

ვლადიმერ ჭავჭავანიძის სახელობის
კიბერნეტიკის ინსტიტუტი

2016 წლის
სამეცნიერო ანგარიში

№1 მათემატიკური კიბერნეტიკის განყოფილება

* სამეცნიერო ერთეულის ხელმძღვანელი:

გამგე — ფემდ გრიგორ გიორგაძე

განყოფილების პერსონალური შემადგენლობა:

გ.გიორგაძე, განყ.უფროსი, მთ.მეც.თან.

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.ულამაძე, 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 დაფინანსებით 2016 წლის გეგმით
შესრულებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები

(ეხება სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებს)

№	შესრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიითითებით	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	„ფაზი ლოგიკის ალგებრული მოდელების“	რევაზ გრიგოლია	რევაზ გრიგოლია

	კვლევა“ მათემატიკა; მათემატიკური ლოგიკა და ალგებრა		ვიანესლავ მესხი რამაზ ლიპარტელიანი ფრიდონ აღშიბაია
2	სწავლებით სახეთა ამოცნობის სისტემის სამი ამოცანის გადაწყვეტა; თეორიული კიბერნეტიკა, სახეთა ამოცნობა, ექსპერტული სისტემები	ნელი ტყემალაძე	ვ. ჯიხვაშვილი მ. ქურიძე გ. მამულაშვილი
<p>გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>1. გადაჭრილია შემდეგი პრობლემები:</p> <p>ფაზილოგიკის ალგებრული მოდელების ქვეკლასებში სასრულად წარმოქმნილი თავისუფალი ალგებრების აღწერა და პროექციული ალგებრების დახასიათება;</p> <p>ფაზილოგიკის ალგებრული მოდელების ქვეკლასებში უნიფიკაციის პრობლემა;</p> <p>ფაზილოგიკის ალგებრული მოდელების ქვეკლასების სტრუქტურული სისრულე.</p> <p>2. გარდამავალი 3 წლიანი თემის პირველი ეტაპის (2015 წ.) შესაბამისად შემუშავებულია მონაცემთა ბაზების მრავალჯერადი კორექტირების მეთოდი. მონაცემთა ბაზები განსაზღვრულია ჩვენს მიერ შემუშავებული სწავლებით სახეთა ამოცნობის სისტემაში შემავალი მასწავლებლის მიერ. კორექტირება ხდება საკონტროლო, მასწავლებლის ამოსაცნობი და სრულიად ახალი ამოსაცნობი ობიექტების რეალიზაციების ამოცნობის შედეგების საფუძველზე. განხილულია ოთხი ძირითადი შემთხვევა. კორექტირებას ექვემდებარება ერთეული, წყვილი, სამეული ნიშან-თვისებები და სპეციფიკური ჯგუფები – ბლოკები, განსაზღვრული (v, b, k, r, λ) ტიპის კონფიგურაციების და $(v, b, k, r, \lambda, \mu)$ ტიპის ტაქტიკური კონფიგურაციის გამოყენებით სრული გადარჩევის გარეშე. აღნიშნული ბლოკები წარმოადგენს ობიექტების მახასიათებელ და არამახასიათებელ ნიშან-თვისებათა კომბინაციებს რომელთა განსაზღვრაც სხვა არსებული მეთოდებით შეუძლებელია. მეთოდი რეალიზებულია PC-ზე და ჩართულია ჩვენს მიერ შემუშავებულ სწავლებით სახეთა ამოცნობის სისტემაში, რამაც გაზარდა სისტემის მუშაობის ეფექტურობა და ნდობის დეტექტორი.</p> <p>მეორე ეტაპის (2016 წ.) თანახმად შემუშავებულია სწავლებით სახეთა ამოცნობის ამოცანებში კლასების მახასიათებელი $\forall j$ – ური ნიშან-თვისებების ინფორმატიულობის ზომების $\forall v$ – რი კლასის მიმართ განსაზღვრის ალგორითმი, რომელიც განსაზღვრავს</p>			

ნიშან-თვისებების სამ მახასიათებელს j -ური ნიშან-თვისებების შემცველ და არშემცველ რეალიზაციების რაოდენობებთან მიმართებაში. სამივე მახასიათებლით განსაზღვრული ვექტორის სიგრძე განხილულია j -ური ნიშან-თვისებების ინფორმატიულობის ზომად V -რი კლასის მიმართ. ალგორითმი რეალიზებულია PC-ზე და ჩართულია ჩვენს მიერ შემუშავებულ სწავლებით სახეთა ამოცნობის სისტემაში. ამ ფაქტმა გამოიწვია კორექტირება მონაცემთა ბაზების და შესაბამისად ამოცნობის მოდელში მრავალჯერადი კორექტირების მეთოდის. აღნიშნულმა ცვლილებებმა შესამჩნევად გაზარდა სისტემის მუშაობის ეფექტურობა და ნდობის დეტექტორი.

შემუშავებულია საკვლევი ობიექტების მახასიათებელი ისეთი პარამეტრების განსაზღვრის ექსპერტული სისტემა, რომელთა საშუალებითაც შესაძლებელია შესაბამისი სპეციალისტების მიერ უკვე განისაზღვროს საწყისი მასწავლი რეალიზაციები ჩვენს მიერ შემუშავებული სწავლებით სახეთა ამოცნობის სისტემის (სსას-ის) პირველი მოდელისთვის.

რამდენადაც ინფორმატიული იქნება საწყისი პარამეტრები და მასწავლი რეალიზაციები შესაბამისად იქნება ინფორმატიული მასწავლი ანუ მეორე მოდელის მიერ მათი გარდაქმნის შედეგად განსაზღვრული ცოდნისა და მონაცემთა ბაზები. ეს კი თავის მხრივ ხელს შეუწყობს ამოცნობის ანუ მესამე მოდელს ახალი ობიექტების ამოცნობაში, რაც გამოიხატება სსას-ის მუშაობის ეფექტურობისა და ნდობის დეტექტორის გაზრდაში.

ექსპერტული სისტემა შედგება სამი ნაწილისაგან. სისტემის პირველ ნაწილში თითოეული ექსპერტის მიერ წარმოდგენილი საკვლევი ობიექტების მახასიათებელი პარამეტრების სიმრავლის საფუძველზე ექსპერტების აზრის გათვალისწინებით განისაზღვრება ერთი სიმრავლე. ამ სიმრავლიდან საუკეთესო პარამეტრების შესარჩევად გამოიყენება არამკვეთრ სიმრავლეთა თეორია, რომლის თანახმად ინფორმატიულობა განიხილება როგორც არამკვეთრი ცნება, ინფორმატიული პარამეტრების სიმრავლე, როგორც არამკვეთრი სიმრავლე, ხოლო ინფორმატიულობის ზომა – როგორც არამკვეთრ სიმრავლისადმი მიკუთვნების ხარისხი. ამ მიზნით ექსპერტული სისტემის მეორე ნაწილში ექსპერტებისაგან მოითხოვება უპირატესობის მიხედვით, პარამეტრების დალაგება ორი გზით, რომელთა საშუალებითაც განისაზღვრება პარამეტრების ინფორმატიულობის ზომები და მათ შესაბამისად შეირჩევა საუკეთესო პარამეტრები.

ორივე გზის შემთხვევაში გამოიყენება ლინგვიტური ცვლადის ω_α -ს შემდეგი – მნიშვნელობები: გაცილებით უპირატესი \rightarrow , ბევრად უპირატესი $\rightarrow m$, უპირატესი \rightarrow , უპირატესი ან ტოლფასი $\rightarrow \geq$, ტოლფასი $\rightarrow \approx$, რომელთაც შეესაბამება სიდიდეები: 1, 0.75, 0.5, 0.25, 0 შესაბამისად [0.1] ინტერვალიდან.

პირველი გზით ექსპერტების მიერ პარამეტრების დალაგება ხდება ერთდროულად (წრფივად), ხოლო მეორე გზის შემთხვევაში გამოიყენება კომბინატორული მათემატიკიდან (v, b, k, r, λ) ტიპის კონფიგურაციები, და $(v, b, k, r, \lambda, \gamma)$ ტიპის ტაქტიკური კონფიგურაცია, რომელთა საფუძველზეც ხდება მათი დალაგება k რაოდენობის პარამეტრების შემცველი b რაოდენობის ბლოკთან მიმართებაში.

სისტემის მესამე ნაწილში ხდება უკვე ექსპერტებისაგან მიღებული ინფორმაციის დამუშავება და საბოლოოდ პარამეტრების შერჩევა ორივე გზით მიღებული შედეგების საფუძველზე.

შემოთავაზებული ექსპერტული სისტემა მუშაობს სსას-ისაგან დამოუკიდებლად. მისი გამოყენება შეიძლება აგრეთვე სხვადასხვა მიმართულებითაც მაგალითად, კონკურსების ჩატარების დროს, კონფლიქტური სიტუაციების მიზეზების დასადგენად და ა.შ.

I. 2.

№	შესრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	<p>მიმართულება- ინფორმაციული ტექნოლოგიები.</p> <p>სამდონიანი კვანტური სისტემების ბაზაზე დაფუძნებული კვანტური გამომთვლელი</p>	გ.გიორგაძე	<p>გ.ბოლოთაშვილი მ.ელიზბარაშვილი დ.გოშაძე ნ.ჩხიკვაძე ვ.ულამაძე გ.ფრუიძე ვ.ჯიქია ფ.ალშიბაია</p>
<p>გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>1. შეისწავლება სამდონიანი კვანტური სისტემები მათი კვანტური გამომთვლების თეორიაში გამოყენების მიზნით.</p>			

I. 3. სახელმწიფო გრანტით (რუსთაველის ფონდი) დაფინანსებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (ეხება როგორც უმაღლეს საგანმანათლებლო, ისე სამეცნიერო-კვლევით დაწესებულებებს

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

1	“პროექციულობა, უნიფიკაცია სტრუქტურული სისრულე მონადიკური V-ალგებრების მრავალსახეობაში” მათემატიკა, მათემატიკური ლოგიკა და ალგებრა	შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი	რევაზ გრიგოლია	როლანდ ომანაძე, ვიანესლავ მესხი, რამაზ ლიპარტელიანი, ფრიდონ ალშიბაია
<p>გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>1. პროექტში განხილულ და გადაწყვეტილ იქნა მნიშვნელოვანი ღია პრობლემები:</p> <p>1) MMV მრავალსახეობის ქვემრავალსახეობებში სასრულად წარმოქმნილი თავისუფალი ალგებრების აღწერა და პროექციული ალგებრების დახასიათება;</p> <p>2) MMV მრავალსახეობის ქვემრავალსახეობებში უნიფიკაციის პრობლემა;</p> <p>3) MMV მრავალსახეობის ქვემრავალსახეობის სტრუქტურული სისრულე.</p>				

II. 1. პუბლიკაციები:

ა) საქართველოში

მონოგრაფიები

№	ავტორი/ავტორები	მონოგრაფიის სათაური	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	ნელი ტემალაძე	Теоретические основы распознавания образов с обучением и ее применение	მზადაა გამოსაცემად	138
<p>ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე</p> <p>1. მონოგრაფია ეხება სწავლებით სახეთა ამოცნობის სისტემას და მის გამოყენებას. სისტემის ფუნქციონირება არ არის დამოკიდებული საკვლევი ობიექტების (სახეთა) ფიზიკურ არსზე, მათი დახასიათებელი პარამეტრების ბუნებაზე და რაოდენობაზე. იგი რეალიზებულია პერსონალურ კომპიუტერზე და შემოწმებულია 14 ამოცანაზე –</p>				

სხვადასხვა კლასის რეალური ობიექტების ამოსაცნობად

მონოგრაფია შეიცავს შესავალს, ოთხ თავს და დანართს. პირველი სამი თავი ეძღვნება საწყისი ინფორმაციის წინასწარი დამუშავების, მასწავლ და ამოცნობის მოდელებს შესაბამისად. მეოთხე თავში მოცემულია სისტემის მუშაობის ინსტრუქცია, სამი მაგალითი სხვადასხვა ტიპის ობიექტების ამოცნობაზე. აქედან პირველი მაგალითი შედარებით დეტალურადაა განხილული, ხოლო ორი – შეკვეცილია.

პირველი მოდელი გარდაქმნის საწყის ინფორმაციას ისეთი სახით, როგორც საჭიროა მასწავლ და ამოცნობის მოდელებისთვის, მეორე მოდელი გარდაქმნის მიღებულ ინფორმაციას (მასწავლ ობიექტების რეალიზაციებს) ინფორმატიულობასთან მიმართებაში, შექმნის ცოდნისა და მონაცემთა ბაზებს, რომლის საფუძველზეც მესამე მოდელი ამოცნობს საკონტროლო, მასწავლ ამოსაცნობ და ახალ ობიექტებს, ამასთანავე საკონტროლო რეალიზაციების ამოცნობის შედეგების საფუძველზე განსაზღვრავს სისტემის მუშაობის ეფექტურობას, ხოლო სისტემის ეფექტურობისა და მასწავლ ამოსაცნობი რეალიზაციების ამოცნობის შედეგების საფუძველზე სისტემის ნდობის დეტექტორს.

ვინაიდან სისტემის მთელ რიგ ამოცანების გადაწყვეტის მეთოდებსა და ალგორითმებში გამოიყენება კომბინატორული მათემატიკიდან (v, b, k, r, λ) ტიპის კონფიგურაციები, $(v, b, k, r, \lambda, \mu)$ ტიპის ტაქტიკური კონფიგურაცია და $(v, b, k, r, n_i, \lambda_i, P^i)$, $i = 1, 2$ ტიპის კონფიგურაციები, ამიტომ დანართში მოცემულია მათი განმარტებები.

II. 2. პუბლიკაციები:

ბ) უცხოეთში

მონოგრაფიები

№	ავტორი/ავტორები	მონოგრაფიის სათაური	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	ანტონიო დი ნოლა რევაზ გრიგოლია ესკო ტურუნენ Antonio Di Nola Revaz Grigolia Esko Turunen	კვაზი-ჭეშმარიტობის ფაზილოგია: ალგებრული მიდგომა Fuzzy Logic of Quasi- Truth: An Algebraic Treatment	Springer	117

ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე

1. წიგნი ისახავს მიზნად მრავალნიშნა ლოგიკების შესწავლას, რომელიც შესაბამისობაშია

კვაზი ჭეშმარიტობის ცნების ფორმალიზაციასთან. ეს შესაბამისობა ნაჩვენებია ამომწურავი საშუალებებით (ტექნიკით) და გარკვეული ლოგიკების შედეგებით და სრულყოფილი MV-ალგებრების განსაკუთრებული როლის ჩვენებით. ეს ლოგიკები წარმოადგენენ უსასრულონიშნა ლუკასევიჩის აღრიცხვის გაფართოებებს. კერძოდ, ჩვენ გვანტერესებს ჭეშმარიტობის მნიშვნელობები, რომლებსაც გააჩნია ოთხი გრადაცია: ჭეშმარიტი, კვაზი ჭეშმარიტი, კვაზი მცდარი და მცდარი. ამ ჭეშმარიტობის მნიშვნელობებს გააჩნია ალგებრული წარმოშობა. ალგებრები, რომლებიც გვაძლევენ საშუალებას ასეთი ჭეშმარიტობის მნიშვნელობები შემოვლავს წარმოადგენენ სრულყოფილი MV-ალგებრები, ე. ი. MV-ალგებრები, რომლებიც არ არიან ნახევრად მარტივი, და მათი მახიმალური იდეალების თანაკვეთა (ალგებრის რადიკალი) განსხვავებულია {0}-იგან. მრავალსახეობა წარმოქმნილი ყველა სრულყოფილი MV-ალგებრებით წარმოიქმნება ერთი წრფივი MV-ალგებრებით C-თი, რომელიც შემოვლავს ჩანგის მიერ.

სტატიები

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათაური, ჟურნალის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	Revaz Kurdiani, Teimuraz, Pirashvili	Functor homology and homology of commutative monoids, Semigroup Forum	February 2016, Volume 92, Issue 1,		pp 102–120 18
2	R. Grigolia, T. Kiseliova, V. Odisharia	<i>Free and Projective Bimodal Symmetric Gödel Algebras</i> , Studia Logica ,	February 2016, Volume 104, Issue 1,	The Polish Academy of Sciences and Springer	pp 115-143
3	A. Di Nola, R. Grigolia , G. Lenzi	<i>Structural Completeness and Unification Problem of the Logic of Chang Algebra</i> Azerbaijan Journal of Mathematics ,	January V. 6, No 1, 2016	Azerbaijan	pp. 23-38

ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე

1. სტატიაში ნაჩვენებია, რომ ფუნქტორთა ჰომოლოგიის მეთოდი შესაძლოა გამოყენებული იქნეს მონოიდებისთვისაც.
2. აღწერილია და დახასიათებულია თავისუფალი და პროექციული სიმეტრიული გოედელის ალგებრები.
3. შესწავლილია სრულყოფილი MV-ალგებრებით წარმოქმნილი მრავალსახეობა. ნაჩვენებია, რომ სასრულად წარმოქმნილი სასრულად წარმოდგენადი ალგებრები ამ მრავალსახეობიდან ემთხვევა პროექციულ ალგებრებს. სრულყოფილი MV-ალგებრებით წარმოქმნილი მრავალსახეობის უნიფიკაციის ტიპი არის 1. ნაჩვენებია, რომ ეს მრავალსახეობა სტრუქტურულად სრულია.

III. 1. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

ა) საქართველოში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოსხენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	გია გიორგაძე	ბელტრამის განტოლება და კომპლექსური სტრუქტურები	ი.ვეკუას სახელობის გამოყენებითი მათემატიკის ინსტიტუტის სემინარის გაფართოებული სხდომები. 20-22 აპრილი, 2016
2	ვალერიან ჯიქია	წრფივი შეუღლების ამოცანა კარლემან-ვეკუას არარეგულარული არაერთგვაროვანი განტოლებისათვის	ი.ვეკუას სახელობის გამოყენებითი მათემატიკის ინსტიტუტის სამინარის გაფართოებული სხდომები. 20-22 აპრილი, 2016
3	რევაზ გრიგოლია ანტონიო დი ნოლა	<i>სრულყოფილი მონადიკური MV-ალგებრებით წარმოქმნილი მრავალსახეობის ქვემრავალსახეობები</i>	2016, 26-28 იანვარი ივ. ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
4	რევაზ გრიგოლია რამაზ ლიპარტელიანი	<i>პროექციულობა და უნიფიკაცია მონადიკური, სრულყოფილი MV-ალგებრებით წარმოქმნილ</i>	2016, 26-28 იანვარი ივ. ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

		<i>მრავალსახეობებში</i>	
5	რევაზ გრიგოლია ანტონიო დი ნოლა	<i>მონადიკური MV-ალგებრების ტოპოლოგიური სივრცეები</i>	2016, 26-28 იანვარი ივ. ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
6	ფრიდონ ალშიბაია	<i>ტემპორალური პეტიინგის ალგებრები</i>	2016, 26-28 იანვარი ივ. ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
7	Revaz Grigolia A. Di Nola G. Lenzi	<i>ON THE THEORY OF PERFECT MONADIC MV-ALGEBRAS</i>	Tbilisi (Georgia) 13- 17 June 2016 TOLO 2016

მოსხენებათა ანოტაცია ქართულ ენაზე

1. მოსხენებაში რიმანის ზედაპირის კომპლექსური სტრუქტურა დახასიათებული იყო ბელტრამის განტოლების საშუალებით.
2. განხილული იყო წრფივი შეუღლების ამოცანა კარლემან-ვეკუას არარეგულარული არაერთგვაროვანი განტოლებისათვის, რომელიც წარმოადგენს ამ ტიპის ამოცანის განზოგადებას ერთგვაროვანი განტოლებისათვის. განხილული იყო განტოლები, რომელთა კოეფიციენტები აღებულია საკმაოდ ფართო ფუნქციათა კლასიდან (ლოკალურად ინტეგრებადი ფუნქციათა სივრცე) წარმოდგენილი იყო ამოცანის ზოგადი ამონახსნის ფორმულა და ამონახსნის არსებობის აუცილებელი და საკმარისი პირობები.
3. ნაჩვენებია, რომ სრულყოფილი მონადიკური MV-ალგებრებით წარმოქმნილი ეკვაციური კლასების მესერი არის თვლადი, რომელიც გაყოფილია ორ ნაწილად რომლის ყოველი ნაწილი არის $w+1$ ტიპის ჯაჭვი.
4. მოცემულია თავისუფალი და პროექციული ალგებრების დახასიათება მონადიკური, სრულყოფილი MV-ალგებრებით წარმოქმნილ მრავალსახეობებში. დამტკიცებულია, რომ ამ მრავალსახეობის უნიფიკაციის ტიპი არის ერთეულოვანი.
5. აგებულია კოვარიანტული ფუნქტორი \square მონადიკური MV-ალგებრების კატეგორიიდან Q -დისტრიბუციული მესერების კატეგორიაში, ე. ი. დისტრიბუციული მესერების კატეგორიაში კვანტორით, რომელიც განსაზღვრული იყო რ. სინიოლის მიერ. აგებულია MV-ალგებრების დუალური ობიექტები - MQ-სივრცეები, რომლებიც წარმოადგენენ Q-სივრცეების სპეციალურ ქვეკატეგორიას, რ. სინიოლის მიერ განვითარებული -დისტრიბუციული მესერებისთვის.
- 6-7. ნაშრომი ეძღვნება სრულყოფილი მონადიკური ალგებრებით წარმოქმნილი მონადიკური MV-ალგებრების , მრავალსახეობის ყველა ქვემრავალ-სახეობების L მესერის აღწერას. ნაჩვენებია, რომ ნებისმიერი ქვემრავალსახეობა განსაზღვრულია რომელიმე ტოლობით.

№2 სტოქსსტური ანალიზის და მათემატიკური მოდელირების განყოფილება

განყოფილების გამგე — ფიზ.მათ.მეცნ.დოქტორი ზურაბ ფირანაშვილი

* სამეცნიერო ერთეულის პერსონალური შემადგენლობა.

რევაზ თევზაძე-მთავარი მეცნ. თანამშრ.

გიორგი ჯანდიერი-მთავარი მეცნ. თანამშრ. (0,5 საშტ. ერთ.)

თამაზ სულაბერიძე -მთავარი მეცნ. თანამშრ. (0,5 საშტ. ერთ.)

თეიმურაზ ცაბაძე-მთავარი მეცნ. თანამშრ.

ირაკლი სხირტლაძე-უფროსი მეცნ. თანამშრ.

ბესიკ ჩიქვინიძე-უფროსი მეცნ. თანამშრ.

ლივერი ქადაგიშვილი-უფროსი მეცნ. თანამშრ.

ზურაბ ალიმბარაშვილი - მეცნ. თანამშრ.

როლანდ ბაკურაძე- მეცნ. თანამშრ.

ნაირა ბექაური - მეცნ. თანამშრ.

ვლადიმერ მიქელაშვილი - მეცნ. თანამშრ. (0,5 საშტ. ერთ.)

გივი ქარუმიძე - მეცნ. თანამშრ.

ზაირა ბერიკიშვილი - მეცნ. თანამშრ.

ლაშა პერტახია - მეცნ. თანამშრ.

ვიანესლავ მესხი – უფროსი ინჟინერ პროგრამისტი

ესმა გონაშვილი – წამყვანი ინჟინერი

თამარ სუხიაშვილი - წამყვანი ინჟინერი

ელისო კორძაია - წამყვანი ინჟინერი

**I. 1. საქართველოს სახელმწიფო ბიუჯეტის დაფინანსებით 2016 წლის გეგმით
შესრულებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები**

(ეხება სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებს)

№	შესრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	სტოქასტურ პროცესთა სტატისტიკური ანალიზის, მოდელირებისა და მართვის თეორიული და გამოყენებითი საკითხების კვლევა	ფიზ.მათ.მეცნ.დოქტორი ზურაბ ფირანაშვილი	რევაზ თევზაძე გიორგი ჯანდიერი თამაზ სულაბერიძე თეიმურაზ ცაბაძე ირაკლი სხირტლაძე ბესიკ ჩიქვინიძე ლივერი ქადაგიშვილი ზურაბ ალიმბარაშვილი როლანდ ბაკურაძე ნაირა ბექაური გივი ქარუმიძე ზაირა ბერიკიშვილი ლაშა პერტახია
<p align="center">გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>1. მიღებულია ანათელების განზოგადოებული ფორმულა. პირველ რიგში მოცემულია მთელი ფუნქციის ნაშთითი წევრის შეფასებები და ამ შეფასებებზე დაყრდნობით მიღებულია შესაბამისი წარმოდგენები სტოქასტური პროცესებისთვის და ველებისთვის. კერძოდ დამტკიცებულია შემდეგი თეორემები:</p> <p>თეორემა 1. თუ $f(z)$ მთელი ფუნქციაა, რომელიც აკმაყოფილებს პირობას</p> $ f(z) \leq L_f \cdot (1 + z ^m) \cdot e^{\sigma y }, \quad z = x + iy,$ <p>მოცემული არაუარყოფითი მთელი m -თვის, მაშინ ადგილი აქვს შემდეგ წარმოდგენას</p>			

$$\frac{1}{p!} \lim_{\zeta \rightarrow z} \frac{d^p}{d\zeta^p} \left[\frac{f(\zeta)}{(\zeta - c)^{N_0+1} \cdot (ae^{\delta\zeta} + be^{-\delta\zeta}) \sin^{N+1}(\alpha\zeta)} \cdot \left(\frac{\sin \beta(\zeta - z)}{\beta(\zeta - z)} \right)^q \right] =$$

$$\sum_{k=-\infty}^{\infty} \frac{[(-1)^k]^{N+1}}{\alpha^{N+1}} \left\{ \sum_{\tau=0}^N \frac{1}{(N-\tau)!} \left[\sum_{\mu=0}^{\tau} \frac{\alpha^{\tau-\mu}}{(\tau-\mu)!} A_{\mu\tau N} \sum_{j=0}^{\mu} \frac{f^{(j)}\left(\frac{k\pi}{\alpha}\right)}{j! \left(z - \frac{k\pi}{\alpha}\right)} \times \right. \right.$$

$$\left. \times \sum_{r=0}^{\mu-j} \frac{(p+r)!(N_0 + \mu - j - r)! (-1)^{p+\mu-j-r}}{N_0! r! p! (\mu - j - r)! \left(z - \frac{k\pi}{\alpha}\right)^r \left(\frac{k\pi}{\alpha} - c\right)^{N_0 + \mu + 1 - j - r}} \right\} \cdot \frac{\varphi_{\tau N}(z; k, q, \alpha, \beta, a, b, \delta)}{\left(z - \frac{k\pi}{\alpha}\right)^p} +$$

$$+ \sum_{\tau=0}^{N_0} \frac{f^{(\tau)}(c)}{p! \cdot (N_0 - \tau)! \cdot (z - c)^{p+1}} \sum_{\mu=0}^{\tau} \frac{(p + \tau - \mu)! \cdot \Psi_{\tau N N_0}(z; q, \alpha, \beta, \delta, a, b, c)}{\mu! (\tau - \mu)! (c - z)^{\tau - \mu}},$$

$$z \neq \frac{\nu\pi}{\alpha}, \nu = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

როგორც არ უნდა იყოს $\alpha > \frac{\sigma}{N+1}$, $0 < \beta < \frac{(N+1)\alpha - \sigma}{q}$, $0 < \delta < (N+1)\alpha - \sigma - q\beta$, სადაც

N_0, N, p, q ფიქსირებული არაუარყოფითი მთელი რიცხვებია, $a, b, \alpha, \beta, \delta$ - ფიქსირებული დადებითი ნამდვილი რიცხვებია, c - ფიქსირებული კომპლექსური რიცხვია, $A_{\mu\tau N}$, $D_0(a, b)$ მუდმივები მოიცემა ფორმულებით:

$$A_{\mu\tau N} = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{d^{\tau-\mu}}{dx^{\tau-\mu}} \left(\frac{x}{\sin x} \right)^{N+1},$$

$$D(r_n, \delta, a, b) \geq \min\{|a - b|, a, b\} \equiv D_0(a, b) \equiv D_0(b, a),$$

ხოლო ფუნქციები $\varphi_{\tau N}(z; k, q, \alpha, \beta, a, b, \delta)$, $\Psi_{\tau N N_0}(z; q, \alpha, \beta, \delta, a, b, c)$ - შესაბამისად ფორმულებით:

$$\varphi_{\tau N}(z; k, q, \alpha, \beta, a, b, \delta) \equiv \lim_{\zeta \rightarrow \frac{k\pi}{\alpha}} \frac{d^{N-\tau}}{d\zeta^{N-\tau}} \left[\left(\frac{\sin \beta(\zeta - z)}{\beta(\zeta - z)} \right)^q \frac{1}{ae^{\delta\zeta} + be^{-\delta\zeta}} \right],$$

$$\Psi_{\tau N N_0}(z; q, \alpha, \beta, \delta, a, b, c) \equiv \lim_{\xi \rightarrow c} \frac{d^{N_0-\tau}}{d\xi^{N_0-\tau}} \left[\frac{1}{(ae^{\delta\xi} + be^{-\delta\xi}) \sin^{N+1}(\alpha\xi)} \cdot \left(\frac{\sin \beta(\xi - z)}{\beta(\xi - z)} \right)^q \right].$$

თეორემა 2. ვთქვათ $\xi(t)$, $-\infty < t < \infty$, სტოქასტური პროცესია $B(t,s)$ კოვარიაციის ფუნქციით, რომლისთვისაც გვაქვს წარმოდგენა

$$B(t,s) = \iint_{\Lambda\Lambda} f(t,\lambda)\overline{f(s,\mu)}F(d\lambda,d\mu),$$

სადაც Λ -არის λ -პარამეტრების სიმრავლე, $F(A,A')$ - არის A და A' სიმრავლეების ფუნქცია ალიტური ორივე არგუმენტის მიმართ, რომელიც აკმაყოფილებს დადებითად განსხვავებულობის პირობას და ამავე დროს

$$\iint_{\Lambda\Lambda} |F(d\lambda,d\mu)| < \infty.$$

ვიგულისხმობთ, რომ $f(t,\lambda)$ ფუნქცია, t ცვლადის მიმართ ყოველი $\lambda \in \Lambda$ -თვის, შეიძლება გაგრძელებულ იქნას მთელ ფუნქციამდე კომპლექსურ სობრტყეზე და ვთქვათ მოცემული არაუარყოფითი მთელი m რიცხვისთვის $f(t,\lambda)$ ფუნქცია აკმაყოფილებს პირობას

$$|f(t,\lambda)| \leq \tilde{L}_f(\lambda) \cdot (1+|t|^m) \cdot e^{c^*(\lambda)|t_2|}, \quad t = t_1 + it_2,$$

სადაც $\sup_{\lambda \in \Lambda} \tilde{L}_f(\lambda) < \infty$, $\sup_{\lambda \in \Lambda} c^*(\lambda) = \sigma < \infty$, მაშინ $\xi(t)$ პროცესის თითქმის ყველა ამოკრეფითი ფუნქციისთვის სამართლიანია ფორმულა

$$\begin{aligned} & \frac{1}{p!} \lim_{\zeta \rightarrow t} \frac{d^p}{d\zeta^p} \left[\frac{\xi(\zeta)}{(\zeta - c)^{N_0+1} \cdot (ae^{\delta\zeta} + be^{-\delta\zeta}) \sin^{N+1}(\alpha\zeta)} \cdot \left(\frac{\sin \beta(\zeta - t)}{\beta(\zeta - t)} \right)^q \right] = \\ & = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \frac{[(-1)^k]^{N+1}}{\alpha^{N+1}} \cdot \left\{ \sum_{\tau=0}^N \frac{1}{(N-\tau)!} \left[\sum_{\mu=0}^{\tau} \frac{\alpha^{\tau-\mu}}{(\tau-\mu)!} \cdot A_{\mu\tau N} \sum_{j=0}^{\mu} \frac{\xi^{(j)}\left(\frac{k\pi}{\alpha}\right)}{j! \left(t - \frac{k\pi}{\alpha}\right)} \times \right. \right. \\ & \left. \left. \times \sum_{r=0}^{\mu-j} \frac{(p+r)!(N_0 + \mu - j - r)! (-1)^{p+\mu-j-r}}{r! N_0! p! (\mu - j - r)! \left(t - \frac{k\pi}{\alpha}\right)^r \left(\frac{k\pi}{\alpha} - c\right)^{N_0+\mu+1-j-r}} \right] \frac{\varphi_{\tau N}(t; k, q, \alpha, \beta, a, b, \delta)}{\left(t - \frac{k\pi}{\alpha}\right)^p} + \right. \\ & \left. + \sum_{\tau=0}^{N_0} \frac{\xi^{(\tau)}(c)}{p!(N_0 - \tau)! (t - c)^{p+1}} \sum_{\mu=0}^{\tau} \frac{(p + \tau - \mu)! \psi_{\tau N N_0}(t; q, \alpha, \beta, \delta, a, b, c)}{\mu! (\tau - \mu)! (c - t)^{\tau - \mu}} \right\}, \end{aligned}$$

$$t \neq \frac{\nu\pi}{\alpha}, \quad \nu = 0, \pm 1, \pm 2, \dots,$$

როგორც არ უნდა იყოს $\alpha > \frac{\sigma}{N+1}$, $0 < \beta < \frac{(N+1)\alpha - \sigma}{q}$, $0 < \delta < (N+1)\alpha - \sigma - q\beta$, სადაც

N_0, N, p, q - არაუარყოფითი მთელი რიცხვებია, $a, b, \alpha, \beta, \delta$ - ფიქსირებული დადებითი ნამდვილი რიცხვებია, c - ფიქსირებული კომპლექსური რიცხვია, $A_{\mu\tau N}$ რიცხვები მოიცემა ფორმულით:

$$A_{\mu\tau N} = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{d^{\tau-\mu}}{dx^{\tau-\mu}} \left(\frac{x}{\sin x} \right)^{N+1}.$$

ფუნქციები $\varphi_{\tau N}(t; k, q, \alpha, \beta, a, b, \delta)$ და $\psi_{\tau N N_0}(t; q, \alpha, \beta, \delta, a, b, c)$ შესაბამისად განისაზღვრება ფორმულებით:

$$\varphi_{\tau N}(z; k, q, \alpha, \beta, a, b, \delta) \equiv \lim_{\zeta \rightarrow \frac{k\pi}{\alpha}} \frac{d^{N-\tau}}{d\zeta^{N-\tau}} \left[\left(\frac{\sin \beta(\zeta - z)}{\beta(\zeta - z)} \right)^q \frac{1}{ae^{\delta\zeta} + be^{-\delta\zeta}} \right],$$

$$\Psi_{\tau N N_0}(z; q, \alpha, \beta, \delta, a, b, c) \equiv \lim_{\xi \rightarrow c} \frac{d^{N_0-\tau}}{d\xi^{N_0-\tau}} \left[\frac{1}{(ae^{\delta\xi} + be^{-\delta\xi}) \sin^{N+1}(\alpha\xi)} \cdot \left(\frac{\sin \beta(\xi - z)}{\beta(\xi - z)} \right)^q \right].$$

როგორც მთელი ფუნქციების შემთხვევაში (თეორემა 1.) , ასევე სტოქასტური პროცესებისთვის (თეორემა 2.) მიღებულია ნაშთითი წევრების შესაბამისი შეფასებები.

თეორემა 2.-ის ანალოგიური თეორემები მტკიცდება შემთხვევითი ველებისთვისაც. აღნიშნული თეორემებიდან მიიღება ანათვლების თეორიის კოტელნიკოვ-შენონის ტიპის მრავალი ცნობილი წარმოდგენა, როგორც კერძო შემთხვევა.

ამ ნაშრომის საფუძველზე მზადდება ერთობლივი სტატია რიეკის (ხორვატია) უნივერსიტეტის პროფესორ ტიბორ პოგანისთან ერთად, რომელიც ამჟამად ამზადებს ერთობლივი ნაშრომის მეორე ნაწილს.

2. შესწავლილ იქნა ნამდვილ რიცხთა ღერძზე განსაზღვრული სარგებლიანობის ფუნქციისთვის პირველადი და დუალური ოპტიმიზაციის ამოცანების დინამიური ფასის ფუნქციის რეგულარობის თვისებები. დადგინდა კავშირები პირველადი და დუალური ამოცანების ფასის ფუნქციების, უპირობო და პირობითი სარგებლიანობის მაქსიმიზირების ამოცანების ოპტიმალური ამოხსნების დუბ-მეიერის გაშლის მდგენელებს შორის. დადგენილი თვისებების საფუძველზე ნაჩვენებია, რომ ფასის ფუნქცია აკმაყოფილებს შექცეულ კერძო წარმოებულად სტოქასტურ დიფერენციალურ განტოლებას. მოყვანილია საკმარისი პირობები სარგებლიანობის ფუნქციისთვის სრული ბაზრის შემთხვევაში, როცა აღნიშნულ განტოლებას კლასიკური აზრით ამოხსნა გააჩნია.

განხილული იყო გაცვლითი კურსის მათემატიკური მოდელები და მასთან დაკავშირებული ოპტიმიზაციის ამოცანები. მარტივ შემთხვევებში ნახვენები იყო ოპტიმალური ინტერვენციების დროისა და მოცულობის ანალიზური და გრაფიკული გამოსახულებები.

შესაბამისი 28 გვერდიანი სტატია: მ. მანია, რ. თევზაძე, “On regularity of primal and dual dynamic value functions related to investment problem and their representations as BSPDE solutions” მიღებულია დასაბეჭდად საერთაშორისო ჟურნალში “SIAM journal on financial mathematics” .

3. ვთქვათ მოცემულია ალბათური სივრცე ფილტრაციით $(\Omega, \mathcal{F}, \{\mathcal{F}_t\}_{0 \leq t \leq T}, P)$. დავუშვათ, რომ σ - ალგებრების ნაკადი არის სრული და მარჯვნიდან უწყვეტი. განვიხილოთ შემდეგი სახის შექცეული სტოქასტური დიფერენციალური განტოლება (BSDE):

$$\begin{cases} Y_t = Y_0 - \int_0^t f(s, Z_s) d(M)_s + \int_0^t Z_s dM_s + L_t \\ Y_T = \eta \end{cases} \quad (1)$$

სადაც გენერატორი $f : [0; T] \times \Omega \times \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ არის ზომადი ფუნქცია და ყოველი z -თვის $f(\cdot, \cdot, z)$ არის ჭკრეტადი; $\eta \in \mathcal{F}_T$ -ზომადი შემთხვევითი სიდიდეა, ხოლო $\{M_t\}_{0 \leq t \leq T}$ მოცემულია ლოკალურად კვადრატით ინტეგრებადი მარტინგალია $\{\mathcal{F}_t\}_{0 \leq t \leq T}$ ფილტრაციის მიმართ. წყვილს (f, η) ვუწოდებთ (1) განტოლების პარამეტრებს.

განმარტება 1.1 (1) განტოლების ამონახსნს ვუწოდებთ სამეულს (Y, Z, L) , სადაც $\{Y_t\}_{0 \leq t \leq T}$

სპეციალური სემიმარტინგალია; $\{Z_t\}_{0 \leq t \leq T}$ ჭკრეტადი M -ინტეგრებადი პროცესია; $\{L_t\}_{0 \leq t \leq T}$ M -ის ორთოგონალური ლოკალური მარტინგალია და ამასთან სამეული (Y, Z, L) აკმაყოფილებს (1) განტოლებას.

ხშირად (1) განტოლების ამონახსნს ვუწოდებთ მხოლოდ Y -ს, იმის გათვალისწინებით, რომ $\int Z dM + L$ წარმოადგენს Y სემიმარტინგალის მარტინგალურ ნაწილს.

განმარტება 1.2 შემთხვევით პროცესს $\mathcal{E}_t(M) = e^{M_t - \frac{1}{2}\langle M \rangle_t}$ ვწოდებთ M მარტინგალის სტოქასტური ექსპონენტა. სიმარტივისთვის შემოვიტანოთ აღნიშვნა: $\mathcal{E}_{t,T}(M) = \mathcal{E}_T(M) / \mathcal{E}_t(M)$.

ამოცანა №1 განვიხილოთ წრფივი რეგულატორის ამოცანა (LQR): ვთქვათ A გადაწყვეტილებების სიმრავლეა, ხოლო M უწყვეტი ლოკალური მარტინგალია. ყოველ $a \in A$ -ს შევუსაბამოთ ლოკალური მარტინგალე $M^a = aM$. მართვები იყოს ჭკრეტადი ასახვები $u : \Omega \times [0; T] \rightarrow A$ და შესაბამისი ალბათური ზომები $dP^u = \mathcal{E}_T(M^u) dP$, სადაც $M^u = \int_0^t u_s dM_s$ ისეთია, რომ $\mathcal{E}(M^u)$ თანაბრად ინტეგრებადი მარტინგალია. დავუშვათ ფასის კრიტერიუმი შემდეგი სახისაა $r(t, a) = -g(t)a^2 + h(t)$ და განვიხილოთ ოპტიმიზაციის ამოცანა

$$\sup E \left[\mathcal{E}_T \left(\int u dM \right) \left(\eta + \int_0^T [h(s) - g(s)u_s^2] d(M)_s \right) \right],$$

სადაც $\eta \mathcal{F}_T$ -ზომადი შემთხვევითი სიდიდეა, ხოლო \sup აიღება მართვათა შემდეგი კლასიდან:

$$U = \left\{ u_t : E \mathcal{E}_T \left(\int u dM \right) = 1 ; E^u \left[|\eta| + \int_0^T |h(s) - g(s)u_s^2| d(M)_s \right] < \infty \right\}.$$

შემოვიღოთ (LQR) ამოცანის ფასის ფუნქცია

$$V_t = \operatorname{ess\,sup}_{u \in U} E^u \left[\eta + \int_t^T [h(s) - g(s)u_s^2] d(M)_s \middle| \mathcal{F}_t \right].$$

ჩვენი მიზანია მიღებული V_t ფასის პროცესისთვის გამოვიყენოთ შესაბამისი შექცეული განტოლება და შემდეგ ვიპოვოთ მიღებული განტოლების ამონახსნი. ამონახსნი საშუალებას მოგვცემს ვიპოვოთ როგორც ოპტიმალური მნიშვნელობა, ასევე შევძლებთ ავაგოთ შესაბამისი ოპტიმალური მართვა. ამისთვის გამოვიყენებთ რ.ჩიტაშვილის თეორემას:

თეორემა (ჩიტაშვილი) დაუშვათ $(M^a; a \in A)$ უწყვეტი, ლოკალური მარტინგალების ოჯახია ისეთი, რომ $(M^a)_t \ll K_t, t \in [0; T]$ რომელიდაც ჭკრეტადი და ზრდადი K პროცესისთვის. დაუშვათ, რომ რადონ-ნიკოდიმის წარმოებული $\frac{d(M^a)_t}{dK_t}$ უწყვეტია a -ს მიმართ $dK_t \times dP$ თითქმის ყველგან და ამასთან

$$\int_0^t \max_{a \in A} \frac{d(M^a)_s}{dK_s} dK_s \in A_{loc}^+$$

მაშინ ფასის პროცესი

$$V_t = \operatorname{ess\,sup}_{u \in U} E^u \left[\eta + \int_t^T r(s, u_s) dK_s \middle| \mathcal{F}_t \right], \quad t \in [0; T]$$

წარმოადგენს შემდეგი შექცეული განტოლების ამონახსნს:

$$\begin{cases} V_t = V_0 - \int_0^t \max_{a \in A} \left[r(s, a) + \frac{d(m, M^a)_s}{dK_s} \right] dK_s + m_t, \\ V_T = \eta. \end{cases}$$

ჩვენ ადეკვატურად მივუსადაგებთ წრფივი რეგულატორის ამოცანას რ.ჩიტაშვილის თეორემას და შემდეგ უკვე ამოვხსნით მიღებულ შექცეულ განტოლებას (BSDE) თეორიის გამოყენებით.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ სტოქასტური ექსპონენტის თანაბრად ინტეგრებადობის საკითხი ერთერთი უმნიშვნელოვანესია ოპტიმალური მართვის თეორიაში. ამიტომ უკვე მრავალი წელია მიდის მუშაობა იმისთვის, რომ მოხდეს სტოქასტური ექსპონენტის თანაბრად ინტეგრებადობის რაც შეიძლება მოსახერხებელი საკმარისი პირობების მოძებნა. ჩვენი მიზანია უკვე არსებული შედეგების ჯერ ახლებურად დამტკიცება და შემდეგ გაუმჯობესება და ახალი საკმარისი პირობების დამტკიცება. ამასთან აღსანიშნავია, რომ დამტკიცების მეთოდი არის ახალი და ზოგადი და მისი საშუალებით შესაძლებელად მიგვანჩნია ყველა

ზემოთ აღნიშნული საკმარისი პირობების დამტკიცება.

ვთქვათ M უწყვეტი ლოკალური მარტინგალია, ხოლო (M) -მისი კვადრატული მახასიათებელი. ნოვიკოვის თეორემის თანახმად თუ $E e^{\frac{1}{2}(M)_\infty} < \infty$, მაშინ $\mathcal{E}(M)$ თანაბრად ინტეგრებადი მარტინგალია. ჩვენი ამოცანაა ნოვიკოვის თეორემის ახლებური დამტკიცება (BSDE) ტექნიკის გამოყენებით. კაზამაკიმ გააუმჯობესა ნოვიკოვის შედეგი და აჩვენა, რომ $\sup_{\tau} E e^{\frac{1}{2}(M)_\tau} < \infty$ ასევე საკმარისი პირობა იქნება თანაბრად ინტეგრებადობისთვის. ამის შემდეგ კი მან მიაგნო საკმარისი პირობის კიდევ უფრო ზოგად ვარიანტს M -ის და (M) -ის ე.წ. შერეული პირობის საშუალებით:

თუ $\sup_{\tau} E e^{aM_\tau + (\frac{1}{2}-a)(M)_\tau} < \infty$ რომელიმე $a \neq 1$ -თვის, მაშინ $\mathcal{E}(M)$ თანაბრად ინტეგრებადი მარტინგალია. აღნიშნოთ, რომ (BSDE)-ს საშუალებით ახალი მეთოდით დამტკიცებული გვაქვს გირსანოვის, გიხმან-სკოროხოვის და ლიპცერ-შირიაევის საკმარისი პირობები. ამიტომ თავდაპირველად ჩვენი მიზანბია იმავე ახლებური მეთოდით დავამტკიცოთ ნოვიკოვისა და კაზამაკის ორივე საკმარისი პირობა (როგორც ჩვეულებრივი, ასევე შერეული). ხოლო ჩვენი საბოლოო მიზანია კაზამაკის უკანასკნელი შედეგის განზოგადება. მიგვაჩნია, რომ შესაძლებელია a მუდმივის ნაცვლად ჭვრეტადი a_ε პროცესის აღება. უფრო ზუსტად რომ ვთქვათ ჩვენი მთავარი მიზანია დავამტკიცოთ შემდეგი თეორემა:

თეორემა. თუ $\sup_{\tau} E e^{\int_0^\tau a_\varepsilon dM_s + \int_0^\tau (\frac{1}{2}-a_\varepsilon) d(M)_s} < \infty$, სადაც a_ε წარმოადგენს ჭვრეტად პროცესს ისეთს, რომ $|a_\varepsilon - 1| \geq \varepsilon$ რომელიმე $\varepsilon > 0$ -თვის, მაშინ $\mathcal{E}(M)$ თანაბრად ინტეგრებადი მარტინგალია.

აღნიშნულ თემატიკასთან დაკავშირებით უფრო მეტი ინფორმაციისთვის გირთავებთ [stochastics](#)-ში გამოსაქვეყნებლად გადაცემულია სტატია: BesikChikvinidze, A new sufficient condition for uniform integrability of stochastic exponentials, 13 გვ.

სტატიის შინაარსი ასეთია:

დამტკიცებულია კაზამაკის თეორემის განზოგადება, სადაც ნაცვლად a და $1/2 - a$ მუდმივებისა, საქმე გვაქვს a_ε და $1/2 - a_\varepsilon$ პროცესებთან. კერძოდ დამტკიცებულია

თეორემა. ვთქვათ a_ε ჭვრეტადი პროცესია, ისეთი, რომ $|a_\varepsilon - 1| \geq \varepsilon > 0$ და ამასთან

$$\sup_{\tau} E e^{\int_0^\tau a_\varepsilon dM_s + \int_0^\tau (\frac{1}{2}-a_\varepsilon) d(M)_s} < \infty,$$

მაშინ ნებისმიერი ჭვრეტადი b_ε პროცესისთვის, რომლისთვისაც $|b_\varepsilon - a_\varepsilon| \leq |1 - a_\varepsilon|$, $\mathcal{E}(\int b dM)$ თანაბრად ინტეგრებადი მარტინგალია.

შედეგად დავამტკიცეთ სტოქასტური ექსპონენტის თანაბრად ინტეგრებადობის ახალი საკმარისი პირობა, რამაც საშუალება მოგვცა უფრო გავაფართოვოთ ჩვენთვის ცნობილი თანაბრად ინტეგრებადი სტოქასტური ექსპონენტების კლასი. აღსანიშნავია, რომ დამტკიცების მეთოდი არის ახალი და ემყარებაშექცეული სტოქასტურ-დიფერენციალური

განტოლებების ტექნიკას. თავდაპირველად შემოგვაქვს $Y_c = E \left(\frac{E_{\infty}(f_{bdM})}{E_f(f_{bdM})} | F_c \right)$ პროცესი, რომლისთვისაც გამოვიყვანთ შესაბამის შექცეულ განტოლებას, ხოლო შემდეგ შექცეული განტოლებების ტექნიკით დავამტკიცებთ, რომ $EY_0 = EE_{\infty}(f_{bdM}) = 1$, რაც იმას ნიშნავს, რომ $E(f_{bdM})$ თანაბრად ინტეგრებადი მარტინგალია.

4. ჩატარებული კვლევების ნაწილი მიედევნა იონოსფეროს E-ფენში გაბნეული რადიოტალღების 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 მახასიათებლებს. მიღებულია ორიგინალური შედეგები.

ანიზოტროპულ, დაჯახებად, მაგნიტოაქტიურ პლაზმაში აღმოჩენილია ახალი ეფექტი, რომელსაც ვუწოდებთ „ორბურცობიანი ეფექტი“. კვლევები ეფუძნება ტალღური სტოქასტური დიფერენციალური განტოლებების ამოხსნას მდორე შეშფოთების პირველ და მეორე მიახლოებებში პოლარიზაციის კოეფიციენტების გათვალისწინებით. ანალიზურად გამოთვლილია გაბნეული ველის სივრცითი სპექტრის სიმძლავრე, სადაც მხედველობაში მიიღება დიფრაქციული ეფექტები, პლაზმის ნაწილაკების დაჯახება, ხოლო ელექტრონების კონცენტრაცია კოორდინატების შემთხვევითი ფუნქციებია. ეს მეორე რიგის სტატისტიკური მომენტი შესაძლებლობას იძლევა გამოვთვალოთ ექსპერიმენტზე დაკვირვებადი პარამეტრები, როგორებიცაა: სპექტრის გაგანიერება, მისი მაქსიმუმის წანაცვლება, სტრუქტურული ფუნქციები და მასთან დაკავშირებული მოსვლის კუთხეები. გაბნეული ველის ინტენსიობის „ორბურცობიანი ეფექტი“-ს არსებობა ძირითადად განპირობებულია დიფრაქციული ეფექტებით და იონოსფეროში არსებული ელიფსოიდალური ფორმის წაგრძელებული პლაზმური არაერთგვაროვნებებით, რომლებიც დახრილია გეომაგნიტური ველის ძალწირების მიმართ. შესაბამისი ანალიზური და რიცხვითი გამოთვლები ჩატარებულია თანამგზავრებიდან, მეტეოროლოგიურ-იონოსფერული სადგურებიდან და ზონდირების მეთოდებით მიღებული დაკვირვებების მონაცემების გამოყენებით იონოსფეროს E-ფენში.

კარგად აპრობირებული რიცხვითი მოდელირებით პირველად შესრულებულია და წარმოდგენილი ფაზური პორტრეტების ევოლუციის ვიდეოპრეზენტაცია განპირობებული გარეშე მაგნიტური ველის ფლუქტუაციებით. ამ უკანასკნელის ევოლუცია განპირობებულია ამოცანისთვის დამახასიათებელი სხვადასხვა გეომეტრიული პარამეტრის ვარიაციებით.

ამ თემატიკაზე გამოქვეყნდა 3 სტატია საერთაშორისო ჟურნალებში და 4 სტატია საერთაშორისო კონფერენციების შრომებში (იხ. ქვემოთ).

5. შეისწავლეს ფურიეს მწკრივის აბსოლუტური კრებადობისა და შეჯამებადობის საკითხი არა ტრიგონომეტრიული სისტემის მიმართ, არამედ ბესელის ორთონორმირებული სისტემის შემთხვევაში. შემოღებულ იქნა გარკვეული მახასიათებლები, რომლებიც დაკავშირებული არიან ფუნქციის კონსტრუქციულ მახასიათებლებთან. მათი საშუალებით დადგინდა იქნა რიგი თეორემებისა, რომლებშიც აღნიშნული მახასიათებლების საშუალებით გადმოცემულია ფურიე-ბესელის მწკრივთა აბსოლუტური კრებადობისა და შეჯამებადობის

საკმარისი პირობები.

შედგები გამოქვეყნდა ჟურნალში „GEN, 2016, №2, გვ.50–53

6. შესწავლილ იქნა პროსტატის ქსოვილში ინფრაწითელი სხივების შეღწევადობის ტალღის სიგრძისაგან დამოკიდებულება. გამოკვლეულ იქნა სხვადასხვა სისქის ქსოვილში ინფრაწითელი სხივების შეღწევადობის დონე. ჩატარებულია შესაბამისი სტატისტიკური დაკვირვებები. ნაჩვენებია, რომ პროსტატის ქსოვილი გამჭვირვალეა ინფრაწითელი სხივებისათვის ტალღის სიგრძეების ინტერვალში 800-950 ნმ. ადამიანის თვალი ვერ აღიქვამს ინფრაწითელ სხივებს. პროსტატის ქსოვილის ინფრაწითელი გამოსხულება ხილულად გარდაიქმნება CCD კამერის გამოყენებით. ფოტოდიოდური გამოსხული ინფრაწითელი სხივები განჭოლდნენ რა პროსტატის ქსოვილს ხვდებიან CCD კამერაში, რომელიც მიღებულ სხივებს გარდაქმნის ელექტრულ იმპულსებად. შესაბამისი გამოსახულების ვიზუალიზაცია ხდება კომპიუტერის მონიტორზე. კვლევების მიზანია ადრეულ სტადიაზე პროსტატის კიბოს დიაგნოსტიკა ინფრაწითელი სხივების მეშვეობით. კვლევები ტარდებოდა და ტარდება საქართველო-ისრაელის ერთობლივი კლინიკის გიდმედის ქირურგებთან ერთად. პროსტატექტომიის საფუძველზე მიღებული მასალების ინფრაწითელი სხივებით შესწავლის საფუძველზე, შესაბამისი სტატისტიკური კვლევების შედეგად დადგინდა კიბოთი დაავადებული პროსტატის ქსოვილისთვის პროსტატის ქსოვილში გასული ინფრაწითელის სხივების ინტენსივობათა ფარდობების (CCD კამერაში მიღებული მაქსიმალური ინტენსივობის ფარდობა მინიმალურ ინტენსივობასთან პროსტატის სხვადასხვა, ვიზუალურად საეჭვო უბანზე) ე.წ. 95%-იანი ნდობის ინტერვალები. დადგინდა, რომ თითქმის ყველა, წინასწარ უცნობ შემთხვევაში ჩვენს მიერ მიღებული დასკვნები პროსტატის ქსოვილის სიმსივნური დაავადების შესახებ დაემთხვა შემდგომში ჩატარებული ციტოლოგიური ანალიზის შედეგებს.

ამ შედეგებთან დაკავშირებით გამოქვეყნებულია სტატია:

Besarion Partsvania, Tamaz Sulaberidze, Alexandre Khuskivadze, Levan Shoshiashvili, and Ketevan Chubinidze , “Near Infrared Transillumination Technology as Additional Tool for Prostate Cancer Detection in vitro after Prostatectomy”, International Journal of Research Studies in Medical and Health Sciences Volume 1, Issue 1, 2016, PP 34- 38

შედგები ასევე მოხსენდა მსოფლიოს მე-12 კიბოს კონფერენციაზე, 26-29 სექტემბერი, 2016წ., ლონდონი, დიდი ბრიტანეთი.

7. მუშავდება ახლებური მიდგომა კორპორატიული მსესხებლებისთვის საკრედიტო რისკების შეფასების საკითხში. მსესხებლებისა და კრედიტორის რისკის შეფასებისთვის მსოფლიო პრაქტიკასა და თეორიაში არსებობს მრავალნაირი მოდელი. ეს მოდელები იყოფა ორ ტიპად: სტატისტიკური მოდელები და თეორიული მოდელები. უნდა აღინიშნოს, რომ რიგ შემთხვევაში არცერთი მათგანის გამოყენება არ არის ადექვატური. იმავე პრობლემას აქვს ადგილი საქართველოს სინამდვილეშიც. კორპორატიული მსესხებლების საკრედიტო რისკის შეფასებისას მიუღებელია სტატისტიკური მოდელები, რადგანაც არ არსებობს საკმარისად დიდი დეფოლტების ისტორია. ხოლო ზოგ თეორიულ მოდელს ვერ ვიყენებთ ბირჟის განუვითარებლობის გამო. ისეთ შემთხვევებში, როდესაც ამა თუ იმ მოვლენის

შესწავლისთვის არ არსებობს საკმარისი სტატისტიკა, გადაწყვეტილებათა მიღების პროცესი ყოველთვის ექსპერტულ ხასიათს ატარებს. ჩვენ შევიმუშავეთ ექსპერტთა ჯგუფური შეფასებების ფაზი აგრეგირებისადმი ახალი მიდგომა. მოყვანილია პრაქტიკული მაგალითი, რომელიც ადასტურებს შემოთავაზებული მიდგომის ადეკვატურობას. უნდა აღინიშნოს, რომ განხილული მოდელი არ არის ამგვარი პრობლემის გადაწყვეტის ერთადერთი გზა. იგი წარმოადგენს მხოლოდ მეცნიერულად დასაბუთებულ რეკომენდაციას გადაწყვეტილების მიღებისთვის.

I. 3. სახელმწიფო გრანტით (რუსთაველის ფონდი) დაფინანსებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (ეხება როგორც უმაღლეს საგანმანათლებლო, ისე სამეცნიერო-კვლევით დაწესებულებებს

I. 4.

№	პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიხედვით	დამფინანსებელი ორგანიზაცია	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	“ გაბნეული რადიოტალღების სტატისტიკური მახასიათებლების შესწავლა დედამიწის ატმოსფეროში”. დარგი-ფიზიკა მიმართულება- “დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებები და გარემო”.	შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი	გიორგი ჯანდიერი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი	ჟუჟუნა დიასამიძე, მზია დიასამიძე, ნატალია ჟუკოვა
2	შექცეული სტოქასტური დიფერენციალური განტოლებები (BSDE) და მათი გამოყენება სტოქასტურ	შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი	ბესიკ ჩიქვინიძე	ბესიკ ჩიქვინიძე

	<p>ოპტიმალურ მართვაში</p> <p>2.1. ზუსტი და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებები</p> <p>2.1.1. მათემატიკა, სტატისტიკა და ალბათობა</p>			
3	<p>ახლო ინფრაწითელ გამოსხივებაზე დაფუძნებული ახალი სამედიცინო მოწყობილობა პროსტატის კიბოს ადრეულ სტადიაზე ვიზუალიზაციისა და დიაგნოსტიკისათვის.</p> <p>ონკოლოგია</p>	<p>შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი</p>	<p>ბესარიონ ფარცვანია, ბიოკიბერნეტიკული სისტემების განყოფილების უფროსი</p>	<p>თ.სულაბერიძე, გ. პეტრიაშვილი, ნ. ფონჯავიძე, ა. ხუსკივაძე, ლ. შოშიაშვილი, თ. ცინცაძე, ქ. ჩუბინიძე</p>
<p>გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>1. შესწავლილია სცინტილაციის ეფექტები დაჯახებად, ტურბულენტურ მაგნიტოაქტიურ პლაზმაში პოლარიზაციის ეფექტების გათვალისწინებით. ანალიზურად გამოთვლილია სცინტილაციის კოეფიციენტი, სივრცითი სპექტრის სიმძლავრის პირველი და მეორე მომენტები პლაზმური არაერთგვაროვნებების დრეიფული მოძრაობების გათვალისწინებით იონოსფეროს E-ფენში. ნორმირებული სცინტილაციის კოეფიციენტის დამოკიდებულებით დიფრაქციულ პარამეტრზე ნაჩვენებია სცინტილაციის გაძლიერება-შესუსტების დამოკიდებულება არაერთგვაროვანი პლაზმური არაერთგვაროვნებების პარამეტრებზე. დედამიწის პოლარულ რეგიონში და მაღალი განედებისთვის მიღებულია სცინტილაციის მინიმუმის შესაბამისი სიხშირეები გაბნეული „ჩვეულებრივი“ და „არაჩვეულებრივი“ ელექტრომაგნიტური ტალღებისთვის. კერძოდ, ნაჩვენებია, რომ 80 მეტრი სიგრძის მცირე მასშტაბიანი პლაზმური არაერთგვაროვნებებისთვის ნორმირებული სცინტილაციის მინიმუმებისა და მაქსიმუმების პერიოდი დაახლოებით 3 გრადუსია.</p> <p>მიღებულია დაბალი სიხშირის მაგნიტოჰორდოლინამიკული (მჰდ) ტალღების დისპერსიული თანაფარდობები. ასეთი ტალღური პროცესების შესწავლა იონოსფეროს E-ფენში ეფუძნება მოძრაობის განტოლებათა სისტემას ჰოლის ეფექტის გათვალისწინებით. ელექტრომაგნიტური ტალღური შეშფოთებების შესწავლისთვის იონოსფეროს ამ არეში საჭიროა ნეიტრალური როსბის ტალღებისა და აკუსტიკური გრავიტაციული ტალღების წინასწარ გამორიცხვა, რაც შესაძლებელია კვაზისტატიკური და კვაზიგეოსტროფიული</p>				

პირობების გამოყენებით. მიიღება მოძრაობის განტოლება, რომელიც აღწერს ნელ, დაბალსიხშირიანი მძღ ტალღების ელექტრომაგნიტურ ეფექტებს. ამ შემთხვევაში დენის სიმკვრივე გამოისახება დინამოველის საშუალებით განპირობებული ქარების არსებობით. იონოსფეროს E-ფენში პლაზმური კომპონენტები იქცევიან როგორც პასიური მინარევეები. ნეიტრალური მოლეკულები წარიტაცებენ იონებს და ამიტომ მათ შორის დაჯახება შეგვიძლია უგულვებელყოთ. განზოგადებული ომის კანონის გამოყენებით ელექტრული ველის დაძაბულობა გამოისახება დინამოველის საშუალებით. შედეგად მძღ მიახლოებაში ვლელულობთ მეორე რიგის დიფერენციალურ განტოლებას დინამოველისთვის. ბრტყელი ტალღებისთვის იგი დაიყვანება ბიკვადრატულ დისპერსიულ განტოლებაზე, რომელიც აღწერს ნელ მძღ ტალღებს იონოსფეროს E-ფენში. დისპერსიული განტოლების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ იონოსფეროს ამ არეში უნდა არსებობდეს შემდეგი ტალღები: ნელი მაგნიტობგერითი და ალენის ტალღები, პელიკონი, ნელი ციკლოტრონული ტალღა და დაბალი სიხშირის კვაზი განივი ალენის ტალღა. ეს არი ახალი ტიპის ტალღა, რომლის არსებობა შესაძლებელია E-ფენში. მძღ მიახლოებაში გამოვთვალეთ დიელექტრიკული შეღწევადობის კომპონენტები, რომლებიც აღწერენ ნელ მძღ ტალღებს დინამოარეში. ჩვენს მიერ შემუშავებული ორიგინალური მეთოდის გამოყენებით წარმოდგენილია იონოსფეროს E-ფენის (დინამოარის) სტოქასტური თეორია. კომპლექსური გეომეტრიული ოპტიკის მიახლოებაში, როცა კონცენტრაცია სივრცითი კოორდინატების შემთხვევითი ფუნქციაა, მიღებულია სტოქასტური დიფერენციალური განტოლება ფაზის ფლუქტუაციისთვის. სასაზღვრო პირობების გამოყენებით გამოთვლილია მეორე რიგის სტატისტიკური მახასიათებელი - ფაზის კორელაციური ფუნქცია. ექსპერიმენტულ მონაცემებზე დაყრდნობით რიცხვითი გამოთვლების ჩასატარებლად წარმოდგენილია კონცენტრაციის სამგანზომილებიანი სპექტრალური კორელაციური ფუნქცია.

2. დამტკიცებულია თეორემა სტოქასტური ექსპონენტის თანაბრად ინტეგრებადობის ახალი საკმარისი პირობის შესახებ, რამაც საშუალება მოგვცა უფრო გავაფართოვოთ ჩვენთვის ცნობილი თანაბრად ინტეგრებადი სტოქასტური ექსპონენტების კლასი. აღსანიშნავია, რომ დამტკიცების მეთოდი არის ახალი და ემყარებაშექცეული სტოქასტურ-დიფერენციალური განტოლებების ტექნიკას. თავდაპირველად შემოგვაქვს $Y_t = E \left(\frac{E_{\infty}(\int b dM)}{E_t(\int b dM)} \middle| \mathcal{F}_t \right)$ პროცესი, რომლისთვისაც გამოვიყვანთ შესაბამის შექცეულ განტოლებას, ხოლო შემდეგ შექცეული განტოლებების ტექნიკით დავამტკიცებთ, რომ $EY_0 = EE_{\infty}(\int b dM) = 1$, რაც იმას ნიშნავს, რომ $E(\int b dM)$ თანაბრად ინტეგრებადი მარტინგალია.

3. პროექტის საბოლოო მიზანია შექმნას პროსტატის კიბოს სადიაგნოსტიკო მოწყობილობის მუშა მოდელი, რომლის მუშაობის პრინციპი დაფუძნებული იქნება პროსტატის ქსოვილში ინფრაწითელი სხივების განჭოლვადობის მოვლენაზე. ამ მიზნით 2016 წლის განმავლობაში ჩატარებული ექსპერიმენტების რიცხვი 180 აჭარბებს. ეს გარემოება საშუალებას იძლევა ჩატარდეს შესაბამისი სტატისტიკური კვლევები. ნაწილი ექსპერიმენტებისა ჩატარებულია ტრანსურეთრალური ამოკვეთის შედეგად მიღებულ მასალაზე, ნაწილი კი პროსტატექტომის შედეგად მიღებულ მასალაზე. უშუალოდ პროსტატექტომის შემდეგ ხდება პროსტატის გამოკვლევა ინფრაწითელი დასხივების მეთოდის საშუალებით. ინფრაწითელი სხივები განჭოლავენ მთლიან პროსტატას და მიიღება ინფრაწითელი

გამოსახულება. ექსპერიმენტებმა გამოაშკარვეს, რომ პროსტატის კიბოვანი ქსოვილის ოპტიკური სიმკვრივე ინფრაწითელ არეში გაცილებით მეტია, ვიდრე ამავე პროსტატის ჯანმრთელი ქსოვილის ოპტიკური სიმკვრივე. ინფრაწითელი გამოსახულებების ინტენსივობების შესაბამისი სტატისტიკური კვლევის შედეგად დადგინდა დაავადებული და ჯანმრთელი ქსოვილისთვის დამახასიათებელი 95%-იანი ნდობის ინტერვალები.

II. 1. პუბლიკაციები:

ა) საქართველოში

სტატიები

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათა- ური, ჟურნალის/ კრებულის დასახელება	ჟურნალის/ კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	თეიმურაზ ცაბაძე, ირაკლი ჭელიძე, ნიკოლოზ გაგუშაძე	საკრედიტო რისკის შეფასება ფაზი მიმართებების გამოყენებით ჟურნალი ბიზნეს ინჟინერინგი	№1-2. , 2016წ.	თბილისი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველოს საინჟინრო აკადემია	გვ.164-168
2	I. Skhirtladze	About the equivalency of norms in the spaces C and R, Georgian Engineering News	2016, №2,	საქართველო	გვ.50-53

ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე

1. ნაშრომის მიზანია ახლებური მიდგომის შემუშავება კორპორატიული მსესხებლებისთვის საკრედიტო რისკების შეფასების საკითხში. მსესხებლებისა და კრედიტორის რისკის შეფასებისთვის მსოფლიო პრაქტიკასა და თეორიაში არსებობს მრავალნაირი მოდელი. ეს

მოდელები იყოფა ორ ტიპად: სტატისტიკური მოდელები და თეორიული მოდელები. უნდა აღინიშნოს, რომ რიგ შემთხვევაში არცერთი მათგანის გამოყენება არ არის ადეკვატური. იმავე პრობლემას აქვს ადგილი საქართველოს სინამდვილეშიც. კორპორატიული მსესხებლების საკრედიტო რისკის შეფასებისას მიუღებელია სტატისტიკური მოდელები, რადგანაც არ არსებობს საკმარისად დიდი დეფოლტების ისტორია. ხოლო ზოგ თეორიულ მოდელს ვერ ვიყენებთ ბირჟის განუვითარებლობის გამო. ისეთ შემთხვევებში, როდესაც ამა თუ იმ მოვლენის შესწავლისთვის არ არსებობს საკმარისი სტატისტიკა, გადაწყვეტილებათა მიღების პროცესი ყოველთვის ექსპერტულ ხასიათს ატარებს. ჩვენ შევიმუშავეთ ექსპერტთა ჯგუფური შეფასებების ფაზი აგრეგირებისადმი ახალი მიდგომა. მოყვანილია პრაქტიკული მაგალითი, რომელიც ადასტურებს შემოთავაზებული მიდგომის ადეკვატურობას. უნდა აღინიშნოს, რომ განხილული მოდელი არ არის ამგვარი პრობლემის გადაწყვეტის ერთადერთი გზა. იგი წარმოადგენს მხოლოდ მეცნიერულად დასაბუთებულ რეკომენდაციას გადაწყვეტილების მიღებისთვის.

2. შეისწავლებოდა ფურიეს მწკრივის აბსოლუტური კრებადობისა და შეჯამებადობის საკითხი არა ტრიგონომეტრიული სისტემის მიმართ, არამედ ბესელის ორთონორმირებული სისტემის შემთხვევაში. შემოღებულ იქნა გარკვეული მახასიათებლები, რომლებიც დაკავშირებული არიან ფუნქციის კონსტრუქციულ მახასიათებლებთან. მათი საშუალებით დადგინდა იქნა რიგი თეორემებისა, რომლებშიც აღნიშნული მახასიათებლების საშუალებით გადმოცემულია ფურიე-ბესელის მწკრივთა აბსოლუტური კრებადობისა და შეჯამებადობის საკმარისი პირობები.

II. 2. პუბლიკაციები:

ბ) უცხოეთში

სტატიები

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათაური, ჟურნალის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/ კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	მ. მანია და რ. თევზაძე	On regularity of primal and dual dynamic value functions related to investment problem and their representations as BSPDE solutions, მიღებულია დასაბუთებულად		ფილადელფია, აშშ SIAM	28 გვ.

		SIAM journal on financial mathematics			
2	Jandieri G., Zhukova N.	On the theory of the passive impurity distribution in the turbulent air flow, Journal of Advances in Physics,	vol. 11, # 7, 2016	USA	3535-3545
3	Jandieri G.	Double-Humped Effect” in the turbulent collision magnetized plasma, Progress In Electromagnetic Research (PIER M)	vol. 48, 2016	USA	95-102
4	Jandieri G., Ishimaru A., Rawat B.S., Gavrilenko V.G., Zhukova N.N.	Scintillation effects in the turbulent collision magnetized plasma, Journal of Applied Science and Research	vol. 4, # 5, 2016	USA	1-12
5	Besik Chikvinidze	A new sufficient condition for uniform integrability of stochastic exponentials, მიღებულია დასაბუქდად Stochastics Journal ISSN: 1744-2516.	Article DOI: 10.1080/17442508.2016.1269769	Taylor & Francis Group	13გვ.
6	Besarion Partsvania, Tamaz Sulaberidze, Alexandre Khuskivadze, Levan Shoshiashvili, and Ketevan Chubinidze	Near Infrared Transillumination Technology as Additional Tool for Prostate Cancer Detection in vitro after Prostatectomy, International Journal of Research Studies in Medical and Health Sciences	Volume 1, Issue 1, 2016	Sryahwa publications. India	PP 34- 38

ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე

1. შესწავლილია ნამდვილ რიცხთა დერძე განსაზღვრული სარგებლიანობის ფუნქციისთვის პირველადი და დუალური ოპტიმიზაციის ამოცანების დინამიური ფასის ფუნქციის რეგულარობის თვისებები. დადგენილია კავშირები პირველადი და დუალური ამოცანების ფასის ფუნქციების, უპირობო და პირობითი სარგებლიანობის მაქსიმიზირების ამოცანების ოპტიმალური ამოხსნების დუბ-მეიერის გაშლის მდგენელებს შორის. დადგენილი თვისებების საფუძველზე ნახვენებია, რომ ფასის ფუნქცია აკმაყოფილებს შექცეულ კერძო

წარმოებუდიან სტოქასტურ დიფერენციალურ განტოლებას. მოყვანილია საკმარისი პირობები სარგებლიანობის ფუნქციისთვის სრული ბაზრის შემთხვევაში, როცა აღნიშნულ განტოლებას კლასიკური აზრით ამოხსნა გააჩნია.

2-4. ანიზოტროპულ, დაჯახებად, მაგნიტოაქტიურ პლაზმაში აღმოჩენილია ახალი ეფექტი, რომელსაც ვუწოდეთ “ორბურცობიანი ეფექტი“. კვლევები ეფუძნება ტალღური სტოქასტური დიფერენციალური განტოლების ამოხსნას მდორე შემოთვლების პირველ და მეორე მიახლოებებში პოლარიზაციის კოეფიციენტების გათვალისწინებით. ანალიზურად გამოთვლილია გაბნეული ველის სივრცითი სპექტრის სიმძლავრე, სადაც მხედველობაში მიიღება დიფრაქციული ეფექტები, პლაზმის ნაწილაკების დაჯახება, ხოლო ელექტრონების კონცენტრაცია კოორდინატების შემთხვევითი ფუნქციებია. ეს მეორე რიგის სტატისტიკური მომენტი შესაძლებლობას იძლევა გამოვთვალოთ ექსპერიმენტზე დაკვირვებადი პარამეტრები, როგორებიცაა: სპექტრის გაგანიერება, მისი მაქსიმუმის წანაცვლება, სტრუქტურული ფუნქციები და მასთან დაკავშირებული მოსვლის კუთხეები. გაბნეული ველის ინტენსიობის “ორბურცობიანი ეფექტი“-ს არსებობა ძირითადად განპირობებულია დიფრაქციული ეფექტებით და იონოსფეროში არსებული ელიფსოიდალური ფორმის წაგრძელებული პლაზმური არაერთგვაროვნებებით, რომლებიც დახრილია გეომანტიური ველის ძალწირების მიმართ. შესაბამისი ანალიზური და რიცხვითი გამოთვლები ჩატარებულია თანამგზავრებიდან, მეტეოროლოგიურ-იონოსფერული სადგურებიდან და ზონდირების მეთოდებით მიღებული დაკვირვებების მონაცემების გამოყენებით იონოსფეროს E-ფენში.

კარგად აპრობირებული რიცხვითი მოდელირებით პირველად შესრულებულია და წარმოდგენილი ფაზური პორტრეტების ევოლუციის ვიდეოპრეზენტაცია განპირობებული გარეშე მაგნიტური ველის ფლუქტუაციებით. ამ უკანასკნელის ევოლუცია განპირობებულია ამოცანისთვის დამახასიათებელი სხვადასხვა გეომეტრიული პარამეტრის ვარირებით.

შესწავლილია სცინტილაციის ეფექტები დაჯახებად, ტურბულენტურ მაგნიტოაქტიურ პლაზმაში პოლარიზაციის ეფექტების გათვალისწინებით. ანალიზურად გამოთვლილია სცინტილაციის კოეფიციენტი, სივრცითი სპექტრის სიმძლავრის პირველი და მეორე მომენტები პლაზმური არაერთგვაროვნებების დრეიფული მოძრაობების გათვალისწინებით იონოსფეროს E-ფენში. ნორმირებული სცინტილაციის კოეფიციენტის დამოკიდებულებით დიფრაქციულ პარამეტრზე ნაჩვენებია სცინტილაციის გაძლიერება-შესუსტების დამოკიდებულება არაერთგვაროვანი პლაზმური არაერთგვაროვნებების პარამეტრებზე. დედამიწის პოლარულ რეგიონში და მაღალი განედებისთვის მიღებულია სცინტილაციის მინიმუმის შესაბამისი სიხშირეები გაბნეული „ჩვეულებრივი“ და „არაჩვეულებრივი“ ელექტრომაგნიტური ტალღებისთვის. კერძოდ, ნაჩვენებია, რომ 80 მეტრი სიგრძის მცირე მასშტაბიანი პლაზმური არაერთგვაროვნებებისთვის ნორმირებული სცინტილაციის მინიმუმებისა და მაქსიმუმების პერიოდი დაახლოებით 3 გრადუსია.

მიღებულია დაბალი სიხშირის მაგნიტოჰოდროდინამიკული (მჰდ) ტალღების დისპერსიული თანაფარდობები. ასეთი ტალღური პროცესების შესწავლა იონოსფეროს E-ფენში ეფუძნება მოძრაობის განტოლებათა სისტემას ჰოლის ეფექტის გათვალისწინებით. ელექტრომაგნიტური ტალღური შემოთვლებების შესწავლისთვის იონოსფეროს ამ არეში საჭიროა ნეიტრალური როსბის ტალღებისა და აკუსტიკური გრავიტაციული ტალღების წინასწარ გამორიცხვა, რაც

შესაძლებელია კვაზისტატიკური და კვაზიგოსტროფიული პირობების გამოყენებით. მიიღება მოძრაობის განტოლება, რომელიც აღწერს ნელ, დაბალსიხშირიანი მძვ ტალღების ელექტრომაგნიტურ ეფექტებს. ამ შემთხვევაში დენის სიმკვრივე გამოისახება დინამოველის საშუალებით განპირობებული ქარების არსებობით. იონოსფეროს E-ფენში პლაზმური კომპონენტები იქცევიან როგორც პასიური მინარევები. ნეიტრალური მოლეკულები წარიტაცებენ იონებს და ამიტომ მათ შორის დაჯახება შეგვიძლია უგულვებლყოთ. განზოგადებული ომის კანონის გამოყენებით ელექტრული ველის დაძაბულობა გამოისახება დინამოველის საშუალებით. შედეგად მძვ მიახლოებაში ვღებულობთ მეორე რიგის დიფერენციალურ განტოლებას დინამოველისთვის. ბრტყელი ტალღებისთვის იგი დაიყვანება ბიკვადრატულ დისპერსიულ განტოლებაზე, რომელიც აღწერს ნელ მძვ ტალღებს იონოსფეროს E-ფენში. დისპერსიული განტოლების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ იონოსფეროს ამ არეში უნდა არსებობდეს შემდეგი ტალღები: ნელი მაგნიტობგერითი და ალვენის ტალღები, პელიკონი, ნელი ციკლოტრონული ტალღა და დაბალი სიხშირის კვაზი განივი ალვენის ტალღა. ეს არი ახალი ტიპის ტალღა, რომლის არსებობა შესაძლებელია E-ფენში. მძვ მიახლოებაში გამოვთვალეთ დიფერენციალური შეღწევადობის კომპონენტები, რომლებიც აღწერენ ნელ მძვ ტალღებს დინამოარეში. ჩვენს მიერ შემუშავებული ორიგინალური მეთოდის გამოყენებით წარმოდგენილია იონოსფეროს E-ფენის (დინამოარის) სტოქასტური თეორია. კომპლექსური გეომეტრიული ობიექტის მიახლოებაში, როცა კონცენტრაცია სივრცითი კოორდინატების შემთხვევითი ფუნქციაა, მიღებულია სტოქასტური დიფერენციალური განტოლება ფაზის ფლუქტუაციისთვის. სასაზღვრო პირობების გამოყენებით გამოთვლილია მეორე რიგის სტატისტიკური მახასიათებელი - ფაზის კორელაციური ფუნქცია. ექსპერიმენტულ მონაცემებზე დაყრდნობით რიცხვითი გამოთვლების ჩასატარებლად წარმოდგენილია კონცენტრაციის სამგანზომილებიანი სპექტრალური კორელაციური ფუნქცია.

5. დამტკიცებულია კახამაკის თეორემის განზოგადება, სადაც ნაცვლად a და $1/2 - a$ მუდმივებისა, საქმე გვაქვს a_ε და $1/2 - a_\varepsilon$ პროცესებთან. კერძოდ დამტკიცებულია თეორემა. ვთქვათ a_ε ჭვრეტადი პროცესია, ისეთი, რომ $|a_\varepsilon - 1| \geq \varepsilon > 0$ და ამასთან

$$\sup_T E e^{\int_0^T a_\varepsilon dM_\varepsilon + \int_0^T (1/2 - a_\varepsilon) d(M)_\varepsilon} < \infty.$$

მაშინ ნებისმიერი ჭვრეტადი b_ε პროცესისთვის, რომლისთვისაც $|b_\varepsilon - a_\varepsilon| \leq |1 - a_\varepsilon|$, $E(\int b dM)$ თანაბრად ინტეგრებადი მარტინგალია.

შედეგად დავამტკიცეთ სტოქასტური ექსპონენტის თანაბრად ინტეგრებადობის ახალი საკმარისი პირობა, რამაც საშუალება მოგვცა უფრო გავაფართოვოთ ჩვენთვის ცნობილი თანაბრად ინტეგრებადი სტოქასტური ექსპონენტების კლასი. აღსანიშნავია, რომ დამტკიცების მეთოდი არის ახალი და ემყარებაშექცეული სტოქასტურ-დიფერენციალური განტოლებების ტექნიკას. თავდაპირველად შემოგვაქვს $Y_\varepsilon = E \left(\frac{E_\infty(\int b dM)}{E_\varepsilon(\int b dM)} \middle| \mathcal{F}_\varepsilon \right)$ პროცესი, რომლისთვისაც გამოვიყვანთ შესაბამის შექცეულ განტოლებას, ხოლო შემდეგ შექცეული განტოლებების ტექნიკით დავამტკიცებთ, რომ $EY_0 = EE_\infty(\int b dM) = 1$, რაც იმას ნიშნავს, რომ

EC(InfAM) თანაბრად ინტეგრირებადი მარტინგალია.

6. შესწავლილ იქნა პროსტატის ქსოვილში ინფრაწითელი სხივების შეღწევადობის ტაღლის სიგრძისაგან დამოკიდებულება. გამოკვლეულ იქნა სხვადასხვა სისქის ქსოვილში ინფრაწითელი სხივების შეღწევადობის დონე. ჩატარებულია შესაბამისი სტატისტიკური დაკვირვებები. ნაჩვენებია, რომ პროსტატის ქსოვილი გამჭვირვალეა ინფრაწითელი სხივებისათვის ტაღლის სიგრძეების ინტერვალში 800-950 ნმ. ადამიანის თვალი ვერ აღიქვამს ინფრაწითელ სხივებს. პროსტატის ქსოვილის ინფრაწითელი გამოსხულება ხილულად გარდაიქმნება CCD კამერის გამოყენებით. ფოტოდიოდთან გამოსული ინფრაწითელი სხივები განჭოლვენ რა პროსტატის ქსოვილს ხედებიან CCD კამერაში, რომელიც მიღებულ სხივებს გარდაქმნის ელექტრულ იმპულსებად. შესაბამისი გამოსახულების ვიზუალიზაცია ხდება კომპიუტერის მონიტორზე. პროსტატექტომიის საფუძველზე მიღებული მასალების ინფრაწითელი სხივებით შესწავლის საფუძველზე, შესაბამისი სტატისტიკური კვლევების შედეგად დადგინდა კიბოთი დაავადებული პროსტატის ქსოვილისთვის პროსტატის ქსოვილში გასული ინფრაწითელის სხივების ინტენსივობათა ფარდობების (CCD კამერაში მიღებული მაქსიმალური ინტენსივობის ფარდობა მინიმალურ ინტენსივობასთან პროსტატის სხვადასხვა, ვიზუალურად საეჭვო უბანზე) ე.წ. 95%-იანი ნდობის ინტერვალები. დადგინდა, რომ თითქმის ყველა, წინასწარ უცნობ შემთხვევაში ჩვენს მიერ მიღებული დასკვნები პროსტატის ქსოვილის სიმსივნური დაავადების შესახებ დაემთხვა შემდგომში ჩატარებული ციტოლოგიური ანალიზის შედეგებს.

III. 1. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

ა) საქართველოში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოსხენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	რ. თევზაძე	ვალუტის გაცვლითი კურსის სამიზნე ზონაში მოთავსების მათემატიკური ამოცანები	19-21 სექტემბერი, 2016, ქართულ ამერიკული უნივერსიტეტი
<p>მოსხენებათა ანოტაცია ქართულ ენაზე</p> <p>განხილული იყო გაცვლითი კურსის მათემატიკური მოდელები და მასთან დაკავშირებული ოპტიმიზაციის ამოცანები. მარტივ შემთხვევებში ნაჩვენები იყო ოპტიმალური ინტერვენციების დროისა და მოცულობის ანალიზური და გრაფიკული გამოსახულებები.</p>			

ბ) უცხოეთში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოსხენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	Jandieri G.V., Takidze I.G.	Peculiarities of the Second Order Statistical Moments of the Electromagnetic Waves Multiply Scattered in a Collisional Turbulent Magnetized Plasma	EuCAP (10 th European Conference on Antennas and Propagation) Davos, Switzerland, 10-15 April, 2016.
2	Jandieri G., Diasamidze J., Mchedlishvili N., Nemsadze I.	Statistical characteristics of multiple scattered electromagnetic waves in the collision magnetized turbulent plasma	WORLDCOMP 2016, July 25-28, Las Vegas, Nevada, USA.
3	Jandieri G., Diasamidze M., Takidze I., Tugushi N.	Second order statistical moments of the phase fluctuations of scattered radiation in the collision magnetized plasma	WORLDCOMP 2016, July 25-28, Las Vegas, Nevada, USA.
4	Jandieri G., Diasamidze J., Diasamidze M., Nemsadze I.	Statistical moments of scattered ordinary and extraordinary waves in the turbulent plasma	Progress In Electromagnetic Research Symposium (PIERS 2016), August 8-11, 2016, Shanghai CHINA.
5	Teimuraz Tsabidze	One approach to solve some problems of management under uncertainty	October 27-29, 2016 Rome, Italy

მოსხენებათა ანოტაცია ქართულ ენაზე

1-4 მოხსენებათა კრებისათვის ანოტაცია: შესწავლილია სცინტილაციის ეფექტები დაჯახებად, ტურბულენტურ მაგნიტოაქტიურ პლაზმაში პოლარიზაციის ეფექტების გათვალისწინებით. ანალიზურად გამოთვლილია სცინტილაციის კოეფიციენტი, სივრცითი სპექტრის სიმძლავრის პირველი და მეორე მომენტები პლაზმური არაერთგვაროვნების დრეიფული მოძრაობების გათვალისწინებით იონოსფეროს E-ფენში. ნორმირებული სცინტილაციის კოეფიციენტის დამოკიდებულებით დიფრაქციულ პარამეტრზე ნაჩვენებია სცინტილაციის გაძლიერება-შესუსტების დამოკიდებულება არაერთგვაროვანი პლაზმური

არაერთგვაროვნებების პარამეტრებზე. დედამიწის პოლარულ რეგიონში და მაღალი განედებისთვის მიღებულია სცინტილაციის მინიმუმის შესაბამისი სისშირეები გაბნეული „ჩვეულებრივი“ და „არაჩვეულებრივი“ ელექტრომაგნიტური ტალღებისთვის. კერძოდ, ნაჩვენებია, რომ 80 მეტრი სიგრძის მცირე მასშტაბიანი პლაზმური არაერთგვაროვნებებისთვის ნორმირებული სცინტილაციის მინიმუმებისა და მაქსიმუმების პერიოდი დაახლოებით 3 გრადუსია.

მიღებულია დაბალი სისშირის მაგნიტოჰოდროდინამიკული (მჰდ) ტალღების დისპერსიული თანაფარდობები. ასეთი ტალღური პროცესების შესწავლა იონოსფეროს E-ფენში ეფუძნება მოძრაობის განტოლებათა სისტემას პოლის ეფექტის გათვალისწინებით. ელექტრომაგნიტური ტალღური შეშფოთებების შესწავლისთვის იონოსფეროს ამ არეში საჭიროა ნეიტრალური როსების ტალღებისა და აკუსტიკური გრავიტაციული ტალღების წინასწარ გამორიცხვა, რაც შესაძლებელია კვაზისტატიკური და კვაზიგეოსტროფიული პირობების გამოყენებით. მიიღება მოძრაობის განტოლება, რომელიც აღწერს ნელ, დაბალსისშირიანი მჰდ ტალღების ელექტრომაგნიტურ ეფექტებს. ამ შემთხვევაში დენის სიმკვრივე გამოისახება დინამოველის საშუალებით განპირობებული ქარების არსებობით. იონოსფეროს E-ფენში პლაზმური კომპონენტები იქცევიან როგორც პასიური მინარეგები. ნეიტრალური მოლეკულები წარიტაცებენ იონებს და ამიტომ მათ შორის დაჯახება შეგვიძლია უგულვებელყოთ. განზოგადებული ომის კანონის გამოყენებით ელექტრული ველის დაძაბულობა გამოისახება დინამოველის საშუალებით. შედეგად მჰდ მიახლოებაში ვლელობთ მეორე რიგის დიფერენციალურ განტოლებას დინამოველისთვის. ბრტყელი ტალღებისთვის იგი დაიყვანება ბიკვადრატულ დისპერსიულ განტოლებაზე, რომელიც აღწერს ნელ მჰდ ტალღებს იონოსფეროს E-ფენში. დისპერსიული განტოლების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ იონოსფეროს ამ არეში უნდა არსებობდეს შემდეგი ტალღები: ნელი მაგნიტობგერითი და ალვენის ტალღები, ჰელიკონი, ნელი ციკლოტრონული ტალღა და დაბალი სისშირის კვაზი განივი ალვენის ტალღა. ეს არი ახალი ტიპის ტალღა, რომლის არსებობა შესაძლებელია E-ფენში. მჰდ მიახლოებაში გამოვთვალეთ დიელექტრიკული შეღწევადობის კომპონენტები, რომლებიც აღწერენ ნელ მჰდ ტალღებს დინამოარეში. ჩვენს მიერ შემუშავებული ორიგინალური მეთოდის გამოყენებით წარმოდგენილია იონოსფეროს E-ფენის (დინამოარის) სტოქასტური თეორია. კომპლექსური გეომეტრიული ოპტიკის მიახლოებაში, როცა კონცენტრაცია სივრცითი კოორდინატების შემთხვევითი ფუნქციაა, მიღებულია სტოქასტური დიფერენციალური განტოლება ფაზის ფლუქტუაციისთვის. სასაზღვრო პირობების გამოყენებით გამოთვლილია მეორე რიგის სტატისტიკური მახასიათებელი - ფაზის კორელაციური ფუნქცია. ექსპერიმენტულ მონაცემებზე დაყრდნობით რიცხვითი გამოთვლების ჩასატარებლად წარმოდგენილია კონცენტრაციის სამგანზომილებიანი სპექტრალური კორელაციური ფუნქცია.

5. ნაშრომში განხილულია მენჯემენტში გადაწყვეტილებათა მიღების პროცესის განხორციელების ერთი მიდგომა არასტანდარტულ სიტუაციებში, როცა საწყისი ინფორმაცია არასაკმარისია, ხოლო ცოდნა არასრულია. ასეთ შემთხვევებში, როგორც წესი, აუცილებელია ექსპერტების შეფასებების გათვალისწინება, რასაც მივყავართ ჯგუფურ გადაწყვეტილებათა მიღების პროცესამდე. ეს უკანასკნელი თავის მხრივ საჭიროებს ალტერნატივების აგრეგირების პრობლემის გადაწყვეტას.

შემოთავაზებულია ამგვარი პრობლემების გადაწყვეტა ფაზი სიმრავლეების გამოყენების გზით. წარმოდგენილი მიდგომა დეტალურადაა განხილული. აგრეთვე მოცემულია მისი რეალიზაციის ალგორითმი. მოტვანილია შემოთავაზებული მეთოდის პრაქტიკული გამოყენების მაგალითი.

№3 სახელის ამოცნობის გამოყენებითი სისტემების განყოფილება

* განყოფილების გამგე — ტ.მ.დ. გოდერძი ლეჟავა

* განყოფილების პერსონალური შემადგენლობა:

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

**I. 1. საქართველოს სახელმწიფო ბიუჯეტის დაფინანსებით 2016 წლის გეგმით
შესრულებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები**

(ეხება სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებს)

№	შესრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	ჩაის ფოთლის შერჩევითი კრეფის „ინტელექტუალური“ სისტემა. (გამოყენებითი კიბერნეტიკა).	გ.ლეჟავა	კამკამიძე ი., ვარდოსანიძე ა., მკერტიანი ე., დალაქიშვილი თ., ოღლიშვილი ბ., კანდელაკი მ., ჯავახიშვილი ი., მესტვირიშვილი ა., ნოღია შ.
2	სწრაფი მოქმედების მიმყოლი სისტემა. (გამოყენებითი კიბერნეტიკა)	გ.ლეჟავა	კამკამიძე ი., ვარდოსანიძე ა., მკერტიანი ე., დალაქიშვილი თ., ოღლიშვილი ბ., კანდელაკი მ., ჯავახიშვილი ი., მესტვირიშვილი ა., ნოღია შ.
<p align="center">გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>1) (სისტემა შეიცავს ტექნიკურ მხედველობას, საბორტო კონტროლერს და უზრუნველყოფს (ლაბორატორიული ტესტირების თანახმად) ნედლეულის ხელით კრეფასთან მიახლოებულ ხარისხს).</p> <p>მუშა ჯგუფმა ორჯერ მიიღო საერთაშორისო კონვენსიული ფონდის ISTC-ს და STCU-ს გრანტები, რომელთა ფარგლებში დამუშავდა ახალი თაობის ჩაის ფოთლის შერჩევითი კრეფის რობოტული სისტემის კონცეფცია. დამუშავდა, დამზადდა და ლაბორატორიის პირობებში გამოიცადა შერჩევითი კრეფის საცდელ-სადემონსტრაციო სისტემა, რომელმაც საერთაშორისო ექსპერტების მაღალი შეფასება დაიმსახურა.</p> <p>კონცეფციის არსი შემდეგში მდგომარეობს:</p> <p>ა) მანქანური შერჩევითი კრეფის პრობლემის გადასაჭრელად ტრადიციულ მექანიკურ საშუალებებთან ერთად გამოყენებულია ოპტოელექტრონიკის, ელექტრონიკისა და კიბერნეტიკის მეთოდები და საშუალებები.</p> <p>ბ) სისტემა შეიცავს ავტომატური მართვის ორ ქვესისტემას. პირველი უზრუნველყოფს საკრეფი აპარატის სივრცულ სტაბილიზაციას, ხოლო მეორე - საჭრელი აპარატის სანედლეულე ფენაში ჩაძირვის ოპტიმალურ სიღრმეს.</p> <p>პირველი ქვესისტემა შეიცავს ელექტრონულ ინკლინომეტრს, ხოლო მეორე, ტექნიკური</p>			

მხედველობის სისტემას, რომელიც შედგება ნახევარგამტარული ლაზერებისა და ფოტოტრანზისტორებისგან. ინკლინომეტრის და ტექნიკური მხედველობის სისტემის გამოსასვლელზე მიღებული სიგნალების დამუშავება ხდება საბორტო კონტროლერში, რომელიც გამოიმუშავებს შემსრულებელი მექანიზმების მართვის ბრძანებებს. ეს მექანიზმები მოქმედებენ ერთმანეთისგან დამოუკიდებლად ე. წ. ბრასტალონეს სქემით.

გ) კონცეფციის შესაბამისად დამუშავდა, დამზადდა და პლანტაციის პირობებში გამოიცადა მობილური შასი, რომელსაც მინიმუმამდე დაჰყავს რელიეფის უსწორმასწორობებით გამოწვეული რყევები, რაც მნიშვნელოვანია ტექნიკური მხედველობის ნორმალური მუშაობისათვის.



ინკლინომეტრი



ლაზერების ბლოკი



ფოტომიმდებების ბლოკი



„აღან ბრედლის“ ფორმის კონტროლერი და კვების კომპუტატორი



საკრეფი სისტემა გამოსაცდელ სტენდზე



საკრეფი სისტემა სპეციალურ შასზე

სისტემის ლაბორატორულმა გამოცდებმა, აგრეთვე კომპიუტერულმა ექსპერიმენტებმა, რომლებიც ხორციელდებოდა სპეციალურად შექმნილი საიმიტაციო პროგრამების გამოყენებით, აჩვენეს რომ კონცეფცია უზრუნველყოფს ნედლეულის ხარისხის მკვეთრ ამადლებას და ხარისხის მოქნილი მართვის შესაძლებლობას; პროდუქციის თვითღირებულების შემცირებას და კონკურენტუნარიანობის გაზრდას; სრულად არის გათვალისწინებული აგროტექნიკის მოთხოვნები და ეკონომიკურ და ეკოლოგიურ მიზანშეწონილობასთან დაკავშირებული საკითხები.

ამჟამად მიმდინარეობს მუშაობა პრაქტიკული დანიშნულების სისტემის შესაქმნელად. პირობები, რომელშიც ეს სამუშაოები ხორციელდება, ძალიან შორს არის ნორმალურისაგან.



პრაქტიკული დანიშნულების სისტემის მექანიკური ნაწილის მონტაჟი

საჭირო ხელშეწყობის პირობებში სამუშაოების დასრულებას სავარაუდოდ დასჭირდება 10-15 თვე. სათანადო გადაწყვეტილების მიღების შემთხვევაში შესაძლებელი იქნება 2-3 ეგზემპლარის დამზადება, რეალური პლანტაციის პირობებში გამოცდა და შედეგების დოკუმენტირება, რაც შესაძლებელს გახდის ახალი თაობის ჩაის შერჩევითი კრეფის მანქანის ფართო რეკლამირებას.

2) მიმდინარეობს სამუშაოები სწრაფი მოქმედების მიმყოლი სისტემის დამუშავების მიმართულებით. კერძოდ მუშავდება ელექტრომექანიკური ნაწილი და მმართველი პროგრამა.

II. 1. პუბლიკაციები:

ა) საქართველოში

სტატიები

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათაური, ჟურნალის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	Лежава Г.Г., Камкамидзе И.Ш., Берикишвили З.И., Мкртычян Э.М., Канделаки М.К.	Гипотеза о базовом операторе индуктивной логики, Georgian Engineering news	N3	Tbilisi	3
<p style="text-align: center;">ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე</p> <p>წარმოდგენილია ჰიპოთეზა ინდუქციური ლოგიკის საბაზისო ოპერატორის შესახებ, რომელიც მდგომარეობს მიმდინარე სენსორული ინფორმაციის შედარებაში იმ ინფორმაციასთან, რომელიც ფიქსირებულია ინტელექტუალური სისტემის მესხიერებაში. ჰიპოთეზის დამადასტურებელ არგუმენტებად განხილულია ევოლუციური ზოოფსიქოლოგიიდან და ხელოვნური ინტელექტის შესაქმნელად ჩატარებული გამოკვლევებიდან ცნობილი დებულებები. მიდგომა, რომელსაც ეფუძნება ჰიპოთეზა, იძლევა რეალურ დროში პრაქტიკული ამოცანების ამოხსნისა და ხელოვნური ინტელექტის მოდელების ბუნებრივ ინტელექტთან მიახლოების საშუალებას.</p>					

4 ბიოკიბერნეტიკული სისტემების განყოფილება

განყოფილების გამგე — ბესარიონ ფარცვანია, ბიოლ. მეცნ. დოქტორი

სამეცნიერო ერთეულის პერსონალური შემადგენლობა:

ბესარიონ ფარცვანია – განყოფილების უფროსი-მთავარი მეცნ. თან.,
თენგიზ ზორიკოვი- უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი

თამარ სურგულაძე – მეცნიერი თანამშრომელი
 თეიმურაზ გოგოლაძე – მეცნიერი თანამშრომელი
 ნინო ფონჯავიძე - მეცნიერი თანამშრომელი
 ოთარ კვიციანი-წამყვანი ინჟინერი
 ლია სანებლიძე- უფროსი ლაბორანტი
 მზია ჭავჭავაძე- უფროსი ლაბორანტი
 გიორგი მამულაშვილი – პროგრამისტი

**I. 1. საქართველოს სახელმწიფო ბიუჯეტის დაფინანსებით 2016 წლის გეგმით
 შესრულებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები
 (ეხება სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებს)**

I. 2.

№	შესრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	ინფრაწითელი გამოსხვების საშუალებით ბიოლოგიური ქსოვილების არაერთგვაროვნობის დადგენა. ბიოლოგია; ბიოფიზიკა	ბიოლ. მეცნ დოქტორი ბესარიონ ფარცვანია	ბ. ფარცვანია, ნ.ფონჯავიძე, თ.გოგოლაძე, თ.სულაბერიძე, თ.სურგულაძე
<p align="center">გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>შესწავლილ იქნა პროსტატის ქსოვილში ინფრაწითელი სინათლის შეღწევადობის ტალღის სიგრძისაგან დამოკიდებულება. ამასთანავე გამოკვლეულ იქნა სხვადასხვა სისქის ქსოვილში ინფრაწითელი სხივების შეღწევადობის დონე. ნაჩვენებია, რომ პროსტატის ქსოვილი გამჭვირვალეა ინფრაწითელი სხივებისათვის ტალღის სიგრძეების ინტერვალში 800-950 ნმ. 950-დან 1050 ნმ-მდე შეინიშნება ერთვარი შთანთქმა, რომლის შემდეგაც 1100 ნმ-ზე განჭოლვადობა განიცდის აღდგენას. ექსპერიმენტებმა აჩვენეს, რომ პროსტატის ქსოვილისათვის საუკეთესო განჭოლვადობა ხდება 850-900 ნმ ინტერვალში. ადამიანის თვალი ვერ აღიქვამს ინფრაწითელ სხივებს. პროსტატის ქსოვილის ინფრაწითელი გამოსხვლება ხილულად გარდაიქმნება CCD კამერის გამოყენებით. ფოტოლიოდიდან გამოსული ინფრაწითელი სხივები, გაჭოლავენ რა პროსტატის ქსოვილს, ხვდებიან CCD კამერაში, რომელიც მიღებულ სხივებს გარდაქმნის ელექტრულ იმპულსებად, რაც თავის მხრივ გადაეცემა ლეპტოპს. ჩვენს მიერ დამუშავებული კომპიუტერული პროგრამა უზრუნველყოფს ინფრაწითელი გამოსხვების ხილულ გამოსახულებად გარდაქმნას.</p>			

პროგრამა საშუალებას იძლევა: დაგაკვირდეთ ინფრაწითელ გამოსახულებას ონლაინ რეჟიმში, გადავიღოთ სურათი ან ვაწარმოოთ ვიდეო ჩაწერა. იქ, სადაც ქსოვილის სისქე ერთგვაროვანია, პროსტატის ინფრაწითელი გამოსახულება ხასიათდება განათებულობების დაახლოებით ერთგვაროვანი ინტენსივობებით. 850-900 ნმ ტალის სიგრძის არეებში ველის გავლენა ინფრაწითელი გამოსახულების ფორმირებაზე მინიმალურია. ექსპერიმენტებში გამოიყენებოდა როგორც პროსტატექტომიის შედეგად მიღებული, ისევე ტრანსურეთრალური ამოკვეთის შედეგად მიღებული მასალები.

I. 3.სახელმწიფო გრანტით (რუსთაველის ფონდი)დაფინანსებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (ეხება როგორც უმაღლეს საგანმანათლებლო, ისე სამეცნიერო-კვლევით დაწესებულებებს

I. 4.

№	პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	დამფინანსებელი ორგანიზაცია	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	ახლო ინფრაწითელ გამოსხივებაზე დაფუძნებული ახალი სამედიცინო მოწყობიობა პროსტატის კიბოს ადრეულ სტადიაზე ვიზუალიზაციისა და დიაგნოსტიკისათვის ონკოლოგია 8-314	შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი	ბიოდ. მეცნ. დოქტორი ბესარიონ ფარცვანია	ბ. ფარცვანია, თ.სულაბერიძე, გ. პეტრიაშვილი. ნ. ფონჯავიძე, ა. ხუსკივაძე, ლ. შოშიაშვილი, ო. ცინცაძე. ქ. ჩუბინიძე

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

პროექტის საბოლოო მიზანია შექმნას პროსტატის კიბოს სადიაგნოსტიკო მოწყობილობის მუშა მოდელი, რომლის მუშაობის პრინციპი დაფუძნებული იქნება პროსტატის ქსოვილში ინფრაწითელი სხივების განჭოლვადობის მოვლენაზე. 2016 წლის განმავლობაში ამ მიზნით ჩატარებული ექსპერიმენტების რიცხვი 180-ს აჭარბებს. ნაწილი

ექსპერიმენტებისა ჩატარებულია ტრანსურეტრალური ამოკვეთის შედეგად მიღებულ მასალაზე, ნაწილი კი — პროსტატექტომიის შედეგად მიღებულ მასალაზე. ექსპერიმენტების ქარგა შემდეგია: თავდაპირველად ხდება პაციენტს გამოკვლევა და დიაგნოზის დადგენა. ამ მიზნით თავდაპირველად პაციენტის ვენიდან აიღება სისხლი და ხდება პროსტატის სპეციფიკური ანტიგენის (PSA) დადგენა. თუ ეს სიდიდე აჭარბებს ნორმისზედა ზღვარს 4ნგ/მლ, ხდება პაციენტის შემდგომი გამოკვლევა. კერძოდ, განსაზღვრული დროის ინტერვალში ხდება PSA-ს განმეორებითი დადგენა — აქვს თუ არა მას ზრდის ტენდენცია. ამ შემთხვევაში დგინდება დამატებითი გამოკვლევები, კერძოდ, ე.წ. Digital შემოწმება და ეჭვის შემთხვევაში ბიოფსიის აღება. პირველად აიღება 12 წერტილი და ხდება ბიოფსტატატების ჰისტო მორფოლოგიური გამოკვლევა. დადებითი პასუხის შემთხვევაში პაციენტს უტარდება რადიკალური პროსტატექტომია. ოპერაციები ტარდებოდა როგორც ღია მეთოდით, ასევე — პალარასკოპიულად.

უშუალოდ პროსტატექტომიის შემდეგ ხდება პროსტატის გამოკვლევა ინფრაწითელი მეთოდის საშუალებით. ინფრაწითელი სხივები განჭოლავს მთლიან პროსტატას და მიიღება ინფრაწითელი გამოსახულება. ექსპერიმენტების სხვა სერიაში ინფრაწითელი სხივების წყაროს ვათავსებდით უშუალოდ პროსტატაში, ურეტრალურ არხში. სხივების წყაროდ გამოიყენებოდა ან უშუალოდ ინფრაწითელი დიოდი, ან ოპტიკური ბოჭკო გვერდითი ნათებით.

ექსპერიმენტებმა გამოაშკარავეს, რომ პროსტატის კიბოიანი ქსოვილის ოპტიკური სიმკვრივე ინფრაწითელ არეში გაცილებით მეტია, ვიდრე ამავე პროსტატის ჯანმრთელი ქსოვილის ოპტიკური სიმკვრივე. პროსტატის ინფრაწითელი სხივებით განათების ორი მეთოდის გამოყენება განპირობებულია რეალურ პირობებში პროსტატის განათების ორი სცენარისაგან. ერთერთ შემთხვევაში განათება მოხდება ურეტრიდან, გამანათებლის პროსტატის შუაში მოთავსებულ კატეტერში შეყვანით. განათების მეორე სცენარი ითვალისწინებს გამანათებელი ინფრაწითელი სხივების წყაროს ორგანიზმს გარეთ — მუცელთან მოთავსებას.

პროსტატის კიბო ხასიაღება სხვადასხვა აგრესიულობით, რომელსაც ე.წ. გლისონის თანრიგით განსაზღვრავენ. 5-10 თანრიგი წარმოადგენს საშიშროებას, რადგანაც არის ალბათობა სიმსივნის კაფსულის გარეთ გამოსვლისა, მისი მიგრაცია და მეტასტაზების გაჩენა. ექსპერიმენტებმა აჩვენეს, რომ რაც უფრო მაღალია აგრესიულობა, მით უფრო მუქია კიბოვანი წარმონაქმნის ინფრაწითელი გამოსახულება, ე.ი., მით მეტია ოპტიკური სიმკვრივე ინფრაწითელი გამოსახულებისა და პირიქით. ინფრაწითელ სხივებში გამოკვლევის შემდეგ პროსტატა მუშავდება ფორმალინში მისი შედგომი ჰისტომორფოლოგიური გამოკვლევების მიზნით. ჰისტომორფოლოგია საშუალებას იძლევა დავადგინოთ კიბოვანი წარმონაქმნის როგორც განაწილება პროსტატის ქსოვილში, ისე მისი აგრესიულობა. ამ მიზნით პროსტატა იწონება, იზომება სამ პროექციაში. 4 მმ-იანი ბიჯით ურთიერთპერპენდიკულარულად კეთდება სექციური ჭრილები. თითოეული ანათალი იჭრება 4 ნაწილად და ინომრება მარჯვენა, მარცხენა, წინა და უკანა ნაწილებად. სექციური ნაჭრები იღება კასეტებში შემდგომი გატარებისა და მომზადებისათვის. ხდება თითოეული ანათალის დოკუმენტურება ფოტოთი. პარაფინის ჩასხმის შემდეგ თითოეული ბლოკი იჭრება მიკროტომით 4 მმ-იან ანათლებად შემდგომი

დამუშავებისა და შედეგებისათვის. ქსოვილები იღებება ჰემატოქსილინ-ეოზინით. მიკროსკოპიული კვლევა მდგომარეობს შემდეგში: მორფოლოგიური სტადიის დასადგენად ხდება ქირურგიული საზღვრების (აპექსი, პროსტატის ბაზა, მარჯვენა და მარცხენა საზღვრები) კვლევა; შემდგომ ხდება სიმსივნის ზუსტი ლოკალიზაციის დადგენა, რის შემდეგაც ჰისტოლოგიური ტიპის კვლევა და გლისონის თანრიგის მიხედვით ჰისტოლოგიური გრადაციის დადგენა. ხდება პროსტატის ქსოვილში სიმსივნის მოცულობის დადგენა მმ-ში. პათოლოგიური სტადიის დადგენა ხდება (pT NM)-ით: შეისწავლება კაფსულა მისი დარღვევის დადგენის მიზნით, ასევე ხდება ვეზიკულებში ინვაზიისა და მეტასტაზირებული ლიმფური კვანძების რაოდენობის დადგენა. ამას გარდა, ხდება პერინრევეული, სისხლძარღვოვანი ინვაზიის დადგენა.

ამის შემდეგ ჰისტომორფოლოგიური კვლევის შედეგები შედარდება ინფრაწითელი მეტოდით დადგენილ შედეგებთან. აღსანიშნავია, რომ ამ ორი მეთოდით მიღებული შედეგი სრულ თანხვედრაში არის ერთმანეთთან. ე.ი. ჰისტო მორფოლოგიური შედეგები ადასტურებს ინფრაწითელი კვლევების შედეგებს კიბოვანი წარმონაქმნების ადგილმდებარეობის შესახებ.

ამ კვლევების გარდა, პარალელურად ჩატარდა კვლევები კომპიუტერული პროგრამის შექმნის მიზნით. CCD კამერადან გამოსულ ინფორმაციას განათებულობათა ინტენსივობების შესახებ პროგრამა ყოფს 256 სხვადასხვა დონედ ინტენსივობათა განათებულობის (სიკაშკაშის) მიხედვით. 0-ვანი თანრიგი მიენიჭება სრულიად “ბნელ” გამოსახულებას — ეს შეესაბამება იდეალიზირებულ სიტუაციას, როდესაც ინფრაწითელი სხივები სრულიად შთაინთქმება პროსტატის ქსოვილის მიერ და იგი არ შედის CCD კამერაში. ამის საპირისპიროდ, თანრიგი 255 შეესაბამება იდეალიზირებულ სიტუაციას, როდესაც პროსტატა საერთოდ არ შთაინთქავს ინფრაწითელ სხივებს და გამოსხივების წყაროდან წამოსული გამოსხივება დაუბრკოლებლად შედის CCD კამერაში. პროგრამა გულისხმობს ოპერატორის (ექიმის) ჩარევასაც. კერძოდ, როდესაც კომპიუტერის ეკრანზე პროსტატის ინფრაწითელ გამოსახულებაზე საჭიროა საეჭვო ადგილების მონიშვნა და მათზე პროგრამის საშუალებით სათანადო კოდის მინიჭება. ჯანმრთელ ადგილებს მიენიჭება სხვა კოდი. ამის შემდეგ პროგრამა ავტომატურად გამოითვლის თითოეული მონიშნული არის თითოეული წერტილის შესაბამისი განათებულობის ინტენსივობას, გამოითვლის მათ საშუალოს. იგივე მოხდება ჯანმრთელი უბნებისთვისაც და პროგრამა გამოითვლის საშუალო მნიშვნელობათა ფარდობას მოცემული პროსტატისათვის. მოცემული რიცხვი ინახება პროგრამის მეხსიერებაში. აღნიშნული პროცედურა მეორდება ყველა მომდევნო პროსტატისათვის, რის შემდეგაც პროგრამის მეხსიერებაში გროვდება ფარდობათა მიმდევრობა, რომელიც ტოლია ჩატარებული ექსპერიმენტთა რიცხვისა. ამის შემდეგ პროგრამა გამოითვლის ე.წ. 90%, 95% და 99%-იან ნდობის ინტერვალს. თუ მომდევნო ახალი უცნობი დიაგნოზის პროსტატა შემოწმდება ინფრაწითელი მეთოდით, პროგრამა გამოითვლის ზემოთ მითითებულ ინტენსივობათა ფარდობას და შეადარებს მას ნდობის ინტერვალ(ებს). თუ მიღებული ფარდობის მნიშვნელობა “ჩავარდება” რომელიმე ნდობის ინტერვალში (ვთქვათ, 95%-იან ინტერვალში), მაშინ 95%-იანი ალბათობით შეიძლება ვამტკიცოთ, რომ ეს პროსტატა არის კიბოვანი (რასაც დაადასტურებს ასევე ჰისტომორფოლოგიური

კვლევა). ამას გარდა, პროგრამა საშუალებას იძლევა პროსტატის ინფრაწითელი გამოსახულება დამუშავდეს ფერადი რეჟიმითაც, სადაც სხვადასხვა აგრესიულობის კიბოვან წარმონაქმნს პროგრამა მიანიჭებს სხვადასხვა ფერს.

II.2. პუბლიკაციები:

ბ) უცხოეთში

სტატიები

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათა- ური, ჟურნა- ლის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/ კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	ბ. ფარცვანია, თ.სულაბერიძე, ა. ხუსკივაძე, ლ.შოშიაშვილი, ქ. ჩუბინიძე.	Infrared light enables visualization of the prostate carcinoma after radical prostatectomy. “Oncology Discovery”	2016, V 4 #2. doi: 10.7243/2052- 6199-4-2	HOAJ, India, herbert Open aAccess Journal	5
2	ბ. ფარცვანია, თ. სულაბერიძე, ა. ხუსკივაძე, ლ.შოშიაშვილი, ქ. ჩუბინიძე.	Near Infrared transillumination detection of Prostate carcinoma <i>in vitro</i> . Journal Cancer Sci. Ther.	2016, V8: #9 (suppl) DOI: 10.4172/1948- 5956.C1.084	herbert Open aAccess Journal, Japan	3
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. International Journal of research Studies in Medical and Health Sciences	V1, #1 pp/. 34-38	Sryahwa publications, India	5

ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე

პროსტატის კიბოს ლოკალიზაციის, გრადაციის და იდენტიფიკაციის საქმეში იმიჯინგის მეთოდებს ენიჭება გადამწყვეტი როლი. თუმცა პროსტატის კიბოს დიაგნოსტიკის იმიჯინგის არსებული მეთოდები უაღრესად რთულია და მასთანავე — ნაწილობრივ ინვაზიური. არსებული მეთოდების სისუსტეა ისიც, რომ მათ არ ძალუძს პროსტატის კიბოს დეტექტირება ადრეულ სტადიაზე. ამრიგად, იმიჯინგის მეთოდებისათვის მთავარი გამოწვევა პროსტატის კიბოს დეტექტირებაში არის მარტივი და არაინვაზიური მეთოდის შემუშავება, რომელსაც შეეძლება მოახდინოს უაღრესად მცირე ზომის კიბოვანი წარმონაქმნის დეტექტირება.

აქედან გამომდინარე, მოცემული სამუშაოს მიზანს წარმოადგენდა გვეჩვენებინა ინფრაწითელი გამოსხივების გამოყენების შესაძლებლობა პროსტატის კიბოს ინ ვიტრო დეტექტირებისათვის.

მეთოდოლოგია: ექსპერიმენტები ტარდებოდა რადიკალური პროსტატექტომიის შედეგად მიღებულ პროსტატებზე. განათების წყაროდ აიღებოდა ინფრაწითელი დიოდები. გადიოდა რა პროსტატის ქსოვილში, ინფრაწითელი სხივები ხვდებოდა ე.წ მუხტთან შეწყვილებულ მოწყობლობაში — CCD კამერაში, რომელიც მიერთებული იყო ლეპტოპთან, სადაც მიიღებოდა პროსტატის ინფრაწითელი გამოსახულება.

შედეგები: არაკიბოვან პროსტატაში გასული ინფრაწითელი სხივების ინტენსივობა კომოგენურია. კიბოვან წარმონაქმნში გასული ინფრაწითელი სხივების ინტენსივობა ნაკლებია, ვიდრე იგივე პროსტატის არაკიბოვან ქსოვილში გასულისა. ამრიგად, კიბოვანი წარმონაქმნი დიფერენცირდება, როგორც მუქი ლაქები ნათელ ფონზე. სპეციალურდ შექმნილი კომპიუტერული პროგრამა აანალიზებს და ამუშავებს ინტენსივობათა განაწილებას, გამოყავს მათი საშუალოების ფარდობა და ადგენს დაავადებულობის ხარისხს.

დასკვნა: მიღებული შედეგები იმედს იძლევა, რომ ისინი მომავალში შეიძლება გამოყენებულ იქნას პროსტატის კიბოს დიაგნოსტიკაში.

III. 1. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

ა) საქართველოში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოსხენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1	ა. ხუსკივაძე	პროსტატის კიბოს ვიზუალიზაცია სწორი ნაწილის გავლით ინფრაწითელი ტომოგრაფიის გამოყენებით	მე-10 პოლიპროფილური სამედიცინო კონფერენცია "კლინიკური პრაქტიკის სერთაშორისი სტანდარტები" ბაკურიანი, 13-21 თებერვალი 2016 წ
2	ბ. ფარცვანია	ინფრაწითელი ტომოგრაფია პროსტატის კიბოს დიაგნოსტიკაში	ქართულ-ებრაული 1-ლი უროლოგიური კონგრესი „FRIENDS of GEORGIA“ თბილისი, 17 აპრილი 2016წ
3	ქ. ჩუბინიძე	Near Infrared vizualization of Prostate cancer cells Using Gold Nanorode Conjugated Fluorescent Dye complex.	4th Internwtional conference "Nanotechnologies" Nano-2016, Tbilisi, Georgia

მოსხენებათა ანოტაცია ქართულ ენაზე

ოქროს ნანონაწილაკების ფუნქციონირება ფლუორესცენციულ საღებავებთან ერთად მთელ რიგ საშუალებებს იძლევა მრავალი კვლევისათვის. ეს მათ წარმოვიდგენს მოსახერხებელ საშუალებად ბიოლოგიურ კვლევებში გამოყენებისათვის. კერძოდ, შესაძლებელია მათი გამოყენება ისეთი დაავადებების დიაგნოსტიკისათვის, როგორცაა კიბო. ჩვენ ვთავაზობთ ინ ვიტრო დემონსტრირებას იმ შესაძლებლობისა, რომელიც გააჩნია ოქროს ნანონაწილაკების და ინფრაწითელი ფლუორესცენციული საღებავის კომპლექსს, რათა მოხდეს პროსტატის კიბოვანი უჯრედების ვიზუალიზაცია და რომელსაც ექნება ეფექტური კონტრასტული აგენტის ფუნქცია. აღნიშნული კომპლექსი (ნანო ნაწილაკები + საღებავი) შეგვყავდა ბიოფისის შედეგად მიღებულ პროსტატის ქსოვილში. ეს ქოვილი შემდეგ ექსპოზირდება თვალისათვის უხილავი ინფრაწითელი სხივების მიმართ. ამ სხივებს გააჩნია უნარი განჭოლოს ბიოლოგიური ქსოვილი. როდესაც სხივი აღწევს აღნიშნულ კომპლექსს, საღებავი ახდენს სინათლის გამოსხივებას — ფლუორესცენციას, რომელიც დაიჭირება დეტექტორის ან CCD კამერის საშუალებით. ორივე ნივთიერება — ინფრაწითელი საღებავი 3,3'-დიეთილტიატრნკარბოცილანინი და ოქროს ნანონაწილაკები, რომლის დერძული დიამეტრი 10 ნმ-ია, ხოლო გასწვრივი დიამეტრი 40 ნმ, შექმნილ იქნა სიგმა-ალდრიჩის ფირმიდან. ექსპერიმენტულად ნაჩვენები იქნა, რომ კომპლექსი მიდრეკილია განლაგდეს პროსტატის კიბოვანი უჯრედების მახლობლობაში (საეჭვო ადგილები წინასწარ იქნა დადგენილი ჰისტომორფოლოგიური გამოკვლევებით). ოქროს ნანონაწილაკები დრამატულად აძლიერებენ ფლუორესცენციული ინფრაწითელი გამოსხივების ინტენსივობას. ამის მიზეზია ოქროს ნანონაწილაკების პლაზმოდური ველისა და ფლუორესცენციული საღებავის დიპოლური მომენტების ურთიერთქმედება. ნაჩვენებია, რომ ოქროს ნანონაწილაკების ელექტრულ მუხტს და მანძილს ამ ნაწილაკებსა და საღებავს შორის დიდი გავლენა აქვთ ფლუორესცენციის ინტენსივობაზე. ზემოთ აღნიშნული ფლუორესცენციის გაძლიერება დიდად არის დამოკიდებული ლაზერის აღვანების ტალღის სიგრძეზე. ფლუორესცენციის გაძლიერება, გამოწვეული ოქროს ნანონაწილაკებისა და საღებავის კომპლექსის შექმნით,

იძლევა მისი ბიომოლეკულურ მარკერად გამოყენების საშუალებას. ეს მეთოდი შეიძლება გამოყენებულ იქნას პროსტატის კიბოს ადრეულ სტადიაზე ვიზუალიზაციისათვის.

ბ) უცხოეთში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოსხენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	ბ. ფარცვანია	Near Infrared Transillumination detection of prostate carcinoma in vitro	12 th World Cancer Conference, September 26-28, London, UK
<p style="text-align: center;">მოსხენებათა ანოტაცია ქართულ ენაზე</p> <p>პროსტატის კიბოსაგან სიკვდილიანობას მე-2 ადგილი უჭირავს მსოფლიოში ფილტვის კიბოთი გარდაცვალების შემდეგ. პროსტატის კიბოს იმიჯინგის არსებული მეთოდებია მაგნეტო-რეზონანსული მეთოდი და პოზიტრონის ემისიის მეთოდი. თუმცა, მათი მთავარი სისუსტეა ის, რომ მათ არ შეუძლია მოახდინოს მცირე მოცულობის სიმსივნეების დეტექტირება. ამის გარდა, ეს მეთოდები მოითხოვს უარდესად მაღალი კვალიფიკაციის მქონე ექიმისა და რადიოლოგის არსებობას, რომლებსაც ძალუძთ კომპიუტერული შედეგების წაკითხვა და გაანალიზება. ეს გარემოება იყო ახალი მეთოდიკის ძიების მთავარი მამოძრავებელი ძალა.</p> <p>მოცემულ სამუშაოში ჩვენი ნაწევნები ახლო ინფრაწითელი გამოსხივება შეიძლება გამოყენებულ იქნას პროსტატის სიმსივნის ვიზუალიზაციისათვის ინ ვიტრო. ექსპერიმენტები ტარდებოდა პროსტატის რადიკალური ამოკვეთების შემდეგ. ქირურგიული ოპერაციის შემდეგ პროსტატა გამოიკვლეოდა ინფრაწითელი მეთოდით. მიიღებოდა ტრანსილუმინაციური გამოსახულებები. ამ მიზნით პროსტატა ნათდებოდა ინფრაწითელი ფოტოდიოდებით 850-920 ნმ ტალღის სიგრძეში. ინფრაწითელი გამოსახულება დაიჭირებოდა კომპიუტერთან მიერთებული CCD კამერით. კიბოვან და არაკიბოვან ქსოვილებში გასული ინფრაწითელი სხივების ინტენსივობები მნიშვნელოვნად განსხვავდება ერთმანეთისგან. დამუშავებული კომპიუტერული პროგრამა აანალიზებს და ინახავს მესსიერებაში ცალკეული ექსპერიმენტის მონაცემებს ინტენსივობათა ფარდობის შესახებ. სტატისტიკურად საიმედო რაოდენობის ექსპერიმენტების დაგროვების შემდეგ პროგრამა გამოითვლის 95%-იან ნდობის ინტერვალს. შემდგომში, ახალი, უცნობი პროსტატის ანალიზისას გამოითვლება ამ პროსტატისათვის ინტენსივობათა ფარდობა. პროგრამა ადარებს ამ რიცხვის ნდობის ინტერვალს და თანხვედრის შემთხვევაში საშუალებას იძლევა 95 პროცენტის ალბათობით დაადგინოს პროსტატის კიბოთი დაავადებულობა.</p>			

ამას გარდა ბ. ფარცვანია მონაწილეობს რუსთაველის ფონდის №FR/617/7-270/13 გრანტში “ქართული ენდემური ჯიშის ყურძნის — საფერავისაგან მიღებული ფლავინოიდების გავლენა ვირთაგვებში კაინის მჟავით გამოწვეულ ეპილეფსიის შედეგად ტვინის დისფუნქციაზე”.

რომელიც ეხება ფლავინოიდების გავლენას ეპილეფსიის პრევენციაში. იგი თანაავტორია მოხსენებებისა: 1) ადრეული პოსტნატანული კვება ქართული ენდემური ჯიშის ყურძნის საფერავის ფლავინოიდებით ამცირებს ეპილეფსიური აქტივობების სიხშირეს და ხანგძლივობას ჰიპოკამპის CA1 ველში; 2) ქართული ენდემური ჯიშის ყურძნის საფერავის ფლავინოიდების გავლენა დასწავლა/მეხსიერების მახასიათებლებზე და BrdU პოზიტიურ უჯრედთა რიცხვზე **Gyrus Dentatus**-სათვის კაინის მჟავით ინდუცირებულ ვირთაგვის მოდელურ ეპილეფსიაში. ისინი მოხსენდა მეორე საერთაშორისო კონფერენციას ეპილეფსია და მისი მკურნალობა, 20-21 ოქტომბერი, რომი, იტალია.

დამატებითი მასალა უფროსი მეცნიერი თანამშრომლის თენგიზ ზორიკოვის კვლევების შესახებ:

ადამიანის მხედველობით სისტემაში ინფორმაციის დამუშავების მექანიზმების შესწავლა

გასულ წელს, როდესაც ჩვენ ვაგრძელებდით ადამიანის ვიზუალური სისტემის შესწავლას, ექსპერიმენტებში ვიყენებდით მეთოდოლოგიას, რომელიც ჩვენ მიერ იყო შემუშავებული და წარმატებით გამოყენებული დელფინების სონარული სისტემის გამოსაკვლევადა (<http://arxiv.org/abs/1312.7774>).

ადამიანებზე ცდების ჩასატარებლად შექმნილი იყო ორი კომპიუტერული პროგრამა, რის საშუალებითაც უზრუნველყოფილი იყო ექსპერიმენტების სრულად ავტომატურ რეჟიმში ჩატარება. მეთოდის თანახმად, ყოველი ცდის საწყის ეტაპზე ერთმანეთს ვადარებდით ვიზუალური პარამეტრების წყვილებად დაყოფილ კომბინაციებს. ნიშანთვისებათა თითოეული წყვილისათვის ტარდებოდა სამი ექსპერიმენტი: ამათგან პირველი წარმოადგენდა ძირითადს, ხოლო მომდევნო ორი საკონტროლოს. ყოველი მათგანი შეიცავდა ორ ნაწილს. პირველ, ანუ დასწავლის ფაზაში, კომპიუტერის მონიტორის ცენტრში ადამიანს თანმიმდევრულად და თანაბარი ალბათობით მიეწოდებოდა ორი სხვადასხვა სურათი. სურათების ექსპოზიციის დრო და მიწოდებებს შორის დროის ინტერვალი შეადგენდა 0.6 წამს. ერთერთი, პირობითად “დადებითი” სურათის გამოჩენაზე ცდის პირს უნდა დაეჭირა თითი ღილაკ **“Enter”**-ზე. თუ ეს ხდებოდა სურათის ექსპონირების დროში (0.6 წ.), წარმოიქმნებოდა რეაქციის სისწორის დამადასტურებელი მოკლე ხმოვანი სიგნალი. ღილაკის დაჭერა მეორე, პირობით “უარყოფით” სურათზე რჩებოდა ხმოვანი სიგნალის გარეშე და ითვლება შეცდომად. უშეცდომო რეაქციების მიღწევის შემდეგ, ექსპერიმენტის მეორე ნაწილში ადამიანს “დადებით” და “უარყოფით” სურათებთან იგივე წესით დამატებით მიეწოდებოდა ერთი ან ორი ტესტური სურათი. ტესტურ სურათებზე ღილაკის დაჭერას არ ახლავდა ხმოვანი სიგნალი. დასკვნები კეთდება ტესტურ სურათებზე ადამიანის რეაგირების საფუძველზე.

დელფინებისგან განსხვავებით, ადამიანი ცდების მეორე ნაწილში ცვლიდა რეაქციებს ტესტურ სურათებზე სულ რამოდენიმე წარდგენის შემდეგ. ამ გარემოებამ შეუძლებელ გახადა

სტატისტიკურად დამაჯერებელი დასკვნების გამოტანა. პრობლემა გადაწყვეტილი იყო ცდების პირველ ნაწილში “დადებითი” და “უარყოფითი” სურათების წარდგენის პროცესის მნიშვნელოვნად გახანგრძლივებით (30-40 ათასამდე). ამ პირობამ ადამიანის პასუხებს შესძინა რეფლექტორული ხასიათი, რამაც საბოლოოდ მიგვაღებინა ტესტურ სურათებზე სტატისტიკურად დამაჯერებელი პასუხები.

ქვემოთ წარდგენილ ექსპერიმენტებში ჩვენ დავიწყოთ თანდაყოლილი და შეძენილი ნიშანთვისებების შედარება.

ფერი და ასო

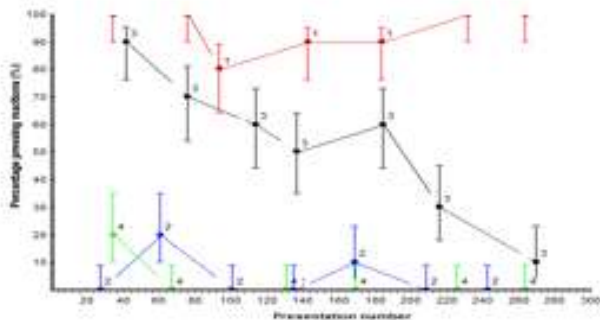
ძირითადი ექსპერიმენტი

ამ ექსპერიმენტში შედარებულია თანდაყოლილი ნიშანთვისება ფერი და შეძენილი ასოს გამოსახულება. როგორც ნახვენებია სურ. 1-ზე, ცდის პირველ ნაწილში სურათები განსხვავდება ფერთა და ასოებით. “დადებითი” სურათი – ლურჯი **B**, “უარყოფითი” – წითელი **A**. ტესტური სურათები შეიცავენ ამ ნიშანთვისებების გადაჯვარებულ კომბინაციებს: პირველი ტესტური – ლურჯი **A**, მეორე – წითელი **B**.

საინტერესოა ადამიანის რეაქციები ცდის მეორე ნაწილის დასაწყისში. იგი აჭერს დილაკს პირველი ტესტური სურათის გამოჩენაზე, და დამაჯერებლად აიგნორირებს მეორეს. წინა წლის დადგენილი სტრატეგიის მიხედვით, ეს ნიშნავს, რომ ცდის დასაწყისში პირველი ტესტური სურათი აღიქმება ადამიანის მიერ, როგორც “დადებითი”. ის საერთო, რაც აკავშირებს “დადებით” და პირველ ტესტურ სურათს — არის ფერი. შესაბამისად, ეს ნიშნავს, რომ დასწავლის დროს ვიზუალური სისტემა ოპერირებდა ძირითადად ფერით.



1. “დადებითი” სურათი;
2. “უარყოფითი” სურათი;
3. პირველი ტესტური სურათი;
4. მეორე ტესტური სურათი



სურ.1. ადამიანის მიერ ცდის დინამიკაში ღილაკზე დაჭერის პროცენტი (ამ და დანარჩენ სურათებში ნაჩვენებია მხოლოდ ცდის მეორე ნაწილის რეაქციები). გრაფიკის ყოველი წერტილი ასახავს დაჭერის პროცენტს სურათის ათ თანმიმდევრულ მიწოდებაზე.

დანარჩენ გრაფიკებში გამოიყენება დემონსტრირების იგივე ხერხი.

ასოს ცვლილებამ არ მოახდინა გაგლეხა “დადებითი” სურათის იმიჯზე პირველ ტესტურ სურათში. როგორც აღინიშნა ადრე, ხმოვანი სიგნალი წარმოიქმნებოდა მხოლოდ “დადებით” სურათზე ღილაკის დაჭერისას. შესაბამისად, ღილაკის დაჭერა ტესტურ სურათზე აღიქმებოდა ადამიანის მიერ, როგორც შეცდომა. როგორც ჩანს გრაფიკიდან, დაჭერის რეაქციები პირველ ტესტურ სურათზე თანდათანობით ქრება, რაც იმას ნიშნავს, რომ მეორე პარამეტრი (ასო) თანდათანობით ირთვება ანალიზში (გადაწყვეტლების მიღებაში). საბოლოოდ, ეს მთავრდება პირველი ტესტური სურათის სრული იგნორირებით, მისი 70 წარდგენის ხარჯზე. ჩატარებული ცდის შედეგი გვაძლევს საშუალებას დავასკვნათ, რომ გაანალიზებული პარამეტრები — „ფერი“ და „ასო“, დამოუკიდებლად აღიქმება ადამიანის მიერ და თანდაყოლილი ნიშანთვისება — “ფერი” დომინირებს შექნილ ნიშანთვისება “ასოზე”.

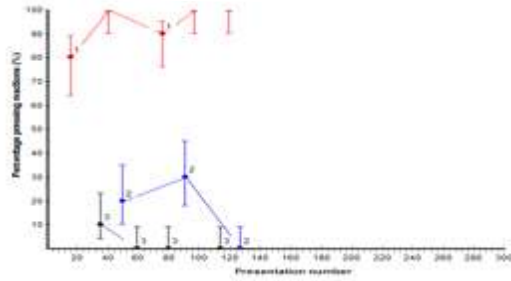
უნდა აღინიშნოს, რომ ეს დასკვნა გაკეთდა ცდის ჩატარების გარკვეულ პირობებში. შეუძლებელია იმის მტკიცება, რომ იგივე შედეგი დადგებოდა ნებისმიერი სხვა ფერისა და ასოსთვის. ამის გასაკონტროლებლად დამატებით ჩატარდა ორი საკონტროლო ექსპერიმენტი.

პირველი საკონტროლო ექსპერიმენტი

ამ ექსპერიმენტის დასწავლის ნაწილში ადამიანს გასარჩევად მიეწოდებოდა მწვანე **C**, როგორც “დადებითი” სურათი, დამწვანევე **O**, როგორც “უარყოფითი” (სურ. 2). ანუ, ორივე სურათი იყო ერთი ფერისა და, შესაბამისად, გადამწყვეტი ფაქტორის როლს ამ შემთხვევაში ასრულებდა მხოლოდ ასოების გამოსახულება. ფერი კი, რომელიც იყო გამოვლენილი წინა ექსპერიმენტში, როგორც დომინანტური, გახდა გამოუსადეგარი. ტესტურ სურათში გადამწყვეტი ფაქტორი იყო იგივე, რაც „დადებითში“, ხოლო ცდის წინა ნაწილში გამოუსადეგარი ფაქტორი — ფერი, იცვლებოდა (ნარინჯიფერი **C**). თუ ადამიანი დააჭერდა ღილაკს ტესტურ სურათზე, ეს იქნებოდა იმის მანიშნებელი, რომ ძირითად ექსპერიმენტში ნაჩვენები ფერის დომინირება პირობითი ხასიათისაა. და პირიქით, ტესტური სურათის იგნორირების შემთხვევაში დადასტურდებოდა თანდაყოლილი ნიშანთვისების ფერის დომინანტობა შექნილ ნიშანთვისება — ასოზე ექსპერიმენტის ზღვრულ პირობებშიც.



1. “დადებითი” სურათი; 2. “უარყოფითი” სურათი; 3. ტესტური სურათი



სურ. 2. ადამიანის მიერ ცდის დინამიკაში დილაკზე დაჭერის პროცენტი.

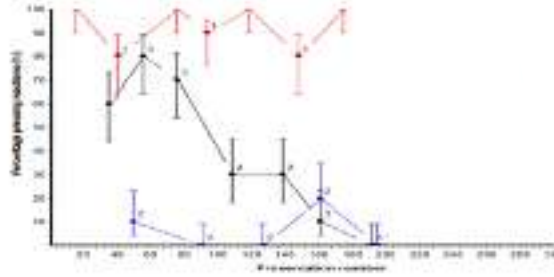
როგორც გრაფიკიდან ჩანს (სურ. 2), ადამიანი დამაჯერებლად იგნორირებდა ტესტურ სურათს, რაც ადასტურებს იმას, რომ ფერის ასოზე დომინანტობა არის ადამიანის მხედველობითი სისტემის ფუნდამენტური თვისება. ადამიანი, უპირველეს ყოვლისა, მაინც აკვირდება ფერს მიუხედავად იმისა, რომ არ იყენებდა ამ ნიშანთვისებას ექსპერიმენტის დასწავლის ნაწილში.

მიუხედავად იმისა, რომ მეორე საკონტროლო ექსპერიმენტების შედეგები მაღალი ალბათობით პროგნოზირებადია, ჩვენ მაინც ვატარებდით მათ, თუნდაც იმიტომ, რომ წყვილებად შესადარებელი ნიშანთვისებების მიმართ სრული სიმეტრია ყოფილიყო დაცული.

მეორე საკონტროლო ექსპერიმენტი



1. “დადებითი” სურათი;
2. “უარყოფითი” სურათი;
3. ტესტური სურათი



სურ. 3. ადამიანის მიერ ცდის დინამიკაში დილაკზე დაჭერის პროცენტი.

როგორც ჩანს სურათიდან (სურ. 3), სტიმულების საწყისი წყვილი განსხვავდება მარტო ფერით („დადებითი“ - მწვანე **P**, „უარყოფითი“ – ნარინჯისფერი **P**). ტესტური სურათი იგივე ფერისაა, რაც „დადებითი“ (პირველი ფაზის გადამწყვეტი ფაქტორი), ხოლო განსხვავდება ასოთი (მწვანე **O**). როგორც მოსალოდნელი იყო, ცდის მეორე ფაზის დასაწყისში ტესტური სურათი, მიუხედავად გადამწყვეტი ფაქტორის — „ასოს“ შეცვლისა, დამაჯერებლად აღიქმება ადამიანის მიერ, როგორც „დადებითი“, რაც დამატებით ადასტურებს ფერის დომინანტობას ასოს გამოსახულებასთან შედარებით. ტესტურ სურათზე ადამიანის „დადებითი“ რეაქციების სისწორე არ დასტურდებოდა ხმოვანი სიგნალით, რამაც გამოიწვია ამ რეაქციების ჩაქრობა ამ სურათის 70 წარდგენაში.

რადგან დანარჩენი პარამეტრების ანალიზი ხდებოდა ანალოგიურ ექსპერიმენტებში, ჩვენ მოკლედ აღვწერთ მიღებულ შედეგებს და გამოტანილ დასკვნებს.

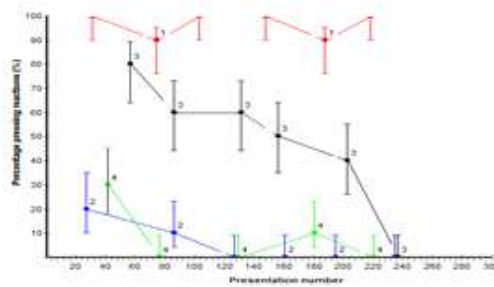
ზომა და ასო

ამ თავის ძირითად ცდაში გარკვეულად გამოკვეთილია შედარებული ნიშანთვისებების დამოუკიდებლობა და ზომის დომინანტობა ასოზე (სურ. 4). ხოლო საკონტროლო ექსპერიმენტებში კი ეს დასკვნა არ დასტურდება (სურ. 5, 6). მსგავსი შეფერხება მოხდა წინა წლის ექსპერიმენტებში, სადაც შეისწავლებოდა ზომისა და ფორმის თანაფარდობა. ამ ნიშანთვისებათა შორის არც დამოუკიდებლობა და არც ერთერთი მათგანის დომინირება არ იყო გამოვლენილი. არ უნდა იყოს გასაკვირი, რომ ფორმასა და ზომას შორის გამოიკვეთა გარკვეული დამოკიდებულება. ზომა ხომ ფორმის შემადგენელ ნაწილად შეიძლება იყოს განხილული. რაც შეეხება ქვემოთ მოყვანილ ძირითად ექსპერიმენტს, აქ, როგორც ჩანს, გავლენა იქონია ფორმაში ჩაქსოვილმა ასომ, როგორც შექმნილმა ნიშანთვისებამ.

ძირითადი ექსპერიმენტი

HFFH

1. “დადებითი” სურათი;
2. “უარყოფითი” სურათი;
3. პირველი ტესტური სურათი;
4. მეორე ტესტური სურათი

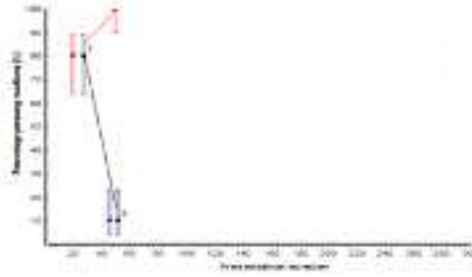


სურ. 4. ადამიანის მიერ ცდის დინამიკაში დილაკზე დაჭერის პროცენტი

პირველი საკონტროლო ექსპერიმენტი

KOK

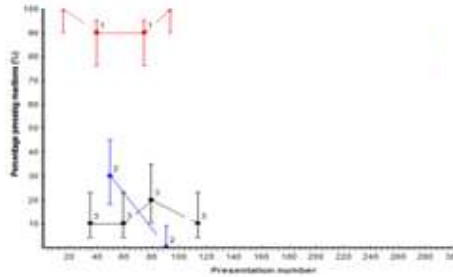
1. “დადებითი” სურათი;
2. “უარყოფითი” სურათი;
3. ტესტური სურათი



სურ. 5. ადამიანის მიერ ცდის დინამიკაში დილაკზე დაჭერის პროცენტი მეორე საკონტროლო ექსპერიმენტი

PPH

1. “დადებითი” სურათი;
2. “უარყოფითი” სურათი;
3. ტესტური სურათი

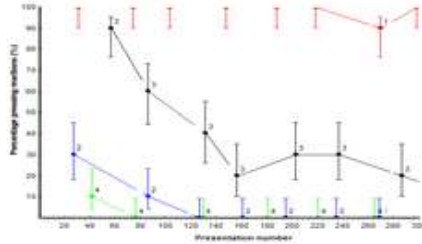


სურ.6. ადამიანის მიერ ცდის დინამიკაში დილაკზე დაჭერის პროცენტი.

ფერი და მიმართულება
ძირითადი ექსპერიმენტი



1. „დადებითი“ სურათი;
2. „უარყოფითი“ სურათი;
3. პირველი ტესტური სურათი;
4. მეორე ტესტური სურათი



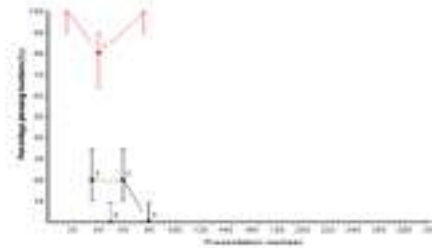
სურ. 7. ადამიანის მიერ ცდის დინამიკაში დილაკზე დაჭერის პროცენტი.

როგორც ჩანს გრაფიკიდან (სურ. 7), ფერი და ისრის მიმართულება დამოუკიდებლად აღიქმება ადამიანის მიერ, და ფერი დომინირებს ამ წყვილში („დადებითი“ რეაქციები მესამე ტესტურ სურათზე ცდის დასაწყისში). „დადებითი“ რეაქციების ჩაქრობას (მიმართულების ჩართვას ანალიზში) დასჭირდა ტესტური სურათის 70-მდე მიწოდება.

პირველი საკონტროლო ექსპერიმენტი



1. „დადებითი“ სურათი;
2. „უარყოფითი“ სურათი;
3. ტესტური სურათი



სურ. 8. ადამიანის მიერ ცდის დინამიკაში დილაკზე დაჭერის პროცენტი.

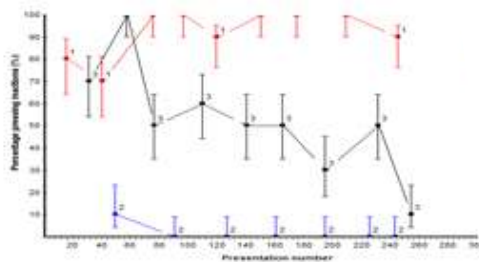
ამ ცდის (სურ. 8) ტესტურ სურათში შენარჩუნებულია ისრის მიმართულება (გამოვლენილია, როგორც მეორეხარისხოვანი ნიშანთვისება წყვილში) და შეცვლილია ფერი

(წინა ექსპერიმენტში გამოვლინებული როგორც „დომინანტური“). ტესტური სურათის იგნორირება ადასტურებს ფერის დომინირებას მიმართულებაზე.

მეორე საკონტროლო ექსპერიმენტი



1. “დადებითი” სურათი; 2. “უარყოფითი” სურათი; 3. ტესტური სურათი



სურ. 9. ადამიანის მიერ ცდის დინამიკაში დილაკზე დაჭერის პროცენტი.

ამ ექსპერიმენტში საწყის წყვილში გადამწყვეტი ფაქტორი იყო დომინანტური ნიშანთვისება ფერი. ტესტურ სურათში ფერი შენარჩუნებულია, ხოლო მიმართულება შეცვლილი. ცდის შედეგი (სურ.9) ადასტურებს ფერის დომინანტობას მიმართულებასთან შედარებით. „დადებითი“ რეაქციების ჩასაქრობად საჭირო გახდა ტესტური სურათის 90-მდე წარდგენა.

№5 ბამოთვლითი ტექნიკის ელემენტებისა და ნაწარმის ბანყოფილება

ბანყოფილების გამგე დავით ჯიშიაშვილი, ფმმდ

სამეცნიერო ერთეულის პერსონალური შემადგენლობა:

დ.ჯიშიაშვილი, განყ.უფროსი, მთ.მეც.თან.

შ.კეკუტია, მთ.მეც.თან

ზ.შიოლაშვილი, უფ.მეც.თან

ნ.ჩხაიძე, უფ.მეც.თან

რ.კოსრეიძე, 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 დაფინანსებით 2016 წლის გეგმით
 შესრულებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები
 (ეხება სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებს)**

№	შესრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	სამედიცინო დანიშნულების მაგნიტური ნანონაწილაკების სინთეზი	შალვა კეკელია	ნ.ჩხაიძე, ვ. მიქელაშვილი, ჯ.მარხულია, დ.სანებლიძე, რ. თათარაშვილი
გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის ეტაპის ძირითადი თეორიული და			

პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

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 მიემართეთ ელექტროჰიდრაულიკურ ეფექტს (იუტკინის ეფექტი). ამ მიზნით დამზადდა ელექტროჰიდრაულიკური დანადგარი. თანახმადმერხევი 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 მიისწრაფვიან 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 მნწ-ებისთვის (SPIONS) დადგინდა, რომ ისინი კარგად შეიწონება (იხსნება)

წყალში, ვინაიდან მათ ზედაპირზე აქვთ ჰიდროქსიდური 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.

პროექტის ვალდებულების ფარგლებში შეიქმნა ავტომატური ქიმიური რეაქტორის კონსტრუქცია, მისი აგება შევუკვეთეთ მწარმოებელს. შედეგად მივიღეთ მობილურ სადგამზე დამონტაჟებული მთელი სისტემა. უტს-ს მეშვეობით ექსპერიმენტები გაშვებულია ავტომატურ რეჟიმში – უსაფრთხოდ, დიდი აღმწარმოებლობით და მთელი დღე-ღამე. უტს მეშვეობით მკვლევარ-მეცნიერი აღწევს ექსპერიმენტის მაღალ სიზუსტეს. უტს-ს შექმნით მაგნიტური ნანონაწილაკების სინთეზი განთავისუფლდა აუცილებელი რთული პროცესების მონიტორინგისგან და დამქანცველი სამუშაოსაგან, რაც ჩაბარდა წარსულს.

**I. 3. სახელმწიფო გრანტით (რუსთაველის ფონდი) დაფინანსებული
სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (ეხება როგორც უმაღლეს
საგანმანათლებლო, ისე სამეცნიერო-კვლევით დაწესებულებებს**

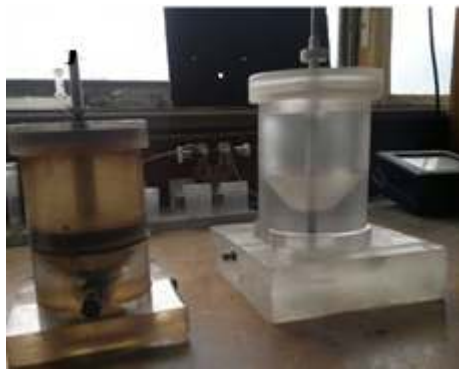
№	პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიითითებით	დამფინანსებელი ორგანიზაცია	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	<p>მოდულიზირებული მაგნიტური ნანონაწილაკების სინთეზის უწყვეტი ტექნოლოგიური ხაზი.</p> <p>3-250 ნანომასალები, ნანოსტრუქტურები, ნანოტექნოლოგია</p>	<p>შოთარუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი</p>	<p>შალვა კეკუტია</p>	<p>ნ.ჩხაიძე, ვ. მიქელაშვილი, ჯ.მარსულია, ლ.სანებლიძე</p>

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

ჩატარდა შიშველი მაგნიტური ნანონაწილაკების (მნწ) სინთეზი ქიმიური თანადალექვის საფუძველზე სამვალენტური რკინის ქლორიდის ჰექსაჰიდრატისა და ორვალენტური რკინის ქლორიდის ტეტრაჰიდრატის შერევით (ან $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ სულფატის ჰიდრატი) ტუტე არეში ოთახის ტემპერატურაზე. გაზომილია ოთახის ტემპერატურაზე შიშველი მაგნიტური ნანონაწილაკების შემცველი მაგნიტური ნანოსითის მაგნიტური მომენტების დამოკიდებულება მოღებული გარე მაგნიტური ველისაგან (VSM გაზომვები).

პარალელურად მიმდინარეობდა ელექტროჰიდრაგლიკური დანადგარის აღდგენითი სამუშაოები, რომლის დასრულების შემდეგ განხორციელდა (მონოდისპერსიულობის ასამაღლებლად, რაც აუცილებელია მნწ-ების ბიოსამედიცინო გამოყენებისას) შიშველი მნწ-ების დამუშავება ელექტროჰიდრაგლიკური ეფექტით. უნდა აღინიშნოს, რომ თანახმად VSM გაზომვებისა, მაგნიტური ამთვისებლობა იზრდება ელექტროჰიდრაგლიკური ეფექტის გამოყენებით. ასევე ორივე შემთხვევაში მნწ-ები ამჟღავნებენ სუპერპარამაგნეტიზმს.

ცნობილია, რომ სორბციულ თვისებებზე დიდ გავლენას ახდენს ნაწილაკების ზომადისპერსიულობის ხარისხი. ამიტომ დიდი მნიშვნელობა აქვს უკვე მიღებული დისპერსიული ნაწილაკების შემდგომ დამუშავებას. აღმოჩნდა, რომ საუკეთესო სორბციის უნარით ხასიათდება ელექტროჰიდრაგლიკური მეთოდით დამუშავებული მაგნიტური სითხე.



სურ. 1. ელექტროჰიდრაგლიკური განმუხტვის კამერა

დამზადდა სამი განმუხტვის კამერა (შესაბამისად სამი ელექტროჰიდრაგლიკური დანადგარი). პირველი გათვლილია მაქ. 500 მლ სითხეზე, მეორე 400 მლ-ზე, ხოლო მესამე 250 მლ-ზე და სამივეს მასალას წარმოადგენს ორგანული მინა. ჩვენ შევიმუშავეთ სხვადასხვა გეომეტრიული ფორმის თავაკები, რომლებიც უზრუნველყოფენ განსხვავებული სიმძლავრისა და ხასიათის განმუხტვებს. დადგენილია დანადგარის თვითღირებულება.

II პერიოდის კვლევის მიზანს წარმოადგენდა ისეთი ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებით სტაბილიზირებული რკინის ნანონაწილაკების სინთეზი, რომელიც გააუმჯობესებდა მიღებული სითხის თვისებებს, როგორცაა სტაბილურობა, ნაწილაკთა ზომები, იქნებოდა მაღალი ბაქტერიციდული თვისებების მქონე და ამავე დროს ბიოთავსებადი ჯანსაღ უჯრედებთან.

რკინის ნანონაწილაკები მივიღეთ ცნობილი, ქიმიური დალექვის ხერხით, კერძოდ: ორვალენტისანი ($\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ ან $\text{FeCl}_2 \times 4\text{H}_2\text{O}$) და სამვალენტისანი ($\text{FeCl}_3 \times 6\text{H}_2\text{O}$) რკინის მარილების წყალხსნარებს (მოლური შეფარდებით 1:2) ვურევდით ერთმანეთში და ამ ნარევს წვეთობით ვუმატებდით ჭარბი რაოდენობით ნატრიუმის ტუტეს.

შერევა მიმდინარეობდა მაგნიტური შემრევის საშუალებით. მიღებული შავი ფერის ნალექი დეკანტაციის წესით გამოხდილი წყლით ირეცხება pH 6,5-7,5-მდე. წვრილდისპერსიული ნაწილაკების მისაღებად ნარევი დავამუშავეთ ელექტროჰიდრაგლიკურ

დანადგარში.

ორივე შემთხვევაში მიღებული მასა იფარებოდა სტაბილიზატორით. ჩვენ შემთხვევაში სტაბილიზატორად გამოვიყენეთ 1% პოლივინილ ალკოჰოლი (PVA). ეს არის ჰიდროფილური, ბიოთავსებადი პოლიმერი. ნანონაწილაკების ზედაპირზე ამ პოლიმერის გარსი აბრკოლებს ნაწილაკების აგლომერაციას, რის გამოც მაღლდება მონოდისპერსიულობა, კოლოიდური სტაბილურობა.

მიღებული პასტა შავი ფერისაა, ახასიათებს მეტალური ბზინვარება და სტაბილურია. გავზომეთ PVA-თი შემოგარსული მნწ-ების მაგნიტური ამოვისებლობა, როგორც ელექტრო ჰიდრავლიკური ეფექტის დამუშავების გარეშე, ასევე დამუშავების შემთხვევაში.

III საანგარიშო პერიოდში ელექტროჰიდრავლიკური ეფექტით დამუშავებული PEG-ით შემოგარსული მნწ სინთეზის განხორციელების მიზნით 2.9 გრამი $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ და 1.1 გრამი რკინის $FeCl_2 \cdot 4H_2O$ მარილები გაიხსნა 15 მლ დისტილირებულ წყალში. წყალსხნარს უჯანგბადო არეში წვეთ-წვეთობით ვუმატებთ 25 %-იანი NH_4OH -ის ხსნარს მუდმივი შერევის პირობებში 70-80°C ტემპერატურაზე სანამ pH არ გახდება 9.0, რეაქციის შემდგომ მორევა გაგრძელდა 1 საათი. შემდეგ ხსნარი დამუშავებულ იქნა ელექტროჰიდრავლიკური დანადგარით ნახევარი საათის განმავლობაში. მიღებულ მაგნიტურ ნანონაწილაკებს დავამატეთ 25 მლ ოლეინის მჟავა და მაგნიტური ნანოსითხე მოვათავსეთ მაგნიტურ მომრევეზე. მორევა გაგრძელდა 25 წუთი მუდმივ ტემპერატურაზე (70°C). შემდგომ მიღებული სითხე გავაცივეთ 450°C-მდე, დავამატეთ 2.5 გრ PEG და მორევა განხორციელდა 24 საათის განმავლობაში. გაზომილ იქნა მნწ-ების მომენტების დამოკიდებულება მაგნიტური ველზე. მერხევი ნიმუშის მაგნეტომეტრული გაზომვები ასაბუთებს სინთეზირებული პეგ-ით შემოგარსული მნწ-ების სუპერპარამაგნიტურ თვისებებს.

III საანგარიშო პერიოდში ჩვენ ასევე განგახორციელეთ მაგნეტიტზე დაფუძნებული ნანოსითხის ფორმირება, რომელიც სტაბილიზირებულია არამოდიფიცირებული peg-ით შედარებით დაბალ ტემპერატურებზე და ყოველგვარი მკაცრი პირობების მოთხოვნის გარეშე.

ამისათვის პეგ-ით სტაბილიზირებული ნანოსითხე მომზადდა ქიმიური თანადალექვის მეთოდით ჭარბი პეგ-ის პირობებით. 5 მლ მოცულობის წყალი თავსდება სინჯარაში, რომლის ირგლივ ცირკულირებს წყალი 450°C-ზე და ემატება peg 0.5-დან 8.0 გრ-ის ოდენობით. პოლიმერის ხსნადობა ხორციელდება მაგნიტური შერევით. პოლიმერის გახსნისთანავე 0.16 გრ $FeCl_2 \cdot 4H_2O$ და 0.435 gr $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ (1:2 მოლური თანაფარდობით $FeCl_2/FeCl_3$) იქნა დამატებული. როდესაც პეგ და რკინის მარილები კარგად გახავდა, 10 მლ 0.75 მ NH_4OH ხსნარი ემატება ინტენსიური მაგნიტური შერევის პირობებში 0.6 მლწ-1 სიჩქარით. NH_4OH დამატების შემდეგ ხსნარი ირევა 30 წთ-ის განმავლობაში. ამის შემდგომ ნანოსითხე გადაისხმება ქიმიურ ჭურჭელში და ის იდება მუდმივ მაგნიტზე. ნანოსითხე ირეცხება ოთხჯერ სითხის ზედა ნალექის დეკანტაციის გზით ჭარბი პოლიმერის მოშორების მიზნით.

ჩვენთვის საინტერესო შედეგს წარმოადგენს პეგ-ის შუალედური მნიშვნელობისთვის

დამაგნიტების დამოკიდებულება მაგნიტური ველისაგან. კარგად ცნობილი გრაფიკებთან შედარებით ეს დამოკიდებულება განსხვავებულია.

ამ პროექტის მთავარ მიზანს წარმოადგენდა მაღალი მაგნიტურ-სამედიცინო თვისებების მატარებელი სხვადასხვა პოლიმერებით შემოგარსული მაგნიტური სითხეების მიღების უწყვეტი ტექნოლოგიური ხაზის შექმნა (უტხ) ანუ ავტომატური ქიმიური რეაქტორის კონსტრუირება, მისი შეკვეთა მწარმოებელთან, რაც განხორციელდა III პერიოდში. III პერიოდის ანგარიშში მოცემულია ტექნიკური დავალების ვრცელი, სრული და დასრულებული აღწერილობა. ამასთან დაკავშირებით ანგარიშს თან ახლავს ჩატარებული ტენდერის შედეგები დანართის სახით. აქვე აღვნიშნავ, რომ ვინაიდან რუსთაველის სამეცნიერო ფონდის მიერ გაცემული გრანტი არ წარმოადგენს საერთაშორისო ხელშეკრულებას, შემოსავლების სამსახურის მომსახურების დეპარტამენტი მოკლებულია შესაძლებლობას რუსთაველის სამეცნიერო ფონდის მიერ გაცემული გრანტი ავტომატურად შეიტანოს საგადასახადო შეღავათებით მოსარგებლეთა რეესტრში. რაც შეეხება საიმპორტო საქონლისთვის გრანტის სტატუსის მინიჭებას (იმპორტის გადასახდელებისაგან გათავისუფლების მიზნით) შემოსავლების სამსახურის მომსახურების დეპარტამენტში საკითხის განხილვისათვის წარდგენილ უნდა იქნას საქართველოს პრეზიდენტის 2001 წლის 13 აგვისტოს №326 ბრძანებულებით გათვალისწინებული დოკუმენტაცია.

როგორც აღვნიშნეთ, ჩვენ მიზნად დავისახეთ ფერომაგნიტური ნანოსითხეების სინთეზის უწყვეტი ავტომატიზირებული ტექნოლოგიური ხაზის შექმნა, რაც განხორციელდა I პერიოდში. 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 დამონტაჟებული მობილურ სადგამზე, მობილურია ასევე PLC კონტროლის ბლოკი და ტემპერატურული ცირკულატორი.

რეაქტორული სისტემის მართვა შესაძლებელია როგორც ხელით, ისე პროგრამულად. მონაცემების შეტანა-გამოტანა ხორციელდება სენსორულ დისპლეის მეშვეობით (მოცემულია ტემპერატურები, პერისტალტური ტუმბოების მუშაობის რეჟიმები, pH კონტროლი და ძრავის ბრუნვათა რიცხვი და ა.შ), რომელიც საშუალებას იძლევა იმართოს რეაქტორის პარამეტრები და ასევე მას გადაეცეს ბრძანებები კომპიუტერის მეშვეობით. IV პერიოდის ანგარიშში დეტალურად აღწერილია რეაქტორის ძირითადი მახასიათებლები, ფუნქციონალური შესაძლებლობები, განსაკუთრებულობა, რეაქტორის ძირითადი კომპონენტები, სარეაქციო არე, პერისტალტიკური ტუმბოების მუშაობის პრინციპები მოცემულ შემთხვევაში, აღწერილია დანადგარის პროგრამული უზრუნველყოფა, პროგრამული უზრუნველყოფის მთავარი მენიუ, ოპერაციული პანელი, სისტემის უსაფრთხოების პროგრამული ჩანართები, მონაცემთა ისტორიის ინტერფეისი, მონაცემთა ისტორიის მრუდები.



სურ. 2. ავტომატური ქიმიური რეაქტორი

ასევე ამავე 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 60-700C-მდე. დექსტრანის წყალხსნარის მთლიანად დამატების შემდეგ, მიღებული მაგნიტური ფეროსითხის მორევა გაგრძელდა 30 წუთის განმავლობაში (ტემპერატურა იყო 600C-მდე). ამის შემდეგ გამოირთო ვაკუუმში 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 17-180C გრადუსამდე და შემდგომ მაგნიტურ მორევზე 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 60-700C 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.

I. 4.

№	პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიუთითებით	დამფინანსებელი ორგანიზაცია	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	<p>ნანომავთულების გაზრდის ახალი ტექნოლოგიების შემუშავება და აირების ზემოქმედებით სენსორების დამზადება.</p> <p>2.ინჟინერია და ტექნოლოგიები. 2.10.ნანო-ტექნოლოგია</p>	<p>რუსთაველის ფონდი</p> <p>გრანტი 2016-04/05</p>	<p>დ. ჯიშიაშვილი</p>	<p>ზ.შიოლაშვილი</p> <p>ნ.მახათაძე</p> <p>ა.ჯიშიაშვილი</p> <p>ა.ჭირაქაძე</p> <p>ლ.ჩხარტიშვილი</p> <p>გ.ჭონიშვილი</p>

შექმნილია ვაკუუმური ტექნოლოგიური დანადგარი ნანომავთულების გასაზრდელად, რომელიც ადრეგამოყენებულ დანადგართან შედარებით გამოირჩევა გამოტუმბვის მაღალი სიჩქარით. ნარჩენი ვაკუუმი შეადგენს 2×10^{-5} ტორს. ჰიდრაზინისა და ამონიუმის ქლორიდის გამოყენებით მიღებულია ინდიუმის ოქსიდის ნანომავთულები. დაწყებულია კვლევები მიკროტალღური გამოსხივების გამოყენებით ნანომავთულების გასაზრდელად. აგრეთვე დაწყებულია კვლევები სამზავი ოქსიდების InGaO ნანომავთულების მისაღებად.

II. 2. პუბლიკაციები:

ბ) უცხოეთში

კრებულები

№	ავტორი/ავტორები	კრებულის სახელწოდება	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	P. Kervalishvili, A. Chirakadze, Z. Buachidze, D. Jishiashvili, T. Bjalava, G. Kervalishvili, W. Toscano, V. Gvakharia, G. Sergeenko	Nuclear Radiation Nanosensors and Nanosensory Systems, (Microwave in Environmental Technologies and Synthesis of Nano-materials)	Published by Springer, P.O. Box 17, 3300 AA Dordrecht, The Netherlands.	16
ანოტაცია				
<p>ნაშრომში განხილულია მიკროტალღური გამოსხივების გამოყენების პერსპექტივები ნანომასალების გაზრდის მიმართულებით. ნაჩვენებია, რომ მიკროტალღური გამოსხივება საშუალებას იძლევა ძალზედ სწრაფად გავახუროთ მასალები “შიგნიდან”, რაც, თავის მხრივ, სწრაფი ქიმიური სინთეზის ჩატარების შესაძლებლობას იძლევა. ნაჩვენებია, რომ მიკროტალღური გახურება და სინთეზი უზრუნველყოფს მასალების ერთგვაროვან ტემპერატურას, რაც სინთეზისას მაღალი წარმადობის მიღწევის საშუალებას იძლევა.</p>				
2	P. Kervalishvili, A. Chirakadze, A. Gigineishvili, Z. Buachidze, D. Jishiashvili, M. Wireman, W. Toscano, G. Kervalishvili, G. Sergeenko, V. Gvakharia.	Nuclear Radiation Nanosensors and Nanosensory Systems. (Microwave Enhanced Producing of High-Purity Metallic Manganese and Composite Manganese Based Alloy).	Published by Springer, P.O. Box 17, 3300 AA Dordrecht, The Netherlands.	10
ანოტაცია				
<p>ნაშრომში განხილულია მაღალი სისუფთავის (4-5N) მანგანუმის მისაღებად მიკროტალღური გამოსხივების გამოყენების შესაძლებლობები. ნაჩვენებია, რომ მიკროტალღური გამოსხივებისას მკვეთრად (საათებიდან წუთებამდე) მცირდება რეაქციის დრო. ცალკეა გამოყოფილი მანგანუმის საფუძველზე ნანომასალების სინთეზის</p>				

შესაძლებლობა მიკროტალღური გახურების მეშვეობით. 2.5 გიგაჰერც სიხშირეზე მომუშავე მიკროტალღურ რეაქტორში 2-3 წუთის განმავლობაში სინთეზირებულია მანგანუმის ნანომავთულები ჰიდრაზინისა და წყლის ორთქლის არეში. შესწავლილია მათი სტრუქტურა, მინარევების შემცველობა, მორფოლოგია და მათი სინთეზის პარამეტრებზე დამოკიდებულება.

სტატიები

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათაური, ჟურნალის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	D. Jishiashvili, Z. Shiolashvili, N. Makhatadze, A. Jishiashvili, D. Sukhanov, V. Gobronidze.	Growth of nitride and phosphide nanowires in the presence of water molecules.	In: Proc. ICANM 2016: Int. Conf. Exh. Adv. Nano Mater.,2016	Montreal, Canada	8
2	D. Jishiashvili, Z. Shiolashvili, A. Chirakadze, A. Jishiashvili, N.Makhatadze, K. Gorgadze	Development of low temperature technology for the growth of wide band gap semiconductor nanowires. AIMS Materials Science	V.3, N#2	AIMS Press 4048 E. Glen Abbey Dr. Springfield, MO, 65809 USA	6
3	J. Markhulia,* V. Mikelashvili, Sh. Kekutia, L. Saneblidze, Z. Jabua, D. Daraselia and D.Jafaridze	Some Physical Parameters of PEG-modified Magnetite Nanofluids, J. Pharm. Appl. Chem	2, No. 2, 33-37 (2016)	ეგვიპტე	5 გვ.

ანოტაცია

1) ნაშრომში განხილულია გერმანიუმის ნიტრიდისა და ინდიუმის ფოსფიდის ნანომავთულთა გაზრდის ტექნოლოგიის შემუშავება აირადი ფაზიდან, რომელიც შეიცავს წყლის ორთქლს მიახლოებით 3 მოლ.% რაოდენობით. აირადი არე ძირითადად შედგება ჰიდრაზინის ორთქლისგან. ნაჩვენებია, რომ წყლის მოლეკულები უზრუნველყოფენ ინდიუმისა

და გერმანიუმის ზედაპირზე აქროლადი სუბოქსიდების (In_2O და GeO) წარმოქმნას, რომლებიც სუბლიმირებენ ცივი სილიციუმის ფუძეშრის მიმართულებით, სადაც რეაგირებენ ჰიდრაზინის დაშლისას წარმოქმნის მანიტრირებელ და აღმდგენელ მოლეკულებთან, რის შედეგადაც გერმანიუმის წყაროს შემთხვევაში მიიღება ნიტრიდის ნანომავთულები, ხოლო ინდიუმის წყაროს შემთხვევაში კი — ინდიუმის ფოსფიდის ნანომავთულები.

ანოტაცია

2) მაღალი, ჰევ-ზე მეტი ახალი ნანომასალები მიეკუთვნებიან იმ პერსპექტიულ ნანომასალებს, რომელთა საფუძველზეც შეიძლება დამზადდეს თერმომდეგი და ულტრაიისფერ არეში მომუშავე ხელსაწყოები. ნაშრომში ნაჩვენებია ინდიუმ-გერმანიუმის ოქსიდისა ($\text{In}_2\text{Ge}_2\text{O}_7$), გერმანიუმის ნიტრიდისა და InN -ის მიღების ტექნოლოგიების შემუშავების გზები. ნაპოვნია, რომ სინთეზის ტემპერატურის მიხედვით ინდიუმისა და გერმანიუმის წყაროს გამოყენებისას შესაძლებელია მივიღოთ გერმანიუმის, ინდიუმის ოქსიდის, ინდიუმ-გერმანიუმის ოქსიდისა ან ინდიუმის ნიტრიდის ნანომავთულები. მაღალ ტემპერატურაზე (450°C და მეტი) ინდიუმ-გერმანიუმის ნანომავთულზე დაიმზირება ინდიუმის ნიტრიდის კრისტალურ ნანონაწილაკთა გზა. განხილულია ასეთი ნანოსტრუქტურების პრაქტიკული გამოყენების პერსპექტივები.

ანოტაცია

3) შესწავლილია პოლიეთილენ გლიკოლით (პეგ) - მოლეკულური მასით 4000 დალტონი (Da) და პეგ 6000 -ით შემოგარსული სუპერპარამაგნიტური რკინის ოქსიდის (მაგნეტიტის) ნანონაწილაკების შემცველი სტაბილური კოლოიდური სითხის ფიზიკური თვისებები პეგ/რკინის ოქსიდის სხვადასხვა თანაფარდობისას. გამოკვლეულია პეგ - ბიოთავსებადი პოლიმერით სტაბილიზირებული მაგნიტური ნანოსითხის ოპტიკური და მაგნიტური თვისებები $\text{pH} \approx 6,5$ -ზე, მაგნიტური ფაზის 0.02-0.75% დიაპაზონში შემცველობით. მაგნიტური ნანოსითხეების (მნნ) ბიოსამედიცინო გამოყენებისას მოითხოვება ფიზიოლოგიური გარემოს შესაბამისი pH -ის მქონე, სუპერპარამაგნიტური რკინის ოქსიდის ნანონაწილაკების (SPION) შემცველი კოლოიდური სისტემის მიღება, რომელშიც დისპერსიულ გარემოს წარმოადგენს დისტილირებული წყალი ან სხვა ფიზიოლოგიური ხსნარი. 10-20 ნმ ზომის ბიოთავსებადი SPION-ები სინთეზირებულია ქიმიური თანადალექვის მეთოდით ვაკუუმურ არეში. მიღებული რკინის ოქსიდის ნანონაწილაკები სტაბილიზირებულია პეგის მოლეკულებით სინთეზის პროცესშივე. მერხვეი ნიმუშის მაგნიტომეტრის (VSM) მეშვეობით ოთახის ტემპერატურაზე (300 K), მაღალ და დაბალ მაგნიტურ ველებში (0-3 ტლ.) გადაღებული დამაგნიტებულობის მრუდების ანალიზით დადგენილია მნნ-ის მაგნიტური მახასითებლები და ასევე სტაბილიზატორის გავლენა ბიოთავსებადი ნანოსითხის მაგნიტურ თვისებებზე.

III. 1. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

ა) საქართველოში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოსხენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	D. Jishiashvili, L. Chkhartishvili, Z. Shiolashvili, N. Makhatadze, A. Jishiashvili, G. Chonishvili, A. Chirakadze, D. Sukhanov.	Synthesis of In_2O_3 nanowires for gas sensor applications	4 th International Conference “Nanotechnologies” NANO-2016, October 24-27, Tbilisi, Georgia.

ანოტაცია

აღწერილია ინდიუმის ოქსიდის ნანომავთულებების ზრდის ტექნოლოგიის შემუშავება. ნაჩვენებია, რომ ნანომავთულთა მორფოლოგია მნიშვნელოვნადაა განპირობებული მათი სინთეზის ტემპერატურით. კერძოდ დაბალ ტემპერატურებზე ($350\text{--}450^\circ\text{C}$) ზრდის სინქარე დაბალია, რის გამოც ხდება ზრდის კატალიზატორის დიამეტრის გადიდება დროის მიხედვით, რაც, თავის მხრივ, იწვევს ნანომავთულთა კონუსურობას ზრდის მიმართულებით. შედარებით მაღალ ტემპერატურებზე კატალიზატორში შემოსულ და პრეციპიტირებულ მოლეკულათა რაოდენობები გატოვებულია, რაც სიგრძის მიხედვით თანაბარი დიამეტრის მქონე ნანომავთულთა გაზრდას იწვევს. ინდიუმის ოქსიდის საფუძველზე დამზადებულია ამიაკის სენსორი, რომლის მგრძობელობამ ერთეული ppm შეადგინა.

ბ) უცხოეთში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოსხენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	D. Jishiashvili, Z. Shiolashvili, N. Makhatadze, A. Jishiashvili, V. Gobronidze.	Growth of nitride and phosphide nanowires in the presence of water molecules.	ICANM2016 International conference & exhibition on advanced and nanomaterials August 1-3, 2016. Montreal, Canada. 2016

ანოტაცია

მოსხენებაში განხილული იყო N_2H_4 -ში შერეული წყლის გავლენა ინდიუმისა და გერმანიუმის ნაერთების შემარგენლობაში. ნაჩვენებია წყლის, როგორც მოლეკულათა მასის

ტრანსპორტირებისთვის საჭირო რეაგენტის როლი ქიმიური სინთეზისას. გრავიმეტრიის გამოყენებით ნაპოვნია, რომ წყლის მოლეკულები იწვევენ გერმანიუმის ზედაპირის აქტიურ ქიმიურ ამოჭმასა და ზედაპირზე ამოჭმის სამკუთხედების გაჩენას. ინდიუმის შემთხვევაში წყლის მცირე შემცველობისას (3 მოლ.%) ხდება აქროლადი ინდიუმის სუბოქსიდის წარმოქმნა, ხოლო მისი მეტი შემცველობისას სილიციუმის ფუძეშრეზე ხორციელდება ინდიუმის ოქსიდის ნანომავთულთა ზრდა.

№6 კოჰერენტული ოპტიკის და ელექტრონიკის განყოფილება

განყოფილების გამგე — ზაზა მელიქიშვილი, მთავარი მეცნიერ თანამშრომელი, აკად.დოქტ.

სამეცნიერო ერთეულის პერსონალური შემადგენლობა:

ზაზა მელიქიშვილი, განყ. უფროსი, მთ.მეც.თან
 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 დაფინანსებით 2016 წლის გეგმით შესრულებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (ეხება სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებს)

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

	დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით		
1	<p>გაუმჯობესებული თვისებების მქონე მაღალტემპერატურული ზეგამტარი მასალის დაჩქარებული და ენერგოდამზოგი წარმოება ნანოტექნოლოგიის გამოყენებით</p> <p>მყარი ტანის ფიზიკა, ზეგამტარობა</p>	ნიკოლოზ მარგიანი	<p>ნ. პაპუნაშვილი, ზ. ადამია, ვ. ჟღამაძე, ი. ქვარცხავა, გ. მუმლაძე, დ. ძანაშვილი</p>
<p>გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>1. ბისმუტიანი მაღალტემპერატურული ზეგამტარი (ე.წ. Bi 2223) ერთ-ერთი ყველაზე პერსპექტიული მასალაა უდანაკარგო ელექტროინდუსტრიაში გამოყენების თვალსაზრისით. ამ ზეგამტარი მასალის უკიდურესად ნელი წარმოქმნის კინეტიკის შედეგად მისი სინთეზი უკიდურესად შრომატევადი პროცესია და საჭიროებს მრავალდღიან თერმულ დამუშავებას; გარდა ამისა, საბოლოო პროდუქტი ხასიათდება კრიტიკული დენის სიმკვრივის დაბალი მნიშვნელობით. ამრიგად, ზეგამტარი ფრაქციის ფორმირების დაჩქარება და კრიტიკული დენის სიმკვრივის ამაღლება ბისმუტიან მაღალტემპერატურულ ზეგამტარ მასალებში წარმოადგენს უმთავრეს პრობლემას, რომლის გადაჭრა შესაძლებელს გახდის ამ მაღალტექნოლოგიური მასალების ფართომასშტაბიან გამოყენებას უდანაკარგო, ზეგამტარ სადენებში. აღნიშნული განაპირობებს მასალათმცოდნეობითი კვლევების უპრეცედენტო ზრდას, რომელიც მოიცავს ბისმუტიანი ზეგამტარი მასალების მიღების მოწინავე ტექნოლოგიების შემუშავებას.</p> <p>პროექტის შემსრულებელ მეცნიერთა ჯგუფის მიერ მიღებული შედეგების თანახმად, ტყვიის ბორატისა და ელემენტური ბორის დანამატები მკვეთრად (≈3-ჯერ) ამაღლებს Bi -2223 ზეგამტარი მასალის კრიტიკული დენის სიმკვრივეს და ზეგამტარი ფაზის წარმოქმნის სიჩქარეს არსებული ტექნოლოგიით სინთეზირებულ მასალასთან შედარებით. პროექტის შემსრულებლების მიერ ასევე დადგენილ იქნა, რომ დანამატიანი (დოპირებული) კაზმის მაღალენერგეტიკული გადაფქვა განაპირობებს კრიტიკული დენის სიმკვრივის შემდგომ მნიშვნელოვან ზრდას.</p>			

I. 2.

№	შესრულებული პროექტის დასახელება	პროექტის მცენიერების	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
---	---------------------------------	----------------------	-----------------------	------------------------

	დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით		
1	ადამიანის კანის <i>in vivo</i> ოპტიკური სპექტროსკოპია სამეცნიერო მიმართულება: ბიოსამედიცინო ოპტიკა და სპექტროსკოპია	ზ. მელიქიშვილი (კიბერნეტიკის ინსტიტუტის მხრიდან)	ზ. მელიქიშვილი, თ. მელოძე, ზ. ჯალიაშვილი (კიბერნეტიკის ინსტიტუტის მხრიდან)
2	დნმ და ნანოფოტონიკა სამეცნიერო მიმართულება: მოლეკულური ბიოფიზიკა, ბიონანოფოტონიკა	ზ. მელიქიშვილი (კიბერნეტიკის ინსტიტუტის მხრიდან)	ზ. მელიქიშვილი, თ. მელოძე, ზ. ჯალიაშვილი (კიბერნეტიკის ინსტიტუტის მხრიდან)
3	მოლეკულური აგრეგაციები და სინათლით ანიზოტროპიის ინდუცირება აზო საღებარებში	ტარიელ ებრალიძე	ტარიელ ებრალიძე, ნადია ებრალიძე, გიორგი მუმლაძე

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

1. ადამიანის კანის *in vivo* ოპტიკური სპექტროსკოპია.

ამ საკითხებზე ჩვენი ჯგუფი მუშაობს აშშ-ში (კალიფორნია, სან ხოსე) მოღვაწე ფირმასთან - "The body you wear"-თან კოლაბორაციაში.

2016 წელს ჩატარდა როგორც ექსპერიმენტული ასევე თეორიული კვლევები. მიღებული იქნა შემდეგი ძირითადი შედეგები:

ა) 450-750 ნმ ტალღის სიგრძეების დიაპაზონში მივიღეთ როგორც სტაციონარული, ასევე დროზე დამოკიდებული არეკვლის სპექტრები.

ბ) თეთრი სინათლის დასხივება და კანიდან არეკლილი სიგნალის ჩაწერა ხორციელდებოდა ორი ოპტიკური ბოჭკოს საშუალებით. ორივე ბოჭკოს ჰქონდა ტოლი დიამეტრები - 600 მკმ. მათ შორის დაშორება იცვლებოდა 640 მკმ - 1მმ დიაპაზონში (იგულისხმება ბოჭკოების ცენტრებს შორის მანძილი). ცდის ასეთმა გეომეტრიამ საშუალება მოგვცა შეგვესწავლა: (1) არეკვლის სპექტრების ცვლილება დასხივების წერტილიდან სხვადასხვა მანძილზე; (2) ამოკითხვის სიღრმის ცვლილება ტალღის სიგრძესა და დამსხივებელსა და დეტექტორს შორის მანძილის ცვლილებაზე; (2); სიგნალების დროითი მოდულაციის მიზეზები, მათი წარმოშობის მიზეზი და გამოვლინება ამა თუ იმ სპექტრალურ უბანში. ეს ყოველივე ძალზე მნიშვნელოვანია ოპტიკური დიფუზური ტომოგრაფის ასაგებად.

გ) თეორიულად შევისწავლეთ გამოსხივების გადატანის განტოლების დიფუზური მიახლოვება. გავითვალისწინეთ, რომ სიგნალის დეტექტირება ხორციელდება დასხივების

წერტილიდან გარკვეულ მანძილზე მოთავსებული სასრული ზედაპირის ფართობის მქონე დეტექტორით (ასეთი გამოსახულება ლიტერატურაში არ მოიძიება). მიღებული გამოსახულება მოვიდა კარგ თანხვედრაში ექსპერიმენტულ შედეგებთან, მიუხედავად იმისა, რომ 450-600 ნმ დიაპაზონი სასაზღვრო უბანია, სადაც სინათლის გავრცელების დიფუზური მოდელი შეიძლება ცუდი მიახლოება აღმოჩნდეს. ეს საკითხი მოითხოვს შემდგომ შესწავლას მონტე-კარლოს მეთოდის გამოყენებით, რათა დავრწმუნდეთ დიფუზური მიახლოების სამართლიანობაში.

დ) მონტე-კარლოს მოდელირება გამოვიყენეთ, რათა შეგვესწავლა მოცემული გეომეტრიისათვის ამოკითხვის სიღრმე. მოდელირების და ექსპერიმენტული შედეგების შედარებამ აჩვენა, რომ შესაძლებელია დეტექტორების "გეომეტრიის" ცვლილებით ქსოვილის სხვდასხვა შრის შესწავლა. ჩვენი შემთხვევისთვის ეს სიღრმე რამდენიმე ასეული მიკრონის დიაპაზონში იცვლება.

ე) მონტე-კარლოს მოდელირების და ექსპერიმენტების შედეგების შედარებით ასევე დავადგინეთ, რომ *in vivo* გაზომვებში დამზერილი სიგნალების დროითი მოდულაცია არ შეესაბამება სამეცნიერო ლიტერატურაში მითითებულ მიზეზს.

2. დნმ და ნანოფოტონიკა.

ა) ამ საკითხებზე ჩვენი ჯგუფი მუშაობს თსუ-ს ელფეთერ ანდრონიკაშვილის ფიზიკის ინსტიტუტის ბიოლოგიური სისტემების განყოფილების ჯგუფთან ერთადერთად (ხემდეგანელი: პროფ. ვ. ბრეგაძე).

ბ) წელს მიმდინარე კვლევის მიზანს წარმოადგენდა დმნ+ინტერკალატორები სისტემაში არაგამოსხივებითი ელექტრონული ადგზნების გადაცემის შესწავლა ნანომასშტაბის მანძილებზე და ლითონის ნანონაწილაკების გავლენა ამ პროცესზე. ვინაიდან ამ კონკრეტული კვლევის შედეგები უკვე გამოქვეყნდა საერთაშორისო ჟურნალში (*Laser Physics Letters* **13**, 115601 (7pp), 2016), ამიტომ აქ მხოლოდ აღვნიშნავთ, რომ ეს არის კვანტურ-ელექტროდინამიკური ეფექტი, რომელშიც ნანომასშტაბს დნმ უზრუნველყოფს, ხოლო ნანონაწილაკი ცვლის საბოლოო მდგომარეობების სიმკვრივეს და ცვლის პროცესში მონაწილე ელექტრონის გადასვლის ალბათობას ფერმის ოქროს წესის თანახმად.

3. საანგარიშო პერიოდში (ინსტიტუტში სარემონტო სამუშაოების დაწყებამდე) გავრძელდა მოცემულ თემატიკაზე მუშაობა. კვლევები ხორციელდებოდა აზოსაღებარების თვითინდუცირებულ ანსამბლზე (ძირითადად – ხრიზოფენინზე). შეისწავლებოდა აგრეგაციების ანსამბლის თვითინდუცირება და დროითი დინამიკა წრფივად პოლარიზებული სინათლით დასხივების შემდეგ. კვლევის შედეგები გაგზავნილია საერთაშორისო ჟურნალში "Optics" (Science publishing group).

II. 2. პუბლიკაციები:
ბ) უცხოეთში

სტატიები

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათა- ური, ჟურნა- ლის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/ კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	V. G. Bregadze, Z. G. Melikishvili, T. G. Giorgadze, I. G. Khutsishvili, T. B. Khuskivadze, Z. V. Jaliashvili and K. I. Sigua	<i>Laser Phys. Lett.</i>	13 115601 (7pp), 2016	IOP Publishing	7
2	Vasil G. Bregadze, Zaza G. Melikishvili, Tamar G. Giorgadze, Irine G. Khutsishvili ¹ , Temur B. Khuskivadze, Zaza V. Jaliashvili	Proc. of 2016 XXI <i>International Seminar/Workshop on Direct and Inverse Problems of Electromagnetic and Acoustic Wave Theory (DIPED)</i>	pp.145-149, 2016.	<i>IEEE</i>	6
3	N. G. Margiani, G. A. Mumladze, Z. A. Adamia, N. A. Papunashvili, D. I. Dzanashvili	Influence of Pb(BO ₂) ₂ Doping on Superconducting Properties of (Bi,Pb)-2223 HTS J. Supercond. Nov. Magn.	28 :499–502	US Springer	4
4	N.G. Margiani, S.K. Nikoghosyan, Z.A. Adamia, D.I. Dzanashvili, V.S. Kuzanyan, N.A. Papunashvili,	Enhancement of Phase Formation and Critical Current Density in (Bi,Pb)-2223 Superconductor by	Special Issue 1: High Temperature Superconductivity: Theory and Experiment,	Cosmos Scholars Publishing House	5

	I.G. Kvartskhava, A.G. Sarkisyan and V.V. Zhghamadze	Boron Addition and Ball Milling. Int. J. Adv. App. Phys. Res.	pp.1-5		
<p style="text-align: center;">ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე</p> <p>1. ამ სამუშაოს მიზანს წარმოადგენდა ლაზერით ინდუცირებული რეზონანსული ენერჯის გადატანით გამოწვეული ფლუორესცენციის მეთოდის გამოყენება დნმ-ს ორმაგი სპირალის "ხარისხის" რადიკალიზაციის შეფასებისათვის. დონორ-აქცეპტორულ წყვილს ექსპერიმენტში წარმოადგენდა აკრედინის ნარინჯი და ეთიდიუმ ბრომიდის ინტერკალატორები. ეს მიდგომა საშუალებას იძლევა რეალურ დროის რეჟიმში აღმოვაჩინოთ გენტიკური აპარატის დეფექტები და, შესაბამისად, გამოვიყენოთ ამ დეფექტებით გამოწვეული სხვადასხვა დაავადებების დიაგნოსტიკისთვის.</p> <p>2. მოცემული კვლევის მიზანს წარმოადგენდა შთანთქმის სპექტროსკოპიის გამოყენებით ვერცხლის ატომების რეზონანსული ურთიერთქმედების შესწავლა მის მიერ წარმოქმნილ სხვადასხვა სისტემებში: ა) ვერცხლის ნანონაწილაში; ბ) დნმ-სთან წარმოქმნილ კომპლექსებში; გ) ოლიგონუკლეოტიდებთან წარმოქმნილ კომპლექსებში; დ) ინკაფსულირებული G4 თაობის პოლიამიდოამინში (PAMAM); ე) ცელოფანის მემბრანაში.</p> <p>ნაჩვენებია, რომ დნმ-ში ვერცხლის ნანონაწილაკი წარმოადგენს წვეთს, რომელიც ურთიერთქმედებისას ასეველებს დნმ-ს ზედაპირს. კომპლექსის სინათლით დასხივებისას, სწრაფი, ინტენსიური გათბობის პირობებში ხორციელდება დნმ-დამოკიდებული კონფორმაციული გადასვლა.</p> <p>ასევე ნაჩვენებია, რომ ვერცხლის ნანონაწილაკების ფოტოდესორბციისას დნმ-ს ორმაგი სპირალის ვერცხლის ატომებთან ერთად წარმოქმნის ხისტ, ერთგანზომილებიან პერიოდულ სტრუქტურას.</p> <p>3. შესწავლილია ტყვიის ბორატის დანამატის ზეგავლენა ი-2223 ზეგამტარი მასალის კრიტიკული დენის სიმკვრივესა და ზეგამტარი ფაზის წარმოქმნის სიჩქარეზე.</p> <p>4. შესწავლილია ელემენტური ბორის დანამატის ზეგავლენა Bi-2223 ზეგამტარი მასალის კრიტიკული დენის სიმკვრივესა და ზეგამტარი ფაზის წარმოქმნის სიჩქარეზე.</p>					

III. 1. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

ა) საქართველოში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოსხენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	V. Bregadze, T. Giorgadze, Z. Melikishvili, I. Khutsishvili, T. Khuskivadze, S. Melikishvili, T. Hianik	Sorption Characteristics of Organic Materials in Metal Ion Reduction Reaction and Nanotechnology	Modern Research and Prospects of Their Use in Chemistry, Chemical Engineering and Related Fields, International Scientific Conference, September 21-23, 2016, Ureki, Georgia
<p>მოსხენებათა ანოტაცია ქართულ ენაზე</p> <p>1. სამუშაოს მიზანია დნმ-ს, პოლიამიდოამინის დენდრიმერში, ცელოფანის მემბრანაში, ადამიანის თმაში, ბამბის ბოჭკოში სპილენძის და ვერცხლის იონების ატომის მდგომარეობამდე აღდგენა.</p>			

ბ) უცხოეთში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოსხენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	T.G. Giorgadze, I.G. Khutsishvili, Z.G. Melikishvili, T.B. Khuskivadze, V.G. Bregadze	DNA as a Catalyst in Redox, Photo-induced Processes and Nanoscale Energy Transfer	3 rd International Conference on Medical Physics and Biomedical Engineering, November 07-08, 2016, Barcelona, Spain.
<p>მოსხენებათა ანოტაცია ქართულ ენაზე</p> <p>1. მოსხენების მიზანია წარმოადგინოს სპექტროსკოპული და თერმოდინამიკური მეთოდებით ჩატარებული კვლევების შედეგები, რომლებიც ეძღვნება დნმ-ს კატალიზატორული თვისებების შესწავლას ჟანგვა-აღდგენით რეაქციებში, ფოტოდინამიკურ ეფექტის დროს და მის როლს ნანომასშტაბურ დონეზე უზრუნველყოს რეზონანსული ელექტრონული ალგორითმების გადატანა.</p>			

7 ოპტიკურად მარტივად ანიზოტროპული სისტემების განყოფილება

განყოფილების გამგე - ანდრო ჭანიჭიანი;

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

I. 1. საქართველოს სახელმწიფო ბიუჯეტის დაფინანსებით 2016 წლის გეგმით შესრულებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები

(ეხება სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებს)

№	შესრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	ZnO ნანოფხვნილების ტაბლეტების ელექტრული გამტარებლობა	ოლეგ გოგოლინი	რუსიკო ჯანელიძე, იუდეინ ბლაგიძე, გენრი მშველიძე, ნათელა პაპუნაშვილი, ოლეგ გოგოლინი, ელენე ციციშვილი
2	ნახევარგამტარული ნანოსტრუქტურირებული მასალების მიღება და კვლევა ახალი თაობის ფოტოელექტრული მოწყობილობებისთვის	თინათინ ლაფერაშვილი	ა.ჭანიჭიანი თ.ლაფერაშვილი ო.კვიციანი დ.ლაფერაშვილი შ.ლომიტაშვილი

ფიზიკა, ნახევარგამტარული ნანოტექნოლოგია		
<p>გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>1) გამტარებლობის ცვლად დენზე გაზომვით შესწავლილია კომერციული Zn ოქსიდის ნანოფხვნილების ნაწილაკების სერია, საშუალო ზომით 70-დან 380 ნმ-დე. ფხვნილები დამზადებულია ტაბლეტების სახით მაკროსკოპული სიმკვრივით დაახლოებით 70%-მდე. გაზომვები ჩატარებულია ტემპერატურულ და სიხშირის არეში 300K-დან 750K-მდე და 100Hz-დან 105Hz-მდე, სათანადოდ. გაზომილი გამტარებლობა ექვემდებარება ჯონშერის ხარისხოვან კანონს და შესწავლილი ფხვნილები აჩვენებს მიახლოებით უნივერსალობას. გამოირჩევა სამი რელაქსაციური პროცესი აქტივაციის ენერგიით 1,4 eV, 0,3 eV და 0,01 eV მაღალ, შუალედურ და გარემოს ტემპერატურებზე. დადასტურდა, რომ 400K გამტარებლობა ტემპერატურის ქვევით პროპორციულია ნაწილაკის საშუალო ზომის.</p> <p>2. შემოთავაზებული ქვეპროგრამის ფარგლებში საანგარიშო პერიოდში გაგრძელდა ექსპერიმენტული და თეორიული კვლევები III-V ნახევარგამტარების ბაზაზე ნანომასალების მიღების ახალი ტექნოლოგიის დამუშავების მიზნით, კერძოდ:</p> <p>გალიუმის ფოსფიდზე ინდიუმის თხელი ფენის ელექტროქიმიური დაფენით და ინერტული გაზის ატმოსფეროში მისი შემდგომი თერმოდამუშავებით მიღებულია ნანოსტრუქტურირებული მასალა, რომელიც ხასიათდება მაღალი მგრძობიარობით ელექტრომაგნიტური გამოსხივების ახლო ინფრაწითელ უბანში (1.5 - 2.2)ეე. მიმდინარე წელს გაგრძელდა კვლევითი სამუშაოები ნახევარგამტარული ნანოსტრუქტურირებული მასალის ფორმირების მექანიზმის დასადგენად და ახალი თაობის ფოტოელექტრული მოწყობილობებში მათი გამოყენების შესაძლებლობის შესასწავლად.</p> <p>ჩვენს მიერ მიღებული შედეგებისა საფუძველზე სხვა მკვლევარების მიერ გამოქვეყნებული უახლესი მონაცემების გათვალისწინებით შექმნილია ფენომენოლოგიური მოდელი ნანოსტრუქტურირებული მასალის მიღების მექანიზმის ასახსნელად გალიუმის ფოსფიდის ზედაპირზე ინდიუმის ელექტროქიმიური დაფენისა და ინერტული გაზის ატმოსფეროში მისი შემდგომი თერმოდამუშავების შედეგად.</p> <p>კვლევამ აჩვენა, რომ მიღებული მასალა საინტერესოა ოპტიკურბოჭკოვანი კავშირგაბმულობაში ნახევარგამტარული ოპტიკური გამაძლიერებლის დასამზადებლად და პერსპექტიულია ახალი თაობის მცირეგაბარიტიანი, მრავალგადასასვლელიანი მაღალეფექტური მზის ენერჯის გარდამქნელის დასამზადებლად.</p> <p>პროექტის შესრულებაში მონაწილეოვნ: ოპტიკურად მართვადი ანიზოტროპული სისტემების განყოფილების ხელმძღვანელი ანდრო ჭანიშვილი, ახალგაზრდა მეცნიერი ვლადიმერ მიქელაშვილი, ორესტ კვიციანი და დავით ლაფერაშვილი საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის საინჟინრო ფიზიკისა და კავშირგაბმულობის დეპარტამენტის</p>		

დოქტორანტი, შესაბამისად, და შორენა ლომიტაშვილი ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ქიმიის ფაკულტეტის სტუდენტი.

კვლევის შედეგები მოხსენებულია უცხოეთში და საქართველოში ჩატარებულ საერთაშორისო კონფერენციებზე, 2 სტატია გამოქვეყნებულია და 2 სტატია გადაცემულია სამეცნიერო ჟურნალებში დასაბუჯდად.

I. 2.

№	შესრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	ახალი ტიპის თხევადკრისტალური ლაზერების შემუშავება. ფიზიკა, ოპტიკა	ანდრო ჭანიშვილი	გურამ ჭილაია, ზურაბ ვარდოსანიძე, სვეტლანა თავზარაშვილი, მარინა არონიშიძე, ქეთევან თევდორაშვილი
<p>გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>მიღებულია და შესწავლილია ახალი ტიპის ლაზერული გენერაცია სადებარდამატებულ პოლიმერულ ფენაში. მიღებული ლაზერული გენერაციის თავისებურებას წარმოადგენს ის ფაქტი, რომ გამოსხივება სივრცულად მოდულირებულია და იძლევა ინფორმაციას დატუმბვის ველის სივრცულ განაწილებაზე. ასეთი ლაზერი აერთიანებს ლაზერის და ელემენტარული ჰოლოგრამის თვისებებს. გამოვიდა პუბლიკაცია რეცენზირებად ჟურნალში. დაწყებულია ფერადი კონუსური გენერაციის საფუძველზე გადაწყობადი ლაზერის მიღების შესაძლებლობის კვლევები ფოტონურ თხევად კრისტალში.</p>			

**I. 3. სახელმწიფო გრანტით (რუსთაველის ფონდი) დაფინანსებული
სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (ეხება როგორც უმაღლეს
საგანმანათლებლო, ისე სამეცნიერო-კვლევით დაწესებულებებს**

№	პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	დამფინანსებელი ორგანიზაცია	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	ინფორმაციის ჩაწერა ოპტიკურად აქტიურ ქოლესტერულ თხევად კრისტალებში. ფიზიკა, ოპტიკა	რუსთაველის ფონდი და CNRS	გურამ ჭილაია	ანდრო ჭანიშვილი, ნინო ფონჯავიძე
2	სანათლით მართვადი გიროტროპია თხევად კრისტალებში ინფორმაციის ჩასაწერად ფიზიკა, ოპტიკა	რუსთაველის ფონდი	გურამ ჭილაია	ანდრო ჭანიშვილი, ნინო ფონჯავიძე, სვეტლანა თაყაიშვილი, ქეთევან თევდორაშვილი, ირაკლი ნახუცრიშვილი

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

1. პროექტის ძირითადი მიზანი იყო გამოგვეკვლია ინფორმაციის ოპტიკური ჩაწერის
შესაძლებლობა ოპტიკურად აქტიური თხევადი კრისტალის თხელი ფენის ოპტიკური
აქტივობის ფოტომოდულაციის საფუძველზე. ჩვენს მიერ მოცემულ პროექტში შემოთავა-
ზებული იყო ოპტიკური ინფორმაციის ჩაწერა ოპტიკურად აქტიურ თხევადკრისტალურ
ფენაში, რომლის სისქე რამოდენიმე მიკრონია.

გადაწყვეტილი იყო შემდეგი ამოცანები: (1) ფოტომგრძობიარე თხევადკრისტალური
კომპონენტების შერჩევა და გამოკვლევა ფოტომგრძობიარე ოპტიკურად აქტიური
თხევადკრისტალური ნარევების დასამზადებლად; (2) შერჩეული კომპონენტებისაგან
თხევადკრისტალური ნარევების დამზადება, რომელთაც პროექტის მიზნების მისაღწევად
ოპტიკალური თვისებები გააჩნიათ. მოცემული ნარევებისაგან თხელი ფენების დამზადება და
ოპტიკალური სისქეების შერჩევა; (3) მოცემულ ფენებზე ინფორმაციის ჩაწერა. ამისათვის
შერჩეული იყო ოპტიკური მესერის ჩაწერის მეთოდი შაბლონის გამოყენებით.

გამოკვლევული იყო მრავალი კომპონენტი და მათ საფუძველზე დამზადდა ნარევები,
რომელთაც გააჩნიათ სინათლით მართვადი ოპტიკური აქტიურობები. საუკეთესო
მაჩვენებლები ჰქონდა ორი კომპონენტისაგან შემდგარ ნარევის: ZhK-440 (NIOPIK) და MLC-6248

(Merck). ამ კომპონენტების პროცენტული თანაფარდობის ცვლილებით ჩვენ შევძელით მიგველო ისეთი თხევადკრისტალური ფენა, რომელშიც პოლარიზაციის სიბრტყის მობრუნების კუთხე აღეგნდა ოპტიმალურ 90⁰-ს, ხოლო დანარჩენი არასასურველი ოპტიკური თვისებები, როგორებიცაა ოპტიკური ანიზოტროპია, სელექტიური ამრეკლაობა, შთანთქმა და გაბნევა, პრაქტიკულად არ არსებობდა. ამასთან, ფენის სისქე შეადგენდა 7 მიკრონს-ს. ამგვარად, მიღებული იყო თხელი და გამჭვირვალე, ოპტიკურად იზოტროპული და აქტიური ფენები, რომლებიც ოპტიკურ სიბრტყეს აბრუნებდნენ 90⁰-ით. გამოკვლეული იყო მათი ფოტო- და თერმო-ოპტიკური დამოკიდებულებები, ასევე დისპერსიული თვისებები. მიღებული ფენები გამოსადეგი იყო მესერის ჩასაწერად. პროექტის განხორციელების შედეგად ჩაწერილი იყო მესერების ორი სახეობა: (1) სპირალის ბიჯის ფოტო-მოდულაციის საფუძველზე (ფერადი მესერი) და (2) “ქოლესტერიკი-იზოტროპული სითხე” ფაზური გადასვლის საფუძველზე. პროექტის ძირითადი შედეგი მდებარეობს შემდეგში: პირველად დემონსტრირებულია ინფორმაციის ოპტიკური ჩაწერა ოპტიკურად აქტიური მასალის რამდენიმე მიკრონის სისქის ფენაში.

2. პროექტის ძირითად მიზანს წარმოადგენდა ინფორმაციის ოპტიკური ჩაწერის შესაძლებლობის ჩვენება ქოლესტერული თხევადი კრისტალის (თკ) ფენის გიროტროპიის სივრცული ფოტომოდულაციის საფუძველზე. დასახული მიზნის მისაღწევად თკ ფენის საჭირო და საკმარისი სისქე, ჩვენი გათვლით, არ უნდა აღემატებოდეს 10 მკმ-ს, რაც თითქმის სამი რიგით ნაკლებია ლიტერატურაში აღწერილი საუკეთესო მასალის ანალოგიურ მაჩვენებელზე. სწორედ ეს მტკიცება განსაზღვრავდა პროექტის სამეცნიერო სიახლეს. როგორც აჩვენეს პროექტის საზღვრებში ჩატარებულმა კვლევებმა, ჩვენი გათვლები დადასტურდა და ჩვენ შევძელით ინფორმაციის ჩაწერა 5-დან 10 მკმ-მდე სისქის თკ ფენებში. უფრო მეტიც, ჩვენს მიერ შემუშავებულ ფოტომგრძობიარე გიროტროპულ თკ ფენას გააჩნია პრაქტიკულად ნულოვანი ოპტიკური ანიზოტროპია, რაც წარმოადგენს მის მნიშვნელოვან განსხვავებას სხვა ოპტიკურ მასალებთან შედარებით, რომლებიც ადრე გამოიყენებოდნენ. ფოტომგრძობიარე ნემატიკებისა და არაფოტომგრძობიარე ოპტიკურად აქტიური დანამატების ნარეგების საფუძველზე მიღებულ იქნა ძალიან მაღალი პარამეტრების მქონე სინათლით მართვადი გიროტროპული ქოლესტერული თკ ფენები.

განისაზღვრა პოლარიზაციის სიბრტყის ბრუნვის კუთხეების დამოკიდებულება სინათლის ტალღის სიგრძეზე და თკ ფენის სისქეზე, და აგრეთვე გიროტროპული თვისებების დამოკიდებულება თკ სპირალის ბიჯზე. მიღებული მონაცემების საფუძველზე ჩატარებულ იქნა ჩამოთვლილი პარამეტრების ოპტიმალური თანაფარდობების შერჩევა. დადგინდა იყო, რომ პროექტის მიზნებისათვის საუკეთესო შედეგებს აჩვენებს თკ მასალა სპირალის ბიჯით 1.5 მიკრონი, როცა მისი სისქე ოპტიკურ ფენაში შეადგენს 7 მიკრონს და წამკითხავი სხივის ტალღის სიგრძე 650 ნმ. ნაჩვენებია, რომ დაშვებული წამკითხავი სინათლის ტალღის სიგრძის ცვლილება სპექტრის ყვითელ-წითელ დიაპაზონის ფარგლებშია.

მესერების ჩაწერა ფოტომართვად გიროტროპულ თკ ფენებში განხორციელებულ იქნა ულტრაიისფერი სინათლის მეშვეობით შაბლონის (მასკის) მეთოდით. ჩაწერილი ინფორმაციის წაკითხვა ხორციელდება წრფივად პოლარიზებული სხივის მიერ, ანუ ჩაწერილი მესერი დაიშორება მხოლოდ შეჯვარებულ პოლარიდებს შორის. ამასთანავე ოპტიკური ფენა სრულად იზოტროპულია, რაც წარმოადგენს ჩვენს მიერ შემუშავებულ თკ მასალის

განსაკუთრებულ თავისებურებას. შაბლონის მეთოდმა საშუალება მოგვცა ჩაგვეწერა მესერები პერიოდით 600 მკმ და 120 მკმ.

II. 1. პუბლიკაციები:

ა) საქართველოში

სტატიები

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათა- ური, ჟურნა- ლის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/ კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	Ponjavidze N.T., Bortolozzo U., Residori S., Chanishvili A.G., Chilaya G.S. and Petriashvili G.Sh.	“Optical Control of the Transmission Spectrum of the Optically Active Liquid Crystal Layer”, Georgian Engineering News	N2	თბილისი, International Engineering Academy, Georgian Engineering Academy	3
2	I.Nakhutsrishvili, O.Tkeshelashvili, A.Chanishvili	“Matemathical Model of Thermogravimetric Curves of FeCrAl(La) Alloy Oxidation in Air”, Journal of Technical Science & Technologies	N1	თბილისი, International Black Sea University	3
3	I.Nakhutsrishvili	“Some Formal Aspects of Tedmons Kinetics: Growth and Sublimation of Ge3 N4”, Journal of Technical Science & Technologies	N1	თბილისი, International Black Sea University	4

4	Г.Кахниашвили, Р.Тхинвалели, И.Нахуцришвили	“Особенности каталитического окисления монооксида углерода”, Известия НАН Грузии, сер.Химическая	N2	თბილისი, ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი	3
5	О.Ткешелашვილი, И.Нахуцришвили, Г.Кахниашვილი	“Рост окалины по кубическому кинетическому закону, сопровождающийся уменьшением реакционной поверхности”, Известия НАН Грузии, сер.Химическая	N2	თბილისი, ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი	2
6	რუსიკო ჯანელიძე, იუჯინ ბლაგიძე, გენრი მშველიძე, ნათელა პაპუნაშვილი, ოლეგ გოგოლინი, ელენე ციციშვილი	Proceedings of the Georgian Academy of Sciences Chemical series	v.42, N1, p.40, 2016	საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია, თბილისი	2
7	T.Laperasvili A.Chanisvili S.Lomitasvili	Indium Phosphide Quantum Dots on Gallium Phosphide საქ. მეცნ.აკად. მაცნე, ქიმიის სერია	ტ.43, №4	თბილისი	6
8	O. Kvitsiani T.Laperashvili	III-V Semiconductor Nanostructure for Solar Cells Nano Studies		Tbilisi Nekeri	6

9	D.Laperashvili T.Laperashvili A.Chanishvili	InP BASED Nanomaterials for Telecommunication Nano Studies		Tbilisi Nekeri	7
---	---	---	--	-----------------------	---

ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე

1. შესწავლილია ფოტომგრძობიარე ოპტიკურად აქტიური თხევადკრისტალური ფენა რამოდენიმე მიკრონის სისქით, რომელსაც გააჩნია ოპტიკური აქტივობის ძალიან მაღალი სიდიდე. მიღებულია ოპტიკური აქტივობის ფოტონდუცირებადი ცვლილება, რომელიც განაპირობებს ფენის გამტარიანობის სპექტრის მნიშვნელოვან წანაცვლებას შეჯვარებულ პოლარიდეებში. ფოტომგრძობიარე ფენის დასხივება ხორციელდებოდა ულტრაიისფერი სინათლით, პოლარიზაციის სიბრტყის ბრუნვის კუთხეების და გამტარებლობის სპექტრის ცვლილება დაიშორებოდა ხილულ არეში. მიღებულია სინათლის გამტარებლობის პიკის წანაცვლება 670ნმ-დან 510ნმ-მდე. ამავე დროს 7მკმ სისქის ფენას გააჩნდა სინათლის პოლარიზაციის სიბრტყის ბრუნვა 90 გრადუსიდან წითელ არეში 360 გრადუსამდე იისფერ არეში.
2. მრეწველობასა და ტექნიკაში ფართოდ გამოყენებული რკინა-ქრომ-ალუმინის შენადნობის ჟანგვის კინეტიკა ჩვეულებრივ აღიწერება ხარისხოვანი კანონით. ნაშრომში განხილულია ამ შენადნობის აქტიური ზედაპირის შემცირების ეფექტი. ეს ეფექტი განპირობებულია მალეგირებელი ელემენტების ბარიერული შენაერთების წარმოქმნით. ასეთი შემთხვევისათვის გამოყენებულია არახარისხოვანი კინეტიკური დამოკიდებულებები. ნაჩვენებია თეორიული შედეგების კარგი შესაბამისობა ექსპერიმენტალურ მონაცემებთან.
3. ნაშრომში მიღებულია ტედმონის ტიპის არაცხადი განტოლება რეაქციის კინეტიკური და დიფუზიური კონტროლის ერთდროული გათვალისწინებით. ამ განტოლების გამოყენების შესაძლებლობა დემონსტრირებულია ელექტრონიკაში, ფოტოსინთეზში და ტექნიკის ზოგიერთ სხვა დარგში პერსპექტიული მასალის - გერმანიუმის ნიტრიდის - სინთეზის მაგალითზე, როდესაც ამიაკის არეში მონოკრისტალური გერმანიუმის ზედაპირზე ნიტრიდული ფენის წარმოქმნას თან სდევს მისი სუბლიმაცია.
4. ნაშრომის აქტუალურობა განპირობებულია საყოველთაოდ ცნობილი ეკოლოგიური პრობლემებით. კერძოდ, იგი ეხება მსუთავი აირის დაჟანგვას ნაწირორჟანგამდე. გამოკვლეულია პალადიუმის გავლენა ალუმინის ოქსიდის კატალიზურ თვისებებზე აღნიშნულ რეაქციაში. ნაჩვენებია, რომ პალადიუმის მცირე დანამატით ლეგირება იწვევს ალუმინის ოქსიდის კატალიზური აქტივობის მნიშვნელოვან ზრდას.
5. გამოყვანილია ხენჯის ზრდის ფორმალური კინეტიკური განტოლებები კუბურ-ხარისხოვანი კანონის მიხედვით, როდესაც ზრდას თან ახლავს სარეაქციო ზედაპირის შემცირება. განხილულია მათი ანალოგია ხენჯის პარაბოლური კანონით ზრდის განტოლებებთან.
6. გამტარებლობის ცვლად დენზე გაზომვით შესწავლილია კომერციული Zn ოქსიდის

ნანოფხენილების ნაწილაკების სერია, საშუალო ზომით 70-დან 380 ნმ-დღე. ფხენილები დამზადებულია ტაბლეტების სახით მაკროსკოპული სიმკვრივით დაახლოებით 70%-მდე. გაზომვები ჩატარებულია ტემპერატურულ და სიხშირის არეში 300K-დან 750K-მდე და 100Hz-დან 105Hz-მდე, სათანადოდ. გაზომილი გამტარებლობა ექვემდებარება ჯონშერის ხარისხოვან კანონს და შესწავლილი ფხენილები აჩვენებს მიახლოებით უნივერსალობას. გამოირჩევა სამი რელაქსაციური პროცესი აქტივაციის ენერჯით 1,4 eV, 0,3 eV და 0,01 eV მაღალ, შუალედურ და გარემოს ტემპერატურებზე. დადასტურდა, რომ 400K გამტარებლობა ტემპერატურის ქვევით პროპორციულია ნაწილაკის საშუალო ზომის.

7. ინდიუმის ფოსფიდის ქვანთური წერტილები გალიუმის ფოსფიდზე. გალიუმის ფოსფიდზე მეტალური ინდიუმის (In), გალიუმისა (Ga) მათი მყარი ხსნარის ($In_x Ga_{1-x}$) თხელი ფენის ელექტროქიმიური დაფენის მეთოდი გამოყენებულია იდეალურთან მიახლოებული თვისებების მქონე In/GaP შოტკის კონტაქტის მისაღებად. ინდიუმისა და გალიუმის დასაფენად გამოყენებულია შესაბამისი ლითონის ქლორიდის წყალხსნარიდან. ლითონის დაფენით მიღებული კონტაქტის ინერტული გაზის ატმოსფეროში მისი შემდგომი თერმოდამუშავებით მიღებული ნანოსტრუქტურირებული მასალა, რომელიც ხასიათდება მაღალი მგრძობიარობით ელექტრომაგნიტური გამოსხივების ახლო ინფრაწითელ უბანში (1.5 - 2.2) ევ. ნახევარგამტარული ნანოსტრუქტურირებული მასალის ფორმირების მექანიზმის დასადგენად შექმნილია გალიუმის ფოსფიდის ზედაპირზე ინდიუმის ფოსფიდის (InP) ნანოკრისტალების ფორმირების ფენომენოლოგიური მოდელი. ჩატარებულია კვლევა მიღებული ნანომასალის გამოყენების შესახებ.

8. III-V ნახევარგამტარული ნანოსტრუქტურები მზის ელემენტებისთვის. მზის ელემენტის რითადი მახასიათებელი პარამეტრია სინათლის ენერჯიის ელექტრულ ენერჯიად გარდაქმნის ეფექტურობა. თანამედროვე რეალურ მზის ელემენტებში გარდაქმნის ეფექტურობის ყველაზე მაღალი თეორიული ზღვარი აქვს მრავალგადასავლელიან მზის ელემენტებს, მაგრამ ძალზე მაღალი ღირებულობის გამო, ისინი, ძირითადად, კოსმოსურ სისტემებში გამოიყენება. მრავალგადასასვლელიან მზის ელემენტებში ძალიან მნიშვნელოვანია განიერი აკრძალული ზონის მქონე ნახევარგამტარის გამოყენება, რადგან განიერი აკრძალული ზონა უზრუნველყოფს ელემენტის გახსნილი წრედის ძაბვისა და შევსების ფაქტორის მაღალ მნიშვნელობებს, რაც თავის მხრივ განაპირობებს გარდაქმნის მაღალ ეფექტურობას. III-V ნახევარგამტარები არის საუკეთესო მასალა მრავალგადასასვლელიანი მზის ელემენტის დასამზადებლად, ვინაიდან მათი აკრძალული ზონა მნიშვნელოვნად ფარავს მზის სპექტრის ფართო უბანს. სილიციუმთან მესრის პარამეტრის მიხედვით თავსებადი გალიუმის ფოსფიდისა და მის ზედაპირზე გაზრდილი ნანოსტრუქტურირებული მასალის გამოყენებით პერსპექტივაში შესაძლებელი იქნება დაბალი ფასისა და მაღალი ეფექტურობის გამო მოსახლეობის ფართო ფენებისათვის მისაღები სახმელეთო დანიშნულების მოწყობილობებში გამოსაყენებლად.

9. ინდიუმის ფოსფიდზე დაფუძნებული ნანომასალები კავშირგაბმულობაში. III-V ნახევარგამტარულ მასალა (GaAs, InAs, GaP, InP) აქვს კარგი ოპტიკური და ელექტრული

თვისებები მარალი ეფექტურობის ფოტონური და ელექტრონული მოწყობილობების დასამზადებლად. ნახევარგამტარული ნანოსტრუქტურების (ქვანტური ორმო, ქვანტური მავთულები და ქვანტური წერტილები) მცირე ზომებით განსაზღვრული ელექტრონული მდგომარეობების მოდიფიკაციაგანაპირობებს ნანოსტრუქტურების შემცველი მოწყობილობების თვისებების მკვეთრ გაუმჯობესებას, კერძოდ ლაზერის გაძლიერების მახასიათებელი იზრდება, მცირდება მისი ზღვრული დენის სიმკვრივე და ტეწმპერატურის მიმართ მგრძობიარობა. აქ აღწერილია GaP – ს ზედაპირზე InP-ის ნანოკრისტალების გაზრდის განსხვავებული მეთოდი და ნანომასალის ფორმირების მექანიზმი ახსნილია ამ თემის ირგვლივ სხვა მეცნიერების მიერ ბოლო ხანს გამოქვეყნებული მონაცემების გათვალისწინებით. აქვე აღწერილია InP-ზე დაფუძნებული ნანომასალების გამოყენება ახალი თაობის ოპტიკური კავშირგაბმულობის ქსელებში.

II. 2. პუბლიკაციები:

ბ) უცხოეთში

სტატიები

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათა- ური, ჟურნა- ლის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/ კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	Zurab V. Wardosanidze, Andro Chanishvili, Guram Chilaya	“A Polymer Film Dye Laser with Spatially Modulated Emission Controlled by Transversely Distributed Pumping”, Advances in Optical Technologies	Vol.2016, Article ID 1548927	Egypt - United Kingdom – USA, Hindawi Publishing Corporation	4
2	O. Kvitsiani, D.Laperashvil, T.Laperashvili, V.Mikelashvili	Solar cells based on GaP/Si structure Proc. of SPIE, Optoelectronic Devices and Integration VI	Vol. 10019	Spie.org. USA	7
3	Gia Petriashvili, Lali	Light controlled	Vol. 7, No. 2,	BIOMEDICAL	442–447

	Devadze, Tsisana Zurabishvili, Nino Sepashvili, and Ketevan Chubinidze	drug delivery containers based on spiropyran doped liquid crystal microspheres	2016	OPTICS EXPRESS	
4	Gia Petriashvili, Maria Penelope De Santo, Lali Devadze Tsisana Zurabishvili, Nino Sepashvili, Ramla Gary, Riccardo Barberi	Rewritable Optical Storage with a Spiropyran Doped Liquid Crystal Polymer Film	37, 2016	Macromolecular Rapid Communications	500-505
5	Ramla Gary, Giovanni Carbone, Gia Petriashvili, Maria Penelope De Santo, and Riccardo Barberi	Detection of Gold Nanoparticles Aggregation Growth Induced by Nucleic Acid through Laser Scanning Confocal Microscopy	16, 258, 2016	Sensors	1-11 pp.

ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე

1. შესწავლილია სივრცულად მოდულირებული საღებარიანი ფიროვანი ლაზერის გენერაციის განსხვავებული თვისებები. ლაზერი წარმოადგენს როდამინით ლეგირებულ პოლმერულ ფირს, რომელიც მოთავსებულია ორ რეზონატორის სარკეს შორის. აღზნება განხორციელებულია ნეოდიმის ლაზერის მეორე ჰარმონიკის ინტერფერენციული სურათის მიერ. მიღებულია სივრცულად მოდულირებული ლაზერული გენერაცია, რომლის დროსაც ფიროვანი ლაზერის სხივს მოაქვს ინფორმაცია აღზნების ენერჯის სივრცული განაწილების შესახებ.

2. **მზის ელემენტები GaP/Si სტრუქტურებზე.** ტანდემური ან მრავალგადასასვლელიანი მზის ელემენტი (MJSC) შედგება რამდენიმე ერთ გადასასვლელიანი მზის ელემენტისაგან, რომლებიც ერთიმეორეზე ზემოდან ქვევით აკრძალული ზონის ზრდის მიხედვით დალაგებულია ისე, რომ ელემენტის ყოველი მომდევნო ფენა შთანთქავს და ელექტრულ ენერჯიად გარდაქმნის მასში გამოყენებული ნახევარგამტის აკრძალულ ზონაზე მეტი და ზედა ელემენტის აკრძალულ ზონაზე ნაკლები ენერჯის ფოტონებს. მასალის გაცილებით დაბალი ღირებულების გამო სილიციუმის (Si) გამოყენებას ტანდემურ მზის ელემენტებში დიდი უპირატესობა აქვს სხვა ფართოდ გამოყენებულ მასალებთან (Ge, GaAs) შედარებით. შესაძლებელია III-V ნახევარგამტარების თხელი ფენების სილიციუმის ფუძეზე ეპიტაქსიური ზრდა. მესრის პარამეტრის მიხედვით სილიციუმთან თავსებადი მასალა არის გალიუმის

ფოსფიდი, რაც სილიციუმის ფუძეზე მაღალი ხარისხის GaP-ს ფენის გაზრდის საშუალებას იძლევა თხევადფაზური ეპიტაქსიით (LPE). GaP-ს ზედაპირზე შესაძლებელია III-V ნახევარგამტარების ნანომასალების მიღება.

3. შემუშავებული იქნა ახალი სახეობის, სინათლით აქტივირებული წამლის მიწოდების კონტეინერები, რომლებიც დაფუძნებულია სპიროპირანით დოპირებულ თხევად კრისტალურ მიკრო სფეროებზე. ულტრაიისფერი/იისფერი სინათლით დასხივებისას, სპიროპირანის მოლეკულები, რომლებიც ჩატყერილები არიან ნემატური თხევადი კრისტალის მიკროსფეროებში, გარდაიქმნიებიან ჰიდროფობური, ცხიმისნაირი ფორმიდან ჰიდროფილურ, წყალში ხსნად მეროციანიდან, რაც ასტიმულირებს მეროციანიის მოლეკულების გადასვლას ნემატური თხევადი კრისტალი-წყალი ბარიერის გასწვრივ და იწვევს მათ ერთგვაროვან განაწილებას წყალშემცველ გარემოში. სინათლით მართვადი თვისებები და სპიროპირანის ექსტრემალურად მაღალი ხსნადობა ნემატურ თხევად კრისტალში საშუალებას იძლევა შევიშალოთ წამლის მიწოდების სისტემების ახალი და საიმედო მიმწოდებლები.

4. სპიროპირანით დოპირებულ თხევადკრისტალურ ფირებში მიღებულია კვლავნამწერი ოპტიკური ინფორმაციის დამგროვებელი. გამოსახულებების ჩაწერა ფოტომგრობობიარე ფირებზე ხდება ულტრაიისფერი სინათლის დასხივებით, რომელიც გადის ნახევრად ტონალურ შაბლონში. იგივე გამოსახულება შეიძლება წაიშალოს ხილული სინათლის საშუალებით. მოცემული ფოტოქრომული ფირები წარმოადგენს მულტიფუნქციურ, დინამიურ ფოტომგრობობიარე მასალას გამოსახულების რეალურ დროში ჩაწერა-წაშლის ფუნქციებით.

5. ლაზერულ სკანირებადი კონფოკალური (ლსკ) და ელექტრონულ სკანირებადი (ეს) მიკროსკოპების გამოყენებით შესწავლილი იქნა ოქროს ნანონაწილაკების (ონნ) აგრეგაციების ზრდა, რომელიც სტიმულირებული იყო დეზოქსირიბონუკლეინის მჟავის (დნმ) ზემოქმედებით. ჩვენს მიერ ჩამატებული საღებავიდან დამზერილი იქნა ფლუორესცენციური გამოსხივება, რომლის პიკიც წანაცვლებული, ხოლო გამოსხივების სპექტრი გაფართოებული იქნა ონნ-ის აგრეგაციების მიერ. ლსკ და ეს მიკროსკოპებიდან მიღებული გამოსახულებების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ რომ, ნიმუშის ჰიდროფობური შემადგენლის შემოტანა ბიფენოვან შრეში, რომელიც შემოსაზღვრავს ონნ-ებს, იწვევს ფორსტერის რეზონანსული ენერჯის გადაცემას. მიღებული შედეგები სასარგებლო და პერსპექტიულია ნანობიოტექნოლოგიური ხელსაწყოების დასამზადებლად, რომლებშიც გამოყენებული იქნება ონნ-ები და დნმ.

III. 1. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

ა) საქართველოში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მომხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი

1	T.Laperavili A.Chanivili S.Lomitavili	Indium Phosphide Quantum Dots on Gallium Phosphide	September 21-23, 2016, Ureki, Georgia
2	D.Laperashvili ¹ , T.Laperashvili ² , A.Chanishvili ²	InP Based Nanomaterials for Telecommunication	October 24 – 27, 2016, Tbilisi, Georgia
3	O. Kvitsiani, T.Laperashvili	III-V Semiconductor Nanostructure for Solar Cells	October 24 – 27, 2016, Tbilisi, Georgia
4	Nino Ponjavidze, Gia Petriashvili, Maria Penelope De Santo, Ridha Hamdi, Ramla Gary, Riccardo Barberi	Silver and Gold Nanoparticle Doped Polymer and Liquid Crystal Nanocomposites For the Thermo and Photo Optical Applications	October 2016, Tbilisi, Georgia

მოსხენებათა ანოტაცია ქართულ ენაზე

1.ინდიუმის ფოსფიდის ქვანტური წერტილები გალიუმის ფოსფიდზე.

გალიუმის ფოსფიდზე მეტალური ინდიუმის (In), გალიუმისა (Ga) მათი მყარი ხსნარის (In_xGa_{1-x}) თხელი ფენის ელექტროქიმიური დაფენის მეთოდი გამოყენებულია იდეალურთან მიახლოებული თვისებების მქონე In/GaP შოტკის კონტაქტის მისაღებად. ინდიუმისა და გალიუმის დასაფენად გამოყენებულია შესაბამისი ლითონის ქლორიდის წყალხსნარიდან. ლითონის დაფენით მიღებული კონტაქტის ინერტული გაზის ატმოსფეროში მისი შემდგომი თერმოდამუშავებით მიღებულია ნანოსტრუქტურირებული მასალა, რომელიც ხასიათდება მაღალი მგრძობიარობით ელექტრომაგნიტური გამოსხივების ახლო ინფრაწითელ უბანში (1.5 - 2.2) ევ. ნახევარგამტარული ნანოსტრუქტურირებული მასალის ფორმირების მექანიზმის დასადგენად შექმნილია გალიუმის ფოსფიდის ზედაპირზე ინდიუმის ფოსფიდის (InP) ნანოკრისტალების ფორმირების ფენომენოლოგიური მოდელი. ჩატარებულია კვლევა მიღებული ნანომასალის გამოყენების შესახებ.

2. ინდიუმის ფოსფიდზე დაფუძნებული ნანომასალები კავშირგაბმულობაში.

III-V ნახევარგამტარულ მასალა (GaAs, InAs, GaP, InP) აქვს კარგი ოპტიკური და ელექტრული თვისებები მარალი ეფექტურობის ფოტონური და ელექტრონული მოწყობილობების დასამზადებლად. ნახევარგამტარული ნანოსტრუქტურების (ქვანტური ორმო, ქვანტური მავთულები და ქვანტური წერტილები) მცირე ზომებით განსაზღვრული ელექტრონული მდგომარეობების მოდიფიკაცია განაპირობებს ნანოსტრუქტურების შემცველი მოწყობილობების თვისებების მკვეთრ გაუმჯობესებას, კერძოდ ლაზერის გაძლიერების მახასიათებელი იზრდება, მცირდება მისი ზღვრული დენის სიმკვრივე და ტემპერატურის მიმართ მგრძობიარობა. აქ აღწერილია GaP – ს ზედაპირზე InP-ს ნანოკრისტალების გაზრდის განსხვავებული მეთოდი და ნანომასალის ფორმირების მექანიზმი ახსნილია ამ თემის ირგვლივ სხვა მეცნიერების მიერ ბოლო ხანს გამოქვეყნებული მონაცემების

გათვალისწინებით. აქვე აღწერილია InP-ზე დაფუძნებული ნანომასალების გამოყენება ახალი თაობის ოპტიკური კავშირგაბმულობის ქსელებში.

3.III-V ნახევარგამტარული ნანოსტრუქტურები მზის ელემენტებისთვის. მზის ელემენტის რითადი მახასიათებელი პარამეტრია სინათლის ენერჯის ელექტრულ ენერჯიად გარდაქმნის ეფექტურობა. თანამედროვე რეალურ მზის ელემენტებში გარდაქმნის ეფექტურობის ყველაზე მაღალი თეორიული ზღვარი აქვს მრავალგადასავლელიან მზის ელემენტებს, მაგრამ ძალზე მაღალი ღირებულობის გამო, ისინი, ძირითადად, კოსმოსურ სისტემებში გამოიყენება.

მრავალგადასავლელიან მზის ელემენტებში ძალიან მნიშვნელოვანია განიერი აკრძალული ზონის მქონე ნახევარგამტარის გამოყენება, რადგან განიერი აკრძალული ზონა უზრუნველყოფს ელემენტის გახსნილი წრედისძაბვისა და შევსების ფაქტორის მაღალ მნიშვნელობებს, რაც თავის მხრივ განაპირობებს გარდაქმნის მაღალ ეფექტურობას. III-V ნახევარგამტარები არის საუკეთესო მასალა მრავალგადასავლელიანი მზის ელემენტის დასამზადებლად, ვინაიდან მათი აკრძალული ზონა მნიშვნელოვნად ფარავს მზის სპექტრის ფართო უბანს. სილიციუმთან მესრის პარამეტრის მიხედვით თავსებადი გალიუმის ფოსფიდისა და მის ზედაპირზე გაზრდილი ნანოსტრუქტურირებული მასალის გამოყენებით პერსპექტივაში შესაძლებელი იქნება დაბალი ფასისა და მაღალი ეფექტურობის გამო მოსახლეობის ფართო ფენებისათვის მისაღები სახმელეთო დანიშნულების მოწყობილობებში გამოსაყენებლად.

4. შესწავლილი იქნა ვერცხლის და ოქროს ნანონაწილაკებით დოპირებული პოლიმერული და თხევადკრისტალური ნანოკომპოზიციები. კერძოდ, დამზადებული იქნა ვერცხლის ნანონაწილაკებითა და ორგანული ლუმინესცენციური საღებარებით დოპირებული ნანოკომპოზიციები, რომლებსაც გააჩნიათ თერმოოპტიკური თვისებები. ნაჩვენები იქნა, რომ ასეთი სახის ნანო მასალები მნიშვნელოვნად იცვლიან ფერს, როდესაც იცვლება გარემოს ტემპერატურა და მოქმედებს როგორც თერმოქრომული ნივთიერება. მოცემული მასალების საფუძველზე შეიძლება დამზადდეს ისეთი გაუმჯობესებული თერმო ოპტიკური პარამეტრების მქონე ხელსაწყოები, როგორებიცაა: მაღალი სიზუსტის მქონე, ტემპერატურით მართვადი და გადაწყობადი პრინტერები და ლუმინესცენციური დისპლეები.

ბ) უცხოეთში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოსხენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	Guram Chilaya, Andro Chanishvili, Gia Petriashvili, Nino Ponjavidze, Umberto Bortolozzo, S. Residori	“Different strategies of information recording based on phototransformation effects in cholesteric liquid crystals”. The 1 st International Conference	October 26-28, 2016 , Nice, France

		on Optics, Photonics & Materials "Nice Optics 2016",	
2	Чилая Г.С., Аронишидзе М.Н, Петриашвили Г.Ш., Понджавидзе Н.Т., Тавзарашвили С.П., Тевдорашвили К.Г., Чанишвили А.Г.	«Пространственная фото- модуляция вращения плоскости поляризации света в холестерических жидких кристаллах». Материалы международной научно-практической конференции «Наука сегодня: вызовы и решения»	27 января 2016, Вологда, Россия
3	O. Kvitsiani, D.Laperashvil, T.Laperashvili, V.Mikelashvili	Solar cells based on GaP/Si structure	12 - 14 October 2016, Photonics Asia 2016, Beijing, China
4	Gia Petriashvili, Ridha Hamdi, Ramla Gary, Maria Penelope De Santo, Nino Ponjavidze, Riccardo Barberi	Light Emission and Lasing Enhancement in Cholesteric Liquid Crystals Doped with a Luminescent Dye and Gold Nanoparticles	June 20-23, 2016, Portonovo (Italy)
5	Saadaoui Lotfi, Gia Petriashvili, Maria Penelope De Santo, Ridha Hamdi, Tahar Othman, Riccardo Barberi	Double lasing emission from dye doped cholesteric liquid crystals	June 20-23, 2016, Portonovo (Italy)

მოსხენებათა ანოტაცია ქართულ ენაზე

- ნაჩვენებია ფოტომგრძობიარე თხევადკრისტალურ ფენებში ინფორმაციის ოპტიკური ჩაწერის სხვადასხვა პრინციპები. დემონსტრირებული იქნა დიფრაქციული მესერების ჩაწერა თხევადკრისტალურ ფენის სამი ოპტიკური პარამეტრის – გაბნევის, სელექტიური არეკვლის და ოპტიკური აქტიურობის - სივრცული მოდულაციის საფუძველზე.
- ნაჩვენებია ქოლესტერული თხევად კრისტალის თხელ ფენაში სინათლის პოლარიზაციის სიბრტყის ბრუნვის სივრცული ფოტომოდულაციის შესაძლებლობა. მიღწეულია პოლარიზაციის სიბრტყის ბრუნვის 90 გრადუსიანი კუთხე 7 მიკრონიანი სისქის ფენაში.
- მზის ელემენტები GaP/Si სტრუქტურებზე.** ტანდემური ან მრავალგადასასვლელიანი მზის ელემენტი (MJSC) შედგება რამდენიმე ერთ გადასასვლელიანი მზის ელემენტისაგან, რომლებიც ერთიმეორეზე ზემოდან ქვევით აკრძალული ზონის ზრდის მიხედვით დალაგებულია ისე, რომ ელემენტის ყოველი მომდევნო ფენა

შთანთქავს და ელექტრულ ენერგიად გარდაქმნის მასში გამოყენებული ნახევარგამტის აკრძალულ ზონაზე მეტი და ზედა ელემენტის აკრძალულ ზონაზე ნაკლები ენერგიის ფოტონებს. მასალის გაცილებით დაბალი დირეზივობის გამო სილიციუმის (Si) გამოყენებას ტანდემურ მზის ელემენტებში დიდი უპირატესობა აქვს სხვა ფართოდ გამოყენებულ მასალებთან (Ge, GaAs) შედარებით. შესაძლებელია III-V ნახევარგამტარების თხელი ფენების სილიციუმის ფუძეზე ეპიტაქსიური ზრდა. მესრის პარამეტრის მიხედვით სილიციუმთან თავსებადი მასალა არის გალიუმის ფოსფიდი, რაც სილიციუმის ფუძეზე მაღალი ხარისხის GaP-ს ფენის გაზრდის საშუალებას იძლევა თხევადფაზური ეპიტაქსიით (LPE).

4. მოცემულ სამუშაოში ჩვენ ვახვეწეთ, რომ ლუმინესცენციურ საღებარ ჩამატებულ თხევადკრისტალურ ნარევეში შეიძლება მოხდეს სინათლის მნიშვნელოვანი გაძლიერება, როდესაც მასში მოვახდენთ გარკვეული რაოდენობის ოქროს ნანონაწილაკების დოპირებას. სპექტრომეტრისა და კონფოკალური სკანირებადი მიკროსკოპის გამოყენებით შედარებული იქნა ორი თხევადკრისტალური მატრიცის ლუმინესცენციის ინტენსიობა. ერთი, როდესაც გვაქვს ქოლესტერულ თხევად კრისტალში დოპირებული მხოლოდ ლუმინესცენციური საღებარი და მეორე, როდესაც მოცემულ მატრიცაში შეყვანილია სფერული ფორმის მქონე ოქროს ნანონაწილაკები. შედეგად, როგორც სპექტროსკოპიულმა ისე კონფოკალურმა გაზომვებმა მოგვცა სინათლის გამოსხივების მნიშვნელოვანი გაზრდის სურათი.
5. მოცემულ ექსპერიმენტებში შემოთავაზებული იქნა ახალი სტრატეგია, ქოლესტერულ თხევად კრისტალში ერთდრულად ლაზერული გამოსხივების ორი და მეტი ხაზის მიღებისა. კერძოდ, ჩვენ მივიღეთ ორი ლაზერული გამოსხივების ხაზი, რომლებიც ერთმანეთისაგან სპექტრალურად 95 ნანომეტრის მანძილით არიან დაშორებული. გარდა ამისა, მოცემული მეთოდი საშუალებას იძლევა მოვახდინოთ ერთ-ერთი ან ორივე ლაზერული გამოსხივების მართვა ელექტრული ველის საშუალებით.

**ინფორმაციის კოლობრაფიული ჩაწერისა და დამუშავების ლაბორატორია
(განყოფილების სტატუსით)**

**ლაბორატორიის ხელმძღვანელი - ბარბარა კილოსანიძე, აკად. დოქტორი, მთავარი მეცნიერ
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 მშვენიაძე, აკად. დოქტორი, მეცნიერ თანამშრომელი.
7. სვეტლანა პეტროვა, წამყვანი ინჟინერი.
8. ელენე ოსეპაიშვილი, უფროსი ლაბორანტი.
9. თეიმურაზ კვერნაძე, დოქტორანტი.
10. ირინა ქობულაშვილი, დოქტორანტი.

I. 1.საქართველოს სახელმწიფო ბიუჯეტის დაფინანსებით 2016 წლის გეგმით შესრულებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები

(ეხება სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებს)

I. 2.

№	შესრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	<p>მაღალეფექტური პოლარიზაციულად მგრძობიარე მასალების მიღების ტექნოლოგიის მოდიფიცირება პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ელემენტების მისაღებად.</p> <p>ფიზიკური და ქიმიური მეცნიერებები:</p> <p>6-120 ოპტიკა, კვანტური ელექტრონიკა;</p> <p>6-210 ქიმიური ფიზიკა.</p>	ბარბარა კილოსანიძე	<p>გიორგი კაკაურიძე,</p> <p>ვლადიმერ ტარასაშვილი,</p> <p>ვალენტინა შავერდოვა,</p> <p>ანა ფურცელაძე,</p> <p>ირაკლი ჩაგანავა,</p> <p>იური მშვენიაძე,</p> <p>სვეტლანა პეტროვა,</p> <p>ელენე ოსეპაიშვილი</p>
<p>გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p>			

მოდულიზირებულ იქნა პოლარიზაციულ-პოლოგრაფიული ელემენტის მიღების ტექნოლოგია და ელემენტის დიფრაქციული ეფექტურობა იქნა ამაღლებული 20 - 25%-ით.

საანგარიშო პერიოდში ჩვენ ვმუშაობდით პოლიმერულ მატრიცაში შეყვანილი აზოსაღებრების საფუძველზე პოლარიზაციულად მგრძობიარე მასალების მიღების, ლაბორატორიაში არსებული ტექნოლოგიის არსებითად გაუმჯობესებაზე მაღალსტაბილური და ერთგვაროვანი პოლარიზაციულად-მგრძობიარე მასალების მიღებისათვის. ამ მიზნით ჩვენ გამოვიკვლიეთ აზოსაღებრების მოლეკულებსა და პოლიმერულ მატრიცის მაკრომოლეკულებს შორის ურთიერთკავშირების გავლენა მასალების ფოტოანიზოტროპულ-ფოტოგიროტროპულ მახასიათებლებზე და ანიზოტროპიის ინდუცირებისა და წაშლის კინეტიკაზე. პოლიმერულ მატრიცასი შეყვანილი აზოსაღებრების საფუძველზე მიღებულ მასალებში აღმოჩენილი იქნა მიღწევადი ფოტოანიზოტროპიის ზრდა საკვლევი საღებარის მოლეკულის პოლარობის ზრდასთან ერთად. ექსპერიმენტებმა გვიჩვენა, რომ შეყვანილი ფუნქციონალური ჯგუფების რიცხვი და განსაკუთრებით იონიზირების უნარი, განსაზღვრავს მასალებში მიღწევადი ფოტოანიზოტროპიის დონეს. არსებით როლს ფოტოანიზოტროპიის მნიშვნელობის ზრდაში თამაშობს აზოსაღებრების მოლეკულებსა და პოლიმერულ მატრიცის მაკრომოლეკულებს შორის ურთიერთკავშირების გაძლიერება. ვვარაუდობთ, რომ მიღწევადი ფოტოანიზოტროპიის მნიშვნელოვანი ნაწილი განხილულ მასალებში ძირითადად დაკავშირებულია კომპონენტებს შორის ურთიერთქმედების გაძლიერებაზე. 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.

მიღებული მასალები გამოირჩევიან მაღალი ეფექტურობით და მთელ რიგ მასალებში დაიმზერება ჩვენ მიერ გამოვლენილი ვექტორული პოლიფოტოქრომიზმის მოვლენა. გამოვლენილი იქნა, რომ დასხივების სიმძლავრის სიმკვრივის ზრდასთან ერთად გამტარებლობის კინეტიკას ერთი და იგივე ნიმუშისათვის აქვს სხვადასხვა სახე და ნიმუშებში დაიმზირება ეფექტის ზრდა დასხივების სიმკვრივის ზრდასთან ერთად. აღვნიშნოთ, რომ მიღებული შედეგებიდან მუდგანდება ექსპოზიციის ენერგეტიკული მინიმუმი მაზონდირებელი კონის მაქსიმალური გამჭვირვალობის მისაღწევად. ჩვენ ვივარაუდეთ, რომ მიღებულ მრუდებზე დამზერილი გამტარებლობის დაქვეითება დაკავშირებულია საცდელი კონის ინტერფერენციულ ჩაქრობასთან, რასაც ადგილი აქვს მასალაში გასული ჩვეულებრივი და არაჩვეულებრივი სხივებს შორის სვლათა სხვაობის გამოვლენისას საცდელი სხივის ექსპონირებულ ნიმუშში გავლის დროს. სვლათა სხვაობის სიდიდე დამოკიდებულია მასალის ფოტოდრეკადობის კოეფიციენტზე და ფოტომგრძობიარე ფენის სისქეზე. ამავდროულად შესაძლებელია გამოვავლინოთ ოპტიმალური სიმძლავრის სიმკვრივე თითოეული მასალისათვის, რომლის დროსაც ენერგეტიკული ექსპოზიცია იქნება მინიმალური. ეს შედეგი საშუალებას გვაძლევს მოვახდინოთ მაღალეფექტური პოლარიზაციულ-პოლოგრაფიული დიფრაქციული მესერების ჩაწერის რეჟიმების ოპტიმიზირებას გამოყენებული მარეგისტრირებელი მასალისთვის.

**I. 3.სახელმწიფო გრანტით (რუსთაველის ფონდი)დაფინანსებული
სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (ეხება როგორც უმაღლეს
საგანმანათლებლო, ისე სამეცნიერო-კვლევით დაწესებულებებს**

№	პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიითითებით	დამფინანსებელი ორგანიზაცია	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	<p>არაპოლარიზებული სინათლის ფენომენი პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიულ ინტერფერომეტრიაში: ჩაწერა, მარეგისტრირებელი არეები, გამოყენება.</p> <p>ფიზიკური და ქიმიური მეცნიერებები: 6-120 ოპტიკა, კვანტური ელექტრონიკა; 6-130 მყარი სხეულების და კვანტური სითხეების ფიზიკა; 6-210 ქიმიური ფიზიკა.</p>	<p>შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი</p> <p align="center">გრანტი</p> <p align="center">№FR/292/6-120/13</p> <p align="center">2014-2015 წ.წ.</p>	<p>ვალენტინა შავერდოვა</p>	<p>ძირითადი შემსრულებლები:</p> <p>ვალენტინა შავერდოვა, ვლადიმერ ტარასაშვილი, ანა ფურცელაძე, სვეტლანა პეტროვა, ნინო ობოლაშვილი.</p> <p>დამხმარე შემსრულებლები:</p> <p>გიორგი კაკაურიძე, ბარბარა კილოსანიძე იური მშვენიერაძე</p>
<p align="center">დასრულებული პროექტის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>სამეცნიერო პროექტის მიზანი იყო:</p> <p>1. არაპოლარიზებული კოჰერენტული სინათლის ფენომენის შესწავლა პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიულ ინტერფერომეტრიაში; ჰოლოგრაშიდან აღდგენილი ტალღური ველის ვექტორული მახასიათებლების მიმართ აბსტრუქციული ელიფსომეტრული ექსპერიმენტის რეალიზების თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევა. 2. ახალი ტიპის პოლარიზაციულად მგრძობიარე, მაღალეფექტური, დინამიური და სტაბილური მარეგისტრირებელი არეების მიღებისა და კვლევის მეთოდების სრულყოფა; პერსპექტიული მატარებლების ანიზოტროპული და ჰოლოგრაფიული თვისებების ოპტიმიზაცია. 3. არაპოლარიზებული კოჰერენტული სინათლის წყაროს გამოყენებით პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული</p>				

ინტერფერომეტრიის ამოცანების გადაჭრა.

პროექტში დასახული მიზნების მისაღწევად განხორციელდა შემდეგი თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევითი ამოცანები:

1. პოლარიზაციული ჰოლოგრაშიდან აღდგენილი ტალღური ველის ვექტორული მახასიათებლების მიმართ აპოსტერიორული ელიფსომეტრული ექსპერიმენტის რეალიზების თეორიული კვლევა.

განისაზღვრა გამჭოლი და ამრეკლი ჰოლოგრაშიდან აღდგენილ ტალღურ ველზე აპოსტერიორული ელიფსომეტრული ექსპერიმენტის ჩატარების თეორიული პირობები; არასტაციონარული დაძაბულობის ველში განთავსებული მაპოლარიზებელი სისტემის მიერ ფორმირებული სინათლის ველის პოლარიზაციის მდგომარეობა და ხარისხი.

ცალ-ცალკე განისაზღვრა ობიექტის გარდატეხის მანვენებელები დაძაბულობის მთავარი ნორმალის მიმართულებებით n_1 და n_2 , და დაძაბულ-დეფორმირებული ობიექტის მთავარი დაძაბულობის მიმართულებასა და აბსცისათა დერძს შორის კუთხე θ , როგორც გამჭოლი, ასევე ამრეკლი ჰოლოგრაფების (ინტერფეროგრაფების) შემთხვევაში; გადაიჭრა საწყის მდგომარეობაში იზოტროპული ობიექტის სუფთა დაძაბული მდგომარეობის და დაძაბულ-დეფორმირებული დიფუზური ობიექტის ანიზოტროპიის გამოვლენისა და ელიფსომეტრული ანალიზის ამოცანები. თეორიულად ნაჩვენებია, რომ არაპოლარიზებული სინათლის წყაროს გამოყენების ფენომენი წარმოადგენს მრავალექსპოზიციურ პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ინტერფერომეტრიის ერთექსპოზიციურ ალტერნატიულ მეთოდს.

2. მაღალეფექტური დინამიური და სტაბილური მარეგისტრირებელი მასალების მიღება და კვლევა.

შეიქმნა დანადგარები მარეგისტრირებელი მასალების ვექტორული პარამეტრების განსაზღვრისათვის ფოტოანიზოტროპულ-გიროტროპული, პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული, პოლარიზებული ლუმინესცენციის და ელიფსომეტრული მეთოდებით; შემუშავდა ვექტორული პარამეტრების სენსიტომეტრიის მეთოდიკა.

გამოკვლეულია მინები, აქტივირებული მაიონიზირებელი გამოსხივებებით. ნაჩვენებია, რომ პერსპექტიულია მათი გამოყენება პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიაში; შედეგებს გააჩნიათ მეცნიერული ღირებულება: გვაძლევს ახალ მონაცემებს უმცირესი ზომის ჰალოგენიდის კრისტალების (ნანოკრისტალების) თვისებებზე მინის მატრიცაში.

ვერცხლის ჰალოგენიდურ მასალებს გააჩნია მაღალი შუქმგრძობიარობა, სტაბილურობა, ჩაწერილი პოლარიზაციული ჰოლოგრაფების საკმარისი დიფრაქციული ეფექტურობა; ფოტო-ანიზოტროპული პარამეტრების სიდიდეების ფართო საზღვრებში ვარიაციის უნარი.

გამოკვლეულია თხევად კრისტალური პოლიმერების ბაზაზე მიღებული არეები; ლიოტროპული პოლიმერული კომპოზიციები ავლენენ ოპტიკური ჩამკეტის თვისებებს.

3. პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ინტერფერომეტრიის ამოცანის გადაწყვეტა

შემუშავებული ახალი მეთოდით.

შექმნილია ოპტიკური სქემები არაპოლარიზებული სინათლის წყაროთი პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ინტერფეროგრამების ჩაწერისათვის გამჭოლ და შემხვედრ კონებში; პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ინტერფერომეტრული ინფორმაციის დამუშავების და გარდაქმნის ლაბორატორიული, ციფრული სისტემები. შემუშავდა საკვლევი პარამეტრების მნიშვნელობების მისაღები მეთოდისა – პროგრამული უზრუნველყოფა იძლევა საშუალებას გამოითვალოს ობიექტის ყოველ წერტილში შთანთქმის ანიზოტროპიის $A(nz)$ -სა (დეფორმაცია) და ორმაგი სხივტების $2n$ -ის (დაძაბულობა) რიცხვითი მნიშვნელობები.

განისაზღვრა საწყის მდგომარეობაში იზოტროპული ობიექტის სუფთა დაძაბული მდგომარეობა და ჩატარდა ინტერფეროგრამების ელიფსომეტრული ანალიზი.

გამოვლენილია ორი ექსპოზიციური პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული მეთოდით დაძაბულ-დეფორმირებული დიფუზური ობიექტების ანიზოტროპია; ჩატარდა ელიფსომეტრული ანალიზი.

გამოვლენილია მიკროსტრუქტურის მქონე ზედაპირის რელიეფის კონტურის გაურჩეველი დეტალები – პროფილი; ჩატარდა მიკრორელიეფის ელემენტების აპოსტერიორული ელიფსომეტრული ანალიზი.

I. 4.

№	პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიითითებით	დამფინანსებელი ორგანიზაცია	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
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 (საქტექნ. უნივ., კიბერნ. ინსტ). თეიმურაზ კვერნაძე, გიორგი ქურხული, დავით ხუციშვილი, ვაჟა კულიჯანიშვილი (ილიას უნივერს., აბასთუმნის ასტროფიზიკური

				ობსერვატორია). დამხმარე შემსრულებლები: იური მშვენიერაძე, ვლადიმერ ტარასაშვილი
--	--	--	--	---

გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის მე-2 და მე-3 ეტაპების ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგები.

მიღებულია **პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული დიფრაქციული ელემენტები**. ამ ელემენტებზე გამოკვლეულია დიფრაქციის პროცესი ლაბორატორიაში მიღებული მარეგისტრირებელი პოლარიზაციულად მგრძობიარე მასალების მახასიათებლების გათვალისწინებით. მოხდა ელემენტების ჩაწერის რეჟიმების ოპტიმიზაცია. ოპტიმიზირებული პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ელემენტის მეშვეობით მიღებულია სტოქსის პარამეტრების მნიშვნელობები ტესტური კონის ბრუნვისას 0–დან 360 გრადუსამდე; პოლარიზაციის ხარისხის (DOP) და ელიფსურობის მნიშვნელობები, სხვადასხვა მასალებზე და ჩაწერის სხვადასხვა რეჟიმებით მიღებულ ელემენტებისათვის.

წინა საანგარიშო პერიოდში მიღებულ იქნა ფენომენოლოგიური თეორიული მოდელი, რომელიც აღწერს კორელაციურ კავშირებს ობიექტთა ფიზიკურ-ქიმიურ სტრუქტურებსა და პოლარიზაციის მდგომარეობის განაწილებებს შორის. ეს **თეორიული მოდელი მოდიფიცირებულ იქნა პოლარიზაციის მდგომარეობის ფლუქტუაციისა და პოლარიზაციის განაწილების დისპრსიის გათვალისწინებით**. პროექტში შემოთავაზებული ასტროპოლარიმეტრიის მეთოდი ინტეგრალური პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ელემენტის ბაზაზე [Kilosanidze B., Kakauridze G., *Appl. Opt.*, 46, 1040-1049 (2007); Kakauridze G., Kilosanidze B., *SPIE Proceed.*, Vol. 8126 (2011); G. Kakauridze, B. Kilosanidze, *Proc. of SPIE Vol. 8151, 81510C (2011)*], საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ სტოქსის ყველა პარამეტრი და მათი ფლუქტუაციები დროის რეალურ მასშტაბში.

შეიქმნა ორიგინალური პროგრამული უზრუნველყოფა, რომელიც დაწერილია Embarcadero RAD Studio-ს გარემოში C++ ენაზე VCL ბიბლიოთეკის გამოყენებით.

შემუშავდა და შეიქმნა **დროის რეალურ მასშტაბში მომუშავე სტოქსის სპექტროპოლარიმეტრი** ინტეგრალური პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული დიფრაქციული ელემენტების ბაზაზე: მაქსიმალურად კომპაქტური და ადვილად შეთავსებადი სხვადასხვა ტიპის ტელესკოპებთან. შემუშავდა და შეიქმნა სპექტროპოლარიმეტრის დაკალიბრების პრეციზიული სისტემა. მონოქრომატული-პოლარიმეტრიის შემთხვევაში კალიბრებისათვის გამოყენებულ იქნა ცნობილი პოლარიზაციული მახასიათებლების მქონე ობიექტები: სტანდარტ ვარსკვლავები, მოწმენდილი ცის ფონი დღის განმავლობაში და ლაბორატორიული სინათლის წყარო. გაზომილი ინტენსიობების და პოლარიზაციის პარამეტრების გამოყენებით გამოითვლება შესაბამისი გადამყვანი კოეფიციენტები, რომლებიც შემდგომში გამოიყენებულ იქნა საკვლევი ობიექტის იგივე რეჟიმში გადაღებისას

სტოქსის პარამეტრების გამოსათვლელად. შემუშავებული სპექტრო-პოლარიმეტრის თავისებურებებიდან გამომდინარე შემუშავდა ასტრონომიული დაკვირვებების და მიღებული დაკვირვებითი მასალის დამუშავების სპეციალური მეთოდიკა.

შემუშავებული და დამზადებული იყო სპექტროპოლარიმეტრის მისაერთებელი (შეთავსების გადამყვანი) მოწყობილობები. საანგარიშო პერიოდის განმავლობაში განხორციელდა სპექტროპოლარიმეტრის შეთავსება აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორიის რამოდენიმე სამზეო და სავარსკვლავეო ტელესკოპთან: სავარსკვლავეო 125 სმ-იან სარკიან ტელესკოპთან "აზტ-11"; დიდ 53 სმ-იანი ლიოს ტიპის დაბნელებაგარეშე კორონოგრაფთან; მზის ფოტოსფერულ ტელესკოპთან; 100 მმ რეფრაქტორთან. აბასთუმნის ასტროფიზიკურ ობსერვატორიაში ჩატარდა სტანდარტულ ვარსკვლავ ვეგას სპექტროპოლარიმეტრიული დაკვირვებები და განისაზღვრა სტოქსის სპექტროპოლარიმეტრის ხაზოვანი სპექტრული დისპერსიის სიდიდე, რომელმაც 5000-7000 ანგსტრემის სპექტრულ დიაპაზონში შეადგინა დაახლოებით 724 ± 6 ანგსტრემი/მმ. ასევე დაკვირვებების დამუშავების შედეგად განისაზღვრა პოლარიზაციის ხარისხის ($\pm 0.7\%$) და წრფივი პოლარიზაციის პოზიციური კუთხის (± 0.5) განსაზღვრის სიზუსტე. დიდი დაბნელება გარეშე კორონოგრაფის და მასზე მიერთებული სტოქსის სპექტროპოლარიმეტრის მეშვეობით ჩატარდა მზის სპიკულებისა და მცირე პროტუბერანცების სპექტროპოლარიმეტრიული დაკვირვებები წყალბადის H α სპექტრულ ხაზში, რაც საშუალებას იძლევა მზის ზედა ატმოსფეროს სხვადასხვა აქტიურ წარმონაქმნებში მაგნიტური ველების შესწავლისათვის ჰენლის პოლარიზაციული ეფექტის მეშვეობით. ჩვენს მიერ გადაღებული H α სპიკულის გამოსახულებებიდან სპეციალური პროგრამული უზრუნველყოფის მეშვეობით ამოღებულ იქნა H α სპექტრული ხაზის პროფილები სხვადასხვა დიფრაქციული გამონახაებისათვის. გამოთვლილ იქნა H α სპექტრული ხაზის სტოქსის პროფილები, რომელთა შეფარდება გამოიყენება ჰენლის ეფექტის შესაფასებლად. დროით-სივრცითი პოლარიზაციის მდგომარეობის განაწილების განსაზღვრისათვის ჩვენ გადავიღეთ მზის სპიკულების პოლარიმეტრული დაკვირვების სერია დროის სხვადასხვა ინტერვალით 1 სთ და 20 წთ განმავლობაში და მზის ატმოსფეროს სხვადასხვა სიმაღლეზე - 5000, 6000, 6500 და 7000 კმ. მცირე საკალიბრაციო ტელესკოპით (ობიექტივის დიამეტრი 10 სმ, ფოკუსური მანძილი - 100 სმ) მიერთებული სპექტროპოლარიმეტრით გადაღებულ იქნა მთვარის შერჩეული არეების (მთვარის ცისარტყელების ყურის ჩრდილო-მატერიკის არე, კრატერ ოლბერსის მიდამო, ჰუმბოლდტის ზღვის მიდამო და კრატერი ალფონსო) გამოსახულებები დიფრაქციულ რიგებში, ვიწროზოლოვანი ინტერფერენციული ფილტრით: ცენტრალური ტალღის სიგრძე - 5320 Å, ნახევარსიგანე - 40 Å. ასევე იმავე ტელესკოპით მიღებულ იქნა მარსის, იუპიტერის, სატურნის, კიბორჩხალას ნისლეულისა და ანდრომედას გალაქტიკის ბირთვის გამოსახულებები გადაღებული ფართოზოლოვანი შექვილტრით დიაპაზონში 5000 - 7000Å.

2	სახეთა ამოცნობის ახალი სისტემა ფოტონიზოტროპული კოპიების საფუძველზე.	შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი და უკრაინის საერთაშორისო სამეცნიერო	ბარბარა კილოსანიძე	<i>ძირითადი შემსრულებლები:</i> ბარბარა კილოსანიძე, გიორგი კაკაურიძე, ირაკლი ჩაგანავა,
---	---	---	--------------------	--

<p>ფიზიკური და ქიმიური მეცნიერებები: 6-120 ოპტიკა, კვანტური ელექტრონიკა.</p>	<p>ტექნოლოგიური ცენტრის ერთობლივი გრანტი №04/06 და №6069 2015-2017 წ.წ.</p>		<p>იური მშვენიერაძე. დამხმარე შემსრულებლები: ვლადიმერ ტარასაშვილი, ანა ფურცელაძე, თამაზ სულაბერიძე</p>
<p>გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის ეტაპისძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>შემუშავდა და შეიქმნა დინამიური ამომცნობი მოწყობილობის ლაბორატორიული მოდელი წინა საანგარიშო პერიოდებში შემუშავებული ორი სქემის კომბინირების გზით: ამოსაცნობი ობიექტის გამოსახულების ფოტოანიზოტროპული კოპიოს ჩაწერის, წაშლისა და ზონდირების ოპტიკური სქემა და ფრაუნგოფერის დიფრაქციის უბანში პოლარიზაციული ინტეგრალური ელიფსის სტოქსის პარამეტრების განსაზღვრის სქემა. ინტეგრალური ელიფსის პოლარიზაციის მდგომარეობის განსაზღვრისათვის რეალურ დროში, ჩვენ შევთავაზეთ ჩვენ მიერ შემუშავებული პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული დიფრაქციული ელემენტის გამოყენება. დიფრაქციის პროცესში აღნიშნული ელემენტი შლის მასზე დაცემულ სინალეს ორთოგონალურ ცირკულარულ და წრფივ ბაზისებად. შედეგად ელემენტი ფორმირებას უკეთებს 6 კონას დიფრაქციის +1 და -1 რიგებში. ამ ექვსი დიფრაქციის რიგიდან, ოთხი რიგის ინტენსიობები გამოიყენება სტოქსის 4 პარამეტრის განსაზღვრისათვის ჩვენ მიერ მიღებული ფორმულების გამოყენებით. შეიქმნა სპეციალური პროგრამული უზრუნველყოფა. შექმნილ ამომცნობი მოწყობილობის ლაბორატორიულ მოდელში, ფოტოანიზოტროპული კოპიოების მისაღებად გამოიყენებოდა ჩვენ მიერ შემუშავებული დინამიური პოლარიზაციულად მგრძნობიარე მასალა MPY-Glued.</p> <p>ექსპერიმენტულად მიღებულ იქნა მოცემული დანადგარის შემდეგი მახასიათებლები. ფოტოანიზოტროპული კოპიის ჩაწერა ხორციელდებოდა წრფივად პოლარიზებული სინათლის კონით ტალღის სიგრძით 470 ნმ და სიმძლავრის სიმკვრივით დაახლოებით 130 მილივატი/სმ². ზონდირება ხდებოდა ცირკულარულად პოლარიზებული სინათლის კონით ტალღის სიგრძით 532 ნმ და სიმძლავრის სიმკვრივით 2 მილივატი/სმ². ობიექტის გამოსახულების ფოტოანიზოტროპული კოპიის წაშლა ტარდებოდა DPSS ლაზერის პარალელური, ცირკულარულად პოლარიზებული სინათლის კონით ტალღის სიგრძით 445 ნმ და სიმძლავრის სიმკვრივით დაახლოებით 50 მილივატი/სმ². დანადგარის ფოტომიმდები ნაწილი პრეციზიული ფოტოწინაღობების საშუალებით აწარმოებდა პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიულ ელემენტზე დიფრაქციის რიგების ინტენსიობების გაზომვას ფოტომიმდები ნაწილის ობიექტივის ფოკალურ სიბრტყეში, რაც შეესაბამებოდა ფრაუნგოფერის დიფრაქციის არეს და იძლეოდა საშუალებას ინტეგრალური ელიფსის სტოქსის პარამეტრების განსაზღვრისათვის ამ არეში. ლაბორატორიული მოდელის გარჩევისუნარიანობის ექსპერიმენტულად განსაზღვრისათვის დამზადდა ციფრული სახით სპეციალური ტესტ-ობიექტები - ოპტიკური მირები, რომლებიც წარმოადგენენ 5 ერთნაირი</p>			

სიგანის - პარალელური ზოლის ერთობლიობას და თითოეული მირა განსხვავდება მხოლოდ ზოლებს შორის მანძილით (2L, L, L/2, L/4, L/10, L/20 და 0). მკაფიო გარჩევადობა ამომცნობი მოწყობილობის მოცემული ლაბორატორიული მოდელისათვის შეესაბამება მირას L/20 და შეადგენს 0.075 მმ, ანუ გარჩევისუნარიანობის რაოდენობრივი მნიშვნელობა ტოლია 1/0.075 დაახლ. 14 ხაზი/მმ. ეს შეესაბამება გარჩევისუნარიანობის განსაზღვრის საერთაშორისო სისტემას ინფორმაციის შეყვანის და გამოყვანისას ბრტყელ მატარებელზე დპი (წერტილების რიცხვი ზედაპირის წრფივ დიუმზე) და ჩვენს შემთხვევაში შეადგენს დაახლოებით 340 წერტილს/დიუმზე. შედგენილი იქნა მონაცემთა ბაზა სხვადასხვა ფორმის ობიექტებისათვის, დამზადებული ციფრული ფორმით. მიღებული მონაცემები ცხადყოფს, რომ ყველა გამოკვლეული ობიექტის სტოქსის პარამეტრების ოთხეული ახასიათებს თითოეულ ობიექტს, ამასთან, ცდომილების ფარგლებში დაიმზირება ობიექტთან ცალსახა შესაბამისობა.

3	<p>პოლარიზებული ლუმინესცენციის ფენომენი</p> <p>ჰოლოგრაფიული მეხსიერების ამოცანებში:</p> <p>მარეგისტრირებელი არეები, კვლევა, გამოყენების პერსპექტივა</p> <p>ფიზიკური მეცნიერებანი:</p> <p>6-120 ოპტიკა, კვანტური ელექტრონიკა.</p>	<p>შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი.</p> <p>გრანტი</p> <p>№ FR/316/6-120/14</p> <p>2015-2017 წ.წ.</p>	<p>ვლადიმერ ტარასაშვილი</p>	<p>ძირითადი შემსრულებლები:</p> <p>ვლადიმერ ტარასაშვილი</p> <p>ვალენტინა შავერდოვა</p> <p>ანა ფურცელაძე</p> <p>სვეტლანა პეტროვა</p> <p>ნინო ობოლაშვილი</p> <p>დამხმარე შემსრულებლები:</p> <p>გიორგი კაკაურიძე</p> <p>ბარბარა კილოსანიძე</p> <p>იური მშვენიერაძე</p>
---	--	--	-----------------------------	--

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

ფოტონდუცირებული პოლარიზებული ლუმინესცენციის სპექტრული დიაპაზონის გაფართოების ამოცანის გადაჭრისთვის ჩვენ მიერ შეიქმნა კომპოზიციები, რომლებიც ერთმანეთისგან განსხვავდებოდა არა მხოლოდ მრავალფეროვანი საღებარებით - ფლუოროფორებით, არამედ, წყალში ხსნადი და უხსნადი პოლიმერული მატრიცებით და გამხსნელებით. შექმნილი კომპოზიციების გამჭვირვალე ფირების მისაღებად შემუშავდა ახალი ტექნოლოგიური გადაწყვეტილებები. ფოტონდუცირებული პოლარიზაციული ლუმინესცენციის პარამეტრების რაოდენობრივი მნიშვნელობების ანილიზისთვის შეიქმნა ოპტიკური სქემები. განხორციელებული კვლევების შედეგად მიღებულია რამდენიმე კომპოზიცია, რომელთა ფოტონდუცირებული პოლარიზებული ლუმინესცენციის სპექტრული დიაპაზონი შეადგენს 365-650 ნმ-ს. ჩატარებული კვლევითი სამუშაოების

შედეგად შესაძლებელია დავასკვნათ, რომ სხვადასხვა შუქმგრძობიარე ინგრედიენტების, მათ შორის, პოლიმერული მატრიცებისა დაგამსხნელების შერჩევით და ვარირებით შესაძლებელია მიზანმიმართული გავლენის მოხდენა ფოტონდუცირებული პოლარიზებული ლუმინესცენციის პარამეტრებზე ფართო სპექტრულ დიაპაზონში.

შეიქმნა შუქმგრძობიარე კომპოზიციები, რომლებშიც ცირკულარულად პოლარიზებული აქტინური დასხივების გავლენით აღიძვრებოდა ფოტონდუცირებული ელიფსური ლუმინესცენცია ფართო სპექტრულ დიაპაზონში.

ჩვენ მიერ განხილულია გარე ფაქტორების გავლენა შექმნილი კომპოზიციების პოლარიზაციულ-ლუმინესცენტურ თვისებებზე.

განხორციელებული კვლევის შედეგად ვასკვნი, რომ შუქინდუცირებული პოლარიზებული ლუმინესცენციის პარამეტრების მართვა შეგვიძლია მოვახდინოთ როგორც შუქმგრძობიარე კომპოზიციების მიღების ტექნოლოგიური რეჟიმების სურვილისამებრ შეცვლით, ისე გარე ფაქტორის შერჩევით.

დამზადდა პოლარიზაციული ჰოლოგრაფიული მესხიერებისათვის სამგანზომილებიანი ინფორმაციის მატარებელი ელემენტები სხვადასხვა პოლარიზებული ლუმინესცენციის უნარის მქონე ნახევარგამტარული ფერადი მინების საფუძველზე. შეიქმნა დამმასსოვრებელი მოწყობილობის ლაბორატორიული მაკეტი ოპერატიული პოლარიზაციული ჰოლოგრაფიული მესხიერებისათვის სამგანზომილებიანი ინფორმაციის მატარებელი ელემენტებით. ჩატარდა აღდგენილი ტესტ-ობიექტის სპექტროპოლარიმეტრული ანალიზი **ЖС-19** და **ЖС-16** ტიპის სამგანზომილებიან ელემენტში ტესტ-ობიექტის ჩაწერისას. განისაზღვრა სპონტანური რელაქსაციის დრო **τ_p** პოლარიზაციულად მგრძობიარე სხვადასხვა მარეგისტრირებელი მასალებისათვის. შემუშავდა ოპტიკური სიგნალის პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული კოლერატორი ლუმინესცენციის უნარის მქონე პოლარიზაციულად მგრძობიარე არეების საფუძველზე. დამზადდა ლუმინესცენტური პოლარიზაციულად მგრძობიარე არეების საფუძველზე შექმნილი ანიზოტროპული პროფილის მქონე პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული მესერის ლაბორატორიული ნიმუში. დამზადდა გამოსახულების ვიზუალიზაციის შესაძლებლობის სადემონსტრაციო ჰოლოგრამა, ფართო სპექტრულ უბანში პოლარიზაციულად მგრძობიარე ფლუორესცენტული საღებრის კომპოზიციის შედეგად სინთეზირებულ მარეგისტრირებელ არეებზე.

II.1. პუბლიკაციები:

ა) საქართველოში

სტატიები

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათაური, ჟურნალის/კრებუ- ლის დასახელება	ჟურნალის/ კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	გ. კაკაურიძე, ბ.კილოსანიძე, თ. კვერნაძე, გ. ქურხული	პოლარიზაციულ- პოლოგრაფიული სტოქსის ასტროპოლარიმეტრი ვარსკლავების და განფენილი ობიექტების დაკვირვებისთვის (Real-time polarization- holographic Stokes- Astropolarimeter for observations of stars and extended objects) საერთაშორისო ჟურნალი Astronomy &Astrophysics (Caucasus)	Astronomy &Astrophysics (Caucasus) 1, 24- 33(2016)	ჯავახეთის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემლობა	10

ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე

სტატიაში წარმოდგენილია ინოვაციური რეალურ დროში მომუშავე სტოქსის სპექტროპოლარიმეტრი. პოლარიმეტრის ძირითადი ნაწილია პოლარიზაციულ-პოლოგრაფიული დიფრაქციული ელემენტი, რომელიც სინათლის სრული პოლარიზაციის მდგომარეობის განსაზღვრის საშუალებას იძლევა. ელემენტი ჩაწერილია სპეციალური პოლარიზაციულ-პოლოგრაფიული სქემით წრფივად და ცირკულარულად პოლარიზებული სხივების გამოყენებით. ელემენტი შლის მასზე დაცემულ სინათლის კონას ორთოგონალურ ცირკულარულ და წრფის ბაზისებად. დიფრაქციის რიგებში გამოსახულებების შესაბამისი წერტილების ან არეების ინტენსივობების ერთდროულად CCD გაზომვა და მონაცემთა შემდგომი დამუშავება კალიბრების პარამეტრების გამოყენებით საშუალებას იძლევა რეალურ დროში მივიღოთ სინათლის წყაროს გამოსახულების სტოქსის პარამეტრები. ეს კი საშუალებას იძლევა განვსაზღვროთ წერტილოვანი ან განფენილი ობიექტიდან მოსული

სინათლის დეტალური პოლარიზაციის მდგომარეობა ვიწრო ან ფართე სპექტრულ დიაპაზონში. პოლარიმეტრის მუშა სპექტრული დიაპაზონია 500-1600 ნმ, დიფრაქციული ეფექტურობა 532 ნმ-ისთვის შეადგენს 20%, 635 ნმ - 16% და 1550 ნმ - 2%. დიფრაქციის რიგებში გაზომილი ინტენსიობებსა და სტოქსის პარამეტრებს შორის კავშირის თეორიული მოდელი, ადრე შემუშავებული ავტორების მიერ, გამოყენებული იქნა პოლარიმეტრის კალიბრებისთვის. ლაბორატორიულმა ტესტირებამ აჩვენა, რომ მიღებული შედეგების ცდომილება ახლოა 10-2. სპექტროპოლარიმეტრი კომპაქტურია, მსუბუქია და მისი დაყენება შესაძლებელია როგორც დედამიწაზე განლაგებულ დიდ ან პატარა, ასევე კოსმიურ ტელესკოპებზე.

II. პუბლიკაციები:

ბ) უცხოეთში

სტატიები

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათაური, ჟურნალის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/ კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	ბ.კილოსანიძე, ბ.კაკაურიძე, ი.ქობულაშვილი	სახეთა ამოცნობის ახალი სისტემა ფოტოანიზოტროპული კოპიების საფუძველზე (A new photoanisotropic-copies- based pattern recognition system). Frontiers in Optics	2016, Paper# JTh2A.77	ა.შ.შ., OSA-ს გამომცემლობა	2
შემოთავაზებულია ობიექტების ამოცნობის ახალი მეთოდი, რომელიც ეფუძნება ფრაუნჰოფერის დიფრაქციის არეში პოლარიზაციის ინტეგრალური ელიფსის პარამეტრების განსაზღვრას. ფოტოანიზოტროპული კოპიო მიიღება ამოსაცნობი ობიექტის გამოსახულების გაშუქებით წრფივად პოლარიზებული სინათლის კონით მასალის მიმართ აქტინური ტალღის სიგრძით. პოლარიზაციის ინტეგრალური ელიფსი ფორმირდება ფოტოანიზოტროპული კოპიოს მიერ არააქტინური ცირკულარულად პოლარიზებული სინათლის კონით გაშუქებისას.					
2	ბ.კილოსანიძე,	ვექტორული პოლიფოტოქრომიზმის	2016	ა.შ.შ., OSA-ს გამომცემლობა	2

	ი.ჩაგანავა, გ.კაკაურიძე, ლ.ორიოლ, მ.პინიოლ, ა.მარტინეს-ფელიპე	მოვლენა პოლარიზაციულად მგრძობიარე მასალებში (The phenomenon of vector polyphotochromism in polarization-sensitive materials) Frontiers in Optics	Paper# FF3G.7		
--	---	--	------------------	--	--

ვექტორული პოლიფოტოქრომიზმის მოვლენა დაიმზირება მთელ რიგ მაღალეფექტურ პოლარიზაციულად მგრძობიარე მასალებში და დამოკიდებულია ენერგეტიკულ ექსპოსიციასზე, როცა მასალა შექდება წრფივად პოლარიზებული აქტინური სინათლით. მოვლენას აქვს სრულად ვექტორული ბუნება და დაიმზირება მხოლოდ შეჯვარებულ პოლარიზატორებში.

3	თ.კვერნაძე, გ.ქურსული, ბ.კილოსანიძე, გ.კაკაურიძე, გ.კულიჯანიშვილი, ე.ხუციშვილი, დ. ხუციშვილი	პოლარიზაციულ- ჰოლოგრაფიული გამოსახულების სტოქსის პოლარიმეტრი მზის დაკვირებითი კვლევისთვის (Polarization-Holographic Imaging Stokes Polarimeter for Observational Study of the Sun)	Proceedings of the International Conference “Solar Polarization – 8”	იტალია	8
---	--	---	--	--------	---

ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე

წარმოდგენილია ინოვაციური პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული გამოსახულების სტოქსის სპექტროპოლარიმეტრი პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული დიფრაქციული ელემენტის საფუძველზე. ელემენტი საშუალებას იძლევა ჩავატაროთ შემომავალი სინათლის პოლარიზაციის მდგომარეობის სრული ანალიზი რეალურ დროში. ელემენტი შლის მასზე დაცემულ სინათლის კონას დიფრაქციის რიგებად, რომელთა ინტენსიობები ცალსახად დამოკიდებულია სინათლის წყაროს პოლარიზაციის მდგომარეობაზე. დიფრაქციის რიგებში გამოსახულებების შესაბამისი წერტილების ან არეების ინტენსივობების ერთდროულად გაზომვა და მონაცემთა შემდგომი დამუშავება კალიბრების პარამეტრების გამოყენებით საშუალებას იძლევა რეალურ დროში მივიღოთ სინათლის წყაროს გამოსახულების სტოქსის პარამეტრების განაწილება. ეს საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ წერტილოვანი ან განფენილი ობიექტიდან მოსული სინათლის დეტალური პოლარიზაციის მდგომარეობა ვიწრო ან ფართე სპექტრულ დიაპაზონში. პოლარიმეტრის მუშა სპექტრული დიაპაზონია 500-1600 ნმ, დიფრაქციული ეფექტურობა 532 ნმ-ისთვის შეადგენს 20%, 635 ნმ - 16% და 1550 ნმ - 2%. დიფრაქციის სხვადასხვა რიგში გაზომილი ინტენსიობებსა და სტოქსის პარამეტრებს შორის კავშირის თეორიული მოდელი, შემუშავებული კილოსანიძის და კაკაურიძის მიერ, გამოყენებული იქნა პოლარიმეტრის კალიბრებისათვის. ლაბორატორიულმა ტესტირებამ აჩვენა, რომ მიღებული შედეგების ცდომილება 1%-ზე მეტია. სპექტროპოლარიმეტრი კომპაქტურია, მსუბუქი და მისი დაყენება შესაძლებელია როგორც დედამიწაზე განლაგებულ

დიდ ან პატარა, ასევე კოსმიურ ტელესკოპებზე.					
4	ი.ჩაგანავა, ბ.კილოსანიძე, გ.კაკაურიძე, ლ.ორიოლ, მ.პინიოლ, ა.მარტინეს- ფელიპე	ვექტორული პოლიფოტოქრომიზმის ინდუცირება side-chain აზოპოლიმერებში (Induction of the vector polyphotochromism in side-chain azopolymers)	Book of Abstracts of the 4-th International Symposium «Molecular Photonics» dedicated to academician A.N. Terenin	რუსეთი: VVM publishing Ltd., 2016.— 99 pp	1 1
<p style="text-align: center;">ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე</p> <p>კარგადაა ცნობილი სკალარული ფოტოქრომიზმის მოვლენა, რომელიც წარმოადგენს შექცევად ფოტოტრანსფორმაციებს ქიმიური სახეობის ორ ფორმას შორის, რომლებსაც გააჩნიათ სხვადასხვა შთანთქმის სპექტრები და დაიმზირებიან აქტიური სინათლის ზემოქმედებისას, მიუხედავად მისი პოლარიზაციის მდგომარეობისა. ამასგან განსხვავებით, რამდენიმე მაღალეფექტურ პოლარიზაციულად მგრძობიარე აზოპოლიმერულ მასალაში, ჩვენ მიერ დამზერილი იქნა ვექტორული პოლიფოტოქრომიზმი, რომელიც ინდუცირდება წრფივად პოლარიზებული სინათლის კონების ზეწმოქმედებით. ეფექტს აქვს სუფთა ვექტორული ბუნება, რამდენადაც მასალის გამჭოლი სპექტრი არსებითად იცვლება ნიმუშის დასხივებული არის განთავსებისას შეჯვარებულ პოლარიზატორებს შორის და ცვლილება სპექტრში ცალსახადაა დამოკიდებული ენერგეტიკულ ექსპოზიციაზე. ექსპერიმენტებში გამოვიყენეთ ორი სინთეზირებული სიდუ-ცჰაინ აზოპოლიმერი, მიღებული პოლარული აზოსაღებარის პოლიმეთილმეთაკრილატის მატრიცაზე იმობილიზაციის გზით. თვალნათლივ არის ნაჩვენები, რომ სინათლით მართვადი ნიმუშის სპექტრული სელექტიურობა აქტივირდება მასტიმულირებელი გამოსხივების სხვადასხვა დოზებით.</p>					
5	В. Г. Шавердова, С. С. Петрова, А. Л. Пурцеладзе, В.И.Тарасашвили, Н. И. Оболашвили.	Поляризационно- чувствительные люминесцентные композиции для голографии\Журнал прикладной спектроскопии	გადაცემულია გამოსაქვეყნებლად. სარეგისტრაციო №82-16	Институт физики имени Б. И.Степанова НАН Беларуси	7
<p style="text-align: center;">ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე</p> <p>სტატია წარმოადგენს მეცნიერული მიმართულების – პოლარიზაციული ჰოლოგრაფიის, რომლის ფუძემდებელია შ.ყაყიჩაშვილი – შემდგომ განვითარებას. ნაშრომში პირველადაა შემოთავაზებული პოლარიზაციულ ჰოლოგრაფიაში მარეგისტრირებელ არეებად გამოყენებული იქნეს ნივთიერებები, რომელთა ლუმინესცენციის სპექტრი იძლევა გამოძახილს ჩამწერი (აქტიური) დასხივების პოლარიზაციის მდგომარეობაზე. ამ ასპექტში</p>					

განსაკუთრებულ ინტერესს წარმოადგენს გამოსხივების სპექტრის ვარიაციის შესაძლებლობა, როგორც ინფორმაციის ჩაწერის ისე ამოკითხვის (ვიზუალიზაციის) ეტაპზე. წარმოდგენილ ნაშრომში შემუშავებულია ლუმინესცენტური პოლარიზაციულად მგრძობიარე მარეგისტრირებელი არეების მიღების ტექნოლოგია ახალი ტიპის საღებარების ბაზაზე პოლიმერულ მატრიცებში ნეიტრალური, მუავე და ტუტე არეებისათვის; კეძოდ, მიმართული სინთეზის მეთოდით მიღებულია ლუმინესცირებადი საღებარების-1,7-დიამინო-3,9-დიჰიდროდიბენზო-[1,2,3დე:4,5,6-დ'ე] დიქინოლინ-2.8-დიონის (1,5-დიამინო -ანთრადიპირიდონის) ჰეტეროციკლურ აზოტის ატომებთან ჰომოლოგიური ზრდადობით ალკილნაცვლებული დისულფოქლორიდები, საერთო სტრუქტურით (CISO₂)₂-1,5-di-AAP-di-R. შექმნილია ოპტიკური დანადგარი და შემუშავებულია სენსიტომეტრიის მეთოდოლოგია, რომელიც საშუალებას გვაძლევს გავზომოთ მოცემული საღებარების პოლარიზაციულ-ლუმინესცენტური მახასიათებლები. ჩატარებულია ლუმინესცენციის ქვანტური გამოსავლის გამოთვლები; მიღებულია პოლარიზებული ლუმინესცენციის სპექტრული დამოკიდებულების მრუდები; ჩატარებულია მიღებული კომპოზიციების ქიმიური სტრუქტურის ანალიზი. არეში ინდუცირებული ლუმინესცენციის პოლარიზაციის მდგომარეობის ანალიზი საშუალებას იძლევა მივიღოთ მნიშვნელოვანი ინფორმაცია მოლეკულების ორიენტაციასა და ძვრადობაზე; ნივთიერების სტრუქტურულ აღნაგობაზე.

III. 1. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

ა) საქართველოში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მომხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	თ. კვერნაძე, გ. კაკაურიძე, ბ. კილოსანიძე, გ. ქურსული, ვ. ყულიჯანიშვილი, დ. ხუციშვილი	ასტრონომიული ობიექტების პოლარიმეტრული დაკვირვებები პოლარიზაციულ- ჰოლოგრაფიული სტოქს- პოლარიმეტრის გამოყენებით. პირველი შედეგები.	საერთაშორისო კონფერენცია „ასტროფიზიკის თანამედროვე პრობლემები- II“. 2016 წ. 26 - 28 სექტემბერი, ქ. ახალციხე.

მომხსენების ანოტაცია ქართულ ენაზე.

განხილულია პირველი ასტროპოლარიმეტრული დაკვირვებები, პროექტის ფარგლებში შექმნილი პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული სტოქს-პოლარიმეტრის გამოყენებით. დაკვირვებები ჩატარდება 10 სმ. (F=100 სმ) ტელესკოპ-რეფრაქტორით. დაკვირვების ძირითადი ობიექტები იქნება: სხვადასხვა ვარსკვლავიერი სიდიდის სტანდარტ-ვარსკვლავები (რომელთა

პოლარიმეტრული მახასიათებლები წინასწარ არის ცნობილი). აგრეთვე ისეთი განფენილი ობიექტები, როგორცაა ორიონის ნისლეული და მთვარის “ქარიშხლების ოკეანის“ უბნები, სადაც პოლარიზაციის ხარისხი მაღალია. დაკვირვებები ჩატარდება, როგორც ფართეზოლოვან ფილტრების გამოყენებით, ასევე უფილტროდ სპექტრო-პოლარიმეტრულ რეჟიმში. მოხსენებაში წარმოდგენილი იქნება დაკვირვების შედეგები, გრაფიკული მრუდებით და ფოტოებით; რომელთაც დართული ექნებათ შესაბამისი განმარტება და მეცნიერული ინტერპრეტაცია.

ბ)უცხოეთში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	ბ.კილოსანიძე, გ.კაკაურიძე, ი.ქობულაშვილი	სახეთა ამოცნობის ახალი სისტემა ფოტოანიზოტროპული კოპიების საფუძველზე (A new photoanisotropic-copies- based pattern recognition system).	კონფერენცია Frontier in Optics 2016 2016 წ. 17 - 21 ოქტომბერი ქ. როჩესტერი (ა.შ.შ.)
<p style="text-align: center;">მოხსენებათა ანოტაცია ქართულ ენაზე</p> <p>შემოთავაზებულია ობიექტების ამოცნობის ახალი მეთოდი, რომელიც ეფუძნება ფრაუნჰოფერის დიფრაქციის არეში პოლარიზაციის ინტეგრალური ელიფსის პარამეტრების განსაზღვრას. ფოტოანიზოტროპული კოპიო მიიღება ამოსაცნობი ობიექტის გამოსახულების გაშუქებით წრფივად პოლარიზებული სინათლის კონით მასალის მიმართ აქტინური ტალღის სიგრძით. პოლარიზაციის ინტეგრალური ელიფსი ფორმირდება ფოტოანიზოტროპული კოპიოს მიერ არააქტინური ცირკულარულად პოლარიზებული სინათლის კონით გაშუქებისას.</p>			
2	ბ.კილოსანიძე, ი.ჩაგანავა, გ.კაკაურიძე, ლ.ორიოლ, მ.პინიოლ, ა.მარტინეს-ფელიპე	ვექტორული პოლიფოტოქრომიზმის მოვლენა პოლარიზაციულად მგრძობიარე მასალებში (The phenomenon of vector polyphotochromism in polarization- sensitive materials)	კონფერენცია Frontier in Optics 2016 2016 წ. 17 - 21 ოქტომბერი ქ. როჩესტერი (ა.შ.შ.)

ვექტორული პოლიფოტოქრომიზმის მოვლენა დაიმზირება მთელ რიგ მაღალეფექტურ პოლარიზაციულად მგრძნობიარე მასალებში და დამოკიდებულია ენერგეტიკულ ექსპოზიციაზე, როცა მასალა შუქდება წრფივად პოლარიზებული აქტინური სინათლით. მოვლენას აქვს სრულად ვექტორული ბუნება და დაიმზირება მხოლოდ შეჯვარებულ პოლარიზატორებში.

3	ი.ჩაგანავა, ბ.კილოსანიძე, გ.კაკაურიძე, ლ.ორიოლ, მ.პინიოლ, ა.მარტინეს-ფელიპე	ვექტორული პოლიფოტოქრომიზმის ინდუცირება side- chain აზოპოლიმერებში (Induction of the vector polyphotochromism in side-chain azopolymers)	აკადემიკოსი ა.ნ. ტერენინის სახელობის IV საერთაშორისო სიმპოზიუმი „მოლეკულური ფოტონიკა“ 21-24 ივლისი 2016 წ. პეტერგოფი, სანქტ- პეტერბურგი, რუსეთი
---	--	---	--

მოსხენებათა ანოტაცია ქართულ ენაზე

კარგადაა ცნობილი სკალარული ფოტოქრომიზმის მოვლენა, რომელიც წარმოადგენს შექცევად ფოტოტრანსფორმაციებს ქიმიური სახეობის ორ ფორმას შორის, რომლებსაც გააჩნიათ სხვადასხვა შთანთქმის სპექტრები და დაიმზირებიან აქტინური სინათლის ზემოქმედებისას, მიუხედავად მისი პოლარიზაციის მდგომარეობისა. ამასგან განსხვავებით, რამდენიმე მაღალეფექტურ პოლარიზაციულად მგრძნობიარე აზოპოლიმერულ მასალაში, ჩვენ მიერ დამზერილი იქნა ვექტორული პოლიფოტოქრომიზმი, რომელიც ინდუცირდება წრფივად პოლარიზებული სინათლის კონების ზემოქმედებით. ეფექტს აქვს სუფთა ვექტორული ბუნება, რამდენადაც მასალის გამჭოლი სპექტრი არსებითად იცვლება ნიმუშის დასხივებული არის განთავსებისას შეჯვარებულ პოლარიზატორებს შორის და ცვლილება სპექტრში ცალსახადაა დამოკიდებული ენერგეტიკულ ექსპოზიციაზე. ექსპერიმენტებში გამოვიყენეთ ორი სინთეზირებული სიდე-ცპაინ აზოპოლიმერი, მიღებული პოლარული აზოსაღებარის პოლიმეთილმეთაკრილატის მატრიცაზე იმობილიზაციის გზით. თვალნათლივ არის ნახევნები, რომ სინათლით მართვადი ნიმუშის სპექტრული სელექტიურობა აქტივირდება მასტიმულირებელი გამოსხივების სხვადასხვა დოზებით.

4	თ.კვერნაძე, გ.ქურხული, ბ.კილოსანიძე, გ.კაკაურიძე, ვ.კულიჯანიშვილი ე.ხუციშვილი, დ. ხუციშვილი	პოლარიზაციულ- პოლოგრაფიული გამოსახულების სტოქსის პოლარიმეტრი მზის დაკვირებითი კვლევისთვის (Polarization-Holographic Imaging Stokes Polarimeter for Observational Study of the Sun)	საერთაშორისო კონფერენცია “Solar Polarization 8” 2016 წ. 12-16 სექტემბერი, ფლორენცია, იტალია
---	--	---	---

მოსხენებათა ანოტაცია ქართულ ენაზე

წარმოდგენილია ინოვაციური პოლარიზაციულ-პოლოგრაფიული გამოსახულების სტოქსის სპექტროპოლარიმეტრი პოლარიზაციულ-პოლოგრაფიული დიფრაქციული ელემენტის

საფუძველზე. ელემენტი საშუალებას იძლევა ჩავატაროთ შემომავალი სინათლის პოლარიზაციის მდგომარეობის სრული ანალიზი რეალურ დროში. ელემენტი შლის მასზე დაცემულ სინათლის კონას დიფრაქციის რიგებად, რომელთა ინტენსიობები ცალსახად დამოკიდებულია სინათლის წყაროს პოლარიზაციის მდგომარეობაზე. დიფრაქციის რიგებში გამოსახულებების შესაბამისი წერტილების ან არეების ინტენსიობების ერთდროულად გაზომვა და მონაცემთა შემდგომი დამუშავება კალიბრების პარამეტრების გამოყენებით საშუალებას იძლევა რეალურ დროში მივიღოთ სინათლის წყაროს გამოსახულების სტოქსის პარამეტრების განაწილება. ეს საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ წერტილოვანი ან განფენილი ობიექტიდან მოსული სინათლის დეტალური პოლარიზაციის მდგომარეობა ვიწრო ან ფართე სპექტრულ დიაპაზონში. პოლარიმეტრის მუშა სპექტრული დიაპაზონია 500-1600 ნმ, დიფრაქციული ეფექტურობა 532 ნმ-ისთვის შეადგენს 20%, 635 ნმ - 16% და 1550 ნმ - 2%. დიფრაქციის სხვადასხვა რიგში გაზომილი ინტენსიობებსა და სტოქსის პარამეტრებს შორის კავშირის თეორიული მოდელი, შემუშავებული კილოსანიძის და კაკაურიძის მიერ, გამოყენებული იქნა პოლარიმეტრის კალიბრებისათვის. ლაბორატორიულმა ტესტირებამ აჩვენა, რომ მიღებული შედეგების ცდომილება 1%-ზე მეტია. სპექტროპოლარიმეტრი კომპაქტურია, მსუბუქი და მისი დაყენება შესაძლებელია როგორც დედამიწაზე განლაგებულ დიდ ან პატარა, ასევე კოსმიურ ტელესკოპებზე.

5	<p>გ. შავერდოვა ს. პეტროვა ა. ფურცელაძე ვ. ტარასაშვილი ნ.ობოლაშვილი</p>	<p>მარეგისტრირებელი არე ჰოლოგრაფიისთვის ახალი ტიპის ფლუორესცენტული საღებარის საფუძველზე: ბუტილ-შემცვლელი ამინოანტროპირიდონი (The recording media for holography based on a new type of fluorescent dyes: butyl-substituted aminoantropiridone)</p>	<p>„Global Conference on Applied Physics and Mathematics“ 25 - 27 ივლისი, 2016 წელი ქ. რომი, იტალია.</p>
---	---	--	---

სამეცნიერო ფორუმზე წარდგენილი მოხსენების ანოტაცია ქართულ ენაზე.
 მოხსენება ეხებოდა ახალი ტიპის პოლარიზაციულად მგრძნობიარე, მაღალეფექტური, ლუმინესცირებადი დინამიური კომპოზიციების მიღებას და მათ ანიზოტროპულ-გიროტროპული თვისებების კვლევას ახალი, პოლარიზაციულ-ლუმინესცენტური ჰოლოგრაფიის მეთოდით. ცნობილია, რომ პოლარიზაციულად მგრძნობიარე არეების მრავალფეროვან კლასებს შორის მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია ნივთიერებებს, რომელთაც ახასიათებთ განსაკუთრებული სპექტრული თვისება – პოლარიზებული ლუმინესცენციის უნარი. მათი გამოყენება საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ გამოსხივების სპექტრის ვარიაცია, როგორც ინფორმაციის ჩაწერის ისე ამოკითხვის (ვიზუალიზაციის) ეტაპზე; ანუ საკვლევი პროცესის რეგისტრაცია მოხდეს მარეგისტრირებელი მასალის შთანთქმის სპექტრის ნებისმიერ უბანში– ხოლომათი ვიზუალიზაცია (ამოკითხვა) –ლუმინესცენციის სპექტრის სასურველ დიაპაზონში. მეორე მხრივ არეში ინდუცირებული ლუმინესცენციის პოლარიზაციის მდგომარეობის ანალიზი საშუალებას იძლევა მივიღოთ ინფორმაცია მოლეკულების ორიენტაციასა და ძვრადობაზე; ნივთიერების სტრუქტურულ აღნაგობაზე. ამ მიზნით, სპეციალურად იყო სინთეზირებული ახალი ტიპის ორგანული საღებრებები –

მაკროციკლური პოლიაზომეთინური ნაერთები. განხილული იქნა ამ სადებარების ბუტილ-გომოლოგები. მიღებული არეების დასხივება ხდებოდა, როგორც წრფივად პოლარიზებული, ასევე ცირკულარულად პოლარიზებული აქტინური გამოსხივებით. მიღებულია მნიშვნელოვანი შედეგები, როგორც ახალი ტიპის მასალების, ასევე მათი სტრუქტურის ანალიზის თვალსაზრისით.

**ოპტიკურ-ქიმიურ კვლევათა ლაბორატორია
(განყოფილების სტატუსით)**

ლაბორატორიის ხელმძღვანელი – ჯიმშერ მაისურაძე, ქიმიის მეცნიერებათა დოქტორი;

სამეცნიერო ერთეულის პერსონალური შემადგენლობა:

ჯიმშერ მაისურაძე, ქიმიის მეცნიერებათა დოქტორი, ლაბორატორიის ხელმძღვანელი;

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 – ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორი,

უფროსი მეცნიერ თანამშრომელი;

მანანა არეშიძე, აკად. დოქტ (ახალი მიღებული);

ცისანა ზურაბიშვილი – აკადემიური დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი;

შორენა ახობაძე – ქიმიკოსი, მეცნიერი თანამშრომელი;

ჟუჟუნა ურჩუხიშვილი – ქიმიკოსი, მაგისტრი, წამყვანი ინჟინერი;

მზია გუგავა – ქიმიკოსი, წამყვანი ინჟინერი;

ეკატერინე არველაძე – ელექტროინჟინერი, წამყვანი ინჟინერი.

**I. 1. საქართველოს სახელმწიფო ბიუჯეტის დაფინანსებით 2016 წლის გეგმით
შესრულებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტი**

№	შესრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	<p>სპიროპირანის მოდიფიცირებით გაუმჯობესებული ფოტოქრომული თვისებების მქონე ნაერთების სინთეზი და კვლევა.</p> <p>ორგანული ქიმია 14.</p> <p>ფიზიკური ქიმია 13.</p>	ჯიმშერ მაისურაძე	<p>აკადემიური დოქტორები: ლალი დევაძე იზოლდა მჭავანაძე ცისანა ზურაბიშვილი ნინო სეფაშვილი;</p> <p>შორენა ახოხაძე ეუქუნა ურჩუხიშვილი ეკა არველაძე მზია გუგავა</p>
<p>გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>თანამედროვე მეცნიერების ისეთ მნიშვნელოვან სფეროს, როგორცაა მოლეკულური კომპიუტერის (ზოგადად მოლეკულური მანქანების) შესაქმნელად ფოტოქრომული ნაერთების სინთეზი და კვლევა ხორციელდება პრინციპით „მოლეკულიდან ჭკვიან მასალამდე“. მოლეკულური მანქანების შექმნის და, ზოგადად მოლეკულის დონეზე მატერიის მართვის კონცეფცია, გამოთქმული რიჩარდ ფეიმანის მიერ 1959 წელს და ვეიცმანის ინსტიტუტში ფოტოქრომული მოლეკულების (სპიროპირანების) ბაზაზე შექმნილი ქიმიური მეხსიერების მოდელი, მსოფლიოს მრავალი სამეცნიერო ცენტრის კვლევის საგანი გახდა. მათ შორის იყო კიბერნეტიკის ინსტიტუტის ოპტიკურ-ქიმიურ კვლევათა განყოფილება, რომლის წევრებმა აკადემიკოს ვლადიმერ ჭავჭავანიძის ინიციატივით და აკადემიკოს კოხტა ჯაფარიძის ხელმძღვანელობით საბჭოთა კავშირში პირველებმა განახორციელეს ფოტოქრომული სპიროპირანების სინთეზი და კვლევა.</p> <p>აღსანიშნავია, რომ თემატიკის აქტუალობა ვლადიმერ ჭავჭავანიძემ და კოხტა ჯაფარიძემ ნახევარი საუკუნით ადრე იწინასწარმეტყველეს: წელს ნობელის პრემია ქიმიაში მიიღო მეცნიერთა ჯგუფმა (ჯეიმ სტოდარტი, ბერნარდ ფერინგა, ჟან-პიერ სავაჟი) სწორედ მოლეკულური მანქანების პროექტირებისა და სინთეზისათვის. ფოტოქრომიზმი არის მოლეკულური სისტემის შექცევადი გადასვლა შთანთქმის განსხვავებული სპექტრების მქონე ორ ფორმას შორის, რომელიც ადვილად ფოკუსირებადი, ეკოლოგიურად სუფთა ენერჯის წყაროს – სინათლის - შთანთქმით ინდუცირდება. მააქტივირებელი გამოსხივების ზეგავლენით ფოტოქრომულ ნაერთებს უნარი აქვთ შეიცვალონ არა მხოლოდ ელექტრონული შთანთქმის სპექტრი, არამედ სხვა ფიზიკო-ქიმიური მახასიათებლებიც. ამ</p>			

გარემოებამ განაპირობა მათ საფუძველზე გადართვადი მახასიათებლების უნარის მქონე ფუნქციონალური “ჰკვიანი” მასალების შექმნის შესაძლებლობა. ფუნქციონალური მასალები ფართოდ გამოიყენება ფოტონიკაში, მოლეკულურ ელექტრონიკაში, ინფორმაციის რეგისტრაციისა და შენახვის ახალი ტიპის მოწყობილობებში, ქემოსენსორებში, ადამიანის ორგანიზმში დაავადებულ ადგილზე წამლის მიმწოდებელ ნანოკონტეინერებში და სხვ.

ორგანულ ბისტაბილურ, ფოტოკონტროლირებად სისტემებს შორის ყველაზე პერსპექტიული კლასი არის სპიროპირანები, რომლებიც სხვა ფოტოქრომული ნაერთებისგან გამოირჩევიან მთელი რიგი უპირატესობებით: ფოტონდუცირებული გადაჯგუფების მაღალი კვანტური გამოსავლებით, ერთმანეთში გარდამავალი იზომერების სპექტრალური და გეომეტრიული პარამეტრების მკვეთრი კონტრასტით; ზემოქმედებაზე გამომხაურების და ოთახის ტემპერატურაზე ფოტოწონასწორობის დამყარების სისწრაფით (100 ფემტოსეკუნდი და 10 პიკოსეკუნდი, შესაბამისად). სასურველი თერმოდინამიკური, კინეტიკური, სპექტრალური და ფოტოქიმიური თვისებების მქონე ნაერთის მისაღებად სტრუქტურული ცვლილებების ფართო შესაძლებლობებით. ფოტოგადართვადი თვისებების მქონე ორგანულ ნაერთთა შორის სპიროპირანებმა პირველებმა კპოვეს გამოყენება ტექნიკაში.

სპიროპირანების სპექტრალური მახასიათებლების, ფოტონდუცირებული ფორმების ფიზიკური და ქიმიური თვისებების შემდგომმა კვლევამ გამოავლინა სხვადასხვა მაღალტექნოლოგიურ მასალებში ამ ნაერთების მოლეკულურ გადამრთველად გამოიყენების ფართო შესაძლებლობები. დღეისათვის სპიროპირანების საფუძველზე შექმნილია მოწყობილობები: დინამიური თვისებების რეგულირებისთვის, ბიოქიმიური ინფორმაციის გარკვეული მიმართულებით ტრანსპორტირებისა და ბიოლოგიურ მემბრანების მეშვეობით სიგნალის გადასაცემად, ფოტოქიმიურად და ელექტროქიმიურად გადართვადი ბიო- და ქემოსენსორული სისტემების შესაქმნელად. სპიროპირანები გამოყენებას პოულობენ მოლეკულური მანქანების, ლოგიკური, აგრეთვე სამკურნალო პრეპარატების მისამართით მიმწოდებელი მოწყობილობების კონსტრუირებისთვის.

სპიროპირანის თვისებების გაუმჯობესებასა და სრულყოფაზე მუშაობს მსოფლიოს მრავალი სამეცნიერო ცენტრი და ფირმა, რაზეც გამოქვეყნებული შრომებისა და პატენტების რიცხვი მეტყველებს. ჩვენი კვლევებიც ახალი, გაუმჯობესებული თვისებების სპიროპირანების სინთეზსა და კვლევას უკავშირდება. მოლეკულის ინდოლინურ და ქრომენულ ნაწილებში ელექტროდონორული და ელექტროაქცეპტორული ჩამნაცვლებების ჩასმით სხვადასხვა პოზიციებში, შევქმენით სპიროპირანის მოლეკულის ფოტომგძრნობიარობის გაზრდა, როგორც უ.ი., ასევე ხილული სინათლის მიმართ. გავაუმჯობესეთ მოლეკულის მდგრადობა. არაპოლარული რადიკალის დაგრძელებით ნაერთმა თვითორგანიზების - მიცელირების უნარი შეიძინა, რამაც თავის მხრივ აამაღლა ეფექტური ფოტომგძრნობიარობა. აღწერილი გზებით მოდიფიცირების ყველა შესაძლებლობების ამოწურვის შემდეგ მიზანშეწონილად მივიჩნიეთ სპიროპირანის მოლეკულის ქრომენულ ნაწილში მეორე ფოტოქრომული ცენტრის შეტანა. შეუძლებელი ქრომოფორების თეორიის თანახმად ორი აქტიური ცენტრის მქონე მოლეკულა გაზრდილი ფოტომგძრნობიარობით და ფოტონდუცირებული ფორმის შთანთქმის ზოლის ბატოქრომულად წანაცვლებით ხასიათდება. ამ გარემოების გათვალისწინებით ჩვენს მიერ სინთეზირებული იქნა ნაერთები ინდოლინის, აზაინდოლის და ტეტრაჰიდროქინოლინის

სპიროპირანების და შეუღლების ჯაჭვის - π-კონიუგაციის დამაგრძელებელი აზობენზოლის ბაზაზე. მიღებულ ჰიბრიდული მოლეკულები გაზრდილ ფოტომგრძობით და შთანთქმის ზოლის გრძელტალღოვანი წანაცვლებით გამოირჩევიან.

ჰიბრიდული მოლეკულის ბიფუნქციურობა წარმოქმნის ორ ფოტოპროდუქტს. UV სინათლის ზემოქმედებით წარმოქმნილი კონიუგირებული ჯაჭვის აზობენზოლის ფრაგმენტის არსებობის გამო დაგრძელება და შესაბამისი შთანთქმის ზოლის ტალღის სიგრძის ბატოქრომული წანაცვლება და დიოდური ლაზერის გამოსხივების უბანთან (780 ნმ) მიახლოება მნიშვნელოვანია სპიროპირანების პრაქტიკული გამოყენებისთვის.

სპიროპირანის ფოტოიზომერიაციისა და აზობენზოლის ტრანს-ცის გარდაქმნის შედეგად სპექტრზე წარმოქმნება ერთმანეთისგან დაშორებული შთანთქმის ზოლები, რომელთა მართვა შესაძლებელია სხვადასხვა სიხშირის ლაზერის სხივებით.

მიღებულ ნაერთებში შენარჩუნებულია შემადგენელი ფრაგმენტების ფოტოქრომული თვისებები და ამავე დროს დაიკვირვება ინდოლინის ანალოგებთან შედარებით ფოტონდუცირებული ფორმის შესაბამისი შთანთქმის ზოლის ბატოქრომული წანაცვლება - პოლარულში 10 ნმ, ხოლო არაპოლარულში 40 ნმ. ეინექტიკური და თერმოდინამიკური მახასიათებლების ანალიზით დავადგინეთ, რომ მიღებულ ნაერთებში ფოტოქრომია ოთახის ტემპერატურაზე დაიკვირვება, ნაერთების უმეტესობას ინვერსიული ფოტოქრომია ახასიათებს, რაც მათ მთელ რიგ უპირატეობას ანიჭებს. მაგალითად:

უარყოფითი ფოტოქრომიის მქონე სპიროპირანების ფოტოქრომული ციკლი, ანუ ჩართვა (გაუფერულება) და გამორთვა (შეფერვა) ნაკლებ ენერგეტიკულ დანახარჯებთანაა დაკავშირებული. პირველი საფეხური - ხილული სინათლით, ხოლო მეორე – თერმოდინამიკური წონასწორობის აღდგენით, სისტემის შინაგანი ენერჯის ხარჯზე ხდება. უარყოფითი ფოტოქრომიის მქონე სპიროპირანებში, ჩართვა – გამორთვის ციკლურობა იზრდება, რადგან პროცესში, უ. ი. სინათლე არ მონაწილეობს.

უარყოფითი ფოტოქრომიის მქონე სპიროპირანების აღნიშნული თვისებები მნიშვნელოვანია მაგალითად ინფორმაციის ჩამწერ და დამახსოვრებელ მოწყობილობებში სპიროპირანის ბაზაზე ადამიანის ორგანიზმში წამლის გადამტანი ნანოკონტეინერების დატვირთვისა და დაავადებულ ადგილზე მათი დაცლისას მავნე უ. ი. სინათლის ზემოქმედების თავიდან ასაცილებლად და სხვ. უარყოფითი ფოტოქრომიის მქონე სპიროპირანები შეიძლება გამოყენებულ იქნას ორმხრივ გადამრთველებად, რადგან მათი შეფერილი ფორმა უფერულდება როგორც ხილული, ისე უ. ი. სინათლის ზემოქმედებით.

I. 2.

№	შესრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
---	---	-----------------------	------------------------

	მიმართულების მითითებით		
1	გრადიენტული პოლიმერული მასალების მიღება და კვლევა. პოლიმერების ფიზიკური ქიმია	ლ. ნადარეიშვილი	მ. არეშიძე ლ. შარაშიძე ი. ფავლენიშვილი

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

თანამედროვე მასალათმცოდნეობის ერთერთი სტრატეგიული მიმართულებაა გრადიენტული მასალების შექმნა და კვლევა. გრადიენტული მასალები წარმოადგენენ კომპოზიტებს ან ერთფაზიან მასალებს, რომელთა თვისებები იცვლება იწვევებიან უწყვეტად ან ნახტომისებურად სულ ცოტა ერთი მიმართულებით მაინც. თვისებების ცვლა გამოწვეულია კომპოზიტის ქიმიური შედგენილობის ან მასალის სტრუქტურის ცვლილებით.

ცნობილია გრადიენტული მასალების შექმნის სხვადასხვა მიდგომა. პუბლიკაციათა უმრავლესობა ეხება მეტალურ და კერამიკულ მასალებს. ლიტერატურა პოლიმერების ან პოლიმერული მატრიცების საფუძველზე დამზადებული გრადიენტული მასალების შესახებ შედარებით ცოტაა. პოლიმერული გრადიენტული მასალების მიღების მეთოდებია: თერმული დაფრქვევა, ფხვნილთა მეტალურგიის მეთოდები, გვირგვინისებური განმუხტვა, ცენტრიფუგირება, თხელი ფენების თანმიმდევრობითი დაფენა, ულტრაიისფერი დასხივება, გაკერვის ხარისხის ვარირება, სელექტიური ლაზერული შეცხოება, ჩამოსხმა წნევით, პოლიმერიზაციის აღმავალი ფრონტის შექმნა და სხვ. ამ მიმართულებით ნოვატორული შედეგები აქვთ მიღებული პროექტის ავტორებს.

ახალი ტიპის გრადიენტული მასალების შექმნა ემყარება პოლიმერში მიკროსტრუქტურის გრადიენტის ფორმირებას, რაც მიიღწევა მაკრომოლეკულების კონფორმაციის ვარირებით. გამინების ტემპერატურის ზევით გაჭიმვის შედეგად ხაზობრივი პოლიმერები გადადიან სპეციფიკურ, ე.წ. ორიენტირებულ მდგომარეობაში, სადაც მაკრომოლეკულური ჯაჭვების ცალკეული უბნები უპირატესად განლაგებული არიან გაჭიმვის მიმართულებით.

ჩვენს მიერ დამუშავდა პოლიმერების ერთდერძიანი ორიენტაციული გაჭიმვის პრინციპულად ახალი ტექნიკური გადაწყვეტა - მართვადი გრადიენტული გაჭიმვის მეთოდი, დამზადდა სათანადო მოწყობილობები/სისტემები და პირველად განხორციელდა ხაზობრივი პოლიმერების ერთდერძიანი გრადიენტული ორიენტაცია, რომლის არსი მდგომარეობს ნიმუშის შერჩეულ უბნებში ფარდობითი წაგრძელების - წინასწარ შერჩეული სხვადასხვა მნიშვნელობების რეალიზაციაში.

მეთოდის მეცნიერული საფუძველია ჩვენს მიერ შემუშავებული კონცეფცია თერმოპლასტიკური პოლიმერების ახალი ფიზიკური მახასიათებლის, ფაქტობრივად ახალი სტრუქტურული მდგომარეობის - გრადიენტულად ორიენტირებული მდგომარეობის (გომ) შესახებ, რომელიც ხასიათდება ორიენტაციის ხარისხის ცვლად მნიშვნელობათა

უწყვეტი განაწილებით ნიმუშის ერთი უბნიდან მეორისკენ.

იზოტროპული პოლიმერის გადაყვანა გომ-ში ხორციელდება ნიმუშის გრადიენტული ზონური გაჭიმვით სათანადო ტექნიკური საშუალების - მართვადი გრადიენტული ზონური გაჭიმვის მოწყობილების (მგზგმ) გამოყენებით. სტატიაში აღწერილია მოწყობილობის კონსტრუქცია და მუშაობის პრინციპი. საკვლევ ნიმუშში ფარდობითი წაგრძელების განაწილება განისაზღვრება აქტიური მომჭერის, გამათბობლის და გამაცივებლის გადაადგილების სინქარეთა თანაფარდობით. გრადიენტული გაჭიმვის რეჟიმში მიიღწევა გაჭიმვის პროცესში ამ თანაფარდობის ვარირებით. წინასწარ დადგენილი გაჭიმვის რეჟიმის პროგრამირება ხორციელდება მართვის ბლოკის მეშვეობით.

მგზგმ-ის გამოყენებით მიიღწევა შემდეგი ტექნიკური შედეგები:

- გაჭიმვის პროცესის ლოკალიზაცია ნიმუშის შერჩეულ ზონაში;
- გაჭიმვის ფრონტის სხვადასხვა პროფილის შექმნის შესაძლებლობა;
- გაჭიმვის ჩატარება ჰომოგენურ (არაგრადიენტულ) ან გრადიენტულ რეჟიმში;

ოთახის ტემპერატურაზე უფრო მაღლა ერთდაიგივე ნიმუშის სხვადასხვა შერჩეულ ზონაში ნიმუშის მომჭერებიდან ამოღების გარეშე ერთდერძიანი გაჭიმვის სხვადასხვა შერჩეული რეჟიმის (ტემპერატურა, დეფორმაციის სინქარე და სიდიდე) განხორციელება;

- ზევითა პუნქტის შესაბამისად მგზგმ-ის გამოყენებით შეიძლება ოთახის ტემპერატურაზე უფრო მაღლა ერთდაიგივე ნიმუშის მაგალითზე (ნიმუშის მომჭერებიდან ამოღების გარეშე) განისაზღვროს დეფორმაციის სინქარის და ტემპერატურის გავლენა ისეთ მექანიკურ მახასიათებლებზე, რომელთა განსაზღვრა არ საჭიროებს ნიმუშის მთლიანობის დარღვევას. ეს მახასიათებლებია:

- მექანიკური დაძაბულობა და დეფორმაცია, რომლებიც შეესაბამებიან პროპორციულობის ზღვარს;
- დრეკადობის მოდული;
- დენადობის პირობითი (წანაცვლებული) ზღვარი;
- მექანიკური დაძაბულობა მოცემულ დეფორმაციაზე;
- მექანიკური დაძაბულობის რელაქსაცია.

შესწავლილია პეს, გრაფიტის და ნიკელის ნანოფხვილების ბაზაზე ფირის სახით მიღებული კომპოზიტების გრადიენტული გაჭიმვით გამოწვეული ანიზოტროპული სტრუქტურების ლოკალური ელექტროწინააღობისა და მაგნიტური ამთვისებლობის ცვლილებათა ხასიათი. გრადიენტული ანიზოტროპული სტრუქტურები წარმოიქმნება პოლიმერული კომპოზიტებისგან მიღებული თხელი ფირების ორიენტაციით სპეციალურ რეჟიმში. სტრუქტურული ანიზოტროპია განაპირობებს ფირების ელექტრული და მაგნიტური თვისებების ანიზოტროპიას. დადგენილია, რომ ამ პარამეტრების ცვლილებები დამოკიდებულია საწყისი ფირების როგორც გეომეტრიულ ფორმაზე, ასევე ორიენტირების მიმართულებაზე. ასე მაგალითად, მართკუთხედის ფორმის ფირის ელექტროწინააღობა გაჭიმვის ერთი გვერდის პარალელურად იცვლება გაუსის კანონით. მაგნიტური ნაწილაკებით შევსებული კომპოზიტების მაგნიტური ამთვისებლობა იგივე ფორმის ფირის ორიენტირების შედეგად იცვლება ანალოგიური კანონზომიერებით. ლოკალური

ელექტრული და მაგნიტური პარამეტრების გრადიენტული ცვლილება ფირების ორიენტირებისას გამოწვეულია მათი ლოკალური დეფორმაციების გრადიენტული ცვლილებით გაჭიმვის მიმართულებით. ელექტრონიკაში ასეთი ფირები შეიძლება გამოყენებული იქნეს ახალი თაობის მულტიფუნქციური ნაბეჭდი სქემების სახით.

მართვადი გრადიენტული ზონური გაჭიმვა არის წინასწარ დადგენილი ფიზიკური თვისებების გრადიენტის მქონე პოლიმერული მასალების მიღების ეფექტური ტექნოლოგიური გადაწყვეტა.

I. 3. სახელმწიფო გრანტით (რუსთაველის ფონდი) დაფინანსებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (ეხება როგორც უმაღლეს საგანმანათლებლო, ისე სამეცნიერო-კვლევით დაწესებულებებს

	პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიითითებით	დამფინანსებელი ორგანიზაცია	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	გაზრდილი შესაძლებლობების მქონე აზოსაღებარებთან შერწყმული ახალი ტიპის სპიროპირანები	რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი	ჯიმშერ მაისურაძე	ლალი დევაძე იზოლდა მუავანაძე შორენა ახოხაძე ცისანა ზურაბიშვილი ნინო სეფაშვილი ჟუჟუნა ურჩუხიშვილი
<p>დასრულებული პროექტის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>ორი ფოტოქრომული ნაერთის შერწყმით სინთეზირებული ჰიბრიდული მოლეკულა, შეუღლებული ქრომოფორების თეორიის თანახმად, გაზრდილი ფოტომგრძობიარობით და ფოტონდუცურებული ფორმის შთანთქმის ზოლის ბატოქრომულად წანაცვლებით ხასიათდება.</p> <p>ამ გარემოების გათვალისწინებით ორი ფოტოქრომული ნაერთის სპიროპირანისა – SP და აზობენზოლის - AZ ბაზაზე ჩვენს მიერ სინთეზირებული იქნა ჰიბრიდული მოლეკულები SPAZ. სპიროპირანის და შეუღლების ჯაჭვის დამაგრებელი აზობენზოლის ბაზაზე მიღებულ ჰიბრიდულ მოლეკულას გაზრდილი ფოტომგრძობიარობა, ხოლო შთანთქმის ზოლი გრძელი ტალღებისკენ აქვს გადანაცვლებული. ჩვენს მიერ სინთეზირებული ჰიბრიდული მოლეკულა შედგება ორი ფოტოქრომული ფრაგმენტისაგან – სპიროპირანისა</p>				

და აზობენზოლისაგან საზიარო ბენზოლის ბირთვით. UV სინათლით ზემოქმედებით ხდება C-O კავშირის გაწყვეტა და მოლეკულა გადადის კოპლანარულ მდგომარეობაში, წარმოიქმნება გრძელი კონიუგირებული ჯაჭვი. ამგვარად, მოსალოდნელია, რომ ჰიბრიდულმა მოლეკულამ აქტიური სინათლის ზემოქმედებით შეასრულოს ორი ფუნქცია: შიგამოლეკულური C-O კავშირის გაწყვეტა სპიროპირანულ ნაწილში და გეომეტრიული ცვლილებები – ტრანს-ცის იზომერიზაცია, აზობენზოლურ ნაწილში. ჰიბრიდული მოლეკულის ბიფუნქციურობა წარმოქმნის ორ ფოტოპროდუქტს. UV სინათლის ზემოქმედებით წარმოქმნილი კონიუგირებული ჯაჭვის სიგრძე აზობენზოლის ფრაგმენტის არსებობის გამო გრძელდება და შესაბამისი შთანთქმის ზოლის ტალღის სიგრძე ბატოქრომულად წაინაცვლებს. ფოტონდუცირებული ფორმის შთანთქმის ზოლის ბატოქრომული გადანაცვლება და დიოდური ლაზერის გამოსხივების უბანთან (780 ნმ) მიახლოება მნიშვნელოვანია სპიროპირანების პრაქტიკული გამოყენებისთვის.

სპიროპირანის მოლეკულები, რომლებიც ძლიერ ელექტროაქცივტორულ ჩამნაცვლებლებლებს შეიცავენ პოლარულ გარემოში უარყოფით (ინვერსიულ) ფოტოქრომიას ავლენენ. ძირითად მდგომარეობაში გვაქვს მეროციანინული შეფერილი პოლარული მოლეკულები, რომლებიც ხილული სინათლის ზემოქმედებით სპიროპირანულ შეუფერავ, არაპოლარულ ფორმაში გადადიან. ფოტონდუცირების შეწყვეტის შემდეგ სიბნელეში დაყოვნებულ, ხილული სინათლით გაუფერულებულ სისტემაში, აღდგება თერმოდინამიკური წონასწორობა და ხსნარი შეიფერება. აღდგენის სიჩქარეს განაპირობებს გარემო პირობები: გამხსნელის პოლარობა, სიბლანტე და სხვ. ტემპერატურის ზრდასთან ერთად იზრდება რელაქსაციის სიჩქარე. ხსნარებში უი და ხილული უბნის მთელ დიაპაზონში სპიროპირანების თერმოდინამიკური წონასწორობის მუდმივა მეტია ფოტოქიმიურზე ($K_T > K_{PH}$). ამიტომ შეფერილი ხსნარი ნაწილობრივ უ.ი. სინათლითაც უფერულდება. უარყოფითი ფოტოქრომიის მქონე სპიროპირანებში ფოტოქრომული ციკლი, ანუ ჩართვა (გაუფერულება) და გამორთვა (შეფერვა) ნაკლებ ენერგეტიკულ დანახარჯებთანაა დაკავშირებული. პირველი საფეხური - ხილული სინათლით, ხოლო მეორე – თერმოდინამიკური წონასწორობის აღდგენით, სისტემის შინაგანი ენერჯის ხარჯზე ხდება. აქედან გამომდინარე უარყოფითი ფოტოქრომიის მქონე სპიროპირანები მეტ ციკლს უძლებენ, რადგან ფოტოქრომის „დაძველების“ გამომწვევი ორი ფაქტორიდან უ. ი. სინათლის ზემოქმედება და თავისთავადი დეგრადაცია, პირველი ჩართვა-გამორთვის პროცესში არ მონაწილეობს. უარყოფითი ფოტოქრომიის მქონე სპიროპირანებში ციკლურობის გაზრდა მნიშვნელოვანია ინფორმაციის ჩამწერ და დამახსოვრებელ მოწყობილობებში; ადამიანის ორგანიზმში წამლის გადამტანი ნანოკონტეინერების დატვირთვისა და დაავადებულ ადგილზე მათი დაცლისას კი თავიდან აცილებულია მავნე უ. ი. სინათლის ზემოქმედება. უარყოფითი ფოტოქრომიის მქონე სპიროპირანები შეიძლება გამოყენებულ იქნას ორმხრივ გადამრთველებად, რადგან მათი შეფერილი ფორმა უფერულდება როგორც ხილული, ისე უ. ი. სინათლის ზემოქმედებით.

სპიროპირანის მოლეკულის ინდოლინურ ნაწილში ციკლური ფრაგმენტის შეტანით, რომელმაც შეამცირა აზოტის ატომის თავისუფლების ხარისხი და გაზარდა სიხისტე, ისე, რომ ქრომენული ფრაგმენტი უცვლელი დარჩა, სინთეზის გზით მივიღეთ ახალი ტიპის ე.წ.

ტეტრაპიდრო ქინოლინური სპიროპირანები, რომლებსაც პოლარულ გარემოში უარყოფითი ფოტოქრომი ახასიათებთ. უარყოფითი ფოტოქრომიის მქონე სპიროპირანების ფოტოქრომული ციკლი, ანუ ჩართვა (გაუფერულება) და გამორთვა (შეფერვა) ნაკლებ ენერგეტიკულ დანახარჯებთანაა დაკავშირებული. პირველი საფეხური - ხილული სინათლით, ხოლო მეორე – თერმოდინამიკური წონასწორობის აღდგენით, სისტემის შინაგანი ენერჯის ხარჯზე ხდება. ფოტოქრომის დეგრადაცია, ჩვეულებრივ, ხდება ა) სპიროპირანზე უ. ი. სინათლის ზემოქმედებით და ბ) შეფერილი ფორმის თავისთავადი დაშლით. უარყოფითი ფოტოქრომიის მქონე სპიროპირანებში, ჩართვა – გამორთვის ციკლურობა იზრდება, რადგან პროცესში, უ. ი. სინათლე არ მონაწილეობს.

უარყოფითი ფოტოქრომიის მქონე სპიროპირანების აღნიშნული თვისებები მნიშვნელოვანია მაგალითად: 1. ინფორმაციის ჩამწერ და დამახსოვრებელ მოწყობილობებში (ციკლურობის გაზრდა); 2. სპიროპირანის ბაზაზე ადამიანის ორგანიზმში წამლის გადამტანი ნანოკონტეინერების დატვირთვისა და დაავადებულ ადგილზე მათი დაცლისას მავნე უ. ი. სინათლის ზემოქმედების თავიდან ასაცილებლად და სხვ. უარყოფითი ფოტოქრომიის მქონე სპიროპირანები შეიძლება გამოყენებულ იქნას ორმხრივ გადამრთველებად, რადგან მათი შეფერილი ფორმა უფერულდება როგორც ხილული, ისე უ. ი. სინათლის ზემოქმედებით.

ტქქ ტიპის სპიროპირანისა და აზობენზოლის შერწყმით მიღებულ ჰიბრიდულ ნაერთებში:

1. ფოტოქრომული ციკლი, ანუ ჩართვა (გაუფერულება) და გამორთვა (შეფერვა) ნაკლებ ენერგეტიკულ დანახარჯებთანაა დაკავშირებული, რადგან პირველი საფეხური - ხილული სინათლით, ხოლო მეორე – თერმოდინამიკური წონასწორობის აღდგენით, სისტემის შინაგანი ენერჯის ხარჯზე ხდება.
2. ჩვეულებრივ ფოტოქრომის დეგრადაცია ხდება ა) სპიროპირანზე უ. ი. სინათლის ზემოქმედებით და ბ) შეფერილი ფორმის თავისთავადი დაშლით. უარყოფითი ფოტოქრომიის მქონე სპიროპირანებში ჩართვა – გამორთვის ციკლურობა გაიზრდება, რადგან პროცესში, უ. ი. სინათლე არ მონაწილეობს

უარყოფითი ფოტოქრომიის მქონე სპიროპირანები შეიძლება გამოყენებულ იქნას ორმხრივ გადამრთველებად, რადგან მათი შეფერილი ფორმა უფერულდება როგორც ხილული, ისე უ. ი. სინათლის ზემოქმედებით.

II. 1. პუბლიკაციები:

ა) საქართველოში

სტატიები

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათაური, ჟურნალის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/ კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	J. Maisuradze, L. Devadze, Sh. Akhobadze, Ts. Zurabishvili, N. Sepashvili, Zh. Urchukhishvili	PHOTOCHROMIC HYBRID COMPOUNDS OBTAINED BY COUPLING SPIROPYRANS AND AZOBENZENE	NanoStudies დაბეჭდვის პროცესშია	საერთაშორისო სამეცნიერო ჟურნალი, გამომცემლობა „ნეკერი“	9 გვერდი
2	დ.ნადარეიშვილი, მ.არეშიძე, დ.შარაშიძე, ი.ფაველენიშვილი	თერმოპლასტიკური პოლიმერების ორიენტაციული გაჭიმვის ახალი მეთოდი. საქართველოს ქიმიური ჟურნალი	ტომი 16, №1	თბილისი, უნივერსალი	7

ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე

1. სპიროპირანები ფოტოქრომული ბისტაბილური ნაერთების ცნობილი კლასია, რომელიც გარე ზემოქმედებით – სინათლე, მეტალის იონები, სითბო, მექანიკური სტრესი და სხვ. იცვლის ფიზიკო-ქიმიურ თვისებებს და სტრუქტურას. ეს "ჭკვიანი ნივთიერებები" წარმოადგენენ უნიკალურ მასალას ინფორმაციის ჩაწერისა და შენახვისათვის, ოპტიკური გადამრთველებისათვის, სხვადასხვა ტიპის სენსორებისათვის, ცოცხალ ორგანიზმში სამკურნალო პრეპარატების გადამტანი ნანოკონტეინერებისთვის და სხვ. ამ ნაერთების პარამეტრების (ფოტომგრძობიარობა, სტაბილურობა, ფოტონდუცირებული ფორმის სიცოცხლის ხანგრძლივობა) გაუმჯობესებისა და ოპტიმიზაციის მიმართულებით კვლევები კვლავ აქტუალური რჩება. აღნიშნული პარამეტრების გაუმჯობესების ერთერთი გზა არის ორი ფოტოქრომული მოლეკულის შეწყვილება, რომლის დროსაც მიღებულ ჰიბრიდულ მოლეკულას, გაერთიანებული ქრომოფორების თეორიის თანახმად, გაუმჯობესებული ფოტომგრძობიარობა და დაგრძელებული π კონიუგაციის ჯაჭვი ექნება. ჯაჭვის დაგრძელებას შედეგად შთანთქმის ზოლის ბატოქრომული წანაცვლება და იაფფასიანი დიოდური ლაზერის გამოსხივებას უბანში მოხვედრა მოსდევს. ჩვენს მიერ სინთეზირებული და შესწავლილ იქნა სამი ტიპის ჰიბრიდული ნაერთი ფოტოქრომული: 1) აზობენზოლის და ინდოლინის რიგის სპიროპირანების და მათი წარმოებულების შეწყვილებით -ნაერთი I; 2)

ახობენზოლის და უი სინათლისადმი გაზრდილი ფოტომგრძობიარობის აზინდოლის რიგის სპიროპირანების და მათი წარმოებულების შეწყვილებით-ნაერთი II; 3) აზობენზოლის და ხილული სინათლისადმი გაზრდილი ფოტომგრძობიარობის ტეტრაჰიდროქინოლინის სპიროპირანების და მათი წარმოებულების შეწყვილებით-ნაერთი III. კვლევებმა გვაჩვენა რომ მიღებულ 12-ვე პიბრიდულ ნაერთში განხორციელდა π კონიუგაცია, ფოტოქრომიული გარდაქმნები კი ოთახის ტემპერატურაზე დაიკვირვება. სპექტრული მონაცემების თანახმად, I და II ნაერთის ფოტოიზომერიზაციის შედეგად, ორივე ფრაგმენტის ელექტრონული ღრუბელი ერთიანდება. III ნაერთის ფოტოიზომერიზაციისას ღრუბლის ერთიანობა დარღვეულია მოლეკულის ინდოლინურ ნაწილში არსებული დამატებითი ფრაგმენტის სტერიული წინააღმდეგობის გამო.

2. ერთდერძიანი ორიენტაციული გაჭიმვა ხაზობრივი პოლიმერების სტრუქტურული მოდიფიკაციის ფართოდ გავრცელებული ხერხია. ორიენტაციული გაჭიმვა იწვევს პოლიმერის მრავალი ფიზიკური და მექანიკური თვისების მნიშვნელოვან ცვლილებას.

ჩვენს მიერ დამუშავდა პოლიმერების ერთდერძიანი ორიენტაციული გაჭიმვის პრინციპულად ახალი ტექნიკური გადაწყვეტა - მართვადი გრადიენტული გაჭიმვის მეთოდი, დამზადდა სათანადო მოწყობილობები/სისტემები და პირველად განხორციელდა ხაზობრივი პოლიმერების ერთდერძიანი გრადიენტული ორიენტაცია, რომლის არსი მდგომარეობს ნიმუშის შერჩეულ უბნებში ფარდობითი წაგრძელების - წინასწარ შერჩეული სხვადასხვა მნიშვნელობების რეალიზაციაში.

მეთოდის მეცნიერული საფუძველია ჩვენს მიერ შემუშავებული კონცეფცია თერმოპლასტიკური პოლიმერების ახალი ფიზიკური მახასიათებლის, ფაქტობრივად ახალი სტრუქტურული მდგომარეობის - გრადიენტულად ორიენტირებული მდგომარეობის (გომ) შესახებ, რომელიც ხასიათდება ორიენტაციის ხარისხის ცვლად მნიშვნელობათა უწყვეტი განაწილებით ნიმუშის ერთი უბნიდან მეორისკენ.

იზოტროპული პოლიმერის გადაყვანა გომ-ში ხორციელდება ნიმუშის გრადიენტული ზონური გაჭიმვით სათანადო ტექნიკური საშუალების - მართვადი გრადიენტული ზონური გაჭიმვის მოწყობილობის (მგზგმ) გამოყენებით. სტატიაში აღწერილია მოწყობილობის კონსტრუქცია და მუშაობის პრინციპი. საკვლევი ნიმუშში ფარდობითი წაგრძელების განაწილება განისაზღვრება აქტიური მომჭერის, გამათბობლის და გამაცივებლის გადაადგილების სიჩქარეთა თანაფარდობით. გრადიენტული გაჭიმვის რეჟიმში მიიღწევა გაჭიმვის პროცესში ამ თანაფარდობის ვარირებით. წინასწარ დადგენილი გაჭიმვის რეჟიმის პროგრამირება ხორციელდება მართვის ბლოკის მეშვეობით.

მგზგმ-ის გამოყენებით მიიღწევა შემდეგი ტექნიკური შედეგები:

- გაჭიმვის პროცესის ლოკალიზაცია ნიმუშის შერჩეულ ზონაში;
- გაჭიმვის ფრონტის სხვადასხვა პროფილის შექმნის შესაძლებლობა;
- გაჭიმვის ჩატარება ჰომოგენურ (არაგრადიენტულ) ან გრადიენტულ რეჟიმში;
- ოთახის ტემპერატურაზე უფრო მაღლა ერთდერძიანი ნიმუშის სხვადასხვა შერჩეულ

ზონაში ნიმუშის მომჭერებიდან ამოღების გარეშე ერთდერძიანი გაჭიმვის სხვადასხვა შერჩეული რეჟიმის (ტემპერატურა, დეფორმაციის სიჩქარე და სიდიდე) განხორციელება;

- ზევითა პუნქტის შესაბამისად მგზგმ-ის გამოყენებით შეიძლება ოთახის ტემპერატურაზე უფრო მაღლა ერთდერძიანი ნიმუშის მაგალითზე (ნიმუშის მომჭერებიდან ამოღების გარეშე) განისაზღვროს დეფორმაციის სიჩქარის და ტემპერატურის გავლენა ისეთ მექანიკურ მახასიათებლებზე, რომელთა განსაზღვრა არ საჭიროებს ნიმუშის მთლიანობის დარღვევას. ეს მახასიათებლებია:

- მექანიკური დაძაბულობა და დეფორმაცია, რომლებიც შეესაბამებიან პროპორციულობის ზღვარს;
- დრეკადობის მოდული;
- დენადობის პირობითი (წანაცვლებული) ზღვარი;
- მექანიკური დაძაბულობა მოცემულ დეფორმაციაზე;
- მექანიკური დაძაბულობის რელაქსაცია.

მართვადი გრადიენტული ზონური გაჭიმვა არის წინასწარ დადგენილი ფიზიკური თვისებების გრადიენტის მქონე პოლიმერული მასალების მიღების ეფექტური ტექნოლოგიური გადაწყვეტა.

II. 2. პუბლიკაციები:

ბ) უცხოეთში

სტატიები

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათაური, ჟურნალის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	J. Aneli L. Nadareisvili L. Shamanauri	Electric and Magnetic Properties of Graded Oriented Polymer Composites. Journal of Electrical	4(2016)	USA	7(196-202)

		Engeneering		
<p>ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე</p> <p>1. შესწავლილია პეს, გრაფიტის და ნიკელის ნანოფხვილების ბაზაზე ფირის სახით მიღებული კომპოზიტების გრადიენტული გაჭიმვით გამოწვეული ანიზოტროპული სტრუქტურების ლოკალური ელექტროწინააღობისა და მაგნიტური ამთვისებლობის ცვლილებათა ხასიათი. გრადიენტული ანიზოტროპული სტრუქტურები წარმოიქმნება პოლიმერული კომპოზიტებისგან მიღებული თხელი ფირების ორიენტაციით სპეციალურ რეჟიმში. სტრუქტურული ანიზოტროპია განაპირობებს ფირების ელექტრული და მაგნიტური თვისებების ანიზოტროპიას. დადგენილია, რომ ამ პარამეტრების ცვლილებები დამოკიდებულია საწყისი ფირების როგორც გეომეტრიულ ფორმაზე, ასევე ორიენტირების მიმართულებაზე. ასე მაგალითად, მართკუთხედის ფორმის ფირის ელექტროწინააღობა გაჭიმვის ერთი გვერდის პარალელურად იცვლება გაუსის კანონით. მაგნიტური ნაწილაკებით შევსებული კომპოზიტების მაგნიტური ამთვისებლობა იგივე ფორმის ფირის ორიენტირების შედეგად იცვლება ანალოგიური კანონზომიერებით. ლოკალური ელექტრული და მაგნიტური პარამეტრების გრადიენტული ცვლილება ფირების ორიენტირებისას გამოწვეულია მათი ლოკალური დეფორმაციების გრადიენტული ცვლილებით გაჭიმვის მიმართულებით. ელექტრონიკაში ასეთი ფირები შეიძლება გამოყენებული იქნეს ახალი თაობის მულტიფუნქციური ნაბეჭდი სქემების სახით.</p>				

III. 1. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

ა) საქართველოში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოსხენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	J. Maisuradze, L. Devadze, Sh. Akhobadze, Ts. Zurabishvili, N. Sepashvili	NEW PHOTOCHROMIC HYBRID COMPOUNDS	მე-4 საერთაშორისო კონფერენცია “ნანოტექნოლოგიები”, 2016 წლის 24 – 27 ოქტომბერი, თბილისი, საქართველო (ნანო – 2016)
2	J. Maisuradze, L. Devadze, Sh. Akhobadze, N. Sepashvili, J. Urchukhishvili	INVERSION PHOTOCHROMIC HYBRID SPIROPYRAN - SPTHQAZ	მე-4 საერთაშორისო კონფერენცია “ნანოტექნოლოგიები”, 2016 წლის 24 – 27 ოქტომბერი, თბილისი, საქართველო (ნანო – 2016)

1) სპიროპირანის მოლეკულის ქრომენულ ნაწილში მეორე ფოტოქრომული ცენტრის შეტანისას შეუღლებული ქრომოფორების თეორიის თანახმად მიღებული ორი აქტიური ცენტრის მქონე მოლეკულა გაზრდილი ფოტომგრძობიარობით და ფოტოინდუცირებული ფორმის შთანთქმის ზოლის ბატოქრომულად წანაცვლებით ხასიათდება. ამ გარემოების გათვალისწინებით ჩვენს მიერ სინთეზირებული იქნა ნაერთები ინდოლინის, აზაინდოლის და ტეტრაჰიდროქინოლინის სპიროპირანების და შეუღლების ჯაჭვის - π -კონუგაციის დამაგრძელებელი აზობენზოლის ბაზაზე. მიღებულ ჰიბრიდული მოლეკულები გაზრდილ ფოტომგრძობიარობით და შთანთქმის ზოლის გრძელტალღოვანი წანაცვლებით გამოირჩევიან.

ასეთი მოლეკულა აქტიური სინათლის ზემოქმედებით ასრულებს ორ ფუნქციას: შიგამოლეკულური C-O კავშირის გაწყვეტა სპიროპირანულ ნაწილში და გეომეტრიული ცვლილებები - ტრანს-ცის იზომერიზაცია, აზობენზოლურ ნაწილში. ჰიბრიდული მოლეკულის ბიფუნქციურობა წარმოქმნის ორ ფოტოპროდუქტს. UV სინათლის ზემოქმედებით წარმოქმნილი კონიუგირებული ჯაჭვის სიგრძე აზობენზოლის ფრაგმენტის არსებობის გამო დაგრძელება და შესაბამისი შთანთქმის ზოლის ტალღის სიგრძის ბატოქრომული წანაცვლება.

2) სინთეზირებული იქნა ნაერთები ტეტრაჰიდროქინოლინის სპიროპირანების და შეუღლების ჯაჭვის - π -კონუგაციის დამაგრძელებელი აზობენზოლის ბაზაზე. მიღებულ ჰიბრიდული მოლეკულები გაზრდილი ფოტომგრძობიარობით, შთანთქმის ზოლის გრძელტალღოვანი წანაცვლებით და ინვერსიული ფოტოქრომიით გამოირჩევიან. სპიროპირანების თერმოდინამიკური წონასწორობის მუდმივა მეტია ფოტოქიმიურზე ($K_T > K_{PH}$). ამიტომ, ხსნარი შეფერილია. უარყოფითი ფოტოქრომიის მქონე სპიროპირანებში ფოტოქრომული ციკლი, ანუ ჩართვა (გაუფერულება) და გამორთვა (შეფერვა) ნაკლებ ენერგეტიკულ დანახარჯებთანაა დაკავშირებული. პირველი საფეხური - ხილული სინათლით, ხოლო მეორე - თერმოდინამიკური წონასწორობის აღდგენით, სისტემის შინაგანი ენერჯის ხარჯზე ხდება. აქედან გამომდინარე, უარყოფითი ფოტოქრომიის მქონე სპიროპირანები მეტ ციკლს უძლებენ, რადგან ფოტოქრომის „დაძველების“ გამომწვევი ორი ფაქტორიდან უ. ი. სინათლის ზემოქმედება და თავისთავადი დეგრადაცია, პირველი ჩართვა-გამორთვის პროცესში არ მონაწილეობს. უარყოფითი ფოტოქრომიის მქონე სპიროპირანებში ციკლურობის გაზრდა მნიშვნელოვანია ინფორმაციის ჩამწერ და დამახსოვრებელ მოწყობილობებში; ადამიანის ორგანიზმში წამლის გადამტანი ნანოკონტეინერების დატვირთვისა და დაავადებულ ადგილზე მათი დაცლისას კი თავიდან აცილებულია მავნე უ. ი. სინათლის ზემოქმედება. უარყოფითი ფოტოქრომიის მქონე სპიროპირანები შეიძლება გამოყენებულ იქნას ორმხრივ გადამრთველებად, რადგან მათი შეფერილი ფორმა უფერულდება როგორც ხილული, ისე უ. ი. სინათლის ზემოქმედებით.