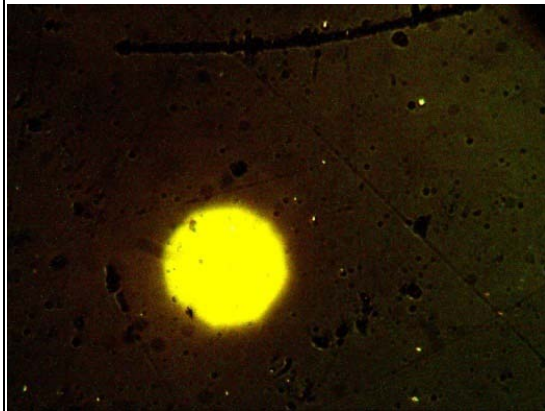
“მარცვლოვანი” სახის მიკროსტრუქტურის ინტეგრალური ფართობი. ამაში ადვილად დავრწმუნდებით, თუ ერთმანეთს შევადარებთ გადიდებულ ა და ბ სურათებს.



ა



ბ



გ

გაგზავნილია ერთი სტატია პუბლიკაციისთვის საერთაშორისო ჟურნალში.

II. 2. პუბლიკაციები:

ბ) უცხოეთში

სტატიები

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათაური, ჟურნალის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	Z .V. Jaliashvili, T. D. Medoidze, Z.G.Melikishvili,	„Laser-induced fluorescence of oral mucosa cancer,“	Laser Phys. 27 (2017) 105602 https://doi.org/10.1088/1555-6611/aa828d		(3pp).

	K.T.Gogilashvili				
2	T. G. Giorgadze, I.G.Khutsishvili, T.B.Khuskivadze, Z. G.Melikishvili, V. G. Bregadze	„The Phenomena of Light Re-radiation and Electron Excitation Energy Transfer in Hydrolysis Reactions and for Analysis of the Quality of DNA Double Helix,“.	Adv Tech Biol Med 5: 215 (2017) doi: 10.4172/2379-1764.1000215	Adv Tech Biol Med	3

III. 1. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა
(სახელმწიფო ბიუჯეტით და/ან შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტით დაფინანსებული კვლევითი პროექტის თემატიკის ფარგლებში)

ბ) უცხოეთში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	N.G. MARGIANI, G. A. MUMLADZE, Z.A. ADAMIA, A.S. KUZANYAN, V.V. ZHGHAMADZE	INFLUENCE OF B ₄ C-DOPING AND HIGH-ENERGY BALL MILLING ON PHASE FORMATION AND CRITICAL CURRENT DENSITY OF (Bi,Pb)-2223 HTS	10th International Conference on Magnetic and Superconducting Materials (MSM17) , Sharif University of Technology, Tehran, Iran, 18-21 September, 2017, Abstract book, pp.177-178.

პატენტები, გამოგონებები, სასარგებლო მოდელები

№	ავტორები	სათაური	N
1	1) ნიკოლოზ მარგიანი 2) გიორგი მუმლაძე 3) ზურაბ ადამია 4) იამზე ქვარცხავა 5) ნათელა პაპუნაშვილი 6) ვახტანგ ჟღამაძე	გაზრდილი კრიტიკული დენის მქონე მაღალტემპერატურული ზეგამტარი კერამიკა	განაცხადის სარეგისტრაციო N AU 2017 14630

7) მათა ბალახაშვილი		
---------------------	--	--

N7 ოპტიკურად მართვადი ანიზოტროპული სისტემების განყოფილება

განყოფილების უფროსი - ანდრო ჭანიშვილი, აკად. დოქტორი
პერსონალური შემადგენლობა:

1. გ. ჭილაია
2. მ. არონიშიძე
3. ზ. ვარდოსანიძე
4. ი. ნახუცრიშვილი
5. გ. პეტრიაშვილი
6. ს. თავზარაშვილი
7. ქ. თევდორაშვილი
8. თ. ლაფერაშვილი
9. ო. გოგოლინი
10. ე. ციციშვილი
11. რ. ჯანელიძე
12. ი. ბლაგიძე
13. ვ. ედილაშვილი
14. გ. მშველიძე

**I. 1. საქართველოს სახელმწიფო ბიუჯეტის მიერ დაფინანსებული 2017 წლის
გეგმით შესრულებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები
(ეხება უნივერსიტეტებთან არსებულ დამოუკიდებელ სამეცნიერო-კვლევით
ინსტიტუტებს და სსიპ სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებს)**

№	შესრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	2	3	4
1	ა2ბ6 და ა3ბ5 ჯგუფების ნანოსტრუქტურების ოპტიკური და ტრანსპორტული თვისებები. ოპტიკა, მყარი სხეულის	აკად. დოქტორი ო.გოგოლინი	ა.დ რ.ჯანელიძე დ. ე.ციციშვილი იუ.ბლაგიძე აკ.დ გ.მშველიძე

	ფიზიკა		
2	III-V ნახევარგამტარული კვანტურწერტილებიანი ნანოსტრუქტურირებული მასალების მიღება და კვლევა მათი პრაქტიკული გამოყენების მიზნით. ნანოტექნოლოგია, ნახევარგამტარების ფიზიკა, ელექტროქიმია.	თ. ლაფერაშვილი	ა.ჭანიშვილი, ო.კვიციანი, დ.ლაფერაშვილი, შ.ლომიტაშვილი
3	ვერცხლის ნანონაწილაკებითა და თერმოქრომული ლუმინესცენციური საღებარებით დოპირებული პოლიმერული ნანოკომპოზიციების თერმო, ელექტრო და ფოტო ოპტიკური თვისებების შესწავლა. 2.10. ნანო-ტექნოლოგია, ნანო-მასალები	გია პეტრიაშვილი	ლალი დევაძე, ცისანა ზურაბიშვილი, ნინო სეფაშვილი, ნინო ფონჯავიძე
<p>დასრულებული კვლევითი პროექტის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>1. შესწავლილია ZnO საფუძველზე შექმნილი ნანოკრისტალური სტრუქტურების ელექტროგამტარებლობის თავისებურებები. ნაჩვენებია, რომ ნახევარგამტარულ ფხვნილების გამტარებლობა ექვემდებარება ჯონშერის კანონს და ასახავს დიელექტრიკური პასუხის უნივერსალობას, რაც გვანიშნებს გამტარებლობის ნახტომისებურ ხასიათზე.</p> <p>შესწავლილია ზემოქმედება ანიზატროპიის ღერძის და ქვანტურ წერტილის ურთიერთ ორიენტაციის ექსიტონების ძირითადი მდგომარეობის გახლეჩვის ნაზ სტრუქტურაზე. მიღებული ანალიტიკური შედეგები გვამლევენ საშუალებას წინასწარ ვიმსჯელოთ ექსიტონურ თვისებებზე სხვადასხვა ქვანტურ წერტილებში. განხილულია ამ თვისებების მართვის შესაძლებლობა გარე ძალების ზემოქმედებით.</p> <p>2. საანგარიშო პერიოდში ჩატარებულია იყო თეორიული კვლევები III-V ნახევარგამტარული კვანტურწერტილებიანი ნანოსტრუქტურირებული მასალების მიღების 2016 წელს შემუშავებული ახალი მეთოდის გამოყენებისას ცალკეულ ტექნოლოგიურ საფეხურზე მიმდინარე ფიზიკური, ქიმიური და მეტალურგიული პროცესების ასახსნელად. კერძოდ: გალიუმის ფოსფიდის (GaP) ზედაპირზე ინდიუმის (In) თხელი ფენის ელექტროქიმიური დაფენისა და ინერტული გაზის</p>			

ატმოსფეროში მისი შემდგომი თერმოდამუშავების შედეგად მიღებული იყო ნანოსტრუქტურირებული მასალა ძლიერი ფოტომგრძობიარობით ელექტრომაგნიტური გამოსხივების ახლო ინფრაწითელ უბანში 1.5 – 2.2 ევ. ეს უბანი ძალიან საინტერესოა ოპტიკური კავშირგაბმულობის მოწყობილობებისთვის ნახევარგამტარული ოპტიკური გამამდიერებლების დასანზადებლად და პერსპექტიულია და ახალი თაობის მცირეგაბარიტიანი მაღალეფექტური მზის ელემენტების შესაქმნელად.

მიღებული სტრუქტურების ოპტიკური მახასიათებების ანალიზის საფუძველზე, სხვა მკვლევარების მიერ გამოქვეყნებული უახლესი მონაცემების გათვალისწინებით, შექმნილია GaP-ის ზედაპირზე ინდიუმის ფოსფიდის InP-ის კვანტურწერტილებიანი ნანოსტრუქტურირებული მასალის ფორმირების მექანიზმის ფენომენოლოგიური მოდელი. მოდელი განსახილველად წარდგენილი იყო საერთაშორისო კონფერენციებზე და დაბეჭდილი იყო სამეცნიერო შრომებში.

InP/GaP კვანტურწერტილებიანი სტრუქტურების ფორმირებისას მიმდინარე ფიზიკური და ქიმიური პროცესების მეცნიერული დასაბუთებისთვის გამოყენებულია ნანოკრისტალების ზრდის წვეთოვანი (droplet) ეპიტაქსიის მოდელი. შესწავლილია შემოთავაზებული მეთოდით InAs/GaAs კვანტურწერტილებიანი მასალის მიღების შესაძლებლობა. შრომა განსახილველად წარდგენილია საერთაშორისო სიმპოზიუმზე ევროფოტონიკა 2018, რომელიც გაიმართება სტრასბურგში, მომავალი წლის 23-26 აპრილს. გადაცემულია პუბლიკაციები გამოსაქვეყნებლად.

პროექტის შესრულებაში მონაწილეობენ: ოპტიკურად მართვადი ანიზოტროპული სისტემების განყოფილების უფროსი, აკადემიური დოქტორი ანდრო ჭანიშვილი; საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის საინჟინრო ფიზიკისა და კავშირგაბმულობის დეპარტამენტების დოქტორანტები ორესტ კვიციანი და დავით ლაფერაშვილი, შესაბამისად; შორენა ლომიტაშვილი ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ქიმიის ფაკულტეტის სტუდენტი.

3. პროექტში მონაწილე მეცნიერების მიერ შესწავლილი იქნა ნანოგანზომილებიანი კომპონენტებით დოპირებული პოლიმერული სისტემები. ნანო ზომების მქონე კომპონენტებად შერჩეული იყო ისეთი პერსპექტიული და აქტუალური მასალები როგორებიცაა: მაღალი ქვანტური გამოსავლის მქონე ორგანული თერმოქრომული ლუმინესცენციური საღებარები, პოლივინილის სპირტი და ვერცხლის ნანონაწილაკები. მათ საფუძველზე დამზადდა თერმოქრომული ლუმინესცენციური საღებარებითა და ვერცხლის ნანონაწილაკებით დოპირებული პოლიმერული ნანოკომპოზიციები. პროექტის ფარგლებში მოხდა აღნიშნული ნანოკომპოზიციების ელექტრო, ფოტო და თერმოოპტიკური თვისებების შესწავლა. კერძოდ, განხორციელდა ვერცხლის ნანონაწილაკების თანაბარი განაწილება პოლიმერულ მატრიცაში ისე რომ, აგვეცილებინა კლასტერების წარმოქმნა. შესწავლილი იქნა სინათლის შემოქმედებით ვერცხლის ნანონაწილაკების მიერ ოპტიკური ენერჯის სითბურად გარდაქმნა, სითბოს განაწილება მიკრო და ნანო ზომებში და მოხდა მოცემული სითბური ველების ვიზუალიზაცია თერმოქრომული ლუმინესცენციური საღებარების მიერ. დამზადებული და გამოკვლეული ნანოკომპოზიციების საფუძველზე შესაძლებელი იქნება შეიქმნას ისეთი ახალი სახეობის

მოწყობილობები, რომელთა გამოყენება პერსპექტიულია იქნება მაღალი სიმკვრივის მქონე ოპტიკური ინფორმაციის ჩაწერისათვის, ახალი სახეობის მზის ელემენტების დამზადებისათვის, მიკრო და ნანო მასშტაბებში სითბოს განაწილების ვიზუალიზაციისათვის, თერმო ადრესირებადი პრინტერებისა და დისპლეებისათვის, ნანომედიცინაში სიმსივნური უჯრედების ვიზუალიზაციისა და თერმოოპტიკური დაშლისათვის, სინათლით მართვადი ჭკვიანი ("სმარტ") ფანჯრებისათვის და ა.შ.

I.2.

№	შესრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიხედვით	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	2	3	4
1	ახალი ტიპის თხევადკრისტალური ლაზერების შემუშავება. ფიზიკა, ოპტიკა	ა.ჭანიშვილი	გ.ჭილაია, ი.ნახუცრიშვილი, ზ.ვარდოსანიძე, ს.თავზარაშვილი, ქ.თევდორაშვილი, მ.არონიშვილი, გ.პეტრიაშვილი
2	III-V კვანტურწერტილებიანი ნანოსტრუქტურები მზის ელემენტების ეფექტურობის გასაზრდელად. ნანოტექნოლოგია, ნახევარგამტარების ფიზიკა, ფოტოვოლტაიკა	თ. ლაფერაშვილი	ო.კვიციანი
3	ოპტიკურად მართვადი სივრცულად მოდულირებული ლაზერული გენერაცია სადებავით დოპირებულ პოლიმერულ და თხევადკრისტალურ ფენებში	ზურაბ ვარდოსანიძე	ზურაბ ვარდოსანიძე ანდრო ჭანიშვილი გია პეტრიაშვილი ნინო ფონჯავიძე სვეტლანა თავზარაშვილი მარინა არონიშვილი ქეთევან თევდორაშვილი
4	ვეიგერტის ეფექტის კვლევა აზოსადებავებით დოპირებულ ჟელატინის ფენებში	ზურაბ ვარდოსანიძე	ზურაბ ვარდოსანიძე ანდრო ჭანიშვილი გია პეტრიაშვილი ნინო ფონჯავიძე სვეტლანა თავზარაშვილი მარინა არონიშვილი ქეთევან თევდორაშვილი

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

1. შემუშავებულია საჭირო პარამეტრების (სპირალის ბიჯი და გარდატეხის მაჩვენებლები) მქონე ქოლესტერული თხევადკრისტალური ნარევები (ქთკ) თხელფენოვან თხევადკრისტალურ ლაზერებში გამოსაყენებლად. ქთკ ნარევები рассчитаны для ლაზერული საღებარეობისთვის DCM და Nile Red (Exciton), რომელთა აღზნების არე მდებარეობს Nd:YAG ლაზერის მეორე ჰარმონიკის (532 ნმ) ზონაში. გამოსხივების არე კი მდებარეობს ყვითელ-წითელ დიაპაზონში. აგრეთვე შემუშავებულია ქთკ ნარევები საღებარისთვის UVITEX (NIOPIK, Moscow), რომელიც აღზნებადია ულტრაიისფერი სინათლით, კერძოდ, აზოტის ლაზერის მეშვეობით (337 ნმ). შემუშავებულია და დამზადებულია თხევადკრისტალური თხელპენოვანი ნიმუშები ქოლესტერული თხევადი კრისტალის სპირალის ღერძის მიმართ გარკვეული კუთხით ლაზერული გენერაციის მისაღებად. გაზომილია მათი პარამეტრები და ოპტიკური თვისებები. შემუშავებულია დატუმბვის და გენერაციის სხივის გამოყვანის ოპტიკური სქემა.

2. მზის ენერჯის ელექტრულ ენერჯიად გარდამქმნელი ელემენტის მუშაობის პრინციპი ემყარება ნახევარგამტარში ფოტონების შთანთქმით გენერირებული მუხტის მატარებლების გადატანას გარე წრედთან დამაკავშირებელ კონტაქტებზე. ელემენტის მზის ელემენტის ძირითადი მახასიათებელი პარამეტრია სინათლის ენერჯის ელექტრულ ენერჯიად გარდაქმნის ეფექტურობა. მზის ელემენტის მუშაობის ფიზიკური საფუძველი, ეფექტურობის შეზღუდვის მექანიზმები, სხვადასხვა თაობის მზის ელემენტებში და მათი თავისებურებები ჩვენს მიერ შესწავლილი იყო ადრე და პერმანენტულად ვაქვეყნებდით მასალას მსოფლიო ბაზარზე მზის ენერჯის მოხმარების რაოდენობასა და ფასების შესახებ. პროექტის მიმდინარე წლის ამგარიშში წარმოდგინილია აღნიშნული პრობლემის ვრცელი მიმოხილვა საქართველოსა და მთელი მსოფლიოს მასშტაბით. ჩვენთვის ხელმისაწვდომი სამეცნიერო და ტექნიკური მასალების ანალიზის საფუძველზე ნაჩვენებია განვითარების შესაძლო პერსპექტივები. სტატია მიმოხილვითი ხასიათისაა, დაწერილია ქართულ ენაზე, გამდაცემულია ჟურნალში „მეცნიერება და ტექნოლოგიები“.

თანამედროვეობის ერთ-ერთი აქტუალური ამოცანაა მზის ელემენტების ეფექტურობის გაზრდა იმ დონემდე მაინც, რომ შესაძლებელი იყოს მათი გამოყენება ფართო მოხმარებისათვის. ამის მისაღწევად მეცნიერები ცდილობენ შექმნან და გამოიყენონ ახალი მოვლენები, რომლებიც ხელს შეუწყობენ მზის ენერჯის უფრო ეფექტურად გამოყენებას. ამ ძირითადი ამოცანის გადაჭრის ერთ-ერთი გზაა კვანტურწერტილოვანი სტრუქტურების გამოყენება III თაობის მზის ელემენტების შესაქმნელად.

3. ჩვეულებრივი ჰოლოგრაფიული სტრუქტურები (ჰოლოგრამები) წარმოადგენენ პასიურ ოპტიკურ ელემენტებს, რომლებიც ინფორმაციის რეკონსტრუქციას ახორციელებენ გარედან დაცემული სინათლის პასიური ტრანსფორმაციის (დიფრაქციის) ხარჯზე. შემოთავაზებული ლაზერულად აქტიური ფენები, თვითონვე გენერირებენ და ოპტიკური ინფორმაციის რეკონსტრუქციას ახორციელებენ საკუთარი ლაზერული გამოსხივების მეშვეობით. ამ დროს

ლაზერული ფენის აღზენა (ოპტიკური დატუმბვა) ხორციელდება ჰოლოგრაფიულად, ორი, ურთიერთკოჰერენტული ტალღის ინტერფერენციული სურათის მეშვეობით. ლაზერული ფენების ჰოლოგრაფიული ოპტიკური დატუმბვისათვის გამოყენებული იყო Nd:YAG ლაზერის კოჰერენტული გამოსხივების II (532 ნმ) და III (355 ნმ) ჰარმონიკები. შესწავლილია ხსენებული სტრუქტურების ლაზერული გამოსხივების მახასიათებლები. მოცემულ შემთხვევაში შემოთავაზებული ლაზერული ფენები წარმოადგენენ დინამიურ ჰოლოგრაფიულ სტრუქტურებს, რომლებიც საშუალებას იძლევიან დროის რეალურ მასშტაბში განხორციელდეს აღმზენები ტალღური ფრონტის (ოპტიკური ინფორმაციის) რეკონსტრუქცია არა დიფრაგირებული, არამედ გენერირებული ლაზერული გამოსხივების მეშვეობით. ამასთან, მოცემულ შემთხვევაში, აღმზენები სინათლის ჯამური ინტერფერენციული ველის ზემოქმედების შედეგად, ჰოლოგრაფიული რეგისტრაცია ხორციელდება არა გარემოს ოპტიკური პარამეტრების (ოპტიკური სიმკვრივე, გარდატეხის მაჩვენებელი, ანიზოტროპია) მოდულაციის ხარჯზე, არამედ ლაზერულ ფენებში (აქტიურ გარემოში) გენერაციის პირობების მოდულაციის ხარჯზე. მაშასადამე, ლაზერულად აქტიური ჰოლოგრაფიული სტრუქტურები საშუალებას მოგვცემენ განხორციელდეს ობიექტების სივრცული გამოსახულების რეკონსტრუქცია საკუთარი ლაზერული გამოსხივების მეშვეობით.

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 დისკლების მიღების პერსპექტივებს. მიღებულ შედეგებს და ლაზერულად აქტიურ სტრუქტურებს ფართო პრაქტიკული გამოყენება ექნებათ კომერციალიზაციის თვალსაზრისითაც.

4. დადგენილია ვეიგერტის ეფექტის მექანიზმი აზოსაღებავებში, 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 ინტერფერომეტრისა და ფოტოდრეკადობის ამოცანები.

ექსპერიმენტულად დადგენილია, რომ აზოსაღებავის მოლეკულები ქელატინის ფენებში ახსნათდებიან 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.

I. 3. შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტით დაფინანსებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (ეხება როგორც უმაღლეს საგანმანათლებლო დაწესებულებებს, ისე მასთან არსებულ დამოუკიდებელ სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებსა და სსიპ სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებს)

1.4.

№	პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიითითებით	დამფინანსებელი ორგანიზაცია	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	ოპტიკური ინფორმაციის ჩაწერა თხევადი კრისტალის გამოსხივების თვისების ფოტომოდულაციის საფუძველზე. ფიზიკა, ოპტიკა	შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი	ა.ჭანიშვილი	გ.ჭილაია, ნ.ბაწელაშვილი, ზ.ვარდოსანიძე, ს.თავზარაშვილი, ქ.თევდორაშვილი, მ.არონიშიძე, გ.პეტრიაშვილი

2	ახალი სახეობის კვლავჩამწერი ოპტიკური დამგროვებელი სპიროპირანით დოპირებული თხევადკრისტალური ორფენოვანი პოლიმერული ფირის საფუძველზე. ფიზიკა, ოპტიკა	შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი	გია პეტრიაშვილი	ცისანა ზურაბიშვილი, ლალი დევამე, ნინო სეფაშვილი, ნინო ფონჯავიძე
---	---	---	-----------------	---

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

1. გამოკვლეულია სხვადასხვა არაფოტომგრძნობიარე და ფოტომგრძნობიარე კომპონენტები და შესწავლილია მათი ოპტიკური მახასიათებლები. ფოტომგრძნობიარე და არაფოტომგრძნობიარე კომპონენტებისაგან დამზადებულია ქოლესტერული ნარევები და შესწავლილია მათი ოპტიკური მახასიათებლები. გაზომილია ლუმინესცენციური საღებარების შთანთქმისა და ლუმინესცენციის სპექტრები. შერჩეულ იქნა თხევად კრისტალებში ხსნადი და სხვადასხვა სპექტრულ დიაპაზონში გამოსხივების მქონე ლუმინესცენციური საღებარები. განხორციელებულია ასეთი საღებარებისა და ალგუნების წყაროების შერჩევა, რომლებიც შეთავსებადია ფოტომგრძნობიარე ქოლესტერული თხევად ნარევებთან. შერჩეულია პოლიმერული მასალები, გამოსადეგი დამზადებულია ფოტომგრძნობიარე ნარევების სტაბილიზირებისათვის. შესწავლილია პოლიმერით სტაბილიზირებულ ფირებში ფოტომგრძნობიარე ნარევების ოპტიკური თვისებები. შესწავლილი იყო პოლიმერშემცველი ფოტომგრძნობიარე თხევადკრისტალური ქოლესტერული ნარევები. გამოკვლეულია მათი ტემპერატურით და სინათლით ინდუცირებული სელექტიური არეკვლის ზონის ცვლილებები და აგრეთვე ფაზური გადასვლები “ქოლესტერული თხევად - იზოტროპული სითხე”. როგორც გაზომვებმა გვიჩვენა, სელექტიური არეკვლის ზონის წანაცვლება და ფაზური გადასვლა პრაქტიკულად იგივეა, რაც ქონდათ თხევადკრისტალურ ნარევებს პოლიმერების დამატებამდე. ფაზური გადასვლა “ქოლესტერიკი - იზოტროპული სითხე” ოპტიკურად გამოიხატება სელექტიური არეკვლის გაქრობაში.

2. მოცემულ პროექტში ჩვენს მიერ წარმოდგენილია ახალი სახეობის კვლავჩამწერი ფოტოქრომული გარემო, რომელიც დაფუძნებულია სპიროპირანით დოპირებულ თხევადკრისტალურ ბიფენოვან პოლიმერულ ფირზე. შემოთავაზებული ფირი საშუალებას იძლევა წარმოვქმნათ სინათლით კონტროლირებადი მოდულაცია ისეთი ოპტიკური პარამეტრებისა, როგორებიცაა შთანთქმა, არეკვლა, გარდატეხა და ფერები. წარმოდგენილი

ფოტოქრომული კომპოზიციას ექნება ისეთი თვალსაჩინო თვისებები, როგორებიცაა მაღალი სივრცული გარჩევადობა, გაუმჯობესებული ფოტომგრძობიარობა მრავალჯერადი ჩაწერა-წაშლის უნარი. ეფექტურად გადართვისათვის სპიროპირანის მოლეკულებს ესაჭიროებათ კონფორმაციული თავისუფლება, რაც ჩვეულებრივ, მიუწვდომელია კრისტალურ მდგომარეობაში მჭიდროდ დალაგებული მოლეკულების ერთობლიობისათვის. იმისათვის რომ მიღწეული იქნას კონფორმაციული თავისუფლება, სპიროპირანის მოლეკულები საჭიროა შეყვანილი იქნას ისეთ დრეკად, გადაწყობად და ორგანულ გარემოებებში, როგორც თხევადი კრისტალებია. თხევადკრისტალური ნივთიერების მრავალი უნიკალური თვისების გამო, სპიროპირანით დოპირებული თხევადი კრისტალებს გააჩნიათ მრავალი უპირატესი ოპტიკური მახასიათებლები, რომლებიც სრულიად განსხვავდება სპიროპირანით დოპირებული იზოტროპული სითხეებისაგან, ნახევარგამტარებისა და მყარი მდგომარეობის სისტემებისაგან. გარდა ამისა, სპიროპირანით დოპირებული თხევადი კრისტალები წარმოდგენილია შემდეგი დამატებითი თვისებებით: სპიროპირანების ექსტრემალურად მაღალი ხსნადობა თხევადკრისტალურ მატრიცაში, რომელიც იცვლება 1-4%-ს შორის (წონის მიხედვით), ისე რომ არ იწვევს თხევადკრისტალური ფაზის დაშლას, და მაღალი ორიენტაციული მოწესრიგების პარამეტრი სპიროპირანის მოლეკულებისათვის, რასაც განაპირობებს თხევადკრისტალური მატრიცის მოლეკულების სივრცული ორიენტაცია.

პროექტის შესრულების მიმდინარე პერიოდში დამზადდა სპიროპირანით დოპირებული თხევადკრისტალური პოლიმერული ფირები, რომლებიც მიღება ეფუძნება პროექტის ავტორების მიერ შემუშავებული მიკროკაფსულირების ინოვაციური მეთოდის ტექნოლოგიური პროცესის გამოყენებას როგორც არა ფოტოქრომული, ასევე სპიროპირანით დოპირებული ფოტოქრომული თხევადკრისტალური ფირების დამზადებას. ნემატო-ქირალური კომპოზიციების შეტანა პოლივინილის სპირტის მატრიცაში ხდებოდა 60% ოდენობით მშრალი პოლიმერის წონიდან (შესაბამისად 10,2 მას.%). პოლივინილის სპირიტს 17%-იან წყალხსნარს 72°C-80°C-ს ფარგლებში ვამატებთ 75 მლ ყინულოვან ძმარმჟავას 1 ლ პოლიმერის ხსნარზე. ვურევთ 5 წთ-ის განმავლობაში. შემდეგ, იზოტროპულ მდგომარეობამდე გაცხელებული სპიროპირანით დოპირებული ნემატური კომპოზიციის (60% მშრალი პოლიმერის წონიდან) შეგვაქვს ხსნარში. ემულსიის მორევა ხდება ფიქსირებულ ტემპერატურაზე (ფოტოქრომული კომპოზიციის შესაბამისად) სიჩქარით 900 ბრ/წთ. ემულსია მზადდებოდა 35 წთ-ის განმავლობაში. მიკროკაფსულირების მეთოდის ტექნოლოგიური პროცესის ყველა სტადიის კონტროლითა და რეგულირებით (კაფსულების ზომა, ფირის სისქე და გაჭიმვა-ორიენტირება) შესაძლებელი გახდა მიგველო პრაქტიკული გამოყენების მოთხოვნის შესაბამისი მახასიათებლების მქონე ტექნოლოგიურად სრულყოფილი-ერთგვაროვანი, თანაბარი ზედაპირის მქონე, ელასტიური პოლიმერული ფირი.

ექსპერიმენტების დროს შესწავლილი იქნა ფოტოქრომული ფირების ულტრაიისფერი სინათლით დასხივების ხანგრძლიობის (ექსპოზიციის დრო) გავლენა მათი შთანთქმის პიკების დინამიკაზე. ამ მიზნით, ფოტოქრომული ფირი მოთავსდა ულტრაიისფერი სინათლის ქვემოთ 25

სანტიმეტრ მანძილზე. ოპტიკური სპექტრის ხილული ნაწილის ჩამოსაჭრელად გამოყენებული იყო ზონური ფილტრი YΦC-6. სინათლის დასხივების ინტენსიობა ფოტოქრომული ფირის ზედაპირთან ტოლი იყო 0.43 მილივატი/სმ²-ის. დასხივებება ხდებოდა 2 წმ-ის, 4 წმ-ის, 6 წმ-ის, 8 წმ-ის, 10 წმ-ის და 20 წმ-ის ინტერვალებით. ოპტიკური მიკროსკოპის საშუალებით განისაზღვრა პოლიმერული კაფსულების ზომები. აღმოჩნდა, რომ მოცემული ფირის კაფსულების საშუალო ზომაა 30 მიკრომეტრი. ყველაზე მცირე კაფსულების ზომებია 15–20 მიკრომეტრი, ხოლო ყველაზე დიდი კაფსულების 40–50 მიკრომეტრი. შემდეგი ექსპერიმენტებით განისაზღვრა თერმოქრომული ფირების თერმოოპტიკური თვისებები. ამ მიზნით, ფირი მოთავსებული იყო თერმოსტატში და ხდებოდა ტემპერატურა/ ფირის სინათლის გამტარებლობა, დამოკიდებულების დადგენა. ფირის სინათლის გამტარებლობის განსაზღვრა სხვადასხვა ტემპერატურებზე ხდებოდა კომპიუტერთან დაკავშირებული სპექტრომეტრის საშუალებით.

II. 1. პუბლიკაციები (საქართველოს სახელმწიფო ბიუჯეტით და/ან შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტით დაფინანსებული კვლევითი პროექტის თემატიკის ფარგლებში)

ა) საქართველოში

სტატიები

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათა-ური, ჟურნალის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	ლ. გუჯაბიძე, ა.ჭანიშვილი, ნ.სახეჩიძე	კუვეტა ლაზერთერაპიის და ურეკის მაგნიტური სილის კომპლექსური მკურნალობისათვის მოზარდებში სქოლიოზის აღდგენით	N3-4	თბილისი, საქართველო, საქ. საერთაშორისო კარდიომიოპათიის საზოგადოება	2

		თერაპიაში, <i>კარდიოლოგია და შინაგანი მედიცინა, XXI</i>			
2	G.Petriashvili, A.Chanishvili, G.Chilaya	Tunable Liquid Crystal Lasers, Cardiology and Internal Medicine XXI	N3-4	Tbilisi, Georgia, Georgian International Society of Cardiomyopathy	2
3	I.Nakhutsrishvili, T.Loladze	The Relative Thermal Stability of α - and β -Modifications Ge ₃ N ₄ . Technical Science & Technologies	N2	Tbilisi, Georgia, IBSU	4
4	R.Janelidze, E.Tsitsishvili	„Exciton fine structure in low symmetry quantum dots”, Proceedings of the Georgian National Academy of Science, Chemical Series	N1, v.43, p.47, 2017.	საქართველოს მეცნ. აკადემია, თბილისი	4

II. 2. პუბლიკაციები:

ბ) უცხოეთში

მონოგრაფიები

№	ავტორი/ავტორები	მონოგრაფიის სათაური	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	Беляев В.В., Чилая Г.С.	Жидкие кристаллы в начале XXI века	Москва, ИИУ МГОУ	124

კრებულები

№	ავტორი/ავტორები	კრებულის სახელწოდება	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	Zurab V. Wardosanidze	Holographic Materials and Optical Systems	Rijeka, Croatia, INTECH open access	15

სტატიები

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათაური, ჟურნალის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	Аронишидзе М.Н., Вардосанидзе З.В., Петриашвили Г.Ш., Понджавидзе Н.Т., Тавзарашвили С.П., Тевдорашвили К.Г., Чанишвили А.Г., Чилая Г.С	«Оптическая запись информации в слое оптически активного холестерического жидкого кристалла», Вестник МГОУ	№3, in press	Москва, Московский Государственный Областной Университет	3
2	A. Chanishvili, N. Ponjavidze, G. Petriashvili, G. Chilaya, A. Jullien, U. Bortolozzo, S. Residori	“Photo-induced holographic recording in an optically active cholesteric liquid crystal layer”, ODPS	in press	Germany, Walter de Gruyter GmbH, De Gruyter Open	6
3	Ketevan Chubinidze, Besarion Partsvania, Lali Devadze, Tsisana Zurabishvili, Nino Sepashvili, Gia Petriashvili, Mariam Chubinidze	Gold Nanoparticle Conjugated Organic Dye Nanocomposite Based Photostimulated Luminescent Enhancement and Its Application in Nanomedicine American Journal of Nano Research and Applications	5(3-1)	Science Publishing Group 548 FASHION AV Sc Science Publishing Group 548 FASHION AVENUE NEW YORK, NY 10018 U.Newhience Publishing Group 548 FASHION AVENUE NEW YORK, NY 10018 U.S.A ENUE	6

				NEW YORK, NY 10018 U.S.A.	
4	Gia Petriashvili, Ridha Hamdi, Mario Ariosto Matranga, Maria Penelope De Santo, Nino Ponjavidze, Alfredo Mazzulla & Riccardo Barberi	Thermochromism, a perspective of light to heat conversion mediated by metal nanoparticles <i>Molecular Crystals and Liquid Crystals</i>	649(1):38-44	Registered in England & Wales No. 3099067 5 Howick Place London SW1P 1WG	7
5	E.Tsitsishvili	Impact of heavy hole-light hole coupling on the exciton fine structures in quantum dots”, <i>Physica E</i>	v.87,p.161, 2017.	Amsterdam, Netherlands, Elsevier B.V.	5
6	R.Janelidze, Yu. Blagidze, O.Gogolin, E.Tsitsishvili	Scaling behavior and nearly constant loss regime in ZnO nanocrystal powder pellets”, submitted in <i>Solide State Ionics</i> .	Submitted	Amsterdam, Netherlands, Elsevier B.V.	
7	Zurab V. Wardosanidze, Tinatin V. Kuchukhidze, Guram V. Bokuchava, Ia R. Kurashvili, Vledimer A. 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	9191 Kyser Way Suite, 100 Frisco Texas, USA, JScholar	5

III. 1. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა
(სახელმწიფო ბიუჯეტით და/ან შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის
გრანტით დაფინანსებული კვლევითი პროექტის თემატიკის ფარგლებში)

ა) საქართველოში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	გ. პეტრიაშვილი, ა.ჭანიშვილი, გ.ჭილაია,	გადაწყობადი თხევადკრისტალური ლაზერები	<i>სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენცია „ინოვაციური ტექნოლოგიები მედიცინასა და კოსმეტოლოგიაში“</i> , 29 ივნისი - 1 ივლისი 2017 , თბილისი
2	გია პეტრიაშვილი	Rewritable Image Recording on the Spiropyran Doped Nematic and Cholesteric Liquid crystal polymer films	<i>5th International Caucasian Symposium on Polymers and Advanced Materials</i> . 2-5 July 2017, Tbilisi , Georgia

ბ) უცხოეთში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	Andro Chanishvili, Umberto Bortolozzo, Guram Chilaya, Gia Petriashvili, Nino Ponjavidze, Stefania Residori, and Zurab Wardosanidze	Photo-Induced Color Change in an Optically Active Cholesteric Liquid Crystal Layer	<i>14th European Liquid Crystal Conference</i> , June 25-30, 2017 , Moscow, Russian Federation
2	Guram Chilaya, Andro Chanishvili, Gia Petriashvili, Nino Ponjavidze, Stefania Residori, and Zurab Wardosanidze,	Cholesteric Liquid Crystals for Holographic Applications	<i>14th European Liquid Crystal Conference</i> , June 25-30, 2017 , Moscow, Russian Federation
3	Zurab Wardosanidze, Andro Chanishvili, Guram Chilaya	Holographic laser structures in dye doped liquid crystal and polymer layers controlled by	<i>14th European Liquid Crystal Conference</i> , June 25-30, 2017 , Moscow, Russian Federation

	transversally distributed pumping	
--	-----------------------------------	--

ინფორმაციის ჰოლოგრაფიული ჩაწერის და დამუშავების ლაბორატორია

ლაბორატორიის ხელმძღვანელი – **ბარბარა კილოსანიძე, აკად. დოქტორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი**

სამეცნიერო ერთეულის პერსონალური შემადგენლობა:

1. გიორგი კაკაურიძე, აკად. დოქტორი, მთავარი მეცნიერ თანამშრომელი.
2. ვლადიმერ ტარასაშვილი, აკად. დოქტორი, უფროსი მეცნიერ თანამშრომელი.
3. ვალენტინა შავერდოვა, აკად. დოქტორი, უფროსი მეცნიერ თანამშრომელი.
4. ანა ფურცელაძე, აკად. დოქტორი, უფროსი მეცნიერ თანამშრომელი.
5. ირაკლი ჩაგანავა, აკად. დოქტორი, მეცნიერ თანამშრომელი.
6. იური მშვენიერაძე, აკად. დოქტორი, მეცნიერ თანამშრომელი.
7. სვეტლანა პეტროვა, წამყვანი ინჟინერი.
8. ელენე ოსეპაიშვილი, უფროსი ლაბორანტი.
9. ირინე ქობულაშვილი, დოქტორანტი.

I. 1. საქართველოს სახელმწიფო ბიუჯეტის მიერ დაფინანსებული 2017 წლის გეგმით შესრულებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (ეხება უნივერსიტეტებთან არსებულ დამოუკიდებელ სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებს და სსიპ სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებს)

I.2.

№	შესრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიხედვით	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	2	3	4
1	<p>მაღალეფექტური პოლარიზაციულად-მგრძნობიარე მასალების მიღების ტექნოლოგიის მოდიფიცირება პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ელემენტების მისაღებად ფიზიკური და ქიმიური</p>	ბარბარა კილოსანიძე	<p>გიორგი კაკაურიძე, ვლადიმერ ტარასაშვილი, ვალენტინა შავერდოვა, ანა ფურცელაძე, ირაკლი ჩაგანავა, იური მშვენიერაძე, სვეტლანა პეტროვა, ელენე ოსეპაიშვილი</p>

	<p>მეცნიერებები: 6-120 ოპტიკა, კვანტური ელექტრონიკა; 6-210 ქიმიური ფიზიკა.</p>		
<p>გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>საანგარიშო პერიოდში ვმუშაობდით პოლიმერულ მატრიცაში შეყვანილი აზოსაღებრების საფუძველზე პოლარიზაციულად მგრძობიარე მასალების მიღების, ლაბორატორიაში არსებული ტექნოლოგიის არსებითად გაუმჯობესებაზე მაღალეფექტური, მაღალსტაბილური და ერთგვაროვანი, ინდუცირებული ფოტოანიზოტროპიის მაღალი მნიშვნელობის პოლარიზაციულად-მგრძობიარე მასალების მიღებისათვის. გამოყენებული იქნა როგორც პოლიმერულ მატრიცაში შეყვანილი აზოქრომოფორების ბაზაზე შექმნილი მასალები, ასევე აზოპოლიმერები. ჩატარდა აზოსაღებრების მოლეკულებსა და პოლიმერულ მატრიცის მაკრომოლეკულებს შორის ურთიერთკავშირების გავლენის კვლევა მასალების ფოტოანიზოტროპულ-ფოტოგიროტროპულ მახასიათებლებზე და ანიზოტროპიის ინდუცირებისა და წაშლის კინეტიკაზე. პოლიმერულ მატრიცაში შეყვანილი აზოსაღებრების საფუძველზე მიღებულ მასალებში აღმოჩენილი იქნა მიღწევადი ფოტოანიზოტროპიის ზრდა საკვლევი საღებარის მოლეკულის პოლარობის ზრდასთან ერთად. დადგინდა, რომ შეყვანილი ფუნქციონალური ჯგუფების რიცხვი და განსაკუთრებით იონიზირების უნარი, განსაზღვრავს მასალებში მიღწევადი ფოტოანიზოტროპიის დონეს. ამასთან არსებით როლს თამაშობს აზოსაღებრების მოლეკულებსა და პოლიმერულ მატრიცის მაკრომოლეკულებს შორის ურთიერთკავშირების გაძლიერება. ეს რეალიზდება პოლარულ მოლეკულებს შორის კავშირების დამყარებით ელექტროსტატიკური ძალების მეშვეობით. საღებარის იონიზირებულ მოლეკულებს უნარი შესწევთ წარმოქმნან იონურ-დიპოლური ბმები, მეორეს მხრივ, ელექტროქიმიურად პოლარიზებული პოლიმერის მოლეკულები ამყარებენ კავშირებს ერთმანეთს შორის კროს-დიპოლ-დიპოლური ბმების მეშვეობით. მიღებულია ნიმუშები სხვადასხვა პოლარობის მქონე მატრიცის ბაზაზე, საღებარის ფორმულისა და რაოდენობის შენარჩუნებით და გამოკვლეულია ანიზოტროპიის ინდუცირების კინეტიკა. მიღებულია ასევე მასალები წყალში ხსნადი პოლიმერული მატრიცის და წყალხსნადი საღებარების ქრომოფორული კომპონენტის ბაზაზე, რომლებშიც დაფიქსირდა ფოტოანიზოტროპიის მნიშვნელობის ზრდა. განსაზღვრულ იქნა მიღებული მასალების მახასიათებლები, მათ შორის გამოძახილის სკალარული და ვექტორული რეაქციები ჩვენ მიერ შემუშავებული პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული სენსიტომეტრის მეთოდის გამოყენებით.</p> <p>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</p>			

ნიმუშის დასხივებული არის განთავსებისას შეჯვარებულ პოლარიზატორებს შორის და ცვლილება სპექტრში ცალსახადაა დამოკიდებული ენერგეტიკულ ექსპოზიციასზე. ექსპერიმენტებში გამოვიყენეთ მიღებული აზოპოლიმერები. თვალნათლივ არის ნაჩვენები, რომ სინათლით მართვადი ნიმუშის სპექტრული სელექტიურობა აქტივირდება მასტიმულირებელი გამოსხივების სხვადასხვა დოზებით. ექსპერიმენტული კვლევების შედეგები მოყვანილია რამდენიმე სტატიაში. 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 არა მცირდება, რაც ადასტურებს მასალის მაღალეფექტურობას.

I. 3. შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტით დაფინანსებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (ეხება როგორც უმაღლეს საგანმანათლებლო დაწესებულებებს, ისე მასთან არსებულ დამოუკიდებელ სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებსა და სსიპ სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებს)

№	პროექტის დასახე-ლება მეცნიერების დარგისა და სამეც-ნიერო მიმართულებების მითითებით	დამფინანსებელი ორგანიზაცია	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	2	3	4	5
1	უნივერსალური პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული სპექტრო-პოლარიმეტრის შემუშავება ასტრონომიული ობიექტების შესწავლისათვის	შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი. გრანტი № AR/209/6-120/14 2015-2017 წ.წ.	ბარბარა კილოსანიძე	ძირითადი შემსრულებლები: ბარბარა კილოსანიძე, გიორგი კაკაურიძე, ირაკლი ჩაგანავა (საქ. ტექნ. უნივ., კიბერნ. ინსტ.). თეიმურაზ კვერნაძე, გიორგი ქურხული, დავით ხუციშვილი,

	<p>1. საბუნებისმეტყველო მეცნიერებები</p> <p>1.3. ფიზიკის მეცნიერებები</p>			<p>ვაჟა კულიჯანიშვილი (ილიას უნივერს., აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორია).</p> <p>დამხმარე პერსონალი: იური მშვენიერაძე, ვლადიმერ ტარასაშვილი</p>
<p>დასრულებული პროექტის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>ციურ სხეულთა სინათლე უმეტესად ნაწილობრივ პოლარიზებულია. ასტრონომიული ობიექტების მიერ გამოსხივებული ან არეკვლილი სინათლის პოლარიზაციის მსგომარეობა მნიშვნელოვან ინფორმაციას იძლევა ამ ობიექტების ბუნების და მათში მიმდინარე პროცესების შესახებ, მით უფრო, როცა დაკვირვება წარმოებს სპექტრის სხვადასხვა უბანში, რაც თავისთავად, ზრდის მიღებული შედეგების მეცნიერულ ღირებულებას.</p> <p>დღეისათვის, არსებული პოლარიმეტრები, უმეტეს შემთხვევაში, არ იძლევა საშუალებას განისაზღვროს სწრაფად ცვალებადი ობიექტების სინათლის პოლარიზაციის ყველა პარამეტრი, დროის რეალურ მასშტაბში, მით უფრო, თუ ეს ობიექტი განფენილია. პოლარიმეტრების უმეტესობა, მათი ხარისხის პირდაპირპროპორციულად - რთულია, მძიმე, არაკომპაქტური და ძვირადღირებული.</p> <p>აქედან გამომდინარე, ახალი პოლარიმეტრული მეთოდის შემუშავება და მის საფუძველზე შედარებით მარტივი, კომპაქტური, შედარებით იაფი და უნივერსალური ასტროპოლარიმეტრის შექმნა, რომელიც იძლევა საშუალებას დამზერილი ასტრონომიული ობიექტის გამოსახულების ყოველ წერტილში, რეალურ დროში, სპექტრის სხვადასხვა უბანში განისაზღვროს ობიექტის გამოსხივების პოლარიზაციის მდგომარეობა (სტოქსის ოთხივე პარამეტრი), წარმოადგენს მეტად მნიშვნელოვან ნაბიჯს ასტროპოლარიმეტრიაში ობიექტების შესახებ ახალი ინფორმაციის მიღების მიზნით, რაც უდაოდ მნიშვნელოვანია და აქტუალური.</p> <p>პროექტის მიზანი იყო ინოვაციური ასტროპოლარიმეტრული მეთოდის შემუშავება ინტერგრალური პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული დიფრაქციული ელემენტის ბაზაზე, რომელიც საშუალებას იძლევა დროის რეალურ მასშტაბში განსაზღვროთ სტოქსის ოთხივე პარამეტრი. ამ მეთოდის საფუძველზე კომპაქტური, რეალურ დროში მომუშავე, მცირე ინსტრუმენტალური პოლარიზაციის მქონე უნივერსალური გამოსახულების სტოქსის სპექტროპოლარიმეტრის შექმნა და მისი გამოცდა სხვადასხვა ასტრონომიულ ობიექტზე ცნობილი პოლარიზაციის მდგომარეობით (სტანდარტ-ვარსკლავები, მთვარე, მზის კორონა, პლანეტები და სხვა).</p>				

პროექტის ძირითადი მიზნების განხორციელებისათვის გადაიჭრა შემდეგი ამოცანები: შეიქმნა პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული დიფრაქციული ელემენტების ჩაწერის ოპტიკური დანადგარი და მიღებულია მაღალეფექტური და სტაბილური ელემენტები; მოდიფიცირებულ იქნა პოლარიზაციულად მგრძობიარე მასალების მიღების ტექნოლოგია და განსაზღვრულ იქნა მიღებული მასალების მახასიათებლები; შეიქმნა გამოსახულების სტოქსის სპექტროპოლარიმეტრის ლაბორატორიული მოდელი და შესაბამისი პროგრამული უზრუნველყოფა; ჩატარდა სპექტროპოლარიმეტრის გამოცდა სხვადასხვა ასტრონომიულ ობიექტზე ცნობილი პოლარიზაციის მდგომარეობით.

პროექტის განხორციელებისას მიღებულია შემდეგი შედეგები:

შემუშავდა და შეიქმნა უნივერსალური, კომპაქტური პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული სტოქსის სპექტროპოლარიმეტრის ლაბორატორიული მოდელი. სპექტროპოლარიმეტრში პოლარიზაციის მდგომარეობის სრული ანალიზისათვის (სტოქსის ოთხივე პარამეტრის განსაზღვრისათვის) გამოყენებულ იქნა ჩვენ მიერ შემუშავებული ინტეგრალური პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ელემენტი.

დიფრაქციის პროცესში ელემენტი შლის მასზე დაცემულ სინათლეს ორთოგონალურ ცირკულარულ და წრფივ ბაზისებად. ელემენტის მიერ ფორმირებული დიფრაქციის ოთხი რიგის ინტენსიობების ერთდროული გაზომვა საშუალებას იძლევა ჩვენ მიერ მიღებული ფორმულებით განვსაზღვროთ სტოქსის ოთხივე პარამეტრი, ობიექტის გამოსახულების ყველა წერტილში ერთდროულად და დროის რეალურ მასშტაბში. ეს კი პროექტის ფარგლებში შექმნილი პროგრამული უზრუნველყოფის გამოყენებით საშუალებას იძლევა რეალურ დროში მივიღოთ ობიექტის გამოსახულებაში პოლარიზაციის მდგომარეობის განაწილების სურათი, მისი ფლუქტუაციების გათვალისწინებით. ანალიზის ხანგრძლივობა შეზღუდულია მხოლოდ ექსპოზიციის დროით, ასევე კომპიუტერული დამუშავების დროით და ციფრული მიმღების სწრაფმოქმედებით.

შეიქმნა პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ელემენტების ჩაწერის ოპტიკური დანადგარი და მიღებულია პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ელემენტები. შემუშავდა პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული დიფრაქციული ელემენტების კალიბრების სისტემის ოპტიკური სქემა და ჩატარდა ელემენტების კალობრება, წინასწარ განსაზღვრული პოლარიზაციის მდგომარეობის მქონე სინათლის კონების გამოყენებით.

შემუშავდა პოლარიზაციის მდგომარეობის სრული ანალიზისათვის შესაბამისი პროგრამული უზრუნველყოფა. მიღებულია, რომ ელემენტზე დიფრაქციის რიგების გაზომვის სიზუსტე შეადგენს 0.4%, ხოლო სტოქსის პარამეტრების მნიშვნელობების მიღების სიზუსტეა 0.6%.

მაღალეფექტური და სტაბილური პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული დიფრაქციული ელემენტების ჩასაწერად მოდიფიცირებულ იქნა პოლარიზაციულად მგრძობიარე მასალების მიღების ტექნოლოგია, პოლიმერული მატრიცისა და აზოქრომოფორის მოლეკულებს შორის კავშირის გაძლიერების გზით. განსაზღვრულ იქნა მიღებული მასალების მახასიათებლები. მაღალეფექტურ პოლარიზაციულად მგრძობიარე მასალებში ჩვენ მიერ დამზერილი და გამოკვლეულია ვექტორული ფოტოქრომიზმის ეფექტი.

ჩატარდა სტოქსის პარამეტრების განსაზღვრის სიზუსტეზე მომქმედი ფაქტორების კვლევა და შეფასება ლაბორატორიული ტესტირებისა და სხვადასხვა ასტრონომიული ობიექტების დაკვირვების ჩატარებისას. გაირკვა, რომ ცდომილების ზრდა გამოწვეულია შემდეგი ფაქტორებით: ელემენტის ჩასაწერად გამოყენებული მასალის სისქის არაერთგვაროვნებით, რაც გამოწვეულია მინაზე ემულსიური ფენის ხელით დასხმით; ელემენტის ჩაწერის დანადგარში და სტოქსის სპექტროპოლარიმეტრში გამოყენებული ოპტიკური დეტალების ხარისხი არ იძლევა საშუალებას მივალწიოთ გაზომვის სიზუსტე 0.1% (ერთჯერადი გაზომვისათვის); ელემენტის ჩაწერისათვის გამოყენებული ლაზერის კონის მოდის არაერთგვაროვნება.

სინათლის პოლარიზაციის მდგომარეობის ანალიზისათვის, პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ელემენტის გამოყენება პრინციპულად ახალია და მის ბაზაზე შექმნილი სპექტროპოლარიმეტრი გამოირჩევა შემდეგი უპირატესობებით: სინათლის პოლარიზაციის ანალიზისათვის გამოიყენება მხოლოდ ერთი ოპტიკური ელემენტი - პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული დიფრაქციული ელემენტი; სპექტროპოლარიმეტრი არ შეიცავს მოძრავ ან ელექტრონულად მართვად ოპტიკურ დეტალებს; სპექტროპოლარიმეტრს არა აქვს შიდა არეკვლები, რაც მკეთრად ამცირებს ინსტრუმენტულ პოლარიზაციას და ზრდის გაზომვის სიზუსტეს; აქვს საკმაოდ ფართე სპექტრული დიაპაზონი (500 – 1600 ნმ) და კუთხური დისპერსია; უნივერსალურია, ვინაიდან მისი გამოყენება შესაძლებელია სხვადასხვა ტიპის ტელესკოპზე განთავსებით სპეციალური ადაპტერების მეშვეობით; განფენილ ასტრონომიულ ობიექტებზე პოლარიზაციის მდგომარეობების განაწილების და აგრეთვე პოლარიზაციის მდგომარეობის ფლუქტუაციების და ამ განაწილების დისპერსიის განსაზღვრის საშუალებას იძლევა დროის რეალურ მასშტაბში. სპექტროპოლარიმეტრი კომპაქტურია, მსუბუქი, შედარებით მარტივი კონსტრუქციის და შედარებით იაფი, რაც განაპირობებს მის მარტივად განთავსებას როგორც დედამიწის, ასევე ორბიტალურ და კოსმოსურ ტელესკოპებზე.

ჩატარდა პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული გამოსახულების სტოქსის სპექტრო-პოლარიმეტრის გამოცდა და ტექნიკური პარამეტრების დადგენა სხვადასხვა ასტრონომიულ ობიექტზე დაკვირვებით, როგორცაა სტანდარტ ვარსკვლავები და ის ციური სხეულები, რომელთა პოლარიზაცია არის განსაზღვრული: მთვარის შერჩეული არეები, მზის წარმონაქმნები, კაშკაშა პლანეტები, კიბორჩხალისებური ნისლეული და ანდრომედას გალაქტიკა. კერძოდ, მიღებულია ცვლადი პოლარიზაციის მდგომარეობის მქონე მზის წარმონაქმნების - სპიკულების პირველი პოლარიმეტრული გაზომვების შედეგები.

2	<p>სახეთა ამოცნობის ახალი სისტემა ფოტონიზოტროპული კოპიების საფუძველზე.</p> <p>1. საბუნებისმეტყველო მეცნიერებები</p>	<p>შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი და უკრაინის საერთაშორისო სამეცნიერო ტექნოლოგიური</p>	<p>ბარბარა კილოსანიძე</p>	<p>ძირითადი შემსრულებლები:</p> <p>ბარბარა კილოსანიძე, გიორგი კაკაურიძე, ირაკლი ჩაგანავა, იური მშვენიერაძე.</p>
---	--	---	---------------------------	---

1.3. ფიზიკის მეცნიერებები	ცენტრის ერთობლივი გრანტი №04/06 და №6069 2015-2017 წ.წ.		დამხმარე პერსონალი: ვლადიმერ ტარასაშვილი, ანა ფურცელაძე, თამაზ სულაბერიძე
---------------------------	--	--	---

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

პროექტში შემოთავაზებულია სხვადასხვა ობიექტის გამოსახულების ამოცნობის ახალი პოლარიმეტრული მეთოდის შემუშავება, რომელიც ეფუძვნება პოლარიზაციულად მგრძობიარე მასალაზე ობიექტების გამოსახულებების ფოტოანიზოტროპული კოპიების მიღებას და ფრაუნჰოფერის დიფრაქციის არეში ამ კოპიის მიერ ფორმირებული ჯამური ელიფსის პოლარიზაციის მდგომარეობის განსაზღვრას, პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ელემენტის გამოყენებით. **პროექტის მიზანი იყო** შემოთავაზებული ამოცნობის მეთოდის თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევა, განსხვავებული ობიექტებისათვის ამოსაცნობი გამოსახულების წანაცვლების, მასშტაბისა და კუთხური ორიენტაციის მიმართ ცვლილების დიაპაზონის განსაზღვრა, პროექტში შექმნილი ამომცნობი მოწყობილობის ლაბორატორიული მოდელის საშუალებით.

პროექტის ძირითადი მიზნების განხორციელებისათვის გადაიჭრა შემდეგი ამოცანები: შემუშავდა ფოტოანიზოტროპული კოპიების გამოყენებით ობიექტების გამოსახულებების ამოცნობის თეორიული მოდელი; მაღალი რევერსიულობის მქონე და ფოტოანიზოტროპული კოპიების ჩაწერა/წაშლის მცირე დროებით მასალების მიღებისათვის მოდიფიცირებული იქნა პოლარიზაციულად მგრძობიარე მასალების მიღების ტექნოლოგია და განსაზღვრულ იქნა მიღებული მასალების მახასიათებლები; შეიქმნა ამომცნობი მოწყობილობის ლაბორატორიული მოდელი და შესაბამისი პროგრამული უზრუნველყოფა; ჩატარდა ამოსაცნობი ობიექტის წანაცვლების, მასშტაბისა და კუთხური ორიენტაციის მიმართ ინვარიანტულობის კვლევა; ჩატარდა სხვადასხვა ობიექტის გამოსახულების ამოცნობის კვლევა და შეიქმნა მონაცემთა ბაზა.

პროექტის განხორციელებისას მიღებულია შემდეგი შედეგები: შემუშავდა ფოტოანიზოტროპული კოპიების გამოყენებით ობიექტის გამოსახულების ამოცნობის თეორიული მოდელი, რომელიც ეფუძვნება ინტეგრალური ელიფსის პოლარიზაციის მდგომარეობის განსაზღვრას ფრაუნჰოფერის დიფრაქციის არეში. თეორიული მოდელის შესამუშავებლად განზოგადებულია ფურიეს სკალარული გარდაქმნა ჯონსის ვექტორებით ოპერირებისას, განხილულია ველის ფორმირება ფრაუნჰოფერის დიფრაქციის არეში; მოდიფიცირებულია ვაიგერტის ეფექტის კანონზომიერება დინამიური პოლარიზაციულად მგრძობიარე მასალებისათვის.

ჩატარდა ფოტოანიზოტროპული კოპიების მიღებისათვის საჭირო პოლარიზაციულად

მგრძობიარე მასალების მიღების ტექნოლოგიის მოდიფიკაცია. პოლიმერული მატრიცისა და აზოქრომოფორის მოლეკულების იმობილიზაციის გზით მიღებულია side-chain ტიპის მაღალეფექტური მასალები მაღალი მგრძობიარობით აქტინური პოლარიზებული სინათლის მიმართ, ინდუცირებული ანიზოტროპიის და, გარჩევისუნარიანობის მაღალი მნიშვნელობებით, ასევე მაღალი რევერსიულობით. მიღებულ მასალებში გამოცლენილია და გამოკვლეულია ახალი ვექტორული ფოტოქრომიზმის ეფექტი.

შემუშავებულია დინამიური ამომცნობი მოწყობილობის ლაბორატორიული მოდელი ამოსაცნობი ობიექტების გამოსახულებების ფოტოანიზოტროპული კოპიოს ჩაწერის, წაშლისა და ზონდირების, ასევე ფრაუნგოფერის დიფრაქციის უბანში პოლარიზაციული ინტეგრალური ელიფსის სტოქსის პარამეტრების განსაზღვრის საშუალებით. ჩატარდა ჩაწერა-წაშლის და სტოქსის პარამეტრების განსაზღვრის მთლიანი პროცესის სრული ავტომატიზაცია.

ინტეგრალური ელიფსის პოლარიზაციის მდგომარეობის განსაზღვრისათვის გამოყენებულია მხოლოდ ერთი, ჩვენ მიერ შემუშავებული პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული დიფრაქციული ელემენტი. დიფრაქციის ოთხი რიგის ინტენსიობების ერთდროული გაზომვა ფოტოდეტექტორების გამოყენებით საშუალებას იძლევა შემუშავებული ფორმულებისა და პროგრამული უზრუნველყოფის გამოყენებით განხორციელდეს ელიფსის პოლარიზაციის მდგომარეობის სრული ანალიზი (სტოქსის ოთხივე პარამეტრის განსაზღვრა).

შემუშავდა კალიბრების სისტემის ოპტიკური სქემა და ჩატარდა პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ელემენტის კალიბრება, წინასწარგანსაზღვრული პოლარიზაციის მდგომარეობის მქონე სინათლის კონების გამოყენებით.

შემუშავდა პოლარიზაციის მდგომარეობის სრული ანალიზისათვის შესაბამისი პროგრამული უზრუნველყოფა. მიღებულია, რომ ელემენტზე დიფრაქციის რიგების გაზომვის სიზუსტე შეადგენს 0.4 %-ს, ხოლო სტოქსის პარამეტრის მნიშვნელობების მიღების სიზუსტეა 0.6%.

ჩატარდა ლაბორატორიული მოდელის პარამეტრების განსაზღვრა და გარჩევისუნარიანობის დადგენა. გარჩევისუნარიანობის რაოდენობრივი მნიშვნელობა 14 ხაზი/მმ, რაც შეესაბამება გარჩევისუნარიანობის განსაზღვრის საერთაშორისო სისტემას ინფორმაციის შეყვანის და გამოყვანისას ბრტყელ მატარებელზე dpi და ჩვენს შემთხვევაში შეადგენს დაახლოებით 340 წერტილს/დიუმზე.

დადგენილია, რომ გამოყენებული ლაბორატორიული მოდელისათვის მეთოდი ინვარიანტულია ამოსაცნობი ობიექტის წანაცვლებისა და მასშტაბის ცვლელების მიმართ 5% ფარგლებში, ხოლო კუთხური ორიენტაციის მიმართ - 30 გრადუსზე ნაკლები კუთხით ობიექტის გამოსახულების მობრუნების მიმართ.

განსაზღვრულია ინტეგრალური ელიფსის პოლარიზაციის მდგომარეობის ინფორმაციული ღირებულება. ფრაუნგოფერის დიფრაქციის არეში ფორმორდება ერთი ჯამური ინტეგრალური პოლარიზაციის ელიფსი, რომლის პოლარიზაციის მდგომარეობა ცალსახად განსაზღვრავს ობიექტს. ელიფსის პოლარიზაციის მდგომარეობის ინფორმაციული ღირებულება ძალზედ მაღალია, რამდენადაც ელექტრომაგნიტური ტალღის ძირითად მახასიათებლებს შორის პოლარიზაციის მდგომარეობა ინფორმაციულად ყველაზე ტევადი მახასიათებელია და

განისაზღვრება ოთხი სტოქსის პარამეტრით, ხოლო დანარჩენი ძირითადი მახასიათებლები კი - ამპლიტუდა, ფაზა და სიხშირე, განისაზღვრებიან მხოლოდ ერთი პარამეტრით თითოეული.

გამოკვლეულია სტოქსის პარამეტრების ცვლილება სამგანზომილებიანი ობიექტების სხვადასხვა რაკურსით დაკვირვებისას. მიღებული შედეგები ასევე ცხადყოფს ინტეგრალური ელიფსის პოლარიზაციის მდგომარეობის ინფირმაციულ ღირებულებას.

ჩატარდა მეთოდის სიზუსტეზე მომქმედი ფაქტორების კვლევა და შეფასება სხვადასხვა სირთულის ობიექტების ამოცნობისას. გაირკვა, რომ ცდომილების ზრდა ძირითადად გამოწვეულია ორი ფაქტორით: ფოტოანიზოტროპული კოპიის მასალის სისქის არაერთგვაროვნებით, რაც გამოწვეულია მინაზე ემულსიური ფენის ხელით დასხმით, და ასევე ფოტოდეტექტორების ზედაპირული მგრძნობიარობის არაერთგვაროვნებით, რაც იწვევს დამატებით ცდომილებას გაზომვებში. ფოტომიმღებებად ხარისხოვანი CCD კამერის გამოყენების შემთხვევაში, შეიძლება მნიშვნელოვნად ავამაღლოთ გაზომვის სიზუსტე.

შემოთავაზებული მეთოდის ძირითადი უპირატესობა მდგომარეობს ამოცნობისას ობიექტის მასშტაბის ცვლილების, წანაცვლებისა და კუთხური ორიენტაციის მიმართ მაღალი კრიტიკულობის მოხსნაში. შემოთავაზებული მეთოდი დღემდე არ იყო განხორციელებული და ობიექტების ამოცნობის ამოცანისადმი ასეთი მიდგომა ინოვაციურია და პერსპექტიული, და შეიძლება გამოყენებული იქნეს სხვადასხვა დანიშნულების ამომცნობი მოწყობილობების შესაქმნელად.

3	<p>პოლარიზებული ლუმინესცენციის ფენომენი</p> <p>ჰოლოგრაფიული მეხსიერების ამოცანებში:</p> <p>მარეგისტრირებელი არეები, კვლევა, გამოყენების პერსპექტივა</p> <p>1. საბუნებისმეტყველო მეცნიერებები</p> <p>1.3. ფიზიკის მეცნიერებები</p>	<p>სსიპ შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი</p> <p>გრანტი № FR/316/6-120/14</p> <p>2015-2017 წ.წ.</p>	<p>ვლადიმერ ტარასაშვილი</p>	<p>ძირითადი შემსრულებლები:</p> <p>ვლადიმერ ტარასაშვილი, ანა ფურცელაძე, ვალენტინა შავერდოვა, ნინო ობოლაშვილი, სვეტლანა პეტროვა</p>
---	--	---	-----------------------------	--

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

სამეცნიერო პროექტის მიზანი იყო:

– პოლარიზებული ლუმინესცენციის ფენომენზე დაფუძნებული ინფორმაციის მატარებელი ელემენტის რეალიზების შესაძლებლობის თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევა სხვადასხვა ვექტორული მეთოდებით.

– მაღალეფექტური, პოლარიზაციულად მგრძობიარე ლუმინესცენტური დინამიური და სტაბილური მარეგისტრირებელი არეების მიღება. მათი ანიზოტროპულ-გიროტროპული, ლუმინესცენტური (მაქსიმალური ალგუნება, მაღალი ქვანტური გამოსავალი) და ჰოლოგრაფიული (დიფრაქციული ეფექტურობა) თვისებების კვლევის მეთოდების სრულყოფა; აღნიშნული თვისებების ოპტიმიზაცია.

– პოლარიზებული ლუმინესცენციის უნარის მქონე ინფორმაციის მატარებელი ელემენტის მეცნიერულ და პრაქტიკულ ამოცანებში გამოყენების პერსპექტივის კვლევა.

დაისახა შემდეგი კვლევითი და ტექნოლოგიური ამოცანები:

1. პოლარიზაციულად მგრძობიარე ლუმინესცენტურ არეებში ინდუცირებული ანიზოტროპია-გიროტროპიის ფენომენის თეორიული კვლევა.

2. პოლარიზაციულად მგრძობიარე ლუმინესცენტური, მაღალეფექტური არეების მიღება და ექსპერიმენტული კვლევა.

3. პოლარიზებული ლუმინესცენციის ფენომენზე დაფუძნებული ინფორმაციის მატარებელი ელემენტის მეცნიერულ და პრაქტიკულ ამოცანებში გამოყენების პერსპექტივის კვლევა.

მიღწეული შედეგები მოკლედ შეიძლება ასე ჩამოყალიბდეს:

– თეორიულად გამოკვლეულია პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული მეთოდით ფორმირებული ლუმინოფორის გამოსხივების ორი სხვადასხვა კონის ინტერფერენციული სურათი – პოლარიზაცილ-ლუმინესცენტური ჰოლოგრამა. კვლევა ჩატარდა ორი შემთხვევისათვის: 1) პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიულ ექსპერიმენტში საობიექტო ველი ნაწილობრივად წრფივად პოლარიზებულია, 2) საობიექტო ველი ნაწილობრივად ცირკულარულად პოლარიზებულია. ორივე შემთხვევაში რეფერენტული ტალღა არაპოლარიზებულია. ჰოლოგრამის გაშუქება რეფერენტულის იდენტური ტალღით გვამღევს საობიექტო ველის აღდგენას კოეფიციენტამდე სიზუსტით – პოლარიზაცილ-ლუმინესცენტური ჰოლოგრამა შესაძლებელია გამოვიყენოთ ინფორმაციის მატარებელი ჰოლოგრაფიული ელემენტის რეალიზებისათვის ჰოლოგრაფიული მეხსიერების ამოცანებში.

– შემუშავებულია არეში ფოტონდუცირებული პოლარიზებული ლუმინესცენციის ანიზოტროპულ-გიროტროპული პარამეტრების განსაზღვრისა და სენსიტომეტრიის მეთოდიკა პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული მეთოდით. მიღებულია ანიზოტროპულ-გიროტროპული პარამეტრების გამოსათვლელი ანალიტიკური გამოსახულებები ჯონსის ვექტორულ-მატრიცული მეთოდის გამოყენებით.

– შემუშავდა არეში ფოტონდუცირებული პოლარიზებული ლუმინესცენციის ანიზოტროპულ-გიროტროპული პარამეტრების განსაზღვრისა და სენსიტომეტრიის მეთოდიკა ელიფსომეტრული მეთოდით. მიღებულია მიღებულია ანიზოტროპულ-გიროტროპული პარამეტრების გამოსათვლელი ანალიტიკური გამოსახულებები ჯონსის ვექტორულ-მატრიცული მეთოდის გამოყენებით. პოლარიზაციული პარამეტრების გაზომვისათვის მეთოდთა კომბინირება

მკვეთრად ზრდის კვლევის საერთო ინფორმაციულობასა და სიზუსტეს.

- შეიქმნა ლაბორატორიული ოპტიკური დანადგარები არეებში პოლარიზებული ლუმინესცენციის ანიზოტროპულ-გიროტროპული პარამეტრების გაზომვისათვის პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული მეთოდით. დანადგარები შექმნილია მონოქრომატორის YM-2-ისა და სპექტოგრაფ ИСП-51-ის ბაზაზე. ლუმინესცენციის აღმზნებად გამოიყენებოდა მაღალი ინტენსიობის არაპოლარიზებული ლაზერის სინათლის კონები ტალღის სიგრძეებით: 405 ნმ; 441,6 ნმ; 530 ნმ; 632,8 ნმ.
- შეიქმნა ლაბორატორიული ოპტიკური დანადგარი – სპექტროელიფსომეტრი, პოლარიზებული ლუმინესცენციის ფოტოანიზოტროპულ-გიროტროპული პარამეტრების გაზომვისათვის ელიფსომეტრული მეთოდით; ელიფსომეტრული გაზომვები შეიძლება ჩატარდეს ტემპერატურისა და წნევის ფართო ინტერვალში გაზომვის შედეგების დაუმახინჯებლად.
- შეიქმნა ლაბორატორიული ოპტიკური დანადგარი სხვადასხვა ტიპის ლუმინესცენტური პოლარიზაციული ჰოლოგრამების მისაღებად; შესაძლებელია სინათლის კონების ფორმირება სასურველი პოლარიზაციის მდგომარეობით და აზიმუტების ორიენტაციით – პოლარიზაციის მდგომარეობის გარდამქმნელ ტრაქტებში განთავსებული კრისტალური ფირფიტა გარდაქმნის დაცემული სინათლის პოლარიზაციის მდგომარეობას ნებისმიერად.
- დადგენილია მაღალმოლეკულური ორგანული ნაერთების ბაზაზე შექმნილი ლუმინესცირებადი არეების ფოტოანიზოტროპულ-გიროტროპული მახასიათებლების დამოკიდებულება საღებარების მოლეკულურ სტრუქტურას, გამოყენებულ გამხსნელსა და პოლიმერულ მატრიცებზე. ჩატარებული კვლევის საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ: ა) არსებობს ინდუცირებული ლუმინესცენციის მაქსიმუმების ფართო სპექტრულ დიაპაზონში წანაცვლების შესაძლებლობა, ბ) ანიზოტროპული გამოსხივების კოეფიციენტის სიდიდეზე გავლენას ახდენს საღებარების მოლეკულური სტრუქტურა, გამხსნელი და პოლიმერული მატრიცები.
- დადგენილია სხვადასხვა შემადგენლობის ლუმინესცირებადი ნახევარგამტარული ფერადი მინების საფუძველზე მიღებულ არეებში ანიზოტროპულ-გიროტროპული მახასიათებლების მინის ქიმიურ შემადგენლობაზე დამოკიდებულება; ნიმუშების ანიზოტროპულ-გიროტროპული მახასიათებლების სიდიდეზე გავლენას ახდენს აგრეთვე, მაინდუცირებელი გამოსხივების პოლარიზაციის მდგომარეობა.
- დადგენილია მაღალი ენერჯის ზემოქმედებით შეღებილი მინების საფუძველზე მიღებულ არეებში ანიზოტროპულ-გიროტროპული მახასიათებლების მინის ქიმიურ შემადგენლობაზე დამოკიდებულება; შედეგები მნიშვნელოვანია მინების სტრუქტურული ანალიზისათვის და რადიაციული დეფექტების შესწავლის თვალსაზრისით.
- ჩატარდა ფართო სპექტრულ უბანში პოლარიზაციულად მგრძობიარე, სხვადასხვა ფლუორესცენტული საღებარის კომპოზიციის შედეგად მიღებულ არეებში ანიზოტროპულ-გიროტროპული პარამეტრების ქიმიურ შემადგენლობაზე, გამხსნელებზე და მატრიცაზე დამოკიდებულების ანალიზი. შემუშავებული ტექნოლოგიური რეჟიმები აღძრული პოლარიზებული ლუმინესცენციის სპექტრული დიაპაზონის გაფართოების საშუალებას იძლევა;

შესაძლებელია მიზანმიმართულად ვცვალოთ ნიმუშების ფოტოანიზოტროპული პარამეტრები პოლიმერული მატრიცის შეცვლის გზით.

– ჩატარდა ელიფსურად პოლარიზებული ლუმინესცენციის უნარის მქონე ოპტიკურად აქტიურ კომპოზიციებში ფოტონდუცირებული ანიზოტროპია-გიროტროპიის მოვლენის ანალიზი; ანიზოტროპულ-გიროტროპული პარამეტრების ქიმიურ შემადგენლობაზე, გამხსნელებზე და მატრიცაზე დამოკიდებულების კვლევა. ოპტიკური აქტიურობა სპექტრის ხილულ უბანში განპირობებულია აქტიური ქრომოფორებით. ანიზოტროპული გამოსხივების კოეფიციენტის სიდიდეზე გავლენას ახდენს საღებარების მოლეკულური სტრუქტურა და გამოყენებული გამხსნელი და პოლიმერული მატრიცები.

– ჩატარდა საკვლევ არეებში ფოტონდუცირებული ანიზოტროპია-გიროტროპიის პარამეტრების გარეშე ფაქტორების ზემოქმედებაზე (ტემპერატურა, ელექტრული და სხვ.) დამოკიდებულების ანალიზი. შეიქმნა დანადგარები მიღებული კომპოზიციების ტექნოლოგიური პროცესის განხორციელებისათვის ცვლად ელექტროსტატიკურ ველში, სხვადასხვა ტემპერატურაზე, ასევე ნიმუშების უი. გამოსხივებით ლატენსიფიკაციისას; მიღებულია ანიზოტროპული გამოსხივების კომპლექსური კოეფიციენტის სპექტრული და ექსპოზიციური მრუდების გარეშე ფაქტორების ზემოქმედებაზე დამოკიდებულება სხვადასხვა კომპოზიციებისათვის.

– შეიქმნა ლუმინესცენტური პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული მეხსიერების ზემადალი ტევადობის სამგანზომილებიანი მრავალარხიანი ელემენტი – მულტიპლექსორი/დემულტიპლექსორი, IDU. დამზადდა ლუმინესცენტური პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული მეხსიერების სისტემის დანადგარები შემხვედრი და გამჭოლი კონებით. მონაცემთა რეგისტრაცია შესაძლებელია ელემენტის შთანთქმის, ხოლო ვიზუალიზაცია – პოლარიზებული ლუმინესცენციის სპექტრის მთელ დიაპაზონში ერთდროულად.

– შეიქმნა ოპტიკური სიგნალის ლუმინესცენტური პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული კოლერატორი; ოპტიკური ინფორმაციის პოლარიზაციული კოდირება ხდება ელემენტის შთანთქმის ნებისმიერ უბანში, ხოლო სახეთა ოპტიკური ამოცნობა (შეთანხმებული ფილტრაცია) – მეხსიერების ელემენტის ლუმინესცენციის სპექტრში ერთდროულად.

– პოლარიზაციულად მგრძობიარე ლუმინესცენტური არის საფუძველზე მიღებულია ანიზოტროპული პროფილის მქონე პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული მესერები, ლუმინესცენციის სპექტრულ დიაპაზონში პოლარიზაციული გამოსხივების მდგომარეობის ანალიზისათვის. ლუმინესცენტური დიფრაქციული მესერების მოქმედება ექვივალენტურია სხვადასხვა ტიპის მაპოლარიზებელი ოპტიკური ელემენტების მოქმედების.

– განხორციელდა ფართო სპექტრულ უბანში პოლარიზაციულად მგრძობიარე, ფლუორესცენტული საღებარის კომპოზიციის ბაზაზე მიღებულ არეებში გამოსხივების სხვადასხვა დიაპაზონში, მათ შორის უხილაგში ჩაწერილი ჰოლოგრაფიული ინფორმაციის ვიზუალიზაცია სასურველ სპექტრულ უბანში.

– განხორციელდა ანიზოტროპული მიკროსკოპული ობიექტის პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ჩაწერა ლუმინესცენტურ პოლარიზაციულად მგრძობიარე მატარებელზე და აღდგენილი მოცულობითი გამოსახულების აპოსტერიორული პოლარიზაციული ანალიზი;

პროექტში შემუშავებული ჰოლოგრაფიული პოლარიზაციულ-ლუმინესცენტური მიკროსკოპიის მეთოდი საშუალებას იძლევა განვახორციელოთ მიკროობიექტის კომფოკალური მიკროსკოპია.

– განხორციელდა ნავთობის საბადოდან მოპოვებული (წიაღისეული), ასევე ხსნარში ექსტრაგირებული ბიტუმის ლუმინესცენციის პოლარიზაციის მდგომარეობის მონიტორინგი ლუმინესცენტური ინფორმაციის მატარებელი ელემენტის გამოყენებით. ელემენტის პოლარიზაციული სპექტრების ანალიზით განვსაზღვრავთ წიაღისეულ ქანებში შემავალი ბიტუმის ნავთობშემცველობას და ნავთობის მოპოვების სტრატეგიას. დამზადდა ლაბორატორიული სადემონსტრაციო დანადგარი.

– განხორციელდა ლუმინესცენტური პოლარიზაციულად მგრძობიარე მატარებლების გამოყენება უხილავ მარკერებად ფულის კუპიურების, აქცისური მარკების და ფასიანი დოკუმენტებისათვის; უხილავი მარკერების პოლარიზაციული სპექტრების ანალიზი ცალსახად განსაზღვრავს კუპიურების, დოკუმენტის აუთენტიკურობას.

4	<p>სინათლით მართვადი გაუმჯობესებული თვისებების მქონე პოლარიზაციულად მგრძობიარე და მათ შორის აზოთხევადკრისტალური მასალების მიღება და კვლევა</p> <p>1. საბუნებისმეტყველო მეცნიერებები 1.3. ფიზიკის მეცნიერებები 1.4. ქიმიის მეცნიერებები</p>	<p>სსიპ შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი</p> <p>ახალგაზრდა მეცნიერთა უცხოეთში სამეცნიერო - კვლევითი სტაჟირებისათვის სახელმწიფო სამეცნიერო გრანტი № IG/52/1/16</p> <p>2017 წ. 11 თებერვალი – 17 მაისი</p>	ირაკლი ჩაგანავა	ირაკლი ჩაგანავა
---	---	---	-----------------	-----------------

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

სტაჟირების მომწვევი ორგანიზაცია: თხევადი კრისტალების ინსტიტუტი. ქიმიური ფიზიკის დისციპლინათმორისი პროგრამა. კენტის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ოჰაიო, ამერიკის შეერთებული შტატები.

სტაჟირების გავლის პერიოდში მიღებულ შედეგებს შორის ყველაზე მნიშვნელოვნად წარმოჩინდა მომწვევი ორგანიზაციის წამყვან მეცნიერებთან დაახლოება და მათგან თანამშრომლობის შემოთავაზების ინიციატივა. თხევადი კრისტალების მოცემულ ინსტიტუტში მიმდინარე

კვლევების ინტერესთა ფოკუსში მოქცეული არის სინათლით მართვადი ოპტიკური მასალები, მათ შორის განსაკუთრებული ინტერესის საგანს წარმოადგენს აზოქრომოფორების ბაზაზე მიღებული პოლარიზაციულად-მგრძობიარე არეები. სწორად ამ სამეცნიერო პრობლემების გადაჭრით გახლავართ დაკავებული, საქართველოში არსებულ კვლევით ლაბორატორიაში, რომელიც ამ სფეროში მოღვაწეობს მისი დაარსებიდან.

პროექტის კვლევის მიზნები და დასახული ამოცანები განხორციელდნენ შემდეგი სახით:

1) ამოცანა: პოლარიზაციულად მგრძობიარე მასალის ეფექტური კომპონენტების მოძიება ექსპერიმენტულად და მიღებული შედეგების ანალიზის გზით.

განხორციელება: მოსაძიებლად შერჩეულ იქნა შედარების პრინციპი, ადრე წარმატებით მიღებულ მასალებსა და მათი მოდიფიცირებული ფორმულების ურთიერთშედარების გზით. ამ ეტაპზე პოლიმერული და ქრომოფორული ეფექტური კომპონენტების გამოსავლენად არსებული გამოცდილების საფუძველზე გადაწყდა გვემუშავა, კომერციულ, ცნობილი აზოქრომოფორი, ბრილიანტის ყვითელის გამოყენებით, ასევე სხვადასხვა ფუნქციური აზოსაღებარები მოდიფიცირებული ფორმულებთან, რომლებიც ჩემს მიერ იქნა სინთეზირებული. შემდეგ ეტაპზე თითოეული შეგვყავდა სხვადასხვა ქიმიური ბუნების მქონე პოლიმერულ მატრიცაში. (**დანართი 1, აზოქრომოფორები A, C, D**). თითოეული სინთეზირებული ან/და გამოყენებული აზოქრომოფორული კომპონენტისათვის გადაღებულია შთანთქმის სპექტრები (**დანართი 1, აზოქრომოფორები A-J**). **შედეგი:** გამოვლინდა დასამზადებელი შუქმგრძობიარე მასალების ოპტიმალური ქრომოფორული კომპონენტი.

2) ამოცანა: გაუმჯობესებული ფოტოანიზოტროპული თვისებების მქონე პოლარიზაციულად მგრძობიარე მასალის მიღება.

განხორციელება: ქიმიურ ლაბორატორიაში დაშვების სავალდებულო მოპოვების შემდგომ (ტრეინინგი, გამოცდა). ჩემს მიერ სინთეზირებულ იქნა, როგორც შერჩეული აზოქრომოფორების მეტი მარაგი ასევე მათი სრულიად ახალი მოდიფიკაციები. (**დანართი 1**) შემდგომ ინსტიტუტის ქიმიური ფიზიკის ლაბორატორიაში ხდებოდა მათ საფუძველზე შუქმგრძობიარე არეების შემუშავება და მათი ტექნოლოგიური პარამეტრების ოპტიმიზაცია მომდევნო ეტაპისათვის მასალის ვარგისი ნიმუშების მისაღებად. **შედეგი:** მიღწეულია საკვლევი მასალის ისეთი ნიმუშების მიღება, რომლებსაც გააჩნიათ ოპტიკური გამჭვირვალობა შთანთქმის უბნის გარეთ, ამორფული სტრუქტურის მქონე მასალების ერთგვაროვანი აკვები, რომლებსაც გააჩნიათ აუცილებელი ოპტიკური იზოტროპია მათზე აქტინური სინათლის ზემოქმედებამდე.

3) ამოცანა: მიღებული სხვადასხვა მასალების ნიმუშების სერიის გამოვლენილი ფოტოანიზოტროპული თვისებების ერთმანეთთან შედარება, შუქმგრძობიარე არეების ფოტოანიზოტროპულ და ფოტოგიროტროპულ თვისებებზე მასალის მოლეკულურ-სტრუქტურული ფაქტორების გავლენის დადგენისათვის.

განხორციელება: საუკეთესო თვისებების მქონე გამოვლენილი მასალები შემდეგ ეტაპზე მზადდებოდა საგანგებო სისუფთავის მქონე ლაბორატორიაში ე.წ. „სუფთა ოთახში“. შესაბამისი ტრეინინგის გავლის შემდეგ, კოლეგებთან ერთად ჩემს მიერ სინთეზირებული აზოქრომოფორების საფუძველზე მზადდებოდა, როგორც ფოტოანიზოტროპული მასალის ასევე

სინათლით მართვადი თხევადკრისტალური ნიმუშები. **შედეგი:** პროექტის მონაწილეების მიერ მასალების ფოტოანიზოტროპული თვისებებზე ადრე გამოვლენილ მოლეკულურ-სტრუქტურული ფაქტორების შესახებ ინფორმაციას დაემატა ახალი ცნობები ქრომოფორული კომპონენტის ფორმულის ოპტიმიზაციის შესახებ, კერძოდ მათი თხევად კრისტალებში გამოყენების მიზნით ატმოსფერული ტენის მიმართ არსებითი მგრძობელობის პრობლემის დაძლევისათვის რეკომენდაციები.

4) ამოცანა: მაღალეფექტური ფოტოანიზოტროპული და აზოთხევადკრისტალური ფოტოგროტროპული თვისებების მქონე მასალების მიღების მცდელობა. **განხორციელება:** მიზნობრივი პროდუქტი დასინთეზდა საბჭოთა კავშირში შემუშავებული სპეციალური მეთოდის გამოყენებით, რომელიც ადგილობრივებისათვის სიახლეს წარმოადგენდა. **შედეგი:** ფუნქციური აზოსაღებარის სინთეზის შეთავაზებული მეთოდით მიღებული მასალების თვისებებმა მოგვიანებით კვლევით ინსტიტუტში დიდი მოწონება დაიმსახურა. მის საფუძველზე დამზადებულია, როგორც მაღალეფექტური ფოტოანიზოტროპული არეები ასევე მნიშვნელოვნად გაუმჯობესებული სინათლით მართვადი თხევადკრისტალური მასალები.

5) ამოცანა: მიღებული მასალის ნიმუშებზე რთული სტრუქტურის მქონე ოპტიკური ინფორმაციის ჩაწერა. **განხორციელება:** მიღებულ თხევადკრისტალურ მასალებში გამოიცადა წინასწარ დასახული სტრუქტურის აღძვრა სინათლის საშუალებით ბენეფიციარი ლაბორატორიის მიერ შემუშავებული მეთოდით. **შედეგი:** კოლეგების მიერ აღინიშნა, რომ შემოთავაზებული მეთოდით მიღებული აზოქრომოფორი ამჟღავნებს საგრძნობლად უკეთეს თვისებებს მსგავსი ამოცანების გადაჭრის არსებული პრაქტიკის განმავლობაში.

მასპინძელი ორგანიზაციის ქიმიური ფიზიკის დარგის წამყვან მეცნიერებს გააჩნიათ სამომავლო თანამშრომლობის სურვილი ჩემს, საქართველოში არსებულ, ლაბორატორიასთან.

II. 1. პუბლიკაციები (საქართველოს სახელმწიფო ბიუჯეტით და/ან შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტით დაფინანსებული კვლევითი პროექტის თემატიკის ფარგლებში)

ა) საქართველოში

სტატიები

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათაური, ჟურნალის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	T. Kvernadze,	First test	Astronomy	Publishing House	6

	G. Kurkhuli, B. Kilosanidze, G. Kakauridze, V. Kulijanishvili, E. Khutsishvili, O. Kvaratskhelia D. Khutsishvili	observations of the selected astronomical objects using polarization – holographic Stokes polarimeter	&Astrophysics საერთაშორისო ჟურნალი (International Scientific Journal, Caucasus) Vol. 2 pp. 41-46 (2017)	“Akhaltsikhe University”	
--	--	---	--	-----------------------------	--

II. 2. პუბლიკაციები:

ბ) უცხოეთში

კრებულები

№	ავტორი/ავტორები	კრებულის სახელწოდება	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	T. Kvernadze, G. Kurkhuli, G. Kakauridze, B. Kilosanidze, V. Kulijanishvili, E. Khutsishvili D. Khutsishvili	229th Meeting of the American Astronomical Society Abstracts Digest: Innovative polarization- holographic imaging Stokes polarimeter for observational studies of the solar spicules: the first results	American Astronomical Society	1

სტატიები

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათაური, ჟურნალის/კრებულ ის დასახელება	ჟურნალის/კრებულ ის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
---	---------------------	--	------------------------------	--------------------------------------	------------------------

1	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, 2017. <a href="https://doi.org/10.1016/j.jip
hotochem.2017.09.067">https://doi.org/10.1016/j.ip hotochem.2017.09.067	Elsevier, Netherland	8
2	B. Kilosanidze, G. Kakauridze, T. Kvernadze, G. Kurkhuli	Innovative polarization- holographic imaging Stokes spectropolarimeter for astronomy	Proceedings of SPIE: Photonic Instrumentation Engineering IV Editor(s): Yakov G. Soskind ; Craig Olson , Vol. 10110 (2017) doi: 10.1117/12.2253749	SPIE The International Society for Optics and Photonics	10
3	I.Chaganava, B.Kilosanidze, G.Kakauridze, L.Oriol, M.Piñol, A Martinez-Felipe.	Photoanisotropy in polarization-sensitive polymer materials based on the media with covalently- bounded components	Proceedings of SPIE: Organic Photonic Materials and Devices XIX , Editor(s): Christopher E. Tabor , François Kajzar , Toshikuni Kaino , Yasuhiro Koike , vol. 10101, 10101M (2017) doi: 10.1117/12.2249997	SPIE The International Society for Optics and Photonics	8
4	T. Kvernadze, G. Kurkhuli, B. Kilosanidze, G. Kakauridze, V. Kulijanishvili, E. Khutsishvili, O. Kvaratskhelia D. Khutsishvili	Innovative polarization- holographic imaging Stokes polarimeter for observational studies of the solar spicules: the first results	Proceedings of SPW8 017AAS...22943705K	ASP Astronomical Society of the Pacific, Conference Series	5
5	B. Kilosanidze, G. Kakauridze, T. Kvernadze, G. Kurkhuli	Universal polarization- holographic imaging Stokes polarimeter for	The <i>Journal</i> of Astronomical Telescopes, Instruments, and	The Internationsl Society for Optics and Photonics (SPIE)	9

		astronomy	Systems (<i>JATIS</i>) განხილვის პროცესში მყოფი		
6	I.Chaganava, B.Kilosanidze, G.Kakauridze, I. Kobulashvili	The study of polyelectrolyte- containing photoanisotropic compositions	In Light Manipulating Organic Materials and Devices IV (Vol. 10360, p. 103600L). (2017). doi: 10.1117/12.2274518	SPIE International Society for Optics and Photonics.	7
8	В. Г. Шавердова, С. С. Петрова, А. Л. Пурцеладзе, В. И. Тарасашвили, Н. З. Оболашвили	Фотоанизотропные свойства поляризационно- люминесцентных сред для голографии на базе красителей нового типа	Оптика и спектроскопия Том.101, №3, с. 171- 175. DOI: 10.7868/S003040 3417090288	199034, Россия, С.-Петербург, В- 34, Менделеевская линия, 1, Изд-во „Наука“	6

III. 1. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა
(სახელმწიფო ბიუჯეტით და/ან შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის
გრანტით დაფინანსებული კვლევითი პროექტის თემატიკის ფარგლებში)

ბ) უცხოეთში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მომხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	T. Kvernadze (მომხსენებელი), G. Kurkhuli , G. Kakauridze , B. Kilosanidze , V. Kulijanishvili , E. Khutsishvili , D. Khutsishvili	Innovative polarization- holographic imaging Stokes polarimeter for observational studies of the solar spicules: the first results	2017, 3-7 იანვარი, ქ. გრაპევაინი, ტექსასი, ა.შ.შ. 229th Meeting of the American Astronomical Society

2	B. Kilosanidze (მომხსენებელი), G. Kakauridze, T. Kvernadze, G. Kurkhuli	Innovative polarization- holographic imaging Stokes spectropolarimeter for astronomy	2017 წ. 28 იანვარი - 2 თებერვალი ქ. სან-ფრანცისკო, ა.შ.შ. სიმპოზიუმი SPIE Photonics West კონფერენცია „Photonic Instrumentation Engineering IV,,
3	I. Chaganava, B. Kilosanidze (მომხსენებელი), G.Kakauridze, L. Oriol, M. Piñol, A. Martinez-Felipe	Photoanisotropy in polarization- sensitive polymer materials based on the media with covalently-bounded components	2017 წ. 28 იანვარი - 2 თებერვალი ქ. სან-ფრანცისკო ა.შ.შ. სიმპოზიუმი SPIE Photonics West, კონფერენცია „Organic Photonic Materials and Devices XIX,,
4	I.Chaganava, B.Kilosanidze, G.Kakauridze, I. Kobulashvili (მომხსენებელი)	The study of polyelectrolyte- containing photoanisotropic compositions	2017, 3-7 აგვისტო ქ. სან დიეგო, კალიფორნია, ა.შ.შ. SPIE Optics + Photonics სიმპოზიუმი, კონფერენცია Light Manipulating Organic Materials and Devices IV
5	T.Kvernadze (მომხსენებელი), G.Kurkhuli, G.Kakauridze, B.Kilosanidze, E.Khutsishvili, V.Kulijanishvili	Detection of the Handle and Zeeman Effects in H α and He I D3 of the Solar Spicules using Polarization-holographic Imaging Stokes Polarimeter	2017, 25-29 სექტემბერი, თბილისი, საქართველო. საერთაშორისო კონფერენცია „Our mysterious Sun: magnetic coupling between solar interior and atmosphere“

ლაბორატორიაში მომზადდა 2 სადისერტაციო ნაშრომი

№	დოქტორანტი	დისერტაციის სათაური	ხელმძღვანელი	
1	თ.კვერნაძე	პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ელემენტის საფუძველზე ახალი უნივერსალური ასტროპოლარიმეტის	გ.კაკაურიძე	დაცვა: 2017 წ.

		შემუშავება და შექმნა, მისი გამოყენება მზის ქრომოსფეროს და კორონის აქტიურ წარმონაქმნთა შესწავლისათვის		15 ივლისი
2	ი.ქობულაშვილი	სხვადასხვა ობიექტების გამოსახულებების ამომცნობი მოწყობილობის შემუშავება ფრაუნჰოფერის დიფრაქციის არეში ჯამური ელიფსის პოლარიზაციის მდგომარეობის ანალიზის საფუძველზე	ბ.კილოსანიძე	მე-2 კურსის დოქტორანტი

ოპტიკურ-ქიმიურ კვლევათა ლაბორატორია

ლაბორატორიის ხელმძღვანელი – **ჯიმშერ მაისურაძე, ფმმდ;**

* სამეცნიერო ერთეულის პერსონალური შემადგენლობა:

ლალი დევაძე – ქიმიის მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი;

ლევან ნადარეიშვილი, აკად. დოქტ., მთავარი მეცნიერ თანამშრომელი;

ინესა ფავლენიშვილი, აკად. დოქტორი, მეც. თანამშრომელი;

ლიანა შარაშიძე, მეც. თანამშრომელი;

იზოლდა მჟავანაძე – აკადემიური დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი;

ნინო სეფაშვილი – აკადემიური დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი;

მანანა არეშიძე, აკად. დოქტ;

ცისანა ზურაბიშვილი – აკადემიური დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი;

შორენა ახობაძე – ქიმიკოსი, მეცნიერი თანამშრომელი;

ჟუჟუნა ურჩხუხიშვილი – ქიმიკოსი, მაგისტრი, წამყვანი ინჟინერი;

მზია გუგავა – ქიმიკოსი, წამყვანი ინჟინერი;

ეკატერინე არველაძე – ელექტროინჟინერი, წამყვანი ინჟინერი.

I. 1. საქართველოს სახელმწიფო ბიუჯეტის მიერ დაფინანსებული 2017 წლის გეგმით შესრულებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (ეხება უნივერსიტეტებთან არსებულ დამოუკიდებელ სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებს და სსიპ სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებს)

I.2.

№	შესრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
---	---	-----------------------	------------------------

	დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით		
1	2	3	4
1	ნახშირბადის ნანოსტრუქტურების ფუნქციონალიზაცია ფოტოქრომული სპიროპირანების საშუალებით	ჯიმშერ მაისურაძე	შორენა ახოზაძე ჟუჟუნა ურჩუხიშვილი იზოლდა მჟავანაძე ეკატერინე არველაძე მზია გუგავა
2	გრადიენტული პოლიმერული მასალების მიღება და კვლევა. პოლიმერების ფიზიკური ქიმია	ლევან ნადარეიშვილი	მანანა არეშიძე ინეზა ფავლენიშვილი ლია შარაშიძე
<p>გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>1. მრავალფუნქციური ნახშირბადული ნანომასალები ინტელექტუალური და მაღალმწარმოებლური (ოპტიკური) ელექტრონული(ნანო) მოწყობილობების სენსორების და ლოგიკური ელემენტების შექმნის საშუალებას იძლევა. ფოტოქრომული მოლეკულებისთვის დამახასიათებელია ორი ფორმის ურთიერთგარდაქმნა გარე ფაქტორების ზემოქმედების შედეგად. ნახშირბადის ნანომასალების ფოტოქრომულ მოლეკულებთან კომბინაციით შესაძლოა მიღწეულ იქნას გეომეტრიული სტრუქტურის, ელექტრონული თვისებების და ნანომასშტაბური მექანიკის შექცევადი ცვლილებები. ეს უზრუნველყოფს ნახშირბადული ნანომასალების ფიზიკური და ქიმიური თვისებების შექცევად მოდულაციას, ჰკვიანი მოწყობილობების მომზადებას. ნახშირბადი გავრცელებულია რამდენიმე ალოტროპიული სახეცვლილების სახით, რომლებსაც ახასიათებს განსაკუთრებული, მაგრამ მნიშვნელოვნად განსხვავებული ქიმიური და ფიზიკური თვისებები, მათი სტრუქტურისა და გეომეტრიის, ოპტიკური, მექანიკური, ელექტრონული თვისებების და სტაბილურობის ჩათვლით, რაც განაპირობებს მათ ფართო გამოყენებას საკვანძო სამშენებლო ბლოკების სახით მასალათმცოდნეობის და ნანოტექნოლოგიების დარგში. ფულერენის, ნახშირბადის ნანოდოტების, ნახშირბადის ნანომილაკების და გრაფენის (გრაფენის ოქსიდის GO და აღდგენილი გრაფენის ოქსიდის rGO-ს ჩათვლით) საერთო მახასიათებელია მათი მათი უნარი მოახდინონ კოვალენტური და არაკოვალენტური ფუნქციონალიზაცია გარკვეულ ფრაგმენტებთან და გაზარდონ ხსნადობა თხევად არეებში და მიანიჭონ გაუმჯობესებული დამატებითი თვისებები. სხვადასხვა სტიმულებს შორის როგორცაა მსუბუქი მექანიკური წნევა, pH, ელექტრული მაგნიტური ველები და სხვ. იდეალური არჩევანია სინათლე, რადგანაც მას ახასიათებს მაღალი მოცულობითი-დროითი გარჩევის უნარი არაინვაზიური ტალღის სიგრძეების ფართო დიაპაზონში. გარდა ამისა მათი ტალღის სიგრძის და ინტენსიურობის გამართვის შესაძლებლობა არის მრავალი გადაწყვეტილების გარანტია.</p>			

სპიროპირანები მიეკუთვნება ფოტოქრომულ ბისტაბილურ ნაერთებს, რომლებიც არსებობენ ორი თერმოდინამიკურად მდგრადი იზომერული ფორმის სახით. ერთი იზომერული მდგომარეობიდან მეორეში გადასვლას გარე ზემოქმედებით (სინათლე, ელექტრული და მაგნიტური ველები, მექანიკური სტრესი და სხვ.) თან ახლავს ფიზიკური თვისებების შექცევადი ცვლილებები.

სპიროპირანების სინთეზის პრეპარატული სიადვილე და ფართო სტრუქტურული ვარიაციები სასურველი თერმოდინამიკური, კინეტიკური, სპექტრული და ფოტოქიმიური თვისებების ნაერთების მიღების შესაძლებლობას იძლევა. სპიროპირანების ფოტოიდუცირებული იზომერიზაცია ხასიათდება პირდაპირი და შებრუნებული რეაქციების მაღალი კვანტური გამოსავლებით, ასევე ყველა ცნობილ ფოტოქრომს შორის ორივე იზომერისთვის ორფოტონიანი შთანთქმის რეკორდულად მაღალი კოეფიციენტებით. ამან განაპირობა სპიროპირანების საფუძველზე პირველი გადაწერადი სამგანზომილებიანი მოლეკულური მეხსიერების პროტოტიპის შექმნა. სპიროპირანების ფოტოიზომერიზაციის პროცესის სინათლით მართვის უპირატესობა სხვა ტრიგერებთან შედარებით არის: სინათლის ეკოლოგიური სისუფთავე, ტალღის სიგრძის და ინტენსიურობის იოლად რეგულირების, სწრაფი გამოხმაურების (სემტო სეკუნდის დონეზე), ადვილად ფოკუსირების, დისტანციური მართვის შესაძლებლობები. ჩვენს გუნდს, აწ გარდაცვლილი აკად. კოხტა ჯაფარიძის ხელმძღვანელობით, აქვს სხვადასხვა ტიპის სპიროპირანების სინთეზისა და კვლევის მრავალწლიანი გამოცდილება. სინთეზირებული და შესწავლილია ამ კლასის როგორც ინდოლინური, აზაინდოლინური, დამატებითი ექვსწევრიანი ციკლის შემცველი და ჰიბრიდული (რომელიც მოიცავს ორ ფოტოქრომულ ცენტრს) სპიროპირანები, სხვადასხვა ჩამნაცვლებლებით სხვადასხვა პოზიციაში.

ფოტოქრომული მოლეკულების კომბინაცია ნახშირბადის ნანომასალებთან ვითარდება ბი-ანპოლიფუნქციური მოლეკულური მასალების შესამუშავებლად: ჰიბრიდულ სისტემას ექნება არა მარტო ცალკეული კომპონენტის უნიკალური თვისებები, არამედ აღმოაჩნდება ახალი თვისებები, რომლებიც პოტენციურად შეიძლება გამოყენებული იქნას კონკრეტული მიზნებისთვის.

საანგარიშო პერიოდში ობიექტური მიზეზების გამო ნაწილი თანამშრომლებისა შეხიზნული იყო სოხუმის ილია ვეკუას სახელობის ფიზიკურ-ტექნიკურ ინსტიტუტში. ტექნიკურ ლაბორატორიაში დავამუშვეთ გრაფიტიდან, გაუმჯობესებული ჰამერის მეთოდით GO და rGO მიღების მეთოდოლოგია. ასევე განვახრციელეთ ამ პროექტისთვის შესაფერისი სპიროპირანების სინთეზისთვის საჭირო ამოსავალი ნივთიერებების სინთეზი. ვიმედოვნებთ, ჩვენი ლაბორატორიის აღდგენის შემდეგ შევძლებთ ზოგიერთი ფოტოქრომული სპიროპირანის ფუნქციონალიზაციას ნახშირბადის ნანოსტრუქტურებით.

2. თანამედროვე მასალათმცოდნეობის აქტუალური მიმართულებაა ფუნქციური მასალების შექმნა და კვლევა. ფუნქციური ეწოდება მასალებს, რომელთა ფიზიკო-ქიმიური და მექანიკური თვისებების ერთობლიობა უზრუნველყოფს მათ გამოყენებას ელემენტის ან დეტალის სახით

გარკვეულ მოწყობილობაში, ხელსაწყოში ან კონსტრუქციაში.

ფუნქციური მასალებს სახესხაობაა ფუნქციურად გრადიენტული მასალები (ფგმ) [1-5]. ფგმ-ები წარმოადგენენ კომპოზიტებს ან ერთფაზიან მასალებს, რომელთა თვისებები იცვლება უწყვეტად ან ნახტომისებურად სულ ცოტა ერთი მიმართულებით მაინც. ფგმ-ში თვისებების ცვლა გამოწვეულია კომპოზიტის ქიმიური შედგენილობის ან მასალის სტრუქტურის ცვლილებით.

დამუშავებულია ფგმ-ების მიღების მრავალი მეთოდი. პოლიმერული ფგმ-ების მიღების მეთოდებია: დაფრქვევა, ფხვნილთა მეტალურგიის მეთოდები, გვირგვინისებური განმუხტვა, ცენტრიფუგირება, თხელი ფენების თანმიმდევრობითი დაფენა, გაკერვის ხარისხის ვარირება, ულტრაიისფერი დასხივება, სელექტიური ლაზერული შეცხობა, ჩამოსხმა წნევით და სხვ. ფგმ-ების მიღების ახალი მეთოდების დამუშავება ამ დარგის ერთერთი პრიორიტეტული მიმართულებაა.

დამუშავდა თერმოპლასტიკური პოლიმერების ერთდერძიანი ზონური გრადიენტული ორიენტაციის ინოვაციური მეთოდი, რომელიც საშუალებას იძლევა განვახორციელოთ წინასწარ შერჩეული ფარდობითი წაგრძელება საკვლევი ნიმუშის შერჩეულ უბნებში გრადიენტულად ორიენტირებული პოლიმერების ისეთი რაოდენობრივი თვისებები, როგორებიცაა ფარდობითი წაგრძელების/ორიენტაციის ხარისხის განაწილება, განაწილების განფენილობა და პროფილი (ხაზობრივი, ჰიპერბოლური, პარაბოლური, ლოგარითმული და სხვ.). შემოთავაზებული ტექნიკური გადაწყვეტის არსებითი განსხვავება ორიენტაციული გაჭიმვის ცნობილი მეთოდებისგან მდგომარეობს იმაში, რომ მოწყობილობა აღჭურვილია შერჩეული სიჩქარით გადაადგილებადი გამაცივებლით, რაც უზრუნველყოფს გამათბობელსა და გამაცივებელს შორის მანძილის ანუ გაჭიმვის ზონის ზომების მკაცრ რეგულირებას.

დამზადდა სათანადო ხელსაწყო. გამოკვლეული იქნა თერმოპლასტიკური პოლიმერების გრადიენტული ორიენტაციის სხვადასხვა რეჟიმში განხორციელების შესაძლებლობები. კერძოდ მიღებულ იქნა წრფივად და სინუსოიდალურად გრადიენტულად ორიენტირებული ფირები.

I. 3. შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტით დაფინანსებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (ეხება როგორც უმაღლეს საგანმანათლებლო დაწესებულებებს, ისე მასთან არსებულ დამოუკიდებელ სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებსა და სსიპ სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებს)

№	პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	დამფინანსებელი ორგანიზაცია	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
---	--	----------------------------	-----------------------	------------------------

1	2	3	4	5
1	ახალი სახეობის კვლავჩამწერი ოპტიკური დამგროვებელი სპიროპირანით დოპირებული თხევადკრისტალური ორფენოვანი პოლიმერული ფირის საფუძველზე	შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი	გია პეტრიაშვილი	ლალი დევაძე ცისანა ზურაბიშვილი ნინო სეფაშვილი

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

1. ლაბორატორიის თანამშრომლები: მთავარი მეცნიერ თანამშრომელი ლალი დევაძე, უფროსი მეცნიერ თანამშრომლები ცისანა ზურაბიშვილი და ნინო სეფაშვილი ახორციელებენ ექსპერიმენტულ კვლევით სამუშაოებს შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის № 217330 საგრანტო პროექტის (12.12.2016 – 12.12.2018 წწ.) „ახალი სახეობის კვლავჩამწერი ოპტიკური დამგროვებელი სპიროპირანით დოპირებული თხევადკრისტალური ორფენოვანი პოლიმერული ფირის საფუძველზე“ ფარგლებში.

საგრანტო პროექტის საანგარიშო პერიოდის განმავლობაში მიღებულია ფოტოქრომული სპიროპირანით დოპირებული ნემატური თხევადკრისტალური ახალი ტიპის პოლიმერული ფირები. დოპანტად გამოყენებული ფოტოქრომული სპიროპირანი გამოირჩევა მაღალი სისუფთავის ხარისხით - 99% (შეძენილი იქნა ფირმაში „Sigma Aldrich“). ფირების დამზადება ხდებოდა ავტორების მიერ შემუშავებული მიკროკაფსულირების მეთოდის ტექნოლოგიური პროცესის გამოყენებით. პროცესის სტადიების რეგულირებით შესაძლებელი გახდა ტექნოლოგიურად სრულყოფილი (ერთგვაროვანი, თანაბარი ზედაპირის, ელასტიური), ეფექტური ფოტომგრძნობიარობის მქონე ფირების დამზადება.

ფირების მისაღებად გამოყენებული იყო კომპოზიციები, რომლებიც შედგება ფოტოქიმიურად მდგრადი ნემატური თხევადკრისტალური ნივთიერებებისა და ზეომოხსენებული სპიროპირანისაგან.

განხორციელდა მიღებული ფოტოქრომული თხევადკრისტალური პოლიმერული ფირების ფოტო- და თერმო-ოპტიკური კვლევა. შედეგები მოხსენდა საერთაშორისო კონფერენციაზე:

G. Petriashvili, L. Devadze, Ts. Zurabishvili, N.Sepashvili.

Rewritable Image Recording on the Spiropyran Doped Nematic and Cholesteric Liquid

Crystal Polymer Films, 5th International Caucasian Symposium on Polymers and Advanced Materials, Tbilisi, Georgia, 2-5 July, 2017, p.64.

II. 1. პუბლიკაციები (საქართველოს სახელმწიფო ბიუჯეტით და/ან შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტით დაფინანსებული კვლევითი პროექტის თემატიკის ფარგლებში)

სტატიები

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათაური, ჟურნალის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	ჯიმშერ მამისურაძე, ლალი დევაძე, შორენა ახოზაძე, შუჟუნა ურჩუხიშვილი, ნინო სეფაშვილი	ჰიბრიდული სპიროპირანები (სპიროქრომენები) დამატებითი ციკლით ინდოლინურ ნაწილში, მოამბე	ელოდება გამოცემას	თბილისი, საქართველო	8

II. 2. პუბლიკაციები:

ბ) უცხოეთში

სტატიები

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათაური, ჟურნალის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	Ketevan Chubinidze, Besarion Partsvania, Lali Devadze, Tsisana Zurabishvili, Nino Sepashvili, Gia Petriashvili, Mariam Chubinidze.	Gold Nanoparticle Conjugated Organic Dye Nanocomposite Based Photostimulated Luminescent Enhancement and Its Application in Nanomedicine. / American Journal of Nano Research and Applications.	2017; 5(3-1):	548 FASHION AVENUE NEW YORK, NY 10018 U.S.A.	42-47

2	L.Nadareishvili, N.Topuridze, L. Sharashidze, I. Pavlenishvili	Graded Zonal Stretching of the Linear polymers. CHEMICAL ENGINEERING OF POLYMERS Production of Functional and Flexible Materials	გადაცემულია დასაბეჭდად. გამოქვეყნდება 2018 წლის მეორე კვარტალში	Canada, USA. Apple Academic Press Inc	361-369
---	---	---	---	---	---------

III. 1. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა
(სახელმწიფო ბიუჯეტით და/ან შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის
გრანტით დაფინანსებული კვლევითი პროექტის თემატიკის ფარგლებში)

ა) საქართველოში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მომხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	G. Petriashvili, L. Devadze, Ts. Zurabishvili, N.Sepashvili.	Rewritable Image Recording on the Spiropyran Doped Nematic and Cholesteric Liquid Crystal Polymer Films	5 th International Caucasian Symposium on Polymers and Advanced Materials, Tbilisi, Georgia, 2-5 July, 2017, p.64
2	L.I. Nadareishvili, R. Sh. Bakuradze, M. G. Areshidze, I.I. Pavlenishvili, L. K. Sharashidze	New Technical Access For Creation of Gradually Oriented Polymers and Process's Modeling	5 th International Caucasian Symposium on Polymers & Advanced Materials, 2-5 July, 2017. Tbilisi, Georgia