

**არაწრფივი მოვლენების ფიზიკის კათედრა, არაწრფივი მოვლენების
ფიზიკის სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტი**

; სამეცნიერო ერთეულის (დეპარტამენტი, ინსტიტუტი, განყოფილება, ლაბორატორია) დასახელება, სადაც შესრულდა პროექტი: **არაწრფივი მოვლენების ფიზიკის კათედრა, არაწრფივი მოვლენების ფიზიკის სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტი**

*სამეცნიერო ერთეულის ხელმძღვანელი; არჩილ უგულავა

; სამეცნიერო ერთეულის პერსონალური შემადგენლობა: **რამაზ ხომერიკი, სიმონ ჩხაიძე, ზაზა ტოკლიკიშვილი**

- 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	<p>მექანიკური ანიზოტროპიის მდგომარეობაში მყოფი სუპერპარამაგნეტიკის დამაგნიტება</p> <p>არაწრფივი მოვლენების სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი, თსუ, ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტი, ფიზიკის მიმართულება</p>	<p>ფიზ. მათ. მეცნ. დოქტორი, პროფ. ა. უგულავა</p>	<p>ა. უგულავა ს. ჩხაიძე</p>

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

ზოგიერთი ნანონაწილაკის მაგნიტური ანიზოტროპიის შინაგანი ენერგია ჭარბობს მის სითბურ ენერგიას ოთახის ტემპერატურაზე. ცნობილია, რომ მაგნიტურ ნანოსითხეებში ნანონაწილაკთა მაგნიტური ანიზოტროპიის დერძები მიმართულა ქაოსურად. საკმაოდ ძლიერ მაგნიტურ ველში ისინი პოლარიზდებიან მაგნიტური ველის გასწვრივ და ჩნდება ე.წ. მექანიკური ანიზოტროპიის მდგომარეობა. ჩვენს მიერ ნაჩვენებია, რომ იმ შემთხვევაში, როცა ანიზოტროპიის ენერგია ჭარბობს სითბურ ენერგიას, პოლარიზებული ნაწილაკების ქვესისტემის დამაგნიტების მრუდს აქვს განსაკუთრებული ფორმა, რომელიც ახლოსაა ჰიპერბოლურ ტანგენსთან. შემოთავაზებულ მოდელში ნანოსითხე შედგება ორი კომპონენტისაგან (ქვესისტემისაგან) ნაწილაკთა ცვლადი რიცხვით - ქაოსურად მიმართული დერძებისა და პოლარიზებული დერძების მქონე ნაწილაკების ქვესისტემებისაგან. მაგნიტური ველის სიდიდის ცვლილებასთან ერთად იცვლება ნაწილაკთა რიცხვი ქვესისტემებში, რის შედეგადაც იცვლება მთელი სითხის დამაგნიტებულობა. მაგნიტური ველის მოცემული მნიშვნელობისათვის ნანონაწილაკთა წონასწორული რიცხვი ქვესისტემებში განისაზღვრება ქვესისტემების ქიმიური

პოტენციალების ტოლობისაგან. ნაჩვენებია, რომ მაგნიტური სითხის ორკომპონენტიანი მოდელის საფუძველზე მიღებული დამაგნიტების მრუდი მდებარეობს ლანჟუევის მრუდსა და ჰიპერბოლური ტანგენსის მრუდებს შორის, ანიზოტროპიის ზრდასთან ერთად დამაგნიტების მრუდი სულ უფრო ემსგავსება ჰიპერბოლურ ტანგენსს და ძლიერი მაგნიტური ანიზოტროპიისას დამაგნიტების ნაჯერობის მდგომარეობა მიიღწევა უფრო ადრე, ვიდრე ეს გამომდინარეობს ლანჟუევის თეორიიდან.

მექანიკური ანიზოტროპიის მდგომარეობა შინანონაწილაკის ენერჯია იღებს სახეს

$$H_f(\theta) = H(\theta, 0) = A \sin^2 \theta - E \cos \theta,$$

სადაც θ - კუთხეა მაგნიტური მომენტის ვექტორსა და ნანონაწილაკის ანიზოტროპიის ღერძს შორის. მაგნიტოთერმოდინამიკურ სიდიდეთა გამოთვლის სტანდარტული პროცედურის თანახმად, შევადგინეთ ერთნაწილაკოვანი სტატისტიკური ინტეგრალი მექანიკური ანიზოტროპიის მდგომარეობისათვის

$$z_D = (2f)^2 \int_0^f dE \sin E \int_0^f d\theta \sin \theta \exp[-H_f(\theta)/kT],$$

რომლის ინტეგრირება გვაძლევს

$$z_p(a, b) = \frac{(4f)^2}{2\sqrt{a}} \left[e^b D\left(\sqrt{a} + \frac{b}{2\sqrt{a}}\right) + e^{-b} D\left(\sqrt{a} - \frac{b}{2\sqrt{a}}\right) \right].$$

მაგნიტური პოლარიზაციისათვის ($P_f = M/Nm$) სტატისტიკური ინტეგრალის გამოყენებით, მექანიკური ანიზოტროპიის არსებობის დროს მივიღეთ

$$P_f(a, b) = -\frac{b}{2a} + \frac{1}{2\sqrt{a}} \frac{2 \cdot \text{sh } b}{e^b D\left(\sqrt{a} + b/2\sqrt{a}\right) + e^{-b} D\left(\sqrt{a} - b/2\sqrt{a}\right)}.$$

აქ $b = Bm/kT$ - მხოლოდ ბოლცმანის ფაქტორზე დამოკიდებული წევრია, ხოლო $a = A/kT$ კი მხოლოდ ანიზოტროპიის უგანზომილებო ენერჯიაზე დამოკიდებული წევრი.

$D(x) = \frac{\sqrt{f}}{2} \exp(-x^2) \text{Erfi}(x)$ - დოუსონის ფუნქციაა, ხოლო $\text{Erfi}(x) = \frac{2}{\sqrt{f}} \int_0^x \exp(y^2) dy$

აღბათობის ინტეგრალის ერთ-ერთი ნაირსახეობა.

I. 2.

№	შესრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1			

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

№	პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და	დაფინანსებელი ორგანიზაცია	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
			ო	ო

Phys-3

	სამეცნიერო მიმართულების მითითებით			
1				
დასრულებული პროექტის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)				

I. 4.

	პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	დამფინანსებელი ორგანიზაცია	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებელი
1.	მაგნიტური ნანოსითხეების დამზადება და მათი მაგნიტური და ჰიპერთერმიული თვისებების შესწავლა	შოთა რუსთაველის სახელობის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი, უკრაინის მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების ცენტრი	ფიზ. მათ. მეცნ. დოქტორი ტ. გეგეჭკორი	ა. უგულავა
2.	სოლიტონური გადართვები ფოტონურ და მულტიფეროიკულ ნანოსტრუქტურებში ფუნდამენტური კვლევებისათვის სახელმწიფო სამეცნიერო გრანტი	შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი	რამაზ ხომერიკი	რამაზ ხომერიკი, არჩილ უგულავა, სიმონ ჩხაიძე, ვახტანგ ჯანდიერი
3.	სოლიტონური ტრანსპორტი მაგნიტურ ნანონაწილაკოვან სისტემებში	შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი და იტალიის CNR	რამაზ ხომერიკი	რამაზ ხომერიკი
4.	დინამიკა და თერმოდინამიკა მაგნიტურ ნანონაწილაკოვან სისტემებში	შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი და საფრანგეთის CNRS	რამაზ ხომერიკი	რამაზ ხომერიკი, ლაშა ტყეშელაშვილი
5.	ბარიერული ტიპის ტალღამტარული სისტემების და წრედების შექმნა მიკრო და მილიმეტრული დიაპაზონის ხელსაწყოებისათვის	შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი	ვახტანგ ჯანდიერი	ვახტანგ ჯანდიერი, რამაზ ხომერიკი, გიორგი მილოშევიჩი
გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)				

<p>1. სუპერპარამაგნიტური მაკროსისტემის დამაგნიტების პროცესი მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული მის შემადგენლობაში მყოფ ნანონაწილაკთა მაგნიტური ანიზოტროპიის ღერძების ორიენტაციაზე. ფხვნილოვან მდგომარეობაში მყოფი სუპერპარამაგნიტიკის ნანონაწილაკთა ღერძები მიმართულია ქაოსურად და „გაყიულია“ ასეთ მდგომარეობაში. დამაგნიტების პროცესზე მაგნიტური ანიზოტროპიის გავლენის თანმიმდევრული და მკაცრი შესწავლის საფუძველზე დადგინდა, რომ ნანონაწილაკთა ანიზოტროპიის ღერძების ქაოსურობა მთლიანად თრგუნავს ნანონაწილაკთა ანიზოტროპიის გავლენას დამაგნიტების პროცესზე და ამიტომ ამ შემთხვევაში დამაგნიტების მრუდს აქვს ლანჟევენისეული ფორმა. ფხვნილოვან პარამაგნიტებისაგან განსხვავებით, პარამაგნიტურ ნანოსითხეებში ნანონაწილაკთა სისტემა არ არის „გაყინული“ და თითოეულ ნაწილაკს შეუძლია ბრუნვა როგორც მაგნიტური ველის გავლენით, ისე სითხის მოლეკულების შემთხვევითი დაჯახების შედეგად.</p> <p>ცნობილია, რომ საკმარისად ძლიერი მაგნიტური ველის გავლენით ხდება ანიზოტროპიის ღერძების დაპოლარება, ანუ მექანიკური ანიზოტროპიის დამყარება. ასეთ პირობებში მნიშვნელოვნად იცვლება დამაგნიტების მრუდის ფორმა. ჩვენს მიერ შესწავლილ იქნა დამაგნიტების პროცესი მექანიკური ანიზოტროპიის პირობებში და ნაჩვენებია, რომ ამ შემთხვევაში დამაგნიტების მრუდს აქვს სპეციფიკური ფორმა, რომელიც ძლიერი ანიზოტროპიის ზღვარში იღებს ჰიპერბოლური ტანგენსის ფორმას.</p> <p>აქედან გამომდინარე შეიძლება ითქვას, რომ მაგნიტური ნანოსითხეების დამაგნიტების პროცესი დასაწყისში იქნება ლანჟევენისეული, ხოლო დასასრული (გაჯერების მახლობლობაში) იქნება ჩვენს მიერ თეორიულად მიღებული ფორმულის შესატყვისი.</p>
<p>2. ჩვენ ვიხილავთ ორ სუსტად ბმულ არაწრფივ ოსცილატორულ ჯაჭვს ლანდაუ-ზენერის ტუნელირების მექანიკური ანალოგის შესწავლის მიზნით. ჯაჭვების მასები თანდათან იკლებს (იმატებს) ზედა (ქვედა) ჯაჭვში. ეს მოდელი საშუალებას გვაძლევს განვაზოგადოთ ლანდაუ-ზენერის ქვანტური ტუნელირების ეფექტი სოლიტონების ერთი ჯაჭვიდან მეორეში გადასვლისათვის. ნაჩვენებია, რომ სოლიტონის ტუნელირების მახასიათებლები არაწრფივ რეჟიმში მკვეთრადაა დამოკიდებული სოლიტონის ამპლიტუდაზე. ტუნელირების თეორიის ეს მიდგომა დადასტურებულია სოლიტონურ ჯაჭვებზე პირდაპირი რიცხვითი სიმულაციების მეშვეობით.</p>
<p>3. ჩვენ ვიკვლევთ სოლიტონების არსებობისა და გავრცელების შესაძლებლობას ფერმი-პასტა-ულამის არაპარმონიული ჯაჭვის შორსქმედ ვერსიაში, სადაც წრფივი ურთიერთქმედების წევრში ბმის კონსტანტა ხარისხობრივი კანონით კლებულობს. ჩვენ მივიღეთ ანალიზური მიახლოებითი გამოსახულება კონვერტული მოძრავი სოლიტონისთვის, რომელიც აღიწერება არაწრფივი შრედინგერის განტოლებით. შესაბამისი დისპერსიული თანაფარდობის არაანალიზური თვისებების გამო ჩვენ მოგვიხდა შეშფოთების თეორიის შექმნა სხვაობითი დიფერენციალური ოპერატორების გამოყენებით. ეს გარემოება აგრეთვე კრძალავს სტაბილური გრძელტალღოვანი კინკ-სოლიტონური ამონახსნების არსებობას, რაც მკვეთრად განსხვავდება ახლოქმედი ფერმი-პასტა-ულამის ჯაჭვის შემთხვევისაგან. ჩვენ წარმატებით დავამთხვიეთ ანალიზური შედეგები რიცხვით სიმულაციებს შესაბამის მოდელზე.</p>
<p>4. პირველ ყოვლისა ჩვენ გავაკეთეთ რიცხვითი სიმულაციები ერთგანზომილებიან სპინურ მოდელზე თერმოსტატის არსებობისას და გამოვითვალეთ რელაქსაციის დროები. ჩვენ შევამოწმებთ როგორ მუშაობს ეფექტური ერთგანზომილებიანი მოდელი. საქმე ისაა, რომ პატარა ნიმუშების შემთხვევაში ყველა-ყველასთან ურთიერთქმედების დაშვება შეიძლება შესწორებებს მოითხოვდეს. და ბოლოს, ყველაზე მნიშვნელოვანი ამოცანაა სამ განზომილებიან სისტემაზე რიცხვითი სიმულაციების ჩატარება, შედეგების შედარება</p>

ეფექტურ ერთგანზომილებიან მოდელთან და ექსპერიმენტისთვის რეალისტური პარამეტრების შეთავაზება.

5. პროექტის ფარგლებში ჩვენ შევისწავლით ბარიერული ტიპის ტალღამტარულ სისტემებსა და წრედებს როგორც ანალიზურად, ასევე რიცხვით, ექსპერიმენტულ შესწავლას და დამზადებას. ჩვენ განვიხილავთ ბარიერული ტიპის სისტემებს, რომლებიც შედგება დიელექტრიკულ გარემოში პერიოდულად ჩალაგებულ მეტალური და მაღალი დიელექტრიკული შეღწევადობის მქონე სვეტებისაგან. აღნიშნულ სტრუქტურას ექნება ფართო გამოყენება მიკრო და მილიმეტრული დიაპაზონის ხელსაწყოებში. პროექტის ფარგლებში ჩვენ განსაკუთრებულ ყურადღებას ვაქცევთ ზონური და ღრეხული ფილტრების, წრიული რეზონატორების, სიმეტრიული და ანტისიმეტრიული ტალღამტარული სტრუქტურებისა და წრედების ანალიზს და მათ დამზადებას. ჩვენი პროექტის მთავარი უპირატესობა მდგომარეობს შემდეგში: ა) ჩვენ პირველად წარმოავადგენთ ღრმა ფუნდამენტურ ანალიზს ბარიერული ტალღამტარული სისტემებისა და წრედებისათვის; ბ) ჩვენ ვქმნით რიცხვით კოდს, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელი იქნება ნებისმიერი კონფიგურაციის მქონე ბარიერული ტიპის ტალღამტარული სისტემის და წრედის ანალიზი; გ) ჩვენ ვატარებთ დეტალურ ექსპერიმენტულ კვლევებს და დავამზადებთ მრავალ-ფუნქციონალურ, მცირე ზომის ბარიერული ტალღამტარულ სისტემებსა და წრედებს.

II.1. პუბლიკაციები:
ა) საქართველოში

მონოგრაფიები

№	ავტორი/ავტორები	მონოგრაფიის სათაური	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1				
ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე				

სახელმძღვანელოები

№	ავტორი/ავტორები	სახელმძღვანელოს სახელწოდება	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1				
ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე				

კრებულები

№	ავტორი/ავტორები	კრებულის სახელწოდება	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	ს. ჩხაიძე	ამოცანები ზოგად ფიზიკაში. ოპტიკა და ატომური ფიზიკა, 2016 წ.	გამოცემა დამტკიცებულია ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტის სარედაქციო საბჭოს მიერ.	47
2	ა. უგულავა, ზ. ტოკლიკიშვილი	ამოცანები სტატისტიკურ ფიზიკაში, 2016 წ.	თბილისი, თსუ	248

ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე

1. ნაშრომი წარმოადგენს ზოგადი ფიზიკის ამოცანათა კრებულს, რომელიც განკუთვნილია უნივერსიტეტის ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტის სტუდენტებისათვის. მართალია არსებობს ქართულ ენაზე გამოცემული უმაღლესი სასწავლებლებისათვის განკუთვნილი რამდენიმე ამოცანათა კრებული ზოგად ფიზიკაში, მაგრამ ისინი განკუთვნილია ან მხოლოდ ფიზიკის მიმადრთვების სტუდენტებისათვის და შეიცავენ გაზრდილი სირთულის ამოცანებს, ან არ არის ხელმისაწვდომი მომხმარებლისათვის – არ არსებობს მათი ელექტრონული ვარიანტი. ჩვენი მიზანი გახლდათ ამ ხარვეზის ნაწილობრივი შევსება.

წიგნში თავმოყრილია ამოცანები წინა წლებში გამოცემული სხვადასხვა ამოცანათა კრებულიდან, რომლებიც განკუთვნილი იყო ტექნიკური უმაღლესი სასწავლებლებისათვის. სამომავლოდ გათვალისწინებულია კრებულში ტალღური ოპტიკის ამოცანების რაოდენობის გაზრდა და კვანტური მექანიკის ელემენტების შემოტანა, რათა არასპეციალიზებული მიმართულების სტუდენტებსაც შეექმნათ ელემენტარული წარმოდგენა ფიზიკის ამ მიმართულებაზე. გათვალისწინებულია აგრეთვე ამოცანების ამოხსნის ნიმუშებისა და შედარებით რთული ამოცანების დამატება.

2. ამოცანათა კრებული მოიცავს ამოცანებს სტატისტიკურ ფიზიკაში და თერმოდინამიკაში. ის განკუთვნილია ფიზიკის მიმართულების ბაკალავრიატის სტუდენტებისათვის. ამოცანათა კრებულთ შეუძლიათ ისარგებლონ აგრეთვე ფიზიკის მიმართულების მაგისტრატურისა და სხვა მიმართულების სტუდენტებსაც, რომლებიც სწავლობენ სტატისტიკურ ფიზიკას. ამოცანათა კრებული დაყოფილია პარაგრაფებად. თვითოეული პარაგრაფის დასაწყისში მოყვანილია მოკლე თეორიული მასალა, რომლის ცოდნაც აუცილებელია ამოცანის ამოხსნისათვის. კრებულში მოყვანილია ზოგიერთი ამოცანის ამოხსნა და პასუხები.

სტატიები

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათაური, ჟურნალის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/ კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	.		GESJ	http://gesj. internet- academy.org.ge	11
2	.	-	2016		
3	.		No.1(15)		
4	.				

ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე

დაბალი ტემპერატურების დროს, მაგნიტური თავისუფლების ხარისხებით განპირობებული სუპერპარამაგნიტური "იდეალური გაზის" სითბოტევადობა, შეიძლება მნიშვნელოვნად ჭარბობდეს მესერულ სითბოტევადობას. ნაჩვენებია, რომ გარეშე მაგნიტური ველის არსებობისას სითბოტევადობის მაგნიტური ნაწილის ტემპერატურულ დამოკიდებულებას აქვს ორი მაქსიმუმი. მიღებულია თანაფარდობები რომლებიც აკავშირებენ ერთმანეთთან ამ მაქსიმუმებს ნანონაწილაკის მაგნიტურ მომენტთან და მაგნიტური ანიზოტროპიის მუდმივასთან. დაბალტემპერატურული კალორიმეტრიის მეთოდით სითბოტევადობის მაქსიმალური მნიშვნელობის შესაბამისი ტემპერატურის გაზომვით, ჩვენს მიერ მიღებულ თანაფარდობებიდან შესაძლებელია ნანონაწილაკის მაგნიტური მომენტისა და ანიზოტროპიის კონსტანტის რიცხვითი მნიშვნელობების განსაზღვრა.

Phys-7

II.2. პუბლიკაციები:

ბ) უცხოეთში

მონოგრაფიები

№	ავტორი/ავტორები	მონოგრაფიის სათაური	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1				
ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე				

სახელმძღვანელოები

№	ავტორი/ავტორები	სახელმძღვანელოს სახელწოდება	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1				
ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე				

კრებულები

№	ავტორი/ავტორები	კრებულის სახელწოდება	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1				
ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე				

სტატიები

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათაური, ჟურნალის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	- -	ბეჭდვაშია том 118, № 4 (апрель), 2017, http://impo.imp.uan.ru/fmm/#	რუსეთი, Физика металлов и металловед ение	10

ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე

ზოგიერთი ნაწილაკისათვის მაგნიტური ანიზოტროპიის შინაგანი ენერგია ჭარბობს მის სითბურ ენერგიას. ძლიერი მაგნიტური ანიზოტროპიის არსებობას შეუძლია მნიშვნელოვანი გავლენა იქონიოს სუპერპარამაგნეტიკის დამაგნიტების პროცესზე. მაგრამ, თუ ნაწილაკთა მაგნიტური ანიზოტროპიის ღერძები ორიენტირებულნი არიან ქაოსურად, მაშინ მათი არსებობა გავლენას არ ახდენს დამაგნიტების პროცესზე, რომელიც მიმდინარეობს ლანჟევენის კლასიკური თეორიის თანახმად. თუ ნაწილაკთა ღერძები პოლარიზებულია (მექანიკური ანიზოტროპია), მაშინ დამაგნიტების მრუდი მნიშვნელოვნად განსხვავდება ლანჟევენისეულისაგან.

ამ ნაშრომში ნაჩვენებია, რომ სუპერპარამაგნეტიკის დამაგნიტების მრუდი მექანიკური ანიზოტროპიის არსებობისას მდებარეობს ლანჯუვენის მრუდსა და ჰიპერბოლური ტანგენსის მრუდს შორის და ანიზოტროპიის ზრდასთან ერთად სულ უფრო უახლოვდება ამ უკანასკნელს. ნაჩვენებია აგრეთვე, რომ ფხვნილოვანი სუპერპარამაგნეტიკების დროს მექანიკური ანიზოტროპიის არსებობას მიეყვართ მნიშვნელოვან რაოდენობრივ ცვლილებამდე კიურის კონსტანტაში.

2	R. Khomeriki and Sergej Flach	“Landau-Zener Bloch Oscillations with Perturbed Flat Bands”, Phys. Rev. Lett.,	116, 245301.	USA, APS	4
---	-------------------------------	--	--------------	----------	---

ჩვენ ვიხილავთ ორ სუსტად ბმულ არაწრფივ ოსცილატორულ ჯაჭვს ლანდაუ-ზენერის ტუნელირების მექანიკური ანალოგის შესწავლის მიზნით. ჯაჭვების მასები თანდათან იკლებს (იმატებს) ზედა (ქვედა) ჯაჭვში. ეს მოდელი საშუალებას გვაძევეს განვაზოგადოთ ლანდაუ-ზენერის კვანტური ტუნელირების ეფექტი სოლიტონების ერთი ჯაჭვიდან მეორეში გადასვლისათვის. ნაჩვენებია, რომ სოლიტონის ტუნელირების მახასიათებლები არაწრფივ რეჟიმში მკვეთრად დაამოკიდებული სოლიტონის ამპლიტუდაზე. ტუნელირების თეორიის ეს მიდგომა დადასტურებულია სოლიტონურ ჯაჭვებზე პირდაპირი რიცხვითი სიმულაციების მეშვეობით.

3	R. Khomeriki, L. Chotorlishvili, I. Tralle, and J. Berakdar	“Positive–Negative Birefringence in Multiferroic Layered Metasurfaces”, Nano Letters	16, 7290 (2016)	USA, ACS	5
---	---	--	-----------------	----------	---

პირველ ყოვლისა ჩვენ გავაკეთეთ რიცხვითი სიმულაციები ერთგანზომილებიან სპინურ მოდელზე თერმოსტატის არსებობისას და გამოვითვალეთ რელაქსაციის დროები. ჩვენ შევამოწმებთ როგორ მუშაობს ეფექტური ერთგანზომილებიანი მოდელი. საქმე ისაა, რომ პატარა ნიმუშების შემთხვევაში ყველა-ყველასთან ურთიერთქმედების დაშვება შეიძლება შესწორებებს მოითხოვდეს. და ბოლოს, ყველაზე მნიშვნელოვანი ამოცანაა სამ განზომილებიან სისტემაზე რიცხვითი სიმულაციების ჩატარება, შედეგების შედარება ეფექტურ ერთგანზომილებიან მოდელთან და ექსპერიმენტისთვის რეალისტური პარამეტრების შეთავაზება.

4	M. Azimi, M. Sekania, S. K. Mishra, L. Chotorlishvili, Z. Toklikishvili, and J. Berakdar	Pulse and quench induced dynamical phase transition in a chiral multiferroic spin chain, PHYSICAL REVIEW B	94, 064423 (2016)	American Physical Society (United States)	12
---	--	---	-------------------	---	----

შესწავლილია მაგნიტური მოწესრიგებულობის კვანტური დინამიკა კირალურ მულტიფეროიკულ ჯაჭვში. ჩვენს მიერ განხილულ იქნა ორი სხვადასხვა სცენარი: ულტრამოკლე ტერაჰერცის რიგის აღგზნებები ანდა უეცარი ჩახშობა ელექტრული ველით. ჩვენს მიერ შესრულებული იქნა ზუსტი ანალიზური და რიცხვითი გამოთვლები. ჩვენ ვსწავლობდით იპულსებით ინდუცირებულ სპინის დინამიკას და განვიხილეთ სიდიდეები რომლებიც შეესაბამებიან კვანტურ ინფორმაციულ პროცესებს. კერძოდ ჩვენ განვიხილეთ ვონ-ნეიმანის ენტროპია და წყვილური და მრავალსხეულოვანი გადაბმულობა. თუ გენერირებული მდგომარეობის მახასიათებელი სიხშირეები არ არის თანაზომადი მაშინ ადგილი აქვს წყვილური პარალელიზმის ნაწილობრივ დაკარგვას. თუ გავზრდით

სისტემის ზომას ეფექტი ხდება უფრო მკვეთრად გამოხატული. მრავალნაწილაკოვანი გადაბმულობა და კირალობა არის ძლიერი და ინახება არათანაზომადი ფაზებისთვის. იმისათვის რომ გაგვეანალიზებინა დინამიკური კვანტური გადასვლები ჩახშობადი და გარე იმპულსებით ინდუცირებული დინამიკისთვის ჩვენ გამოვიყენეთ ვეიერშტრასის ფაქტორიზაციის ტექნიკა მთელი ფუნქციებისთვის და ლანცოშის ზუსტი დიაგნოზის მეთოდი. მცირე სისტემებისთვის ჩვენ მივიღეთ ანალიზური შედეგი ლოშმიდტის ექოს სინქარის ფუნქციისათვის. ზუსტმა რიცხვითმა გამოთვლებმა სისტემისათვის რომელიც შეიცავდა 40-მდე სპინს დაადასტურა ფაზური გადასვლა. ჩახშობით გამოწვეული დინამიკური გადასვლები ბოლო ხანების ინტენსიური კვლევის საგანია. ჩვენს მიერ ნახვენები იქნა მსგავსი დინამიკური გადასვლები შეიძლება მიღწეული და კონტროლირებადი იყოს შესაბამისი ელექტრული იმპულსებით.

5	L. Chotorlishvili, M. Azimi, S. Stagraczynski, Z. Toklikishvili, M. Schüller, and J. Berakdar	Superadiabatic quantum heat engine with a multiferroic working medium, PHYSICAL REVIEW E	94, 032116 (2016)	American Physical Society (United States)	12
---	---	--	-------------------	---	----

მოყვანილია ქვანტური თერმოდინამიკული ციკლი, მუშა სხეულად აღებულია კირალური მულტიფეროიკი ისეთი როგორიცაა LiCu2O2. გამოყენებულია ადიაბატურობა იმისათვის რომ მიღწეულ იქნას ეფექტური, სასრული დროის ქვანტური თერმოდინამიკული ციკლი, რომელიც დამოკიდებულია სპინის მოწესრიგებულობაზე. წარმოქმნილი ელექტრული პოლარიზაცია ასოცირებულია კირალურ სპინური წესრიგთან, ე.ი. მაგნიტოელექტრონული კავშირი საშუალებას გვაძლევს ვმართოთ სპინური წესრიგი გარე ელექტრული ველით და ამიტომაც შესაძლებელია ციკლის ელექტრული ველით კონტროლი. იმის გამო რომ არსებობს კავშირი სპინურ და ელექტრონულ პოლარიზაციას შორის, ციკლის დროს სრულდება ელექტრომაგნიტური მუშაობა. ჩვენ დავთვალეთ მუშაობის საშუალო კვადრატული ფლუქტუაცია, შეუქცევადი მუშაობა და ციკლის გამოსავალი სიმძლავრე. ჩვენს მიერ დამზერილ იქნა რომ მუშაობის საშუალო კვადრატული ფლუქტუაცია იზრდება ადიაბატური დარტყმების დროს, მასინ როდესაც შეუქცევადი მუშაობა და გამოსავალი სიმძლავრე ქრება ქვანტური ადიაბატური დარტყმების დროს. ეს ამტკიცებს რომ ციკლი არის შექცევადი. თეორიული კვლევებით მტკიცდება რომ სისტემაში არსებობს მაქსიმალური გამოსავალი სიმძლავრე. ლინდბადის განტოლებების გამოყენებით განვსაზღვრეთ სითბური რელაქსაციების როლი ციკლის ეფექტურობაში. ასევე განხილული გვაქვს გადაბმულობის როლი, რომელიც კოდირებულია არაკოლენიალურ სპინურ მოწესრიგებულობაში, როგორც საშუალება რომელიც გავლენას ახდენს ქვანტურ თერმოდინამიკულ ციკლზე.

III. 1. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

ა) საქართველოში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მომხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	არჩილ უგულავა თანაავტორები: ზ.ტოკლიკიშვილი, ს. ჩხაიძე, ზ. როსტომაშვილი	ნანონაწილაკების მაგნიტური მახასიათებლების განსაზღვრა დაბალტემპერატურული კალორიმეტრიის მეთოდით	თსუ მეოთხე საფაკულტეტო კონფერენცია 25-29 იანვარი 2016 წ

მოსხენებათა ანოტაციები ქართულ ენაზე

დაბალ ტემპერატურებზე ენერგიის ანიზოტროპიის არსებობამ შეიძლება მნიშვნელოვნად იმოქმედოს სუპერპარამაგნიტური „იდეალური გაზის“ სითბოტევადობაზე. საკმაოდ დაბალ ტემპერატურებზე, როდესაც ერთდერძა მაგნიტური ნანონაწილაკების ენერგია ჭარბობს სითბურ ფლუქტუაციებს, ანიზოტროპიის ენერგია შეიძლება წარმოდგენილი იქნას ორი თერმოდინამიკური ქვესისტემის ენერგიების ჯამის სახით. ერთ-ერთი მათგანი შედგება ძირითადად ანიზოტროპიის დერძის გასწვრივ ორიენტირებულ მაგნიტურ ნანონაწილაკებისაგან, ხოლო მეორე ქვესისტემის ნაწილაკებს აქვთ საპირისპირო მიმართულება. ჩნდება ანალოგია ჩვენს მიერ განხილულ ანიზოტროპიის ენერგიასა და კვანტურ ორდონიან სისტემას შორის. ამ ანალოგიის გამოყენებით შეიძლება დაუშვათ, რომ სითბოტევადობის მაგნიტური ნაწილის ტემპერატურულ დამოკიდებულებას (შოტკის ანომალიის მსგავსად) ექნება მკვეთრი პიკი. სითბოტევადობის ტემპერატურაზე დამოკიდებულების მრუდზე ჩვეულებრივ დამოკიდებულებასთან ერთად დაბალ ტემპერატურებზე მართლაც ჩნდება უბანი ორი მკვეთრი მაქსიმუმით. მიღებულია თანაფარდობა, რომელიც აკავშირებს სითბოტევადობის მაქსიმუმებს ნანონაწილაკის მაგნიტურ მომენტთან და მაგნიტური ანიზოტროპიის კონსტანტასთან. ამ დამოკიდებულების მეშვეობით, სითბოტევადობის მაქსიმალური მნიშვნელობების გაზომვებიდან შეიძლება მივიღოთ მაგნიტური მომენტის და ანიზოტროპიის კონსტანტის რიცხვითი მნიშვნელობები.

2	ზაზა ტოკლიკიშვილი	დინამიური ქაოსი და სპინის კორელაციური ფუნქციები ნანომაგნიტების ჯაჭვში.	თსუ მეოთხე საფაკულტეტო კონფერენცია 25-29 იანვარი 2016 წ
---	-------------------	--	---

შესწავლილია ერთმანეთთან დაკავშირებული ნანომაგნიტების ჯაჭვი კლასიკურ მიახლოებაში. ნაჩვენებია, რომ უსასრულო ჯაჭვი შეიზლება ეფექტურად გამოისახოს ერგანზომილებიანი ჰამილტონიანით, ფიქტიურ დროზე დამოკიდებული შეშფოთებით. დადგენილია კავშირი კლასიკური სისტემის დინამიურ მახასიათებლებსა და სპინების ერთმანეთთან კორელაციის დროის შორის.

ნაჩვენებია რომ სპინებს შორის კორელაციის ფუნქციის დაცემის სინქარე დამოკიდებულია ლოგარითმულად ლიაპუნოვის ექსპონენტის მაქსიმალურ მნიშვნელობაზე. გარდა ამისა განხილულია გაცვლითი მუდმივების ანიზოტროპიის გავლენა სპინური ჯაჭვის დინამიკაზე.

3	ს. ჩხაიძე, ა. უგულავა, შ. კეკუტია	სუპერპარამაგნიტიკების დამაგნიტების თეორია. კიურის კანონი მაგნიტური სითხეებისათვის	თსუ მეოთხე საფაკულტეტო კონფერენცია 25-29 იანვარი 2016
---	-----------------------------------	---	---

ზოგიერთი ნანონაწილაკის შინაგანი მაგნიტური ანიზოტროპიის ენერგია შესაძლოა იმდენად დიდი იყოს, რომ სჭარბობდეს სითბურ ენერგიას ოთახის ტემპერატურაზეც კი. ასეთ შემთხვევაში, ნაწილაკის მაგნიტურმა ანიზოტროპიამ შეიძლება მნიშვნელოვანი გავლენა მოახდინოს ე.წ. მაგნიტური სითხის დამაგნიტების პროცესზე. ნაშრომში ნაჩვენებია, რომ ძლიერად ანიზოტროპული ნანონაწილაკების შემცველი მაგნიტური სითხის დამაგნიტების მრუდი განსხვავდება ცნობილი ლანჟევენისეული მრუდისაგან. იგი მდებარეობს ლანჟევენისა და პიპერბოლური ტანგენსის მრუდებს შორის. ნაჩვენებია, რომ ანიზოტროპიის კონსტანტის გაზრდისას დამაგნიტების მრუდი უახლოვდება პიპერბოლური ტანგენსის მრუდს. ნაჩვენებია აგრეთვე, რომ ნანონაწილაკების ძლიერი მაგნიტური ანიზოტროპია მაგნიტურ სითხეებში გვაძლევს კიურის კანონის შესწორებას.

Phys-11

კიურის მუდმივას შესწორების თეორიული გამოთვლები თანხვედნაშია ჩვენს მიერ ჩატარებულ ექსპერიმენტულ გაზომვებთან.

ბ) უცხოეთში

№	მომსენებელი/ მომსენებლები	მოსხენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1			
მოსხენებათა ანოტაციები ქართულ ენაზე			

ასტროფიზიკის კათედრა

; სამეცნიერო ერთეულის (დეპარტამენტი, ინსტიტუტი, განყოფილება, ლაბორატორია) დასახელება, სადაც შესრულდა პროექტი;

თსუ ზუსტ და საბუნემისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტის ფიზიკის დეპარტამენტი, ასტროფიზიკის კათედრა

* სამეცნიერო ერთეულის ხელმძღვანელი; **ნანა შათაშვილი,**
ასტროფიზიკის კათედრის გამგე

; სამეცნიერო ერთეულის პერსონალური შემადგენლობა.

- ნანა შათაშვილი (თსუ პროფესორი)
- ალექსანდრე თევზაძე (თსუ ასოც. პროფესორი)
- ელენე უჩავა (თსუ დოქტორანტი)
- დავით ხუციშვილი (თსუ დოქტორანტი)
- ლუკა პონიატოვსკი (თსუ მაგისტრანტი)
- სალომე მჭედლიძე (თსუ მაგისტრანტი)
- მარიამ ალბექიონი (თსუ მაგისტრანტი)
- ალექსანდრე ბარნაველი (თსუ სტუდენტი 2016 წლის სექტემბრამდე, ბაკალავრიატი)
- ვაჟა ლოლაძე (თსუ სტუდენტი, ბაკალავრიატი)
- ირაკლი ჯოხაძე (თსუ სტუდენტი, ბაკალავრიატი)
- მარიამ გოგილაშვილი (თსუ სტუდენტი, ბაკალავრიატი)
- ერეკლე არშილავა (თსუ სტუდენტი, ბაკალავრიატი)
- ბექა მოდრეკილაძე (თსუ სტუდენტი, ბაკალავრიატი)

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

II. 2.

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

	დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიითებით		
1	დისკი-ჯეტის უნივერსალური მოდელი ფიზიკა - ასტროფიზიკა	ნანა შათაშვილი	ნ. შათაშვილი, ა. თევზაძე ვ. ლოლაძე ი. ჯოხაძე მ. გოგილაშვილი ე. არშილავა ბ. მოდრეკილაძე

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

ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტის ფიზიკის დეპარტამენტის მიზნობრივი პროექტის „ ასტროფიზიკური თხელი აკრეციული დისკების ჯეტების ფორმირება“ ფარგლებში გაგრძელდა კვლევები დისკი-ჯეტის უნივერსალური მოდელის (Shatashvili & Yoshida, 2012) გამოყენებით კონკრეტული ასტროფიზიკური ობიექტებისათვის მოდელისა და კერძო ამონახსნების საძიებლად. კვრძოდ:

(i) ახალგაზრდა ვარსკვლავური ობიექტების დისკი-ჯეტის ჰიდროდინამიკური მოდელის ასაგებად: პროტოვარსკვლავური აკრეციული დისკებისა და ჯეტების დინამიკის აღსაწერად. გამოყენებულია დისკის ტურბულენტობის ანომალური სიბლანტის აღფა მოდელი, რომლის საშუალებითაც აგებულია სამგანზომილებიანი ღერძულად სიმეტრიული ტურბულენტური სიბლანტის დაძაბულობის ტენზორი. მიღებული სისტემა წონასწორული მდგომარეობებისათვის ამოხსნილია განზოგადოებული ბელტრამის დინების მოდელის ფარგლებში ანალიზურად. აღნიშნული მოდელის ფარგლებში ანალიზური ავტომოდელური მიდგომის გამოყენებით ზოგადი კერძო წარმოებულებიანი ორგანზომილებიანი ამოცანა დაყვანილია განზოგადოებულ ავტომოდელურ ცვლადებში ჩაწერილ ერთი ცვლადის ფუნქციებად. მიღებულია ამონახსნი, რომელიც უწყვეტად გადადის ძირითადად აზიმუტალური დისკის დინების არიდან ვეტრიკალურად მიმართული ჯეტის არეში. მიღებული ამონახსნი წარმოადგენს მნიშვნელოვან შედეგს ჰიდროდინამიკური ასტროფიზიკური ჯეტების ანალიზური აღწერისათვის იმ შემთხვევაში, როდესაც იონიზაციის ხარისხი დაბალია და შესაძლებელია მაგნიტოჰიდროდინამიკური (მჰდ) ეფექტების უგულვებელყოფა.

კონკრეტული შედეგებიდან გამოვყოფთ:

- შესწავლილია თხელი აკრეციული დისკების ჯეტების ფორმირება ბელტრამის განზოგადოებული დინების მოდელზე დაყრდნობით;
- ნაპოვნია ტურბულენტური ეფექტური სიბლანტის პარამეტრი, აგებულია პროტოპლანეტალური დისკი-ჯეტის სტრუქტურის აღმწერი განტოლებები.
- ნაპოვნია ფუნდამენტური ამონახსნი ნეიტრალური თხელი დისკისათვის.

ამ ამოცანის კვლევის შედეგები გამოქვეყნდება პუბლიკაციაში:

E. Arshilava, M. Gogilashvili, I. Jokhadze, V. Loladze, B. Modrekiladze, N.L Shatashvili, A.G. Tevzadze. Formation of Hydrodynamic Jets from Protostellar Accretion Disks with Turbulent Viscosity, Monthly Not. Roy. Ast. Soc. (in preparation).

ამოცანის შედეგები მოხსენიებულ იქნა თსუ 76-ე სტუდენტთა კონფერენციაზე : „იონიზებული თხელი აკრეციული დისკების ჯეტების ფორმირება“

ერეკლე არშილაგა, მარიამ გოგილაშვილი, ვაჟა ლოლაძე, ბექა მოდრეკილაძე, ირაკლი ჯოხაძე. მოხსენებამ დაიკავა მეორე ადგილი სექციაზე: „თეორიული ფიზიკა“.

(ii) ნაწილობრივ/სრულად იონიზებული თხელი აკრეციული დისკების ჯეტების/ქარების ფორმირება

იმავე მოდელზე დაყრდნობით შესწავლილ იქნა დამატებითი ეფექტების, როგორცაა მაგნიტური ველი, ორ-სითხოვანობა და რელატივიზმი, როლი დისკი-ჯეტი სტრუქტურის ფორმირებაში. ნაჩვენებ იქნა მაკონტროლებელი პარამეტრების მუშაობის დიაპაზონები და აგებულ იქნა მაილუს-ტრირებელი გრაფიკები.

კონკრეტული შედეგებიდან გამოვყოფთ:

- აგებულია ამონახსნი იონიზებული თხელი დისკებისათვის ერთ-სითხოვან მიახლოებაში.
- ნაპოვნია კოლიმირებული ჯეტების არსებობის პირობები, მაგნიტური ველის როლი.
- ჩაწერილია განზოგადოებული განტოლებები ორ-სითხოვანი მოდელისათვის.
- ჩაწერილია განზოგადოებული განტოლებები ორ-სითხოვანი რელატივისტური თხელი დისკებისათვის.
- იგეგმება ერთიანი მოდელის აგება და ილუსტრირება თხელი იონიზებული რელატივისტური ასტროფიზიკური დისკების ჯეტის ფორმირების ამოცანისათვის .

ამ ამოცანის კვლევის შედეგები გამოქვეყნდება პუბლიკაციაში:

M. Gogilashvili, I. Jokhadze, V. Loladze, N.L Shatashvili, A.G. Tevzadze. Two-fluid MHD Description of Jets from Accretion Disks of YSOs, *Phys. Plasmas* (in preparation).

ამოცანის შედეგები მოხსენიებულ იქნა თსუ 76-ე სტუდენტთა კონფერენციაზე : „იონიზებული თხელი აკრეციული დისკების ჯეტების ფორმირება“

ერეკლე არშილაგა, მარიამ გოგილაშვილი, ვაჟა ლოლაძე, ბექა მოდრეკილაძე, ირაკლი ჯოხაძე. მოხსენებამ დაიკავა მეორე ადგილი სექციაზე: „თეორიული ფიზიკა“.

№	შესრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიითითებით	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
2	დინების დინამიკა და გრიგალური და წონასწორული მოვლენები მრავალკომპონენტური ასტროფიზიკურ პლაზმებში ფიზიკა - ასტროფიზიკა	ნანა შათაშვილი	ნ. შათაშვილი მ. ალბექიონი <i>თსუ ანდრონიკა შვილის სახ. ფიზიკის ინსტიტუტი:</i> ვ. ბერეჟიანი, ქ. სიგუა
(ი)	ნაჩვენებია მკვერივ გადაგვარებულ პლაზმებში მრავალმასშტაბიანი წონასწორული სტრუქტურების არსებობის შესაძლებლობა. ასეთი გარემო გვხდება როგორც ასტროფიზიკურ, ისე ლაბორატორიულ პირობებში. კვლევით		

დადასტურდა გარანტირებული მასშტაბთა განცალების მოვლენა ასეთ სისტემებში, რაც მიუთითებს იმაზე, რომ ხელსაყრელი პირობების დაკმაყოფილების შემთხვევაში შესრულდება ენერჯის გარდაქმნის პირობები გაცხელების/გაციების, შეკუმშვა/გაფართოებისა თუ დინების აჩქარების, მაგნიტური ველების გენერაციის პროცესებისათვის. ანალიზმა ე-პ-ი პლაზმისათვის მოძრავი კლასიკური იონების მცირე მინარევითა და გადაგვარებული ე-პ სითხეებისათვის გამოავლინა მნიშვნელოვანი თვისება ასეთი სისტემისა ფიზიკური, დინამიური დიდი მასშტაბის არსებობის მიმართ (ოთხმაგი ბელტრამის განტოლების ამონახსნი), რაც გამოწვეულია მოძრავი იონური მინარევით; იონების მოძრაობის უგულბელყოფისას გადაგვარებით გამოწვეული ინერჯის ევექტს მიეყვართ მეორე დიდ-მასშტაბთან (სამმაგი ბელტრამის განტოლების ამონახსნი). მიღებული შედეგები ხნის დიდ-მასშტაბიანი სტრუქტურების არსებობას ასტროფიზიკურ ობიექტებში გადაგვარებული პლაზმებით. შედეგად ვასკვნი, რომ ვარსკვლავის შეკუმშვისას მისი გარე შრე ინარჩუნებს მრავალ-მასშტაბურ სტრუქტურულ თვისობრიობას, მაშინ როდესაც სიმკვრივე ამ სტრუქტურებში აღიწერება გადაგვარების წნევით. მსგავსი სიტუაციები დაიმზირება თეთრ ჯუჯა ვარსკვლავებში.

გამოქვეყნდა სტატია:

N.L. Shatashvili, S.M. Mahajan and V.I. Berezhiani. *Mechanisms for Multi-Scale Structures in Dense Degenerate Astrophysical Plasmas.* *Astrophys. Space Sci.* **361:70**, 10 pages (2016). DOI: [10.1007/s10509-016-2663-x](https://doi.org/10.1007/s10509-016-2663-x)

(იი) შეისწავლება ელექტრომაგნიტური კონების თვით-ჩაჭერილი გავრცელება სრულიად გადაგვარებულ რელატივისტურ ელექტრონ-პოზიტრონულ პლაზმაში ჰიდროდინამიკური-მაქსველის მოდელის გამოყენებით; ნაჩვენებია, რომ ასეთი კონების დინამიკა შეიძლება აღიწეროს განზოგადოებული შრედინგერის განტოლებით სპეციფიური გაჯერებადი არაწრფივობით. ნაჩვენებია რადიალურად სიმეტრიული ლოკალიზებული განმხოლოებული სტრუქტურების არსებობა. ნაპოვნია, რომ მდგრადი 2-განზომილებიანი სოლიტონული სტრუქტურები არსებობენ გადაგვარების ნებისმიერი დონისას. ნაპოვნია თვით-წარმართვადი გავრცელების კრიტიკული სიმძლავრე. ამ კვლევის შედეგები შეიძლება გამოყენებულ იქნას ასტროფიზიკური გამა-სხივების წყაროების გამოსხივების ასახსნელად, ასევე სასარგებლო იქნება მომავლის ლაბორატორიული ექსპერიმენტების დიზაინისათვის.

გამოქვეყნდა სტატია:

V.I. Berezhiani, **N.L. Shatashvili.** *Self-guiding of electromagnetic beams in degenerate relativistic electron-positron plasma.* *Phys. Plasmas* **23(10)**, 104502 (2016). DOI: [10.1063/1.4964914](https://doi.org/10.1063/1.4964914)

№	შესრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიხედვით	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
3	მაგნიტო-ჰიდროდინამიკური ბმები და რხევები ვარსკვლავების ატმოსფეროში ფიზიკა-ასტროფიზიკა	ნანა შათაშვილი ალექსანდრე თევზაძე	ნანა შათაშვილი ალექსანდრე თევზაძე ელენე უჩავა დავით ხუციშვილი ალექსანდრე ბარნაველი

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

(ი) შემოთავაზებულია დინების გენერირების მექანიზმი გადაგვარებულ ვარსკვლავთა ატმოსფეროებში, როდესაც ელექტრონები გადაგვარებულია და იონები კი ჩათვლილია კლასიკურად. ნაპოვნია, რომ სისტემაში არის კატასტროფა - ადგილი აქვს სწრაფი დინების გენერირებას მაგნიტო-სითხური ბმების გამო. მანძილი, რომელზეც ადგილი აქვს მნიშვნელოვან აჩქარებას, განისაზღვრება გრავიტაციის სიძლიერითა და გადაგვარების პარამეტრით. შედეგები მოიცავს: დინების ფორმირებისა და აჩქარებისათვის ხელსაყრელი ფიზიკური პარამეტრების დიაპაზონების მოძიება; ზე-ალფენური დინების გენერირება; სისტემის სპეციფიური პარამეტრების რეჟიმში დინების აჩქარებისა და მაგნიტური ველის გაძლიერების ერთდროული შესაძლებლობა; კონკრეტულ პირობებში საწყისი დინება შესაძლებელია აჩქარდეს 10-30-ჯერ რასაც მიყვავართ ტრანზიენტული ჯეტების ფორმირებისაკენ; ნაპოვნია მაგნიტური ველების გაძლიერებისათვის საჭირო პარამეტრების დიაპაზონები. იგეგმება კვლევების გაგრძელება ისეთი სიტუაციებისათვის, როდესაც გვაქვს მცირე მინარევი განსხვავებული ტიპის კლასიკური მოძრავი იონებისა.

დასრულდა სტატიის გაფორმება გამოსაქვეყნებლად:

A.A. Barnaveli, N.L. Shatashvili. *Mechanism for Flow Generation / Acceleration in Dense Degenerate Stellar Atmospheres. Astrophys. Space Sci.* (prepared for the submission).

(იი) შესწავლილია ანიზოტროპული მაგნიტოჰიდროდინამიკური არამდგრადობები ძლიერად დამაგნიტებული წანაცვლებითი დინებებში. უკუმშვადი სითხის მიახლოებაში ნაჩვენებია წანაცვლებითი დინების შლანგური არამდგრადობის თვისებები სითხური ნაკადების გათვალისწინებით. ანალიზურად მიღებულია არამდგრადობის ზრდის ინკრიმენტი და მდგრადობის არის არაიზოთერმული შესწორებები. ნაპოვნია პარამეტრების არე, სადაც შესაძლებელია ანიზოტროპული ვასრკვლავური ქარების ფორმირება დაბალი სიმკვრივის ანიზოტროპულ გარემოში სუსტი მაგნიტური ველის პირობებში.

მზადდება სტატია:

E. S. Uchava, A. G. Tevzadze, B. M. Shergelashvili, S. Poedts. „*Velocity shear effects on the Firehose instability with anisotropic heat fluxes*“. *Phys. Plasmas* (in preparation).

(იიი) გაგრძელდა ქრომოსფერული სპიკულების დოპლერის სიჩქარების და ნახევარ სიგანეების დროში ცვლილების შესწავლა აბასთუმნის ასტროფიზიკურ ოსერვატორიის 53-სანტიმეტრიანი კორონოგრაფის საშუალებით. შესწავლილია სერია სპიკულების სპექტოგრამები მზის ქრომოსფეროში 7500 კმ სიმაღლეზე.

ძირითადი შედეგებია: შეინიშნება დოპლერის სიჩქარეებისა და ნახევარსიგანეების დროის მიხედვით ცვლილების ასიმეტრია; დოპლერის სიჩქარის სიდიდის ზრდისას მცირდება ნახევარსიგანეების სიდიდე და პირიქით; მზის კიდიდან 7500კმ სიმაღლეზე დოპლერის სიჩქარეების რხევის პერიოდები არის 13წთ, 8,4წთ, 12,8წთ, 7წთ, 6,7წთ ხოლო ნახევარსიგანეების რხევის პერიოდები არის 12წთ, 3,2წთ, 11,9წთ, 7,2წთ, 6,7წთ შესაბამისად; დოპლერის სიჩქარის რხევის პერიოდები საშუალოდ იცვლება 6-13წთ. შუალედში, ხოლო ნახევარსიგანის რხევის პერიოდები საშუალოდ იცვლება 6-12წთ შუალედში; მზის კიდიდან სიმაღლის ზრდასთან ერთად დოპლერის სიჩქარეების რხევის პერიოდების ცვლილების დიაპაზონი მატულობს. ნაჩვენებია სპიკულების დოპლერის სიჩქარეების და ნახევარსიგანეების პერიოდულობის დროში ცვლილების ანტიკორელაცია.

მომზადებულია სტატია გამოსაქვეყნებლად ჟურნალ-ში „ სტრონომი & სტროპჰისიკს“.

Khutsishvili, D., Zaqarashvili, T.V., Khutsishvili, E., Kvernadze, T., Kulidzanishvili, V., Kakhiani, V. And Sikharulidze, M. *Anticorrelation between changes of H spectral line FWHM and Doppler velocities. A&A (to be submitted).*

განხორციელდა მივლინება ავსტრიაში არლ- რანზენს- ნივერსიტ ტ რაზ (5.06.2016 – 18.07.2016).

№	შესრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიითითებით	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
4	კოსმოსური მაგნიტური ველების და ტურბულენტობის მოდელირება ფიზიკა - ასტროფიზიკა	ალექსანდრე თევზაძე	ალექსანდრე თევზაძე

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

შესწავლილია მაგნიტური ველის ევოლუცია დამაგნიტებული ტურბულენტობის მიღების ფაზაში სამყაროს გაფართოებისას. რიცხვითი მოდელირებისათვის გამოყენებულია პირდაპირი რიცხვითი თვლის კოდი PENCIL, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელია როგორც კლასიკური, ასევე რელატივისტური ჰიდროდინამიკის მოდელირება გამოსხივების ეფექტების გათვალისწინებით. რიცხვითი მოდელირების საშუალებით გამოკვლეულია ის კანონზომიერებები, რომელსაც ემორჩილება ტურბულენტობის სპექტრი სპირალური და ნაწილობრივად სპირალური მაგნიტური ველის შემთხვევაში. როგორც ჩანს, ევოლუცია დამოკიდებულია მაგნიტური ველის წყაროს თვისებებზე - ამ შემთხვევაში შესაძლებელია მაგნეტოგენეზის სხვადასხვა მოდელის გამოკვლევა.

გამოქვეყნდა სტატია:

T. Kahnishvili, A. Brandenburg, **A. G. Tevzadze.** *The evolution of primordial magnetic fields since their generation Physica Scripta.* 91, 104008 (2016).

№	შესრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიხედვით	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
4	ასტროფიზიკური დისკების მდგრადობა და სტრუქტურების ფორმირება პროტოპლანეტარულ და გალაქტიკურ მასშტაბებზე ფიზიკა - ასტროფიზიკა	ალექსანდრე თევზაძე	ალექსანდრე თევზაძე ლუკა პონიატოვსკი სალომე მჭედლიძე

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

შესწავლილია ბლანტი ჰიდროდინამიკური დინებების წრფივი მდგრადობა და სტრუქტურების ფორმირება გრანულარულ დიფერენციალურად მბრუნავ დინებებში. ამ კლასის დინებებს მიეკუთხება პროტოპლანეტარული დისკების დინებები პლანეტების ჩამოყალიბების ადრეულ ეტაპებზე და გიგანტი პლანეტების ირგვლივ არსებული მკვრივი პლანეტარული რგოლები. გრანულარული დინების შესასწავლად გამოყენებულია უკუმშვადი სითხის მიახლოება რეოლოგიური სიბლანტის გათვალისწინებით, სადას სითხის გრანულარული სიბლანტე მატულობს სიჩქარის წანაცვლების კლებით და გარემოს წნევის მატებით. გამოყენებულია ლოკალური მიახლოება, რომლის ფარგლებშიც უგულვებელყოფთ დინების სიმრუდეს, მაგრამ ვინარჩუნებთ კორიოლისის ძალისა და სიბლანტის ძალის ზეგავლენას. ამ მიახლოებაში გამოყვანილია ცნობილი ბლანტი არამდგრადობა, რომელიც გამოწვეულია სიბლანტის კოეფიციენტის სიმკვრივეზე დამოკიდებულებით. მიღებულმა ფორმალიზმმა საშუალება მოგვცა გამოგვევლინა ახალი ტიპის რეოლოგიური არამდგრადობა რომელმაც შეიძლება გამოიწვიოს სპირალური ტალღების ზრდა და პროტოპლანეტარული დისკის ფაგმენტაცია ამ არეებში, სადაც გრანულარული დისკის სიმკვრივე გადააჭარბებს გარკვეულ ზღვრულ მნიშვნელობას და დინება კინეტიკური რეჟიმიდან გადავა ე.წ. „გრანულარული სითხის“ რეჟიმში.

შესწავლილია გალაქტიკური დისკის მდგრადობა და ვარსკვლავთწარმოშობის პროცესის თვისებები ჯინსის არამდგრადობის ფარგლებში ფარული მასის გათვალისწინებით. ნაჩვენებია გარეშე ასიმეტრიული პოტენციალის ზემოქმედება ჯინსის არამდგრადობის კრიტერიუმზე. ამოხსნილია შებრულებული ამოცანა, როდესაც ვარსკვლავების მასების განაწილების სტატისტიკიდან შესაძლებელია ფარული მასის გალაქტიკური ჰალოს ასიმეტრიის თვისებების დადგენა.

მზადდება სტატია:

L. Poniatowski, A. G. Tevzadze. *Local viscous shear instability in differentially rotating granular flows.* Physical Review E (*in preparation*)

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 მიხედვით	დამფინანსებელი ორგანიზაცია	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	მაგნიტრი ველები სამყაროში: წარმოშობა, ევოლუცია და დაკვირვებითი გამოვლინებები <i>მიმართულება:</i> ფიზიკა - ასტროფიზიკა	შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი FR/264/6-350/14	ალექსანდრე თევზაძე (თანამონაწილე ორგანიზაციის მხრიდან, თსუ)	ალექსანდრე თევზაძე (თანამონაწილე ორგანიზაციის მხრიდან, თსუ)

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

სამყაროს დიდმასშტაბოვან სტრუქტურაზე მაგნიტური ველის ანაბეჭდების შესასწავლად გაანალიზებულია მკვდ ტურბულენტობის ევოლუცია ინფლაციური პერიოდის განმავლობაში. ჩატარებულია არაწრფივი კუმშვადი მაგნიტოჰიდროდინამიკური სისტემის პირდაპირი რიცხვითი მოდელირება. ინფლაციის პერიოდში მიმდინარეობს ტურბულენტობის და მაგნიტური ველის მასშტაბების ექსპონენციალური ზრდა, რაც საბოლოო ჯამში იწვევს მაგნიტური ველის ენერჯის გადატანას დიდი მასშტაბებზე, სადაც მიმდინარეობს გალაქტიკების და კლასტერების ჩამოყალიბება.

გამოქვეყნდა სტატია:

T. Kahnishvili, A. Brandenburg, **A. G. Tevzadze**. *The evolution of primordial magnetic fields since their generation* **Physica Scripta**. 91, 104008 (2016).

II. 1. პუბლიკაციები:
ა) საქართველოში

მონოგრაფიები

№	ავტორი/ავტორები	მონოგრაფიის სათაური	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1				
ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე				

სახელმძღვანელოები

№	ავტორი/ავტორები	სახელმძღვანელოს სახელწოდება	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1				
ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე				

კრებულები

№	ავტორი/ავტორები	კრებულის სახელწოდება	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1				
ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე				

სტატიები

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათა- ური, ჟურნა- ლის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/ კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1					
ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე					

**II. 2. პუბლიკაციები:
ბ) უცხოეთში**

მონოგრაფიები

№	ავტორი/ავტორები	მონოგრაფიის სათაური	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1				
ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე				

სახელმძღვანელოები

№	ავტორი/ავტორები	სახელმძღვანელოს სახელწოდება	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1				
ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე				

კრებულები

№	ავტორი/ავტორები	კრებულის სახელწოდება	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1				
ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე				

სტატიები

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათაური, ჟურნალის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	N.L. Shatashvili, V.I. Berezhiani and S.M. Mahajan	<i>Mechanisms for multi-scale structures in dense degenerate astrophysical plasmas. Astrophysics and Space Science, 361:70 (2016)</i>	361:70 (2016) DOI: 10.1007/s10509-016-2663-x	ჰოლანდია SPRINGER	10

ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე

Two distinct routes lead to the creation of multi-scale equilibrium structures in dense degenerate plasmas, often met in astrophysical conditions. By analyzing an e-p-i plasma consisting of degenerate electrons and positrons with a small contamination of mobile classical ions, we show the creation of a new macro scale L_{macro} (controlled by ion concentration). The temperature and degeneracy enhancement effective inertia of bulk e-p components also makes the effective skin depths larger (much larger) than the standard skin depth. The emergence of these intermediate and macro scales lends immense richness to the process of structure formation, and vastly increases the channels for energy transformations. The possible role played by this mechanism in explaining the existence of large-scale structures in astrophysical objects with degenerate plasmas, is examined.

მკვრივ გადაგვარებულ პლაზმებში, რომლებიც ხშირად გვხვდება ასტროფიზიკურ პირობებში, მრავალ-მასშტაბური წონასწორული სტრუქტურების ფორმირებისაკენ 2 კონკრეტულ გზას მივყავართ. ე-პ-ი პლაზმის (შედგება გადაგვარებული ელექტრონებისა და პოზიტრონებისაგან მოძრავი კლასიკური იონების მცირე მინარევით) შესწავლის შედეგად ჩვენ ვაჩვენებთ ახალი მაკრო მასშტაბის L_{macro} ფორმირება (იგი კონტროლდება იონების კონცენტრაციით). ძირითადი ე-პ კომპონენტების ტემპერატურული და გადაგვარებითი ეფექტური ინერციის ზრდა ასევე იძლევა ეფექტური სკინ-სიღრმეების ზრდის საშუალებას - ისინი დიდი (საგრძობლად დიდი) ხდებიან სტანდარტულ სკინ-სიღრმესთან შედარებით. ამ შუალედური და მაკრო მასშტაბების აღმოცენება ხსნის სტრუქტურათა ფორმირებაში დიდ მრავალფეროვნებას, და ასევე აფართოებს ენერჯის ტრანსფორმაციების არხების ჩამონათვალს. გამოკვლეულია ამ მექანიზმის შესაძლებელი როლი, რომელიც ახსნიდა დიდ-მასშტაბიანი სტრუქტურების არსებობას ასტროფიზიკური ობიექტების გადაგვარებულ პლაზმებში.

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათაური, ჟურნალის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
2	V.I. Berezhiani, N.L. Shatashvili	<i>Self-guiding of electromagnetic beams in degenerate relativistic electron-positron plasma. Physics of Plasmas, 23(10), 104502 (2016)</i>	23(10), 104502 (2016) DOI: 10.1063/1.4964914	US AIP	4

ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე

The possibility of self-trapped propagation of electromagnetic beams in the fully degenerate relativistic electron-positron plasma has been studied applying the Fluid-Maxwell model; it is shown that dynamics of such beams can be described by the generalized nonlinear Schrödinger equation with specific type of saturating nonlinearity. Existence of radially symmetric localized solitary structures is demonstrated. It is found that stable solitary structures exist for the arbitrary level of degeneracy.

შეისწავლება ელექტრომაგნიტური კონების თვით-ჩაჭერილი გავრცელება სრულიად გადაგვარებულ რელატივისტურ ელექტრონ-პოზიტრონულ პლაზმაში ჰიდროდინამიკური-მაქსველის მოდელის გამოყენებით; ნაჩვენებია, რომ ასეთი კონების დინამიკა შეიძლება აღიწეროს განზოგადოებული შრეინგერის განტოლებით სპეციფიური გაჯერებადი არაწრფივობით. ნაჩვენებია რადიალურად სიმეტრიული ლოკალიზებული განმხოლოებული სტრუქტურების არსებობა. ნაპოვნია, რომ მდგრადი სოლიტონული სტრუქტურები არსებობენ გადაგვარების ნებისმიერი დონისას.

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათაური, ჟურნალის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/ კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
3	T. Kahniashvili, A. Brandenburg A. G. Tevzadze	The evolution of primordial magnetic fields since their generation Physica Scripta	91 , 104008 (2016)	Royal Swedish Academy of Sciences, შვედეთი	14

ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე

We study the evolution of primordial magnetic fields in an expanding cosmic plasma. For this purpose we present a comprehensive theoretical model to consider the evolution of MHD turbulence that can be used over a wide range of physical conditions, including cosmological and astrophysical applications. We model different types of decaying cosmic MHD turbulence in the expanding Universe and characterize the large-scale magnetic fields in such a medium. Direct numerical simulations of freely decaying MHD turbulence are performed for different magnetogenesis scenarios: magnetic fields generated during cosmic inflation as well as electroweak and QCD phase transitions in the early Universe. Magnetic fields and fluid motions are strongly coupled due to the high Reynolds number in the early Universe. Hence, we abandon the simple adiabatic dilution model to estimate magnetic field amplitudes in the expanding Universe and include turbulent mixing effects on the large-scale magnetic field evolution. Numerical simulations have been carried out for non-helical and helical magnetic field configurations. The numerical results show the possibility of inverse transfer of energy in magnetically dominated non-helical MHD turbulence. On the other hand, decay properties of helical turbulence depend on whether the turbulent magnetic field is in a weakly or a fully helical state. Our results show that primordial magnetic fields can be considered as a seed for the observed large-scale magnetic fields in galaxies and clusters. Bounds on the magnetic field strength are obtained and are consistent with the upper and lower limits set by observations of extragalactic magnetic fields.

შესწავლილია პირველადი კოსმოლოგიური ველის ევოლუცია გაფართოებად სამყაროში. ამისათვის შემუშავებულია მაგნიტოჰიდროდინამიკური ტურბულენტობის განვითარების თეორიული მოდელი, რომელიც შესაძლებელია გამოყენებულ იქნას სხვადასხვა ასტროფიზიკურ და კოსმოლოგიურ მასშტაბებზე. ჩატარებულია სხვადასხვა ტიპის მკვლევარული ტურბულენტობის მიღების პროცესის მოდელირება გაფართოებად სამყაროში და დიდმასშტაბოვანი ველების გენერაცია ამ ტიპის გარემოში. პირდაპირი რიცხვითი მოდელირება ჩატარებულია მაგნეტოგენეზის სხვადასხვა სცენარებისათვის: მათ შორისაა მაგნიტური ველები, რომლებიც ჩნდებიან ინფლაციისას და მოგვიანებით ელექტროსუსტი და კვანტურ-ქრომოდინამიკური ფაზური გადასვლებისას. ყველა შემთხვევაში მაგნიტური ველი და სითხის მოძრაობა ერთმანეთთან ძლიერადაა

გადაბმული სამყაროს რეინოდის რიცხვის სიდიდის გამო. ამიტომაც, ჩვენ უარს ვამბობთ მაგნიტრი ველის ადიაბატი მიღების მექანიზმზე და ვსწავლობთ დიდმასშტაბოვანი ველების გენერაციას ტურბულენტური პროცესების გათვალისწინებით. რიცხვითი მოდელირება ჩატარებულია სიპრალრი და არასპირალრი ველებისათვის. რიცხვითი თვლები გვიჩვენებენ, რომ შესაძლებელია ენერჯის გადატანა დიდი მასშტაბებისკენ, ე.წ. შებრუნებული ტრანსფერი, როდესაც ტურბულენტობის სპექტრში დომინირებს მაგნიტური ენერჯია. მიღებული შედეგები გვიჩვენებენ, რომ კოსმოლოგიურ მაგნიტურ ველებს შეუძლიათ ჩანასახობრივი ველების როლის შესრულება გალაქტიკური და გალაქტიკების გროვების ველებისათვის. მიღებული შეზღუდვები გალაქტიკურ მაგნიტურ ველებზე შესაბამისობაშია დაკვირვებით მონაცემებთან.

III. 1. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

ა) საქართველოში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	ნანა შათაშვილი, ს.მ. მაჰაჯანი, ვ.ი. ბერეჟიანი	მრავალ-მასშტაბიანი სტრუქტურების მექანიზმები მკვრივ გადაგვარებულ ასტროფიზიკურ პლაზმებში	http://conference.ens-2016.tsu.ge/page/program/50

მოხსენებათა ანოტაციები ქართულ ენაზე

ნაჩვენებია, რომ მრავალ-მასშტაბური წონასწორული სტრუქტურების ფორმირება მკვრივ გადაგვარებულ პლაზმებში, რომლებიც ხშირად გვხვდება ასტროფიზიკურ პირობებში, შესაძლებელია ორი კონკრეტული გზით. ე-პ-ი პლაზმის (რომელიც შეიცავს გადაგვარებულ ელექტრონებსა და პოზიტრონებს მოძრავი კლასიკური იონების მცირე მინარევით) თეორიული ანალიზის შედეგად ვაჩვენეთ ახალი მაკრო მასშტაბის L_{macro} ფორმირება (ეს უკანასკნელი კონტროლდება იონების კონცენტრაციით). ძირითადი ე-პ კომპონენტების ეფექტური ინერციის (გაზრდილი ტემპერატურით და გადაგვარებით) გამო იზრდება (ძალიან იზრდება) ეფექტური სკინ-სიგრძეები სტანდარტულ სკინ-სიგრძესთან შედარებით. ამ შუალედური და მაკრო მასშტაბების აღმოცენება მნიშვნელოვნად ამდიდრებს სტრუქტურების ფორმირების პროცესს, და აფართოებს ენერჯის გარდაქმნის არსებს. შესწავლილია ამ მექანიზმით გამოწვეული დიდ-მასშტაბიანი სტრუქტურების არსებობის შესაძლებლობა ასტროფიზიკურ ობიექტებში გადაგვარებული პლაზმებით. ამ კვლევაში მიღებული შედეგები მიანიშნებენ იმისკენ, რომ, მაგალითად, როდესაც ვარსკვლავი იკუმშება მისი გარე შრეები ინარჩუნებენ მრავალ-მასშტაბიან ხასიათს, თუმცა სტრუქტურებში სიმკვრივე უკვე განისაზღვრება მსუბუქი კომპონენტების გადაგვარების წნევით, როგორც ნაჩვენებია [1]-ში.

[1] V.I. Berezhiani, N.L. Shatashvili, and S.M. Mahajan, S.M. *Phys. Plasmas* **22**, (2015) 022902.

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
2	ალექსანდრე თევზაძე, ლუკა პონიატოვსკი	პროტოპლანეტარული დისკების დინამიკა	25-29 იანვარი, თსუ, თბილისი

		რეოლოგიური სიბლანტი	http://conference.ens-2016.tsu.ge/page/program/50
<p style="text-align: center;">მოსხენებათა ანოტაციები ქართულ ენაზე</p> <p>შესწავლილია ვარსკვლავური დისკების წრფივი დინამიკა დინების რეოლოგიური თვისებების გათვალისწინებით, როდესაც ცენტრალური გრავიტირებადი ობიექტის ირგვლივ ბრუნავს აირის, მტვრის და მცირე ნამტვრევების ნარევი. მყარი ნაწილაკების ურთიერთქმედება განხილულია გრანულარული დინების მოდელის ფარგლებში და გამოყენებულია ლოკალური მდგომარეობის განტოლება. ამ მიახლოებაში გამოყვანილია ორგანზომილებიანი წონასწორული მდგომარეობა კეპლერის სიჩქარის ველით და რადიალურად სტრათიფიცირებული წნევით, სიმკვრივითა და კინემატიკური სიბლანტის პარამეტრით. სიბლანტე დამოკიდებულია როგორც წნევაზე, ასევე სიჩქარის ველის განაწილებაზეც. ლოკალური წანაცვლების სიბრტყის მიახლოებაში უგულვებელყოფილია დინების სიმრუდე და შესწავლილია გრიგალისა და სპირალური-სიმკვრივის ტალღის წრფივი დინამიკა გრანულარული რეოლოგიის ზემოქმედების პირობებში. წრფივი შეშფოთებების რადიალური გადანომვრის გამოყენებით (იხ. [1]) გამოყვანილია ამოცანის წრფივი სპექტრი და ნახვენებია ტალღების დისიპაციური თვისებები. დინების იხენტროპული მოდელის ფარგლებში ამოცანა დადის ბაროტროპულ დინებაზე, სადაც პოტენციური გრიგალი შენახვადი სიდიდეა კინემატიკური დისიპაციის გათვალისწინების გარეშე. ამ მიახლოებაში ნახვენებია, რომ შესაძლებელია გრიგალის გენერაცია ფონური სიჩქარის წანაცვლებისა და გარემოს რეოლოგიური თვისებების გათვალისწინებით. გრანულარულ კეპლერულ დინებაში ნაპოვნმა პროცესმა შეიძლება გამოიწვიოს დიდი ამპლიტუდის ანტიციკლონური გრიგრალების გენერაცია და პლანეტების ფორმირების დაჩქარება ადრეულ ეტაპზე პროტოპლანეტარულ დისკებში.</p> <p>[1] A. G. Tevzadze, G. D. Chagelishvili, G. Bodo, P. Rossi, MNRAS 401, 901 (2010). doi: 10.1111/j.1365-2966.2009.15723.x</p>			

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოსხენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
3	ელენე უჩავა, ალექსანრე თევზაძე , ბიძინა შერგელაშვილი, სტეფან პუდტსი	შლანგური არამდგრადობის თვისებები დმაგნიტებულ არაერთგვაროვან ვარსკვლავურ ქარებში	25-29 იანვარი, თსუ, თბილისი http://conference.ens-2016.tsu.ge/page/program/50

<p style="text-align: center;">მოსხენებათა ანოტაციები ქართულ ენაზე</p> <p>შესწავლილია შლანგური არამდგრადობის თვისებები ფონური წანაცვლებითი სიჩქარის ველში ანიზოტროპული მაგნიტოჰიდროდინამიკური (მჰდ) მოდელის ფარგლებში სითბური ნაკადების გათვალისწინებით. დაუჯახებელი ან სუსტად დაჯახებადი პლაზმა აღწერილია 16-იმპულსურ მჰდ მიახლოებაში, რომელშიც უკვე წარმატებითაა შესწავლილი წანაცვლებითი დინების ზეგავლენა კუმშვად შეშფოთებებზე [1]. წარმოდგენილ ნაშრომში აღებულია დაბალსიხშიროვანი უკუმშვადი მიახლოება და შესწავლილია შლანგური არამდგრადობის თვისებები სიჩქარით წანაცვლებულ დინებაში. ფონური მაგნიტური ველი მუდმივია და მიმართულია დინების გასწვრივ. აღმოჩნდა, რომ წანაცვლების პარამეტრის მცირე მნიშვნელობებისათვის არამდგრადობის თვისებები არ არის დამოკიდებული სითბური ნაკადების ანიზოტროპიის პარამეტრზე. სიჩქარის წანაცვლების მაღალი მნიშვნელობებისათვის სითბური ნაკადის პარამეტრი მონაწილეობას იღებს არამდგრადობის ინკრიმენტის განსაზღვრაში. ამავდროულად, ეფექტი იზრდება წნევის ანიზოტროპიის პარამეტრის ზრდასთან ერთად. მეტიც, აღმოჩნდა,</p>			
--	--	--	--

რომ არამდგრადობის ზრდის ინკრიმენტი ავლენს სპექტრალურ დისპერსიას როდესაც არამდგრადობა დამოკიდებულია არა მხოლოდ გასწვრივ, არამედ დინების პერპენდიკულარულ ტალღურ რიცხვებზეც. ზოგადად, ნაჩვენებია, რომ სინქარის წანაცვლება ცვლის ნეიტრალური მდგრადობის მრუდს შლანგური მკდ შემოფოთებებისათვის, რომლებიც ვრცელდებიან დამაგნიტებული ვარსკვლავური ქარებში. კლასიკური მდგრადობის მრუდიდან გადახრა შეიძლება დაფიქსირდეს მაგალითად მზის ქარის დაკვირვებებში, რაც პრინციპში საშუალებას მოგვცემს შევაფასოდ გაუხშოებული დამაგნიტებული დინების სინქარის განივი წანაცვლება.

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
4	ალექსანდრე ბარნაველი	ვარსკვლავთა ატმოსფერო-ში დინამოსა და ტრანზიენტული დინებების განზოგადებული მოდელი	4-8 ივლისი, თსუ, თბილისი http://conference.sens-2016.tsu.ge/lecture/view/448

მოხსენებათა ანოტაციები ქართულ ენაზე

მოცემულ ნაშრომში ჩვენ გამოვიკვლიეთ პლაზმის დინებების აჩქარებისა და მაგნიტური ველის გენერირების მოვლენა გადაგვარებული ელექტრონებისგან შემდგარი კომპაქტური ობიექტებისთვის კვაზი-წონასწორული მიდგომის გამოყენებით (რომელიც შემუშავდა [1]-ში). მიღებული პარამეტრები შემდგომში იქნება წონასწორული მდგომარეობის ის მახასიათებლები, რომლებსაც გამოვიყენებთ ამ გარემოში დინამო/შებრუნებული დინამოსა [2] და ტრანზიენტული დინებების ჩამოყალიბების ამოცანაში. ჩვენს კვლევაში გათვალისწინებულია კლასიკური გრავიტაცია და გადაგვარებული ელექტრონების შემცველი ელექტრონულ-იონური პლაზმას ვთვლით კუმშვად. ჩვენ ჩავთვალეთ, რომ გარკვეულ სიმაღლეზე არსებობს სრულად იონიზებული და დამაგნიტებული პლაზმური სტრუქტურები, ასე რომ კვაზი-წონასწორული ორსითხოვანი მოდელი დაიჭერს დინებების გენერირების/აჩქარების მოვლენის მთავარ ფიზიკას. ჩვენი კვლევის მნიშვნელოვანი შედეგები შემდეგია: ვიპოვეთ დინების გენერირება-აჩქარებისთვის ხელსაყრელი ფიზიკური პარამეტრების მქონე არეები თეთრი ჯუჯების გარე შრეებში/ატმოსფეროებში; დინების ძლიერ დამოკიდებულება შრის კომპაქტურობაზე; შესაძლებელია ზე-აღფენის სინქარის მქონე დინებების ჩამოყალიბება თეთრი ჯუჯების გარე შრეში; შესაძლებელია დინების აჩქარება და მაგნიტური ველის გენერირება ერთდროულად; შესაძლებელია ტრანზიენტული დინებების ჩამოყალიბება.

References

[1] S.M. Mahajan, K.I. Nikol'skaya, N.L. Shatashvili and Z. Yoshida. *Astrophys. J.*, 576, L161 (2002).
 [2] S.M. Mahajan, N.L. Shatashvili, S.V. Mikeladze and K.I. Sigua, *Astrophys. J.* 634, 419 (2005).

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
5	დავით ხუციშვილი	სტენდური მოხსენებანი: <i>Periodical changes of H - spicules FWHM and Doppler velocities</i>	26-28 სექტემბერი, ახალციხე, სამცხე-ჯავახეთის სახ.უნივ. საერთაშორისო კონფერენცია

მოხსენებათა ანოტაციები ქართულ ენაზე

მოხსენიებულ იქნა კვლევის შემდეგი ძირითადი შედეგები:

1. დოპლერის სინქარების პერიოდები ძირითადად მეტია 3 წუთზე (> 180 წმ);

2. დოპლერის სიჩქარეების რხევის პერიოდების უმრავლესობა მოთავსებულია 4-9 წუთის (240-540 წმ) შუალედში;
 3. აღმოჩენილი იქნა დოპლერის სიჩქარეებისა და ნახევარსიგანეების დროში ცვლილების ასიმეტრია.
- მოსხენებათა მასალაზე გამოქვეყნდება სტატია უნივერსიტეტის გამოცემაში.

ბ) უცხოეთში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოსხენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	ნანა შათაშვილი, ს.მ. მაჰაჯანი, ზ. იოშიდა, ვ.ი. ბერეუიანი	<i>Multi-Scale Stellar Atmospheres, Flows, Heating</i>	Joint ICTP-IAEA College on Plasma Physics 7-18 November, 2016 Abdus Salam ICTP, Trieste, Italy http://indico.ictp.it/event/7642/other-view?view=ictp timetable

მოსხენების ანოტაცია ქართულ ენაზე

მოსხენების (1სთ 50 წუთი) შინაარსი:

- Dynamic Multi-scale Solar Atmosphere
- Beltrami-Bernoulli (BB) States – Magneto Fluid Coupling – *Solar Atmosphere*
- New class of Double Beltrami Equilibria sustained by Electron Degeneracy Pressure
- Stellar Atmospheres with Degenerate Electrons & Positrons & Ion Fractions
- Quadruple Beltrami System – formation of Macro Scale
- Triple Beltrami System – formation of Meso Scale
- Illustrative Examples - *White Dwarfs*
- Scale Hierarchy
- Discussion & Summary

დინამიური მრავალ-მასშტაბიანი მზის ატმოსფერო; ბელტრამი-ბერნულის (ბბ) მდგომარეობები - მაგნიტო-სითხური ბმები - მზის ატმოსფერო; გადაგვარების წნევით შენარჩუნებული ორმაგი ბელტრამის მდგომარეობების ახალი კლასი; ვარსკვლავთა ატმოსფეროები გადაგვარებული ელექტრონებით, პოზიტრონებითა და იონთა მინარევებით; ოთხმაგი ბელტრამის სისტემა - მაკრო მასშტაბის ფორმირება; სამმაგი ბელტრამის სისტემა - მეზო მასშტაბის ფორმირება; მაილუსტრირებული მაგალითები - *თეთრი ჯუჯები*; მასშტაბთა იერარქია; დისკუსია და რეზიუმე.

ნაჩვენებია:

Solar Atmosphere: Primary plasma flows are capable of thermalizing during interaction with primary magnetic fields (that are curved) to form the hot coronal structure. Two distinct eras are distinguishable in the life of a hot closed structure – a fast era of the formation (plus primary heating), and a relatively calm era in which the hot structure persists in a state of quasi-equilibrium. Parameters of the hot closed structure (in quasi-equilibrium) are fully determined by the characteristics of the primary flow and the ambient magnetic fields; the greater the primary flow initial velocity and initial magnetic field B_0 , the hotter is the coronal base. For the same primary flows the maximum heating is achieved at some height independent of B_0 (in agreement with observations). The greater the resistivity, the shorter is the life-time of the quasi-equilibrium structure. The formation time of the hot closed structure is strictly dependent on the magnitudes of primary flow & primary magnetic field, as well as their initial time dependence (life-time). The duration of the primary heating is directly determined by the parameters of primary flow and magnetic fields. Greater the fields the faster the primary heating.

There are two scales in equilibrium unlike the standard case - A possible clue for answering the extremely important question: why do the coronal structures have a variety of length scales, and what are the determinants of these scales? The scales could be vastly separated – are determined by the constants of the motion – the original preparation of the system. These constants also determine the relative kinetic & magnetic energy in quasi-equilibrium. These vastly richer structures can & do model the quiescent solar phenomena rather well – construction of coronal arcades fields, slow acceleration, spatial rearrangement of energy etc.

მზის ატმოსფერო: პირველი პლაზმური დინებები თერმალიზდებიან პირველად მაგნიტურ ველთან ურთიერთქმედებისას (რომლებიც მრუდია) და ქმნიან ცხელ კორონალურ სტრუქტურას. ორი გამოკვეთილი პერიოდია გამორჩეული ცხელი ჩაკეტილი სტრუქტურის ცხოვრებაში - სწრაფი პერიოდი ფორმირებისა (პირველად გაცხელებასთან ერთად) და შედარებით წყნარი პერიოდი რომელშიც ცხელი სტრუქტურა ნარჩუნდება კვაზი-წონასწორობაში. ცხელი ჩაკეტილი სტრუქტურის პარამეტრები კვაზი წონასწორობაში მთლიანად განისაზღვება პირველადი დინების მახასიათებლებითა და საწყისი მაგნიტური ველებით; რაც მეტია პირველადი დინების საწყისი სიჩქარე და საწყისი მაგნიტური ველი B_0 , მით ცხელია კორონალური ფუძე. ერთიდაიგივე პირველადი დინებებისათვის მაქსიმალური გაცხელება მიიღწევა კონკრეტულ სიმაღლეზე, რაც არაა დამოკიდებული B_0 -ზე (დაკვირვებებთან თანხმობაში). რაც მეტია წინაღობა, მით ნაკლებია კვაზი-წონასწორობის სტრუქტურის სიცოცხლის ხანგრძლივობა. ცხელი ჩაკეტილი სტრუქტურის ფორმირების დრო მკაცრადაა დამოკიდებული პირველადი დინებისა და პირველადი მაგნიტური ველის სიდიდეებზე და ასევე მათ დროზე დამოკიდებულებაზე (სიცოცხლის ხანგრძლივობაზე). პირველადი გაცხელების ხანგრძლივობა პირდაპირ კავშირშია პირველადი დინებისა და მაგნიტური ველების პარამეტრებთან. რაც მეტია ველები მით სწრაფია პირველადი გაცხელება.

სტანდარტული შემთხვევისაგან განსხვავებით წონასწორობაში ორი მასშტაბია - ესაა შესაძლებელი პასუხი მნიშვნელოვან კითხვაზე: რატომ აქვთ კორონალურ სტრუქტურებს სხვადასხვა მასშტაბები, და რა განსაზღვრავს ამ მასშტაბებს? მასშტაბები შესაძლებელია ძლიერ განსხვავებულნი იყვნენ, ისინი განისაზღვრებიან მოძრაობის კონსტანტებით - სისტემის საწყისი მომზადებით. ეს კონსტანტები ასევე განსაზღვრავენ კინეტიკურსა და მაგნიტურ ენერგიებს შრის ფარდობას კვაზი-წონასწორობაში. ეს მრავალფეროვანი სტრუქტურები ზედმიწევნით აღწერენ წყნარ მოვლენებს მზის ატმოსფეროში - თაღის მაგვარი კორონალური ველების ფორმირებას, ნელ აჩქარებას, ენერჯის სივრცულ განფენილობას და ა.შ.

Degenerate e-p-i plasma Stellar Atmospheres: a major departure from e-i system leading to the most important result —by studying BB states in an e-p-i (*small dynamic ion contamination added to a primarily e-p plasma*), we demonstrated the creation of a new macroscopic length scale lying between *the system size* and relatively small intrinsic scales (measured by the skin depths) of the system. We derived *Quadruple [Triple] Beltrami* relaxed states in e-p-i plasma with classical ions, and degenerate electrons and positrons. The presence of the mobile ion component has a striking qualitative effect; it converts, what would have been, a *triple Beltrami state to a new quadruple Beltrami state*. In the process, it adds structures at a brand new macroscopic scale L_{macro} (absent when ion concentration is zero) that is much larger than the intrinsic skin depth of the lighter components. Though primarily controlled by the mobile ion concentration, L_{macro} also takes cognizance of the electron and positron inertias that could be considerably enhanced by degeneracy. The creation of these new intermediate scales adds immensely to the richness of the structures that such an e-p-i plasma can sustain; many more pathways become accessible for energy transformations. Such pathways could help us better understand

a host of quiescent as well as explosive astrophysical phenomena — eruptions, fast/transient outflow and jet formation, magnetic field generation, structure formation, heating etc.

ვარსკვლავთა ატმოსფეროები გადაგვარებული e-p-i პლაზმით: ძირითადი განსხვავება e-i სისტემისაგან, რომელსაც მივყავართ მნიშვნელოვან შედეგამდე -BB მდგომარეობების შესწავლით e-p-i (მცირე რაოდენობა დინამიური იონები შერეულია ძირითად e-p პლაზმაში) პლაზმაში ჩვენ ვაჩვენებთ ახალი მაკროსკოპული სიგრძის მასშტაბის არსებობა სისტემის ზომასა და შედარებით მცირე სისტემის შინაგან მასშტაბებს შორის (იზომებიან სკინ-სიღრმეებით). გამოვიყვანეთ ოთხმაგი [სამმაგი] ბელტრამის წონასწორული სტრუქტურები e-p-i პლაზმაში კლასიკური იონებით, და გადაგვარებული ელექტრონებითა და პოზიტრონებით. დინამიური იონური კომპონენტის არსებობას აქვს განმსაზღვრელი ეფექტი; ის გარდაქმნის სამმაგი ბელტრამის მდგომარეობას ახალ ოთხმაგ ბელტრამის მდგომარეობამდე. ამ პროცესში ის ამატებს ახალ სტრუქტურას დიდი მასშტაბით L_{macro} (ის არაა იონების არარსებობისას), რომელიც უფრო დიდია მსუბუქი ელემენტების შინაგან სკინ-სიღრმესთან შედარებით. მიუხედავად იმისა, რომ L_{macro} ძირითადად მოძრავი იონებით კონტროლდება, ის ასევე ხასიათდება ელექტრონებისა და პოზიტრონების ინერციის ეფექტსაც, რომელიც მნიშვნელოვნად იზრდება გადაგვარებით. ამ ახალი შუალედური მასშტაბების ფორმირება ზრდის სტრუქტურების მრავალფეროვნებას ასეთ e-p-i პლაზმაში; საგრძნობლად ბევრი გზები ხდება შესაძლებელი ენერჯის ტრანსფორმაციებისათვის. ასეთი შესაძლებლობები დაგვეხმარება უკეთესად გავიგოთ მრავალი წყნარი და ფეთქებადი ასტროფიზიკური მოვლენა - ამოფრქვევები, სწრაფი/ტრანზიენტული გარედინებებისა და ჯეტების ფორმირება, მაგნიტური ველის გენერაცია, სტრუქტურების ფორმირება, გაცხელება და სხვა.

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
2	თ. კვერნაძე, გ. ქურხული, გ. კაკაურიძე, ბ. კილოსანიძე, ვ. ყულიჯანიშვილი, დ. ხუციშვილი	სტენდური მოხსენება: <i>Polarization-holographic imaging Stokes polarimeter for observational studies of the solar chromosphere structures and corona</i>	12.09.2016 – 16.09.2016 ფლორენცია, იტალია. International Conference <i>Solar Polarization 8</i>

მოხსენებათა ანოტაციები ქართულ ენაზე

We present an innovative polarization-holographic imaging Stokes polarimeter based on an integral polarization-holographic diffraction element, which enables the complete real time analysis of the polarization state of an incoming light. An element, recorded in a laboratory by a special holographic schema using circularly and linearly polarized beams, decomposes an incoming light into diffraction orders the intensities of which vary depending on the polarization state of a light source. After the CCD intensity measurements of the corresponding points or areas in the diffraction orders and further data reduction through the calibration parameters we get the real-time Stokes images of a light source which allows to determine full polarization state of a point or extended space object in narrow or wide spectral range. The operating spectral range of the polarimeter is 500-1600 nm with diffraction efficiency equal to 20% at 532 nm, 16% at 635 nm and 2% at 1550 nm. The theoretical model of relations between measured intensities in different diffraction orders and Stokes parameters, developed by the authors (Kilosanidze B., Kakauridze G. SPIE Proceedings, vol. 8082-126, 2011), were used to calibrate the polarimeter. The laboratory tests show that the resulting errors are near of 1% or better. First polarimetric test images were obtained for stars and the Sun. The polarimeter is compact, light weight and could be installed both on ground-based or airborne telescopes.

ჩვენ წარმოვადგინეთ ინოვაციური პოლარიზაციული-პოლოგრაფიული გამოსახულების სტოქსის პოლარიმეტრი, რომელიც ემყარება პოლარიზაციული-პოლოგრაფიული დიფრაქციის ელემენტს, რომელიც საშუალებას იძლევა რეალური დროში ჩატარდეს ანალიზი მოსული სინათლის პოლარიზაციისა. ელემენტი, ჩაიწერება რა ლაბორატორიაში სპეციალური პოლოგრაფიული სქემით ცირკულარული და წრფივი პოლარიზაციის მქონე კონების გამოყენებით, ხლენს მოსულ სინათლეს დიფრაქციულ ხარისხებში, რომელთა ინტენსივობებიც იცვლება სინათლის წყაროს პოლარიზაციული მდგომარეობის მიხედვით. დიფრაქციული ხარისხების შესაბამისი წერტილებისა თუ არეების CCD ინტენსივობების გაზომვებისა და შემდგომი მონაცემების ყალიბრული პარამეტრებით შემცირების შემდგომ ჩვენ ვღებულობთ რეალური-დროის სტოქსის გამოსახულებებს სინათლის წყაროსი, რაც საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ წერტილის ან სივრცეში განფენილი ობიექტის სრული პოლარიზაციული მდგომარეობა ვიწრო თუ ფართე სპექტრალურ დიაპაზონში. პოლარიმეტრის ოპერირების სპექტრალური დიაპაზონია 500-1600 nm დიფრაქციის ვარგისიანობით 20% -დან 532 nm-ზე , 16% -მდე 635 nm-ზე და 2% 1550 nm -ზე. პოლარიმეტრის ყალიბრებისათვის გამოყენებულ იქნა სხვადასხვა დიფრაქციულ ხარისხებში გაზომილ ინტენსივობებსა და სტოქსის პარამეტრებს შორის დამოკიდებულების თეორიული მოდელი შემოთავაზებული ავტორების (Kilosanidze B., Kakauridze G. SPIE Proceedings, vol. 8082-126, 2011) მიერ. ლაბორატორიულმა ცდებმა აჩვენა, რომ ცდომილებები 1%-ია ან უფრო უკეთესი. პირველი პოლარიმეტრული საცდელი გამოსახულებები მიღებულია ვარსკვლავებისათვის და მზისათვის. პოლარიმეტრი კომპაქტურია, მსუბუქია და მისი დაყენება შესაძლებელია როგორც დედამიწის-ზედა ისე საჰაერო ტელესკოპებზე.

ატომისა და ატომბირთვის ფიზიკის კათედრა

; სამეცნიერო ერთეულის (დეპარტამენტი, ინსტიტუტი, განყოფილება, ლაბორატორია) დასახელება, სადაც შესრულდა პროექტი – ატომისა და ატომბირთვის ფიზიკის კათედრა

* სამეცნიერო ერთეულის ხელმძღვანელი თამაზ კერესელიძე

; სამეცნიერო ერთეულის პერსონალური შემადგენლობა ზაალ

მაჭავარიანი, მალხაზ გოჩიტაშვილი

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

I. 2.

№	შესრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1			
გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)			

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	ექსიტონური კომპლექსები ZnO და GaN-ში - ლურჯი-ულტრაიისფერი	შოთა რუსთაველის ეროვნული	თ. ჭელიძე	თ. კერესელიძე, ზ. მაჭავარიანი, ბ. ბოჭორიშვილი, მ. ცინცაძე

სინათლის გამომსხივებელი ხელსაწყოების შექმნის პერსპექტივები	სამეცნიერო ფონდი		
დასრულებული პროექტის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე) (ანოტაცია მოცემულია კონდენსირებული გარემოს ფიზიკის კათედრის ანგჰარიშში)			

I. 4.

2	პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	დამფინანსებელი ორგანიზაცია	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)				

II. 1. პუბლიკაციები:

ა) საქართველოში

მონოგრაფიები

№	ავტორი/ავტორები	მონოგრაფიის სათაური	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1				
ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე				

სახელმძღვანელოები

№	ავტორი/ავტორები	სახელმძღვანელოს სახელწოდება	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1				
ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე				

კრებულები

№	ავტორი/ავტორები	კრებულის სახელწოდება	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1				
ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე				

სტატიები

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათაური, ჟურნალის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	Z. S. Machavariani	The effects of the optical anisotropy for the system with one electron confined in	2016 No.1(15)	თბილისი	5

	ellispoidal potential wall/gesj: physics			
<p>ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე</p> <p>ნაშრომში შესწავლილია ელიფსოიდური ფორმის ანიზოტროპული კვანტური წერტილების ოპტიკური თვისებები. კერძოდ, განხილულია დიპოლური გადასვლის მატრიცული ელემენტების დამოკიდებულება ელიფსოიდის დიდი და მცირე ნახევარღერძების ფარდობაზე ანუ ე.წ. დეფორმაციის პარამეტრზე. როგორც გამთვლებიდან ჩანს გადასვლის მატრიცული ელემენტი საგრძნობლად არის დამოკიდებული დეფორმაციის პარამეტრის სიდიდეზე. ყოველივე ზემოთქმულიდან გამომდინარე შეიძლება ითქვას, რომ ელიფსოიდური ფორმის კვანტური წერტილების ფორმის ცვლილების შედეგად შესაძლებელია მისი ოპტიკური თვისებების ცვლილება, რაც პრაქტიკული გამოყენების თვალსაზრისით მეტად მნიშვნელოვანია.</p>				

II. 2. პუბლიკაციები:
ბ) უცხოეთში

მონოგრაფიები

№	ავტორი/ავტორები	მონოგრაფიის სათაური	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1				
ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე				

სახელმძღვანელოები

№	ავტორი/ავტორები	სახელმძღვანელოს სახელწოდება	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1				
ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე				

კრებულები

№	ავტორი/ავტორები	კრებულის სახელწოდება	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1				
ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე				

სტატიები

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათაური, ჟურნალის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	თამაზ კერესელიძე, თამარ ჭელიძე, თეიმურაზ	Energy spectra of a particle confined in a finite ellipsoidal shaped potential well „Physica E“	ტომი 81	ELSEVIER	9

2	ნადარეიშვილი, რომან კეზერაშვილი თამაზ კერესელიძე, გიორგი ჭკადუა, პიერ დეფრანსი, ჯონ ოგილვი	გვ. 196-204 2016 წელი Deviation, properties and application of Coulomb Sturmiants defined in spheroidal coordinates „Molecular Physics“ გვ. 148-161 2016 წელი	ტომი 114	ELSEVIER	14
---	---	--	----------	----------	----

ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე

1. ელიფსოიდური ფორმის სასრული სიღრმის პოტენციალურ ორმოში ჩატკერილი ნაწილაკისათვის ამოხსნილია შრედიგერის განტოლება სფეროიდალურ კოორდინატთა სისტემაში. ორმოს ზომასა და ფორმაზე დამოკიდებული ენერგეტიკული დონეები და შესაბამისი ტალღური ფუნქციები მიღებულია ცხადი ანალიზური სახით. გამოთვლილი ენერგეტიკული დონეები კარგ თვისობრივ და რაოდენობრივ თანხვედრაში არიან შრედიგერის განტოლების რიცხობრივი ამოხსნით მიღებულ შედეგებთან. განხილულია გაწეილი სფეროიდალური ფორმის ნანონაწილაკების ოპტიკური თვისებები. პრობლემა გადაჭრილია თსუ ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტის თანამშრომლების მიერ. კვლევაში მონაწილეობდა ამერიკის ნიუ იორკის უნივერსიტეტის პროფესორი რომან კეზერაშვილი.
2. კულონურ შტურმის ფუნქციებს ფართოდ და ეფექტურად იყენებენ ატომურ და მოლეკულურ ფიზიკაში, როგორც დისკრეტული ისე უწყვეტი სპექტრის ამოცანების განხილვისას. ანალიზური სახით კულონური შტურმის ფუნქციები მიღებულია სფერულ და პარაბოლურ კოორდინატთა სისტემაში. ჩვენი მიზანი იყო კულონური შტურმის ფუნქციები მიგველო სფეროიდალურ კოორდინატთა სისტემაში ცხადი ანალიზური სახით, შეგვესწავლა მათი თვისებები და დაგვედგინა აღნიშნული ფუნქციების ეფექტურად გამოყენების არეები. ეს პრობლემა გადაჭრილი იყო ატომის და ატომბირთვის ფიზიკის კათედრის თანამშრომლების და ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტის ყოფილი სტუდენტის, ამჟამად ლონდონის კინგს კოლეჯის დოქტორანტის, გ. ჭკადუას მიერ. კვლევაში მონაწილეობდნენ უცხოელი ფიზიკოსები: ბელგიის ქალაქ ლუვენის კათოლიკური უნივერსიტეტის პროფესორი პიერ დეფრანსი და კანადის ქალაქ ვანკუვერის საიმონ ფრეზერის უნივერსიტეტის პროფესორი ჯონ ოგილვი.

III. 1. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

ა) საქართველოში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოსხენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	ზაალ მაჭავარიანი	კულონური მინარევების ზეგავლენა ელიფსოიდური ფორმის პოტენციალურ ველში	ივანე ჯავახიშვილის დაბადებიდან 140 წლისთავისადმი მიძღვნილი

		<p>ჩატერილი ნაწილაკისაგან შემდგარი სისტემის ოპტიკურ თვისებებზე</p>	<p>მეოთხე ყოველწლიური კონფერენცია ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებში 26-28 იანვარი 2016 წელი</p>
<p style="text-align: center;">მოხსენებათა ანოტაციები ქართულ ენაზე</p> <p>შესწავლილი იქნა კულონური მინარევის ზეგავლენა ელიფსოიდური ფორმის კვანტური წერტილების ელექტრონულ და ოპტიკურ თვისებებზე. ამ მიზნით ჩვენ გამოვითვალეთ ელიფსოიდური ფორმის კვანტურ წერტილში ჩატერილი ელექტრონის მდგომარეობების საკუთარი ფუნქციები და საკუთარი მნიშვნელობები კულონური მინარევის არსებობის შემთხვევაში. ჩვენ განვიხილეთ z ღერძის ირგვლივ როტაციული სიმეტრიის მქონე ელიფსოიდური ფორმის კვანტურ წერტილები, რომელთათვისაც a და c წარმოადგენენ ელიფსის ნახევარღერძებს შესაბამისად $x-y$ და z მიმართულებით. ჩვენს შემთხვევაში ჩამჭერ პოტენციალად აღებულია უსასრულო კედლებიანი პოტენციური ორმო. აღნიშნული მოდელი სამართლიანია შედარებით დიდი მოცულობის კვანტური წერტილებისთვის ან ისეთი წერტილებისთვის, რომელთაც საზღვარზე გააჩნიათ შედარებით განიერი აკრძალული ენერგეტიკული ზონა. ცვლადის გარდაქმნის სტანდარტული მეთოდის გამოყენებით შესაძლებელია ელიფსოიდის გადაყვანა იგივე მოცულობის მქონე r_0 რადიუსის მქონე სფეროში. ამით ელიფსოიდურ პოტენციალში მუხტის მატარებლების მოძრაობის ამოცანა დაიყვანება მათი სფეროს შიგნით ეფექტურ პოტენციალში მოძრაობის ამოცანაზე. ოპტიკური გადასვლების მატრიცული ელემენტები გამოთვლილი იქნა როგორც z ღერძის გასწვრივ წრფივად პოლარიზებული ასევე $x-y$ სიბრტყეში წრიულად პოლარიზებული გამოსხივებებისათვის, რომლებიც შეესაბამება ადგზნებული მდგომარეობებიდან სისტემის ძირითად მდგომარეობაში გადასვლებს. შეშფოთების თეორიის ფარგლებში გამოთვლილი იქნა დიპოლური ისევე როგორც იმპულსის მატრიცული ელემენტები.</p>			

სხვა სამუშაოები

II. 1. პუბლიკაციები:

ა) საქართველოში

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათაური, ჟურნალის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	მალხაზ გოჩიტაშვილი	მმთასტაბილური ნაწილაკები იონურ წყაროში ქართული ელექტრონული სამეცნიერო ჟურნალში:	2016 No.2(16) [2016.12.31]	თბილისი, გამომცემელი: საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი და საქართველოს საპატრიარქოს წმ.ანდრია პირველწოდებულის სახელობის ქართული უნივერსიტეტი.	8
2	რამაზ ლომსაძე	სამეცნიერო ჟურნალში:		საპატრიარქოს წმ.ანდრია პირველწოდებულის სახელობის ქართული უნივერსიტეტი.	
3	გოგიტა პაპალაშვილი	GESJ :Physics Reviewed Electronic Scientific Journal		საგამომცემლო სახლი” ტექნიკური უნივერსიტეტი”	

მოცემულ სამუშაოში ძირითადად განხილულია ორი ტიპის იონური წყარო: ელექტრონულ დაჯახებითი და მაღალსიხშირული განმუხტვის წყაროები. კონკრეტულად შეისწავლება იონურ წყაროში O^+ იონების მეტასტაბილურ $O^+(^2P)$ და $O^+(^2D)$ მდგომარეობებში ფორმირების მექანიზმი. ნახვენებია, რომ მაღალ სიხშირულ იონურ წყაროში სამუშაო აირის წნევის გაზრდით, მეორადი დაჯახებების გამო, მიმდინარეობს ადგზნებული O^+ იონების მდგომარეობების ჩაქრობის (გადასვლა ძირითად ელექტრონულ მდგომარეობაში) პროცესი. მეტასტაბილური ნაწილაკების კონცენტრაციის ცვლილებაზე კონტროლი წყაროში განხორციელებულია დამოუკიდებელ ექსპერიმენტში. კერძოდ $O^+ - N_2$ დაჯახების პროცესში, იონების ენერჯიის ფიქსირებული მნიშვნელობისათვის შეისწავლებოდა მოლეკულური აზოტის N_2^+ იონის პირველი უარყოფითი სისტემის ზოლის (გადასვლა $(0,0)$, $\lambda=391.46\text{მ}$) გამოსხივების ინტენსივობის ცვლილება წყაროში სამუშაო პირობების - წნევის ცვლილებაზე დამოკიდებულებით. იონურ წყაროში სამუშაო პირობების (აირის წნევა, ნარევის შემადგენლობა, წყაროს სიმძლავრე) ცვლილებით შეგვიძლია მნიშვნელოვნად შევცვალოთ იონური ნაკადის შემადგენლობა შიგა ელექტრონული მდგომარეობის (მეტასტაბილური და ძირითადი) მიხედვით.

ბ) უცხოეთში

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათაური, ჟურნალის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის / კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	R. A. Lomsadze M. R. Gochitashvili R. Ya. Kezerashvili	Precision measurements of cross-sections for inelastic processes in collisions of alkali metal ions with atoms of rare gases International Journal of Modern Physics. B , Condensed Matter Physics; Statistical Physics; Atomic, Molecular and Optical Physics.	October 11, 2016 11:31 IJMPB S02179792 1650257X	by VANDERBILT UNIVERSITY	9

მოცემულ სამუშაოში წარმოდგენილია Na^+ და K^+ იონების He და Ar ატომებთან დაჯახებისას მრავალმხრივი ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები, იონების ენერგეტიკულ დიაპაზონში 0.5- 10კეე. გაზომილ იქნა გადამუხტვის, იონიზაციის, წაგლეჯის და ადგზნების კვეთების აბსოლუტური მნიშვნელობა. გამოყენებულ იქნა კონდენსატორის მოდიფიცირებული მეთოდი, დაჯახებითი სპექტროსკოპიისა და ოპტიკური სპექტროსკოპიის მეთოდები. მიღებული შედეგების ინტერპრეტაციისათვის და პროცესის რეალიზაციის მექანიზმის დასადგენად გამოყენებულია დამჯახებელი სისტემის (იონი ატომი) ელექტრონული მდგომარეობების შესაბამისი თერმების სქემატური კორელაციური დიაგრამა. $Na^+ - Ar$ წყვილისათვის გამოყოფილ იქნა ორი განსხვავებული ენერგეტიკული არე , იონების დაბალ ენერგეტიკული $E < 2$ კეე, სადაც ელექტრონის ჩაჭერა ხდება $Na(2p^6)$ ძირითად მდგომარეობაში და არე $E > 3$ კეე , სადაც ელექტრონის ჩაჭერა ხდება $Na(3p)$ ადგზნებულ მდგომარეობაში . ორივე შემთხვევაში Ar^+ იონი ფორმირდება ძირითად $Ar^+ (3p^5)$ მდგომარეობაში. კორელაციური დიაგრამის ანალიზის საფუძველზე გაკეთდა დასკვნა, რომ დაჯახების შედარებით დაბალ ენერგეტიკულ არეში ($E < 2$ კეე) გადამუხტვის პროცესი რეალიზდება ერთნაირი სიმეტრიის $\bullet-\bullet$ კვაზიმოლეკულურ მდგომარეობებს შორის არაადიაბატური გადასვლით.

III. 1. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

ა) საქართველოში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	ზაალ მაჭავარიანი	კულონური მინარეგების ზეგავლენა ელიფსოიდური ფორმის პოტენციალურ ველში ჩატერილი ნაწილაკისაგან შემდგარი სისტემის ოპტიკურ თვისებებზე	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი ივანე ჯავახიშვილის დაბადებიდან 140 წლისთავისადმი მიძღვნილი მეოთხე ყოველწლიური კონფერენცია ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებში 26-28 იანვარი 2016 წელი

მოხსენებათა ანოტაციები ქართულ ენაზე

შესწავლილი იქნა კულონური მინარეგის ზეგავლენა ელიფსოიდური ფორმის კვანტური წერტილების ელექტრონულ და ოპტიკურ თვისებებზე. ამ მიზნით ჩვენ გამოვითვალეთ ელიფსოიდური ფორმის კვანტურ წერტილში ჩატერილი ელექტრონის მდგომარეობების საკუთარი ფუნქციები და საკუთარი მნიშვნელობები კულონური მინარეგის არსებობის შემთხვევაში. ჩვენ განვიხილეთ z ღერძის ირგვლივ როტაციული სიმეტრიის მქონე ელიფსოიდური ფორმის კვანტურ წერტილები, რომელთათვისაც a და c წარმოადგენენ ელიფსის ნახევარღებებს შესაბამისად $x-y$ და z მიმართულებით. ჩვენს შემთხვევაში ჩამჭერ პოტენციალად აღებულია უსასრულო კედლებიანი პოტენციური ორმო. აღნიშნული მოდელი სამართლიანია შედარებით დიდი მოცულობის კვანტური წერტილებისთვის ან ისეთი წერტილებისთვის, რომელთაც საზღვარზე გააჩნიათ შედარებით განიერი აკრძალული ენერგეტიკული ზონა. ცვლადის გარდაქმნის სტანდარტული მეთოდის გამოყენებით შესაძლებელია ელიფსოიდის გადაყვანა იგივე მოცულობის მქონე r_0 რადიუსის მქონე სფეროში. ამით ელიფსოიდურ პოტენციალში მუხტის მატარებლების მოძრაობის ამოცანა დაიყვანება მათი სფეროს შიგნით ეფექტურ პოტენციალში მოძრაობის ამოცანაზე. ოპტიკური გადასვლების მატრიცული ელემენტები გამოთვლილი იქნა როგორც z ღერძის გასწვრივ წრფივად პოლარიზებული ასევე $x-y$ სიბრტყეში წრიულად პოლარიზებული გამოსხივებებისათვის, რომლებიც შეესაბამება აღზნებული მდგომარეობებიდან სისტემის ძირითად მდგომარეობაში გადასვლებს. შემოთვლების თეორიის ფარგლებში გამოთვლილი იქნა დიპოლური ისევე როგორც იმპულსის მატრიცული ელემენტები.

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	მომხსენებელი: მალხაზ გოჩიტაშვილი, თანაავტორები: რ. ლომსაძე, ო.თაბორიძე მომხსენებელი:	“აღზნებისა და დისოციაციის პროცესები ⁺ იონების აზოტის მოლეკულებთან დაჯახებისას“ “იონიზაცია Na ⁺ -Ne	27 იანვარი 2016, ფდა, თსუ-II კორპ. ივანე ჯავახიშვილის დაბადე ბიდან 140 წლისთავისადმი მიძღვნილი მეოთხე ყოველწლიური კონფერენცია ზუსტ და საბუნებისმეტყველო

2.	რ. ლომსაძე, თანაავტორები: მალხაზ გოჩიტაშვილი, ნ. მოსულიშვილი, დ. ქუფარაშვილი რ. კეხერაშვილი	და Ne+-Na დაჯახებებში“	მეცნიერებებში
<p style="text-align: center;">მოსხენებათა ანოტაციები ქართულ ენაზე</p> <p>1. კვლევა ჩატარდა დამჯახებელი O^+ იონების ენერჯის 0.7 – 10კეე დიაპაზონში. გამოკვლეულ იქნა მეტასტაბილური O^+ (2D) და O^+ (2P) იონების როლი როგორც მოლეკულის ასევე დისოციაციური პროდუქტების აღზნების პროცესებში. იონურ- მოლეკულურ დაჯახებებში მოლეკულის ორიენტაციის ეფექტის შესწავლის მიზნით გაიზომა აღზნებული პროდუქტების გამოსხივების სრული კვეთი და პოლარიზაციის ხარისხი.</p> <p>2. წყვილებისათვის Na^+-Ne და Ne^+-Na, ურთიერთგადამკვეთი იონებისა და ატომების ნაკადების დაჯახებითი სპექტროსკოპიის მეთოდის გამოყენებით გაიზომა იონიზაციის კვეთის აბსოლუტური მნიშვნელობა იონების ენერჯებისათვის 2-14კეე დიაპაზონში. ექსპერიმენტული მონაცემებისა და დამჯახებელ ნაწილაკთა სისტემის კვაზიმოლეკულური მდგომარეობების შესაბამისი თერმების სქემატური სურათის თვისობრივი ანალიზის საფუძველზე დადგენილ იქნა პროცესის რეალიზაციის მექანიზმი.</p>			

ელემენტარული ნაწილაკები და კვანტური ველების კათედრა

; სამეცნიერო ერთეულის (დეპარტამენტი, ინსტიტუტი, განყოფილება, ლაბორატორია) დასახელება:

ოსუ ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტი.

ფიზიკის მიმართულება. ელემენტარული ნაწილაკები და კვანტური ველების კათედრა

* სამეცნიერო ერთეულის ხელმძღვანელი: პროფ. მერაბ ელიაშვილი.

; სამეცნიერო ერთეულის პერსონალური შემადგენლობა:

- ა) მერაბ ელიაშვილი – სრული პროფესორი
- ბ) მერაბ გოგბერაშვილი – ასოცირებული როფესორი
- გ) გიორგი ციციშვილი – ასოცირებული პროფესორი
- ბ) თეიმურაზ ნადარეიშვილი – ასისტენტ პროფესორი

II. 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	სპინის ფიზიკა(თეორია). თვითშეუღლებების გაფართოების პროცედურის კვლევა არარელატივისტურ და ერთ და ორნაწილაკოვან რელატივისტურ განტოლებებში. ფიზიკა. თეორიული ფიზიკა.	ანზორ ხელაშვილი	ანზორ ხელაშვილი, თეიმურაზ ნადარეიშვილი
2	ორგანზომილებიანი შემოსაზღვრული ელექტრონული სისტემები მაგნიტური ველში.	მერაბ ელიაშვილი	მერაბ ელიაშვილი გიორგი ციციშვილი

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

სამუშაო ჯერ არ არის დასრულებული. ამ ეტაპზე კი, 2016 წელს მიღებულია შემდეგი შედეგები:

1. უსპინო ნაწილაკებისათვის კულონის პოტენციალისათვის კლეინ-გორდონის განტოლებაში წარმოიქმნება დამატებითი ამოხსნები.ეს ამოხსნები აკმაყოფილებენ კვანტური მექანიკის აპარატის ყველა მოთხოვნას და ამ ამოხსნების დაკვირვება მნიშვნელოვანი იქნებოდა ახალი ფიზიკური მოვლენების დაკვირვებისათვის.

იგივე ამოცანა შევისწავლეთ ნახევარსპინიანი ნაწილაკისათვის დირაკის განტოლებაში და ვაჩვენეთ,რომ სათავეში სინგულარული ასიმპტოტიკის მქონე ამონახსნში სინგულარობის ხარისხი უფრო მაღალია, ვიდრე უსპინო შემთხვევაში, რის გამოც ალბათობა (ნორმა) დროზე დამოუკიდებელი აღარ არის, არ სრულდება

ორთოგონალობის პირობა, თუმცა სრული ალბათობა სასრულოა მოდელის პარამეტრების გარკვეულ არეში. აქედან ვაკეთებთ დასკვნას, რომ ერთნაწილაკოვან დირაკის განტოლებაში დამატებითი ამოხსნები უნდა ვუგუვებელყოთ და განვიხილოთ მხოლოდ სტანდარტული ამოხსნები.

2. ნაჩვენებია, რომ შრედინგერისა და კლეინ-გორდონის განტოლებებისაგან განსხვავებით, დირაკის განტოლებაში არ ჩნდება დამატებითი ამოხსნები. როგორც წესი, დირაკის განტოლებაში განხილება განტოლებათა სისტემა, ნაცვლად ერთი ე.წ. დაყვანილი რადიალური განტოლებისა. ჩვენ ვაჩვენებთ, რომ ამ პროცესში მიიღება დამატებითი დირაკის დელტა ფუნქციის მსგავსი წევრი, რომელიც შეუმჩნეველი იყო კვანტური მექანიკის მთელი ისტორიის მანძილზე. მაგრამ ამ წევრს არ გააჩნია არავითარი ფიზიკური არსი და უნდა იქნას "გაძევებული" განტოლებიდან, რაც მიღწეული იქნა სათავეში გარკვეული სასაზღვრო პირობის დადებით. მაგრამ რადგანაც ეს წევრი წარმოადგენს ჩვეულებრივი და განზოგადებული დელტა ფუნქციის ნამრავლს, განზოგადებული ფუნქციების თეორია ძალიან ძლიერ შეზღუდვას ადებს ტალღურ ფუნქციას. ჩვენ შევისწავლეთ ეს შეზღუდვა და ვაჩვენებთ, რომ პრაქტიკულად ყველა პოტენციალისათვის (რეგულარულებისათვისაც კი!), ამ დაყვანილი რადიალური განტოლებებით სარგებლობა არ შეიძლება.

3. განხილულია ერთგვაროვან მაგნიტურ ველში მოძრავი ელექტრონის კვანტურ-მექანიკური ამოცანა ზოლოვანი გეომეტრიით. შესწავლილია დისპერსიული თანაფარდობის დამოკიდებულება სასაზღვრო პირობებზე. დისპერსიული თანაფარდობები გამოთვლილია დირიხლესა და ნეიმანის სასაზღვრო ამოცანებისათვის და ნაჩვენებია, რომ ეს თანაფარდობები მნიშვნელოვნად განსხვავდება ერთმანეთისაგან. კერძოდ, ნეიმანის სასაზღვრო ამოცანის შემთხვევაში დისპერსიულ თანაფარდობას გააჩნია პოტენციალური ორმოს ტიპის სეგმენტები. ამოცანა განზოგადებულია სპინიანი ელექტრონების შემთხვევაზე, სადაც ნეიმანის სასაზღვრო პირობა იცვლება რობენის სასაზღვრო პირობით. ნაჩვენებია, რომ ყოველ ცალკეულ კიდებზე არსებობს ელექტრული მუხტის ორი ურთიერთსაწინააღმდეგო ნაკადი, რომლების სრულად აქრობენ ერთმანეთს, ხოლო სპინური ნაკადები ერთმანეთს აძლიერებენ რაც წმინდა სპინური დენის არსებობაზე მიუთითებს.

II. 2.

№	შესრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1			
გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)			

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

№	პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა		პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
---	---	--	-----------------------	------------------------

	და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	დამფინანსებელი ორგანიზაცია		
1				
დასრულებული პროექტის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)				

II. 4.

2	პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	დამფინანსებელი ორგანიზაცია	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
	კვანტური ჯგუფი და ტოპოლოგიურად არატრივიალური მდგომარეობები დაბალგანზომილებიან ფერმიონულ სისტემებში.	შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი	გიორგი ციციშვილი	გიორგი ციციშვილი მერაბ ელიაშვილი გიორგი ჯაფარიძე მიხეილ სეჟანია
<p>შესწავლილია ერთგვაროვან მაგნიტურ ველში მოთავსებული გეომეტრიულად შემოსაზღვრული ელექტრონული სისტემა სპინური თავისუფლების ხარისხებითა და ძლიერი სპინ-ორბიტალური ურთიერთქმედებით. ნალიზურად არის ამოხსნილი შესაბამისი კვანტურ-მექანიკური ამოცანა. ამოყენებულია დირიხლესა და რობენის სასაზღვრო პირობების შესაბამისი დისპერსიული თანაფარდობები და ანალიზურ-რიცხობრივი გამოთვლებით დადგენილია წმინდა სპინური დენების არსებობა რობენის სასაზღვრო პირობების შემთხვევაში.</p> <p>შესწავლილია მაგნიტური მოწესრიგების კვანტური დინამიკა მულტიფეროიკულ ჯაჭვში. ანხილულია ტერაჰერცული სიხშირის ადგენების და მეორე შემთხვევაში, მყისიერად მოდებული ელექტრული ველის ზეგავლენა სისტემის დინამიკაზე.</p> <p>შესწავლილია სისტემის კირალურობის დინამიკა, ფონ ნეიმანის ენტროპიისა და წყვილური და მრავალნაწილაკოვანი გადახლართულობის დროზე დამოკიდებულება.</p> <p>განხილულია სუ-შრიფერ-ჰიგერის მოდელის განზოგადება ენერგეტიკული სპექტრის ოთხდონიან შემთხვევაზე. შესწავლილია შესაბამისი სასრული მოდულების სპექტრისა და საკუთარი მდგომარეობების თვისებები. იმდინარეობს აღნიშნული სისტემის ტოპოლოგიური მახასიათებლების ძიება.</p>				

II. 1. პუბლიკაციები:
ა) საქართველოში

მონოგრაფიები

№	ავტორი/ავტორები	მონოგრაფიის სათაური	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1				
ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე				

სახელმძღვანელოები

№	ავტორი/ავტორები	სახელმძღვანელოს სახელწოდება	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1				
ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე				

კრებულები

№	ავტორი/ავტორები	კრებულის სახელწოდება	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1				
ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე				

სტატიები

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათაური, ჟურნალის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1 2 3	მერაბ ელიაშვილი გიორგი ციციშვილი	“Electron in magnetic field under restricted geometry” მოამბე	ტომი 10 No. 2	თბილისი	9

განხილულია ერთგვაროვან მაგნიტურ ველში მოძრავი ელექტრონის კვანტურ-მექანიკური ამოცანა ზოლოვანი გეომეტრიით. შესწავლილია დისპერსიული თანაფარდობის დამოკიდებულება სასაზღვრო პირობებზე. დისპერსიული თანაფარდობები გამოთვლილია დირიხლესა და ნეიმანის სასაზღვრო ამოცანებისათვის და ნაჩვენებია, რომ ეს თანაფარდობები მნიშვნელოვნად განსხვავდება ერთმანეთისაგან. კერძოდ, ნეიმანის სასაზღვრო ამოცანის შემთხვევაში დისპერსიულ თანაფარდობას გააჩნია პოტენციალური ორმოს ტიპის სეგმენტები, რაც განაპირობებს მრავალნაწილაკოვან მდგომარეობებში ელექტრული დენის განულებას და ამის შედეგად წმინდა სპინური ეფექტების ჩამოყალიბების შესაძლებლობას.

II. 2. პუბლიკაციები:
ბ) უცხოეთში

მონოგრაფიები

№	ავტორი/ავტორები	მონოგრაფიის სათაური	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1				
ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე				

სახელმძღვანელოები

№	ავტორი/ავტორები	სახელმძღვანელოს სახელწოდება	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1				
ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე				

კრებულები

№	ავტორი/ავტორები	კრებულის სახელწოდება	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1				
ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე				

სტატიები

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათაური, ჟურნალის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	თამაზ კერესელიძე, თამარ ჭელიძე, თეიმურაზ ნადარეიშვილი, რომან კეხერაშვილი	Energy spectra of a particle confined in a finite ellipsoidal potential well Physica E	Volume 81 , pages 196-204	ELSEVIER იხილეთ: www.elsevier.com/locate/physe	9
2	ანზორ ხელაშვილი და თეიმურაზ ნადარეიშვილი	On the Existence of Additional (Hydrino) states in the Dirac equation	arXiv:1601.01957		6
3	ანზორ ხელაშვილი და თეიმურაზ ნადარეიშვილი	Dirac reduced radial equations and the Problem of Additional Solutions	arXiv:1610.07936		11
4	M. Eliashvili, G. Tsitsishvili, G. Japaridze	“The quantum group and Harper equation on a honeycomb lattice”, J. Math. Sci	Vol. 216 No. 04 2016	Springer	5
5	M. Gogberashvili, A. Sakharov, E. Sarkisyan	Size of Shell Universe in Light of FERMI GBM Transient Associated with GW150914	Phys. Lett. B763 (2016) 397-400	ELSEVIER	4
6	M. Gogberashvili P. Midodashvili	Diffractions from the brane and GW150914	Euro. Phys. Lett. 114 , 50008 (2016)	IOP	7

7	M. Gogberashvili, I. Mantidze, O. Sakhelashvili, T. Shengelia	Standing waves braneworlds	Int. J. Mod. Phys., D 25 ,163001925 (2016)	World Scientific	41
8	M. Gogberashvili	Information- Probabilistic Description of the Universe	Int. J. Theor. Phys., 55 , 4185 (2016)	Springer	12
9	M. Gogberashvili	Octonionic Geometry and Conformal Transformations	Int. J. Geom. Meth. Mod. Phys., 13 , 1650092 (2016)	World Scientific	8
10	M. Gogberashvili	Standard Model Particles from Split Octonions	Progr. Phys., 12 , 30 (2016)		6

ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე

1. ანოტაცია სტატიის: თამაზ კერესელიძე, თამარ ჭელიძე, თეიმურაზ ნადარეიშვილი, რომან კეზერაშვილი. Energy spectra of a particle confined in a finite ellipsoidal potential well.

შესწავლილია დამუხტული ნაწილაკის მდგომარობები, რომელიც დატყვევებულია ელიფსოიდურ სასრული სიმაღლის პოტენციალურ ორმოში. ენერჯიის საკუთარი მნიშვნელობებისათვის მიღებულია ტრანსცენდენტული განტოლება, რომელიც რიცხობრივად და ალგებრულად არის ამოხსნილი. გამოთვლილი ენერჯიები კარგ თვისობრივ და რაოდენობრივ თანხვედრაშია ადრე მიღებულ უსასრულო სიმაღლის ელიფსოიდურ პოტენციალურ ორმოში მიღებულ შედეგებთან.

2. ანოტაცია სტატიის: ანზორ ხელაშვილი, თეიმურაზ ნადარეიშვილი

On the Existence of Additional (Hydrino) states in the Dirac equation

უსპინო ნაწილაკებისათვის კულონის პოტენციალისათვის კლეინ-გორდონის განტოლებაში წარმოიქმნება დამატებითი ამოხსნები. ეს ამოხსნები აკმაყოფილებენ კვანტური მექანიკის აპარატის ყველა მოთხოვნას და ამ ამოხსნების დაკვირვება მნიშვნელოვანი იქნებოდა ახალი ფიზიკური მოვლენების დაკვირვებისათვის.

იგივე ამოცანა შევისწავლეთ ნახევარსპინიანი ნაწილაკისათვის დირაკის განტოლებაში და ვაჩვენეთ, რომ სათავეში სინგულარული ასიმპტოტიკის მქონე ამონახსნში სინგულარობის ხარისხი უფრო მაღალია, ვიდრე უსპინო შემთხვევაში, რის გამოც ალბათობა (ნორმა) დროზე დამოუკიდებელი აღარ არის, არ სრულდება ორთოგონალობის პირობა, თუმცა სრული ალბათობა სასრულოა მოდელის პარამეტრების გარკვეულ არეში. აქედან ვაკეთებთ დასკვნას, რომ ერთნაწილაკოვან დირაკის განტოლებაში დამატებითი ამოხსნები უნდა ვუგუგებელყოთ და განვიხილოთ მხოლოდ სტანდარტული ამოხსნები.

3. ანოტაცია სტატიის: ანზორ ხელაშვილი, თეიმურაზ ნადარეიშვილი

Dirac reduced radial equations and the Problem of Additional Solutions

ნაჩვენებია, რომ შრედინგერისა და კლეინ-გორდონის განტოლებებისაგან განსხვავებით, დირაკის განტოლებაში არ ჩნდება დამატებითი ამოხსნები. როგორც წესი, დირაკის განტოლებაში განხილება განტოლებათა სისტემა, ნაცვლად ერთი ე.წ. დაყვანილი რადიალური განტოლებისა. ჩვენ ვაჩვენეთ, რომ ამ პროცესში მიიღება დამატებითი დირაკის დელტა ფუნქციის მსგავსი წევრი, რომელიც შეუმჩნეველი იყო

კვანტური მექანიკის მთელი ისტორიის მანძილზე. მაგრამ ამ წევრს არ გააჩნია არავითარი ფიზიკური არსი და უნდა იქნას "გაძეგებული" განტოლებიდან, რაც მიღწეული იქნა სათავეში გარკვეული სასაზღვრო პირობის დადებით. მაგრამ რადგანაც ეს წევრი წარმოადგენს ჩვეულებრივი და განზოგადებული დელტა ფუნქციის ნამრავლს, განზოგადებული ფუნქციების თეორია ძალიან ძლიერ შეზღუდვას ადებს ტალღურ ფუნქციას. ჩვენ შევისწავლეთ ეს შეზღუდვა და ვაჩვენეთ, რომ პრაქტიკულად ყველა პოტენციალისათვის (რეგულარულებისათვისაც კი!), ამ დაყვანილი რადიალური განტოლებებით სარგებლობა არ შეიძლება.

4. განხილულია ფიქურ მესერზე აგებული მჭიდრო ბმის მოდელი ერთგვაროვანი მაგნიტური ველის პირობებში. ერთნაწილაკოვანი ჰამილტონიანი გამოსახულია $U_q(SL_2)$ კვანტური ჯგუფის გენერატორებით. ჰარპერის განტოლება ჩაწერილია კომპლექსურ სიბრტყეზე ორი ბმული ფუნქციონალური განტოლების სისტემის სახით. ნაჩვენებია, რომ აღნიშნულ სისტემას გააჩნია გარკვეული სიმეტრია რაც ბმული სისტემის ერთ განტოლებაზე დაყვანის საშუალებას იძლევა. აპონვია ამ განტოლების პოლინომიალური ამოხსნები შესაბამისი ფესვების ტერმინებში.

5-6. ამ ორ სტატიაში მიღებულია შეზღუდვები სპეციფიკური მემბრანული მოდელებისთვის ახლახან აღმოჩენილი გრავიტაციული ტალღების სიგნალის პარამეტრების მეშვეობით.

7. მიმოხილულია ამჟამად არსებული ყველა მდგარი გრავიტაციული ტალღებით მიღებული მემბრანული მოდელი.

8. შემოთავაზებულია ნულოვანი ენტროპიის პრინციპი სამყაროსთვის და მისი საშუალებით გრავიტაციის თერმოდინამიკური მოდელის მახასიათებლების მიღება.

9-10. ეს ორი სტატია ეძღვნება სპლიტ ოქტონიონების ალგებრის აპლიკაციებს ველის თეორიაში.

III. 1. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა
ა) საქართველოში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	თ.ნადარეიშვილი	დამატებითი მდგომარეობების (ჰიდრინო) არსებობის საკითხი ღირაკის და პროკას განტოლებებში	ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მეოთხე საფაკულტეტო სამეცნიერო კონფერენცია ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებში, 25 იანვარი – 29 იანვარი 2016 წელი. თბილისი. http://conference.ens-2016.tsu.ge/lecture/view/319

მოხსენებათა ანოტაციები ქართულ ენაზე
ანოტაცია მოხსენებაზე: თ.ნადარეიშვილი. დამატებითი მდგომარეობების (ჰიდრინო) არსებობის საკითხი ღირაკის და პროკას განტოლებებში
უსპინო ნაწილაკების რელატივისტურ კლაინ-გორდონის განტოლებაში კულონური პოტენციალისთვის წარმოიქმნება ზედმეტი (სინგულარული) ამოხსნები [1-2], რომლებიც

კვანტური მექანიკის აპარატის ყველა მოთხოვნას (ნორმირებადობა, ორთოგონალურობა, ნორმის დროზე დამოუკიდებლობა და ა.შ.) აკმაყოფილებენ. ასეთი ამოხსნის (ჰიდრინო, მცირე წყალბადი) დაკვირვება მნიშვნელოვანი იქნებოდა სხვადასხვა ახალი ფიზიკური მოვლენის დამზერისათვის. მოხსენებაში განიხილება იგივე ამოცანა $\frac{1}{2}$ -სპინიანი ნაწილაკისთვის (ელექტრონი) დირაკის განტოლების ფარგლებში. ნაჩვენებია, რომ სათავეში სინგულარული ასიმპტოტიკის მქონე ამონახსნი მართლაც არსებობს, ოღონდ სინგულარობის ხარისხი უფრო მაღალია, ვიდრე უსპინო შემთხვევაში. ამის გამო ადგილი აღარ აქვს ალბათობის (ნორმის) დროზე დამოუკიდებლობას, აგრეთვე არ სრულდება ორთოგონალურობის პირობა, თუმცა სრული ალბათობა სასრულოა მოდელის პარამეტრების გარკვეულ არეში. ამის გამო, დასკვნის სახით ვთვლით, რომ დირაკის განტოლებაში დამატებითი ამოხსნა უნდა უგულვებელვყოთ და დაკმაყოფილდეთ ნორმალური (სტანდარტული) ამონახსნით. დამატებითი მდგომარეობების არსებობის საკითხი განიხილება პროკას განტოლებაშიც

ბ) უცხოეთში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	გ. ციციშვილი	Topological phases of Su-Schrieffer-Heeger model with four-fold alternated hoppings	თეორიული ფიზიკის რეგიონალური სასწავლო ცენტრის სესია, ერევანი, 24 აგვისო 2016.
2	მერაბ გოგბერაშვილი	Black Hole Lensing and Wave Bursts	ერევანი, სექტემბერი 2016
<p>1. აგებულია მჭიდრო ბმის ერთგანზომილებიანი მოდელი კვანძთაშორის გადასვლების ოთხჯერადი არაერთგვაროვნებით. გამოთვლილია ენერგიების სპექტრი ღრწოთა გახსნა-დახურვის პირობები. ცხადი სახით არის აგებული ერთნაწილაკოვანი ჰამილტონიანის საკუთარი მდგომარეობები და მიღებული ბერის ბმულობის გამოსახულება. აპოვნია, რომ ტოპოლოგიური მახასიათებლის მისაღებად აუცილებელია ოთხი ენერგეტიკული დონიდან ორი უმდაბლესი დონის წვლილის გათვალისწინება და აგებულია შესაბამისი ფაზური დიაგრამები.</p> <p>2. განხილულია ვარაუდი, რომ კოსმოსური წარმოშობის ძლიერი სიგნალები (გრავიტაციული ტალღები, გამა და რადიო აფეთქებები) შესაძლოა აიხსნას სამყაროში არსებული შავი ხვრელების მიერ სხივების გაძლიერებით ძლიერი ლინზირებისას.</p>			

კონდენსირებული გარემოს ფიზიკის კათედრა, კონდენსირებული გარემოს ფიზიკის სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტი

; სამეცნიერო ერთეულის (დეპარტამენტი, ინსტიტუტი, განყოფილება, ლაბორატორია) დასახელება:

თსუ ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტი.

ფიზიკის დეპარტამენტი. კონდენსირებული გარემოს ფიზიკის კათედრა, კონდენსირებული გარემოს ფიზიკის სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტი

* სამეცნიერო ერთეულის ხელმძღვანელი: პროფესორი **ალექსანდრე შენგელაია**

; სამეცნიერო ერთეულის პერსონალური შემადგენლობა:

- ალექსანდრე შენგელაია - პროფესორი
- ამირან ბიბილაშვილი – ასოცირებული როფესორი
- თამარ ჭელიძე – ასოცირებული პროფესორი
- დიმიტრი დარასელია - ლაბორატორიის გამგე
- დავით ჯაფარიძე - უფროსი ლაბორანტი
- ზურაბ ჯიბუტი - ლაბორანტი
- გრიგოლ მამნიაშვილი - მეცნიერ თანამშრომელი
- ოლღა რომელაშვილი - მეცნიერ თანამშრომელი
- თორნიკე გაგნიძე – დოქტორანტი
- ზურაბ ყუშიტაშვილი - დოქტორანტი

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

III. 2.

№	შესრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიხედვით	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1			
გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)			

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 მიხედვით	დამფინანსებელი ორგანიზაცია	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	ექსიტონური კომპლექსები ZnO და Ga N-ში - ლურჯი-ულტრაიისფერი სინათლის გამომსხივებელი ხელსაწყოების შექმნის პერსპექტივები / საბ. მეცნ, ფიზიკა	შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი	თამარ ჭელიძე	თამაზ კერესელიძე, ზაალ მაჭავარიანი, ბექა ბოჭორიშვილი, მაგდა ცინცაძე

ნანოსტრუქტურები, ანუ კვანტური სტრუქტურები, განისაზღვრება როგორც სტრუქტურები, რომელთა ერთი განზომილება მაინც არის 1 - 100 ნანომეტრ დიაპაზონში. განსაკუთრებული თვისებებისა და მოცულობით კრისტალებთან შედარებით გამოყენების მეტი შესაძლებლობების გამო, მათ მიმართ ინტერსი მუდმივად იზრდება. ელექტრონების მოძრაობის კვანტური შეზღუდვა ნანომეტრის ზომის ობიექტების პოტენციურ ორმოში შეიძლება იქცეს მყარსხეულოვანი ფუნქციონალური მასალების ელექტრული, ოპტიკური, მაგნიტური და თერმოელექტრული თვისებების მართვის ყველაზე მძლავრ იარაღად. ელექტრული და ოპტიკური თვისებების ზომის და ფორმის ცვლილების საშუალებით მართვის შესაძლებლობა არის ის, რაც ასე მიმზიდველს ხდის ნანოსტრუქტურებს ოპტიკური ელექტრონიკისათვის. თვისებების მართვის ამ ორი ახალი პარამეტრის გაჩენა იმ მთელი რიგი სასურველი თვისებების მიღების საშუალებას იძლევა, რომელთა მიღწევაც მოცულობით კრისტალებში შეუძლებელი იყო.

პროექტის ძირითადი მიზანია იყო ექსიტონური კომპლექსების (ბიესიტონების, ტრიონების) გამოსხივების სპექტრების ზომაზე, ფორმაზე და მასალის განაწილების პროფილზე დამოკიდებულების თავისებურებების გამოკვლევა ZnO-ს და GaN-ის კვანტურ სტრუქტურებში, რათა დაგვედგინა სისტემების ოპტიმალური პარამეტრები (ზომა, ფორმა, შედგენილობა) ლურჯ და ულტრაიისფერ არეში სინათლის გამომსხივებელ ხელსაწყოებში მათი ეფექტური გამოყენების მიზნით.

დაგეგმილი კვლევა მოტივირებული იყო იმ ფაქტით, რომ ექსიტონით და ექსიტონ-ექსიტონური ურთიერთქმედებით გამოწვეული სტიმულირებული გამოსხივება ძალზე მნიშვნელოვანია დაბალი ზურბლის მქონე ლაზერების შესაქმნელად, ვინაიდან ის ხორციელდება უფრო დაბალ ზღურბლურ ენერგიებზე ვიდრე რეკომბინაცია

ელექტრონურ-ხვრელურ პლაზმაში. ექსიტონური წარმოშობის სტიმულირებული გამოსხივების დემონსტრირება გვიჩვენებს იმ გზას, რომელსაც მიყვავართ ZnO-ს და GaN-ის ბაზაზე შექმნილი ლურჯ-იისფერი ლაზერული დიოდების რეალიზაციამდე. ამიტომ, მუხტის გადაბტანი ნაწილაკების ურთიერთქმედების ღრმა გაგება და საბოლოო ჯამში მისი კონტროლი წარმოადგენს იმ განმსაზღვრელ ფაქტორს რომელსაც მიყვავართ აღნიშნული ხელსაწყოების წარმატებულ შექმნამდე.

ექსიტონი წარმოადგენს დადებითი და უარყოფითი კვაზინაწილაკების (ელექტრონების და ხვრელების) კულონური ურთიერთქმედებით ბმულ სისტემას დიელექტრიკებსა და ნახევარგამტარებში. ბიექსიტონი წარმოადგენს ორი ექსიტონისგან შემდგარ სისტემას, ხოლო სტაბილური ტრიონი შეიძლება იყოს ან დადებითად დამუხტული ორი ხვრელი და ერთი ელექტრონი ან უარყოფითად დამუხტული ორი ელექტრონი და ერთი ხვრელი. გამომდინარე აქედან, ექსიტონის შესწავლისას გამოიყენება წყალბადის ატომის, ხოლო ბიექსიტონებისა და ტრიონების შესასწავლად წყალბადის მოლეკულისა და წყალბადის მოლეკულური იონის მოდელები. ეს მოდელები დღემდე ინტენსიური კვლევის საგანია, რადგან გამოიყენება ფიზიკის სხვადასხვა დარგებში, როგორცაა ატომური ფიზიკა, კონდენსირებული გარემოს ფიზიკა, ასტროფიზიკა და სხვ. დაბალგანზომილებიანი სტრუქტურების ტექნოლოგიების განვითარებასთან ერთად, რომლებსაც კვაზი 0-, კვაზი 1- და კვაზი 2-განზომილებიან სისტემებსაც უწოდებენ, ძალზე აქტუალური გახდა წყალბადის ატომის, წყალბადის მოლეკულისა და წყალბადის მოლეკულური იონის გამოკვლევა დაბალ განზომილებებში, რადგან ამ კვლევების შედეგები უშუალოდ გამოიყენება დაბალგანზომილებიან სტრუქტურებში ექსიტონებით, ექსიტონური კომპლექსებით, მინარევებთან ბმული ექსიტონებით, თვითონ მინარევებით და დეფექტებით განპირობებული ელექტრული და ოპტიკური თვისებების შესწავლაში.

პროექტის ფარგლებში პროექტის მიზნების განსახორციელებლად დაგეგმილი იყო სხვადასხვა გეომეტრიის მქონე ZnO-ს და GaN-ის კვანტურ წერტილებში და კვანტურ დეროებში ექსიტონური კომპლექსების ენერგეტიკული დონეების სტრუქტურის და მათი რადიაციული დაშლის ალბათობების გამოთვლა, ასევე ანიშნული ექსიტონური კომპლექსების რეკომბინაციის დინამიკის შესწავლა და მათი გამოსხივების სპექტრების მოდელირება. კვლევის ფარგლებში არსებული თეორიული მოდელების გამოყენებასთან შემუშავდა ახალი მათემატიკური მიდგომები.

პროექტის ფარგლები ჩატარებული კვლევის შედეგად გამოვლინდა, რომ სივრცული შეზღუდვა, ანუ ზომითი ეფექტი, საშუალებას იძლევა ფართო დიაპაზონში იმართოს ექსიტონური ეფექტები და ექსიტონური კომპლექსების მახასიათებლები. პროექტი ანვითარებს ცოდნას ZnO-სა და GaN-ის კვანტურ წერტილებში/დეროებში ექსიტონური კომპლექსების (ბიექსიტონების, ტრიონების) ელექტრონული სტრუქტურის, დონეთაშორისი დიპოლური გადასვლების, რეკომბინაციის დინამიკისა და გამოსხივების სპექტრების შესახებ და აქვს დიდი ფუნდამენტური და პრაქტიკული მნიშვნელობა. ერთი მხრივ, პროექტის შედეგები გვაძლევს დაბალგანზომილებიან სისტემებში კულონური ურთიერთქმედების სიღრმისეულ გაგებას და შესაბამისად, მნიშვნელოვან ინფორმაციას ექსიტონური კომპლექსების ელექტრონული სტრუქტურისა და ოპტიკური გადასვლების თავისებურებების შესახებ. მეორეს მხრივ, პროექტის შედეგები ქმნიან ZnO და GaN კვანტური სტრუქტურების გამოსხივების თვისებების ახსნისა და მათი წინაწარმეტყველების საფუძველს და შესაძლებლობას გვაძლევს განვსაზღვროთ მათი პრაქტიკული გამოყენების არე. ექსპერიმენტატორებს და ტექნოლოგებს შეუძლიათ პროექტის შედეგების გამოყენება საჭირო გეომეტრიისა და შემადგენლობის შესარჩევად სასურველი ფიზიკური თვისებების მქონე ZnO და GaN კვანტური სტრუქტურების მიღებისას. პროექტის შედეგები საინტერესო იქნება უნივერსიტეტებისა და ნახევარგამტარული ოპტიკითა და ტექნოლოგიებით დაკავებული კომპანიებისათვის.

III. 4.

2	პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	დამფინანსებელი ორგანიზაცია	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
	გამჭვირვალე გამტარი ოქსიდების სინთეზი და კვლევა / საბ. მეცნ. ფიზიკა	შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი	ალექსანდრე შენგელაია	დიმიტრი დარასელია დავით ჯაფარიძე თამარ ჭელიძე თორნიკე გაგნიძე ეკატერინე ჩიკოიძე ივ დიუმონი
<p>გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>განხორციელდა $CuCr_{1-x}Mg_xO_2$ გამჭვირვალე გამტარი ოქსიდების თხელი ფირების სინთეზი და სინთეზის ატმოსფეროს ოპტიმიზაცია. მიღებული ფირების დახასიათება მოხდა რენტგენოდიფრაქციული ანალიზით და მასკანირებელი ელექტრონული მიკროსკოპის გამოყენებით. გაიზომა მიღებული ფირების ელექტრული თვისებები. ასევე ჩატარდა ფირების შესწავლა ელექტრონული პარამგნიტური რეზონანსის (ეპრ) მეთოდით. ფიზიკური თვისებების ოპტიმალური მართვის მიზნით ჩატარებული იქნა თერმოდინამიკური ანალიზი სისტემისთვის $CuCr_{1-x}Mg_xO_2$ (კრისტალი)-O_2 (გაზი), რომლის საშუალებითაც მიღებული იქნა დეფექტების კონცენტრაციების დამოკიდებულება კომპონენტების წნევაზე გარემომცველ ატმოსფეროში და ტემპერატურაზე.</p>				

II. 1. პუბლიკაციები:
ა) საქართველოში

მონოგრაფიები

№	ავტორი/ავტორები	მონოგრაფიის სათაური	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1				
ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე				

სახელმძღვანელოები

№	ავტორი/ავტორები	სახელმძღვანელოს სახელწოდება	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1				
ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე				

კრებულები

№	ავტორი/ავტორები	კრებულის სახელწოდება	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1				
ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე				

სტატიები

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათაური, ჟურნალის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1					
ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე					

II. 2. პუბლიკაციები:
ბ) უცხოეთში

მონოგრაფიები

№	ავტორი/ავტორები	მონოგრაფიის სათაური	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1				
ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე				

სახელმძღვანელოები

№	ავტორი/ავტორები	სახელმძღვანელოს სახელწოდება	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1				
ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე				

კრებულები

№	ავტორი/ავტორები	კრებულის სახელწოდება	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1				
ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე				

სტატიები

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათაური, ჟურნალის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	Z. Guguchia, R. Khasanov, A. Shengelaya, E. Pomjakushina, E.	The simultaneous occurrence of static magnetism and bulk superconductivity in the	მიღებულია დასაბუჯდად ჟურნალში	აშშ ამერიკის ფიზიკის	18

	Morenzoni, A. Amato, H. Keller	stripe phase of La2-xBaxCuO4 (x = 0.155, 0.17) under pressure/ Physical Review B	Physical Review B	საზოგადოებება	
<p>შესწავლილ იქნა სტატიკური სტრიაიპული მოწესრიგება და ზეგამტარობა La2-xBaxCuO4 (0.11<x<0.17) შენაერთში მაგნიტური მომენტის გაზომვის და მიუონის სპინის ბრუნვის მეთოდის გამოყენებით. ყველა შესწავლილ ნიმუშში დამზერილ იქნა სტატიკური სტრიაიპული მოწესრიგება. აღმოჩნდა, რომ ამ მოწესრიგების ტემპერატურის T_{so} და ზეგამტარული გადასვლის ტემპერატურის T_{c1} მნიშვნელობები ძალიან ახლოს არიან ერთმანეთთან ბარიუმის ყველა შესწავლილი დოპირებისათვის. ორი ნიმუშისთვის ბარიუმის კონცენტრაციით x = 0.155 (LBCO-0.155) და x = 0.17 (LBCO-0.17) შესწავლილი იქნა მაგნიტური და ზეგამტარული თვისებების ცვლილება ჰიდროსტატიკური წნევის ქვეშ. საინტერესოა, რომ ამ შემთხვევაშიც T_{so} და T_{c1} თითქმის ერთხვევა ერთმანეთს მოდებული წნევის მთელ დიაპაზონში 0<p<2.3 გიგაპასკალი. ნიმუშში LBCO-0.155 დამზერილ იქნა წნევით გამოწვეული გადასვლა მოუწესრიგებელ მაგნიტურ მდგომარეობაში 1.6 გიგაპასკალ წნევაზე. ეს მაგნიტური მდგომარეობა თანაარსებობს მაღალი ზედენადი სიმკვრივის მქონე ზეგამტარობასთან. ნიმუშში LBCO-0.17 წნევის ყველა მნიშვნელობისთვის არსებობს მოუწესრიგებელი მაგნიტური მდგომარეობა. მიღებული შედეგები აჩვენებს, რომ მაგნიტური მოწესრიგება და ზეგამტარული დაწყვილება თანაარსებობენ La2-xBaxCuO4 შენაერთში, რაც მნიშვნელოვანია სპილენძის ზეგამტარების სტრიაიპულ ფაზაში სტატიკური მაგნეტიზმის და ზეგამტარობის რთული ურთიერთქმედების გასარკვევად.</p>					
2	E.Chikoidze, M.Boshta, M.Gomaa, T.Tchelidze, D.Daraselia, D.Japaridze, A. Shengelaya, Y.Dumont and M. Neumann-Spallart	Control of p-type conduction in Mg doped monophase CuCrO ₂ thin layers/ J. Phys. D: Appl. Phys.	Vol.49 (2016) 205107	IOP Publishing	8
<p>ნაშრომი მიზნად ისახავს გაარკვიოს ხვრელურ გამტარობაზე პასუხისმგებელი ცენტრების ბუნება CuCrO₂ ოქსიდის Mg-ით ლეგირებულ და არალეგირებულ ნიმუშებში ზრდის და ზრდის შემდგომი სითბო-დამუშავების პარამეტრების ოპტიმალური შერჩევისათვის. ნაშრომში წარმოდგენილია ქიმიური გაფრქვევის მეთოდი, რომელიც გამოყენებულია p-ტიპის თხელი ნახევარგამტარული ფენების მისაღებად. დაფენილი ფენები იყო ამორფული. მაღალკრისტალური სუფთა და Mg-ით ლეგირებული CuCrO₂ ფენები, რომლებიც ხასიათდებიან დელაფოსიტის სტრუქტურით, მიღებული იქნა 600°C-960°C ტემპერატურულ დიაპაზონში აზოტის ატმოსფეროში თერმოდამუშავებით. მუხტის მატარებლების და წერტილოვანი დეფექტების კონცენტრაციები გამოთვლილი იქნა კროგერის კვაზიქიმიური მეთოდის საშუალებით. ამ მეთოდის საშუალებით ნაჩვენებია იქნა, რომ ხვრელური გამტარობა შეიძლება მირებული იქნას ლეგირებულ და არალეგირებულ ნიმუშებში. ექსპერიმენტულად მიღებული იქნა ხვრელური გამტარობა 4%Mg ლეგირების შემთხვევაში $p \sim 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ხვრელების კონცენტრაციით. ამ ნიმუშებში ელექტრული წინაღობა იყო 1.4 Ω·სმ, ზეებეკის სოეფიციენტი +130 μV K⁻¹ 40 °C-ზე. ელექტრო-პარამაგნიტური რეზონანსული სპექტროსკოპიით Cr³⁺ და Cu²⁺-თან ასოცირებული დეფექტები იქნა შესწავლილი.</p>					
3	თამაზ კერესელიძე, თამარ ჭელიძე, თეიმურაზ	Energy spectra of a particle confined in a finite ellipsoidal shaped potential well / „Physica E“	ტომი 81, გვ. 196-204 2016 წელი	ELSEVIER	9

ნადარეიშვილი, რომან კეხერაშვილი				
<p>ელიფსოიდური ფორმის სასრული სიღრმის პოტენციალურ ორმოში ჩატერილი ნაწილაკისათვის ამოხსნილია შრედიზგერის განტოლება სფეროიდალურ კოორდინატთა სისტემაში. ორმოს ზომასა და ფორმაზე დამოკიდებული ენერგეტიკული დონეები და შესაბამისი ტალღური ფუნქციები მიღებულია ცხადი ანალიზური სახით. გამოთვლილი ენერგეტიკული დონეები კარგ თვისობრივ და რაოდენობრივ თანხვედრაში არიან შრედიზგერის განტოლების რიცხობრივი ამოხსნით მიღებულ შედეგებთან. განხილულია გაწევილი სფეროიდული ფორმის ნანონაწილაკების ოპტიკური თვისებები.</p>				

III. 1. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

ა) საქართველოში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მომხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1			
მომხსენებათა ანოტაციები ქართულ ენაზე			

ბ) უცხოეთში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მომხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	E. Chikoidze, M. Boshta, Hagar Mohamed, T. Tchelidze, D. Daraselia, D. Japaridze, A. Shengelaya, Y. Dumont, M. Neumann-Spallart	p-type Mg doped CuCrO2 transparent conducting thin layers	09.10.16 – 13.10.16 კრეტა, საბერძნეთი
<p>პიროლიზური გაფრქვევის მეთოდით დამზადდა არადოპირებული და მაგნიუმით დოპირებული $CuCr_{1-x}Mg_xO_2$ გამჭვირვალე გამტარი ოქსიდების ამორფული თხელი ფირები საფირონისა და კვარცის ფუძეშრებზე $400^{\circ}C$ ტემპარატურაზე. დელაფოსიტის ტიპის კრისტალური სტრუქტურა ჩამოყალიბდა ამორფული ფირების აზოტის ატმოსფეროში სითბური გამოწვის შედეგად $600-960^{\circ}C$ ტემპერატურის დიაპაზონში. შესწავლილი იქნა მიღებული კრისტალური თხელი ფირების ოპტიკური თვისებები და გაიზომა კუთრი წინაღობის ტემპერატურული დამოკიდებულება. ასევე გაიზომა პოლის ეფექტით დენის მატარებლების კონცენტრაცია. ეპრ სპექტროსკოპიის გამოყენებით შესწავლილი იქნა $CuCr_{1-x}Mg_xO_2$ თხელ ფირებში Cr^{3+} და Cu^{2+} იონების ეპრ სიგნალები.</p>			
2	E. Chikoidze, M. Boshta, T. Tchelidze, D. Daraselia, D. Japaridze, A. Shengelaya, Y. Dumont, M. Neumann-Spallart	Thermodynamic analyses of point and impurity defect concentrational equilibrium in Cu(I)M(III)O2 materials	09.10.16 – 13.10.16 კრეტა, საბერძნეთი
<p>ნაშრომში წარმოდგენილია საკუთარი და მინარევული დეფექტების და მუხტის მატარებლების კონცენტრაციული წონასწორობის თერმოდინამიკური ანალიზი სისტემებისთვის CuM_mO_2 (კრისტალი): აქცეპტორული დეფექტი-O_2 (გაზი) და სუფთა CuM_mO_2 (კრისტალი)-O_2 (გაზი). ეს ანალიზი საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ</p>			

დეფექტების/მინარეების და მუხტის მატარებლების კონცენტრაციების დამოკიდებულება ტემპერატურასა და კომპონენტების პარციალურ წნევაზე. გამოთვლები ჩატარებულია $CuCrO_2$ კრისტალისთვის კროგერის კვაზიქიმიური განტოლებების მეთოდის გამოყენებით. არალეგირებული $CuCrO_2$ კრისტალისთვის გამოთვლები ჩატარებულია ფიქსირებულ ($t=900^{\circ}C$) ტემპერატურაზე. გამოთვლების თანახმად, ამ ტემპერატურაზე ჟანგბადის პარციალური წნევა, რომელიც უზრუნველყოფს კარგ ხვრელურ გამტარობას, საკმაოდ მაღალია, შესაბამისად, ხვრელური გამტარობის მიღება გართულებულია. თუმცა, კომპენსაციის პირობებში მაინც მოსალოდნელია სუსტი ხვრელური გამტარობა. Mg-ით ლეგირებულ ნიმუშებში გამოთვლილია დეფექტების/მინარეების და მუხტის მატარებლების კონცენტრაციების დამოკიდებულება Mg-ის კონცენტრაციაზე. დაშვებულია, რომ Mg-ის დაბალ კონცენტრაციებზე Mg-ის ატომები იკავებენ ძირითადად ქრომის ადგილს კრისტალში და მათი კომპენსაცია ხდება ერთჯერადად დამუხტული ჯანგბადის ვაკანსიებით, შუალედური კონცენტრაციებისთვის მინარევის კომპენსაცია ხდება ორჯერადად დამუხტული ჯანგბადის ვაკანსიებით, ხოლო მაღალ კონცენტრაციებზე მინარევის თვითკომპენსაციას აქვს ადგილი. ეს სქემა კარგ თანხვედრაშია ექსპერიმენტულ შედეგებთან. (E. Chikoidze, M. Boshta, T. Tchelidze, D. Daraselia, D. Japaridze, A. Shengelaya, Y. Dumont, M. Neumann-Spallart, *Journal of Physics D: Applied Physics*, 2016).

3	T. Tchelidze, T. Kereselidze, T. NadareiSvili, Z. Machavariani, B. Beradze	Biexcitons and trions in ZnO quantum structures of first and Secon type and their influence on emission spectra	09.10.16 – 13.10.16 კრეტა, საბერძნეთი
---	--	---	--

ZnO-ს კვანტურ სტრუქტურებში შესწავლილია ბიექსიტონების და ტრიტონების მდგომარეობები, გამოთვლილია მათი ბმის ენერგიები სხვადასხვა ზომებისა და ნივთიერების სხვადასხვა განაწილების პროფილისათვის. ნაჩვენებია, შეიძლება შეირჩეს კვანტური სტრუქტურის ისეთი ზომა, რომელიც ოპტიმალური იქნება მაქსიმალური გამოსხივების უნარიანობის მისაღებად. გამოთვლები ჩატარებულია პირველი და მეორე გვარის სტრუქტურებისათვის. გამოთვლების თანახმად, პირველი გვარის სტრუქტურებში ოპტიმალურ ზომებზე მოსალოდნელია ბმის ენერგიის მნიშვნელოვანი ზრდა (მოცულობით კრისტალებთან შედარებით).

მიკრო და ნანოელექტრონიკის ჯგუფი

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

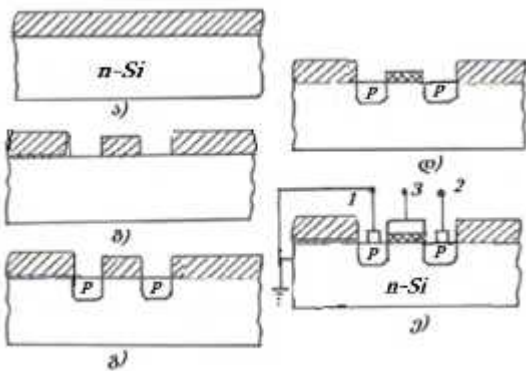
№	შესრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	გარდამავალ მეტალ ჰაფნიუმის ზეთხელი ოქსიდური ფირების ბაზაზე სტრუქტურების და ველის ტრან-ზისტორის შექმნა, მათი თვისებებისა და პარამეტრების კვლევა. ფიზიკა; მიკრო და ნანოელექტრონიკა	ა. ბიბილაშვილი	ა. ბიბილაშვილი, ზ. ყუშიტაშვილი, ზ. ჯიბუტი

პროექტის მიზანი: მაღალხარისხოვანი ოქსიდური ფირების ფორმირება დაბალტემპერატურული სტიმულირებული პლაზმური ანოდირებით, შემდგომი მიკრო და ნანოხელსაწყოს შექმნისთვის. სტიმულაცია მიმდინარეობდა პლაზმური ანოდირების პროცესში ულტრაიისფერი სინათლის დასხივებით.

პროექტის შედეგი: ლიტერატურული მიმოხილვიდან ცხადი გახდა, რომ სხვადასხვა გარდამავალ მეტალთა ოქსიდების, განსაკუთრებით ჰაფნიუმის ოქსიდის, გამოყენება მდნ-ტრანზისტორში ჩამკეტქვეშა დიელექტრიკად იძლევა დიდ ეფექტს. ამიტომ ჰაფნიუმის ოქსიდი მიღებულ იქნა სტიმულირებული პლაზმური ანოდირებით, რაც იმაში მდგომარეობს, რომ Si-ის ზედაპირის ქიმიური დამუშავების შემდეგ ვაკუუმურ დანადგარში $P=2 \cdot 10^{-6}$ მ.ვც. წყ წნევაზე, 400K ტემპერატურაზე დაეფინა ელექტრო-სხივური მეთოდით გარდამავალი მეტალი Hf სისქით ~ 40 ნმ. ჩატარდა პლაზმური ანოდირების პროცესი ვაკუუმურ დანადგარში, $P=2 \cdot 10^{-2}$ მ.ვც. წყ წნევაზე, 473K ტემპერატურაზე, ულტრა იისფერი სინათლის თანხლებით, $2 \div 0,5$ მა/სმ² ფორმირების დენის სიმკვრივით $8 \div 10$ წუთის განმავლობაში. მიღებულ ოქსიდებზე აიგო მეტალ-დიელექტრიკ-ნახევარგამტარ (მდნ) სტრუქტურა და გაიზომა ვოლტ-ფარადული, ვოლტ-ამპერული მახასიათებლები, გამოსვლის მუშაობა, სისქე, ხორკლიანობა და ჩატარდა რენტგენო-სტრუქტურული ანალიზი.

ექსპერიმენტული გამოთვლებით მიიღება შემდეგი პარამეტრები: მუხტი ნახევარგამტარის გამყოფ საზღვარზე $1,8 \cdot 10^{10}$ სმ⁻²; ინვერსიის ძაბვა $-0,25$ ვ; სწორი ზონების ძაბვა $-0,75$ ვ; გამოსვლის მუშაობა 4,50 ევ; დიელექტრიკული მუდმივა 75; ოქსიდის სისქე 40 ნმ; გაჟონვის დენი ∓ 20 ვ-ზე ~ 0 (ცთომილების ფარგლებში), ანუ ოქსიდის გარღვევის დაძაბულობა $E > 5 \cdot 10^8$ ვ/სმ; მაქსიმალური ტევადობა 50,0 პფ და ხორკლიანობა 16 Å.

შეიქმნა ტრანზისტორის ტექნოლოგიური მარშრუტი (ნახ.1), რომლის ჩამკეტქვეშა დიელექტრიკია HfO₂, მიღებული ზემოთაღნიშნული ტექნოლოგიით. მიღებულია ასეთი მარშრუტით ველის მდნ-ტრანზისტორი, რომელშიც არხის სიგრძე $L=3$ მკმ-ია და სიგანე $W=42$ მკმ. მისი ვოლტ-ამპერული მახასიათებელი (ვამ) მოცემულია სურათ 1-ზე.



ნახ.1. ტრანზისტორის ტექნოლოგიური მარშრუტი ვამ



სურ.1 მიღებული ტრანზისტორის

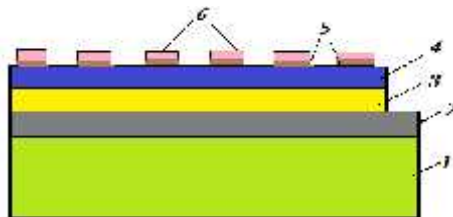
გამომდენის და ჩამდენის უბნები ფორმირებულია ბორის იონური ლეგირებით: ენერგიით 115 კევ, დოზით 10^{20} სმ⁻³, სიღრმით 2 მკმ. ჩატარდა ელექტრო-ფიზიკური პარამეტრების გაზომვები ვოლტ-ამპერული მახასიათებლების საფუძველზე დანადგარ 2-56-ზე. ექსპერიმენტულად განისაზღვრა ისეთი სტატიკური პარამეტრები, როგორცაა დახრილობა გაჯერების უბანში S , გაძლიერების კოეფიციენტი - და

არხის შინაგანი წინაღობა r_i . მიღებულია, რომ $S = 1,5\text{მსმ}^2/\text{მმ}$; $\sim = 65\text{სმ}^2/\text{ვ.წმ}$ და $r_i = 780$ ომი.

№	შესრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიხედვით	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
2	გარდამავალ მეტალ ტიტანის ოქსიდური ფენის ბაზაზე მემრისტორის ფორმირების ტექნოლოგიის დამუშავება და კვლევა; ფიზიკა; მიკრო და ნანოელექტრონიკა	ა. ბიბილაშვილი	ა. ბიბილაშვილი, ზ. ყუშიტაშვილი, ზ. ჯიბუტი

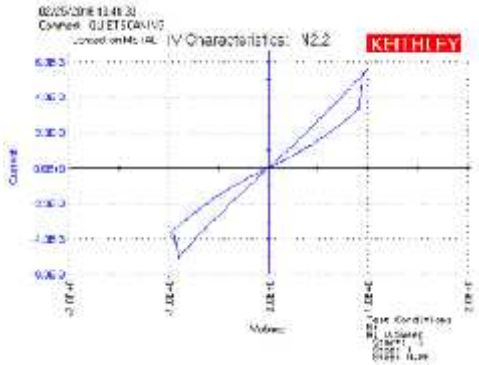
თანამედროვე მიკრო და ნანოელექტრონიკის განვითარება ძირითადად განისაზღვრება ინფორმაციული ტექნოლოგიების, ინტეგრაციისა და ინფორმაციის ჩაწერის და შენახვის სწრაფქმედების დინამიური ზრდით. ამ მხრივ ახალი პერსპექტიული მიმართულები ჩნდება, თუ მათში გამოყენებულ იქნება ახალი ელექტრული პასიური ელემენტი – მემრისტორი. ის ორპოლუსიანი მოწყობილობაა, რომლის ელექტრული წინაღობა იცვლება მასში გამავალი მუხტის მიხედვით. მეტალთა შორის ოქსიდური ფენების აქტიური ფენის სიგნალის მახსოვრობის უნარი შეიძლება გამოყენებულ იქნას მემრისტორის მოწყობილობაში. მსოფლიოს ბევრ ქვეყანაში ინტენსიურად მიმდინარეობს კვლევები მის შესაქმნელად. ის ახლო მომავალში მთლიანად შეცვლის ელექტრონული სქემის ყველა ელემენტს, მახსოვრობის და გადაცემის სისტემებს, შესაძლებელია შეიქმნას ხელოვნური „ინტელექტი“. ამიტომ მათ მიმართ წაყენებულია მკაცრი მოთხოვნები – ის უნდა იყოს: 1) ზეთხელი (5-50 ნმ); 2) სტაბილური დიელექტრიკული შეღწევადობით; 3) მათი მიღების ტექნოლოგია უნდა იყოს დაბალი, რომ ისინი იყვნენ უდუფექტონი, მინარევების გარეშე და 4) გარე ფაქტორების მიმართ სტაბილური. ამ მხრივ საიმტერესოა ტიტანის ოქსიდები და მოხდა სტრუქტურების მიღება და გამოკვლევა. საფუძვლად აღებული იყო სილიციუმი, მისი ზედაპირის ქიმიური გასუფთავების შემდეგ ის თავსდება ვაკუუმის დანადგარში, სადაც ტურბო-მოლეკულური ტუმბოთი მიიღებოდა წნევა $\sim 10^{-4}$ პა, ტიტანის (99,998% სისუფთავის) მაგნეტრონული გაფრქვევით Ar და O₂-ის (სხვადასხვა შეფარდებისას) არეში მიიღებოდა TiO_x (x<2) და TiO₂. გაიზომა მათი ელექტრო-ფიზიკური და ოპტიკური მახასიათებლები, გაიზომა გაშვების სპექტრები 200 ÷ 1200 ნმ არეში და ჩატარდა რენტგენო-სტრუქტურული ანალიზი. შედეგად მიღებულ იქნა: 1) მუხტი ოქსიდში $0,8 \cdot 10^{10}$ სმ⁻²; 2) ინვერსიის ძაბვა -0,20 ვ; 3) ბრტყელი ზონის ძაბვა - 0,80 ვ; 4) დიელექტრიკული მუდმივა 60; 5) გამოსვლის მუშაობა 5,48 ევ; 6) გაუონვის დენი 20 ვ-ზე 12,5 მა/სმ²; 7) მაქსიმალური ტევადობა 44,8 პფ; 8) სისქე 40 ნმ; 9) ხორკლიანობა 34 Å და 54 Å.

ტიტანის სრული და არასრული ოქსიდების მიღებისა და შესწავლის შემდეგ საჭირო შეიქმნა მათი გამოყენება მემრისტორის აქტიურ შრეში და მიღებული მემრისტორის მახასიათებლების გაზომვები. ამისთვის დამზადდა სტრუქტურა, რომლის სახე მოცემულია ნახ.1-ზე.

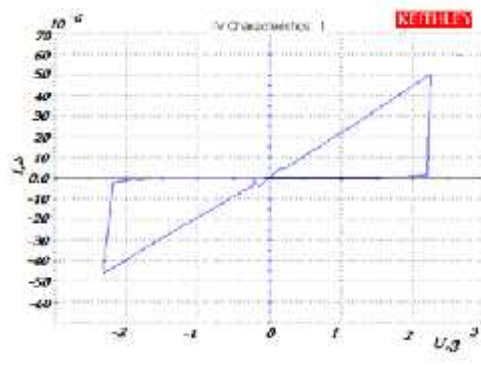


ნახ.1. ექსპერიმენტულად მიღებული მემრისტორის სტრუქტურა:1-სიტალი; 2-W; 3-TiN; 4-TiO_x(x>2) ან TiO₂- TiO_x(x>2); 5-Mo და 6-Al (Mo-Al-ის ფოტოლიტოგრაფიით მიღებული Ø40 მკმ-ის წერტილები).

ექსპერიმენტულად მიღებული მემრისტორების გამ-ზე გადაღებისთვის აღებულ იქნა 82 წერტილი და წერტილებს შორის დაყოვნების დროები იყო 7წმ; 10წმ და 13წმ, ანუ გადაღება მოხდა სამ სიხშირეზე. პირველ შეთხვევაში, როცა სიხშირე შედარებით მაღალი იყო გამ-ზე დაიმზირა სწორი ხაზი, ანუ ომური კონტაქტი.



ა)



ბ)

ნახ.2. მემრისტორების აქტიური შრით TiO_x, x<2 (ა) და TiO₂- TiO_x (ბ) გამ-ები, 82 გადაღებული წერტილით, რომელთა შორის დაყოვნების დრო 13 წმ-ია.

ნახ.2-ზე მოყვანილი მემრისტორებისას, როცა აქტიური შრე იყო TiO_x (ა) ღია და ჩაკეტილ მემრისტორის ფარდობა $R_{ON}/R_{OFF}=1:100$ და მარყუჟის სიდიდე 1ვ (ჩაკეტის) ძაბვაზე $2 \cdot 10^{-3}$ ა, ხოლო - TiO₂-TiO_x (ბ)-ისას $R_{ON}/R_{OFF}=1:50$ და მარყუჟის სიდიდე 2ვ (ჩაკეტის) ძაბვაზე $5 \cdot 10^{-5}$ ა.

№	შესრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
3	ობტიკური თვისებების გამზომი ორიგინალური ხელსაწყო - „პოლიქრომატორის“ კონსტრუირება და გამოცდა. ფიზიკა; მიკრო და ნანოელექტრონიკა.	ზ. ჯიბუტი	ზ. ჯიბუტი ა. ბიბილაშვილი, ზ. ყუშიტაშვილი,

მიკრო და ნანოელექტრონიკის ტექნოლოგიებით ახალი მასალების მიღებისა და მათ ბაზაზე შექმნილი ხელსაწყოების ფიზიკური თვისებების კვლევაში მნიშვნელოვანია გაზომვის ობტიკური მეთოდები. რადგანაც ხელსაწყოების და სხვადასხვა ტიპის ელექტრომაგნიტური ტალღების მარეგისტრირებელი სენსორების ფიზიკური თვისებების შესწავლისას ნივთიერებაზე ძლიერი ზემოქმედებისა და სტრუქტურული რღვევის გარეშე მიიღება საიმედო მონაცემები.

წარმოდგენილი პროექტის ფარგლებში შექმნილია ნახევარგამტარული მასალების, სტრუქტურების და ობტიკური სენსორების ფიზიკური თვისებების კვლევის ორიგინალური ობტიკური მეთოდი და ხელსაწყო, რომელსაც „პოლიქრომატორი“ ვუწოდეთ (ფოტო1). კვლევებმა გვიჩვენა, რომ სტრუქტურების ფოტომგრძობიარობის სპექტრალურ დამოკიდებულებაზე, მონოქრომატორის საშუალებით მიღებული ინფორმაცია არ ასახავს იმ რეალობას რომელშიდაც მუშაობს ამ სტრუქტურების ბაზაზე შექმნილი დეტექტორები.



სურ.1

იგულისხმება ის ფაქტი, რომ ელექტრომაგნიტური გამოსხივების სხვადასხვა ტალღის სიგრძეების ერთდროულად ზემოქმედებისას თითოეული ტალღის სიგრძის ეფექტურობა არ აღმოჩნდა არითმეტიკული ჯამი ცალკეული ტალღის სიგრძის ეფექტურობისა. ანუ სხვადასხვა ტალღის სიგრძის მქონე ელექტრომაგნიტური გამოსხივების პაკეტის ზემოქმედებისას სტრუქტურების ფოტომგრძობიარობა არ აღმოჩნდა ამ სპექტრალურ პაკეტში შემავალი და მონოქრომატორზე გადაღებული ფოტომგრძობიარობების არითმეტიკული ჯამის ტოლი. უფრო მეტიც, აღმოჩნდა, რომ რიგ შემთხვევებში ფოტომგრძობიარე სტრუქტურებზე სინათლის ფართო სპექტრით (პაკეტით) დასხივებისას დაიმზირება ფოტომგრძობიარობის შესუსტებაც კი.

ზემოთქმულიდან გამომდინარე ხელსაწყო, „პოლიქრომატორის“ კონსტრუქციაში ჩადებულ იქნა იდეა საკვლევი ობიექტების ფოტომგრძობიარობის შესწავლისას დასხივება განხორციელებულიყო ცალ-ცალკე ულტრაიისფერ, ხილულ და ინფრაწითელ ოპტიკურ დიაპაზონებში ფოტონების ფართოტალღოვანი პაკეტებით – გაზომვების ჩატარება შესაძლებელია ოთახისა და თხევადი აზოტის ტემპერატურებზე.

I. 2. 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	ნახევარგამტარებზე მაღალი ხარისხის ოქსიდური ნანოფირების ფორმირების დაბალტემპერატურული ტექნოლოგიების კვლევა და შემუშავება. ფიზიკა; მიკრო და ნანოელექტრონიკა	სსიპ შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი	ფიზ.-მათ. მეცნ. დოქ. ამირან ბიბილაშვილი	ზ.ყუშიტაშვილი, ზ.ჯიბუტი.

პროექტის ძირითადი ამოცანა იყო მაღალხარისხიანი ოქსიდური ნანოფირების მიღება ახალი, დაბალტემპერატურული ტექნოლოგიით, რომელიც ითვალისწინებს, ჩვენს მიერ შემუშავებულ, სტიმულირებული პლაზმური ანოდირებისა და ფოტონური დასხივების პროცესების ერთობლიობას. თანამედროვე ეტაპზე ოქსიდების მიღების სტანდარტული

ტექნოლოგია მაღალტემპერატურულია (~1300K). ამ დროს ხდება მათში არასასურველი მინარევები დიფუზია, ფორიანობის გაზრდა, ხოლო GaAs-ის შემთხვევაში 700K-ს მაღალ ტემპერატურეაზე, მისი სტრუქტურის დაშლა და ა.შ., რაც აუარესებს ოქსიდური ფირების და საერთოდ, მათზე შექმნილი ხელსაწყოების პარამეტრებს. ამიტომ, არა მარტო ოქსიდების სახეა მნიშვნელოვანი, არამედ მათი მიღების ტემპერატურის შემცირებაა გადამწყვეტი მაღალხარისხოვანი მიკრო და ნანო ხელსაწყოების მიღებისთვის.

GaAs-ზე სტანდარტული პლაზმური ანოდირება მაღალხარისხიანი საკუთარი ოქსიდური ფირის მიღებას ვერ უზრუნველყოფს, რადგან მისი ეპიტაქსიური ფენა ყოველთვის შეიცავს სხვადასხვა წინააღობის მქონე ჩანართებს და ანოდირებისას ისინი სხვადასხვა სიდიდის დენს ატარებენ. შესაბამისად, მიღებული ფირი სისქის მიხედვით არათანაბარია.

პროექტის ძირითადი მიზანი იყო ისეთი დაბალტემპერატურული ტექნოლოგიების შემუშავება და კვლევა, რომ მიღებულ ყოფილიყო მაღალხარისხიანი ფირები: 1) სილიციუმის საფენზე საკუთარი ოქსიდური (SiO_2) და Al_2O_3 -ის ფირები; 2) გალიუმის არსენიდზე საკუთარი ოქსიდური ($x\text{Ga}_2\text{O}_3+y\text{As}_2\text{O}_3$) ფირები და 3) მიკრო და ნანო ხელსაწყოებისთვის უაღრესად პერსპექტიული გარდამავალ მეტალთა – Ti-სა და Hf-ის ზეთხელი ოქსიდური ფირები.

პროექტის ფარგლებში მიღებული შედეგები:

1. შემუშავებულია ნახევარგამტარების (*Si*, *GaAs*) და მეტალების (Al, Ti, Hf) საკუთარი ოქსიდების მიღების დაბალტემპერატურული სტიმულირებული პლაზმური ანოდირების მეთოდები;

2. კატალიზური პლაზმური ანოდირების მეთოდის გამოყენების შემთხვევაში, წინასწარ ქიმიურად გასუფთავებულ დასაჟანგი ნივთიერების ზედაპირს, ვაკუუმში ეფინება იშვიათი მეთალი – Y, როგორც კატალიზატორი, რომელიც ოქსიდური ფირების ფორმირების ტემპერატურას ამცირებს 1300K-დან 600K-მდე და პროცესის ეფექტურობას ზრდის ორი რიგით;

3. *GaAs*-ზე ოქსიდური ფირების პლაზმური ანოდირების ფორმირების პროცესში ულტრა იისფერი სინათლით დასხივებისას ოქსიდური ფირის ზრდის სიჩქარე იზრდება ~4-ჯერ და სისქე თანაბრდება ~95%-ით;

4. შემუშავებულია დაბალტემპერატურული სტიმულირებული პლაზმური ანოდირების პროცესების მექანიზმები, რომლებიც ეყრდნობიან:

ა) კატალიზური პლაზმური ანოდირებისას – კატალიზატორის შეუვსებელ შიგა შრეების თავისებურებას, რაც იწვევს ფორმირების საერთო დენში ელექტრული დენის წვლილის შემცირებას და მის ელექტროუარყოფითობის დაბალ მნიშვნელობას დასაჟანგთან შედარებით, რის გამოც დასაჟანგი მასალის ატომი ჟანგბადს ადვილად ართმევს კატალიზატორს და

ბ) *GaAs*-ზე ოქსიდური ფირების ფორმირების პროცესში ულტრაიისფერი სინათლით დასხივებას *GaAs*-ის ატომებთან შორისო ბმის გაწყვეტას, გამოწვეულს ელექტრონების გადაყვანით დამაკავშირებელი ზონიდან ანტიდამაკავშირებელ ზონაში, რაც აადვილებს კათიონების მიგრაციის პროცესს;

5. განისაზღვრა ოქსიდების ფორმირების ექსპერიმენტული პირობები ნიმუშის ტემპერატურისა და ფორმირების დენის სიმკვრივის ოპტიმალური მნიშვნელობათა დადგენისას;

6. მიღებული ფირების პარამეტრების ექსპერიმენტულმა გაზომვებმა აჩვენეს, რომ ისინი მაღალხარისხოვანი მასალებია და ვიდრე ვით რეკომენდაციას მათი გამოყენების მიზნით მიკრო და ნანოელექტრონიკაში. კერძოდ, მიზანშეწონილია ყველა მიღებული ოქსიდების გამოყენება ველის ტრანზისტორებში ჩამკეტქვეშა ოქსიდებად და ერთელექტრონიან ტრანზისტორებში ელექტრულ ჯებირებად, ხოლო გარდამავალ

მეტალთა (Ti და Hf) ოქსიდები ნანოელექტრონიკაში ახალი ელემენტის – მემრისტორის შესაქმნელად.

IV. 4.

2	პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	დამფინანსებელი ორგანიზაცია	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
	თანამედროვე, ნანო-ზომის მულტიფეროიდული მასალის სინთეზი და შესწავლა, სპინტრონიკის-თვის. ფიზიკა; მიკრო და ნანოელექტრონიკა	უკრ. სამეცნ. ტექნიკური ცენტრი; პროექტი #6198	ზ.ჯიბუტი	დ. ჯაფარიძე, დ.დარასელი

I ეტაპი: არსებული ულტრაიისფერი + ჰალოგენური ფოტონური დასხივების მოწყობილობის შეთავსება პროექტით გათვალისწინებული სპეციფიკური კვლევის ამოცანების გადასაწყვეტად. იმპულსურ ფოტონური დასხივების დანადგარის (იფდდ) კონსტრუირება განხორციელდა ისე, რომ, რომ შესაძლებელი გახდა: 1) ნიმუშების დასხივება ერთდროულად ორივე მხრიდან; 2) დასხივების სპექტრის ცვლა (0,2 – 4,1µm) და 3) დასხივების ხანგრძლივობის და ინტენსივობის (ენერჯის) რეგულირება. იფდდ შედგება 1. გამოსხივების ბლოკისგან, სადაც დამონტაჟდა: ა) სამი ჰალოგენური ნათურა – შესაძლებელია უწყვეტად შეიცვალოს დასხივების სიმძლავრის სიმკვრივე 6W/ სმ² - მდე და იმპულსის ხანგრძლივობა 0,1 -დან 1000 წმ -მდე 0,1წმ ბიჯით ბ) ერთი ვერცხლისწყლიანი ნათურა, რომელიც უწყვეტ რეჟიმში მუშაობს დასხივების სიმძლავრის სიმკვრივის მნიშვნელობაზე 93 W/სმ²; 2. ჰალოგენური ნათურების მართვის ბლოკი (KF 1000 – 2000) და 3. ვერცხლისწყლიანი (UV) ნათურის მართვის ბლოკი (LMP – 400D).

ნიმუშების ტემპერატურის რეგულირება შესაძლებელია დამჭერების დახმარებით, გაცხელებული ჰაერის განდევნით ან თხევადი აზოტის ორთქლის მიწოდებით. გათვალისწინებულია სამუშაოს წარმოება აირის (ჟანგბადი, არგონი, აზოტი) არეში.

II. 2. პუბლიკაციები:
ბ) უცხოეთში

სტატიები

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათაური, ჟურნალის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	A.Bibilashvili, Z. Kushitashvili	Low Temperature Oxidation of GaAs by UV Stimulated Plasma Anodizing	Earth and Environ-mental Sciece 44 (2016) 032002, 5p, IOP Publishing; doi:10.1088/1755-1315/44/3/032002	IOP Publishing	6

განხილულია GaAs-ის საკუთარი ჟანგის მიღების დაბალტემპერატურული ტექნოლოგია პლაზმური ანოდირების პროცესში ულტრაიისფერი სინათლის სტიმულირებით. განსაზღვრულია $x\text{Ga}_2\text{O}_3+y\text{As}_2\text{O}_3$ საკუთარი ჟანგის ელექტროფიზიკური და ოპტიკური ისეთი პარამეტრები, როგორცაა: სისქე, გარ-დატეხის მაჩვენებელი, მუხტი ოქსიდში, ენერგეტიკულ მდგომარეობათა სიმკვრივე GaAs-საკუთარ ჟანგის გამყოფ საზღვარზე, ზედაპირული ხორკლიანობა. ჩატარებულია რენტგენო და ოვე-სპექტროსკოპიები. შემუშავებულია სტიმულირებული პლაზმური ანოდირების მოდელი.

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათაური, ჟურნალის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
2	A.Bibilashvili, Z. Kushitashvili	C-V Measurement of HfO ₂ Dielectric Layer Received by UV Stimulated Plasma Anodizing	Earth and Environ-mental Sciece 44 (2016) 052008, 6p,IOP Conf. Series; doi:10.1088/1755-1315/44/5/052008	IOP Publishing	6

მოცემულია უი სინათლით სტიმულირებული პლაზმური ანოდირებით მიღებული HfO₂ ოქსიდური ფირების პარამეტრების კვლევა. ამისათვის გამოყენებულია ვოლტ-ფარადული მახასიათებელი, საიდანაც განისაზღვრა ოქსიდის დიელექტრიკული მუდმივა, ბრტყელი ზონების ძაბვა, ინვერსიის ძაბვა, ეფექტური მუხტი ოქსიდში, ზედაპირულ მდგომარეობათა კონცენტრაცია. გაზომვები ტარდებოდა ნახევარგამტარის პარამეტრების ანალიზატორ Keithley-4200-ზე. ოქსიდის სისქე გაიზომა რეფლექტომეტრ MprobeVis სისტემაზე. ჩატარდა რენტგენო-სტრუქტურული ანალიზი.

III. 1. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

ა) საქართველოში

№	მომხსენებელი/მომხსენებლები	მომხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	A.Bibilashvili, Z. Kushitashvili, S.Sikharulidze, L.Jangidze	Nanoscale HfO ₂ and ZrO ₂ Gate Oxides in Field Effect Transistors	4 th Internat. Conf. "Nanotechnolgi-es", October 24-27, 2016, Tbilisi, Georgia, Nano-2016,p.30, abstract

მოცემულია თხელი ოქსიდური HfO₂ და ZrO₂ ფირების მიღება დაბალტემპერატურული პლაზმური ანოდირებით, მთელი პროცესის განმავლობაში ულტრაიისფერი (უი) სინათლის სტიმულაციით, შემდგომი ველის ტრანზისტორის შესაქმნელად. სილიციუმის ზედაპირის ქიმიური გასუფთავების შემდეგ ის თავსდება ვაკუუმურ დანადგარში და

ეფინება ჰაფნიუმის ან ცირკონიუმის მაგნეტრონული გაფრქვევით ჟანგბადის შემცველ პლაზმაში, სისქით ~40 ნმ. შემდეგ ხდება მიღებული თხელი ფირების დაბალტემპერატურული პლაზმური ანოდირება, რომლის პროცესში ნიმუშები განიცდიდნენ უი სინათლის მოქნედებას, ანუ ხდებოდა უი-თ სტიმულიაცია. მიღებულ სტრუქტურებზე გაიზომა ვოლტ-ფარადული, ვოლტ-ამპერული მახასიათებლები, ჩატარდა XPS და SEM გაზომვები. მიღებული ოქსიდური ფირების პარამეტრები იძლევიან გარანტიას, რომ შეიძლება ისინი გამოყენებულ იქნან ველის ტრანზისტორებში ჩამკეტქვეშა დიელექტრიკებად. რადგან მათ აქვთ რიგი უპირატესობანი SiO₂ დიელექტრიკის მიმართ, პირველ რიგში ესაა, რომ ამ ოქსიდებს აქვთ ბევრად დიდი დიელექტრიკული მუდმივა, ვიდრე სხვა ოქსიდებს.

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოსხენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
2	A.Bibilashvili, R.Guliaev, N.Dolidze, G.Skhiladze, Z. Jibuti	low- Temperature Method of Formation of Group III Nit- ride (GaN, AlN) Nanofilms	4 th Internat. Conf. “Nanotechnolgi-es”, October 24-27, 2016, Tbilisi, Georgia, Nano-2016,p.29, abstract

განხილულია მაღალი წინააღობის ფუძემდებზე GaN-ის და AlN-ის მაღალხარისხოვანი ზეთხელი ფირების მიღება დაბალტემპერატურული (T≤600°C) Ga და Al-ის მაგნეტრონული გაფრქვევის მეთოდით აზოტის არეში. ეს მეთოდი უზრუნველყოფს პროცესის განმეორებადობას და ფირის დაფენის სიჩქარის მართვა დიდ დიაპაზონში. ამავე დროს შესაძლებელია GaN-ის და AlN-ის სტრუქტურების ფორმირების პროცესში ეფექტური იმპულსური ფოტონური გამოწვის (იფგ) პროცესების ჩატარება სინათლის სპექტრის ფართო დიაპაზონში (ინფრაწითელი, ხილული, ულტრაიისფერი).

გაზომილია ფირების ოპტიკური და სტრუქტურული სპექტრები, გარდატეხის მაჩვენებლები, გამოსვლის მუშაობები, ზედაპირის ხორკლიანობა, აკრძალული ზონის მნიშვნელობები. უნდა აღინიშნოს, რომ როგორც ლიტერატურიდან არის ცნობილი GaN მიიღება უპირატესად n-ტიპის და p-ტიპის მიღება გაძნელებულია და ტექნოლოგიურად მნიშვნელოვან პრობლემას წარმოადგენს. ჩვენს მიერ ჩატარებული რკინის ლეგირების შემდგომ ყველა ნიმუში აჩვენებს p-ტიპის გამტარებლობას, რაც გარკვეულ სიახლეს წარმოადგენს

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოსხენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
3	L. Jibuti, Z. Jibuti, R.Melkadze	The original method for studying optical properties of semiconductor materials and structures and the setup "Polychromator»,	4 th Internat. Conf. “Nanotechnolgi-es”, October 24-27, 2016, Tbilisi, Georgia, Nano-2016,p.89, abstract

მიკროელექტრონიკის ტექნოლოგიების შემუშავებისას, ნახევარგამტარული მასალებისა და მათ ბაზაზე შექმნილი ხელსაწყოების ფიზიკური თვისებების კვლევაში, სხვა მეთოდებთან ერთად მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ოპტიკური მეთოდები. გაზომვის ოპტიკური მეთოდები განსაკუთრებით ქმედითი და ეფექტური აღმოჩნდა ნანოტექნოლოგიური მასალების გამოჩენის პირობებში, რადგან არ მოითხოვენ ნივთიერებაზე ძლიერ ზემოქმედებას და მის სტრუქტურულ თუნდაც ლოკალურ რღვევას. რაც განაპირობებს უდიდეს ინტერესს გაზომვების ახალი ოპტიკური მეთოდების

შემუშავებისადმი. ჩვენს მიერ შექმნილია ხელსაწყო „პოლიქრომატორი“ - როგორც ნახევარგამტარული მასალებისა და სტრუქტურების ოპტიკური თვისებების შემსწავლელი ახალი მოწყობილობა. ამ ხელსაწყოში ოპტიკური ფილტრების თანმიმდევრული ცვლილების გზით 200 – 4100ნმ ოპტიკურ დიაპაზონში გამოყოფთ ელექტრომაგნიტური გამოსხივების პაკეტებს და ვიკვლევთ შესასწავლი სტრუქტურების მაგალითად ფოტოსენსორების ფოტომგრძობიარობას, არა ერთი ტალღის სიგრძის არამედ სპექტრალური პაკეტების მიმართ. აღმოჩნდა, რომ რიგ სპექტრალურ დიაპაზონში პოლიქრომატორისა და მონოქრომატორის საშუალებით გადაღებული ფოტომგრძობიარობების მნიშვნელობები პრინციპულად განსხვავებულია. ჩვენი აზრით შემოთავაზებული ხელსაწყო და კვლევის მეთოდი ხსნის თანამედროვე ელექტრონიკის მასალების, სტრუქტურებისა და მათ ბაზაზე შექმნილი ხელსაწყოების ფიზიკური თვისებების შესწავლის ახალ შესაძლებლობებს.

ბ) უცხოეთში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოსხენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	A.Bibilashvili, Z. Kushitashvili	C-V Measurement of HfO ₂ Dielectric Layer Received by UV Stimulated Plasma Anodizing	World Multidisciplinary Earth Sciences Symposium 2016, 5-9 September, 2016, Prague (Czech Republic)
<p>მოცემულია სინათლით სტიმულირებული პლაზმური ანოდირებით მიღებული HfO₂ ოქსიდური ფირების პარამეტრების კვლევა. ამისათვის გამოყენებულია ვოლტ-ფარადული მახასიათებელი, საიდანაც განისაზოვრა ოქსიდის დიელექტრიკული მუდმივა, სწორი ზონების ძაბვა, ინვერსიის ძაბვა, ეფექტური მუხტი ოქსიდში, ზედაპირულ მდგომარეობათა კონცენტრაცია. გაზომვები ტარდებოდა ნახევარგამტარის პარამეტრების ანალიზატორ Keithley-4200-ზე. ოქსიდის სისქე გაიზომა რეფლექტომეტრ MprobeVis სისტემაზე. ჩატარდა რენტგენო-სტრუქტურული ანალიზი.</p>			
№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოსხენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
2	A.Bibilashvili, Z. Kushitashvili	Low temperature oxidation of GaAs by UV stimulated plasma anodizing	World Multidisciplinary Earth Sciences Symposium 2016, 5-9 September, 2016, Prague (Czech Republic)
<p>განხილულია GaAs-ის საკუთარი ჟანგის მიღების დაბალტემპერატურული ტექნოლოგია პლაზმური ანოდირების პროცესში ულტრაიისფერი სინათლის სტიმულირებით. განსაზღვრულია $xGa_2O_3+yAs_2O_3$ საკუთარი ჟანგის ელექტრო-ფიზიკური და ოპტიკური ისეთი პარამეტრები, როგორიცაა: სისქე, გარ-დატეხის მაჩვენებელი, მუხტი ოქსიდში, ენერგეტიკულ მდგომარეობათა სიმკვრივე GaAs-საკუთარ ჟანგის გამყოფ საზღვარზე, ზედაპირული ხორკლიანობა. ჩატარებულიარენტგენო და ოჟე-სპექტროს-კოპიები. შემუშავებულია სტიმულირებული პლაზმური ანოდირების მოდელი.</p>			

მიღებულია დადებითი გადაწყვეტილება პატენტზე

№	ავტორი/ ავტორები	პატენტის სათაური	პატენტის/განც ხადების ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლო -ბა	გვერდების რაოდენო-ბა
1	ა.ბიბილაშვილი ი.ნ.დოლიძე	ნახევარგამტარდრე ლექტრიკის გამყოფ საზღვარზე ენერგე- ტიკული დონის განსაზღვრის ხერხი	AP 014017 პრიორიტეტი: 23 დეკემბერი 2015.	საქართველო	7

განხილულია ნახევარგამტარ-დრეელექტრიკის გამყოფ საზღვარზე ენერგეტიკული დონის არსებობისას განსაზღვრის ახალი მეთოდი. ვოლტ-ფარადული მახასიათებლით, რომელიც ფართოდაა გავრცელებული, არ განისაზღვრება ზედაპირული დონის ჩაწოლის სიღრმე და როცა დონე ფერმის დონის მაღლაა კონცენტრაცია. შემოთავაზებულია და ექსპერიმენტზე განხორციელებულია ალტერნატიული მეთოდი – ზემოაღნიშნული პარამეტრების განსაზღვრისთვის. კერძოდ, მდნ-სტრუქტურაზე ედება გამდიდრების ძაბვა, რათა ფერმის ზემოთ არსებული დენე აღმოჩნდეს მოცულობასთან შედარებით ფერმის დონის ქვემოთ და მასზე დაჯდნენ ელექტრონები, შემდეგ მოხდეს გაცივება თხიერი აზოტის ტემპერატურამდე, ამით ზედაპირული დონე კიდევ უფრო დაბლა აღმოჩნდება, ვიდრე იყო აქამდე, ედება ინვერსიული ძაბვა და ფერმის დონე ზედაპირზე იქნება უფრო მაღლა მოცულობის დონესთან შედარებით. ამ ტემპერატურაზე ხვრელების გენერაცია მოცულობიდან არაა და ზედაპირულ დონეზე არის უწონასწორობა, საკმარისია მცირე ენერჯია, რომ ელექტრონებმა დატოვონ დონე და მდნ-ით შეკრულ წრედში გაჩნდება დენი, რისი მიღწევა შესაძლებელია სინათლის სხვადასხვა ტალღის დასხივებით სხვადასხვა ბიჯით. შესაბამისი ტალღის ენერჯიას წრედში აღიქვება მყისიერად დენი, ამ დროს არ იცვლება დაცემული ტალღის ენერჯია მანამ, სანამ დენი არ ჩაქრება, ანუ არ დაიცლება ეს ზედაპირული დონე ელექტრონებისგან. დაცემული ტალღის ენერჯია განსაზღვრავს დონის ჩაწოლის სიღრმეს, ხოლო დენის რელაქსაციით მიღებული ფართი – კონცენტრაციას.

პლაზმის ფიზიკის კათედრა

; სამეცნიერო ერთეულის (დეპარტამენტი, ინსტიტუტი, განყოფილება, ლაბორატორია) დასახელება, სადაც შესრულდა პროექტი: თსუ ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტი, ფიზიკის დეპარტამენტი, პლაზმის ფიზიკის კათედრა

***სამეცნიერო ერთეულის ხელმძღვანელი: ნოდარ ცინცაძე**

; სამეცნიერო ერთეულის პერსონალური შემადგენლობა.

V. 1.საქართველოს სახელმწიფო ბიუჯეტის დაფინანსებით 2016 წლის გეგმით შესრულებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (ეხებასამეცნიერო-კვლევითინსტიტუტებს)

№	შესრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1			
დასრულებული კვლევითი პროექტის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)			

IV. 2.

№	შესრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1			
გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)			

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

V. 4.

VI.

2	პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიხედვით	დამფინანსებელი ორგანიზაცია	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
	დაკვანტვა და ნანსოტრუქტურების აღზნება ფერმის დამაგნიტებულ კვანტურ პლაზმაში No. FR/101/6-140/13/ პლაზმის ფიზიკა /	შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი	ნოდარ ცინცაძე	გრიგოლ ფერაძე და ვით ბულისკერია

II.1. პუბლიკაციები:

ა) საქართველოში

მონოგრაფიები

№	ავტორი/ავტორები	მონოგრაფიის სათაური	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1				
ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე				

№	ავტორი/ავტორები	სახელმძღვანელოს სახელწოდება	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1				
ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე				

№	ავტორი/ავტორები	კრებულის სახელწოდება	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1				
ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე				

სტატიები

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათაური, ჟურნალის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	NodarTsintsadze	Statistical Thermodynamics of the fermi Gas at Presence of the relativistically Intence EM field / საქართველოს მეცნიერების ეროვნული აკადემიის ს მოამბე	Vol 10, No 2, 2016	თბილისი	10
2	Levan Tsintsadze				
3	KetevanSigua				

ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე

We discuss some aspects of interactions of high-frequency electromagnetic (EM) waves with quantum Fermi gas, assuming that the intensity of EM waves is sufficiently large. Relativistic statistical thermodynamics of quantum electron-ion gas at presence electromagnetic waves is considered. In this case the distribution function of particles becomes anisotropic, due to high power EM waves. By the new distribution function we study all the thermodynamic quantities as function of densities, temperatures and the amplitude of EM waves. We investigate the cavitation phenomenon of degenerate Fermi electron gas. We obtain a novel set of adiabatic equations. For two cases we obtain expressions of the specific heat, which is strongly dependent from the amplitude of EM waves, namely, the coefficient of the electron specific heat increases with the increase of the amplitude of EM waves.

ჩვენ განვიხილეთ ზოგიერთი ასპექტი მაღალი სიხშირის ელექტრომაგნიტური ტალღების ურთიერთქმედება სკვანტურ ფერმი გაზთან. დავუშვიტ რომ ინტენსივობა ელექტრომაგნიტური ტალღების არის საკმარისად დიდი. გავითვალისწინეთ რელატივისტური სტატისტიკური თერმოდინამიკა კვანტური ელექტრონული ონური გაზისათვის ელექტრომაგნიტური ველის არსებობისას. ასეთ შემთხვევაში განაწილების ფუნქცია ხდება ანიზოტროპიული ძლიერი ელექტრომაგნიტური ველის გამო. ახალი განაწილების ფუნქციით ჩვენ ვსწავლობთ ყველა თერმოდინამიკულ სიდიდეს როგორც სიმკვრივის, ტემპერატურისა და ელექტრომაგნიტური ველის ამპლიტუდის ფუნქციას. შევისწავლეთ კავიტაციის ფენომენი გადაგვარებული ფერმი ელექტრონული გაზის. მივიღეთ ახალი ადიაბატური განტოლებები. ორ შემთხვევაში მივიღეთ გამოსახულება კუთრი სითბოტევადობისათვის, რომელიც ძლიერადაა დამოკიდებული ელექტრომაგნიტური ველის ამპლიტუდაზე, კერძოდ: ელექტრონების კუთრი სითბოტევადობის კოეფიციენტი იზრდება ელექტრომაგნიტური ველის ამპლიტუდის ზრდასთან ერთად.

II.2. პუბლიკაციები:
ბ) უცხოეთში

მონოგრაფიები

№	ავტორი/ავტორები	მონოგრაფიის სათაური	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1				

ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე

№	ავტორი/ავტორები	სახელმძღვანელოს სახელწოდება	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1				
ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე				

კრებულები

№	ავტორი/ავტორები	კრებულის სახელწოდება	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1				
ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე				

სტატიები

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათაური, ჟურნალის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	Nodar L. Tsintsadze	Quasilinear theory of quantum Fermi liquid/ Low temperature Physics	V. 42 NO. 12 PP. 1368-1371		
2	Davit M. Alkhanishvili				

ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე

Quasilinear theory of a weakly turbulent quantum Fermi liquid is presented. Landau's linear theory of Fermi liquids is generalized by consideration of weak nonlinear regime. A newly derived kinetic equation of the Fermi particles is used to derive a slowly varying distribution function f_0 , which satisfies the diffusion equation. It is shown that the magnitude of the diffusion coefficient D depends on weak interactions between atoms and the de Broglie waves diffraction.

კვანტური ფერმი სითხის სუსტად ტურბულენტობის კვაზიწრფივი თეორია დღეს მოცემული გვაქვს. ლანდაუს ფერმი სითხის წრფივი თეორია არის განზოგადოებული სუსტი არაწრფივობის განხილვით. ფერმი ნაწილაკების ახალი კინეტიკური განტოლების დახმარებით მივიღეთ ნელა ცვლადი განაწილების ფუნქცია, რომლისთვისაც დაკმაყოფილდა დიფუზიის განტოლება. ნაჩვენებია რომ დიფუზიის კოეფიციენტის D მნიშვნელობა დამოკიდებულია დე-ბროილის ტალღის დიფრაქციას და ატომებს შორის ურთიერთქმედებაზე.

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათაური, ჟურნალის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	Nodar L. Tsintsadze	Propagation of ultra-intense electromagnetic waves through electron-positron-	23, 072303 (2016); Doi: 10.1063/1.4955215		7
2	DCh. Rozina				
3	M. Jamil				

		ion plasma/ Physics of Plasma			
--	--	----------------------------------	--	--	--

ვრცელი ანოტაცია ქართულ ენაზე

Kinetic approach is used to study the propagation of ultrarelativistic (amplitude) electromagnetic waves through electron-positron-ion plasma. For our purposes, we formulate new plasma particle distribution function in the presence of ultra-relativistically intense circularly polarized electromagnetic (EM) waves. An effective, dispersion relation of constant amplitude ultra-relativistic EM wave is derived, skin depth is calculated in particular, frequency regimes and has shown numerically that the penetration depth increases with the amplitude of ultra-intense electromagnetic waves, $\lambda_{sk} \sim a^{\frac{1}{2}}$, i.e., plasma will be heated more in the region of skin depth. Next we have found that the nonlinear interaction of ultra-relativistically intense E.M. waves of time and space varying amplitude leads to construct kinetic nonlinear Schrodinger equation (KNSE), containing both local and non-local nonlinear terms, where nonlocal nonlinear term appears due to density perturbations of plasma species. Taking the effects of the latter into consideration, nonlinear Landau damping is discussed for KNSE. damping rate is computed, and numerically ultra-relativistic EM waves are shown to decay exponentially. The present results should be helpful to understand the specific properties of the ultra-relativistic EM waves in astrophysical plasmas. eg. . pulsars, black holes, and neutron stars.

კინეტიკური მიდგომა გამოიყენება ულტრა-რელატივისტური ელექტრო-მაგნიტური ტალღების გავრცელების შესასწავლად ელექტრონ-პოზიტრონ-იონურ პლაზმაში. ჩვენი მიზნისთვის, ჩვენ ვქმნით პლაზმის ნაწილაკების ახალ განაწილების ფუნქციას ულტრა-რელატივისტური ინტენსიური წრიულად პოლარიზებული ელექტრო-მაგნიტური ტალღების არსებობის შემთხვევაში. ეფექტური, დისპერსიული ურთიერთქმედება მუდმივი ამპლიტუდის ელექტრო-მაგნიტურ ტალღებს შორის მიღებულია, კანის სიღრმე გამოთვლილია განსაკუთრებულ, სიხშირულ რეჟიმში და ვანახეთ რიცხობრივად რომ შედგება სიღრმე იზრდება ულტრა-რელატივისტური ელექტრო-მაგნიტური ტალღების ამპლიტუდის გაზრდით $\lambda_{sk} \sim a^{\frac{1}{2}}$, ე.ი. პლაზმა უფრო გაცხელდება კანის ღრმა რეგიონებში. შემდგომში ჩვენ ვიპოვეთ რომ ულტრა-რელატივისტური ინტენსიური, დროსა და სივრცეში ცვლადი ამპლიტუდის ელექტრო-მაგნიტური ტალღების არაწრფივი ურთიერთქმედებას მივყავართ ახალი კინეტიკური არაწრფივი შრედინგერის განტოლებამდე, რომელიც შეიცავს ორივეს როგორც ლოკალურს ისე არალოკალურ არაწრფივ წევრებს, სადაც არაწრფივი წევრი ჩნდება პლაზმის სიმკვრივის შემოფოთებისგან.

ბოლო ეფექტების გათვალისწინებით არაწრფივი ლანდაუს შთანთქმა განხილულია კინეტიკური არაწრფივი შრედინგერის განტოლებისთვის. შთანთქმის ზომა გამოთვლილია და აულტრა-რელატივისტური ელექტრო-მაგნიტური ტალღები რიცხობრივად ნაჩვენებია რომ მცირდება ექსპონენციალურად. ახლანდელი შედეგები სასარგებლო იქნება განსაკუთრებული ულტრა-რელატივისტური ელექტრო-მაგნიტური ტალღებისპირობების გასაგებად პლაზმაში მაგ.: პულსარებში, შავ ხვრელებში და ნეიტრალურ ვარსკვლავებში.

№	ავტორი/ავტორები	კრებული სახელწოდება	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	Ch. Rozina	Modulation and Filamentation instability of ultrarelativistic electromagnetic waves in electron-positron-ion plasma	AIP publishing (2016)	15
2	N.L. Tsintsadze			
3	N. Maryam S. Komal			

	/	AIP Physics of Plasmas	
--	---	------------------------	--

In this study, we have analytically investigated the effects of nonlinear Landau damping on the temporal growth rate of modulation a filamentation instabilities. Here the nonlocal nonlinear Landau damping phenomena is appearing due to the nonlinear interaction between ultrarelativistic electromagnetic (UREM) wave (having wave vector normal to the beam) and electron-positron-ion plasma. We found that the ultra relativisticponderomotive force is linear, while usually it is nonlinear in relativistic case.

ამ ნაშრომში ჩვენ ანალიზურად შევისწავლეთ არაწრფივი ლანდაუს შთანთქმის ეფექტები დროებითი ზრდის სიჩქარეში მოდულაციისა და ფილამენტაციის არამდგრადობაში. ამ შემთხვევაში არალოკალური არაწრფივი ლანდაუს შთანთქმის ეფექტი გამოწვეულია არაწრფივი ურთიერთქმედებით ულტრარელატივისტური ელექტრომაგნიტურ იტალღებსა და ელექტრონპოზიტრონიონულ პლაზმას შორის. ჩვენ აღმოვაჩინეთ რომ ულტრარელატივისტური პონდერომოტორული ძალა არის წრფივი, როდესაც ის ჩვეულებრივ არაწრფივია რელატივისტურ შემთხვევაში.

№	ავტორი/ავტორები	კრებულის სახელწოდება	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა	ავტორი/ავტორები
1 2 3	Zahida Ehsan N. L. Tsintsadze H. A. Shah R. M. G. M. Trines Muhammad Imran	New longitudinal mode and compression of pair ions in plasma / AIP Physics of Plasmas	062125	AIP Publishing	7

Positive and negative ions forming the so-called pair plasma differing in sign or their charge but asymmetric in mass and temperature support a new acoustic-like mode. The condition for the excitation of ion sound wave through electron beam induced Cherenkov instability is also investigated. This beam can generate a perturbation in the pair ion plasmas in the presence of electrons when there is number density, temperature, and mass difference in the two species of ions. Basic emphasis is on the focusing of ion sound waves, and we show how in the area of localization of wave energy, density of pair particles increases while electrons are pushed away from that region. Further. this localization of wave is dependent on the shape or the pulse. Considering the example of pancake and bullet shaped pulses, we find that only the former leads to compression of pair ions in the supersonic regime of the focusing region. Here, possible existence of regions where pure pair particles can exist may also be speculated which is not only useful from academic point of view but also to mimic the situation of plasma (electron positron asymmetric and symmetric) observed in astrophysical environment.

პოზიტიური და ნეგატიური იონები რომლებიც ქმნიან გრეთწოდებულ წყვილურ პლაზმას განსხვავდებიან მუხტის ნიშნით, მაგრამ ასიმეტრი ამასაში დატემპერატურაში იწვევს ახალ აკუსტიკურის მსგავს მოდას. იონური ბგერის აღგზნების პირობა ელექტრონული კონით იწვევს ჩერენკოვის არასტაბილურობას, რომელიც ასევე შევისწავლეთ. ამ კონას შეუძლია გამოიწვიოს შემფოთებები წყვილურ იონურ პლაზმაში ელექტრონები სარსებობისას, როდესაც სიმკვრივეში, ტემპერატურაში და მასაში არის განსხვავება იონების ორ სახეობას შორის. სტატიაში ყურადღება გამახვილებულია იონურ ბგერაზე, ჩვენვ აჩვენეთ თუ როგორ იზრდება ტალღის ენერჯის ლოკალიზაციის არეში წყვილების სიმკვრივე, როდესაც ელექტრონები გაიყრება ამ არედან. ტალღის

ლოკალიზაცია დამოკიდებულია პულსის ფორმაზე. განვიხილეთ ბლინის და ტყვიის სფორმის პულსები და აღმოვაჩინეთ რომ მხოლოდ უკანასკნელი იწვევს შეკუმშვას წყვილური იონების ზებგერით რეჟიმში ფოკუსირების არეში. შესაძლებელი არსებობა არეების, სადაც წმინდა წყვილური ნაწილაკები შეიძლება არსებობდეს, საინტერესოა არამხოლოდ აკადემიური თვალსაზრისით, არამედ შესაძლებელია გაიმეოროს ასტროფიზიკულ გარემოში არსებული პლაზმის სიტუაცია.

III. 1. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

ა) საქართველოში

ბ) უცხოეთში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოსხენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1 2 3	EHSAN , Zahida	Cherenkov Instability and Possible Formation of Pure Pair plasma for the laboratory Astrophysics	Joint ICTP-IAEA COLLEGE ON PLASMA PHYSICS, 7-18 NOVEMBER 2016, TRIESTE ITALY

მოსხენებაში განხილულია ჩერენკოვის არასტაბილურობა წყვილურ პლაზმაში, როგორებიცაა ელექტრონულ იონები და წყვილური იონები. გამოთვლილია შესაბამისი ინკრიმენტები.

№	momxsenebeli/ momxseneblebi	moxsenebissaTauri	forumisCatarebis dro da adgili
1 2 3	GrigolPeradze N.L. Tshintsadze	Nonlinear nanostructures in the quantum electron-ion gas	The 3rd Conference on New Advances in Condensed Matter Physics (NACMP2016) February 28 - March 1, Beijing, China.

In recent years, a huge number of works have been devoted to the investigation of collective behavior of quantum Fermi gas. Such interest is motivated by its potential application in modern technology, e.g. metallic and semiconducting nanostructures – such as metallic nanoparticles, metal clusters, thin metal films, spintronics, nanotubes, quantum well and quantum dots, nanoplasmonic devices, quantum X-ray free – electron layers, etc.

To be based on the new quantum kinetic equation of Fermi particles, which recently was derived by N. L. Tsintsadze and L. N. Tsintsadze [1], a general quantum dispersion equation for electron-ion degenerate Fermi gas, with Madelung term is derived and studied for some interesting cases. Furthermore, then Korteweg-de Vries (KdV) equation for novel quantum waves is derived and contribution of KdV solitons are discussed.

New effect that we have shown is that when the quantum (Madelung) term exceeds the term due to the charge separation, the compressional becomes the rarefaction solitons.

უკანასკნელ წლებში მრავალი შრომა მიეძღვნა კვანტური ფერმი გაზის კოლექტიური თვისებების შესწავლას. ასეთი ინტერესი გამოწვეულია მისი პოტენციური გამოყენებით თანამედროვე ტექნოლოგიებში, როგორებიცაა: მეტალური და ნახევარგამტარული

ნანოსტრუქტურები - მეტალური ნანონაწილაკები, მეტალისკლასტერები, თხელი მეტალის ფილმები, სპინტრონიკები, ნანოტუბები, კვანტური წერტილები და კვანტური უჯრები, ნანოპლაზმური მოწყობილობები და ა.შ.

ახალი კვანტური კინეტიკური განტოლების, ფერმი ნაწილაკებისათვის ,გამოყენებით ელექტრონული ონური ფერმი გაზისათვის მივიღეთ კვანტური დისპერსიის თანაფარდობა. მადელუნგის წევრი შევისწავლეთ საინტერესო შემთხვევებში. კორტევევა-დევრიეს განტოლება ახალიკვანტური ტალღებისათვის მივიღეთ და განვიხილეთ სოლიტონური ამოსხნები. ახალიეფექტი რაც ვაჩვენთარისისრომ, როდესაცკვანტური, მადელუნგის, წევრიაჭარბებსმუხტურიგანცალებისწევრს, შეკუმშული სოლიტონი ხდება გაუსშოებული სოლიტონი.

რადიოფიზიკისა და ფიზიკური პროცესების მოდელირების მიმართულება

- სამეცნიერო ერთეულის (დეპარტამენტი, ინსტიტუტი, განყოფილება, ლაბორატორია) დასახელება:
ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტი

ფიზიკის მიმართულება
რადიოფიზიკისა და ფიზიკური პროცესების მოდელირების მიმართულება

- სამეცნიერო ერთეულის ხელმძღვანელი:
ოლეგ ხარშილაძე
- სამეცნიერო ერთეულის პერსონალური შემადგენლობა:

I. 2. საქართველოს სახელმწიფო ბიუჯეტის დაფინანსებით 2016 წლის გეგმით შესრულებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (ეხება სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებს)

N	გეგმით გათვალისწინებული და შესრულებული სამუშაოს დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიხედვით	სამუშაოს ხელმძღვანელი	სამუშაოს შემსრულებლები
1	გეოკოსმოსურ სივრცეში უდს ელექტრომაგნიტური ტალღური სტრუქტურების არაწრფივი დინამიკის რიცხვითი მოდელირება;	ოლეგ ხარშილაძე	
2	ფრიქციული ავტორხევითი პროცესების მოდელირება.		
გარდამავალი კვლევითი პროექტის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების ვრცელი ანოტაცია			
<p>გეოკოსმოსიდან დედამიწაზე დაკვირვება და მასზე დინამიური პროცესების კვლევა წარმოადგენს აქტუალურ ამოცანას. ამისათვის გამოიყენება როგორც ექსპერიმენტალური, ასევე თეორიული და რიცხვითი-კომპიუტერული მოდელირების მეთოდები, რომლებსაც ჩვენ ვამუშავებთ. მიმდინარე საანგარიშო პერიოდში კვლევები ჩავატარეთ შემდეგი მიმართულებით: ეს არის თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების მეთოდების შესწავლა, გეოკოსმოსურ გარემოზე (იონოსფერო, მაგნიტოსფერო) თანამგზავრული დაკვირვებების მონაცემთა ანალიზი და მათი თეორიული ინტერპრეტაცია და თეორიული კვლევები და რიცხვითი მოდელირება კოსმოსური პლაზმური გარემოს მოდელში.</p> <p>ჩვენს მიერ ჩატარდა კვლევები დედამიწის ახლომდებარე კოსმოსურ გარემოში (იონოსფერო, მაგნიტოსფერო) ფიზიკური და დინამიური პროცესებზე თანამგზავრული სისტემებით და მაღალმგრძობიარე სენსორული დანადგარებით მიღებული მონაცემების</p>			

დამუშავების და ანალიზის საფუძველზე. დედამიწის ახლომდებარე კოსმოსური გარემო (იონოსფერო, მაგნიტოსფერო) ხასიათდება რთული არასტაციონალური დინამიკით და ასეთი პროცესების ანალიზისათვის, განსაკუთრებით გარედან არასტაციონალური (დარტყმითი) ზემოქმედების პირობებში მნიშვნელოვანია დინამიკის დეტერმინირებული და სტოქასტური ნაწილების შეფასება, როგორც დიდმასშტაბიანი ტალღური სტრუქტურების, ასევე ფრაქტალური ბუნების სტრუქტურების გენერაციის შესაძლებლობის გამოკვლევა.

თანამგზავრების საშუალებით მიღებული ექსპერიმენტალური მონაცემების დამუშავების და მათი ფიზიკური და თეორიული ინტერპრეტაციის მიზნით შეიქმნა პლაზმური შეშფოთებების არაწრფივი დინამიკის აღმწერი ფიზიკური მოდელი. ამ მოდელში გათვალისწინებულია შეშფოთებების გეოკოსმოსურ სივრცულად არაერთგვაროვან დინებებთან ურთიერთქმედების არაწრფივი მექანიზმები. ამ დინებებიდან ენერგეტიკულად ყველაზე მნიშვნელოვანია ზონალური ტიპის დინებები და ჩატარებულია ასეთი დიდმასშტაბიანი სტრუქტურების ფორმირების რიცხვითი მოდელირება.

არაწრფივი დინამიკის მეთოდებით შესწავლილია THEMIS სატელიტური მისიის მიერ დამზერილი მაგნიტოსფერული დინებების სიჩქარის და მაგნიტური ველის შეშფოთებების მდგენელების დროითი მწკრივები. ამ მონაცემების ციფრული დამუშავებისათვის გამოყენებულია რეკურენტული დიაგრამების მეთოდი, რომელიც ეფექტურად მუშაობს მოკლე მონაცემთა მწკრივებისთვის. რეკურენტულობა არის დისიპაციური დინამიური სისტემების ფუნდამენტური თვისება, რაც გამოყენებულია მაგნიტოსფეროს კულში რელაქსაციური პროცესების ანალიზისთვის.

ჩატარდა კვლევები დამაგნიტებულ პლაზმაში არაერთგვაროვანი პოლოიდალური ფონური წანაცვლებითი დინებების ზემოქმედებისას მცირე მასშტაბიანი ელექტროსტატიკური დრეიფული ტალღური ტურბულენტობით დიდმასშტაბიანი ზონალური დინებების გენერაციის შესაძლებლობის შესწავლისათვის. განხილულია იონის ლარმორის რადიუსთან შედარებით დიდმასშტაბიანი დრეიფული სტრუქტურები. ამ მიზნით მიღებულია განზოგადებული ჰასეგავა-მიმას განტოლება, რომელიც შეიცავს როგორც ვექტორულ, ასევე სკალარულ არაწრფივობას. ამ მიდგომით მიღებულია შესაბამისი ამოცანა საკუთარ რიცხვებზე და მიღებულია რიცხვითი შედეგები. განხილული განზოგადებული ამოცანა საკუთარ რიცხვებსა და საკუთარ ფუნქციებზე ამოხსნილია სასრულ სხვაობიანი მეთოდით და ნაჩვენებია ალგორითმის კრებადობა და ეფექტურობა ტალღური არამდგრადობის ინკრემენტის გამოთვლისათვის. რიცხვითმა ექსპერიმენტებმა აჩვენეს ფონური დინების ამპლიტუდის და ელექტრონული ტემპერატურის სივრცული არაერთგვაროვნების როგორც დესტაბილიზაციის ფაქტორის როლი.

ასევე განხილული და შესწავლილია ზონალური დინებების გენერაციის თეორიული აღწერის ამოცანა წანაცვლებითი დინებებით მართულ ტურბულენტურ იონოსფეროში. მიღებულია ჩარნი-ობუსოვის ტიპის განზოგადოებული განტოლება, რომელიც აღწერს ხუთი განსხვავებული მასშტაბების მქონე მოდების არაწრფივ ურთიერთქმედებას: პირველადი, შედარებით მოკლელტალღოვანი ულტრა დაბალი სიხშირის (უდს) დამაგნიტებული როსბის ტალღის, მისი ორი სატელიტის, გრძელტალღოვანი ზონალური დინების და დიდმასშტაბიანი ფონური წანაცვლებითი დინების (არაერთგვაროვანი ქარი). გამოკვლეულია არაწრფივი ეფექტების (ვექტორული, სკალარული) გავლენა დიდმასშტაბიანი ზონალური დინებების ფორმირებაზე სასრული ამპლიტუდის დამაგნიტებული როსბის ტალღებით დისიპაციურ იონოსფეროში. შესაბამის განტოლებათა სისტემის თეორიული და რიცხვითი ანალიზის საფუძველზე (საკუთარ რიცხვებზე განზოგადოებული ამოცანა) გამოვლენილია შედარებით მცირემასშტაბიანი უდს დამაგნიტებული როსბის ტალღებისა და ფინური წანაცვლებითი დინების დიდმასშტაბიან ზონალურ დინებებში ენერგიის გადაქაჩვის და ხუთი ტალღისგან შემდგარი კოლექტიური აქტივობის არაწრფივი ორგანიზაციის ახალი თავისებურებები იონოსფერულ გარემოში.

მიმდინარე საანგარიშო პერიოდში ჩვენს მიერ დაწეულია კვლევები მიწისძვრებში ფრიქციული ავტორხეების დინამიკის შესაძლო მოდელების შექმნისათვის. სეისმური პროცესების მოდელირების მიზნით განხილულია ტექტონიკური ფილების მოძრაობის დინამიკა ხახუნის ძალის შტრიბეკ-ეფექტის გათვალისწინებით. მარტივი ერთბლოკიანი სისტემის ჰაიკინის ამოცანაში ბლოკის დაბალი სიჩქარეებისათვის მიღებულია ვან-დერ-პოლის განტოლება, რომელიც აღწერს ფრიქციულ ავტორხეებს. ამ მოდელში ნაჩვენებია „სტიკ-სლიპ“ დინამიკის არსებობა, რომლის შესწავლა აქტუალურია მიწისძვრის პროცესების შესაძლო მექანიზმის გამოსავლენად. განხილულია ორი ბმული ვან-დერ-პოლის ოსცილატორის დინამიკა, რომელშიც გარე პერიოდული ძალის არსებობისას დაბალსიხშირული პერიოდული „ტექტონიკური“ სიგნალის ფონზე გამოვლენილია მაღალსიხშირული „სეისმური“ რხევები. ასეთი სიგნალები მიღებულია რეალური სეისმური გაფილტრული სიგნალებიდან, რაც გვიჩვენებს მოდელის კარგ თვისობრივ თანხვედრას რეალურ სეისმურ დაკვირვებებთან.

რიცხვითი მეთოდების გამოყენებით ასევე შესწავლილია ერთი და ორ-ბლოკიანი სისტემების არაწრფივი დინამიკა მშრალი ხახუნის სხვადასხვა ანალიზური მოდელის საშუალებით სიჩქარის შეზღუდვის გარეშე და ნაჩვენებია როგორც „სტიკ-სლიპ“ მოძრაობის, ასევე დეტერმინირებული ქაოსის შესაძლებლობა შტრიბეკ-ეფექტის გათვალისწინებით. რეგულარული და ქაოსური მოძრაობები თვისობრივად შესწავლილია მოდელში მიღებული სიგნალების სპექტრალური ანალიზით, ბიფურკაციული დიაგრამებით და ფაზური ტრაექტორიების პუანკარეს კვეთების აგებით. დეტერმინირებული ქაოსის არსებობა ასეთ მარტივ მოდელებშიც პრობლემურს ხდის მიწისძვრის პროგნოზირებას, მაგრამ იძლევა პროცესის ფიზიკურ სურათს.

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

N	პროექტის დასახელება	დამფინანსებელი ორგანიზაცია	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	ელექტრომაგნიტური ამინდის შემქმნელი უდს ტალღური სტრუქტურების გენერაცია, ინტენსიფიკაცია და ურთიერთტრანსფორმაცია წანაცვლებითი დინებებით მართულ იონოსფეროში (2013-2016)	შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი. პროექტი ხორციელდება ი. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტში (ი. ვეკუას სახელობის გამოყენებით მათემატიკის ინსტში და მ. ნოდუას გეოფიზიკის ინსტიტუტში)	ო. ხარშილაძე	ო.ხარშილაძე რ.ჭანიშვილი ხ.ჩარგაზია ნ.ფირცხალავა
დასრულებული კვლევითი პროექტის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების ვრცელი ანოტაცია				
დედამიწის ზედა ატმოსფერო და მაგნიტოსფეროს მიწისპირა არეებში მუდმივად არსებობენ ასობით საკომუნიკაციო და თავდაცვითი თანამგზავრები,				

რომლებიც ძალიან მნიშვნელოვანია საერთაშორისო და ნაციონალური უსაფრთხოებისათვის. ამ საკომუნიკაციო სისტემებისა და თანამგზავრული ტექნიკის უსაფრთხოების დასაცავად, ძალზე მნიშვნელოვანია გარკვეულ იქნას თუ რა როლი შეუძლია ითამაშოს იონოსფერული პლაზმისა და ატმოსფერული მეცნიერებების მეთოდებისა და მიღწევების გამოყენებამ. ისევე როგორც ტროპოსფეროში, ამ არეების ამინდის შემფოთებაზე უდიდეს გავლენას ახდენს მზე და მისი აქტიურობა. იონოსფერულ გარემოში ქარების, ქარების წანაცვლების და შესაბამისი ელექტროდინამიკური პროცესების პროგნოზირება წარმოადგენს ახალ ერას ფიზიკაში, რომლის მნიშვნელობა სულ უფრო გაიზრდება, რადგანაც კაცობრიობა სულ უფრო მეტად ხდება დამოკიდებული გლობალურ კომუნიკაციებზე და თანამგზავრულ სანავიგაციო სისტემებზე.

უდს პლანეტარული ელექტრომაგნიტური ტალღების ბიოლოგიურ აქტივობასთან დაკავშირებით უნდა აღინიშნოს, რომ: ეს ტალღები არიან ძალიან გრძელი და ისინი თითქოს ძნელად უნდა ზემოქმედებდნენ ცოცხალ ორგანიზმებზე. მაგრამ როგორც ქვემოთ იქნება აღნიშნული, არაერთგვაროვან ლოკალურ ქარებთან ურთიერთქმედებისას ამ დიდმაშტაბიანი ტალღებს შეუძლიათ გარდაიქმნან (ტრანსფორმირდნენ) მცირე მასშტაბიან ელექტრომაგნიტურ მოდებად (უდს მოკლე ტალღოვანი ალფენის ტალღები, ციკლოტრონული ტალღები, მჰდ მოდები), ამ უკანასკნელს კი შეუძლიათ ეფექტურად იმოქმედონ ცოცხალ ორგანიზმებზე.

ამ ტალღური შემფოთებების ექსპერიმენტებით და დაკვირვებებით გამოვლენილი თავისებურებებისა და დინამიკის შედარებით სრული თეორიულ კვლევების ჩატარება წარმოადგენს წინამდებარე პროექტის ძირითად მიზანს.

უწყვეტ გარემოში არსებული არაერთგვაროვანი წანაცვლებითი დინებები (მაგალითად, იონოსფერული არაერთგვაროვანი ქარები) წარმოადგენს სხვადასხვა სახის ინტენსიური, ენერგოტევადი პროცესების ძლიერ წყაროს, რომელთა თეორიული ახსნა-არგუმენტირება, მიუხედავად მათი კვლევის მრავალწლიანი ისტორიისა, არის ძალზე რთული წრფივ მიახლოებაშიც კი.

ბოლო წლებში განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა დიდმასშტაბიანი ზონალური დინებების (მიმართული პარალელების გასწვრივ), სტრიმერების (მიმართული მერიდიანების გასწვრივ) და დიდმასშტაბიანი მაგნიტური ველების გენერაციის თავისებურებების შესწავლას როგორც კოსმოსურ პლაზმურ გარემოში, ასევე ლაბორატორიულ პლაზმურ დანადგარებში. ასეთი ინტრესი განპირობებულია დაკვირვებებით-ექსპერიმენტებით გამოვლენილი იმ ფაქტით, რომ ამ სტრუქტურების გენერაცია-აღზნებას შეუძლია გამოიწვიოს გარემოში არსებული მცირე-მასშტაბიანი ტურბულენტობით გამოწვეული გადატანის პროცესების საგრძნობი შემცირება და ამით ხელს უწყობს ისეთი მოდების შენარჩუნებას, რომლებიც ადაპტირებულია გარემოს წონასწორულ მდგომარეობასთან. არიან ძალზე მნიშვნელოვანი ნაწილი უმრავლესობა პლანეტარული ატმოსფეროს კოლექტიური აქტიურობისა. ეს სტრუქტურები ვლინდებიან როგორც დიდმასშტაბიანი, დაბალსიხშირული ტალღური მოდები რომლებიც, ძირითადად, ვრცელდებიან პარალელების გასწვრივ. ყოველივე ამის გამო, დიდი ყურადღება უნდა დაეთმოს ამ სტრუქტურების გენერაციის, ევოლუციის, მათი ერთმანეთთან და გარემოსთან არაწრფივი ურთიერთქმედების და თვითორგანიზაციის თავისებურებების გამოკვლევას.

წარმოდგენილი პროექტის ძირითად მიზანს წარმოადგენს იონოსფეროს სხვადასხვა შრეებში გლობალური ამინდის შემქმნელი უდს ელექტრომაგნიტური ტალღების გენერაციის მექანიზმისა და წრფივი და არაწრფივი დინამიკის თავისებურებების გამოკვლევა მათი ლოკალურ სივრცით არაერთგვაროვან წანაცვლებით ქარებთან ურთიერთქმედებისას; არსებული დაკვირვებებისა და ექსპერიმენტების მონაცემების ანალიზის საფუძველზე საკვლევი მოვლენებისა და პროცესების თვითშეთანხმებული ფიზიკური და მათემატიკური მოდელის შექმნა;

ამ მოდელების ანალიზური და რიცხვითი ამოხსნების ანალიზით მიღებული შედეგების ექსპერიმენტალურ მონაცემებთან შედარება. შესაბამისი მათემატიკური მოდელი (დინამიკური განტოლებები) ამოხსნება ანალიზურად და ასევე რიცხვითი მეთოდების გამოყენებით.

პროექტის ფარგლებში გადაწყვეტილ იქნა შემდეგი აქტუალური ამოცანები:

* იონოსფეროში გლობალური ამინდის შემქმნელი უდს დიდმასშტაბიანი ელექტრომაგნიტური ტალღური სტრუქტურების გენერაციისა და გაძლიერების მექანიზმის გამოვლენა იონოსფეროს სხვადასხვა შრეებში.

* უდს პლანეტარული ჩქარი და ნელი ელექტრომაგნიტური ტალღების გაძლიერება და წრფივი ურთიერთ ტრანსფორმაცია არაერთგვაროვან წანაცვლებით ქართან ურთიერთქმედებისას.

* უდს ელექტრომაგნიტური ტალღების რეგენერაციული არეკვლა (ზეარეკვლა) იონოსფეროს და არეებში მათი ლოკალურ არაერთგვაროვან დინებებთან (ქარებთან) ურთიერთქმედებისას.

* უდს ელექტრომაგნიტური ტალღების არაწრფივ გრიგალურ სტრუქტურებად თვითორგანიზაციის ეფექტი იონოსფეროს სხვადასხვა შრეებში არაერთგვაროვანი ქარების ფონზე.

* არაწრფივი უდს დიდმასშტაბიანი გრიგალური სტრუქტურების თვითშენარჩუნება წანაცვლებითი დინებებით მართულ იონოსფეროში.

* უდს ტალღური მოძრაობების მიერ დიდმასშტაბიანი ზონალური დინებებისა და სტრიმერების არაწრფივი გენერაცია იონოსფეროს სხვადასხვა შრეებში.

* შედარებით მცირე მასშტაბიანი უდს ელექტრომაგნიტური შემფოთებების მიერ დიდ-მასშტაბიანი ზონალური მაგნიტური ველების არაწრფივი გენერაცია;

* უდს ჩქარი ელექტრომაგნიტური მოდის არაწრფივი ურთიერთქმედება ფონურ არაერთგვაროვან ქართან და სტაციონარულ გრიგალურ სტრუქტურებთან იონოსფეროში;

* ფონური არაერთგვაროვანი ქარის ზემოქმედება უდს მოდის დიდმასშტაბიანი ზონალური მოძრაობის გენერაციაზე.

* გენერირებული დიდმასშტაბიანი ზონალური დინებების და მაგნიტური ველების უკუზემოქმედება შედარებით მოკლე-მასშტაბიან უდს ელექტრომაგნიტურ ტალღებზე; მცირემასშტაბიანი ტურბულენტობის მიღევა - ჩაქრობა.

* თეორიულად შესწავლილი უდს ელექტრომაგნიტური ტალღების დინამიკის შედარება როგორც თანამგზავრულ და მიწისპირა გეომაგნიტური აქტიურობების დაკვირვებების მონაცემებთან, ასევე რამდენიმე პუნქტში დამზერილი მიწისზედა დონის ატმოსფერული ელექტრული ველის ცვლილებებთან.

II.1. პუბლიკაციები:

ა) საქართველოში

სტატიები

N	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათაური, ჟურნალის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/ კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდები ს რაოდენო ბა
1	რ. ჭანიშვილი ო. ხარშილაძე ე. უჩავა დ. ზილფიმიანი	A new approach of shear flows linear transient dynamics of waves and	2016, 19b,	თბილისი	18

		<p>vorticies. Stably stratified atmospheric flow with horizontal shear (ტალღებისა და გრივების წრფივი ტრანზიენტული დინამიკის ახალი მიდგომა წანაცვლებით დინებებში. მდგრადი სტრატოფიკაციის ატმოსფეროს დინებები ჰორიზონტალური წანაცვლებით) / Journal of Georgian Geophysical Society, Issue B – Physics of Atmosphere and Ocean.</p>			
<p>. ნაშრომის მიზანია გრივებისა და ტალღური მოდების დინამიკის ახალი წარმოდგენა ატმოსფერულ ზონალურ წანაცვლებით დინებებში. ახალი მიდგომით - ფიზიკური სიდიდეების საკუთარი ცვლადებით - შესწავლილია წანაცვლებითი დინებით ინდუცირებული წრფივი ტრანზიენტული ზრდა და გრივებისა და შიდა გრავიტაციული ტალღის მოდების კავშირი. ჩატარებული ანალიზი საშუალებას იძლევა ერთმანეთისგან განცალდეს განსხვავებული ფიზიკური პროცესები, გაირკვეს მათი ურთიერთქმედების მექანიზმი და ამ მიდგომით აიგოს მოდებს შორის კავშირების ფიზიკური სურათი სტრატოფიცირებულ ატმოსფეროში ჰორიზონტალურად წანაცვლებული სიჩქარის მქონე ზონალურ დინებებში. ჩვენ რიცხვითი მეთოდით შევისწავლეთ შეშფოთებული ჰარმონიკების წრფივი დინამიკა ორ განსხვავებულ შემთხვევაში. ნაჩვენებია, რომ დინამიკა ძლიერადაა დამოკიდებული წანაცვლების პარამეტრზე, საწყის გრივალურობასა და ტალღური რიცხვების თანაფარდობაზე.</p>					

II.2. პუბლიკაციები:

ბ) უცხოეთში

სტატიები

N	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათაური, ჟურნალის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/ კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	ხარშილაძე ო., ჩარგაზია ხ.	Numerical model of zonal flow generation by magnetized Rossby waves in the ionosphere with shear flow (იონოსფეროში წანაცვლებითი ფონური	v.56, 6 მიღებულია	მოსკოვი, რუსეთი; MAIK – Publishing House	24

		<p>დინებებისას დამაგნიტებული როსბის ტალღებით ზონალური დინებების გენერაციის რიცხვითი მოდელირება // Geomagnetizm I Aeronomia</p>			
--	--	--	--	--	--

ანოტაცია

ნაშრომი ეძღვნება ზონალური დინებების გენერაციის თეორიული აღწერის ამოცანას წანაცვლებითი დინებებით მართულ ტურბულენტურ იონოსფეროში. მიღებულია ჩარნი-ობუხოვის ტიპის განზოგადოებული განტოლება, რომელიც აღწერს ხუთი განსხვავებული მასშტაბების მქონე მოდების არაწრფივ ურთიერთქმედებას: პირველადი, შედარებით მოკლელტალღოვანი ულტრა დაბალი სიხშირის (უდს) დამაგნიტებული როსბის ტალღის, მისი ორი სატელიტის, გრძელტალღოვანი ზონალური დინების და დიდმასშტაბიანი ფონური წანაცვლებითი დინების (არაერთგვაროვანი ქარი). გამოკვლეულია არაწრფივი ეფექტების (ეექტორული, სკალარული) გავლენა დიდმასშტაბიანი ზონალური დინებების ფორმირებაზე სასრული ამპლიტუდის დამაგნიტებული როსბის ტალღებით დისიპაციურ იონოსფეროში. გამოყენებულია მოდიფიცირებული პარამეტრული მიდგომა. შეშფოთებათა ამპლიტუდებისათვის შესაბამის განტოლებათა სისტემის თეორიული ანალიზის საფუძველზე (საკუთარ რიცხვებზე განზოგადოებული ამოცანა) გამოვლენილია შედარებით მცირემასშტაბიანი უდს დამაგნიტებული როსბის ტალღებისა და ფინური წანაცვლებითი დინების დიდმასშტაბიან ზონალურ დინებებში ენერჯის გადაქაჩვის და ხუთი ტალღისგან შემდგარი კოლექტიური აქტივობის არაწრფივი ორგანიზაციის ახალი თავისებურებები იონოსფერულ გარემოში. ზონალური დინების გენერაცია განპირობებულია სასრული ამპლიტუდის დამაგნიტებული როსბის ტალღის რეინოლდსის ძაბვით და ფონური დინების ზემოქმედებით.

2	<p>რ.ჭანიშვილი, გ.ჩაგელიშვილი ე.უჩავა ო.ხარშილაძე</p>	<p>Linear coupling of planetary scale waves in ionospheric zonal shear winds: Generation of fast magnetic waves (იონოსფეროს ზონალურ წანაცვლებით ქარში პლანეტარული მასშტაბის ტალღების წრფივი ბმა) Physics of plasmas,</p>	<p>2016, 23, 042109</p>	<p>ამერიკის შეერთებული შტატები/ American Institute of Physics</p>	<p>9</p>
---	---	--	-----------------------------	--	----------

ანოტაცია

შესწავლილია წანაცვლებითი დინების არანორმალურობით გამოწვეული პლანეტარული მასშტაბის ნელი მოდიფიცირებული როსბის ტალღებისა და დასავლეთით გავრცელებადი სწრაფი დამაგნიტებული (ხანთაძის) ტალღების წრფივი ბმა. ტალღების წრფივი დინამიკის კვლევა ჩატარებულია მათემატიკური ფორმალიზმით, რომელიც განსხვავდება ფართოდ გავრცელებულისაგან. შემოთავაზებული ანალიზი საშუალებას იძლევა განცალკევდნენ ერთმანეთისაგან სხვადასხვა ფიზიკური პროცესები, აღწერილ იქნას მათი ურთიერთგავლენა შემუშავდეს იონოსფერული ზონალური დინებების ნელი და სწრაფი ტალღების წრფივი ბმის ბაზური ფიზიკა. ნაჩვენებია, რომ: ნელი როსბის ტალღები აგენერირებენ სწრაფ დამაგნიტებულ ტალღებს იონოსფეროსა და წანაცვლებითი დინების პარამეტრების საკმაოდ ფართო არეალისათვის; წრფივი ტრანზიენტული პროცესები ხასიათდებიან ძლიერი ანიზოტროპიით ტალღური რიცხვების სივრცეში; დამაგნიტებული ტალღების

გენერაცია ყველაზე ეფექტურია მაშინ როდესაც დინების ნორმალისებული წანაცვლების პარამეტრი 0.1 -ის რიგისაა. ოპტიმალურად გენერირებული დამაგნიტებული ტალღების ჰარმონიკების დინების გასწვრივი ტალღური რიცხვი მცირდება ჰოლის პარამეტრის ზრდასთან ერთად. ბოლოს გაანალიზებულია აღწერილი ანიზოტროპული წრფივი დინამიკის გავლენა არაწრფივ პროცესებზე.

3	<p>თ.კალაძე, ო.ხარშილაძე</p>	<p><u>Generation of electrostatic drift zonal flows under the action of mean sheared flows</u></p> <p>(ელექტროსტატიკური დრეიფული ზონალური დინებების გენერაცია ფონური წანაცვლებითი დინებების ზემოქმედებისას) / Physics of plasmas</p>	<p>2016, 23, 122306</p>	<p>ამერიკის შეერთებული შტატები/ American Institute of Physics</p>	6
---	----------------------------------	--	-----------------------------	--	---

ანოტაცია

სტატიაში განხილულია დამაგნიტებულ პლაზმაში არაერთგვაროვანი პოლოიდალური ფონური წანაცვლებითი დინებების ზემოქმედებისას მცირე მასშტაბიანი ელექტროსტატიკური დრეიფული ტალღური ტურბულენტობით დიდმასშტაბიანი ზონალური დინებების გენერაციის შესაძლებლობა. განიხილება იონის ლარმორის რადიუსთან შედარებით დიდმასშტაბიანი დრეიფული სტრუქტურები. ამ მიზნით მიღებულია განზოგადებული ჰასეგავა-მიმას განტოლება, რომელიც შეიცავს როგორც ვექტორულ, ასევე სკალარულ არაწრფივობას. მიღებულია შესაბამისი ამოცანა საკუთარ რიცხვებზე, რომელიც ამოხსნილია რიცხვითი მეთოდით. ნაჩვენებია ფონური დინების ამპლიტუდის და ელექტრონული ტემპერატურის სივრცული არაერთგვაროვნების როგორც დესტაბილიზაციის ფაქტორის როლი.

4	<p>კალაძე თ, ჩარგაზია ხ., ხარშილაძე ო, წამალაშვილი ლ.</p>	<p>პლანეტარული ტალღების მიერ ზონალური დინებისა და მაგნიტური ველის გენერაცია დედამიწის იონოსფეროში // გამოყენებითი მათემატიკისა და ფიზიკის ჟურნალი (JAMP)</p>	<p>4, P. 487- 491, 2016</p>	<p>ირვინი, კალიფორნია, აშშ, SCIRP – an Academic Publisher</p>	4
---	---	--	---------------------------------	---	---

ანოტაცია

ნაჩვენებია დიდმასშტაბიანი ზონალური დინებისა და მაგნიტური ველის გენერაციის შესაძლებლობა იონოსფეროში მოკლე ტალღოვანი დაბალსიხშირული ტალღების ურთიერთქმედებით. გამოვლენილია და კარგადაა შესწავლილი შიდა გრავიტაციული ფენის, როსბი-ხანთაძის, როსბი-ალფენ-ხანთაძის და არადაჯახებადი ელექტრონის სკინ სისქის დრეიფულ ალფენის ბმული ტალღების გავრცელება. აღნიშნული ბმული ტალღების წანაცვლებით დინებებთან არაწრფივი ურთიერთქმედების შესასწავლად მიღებულია სათანადო არაწრფივ განტოლებათა სისტემა. არამდგრადობის მექანიზმი დაფუძნებულია სასრულო ამპლიტუდიან მოკლე პლანეტარული ტალღების არაწრფივ პარამეტრულ სამმაგ ურთიერთქმედებებზე, რომელიც იწვევს ენერჯის უკუკასკადს გრძელტალღოვანი არისკენ. ნაჩვენებია, რომ ამგვარი

ურთიერთქმედებებით შესაძლებელია ინტენსიური მაგნიტური ველების გენერაცია. შესაბამისი ზრდის სიჩქარე შესწავლილია საფუძვლიანად.

III. 1. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა
ა) საქართველოში

N	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოსხენების სათაური	ფორუმის დასახელება, ჩატარების დრო და ადგილი
1	ო. ხარშილაძე, ხ. ხარგაზია	ზონალური სტრუქტურების გენერაციის მოდელირება არაერთგვაროვან იონოსფერულ დინებებში და თანამგზავრული მონაცემების რეკურენტული ანალიზი	თსუ ზუსტ და საბუნებისმეტყველო ფაკულტეტის 4-ე ყოველწლიური საერთაშორისო კონფერენცია ივანე ჯავახიშვილის დაბადებიდან 140 იუბილისადმი მიძღვნილი, 25-30 იანვარი, თბილისი, საქართველო
<p>მოსხენების ანოტაცია</p> <p>დედამიწის ახლომდებარე კოსმოსური გარემო (იონოსფერო, მაგნიტოსფერო) ხასიათდება რთული დინამიკით და ასეთი პროცესების მოდელირებისათვის, განსაკუთრებით გარედან არასტაციონალური (დარტყმითი) ზემოქმედების პირობებში მნიშვნელოვანია დინამიკის დეტერმინირებული და სტოქასტური ნაწილების შეფასება, როგორც დიდმასშტაბიანი ტალღური სტრუქტურების, ასევე ფრაქტალური ბუნების სტრუქტურების გენერაციის შესაძლებლობის გამოკვლევა.</p> <p>ექსპერიმენტალური მონაცემების დამუშავების და მათი ფიზიკური და თეორიული ინტერპრეტაციის მიზნით შეიქმნა პლაზმური შეშფოთებების არაწრფივი დინამიკის აღმწერი ფიზიკური მოდელი. ამ მოდელში გათვალისწინებულია შეშფოთებების გეოკოსმოსურ სივრცულად არაერთგვაროვან დინებებთან ურთიერთქმედების არაწრფივი მექანიზმები. ამ დინებებიდან ენერგეტიკულად ყველაზე მნიშვნელოვანია ზონალური ტიპის დინებები და ჩატარებულია ასეთი დიდმასშტაბიანი სტრუქტურების ფორმირების რიცხვითი მოდელირება.</p> <p>არაწრფივი დინამიკის მეთოდებით შესწავლილია TEMIS სატელიტური მისიის მიერ დამზერილი მაგნიტოსფერული დინებების სიჩქარის და მაგნიტური ველის შეშფოთებების მდგენელების დროითი მწკრივები. ამ მონაცემების ციფრული დამუშავებისათვის გამოყენებულია რეკურენტული დიაგრამების მეთოდი, რომელიც ეფექტურად მუშაობს მოკლე მონაცემთა მწკრივებისთვის. რეკურენტულობა არის დისიპაციური დინამიური სისტემების ფუნდამენტური თვისება, რაც გამოყენებულია მაგნიტოსფეროს კუდში რელაქსაციური პროცესების ანალიზისთვის. პლაზმური შეშფოთებების არაწრფივი ანალიზის შედეგები ინტერპრეტაციისთვის შედარებულია ლორენცის მოდელით და ვეიერშტრასის ფუნქციით მიღებულ სიგნალებთან. რეკურენტული დიაგრამების მეთოდის საშუალებით გამოვლენილია ექსპერიმენტებში გაზომილი სიგნალების ფრაქტალური ბუნება და დინამიური ქაოსის პარამეტრები. ერთმანეთთან შედარებულია რიცხვითი მოდელირებით და თანამგზავრული მონაცემების დამუშავებით მიღებული შედეგები.</p>			
2	თ. კალაძე, ო. ხარშილაძე, ხ. ხარგაზია	ულტრა დაბალი სიხშირის ელექტრომაგნიტური ტალღების ტრანზიენტული ზრდა წანაცვლებითი	XXX თსუ ი. ვეკუას სახელობის გამოყენებითი მათემატიკის ინსტიტუტის გაფართოებული

	ქარებით მართულ იონოსფეროში	სემინარი, 20-22 აპრილი, 2016; თბილისი, საქართველო
--	----------------------------	---

მოსხენების ანოტაცია

გამოვლენილია ულტრადიდი სიხშირის ელექტრომაგნიტური ტალღური სტრუქტურების ტრანზიენტულ ზრდა და შემდგომ წრფივი და არაწრფივი დინამიკა მბრუნავ დისიპაციურ იონოსფეროში, რომელიც განპირობებულია არაერთგვაროვანი ზონალური ქარების (წანაცვლებითი დინება) არსებობით. პლანეტარული უდს ელექტრომაგნიტური ტალღები გენერირდებიან იონოსფერულ გარემოსა და სივრცით არაერთგვაროვანი გეომაგნიტური ველის ურთიერთქმედებით. ნაჩვენებია, რომ ეს ტალღური შემოფოთებები ეფექტურად ქაჩავენ ენერგიას. ეს შემოფოთებები თვითორგანიზდებიან არაწრფივი განმხოლოებული, ძლიერად ლოკალიზებული უდს ელექტრომაგნიტური გრიგალური სტრუქტურების სახით, განპირობებული შემოფოთებათა პროფილის არაწრფივი გრეხით. წანაცვლებითი ქარის სიჩქარის პროფილზე დამოკიდებულებით არაწრფივი უდს ელექტრომაგნიტური სტრუქტურები შეიძლება იყოს მონოპოლური, გრიგალური ჯაჭვი ან გრიგალური ბილიკი არაერთგვაროვანი ზონალური ქარის ფონზე. ანალიზური და რიცხვითი გამოთვლებიდან ნათელი ხდება, რომ სტაციონარული გრიგალური სტრუქტურების წარმოსაქმნელად საჭიროა სიჩქარის გადატანის რაიმე ზღვრული მნიშვნელობა ორივე დისიპაციური და არადისიპაციური იონოსფერული პლაზმისათვის. შესწავლილია გრიგალების ჩაქრობის დროითი და სივრცითი მახასიათებლები. შეფასებულია გრიგალის არსებობის მახასიათებელი დრო დისიპაციური იონოსფეროში. ხანგრძლივ გრიგალურ სტრუქტურებს გადააქვთ ჩაჭერილი ნაწილაკები, სითბო და ენერგია. ამრიგად, განსახილველი სტრუქტურები შეიძლება წარმოადგენდნენ უდს ელექტრომაგნიტურ ტალღურ მაკროტურბულენტობის სტრუქტურულ ელემენტებს იონოსფეროში.

3	ო. ხარშილაძე, ხ. ჩარგაზია, თ. კალაძე	სეისმური ავტორხევეები მიწისძვრის მარტივ მოდელებში	XXX თსუ ი. ვეკუას სახელობის გამოყენებითი მათემატიკის ინსტიტუტის გაფართოებული სემინარი, 20-22 აპრილი, 2016; თბილისი, საქართველო
---	--	---	--

მოსხენების ანოტაცია

სეისმური პროცესების მოდელირების მიზნით განხილულია ტექტონიკური ფილების მოძრაობის დინამიკა ხახუნის ძალის შტრიბეკ-ეფექტის გათვალისწინებით. მარტივი ერთბლოკიანი სისტემის ჰაიკინის ამოცანაში ბლოკის დაბალი სიჩქარეებისათვის მიღებულია ვანდერპოლის განტოლება, რომელიც აღწერს ფრიქციულ ავტორხევეებს. ამ მოდელში ნაჩვენებია „სტიცკ-სლიპ“ დინამის არსებობა, რომლის შესწავლა აქტუალურია მიწისძვრის პროცესების შესაძლო მექანიზმის გამოსავლენად. განხილულია ორი ბმული ვანდერპოლის ოსცილატორის დინამიკა, რომელშიც გარე პერიოდული ძალის არსებობისას დაბალსიხშირული პერიოდული „ტექტონიკური“ სიგნალის ფონზე გამოვლენილია მაღალსიხშირული „სეისმური“ რხევები. ასეთი სიგნალები მიღებულია რეალური სეისმური გაფილტრული სიგნალებიდან, რაც გვიჩვენებს მოდელის კარგ თვისობრივ თანხვედრას რეალურ სეისმურ დაკვირვებებთან.

რიცხვითი მეთოდების გამოყენებით ასევე შესწავლილია ერთი და ორ-ბლოკიანი სისტემების არაწრფივი დინამიკა მშრალი ხახუნის სხვადასხვა ანალიზური მოდელის საშუალებით სიჩქარის შეზღუდვის გარეშე და ნაჩვენებია როგორც „სტიცკ-სლიპ“ მოძრაობის, ასევე დეტერმინირებული ქაოსის შესაძლებლობა შტრიბეკ-ეფექტის გათვალისწინებით. რეგულარული და ქაოსური მოძრაობები თვისობრივად შესწავლილია მოდელში მიღებული სიგნალების სპექტრალური ანალიზით, ბიფურკაციული დიაგრამებით და ფაზური ტრაექტორიების პუანკარეს კვეთების

აგებით. დეტერმინირებული ქაოსის არსებობა ასეთ მარტივ მოდელებშიც პრობლემურს ხდის მიწისძვრის პროგნოზირებას, მაგრამ იძლევა პროცესის ფიზიკურ სურათს.

4	ხ. ჩარვაზია, ო. ხარშილაძე, თ. კალაძე	ზონალური დინებების გენერაცია წანაცვლებითი დინებებით მართულ იონოსფეროში	XXX თსუ ი. ვეკუას სახელობის გამოყენებითი მათემატიკის ინსტიტუტის გაფართოებული სემინარი, 20-22 აპრილი, 2016; თბილისი, საქართველო
---	--	--	--

მოხსენების ანოტაცია

შესწავლილია ზონალური დინებების გენერაციის ამოცანა წანაცვლებითი დინებებით მართულ ტურბულენტურ იონოსფეროში. მიღებულია ჩარნი-ობუხოვის ტიპის განზოგადოებული განტოლება, რომელიც აღწერს ხუთი განსხვავებული მასშტაბების მქონე მოდების არაწრფივ ურთიერთქმედებას: პირველადი, შედარებით მოკლექალღოვანი ულტრა დაბალი სიხშირის (უდს) დამაგნიტებული როსბის ტალღის, მისი ორი სატელიტის, გრძელტალღოვანი ზონალური დინების და დიდმასშტაბიანი ფონური წანაცვლებითი დინების (არაერთგვაროვანი ქარი). გამოკვლეულია არაწრფივი ეფექტების (ეექტორული, სკალარული) გავლენა დიდმასშტაბიანი ზონალური დინებების ფორმირებაზე სასრული ამპლიტუდის დამაგნიტებული როსბის ტალღებით დისიპაციურ იონოსფეროში. გამოყენებულია მოდიფიცირებული პარამეტრული მიდგომა. გამოვლენილია შედარებით მცირემასშტაბიანი უდს დამაგნიტებული როსბის ტალღებისა და ფონური წანაცვლებითი დინების დიდმასშტაბიან ზონალურ დინებებში ენერჯის გადაქაჩვის ახალი თავისებურებები იონოსფერულ გარემოში.

5	ო. ხარშილაძე, ხ. ჩარვაზია	ზონალური სტრუქტურების თეორიული და რიცხვითი ანალიზი არაერთგვაროვან იონოსფერულ გარემოში	საქართველოს მათემატიკოსთა კავშირისა და საქართველოს მექანიკოსთა კავშირის VII ერთობლივი საერთაშორისო კონფერენცია მიძღვნილი აკადემიკოს ნიკო მუსხელიშვილის დაბადებიდან 125 წლისთავისადმი; ბათუმი, საქართველო; 5-9 სექტემბერი, 2016
---	------------------------------	---	--

მოხსენების ანოტაცია

თანამგზავრული ექსპერიმენტალური მონაცემების დამუშავების და მათი ფიზიკური და თეორიული ინტერპრეტაციის მიზნით შეიქმნა პლაზმური შემფოთებების არაწრფივი დინამიკის აღმწერი ფიზიკური მოდელი. ამ მოდელში გათვალისწინებულია შემფოთებების გეოკოსმოსურ სივრცულად არაერთგვაროვან დინებებთან ურთიერთქმედების არაწრფივი მექანიზმები. ამ დინებებიდან ენერგეტიკულად ყველაზე მნიშვნელოვანია ზონალური ტიპის დინებები და ჩატარებულია ასეთი დიდმასშტაბიანი სტრუქტურების ფორმირების რიცხვითი მოდელირება.

არაწრფივი დინამიკის მეთოდებით შესწავლილია TEMIS სატელიტური მისიის მიერ დამზერილი მაგნიტოსფერული დინებების სიჩქარის და მაგნიტური ველის შემფოთებების მდგენელების დროითი მწკრივები. ამ მონაცემების ციფრული დამუშავებისათვის გამოყენებულია რეკურენტული დიაგრამების მეთოდი, რომელიც ეფექტურად მუშაობს მოკლე მონაცემთა მწკრივებისთვის. რეკურენტულობა არის დისიპაციური დინამიური სისტემების ფუნდამენტური თვისება, რაც გამოყენებულია მაგნიტოსფეროს კუდში რელაქსაციური პროცესების ანალიზისთვის. პლაზმური შემფოთებების არაწრფივი ანალიზის შედეგები ინტერპრეტაციისთვის შედარებულია ლორენცის მოდელით და ვეიერშტრასის ფუნქციით მიღებულ სიგნალებთან. რეკურენტული დიაგრამების მეთოდის საშუალებით გამოვლენილია ექსპერიმენტებში

გაზომილი სიგნალების ფრაქტალური ბუნება და დინამიური ქაოსის პარამეტრები. ერთმანეთთან შედარებულია რიცხვითი მოდელირებით და თანამგზავრული მონაცემების დამუშავებით მიღებული შედეგები.

ბ) უცხოეთში

N	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის დასახელება, ჩატარების დრო და ადგილი
1	კალაძე თ., ხარშილაძე ო., ჩარგაზია ხ.	უღს ელექტრომაგნიტური სტრუქტურების ტრანზიენტული ზრდა წანაცვლებითი დინებებით მართულ იონოსფეროში	მეორე საერთაშორისო კონფერენცია ასტროფიზიკასა და კოსმოსურ სივრცეში (APSS 2016); ბეიჯინგი, ჩინეთი; 28 თებერვალი-1 მარტი, 2016
<p>მოხსენების ანოტაცია</p> <p>პლანეტარული უღს ელექტრომაგნიტური ტალღები გენერირდებიან იონოსფერულ გარემოსა და სივრცით არაერთგვაროვანი გეომაგნიტური ველის ურთიერთქმედებით. ნაპოვანია დიდმასშტაბიანი უღს ელექტრომაგნიტური ტალღების გენერაციის და შემდგომი გაძლიერების ეფექტური წრფივი მექანიზმი წანაცვლებით დინებებში. ნაჩვენებია, რომ ეს ტალღური შეშფოთებები ეფექტურად ქაჩავენ ენერგიას წანაცვლებითი დინებებისგან და ზრდიან საკუთარ ენერგიას და ამპლიტუდას (რამდენიმე რიგით) დროის მიხედვით ალგებრული წესით. ამპლიტუდის ზრდასთან ერთად ირთება თვითლოკალიზების მექანიზმი და ეს შეშფოთებები თვითორგანიზდებიან არაწრფივი განმხოლოებული, ძლიერად ლოკალიზებული უღს ელექტრომაგნიტური გრიგალური სტრუქტურების სახით, განპირობებული შეშფოთებათა პროფილის არაწრფივი გრეხით. ჩატარებულია ანალიზური და რიცხვითი გამოთვლები. შესწავლილია გრიგალების ჩაქრობის დროითი და სივრცითი მახასიათებლები.</p>			
2	კალაძე თ., ხარშილაძე ო., ჩარგაზია ხ.	ზონალური დინებისა და მაგნიტური ველის გენერაცია პლანეტარული ტალღების მიერ დედამიწის იონოსფეროში	მეორე საერთაშორისო კონფერენცია ასტროფიზიკასა და კოსმოსურ სივრცეში (APSS 2016); ბეიჯინგი, ჩინეთი; 28 თებერვალი-1 მარტი, 2016
<p>მოხსენების ანოტაცია</p> <p>გამოკვლეულია დიდმასშტაბიანი ზონალური დინებისა და მაგნიტური ველის გენერაციის შესაძლებლობა იონოსფეროში მოკლე ტალღოვანი დაბალსიხშირული ტალღების ურთიერთქმედებით. გამოვლენილია და კარგადაა შესწავლილი შიდა გრავეიტაციული ფენის, როსბი-ხანთაძის, როსბი-ალფენ-ხანთაძის და არადაჯახებადი ელექტრონის სკინ სისქის დრეიფულ ალფენის ბმული ტალღების გავრცელება. აღნიშნული ბმული ტალღების წანაცვლებით დინებებთან არაწრფივი ურთიერთქმედების შესასწავლად მიღებულია სათანადო არაწრფივ განტოლებათა სისტემა. არამდგრადობის მექანიზმი დაფუძნებულია სასრულო ამპლიტუდიან მოკლე პლანეტარული ტალღების არაწრფივ პარამეტრულ სამმაგ ურთიერთქმედებებზე, რომელიც იწვევს ენერგიის უკუკასკადს გრძელტალღოვანი არისკენ. ნაჩვენებია, რომ ამგვარი ურთიერთქმედებებით შესაძლებელია ინტენსიური მაგნიტური ველების გენერაცია. შესაბამისი ზრდის სიჩქარე შესწავლილია საფუძვლიანად.</p>			

3	ხარშილაძე ო., ხარგაზია ხ.	დამაგნიტებული როსბის ტალღის მიერ ზონალური დინების გენერაცია წანაცვლებით დინებიან იონოსფეროში	მე-11 ყოველწლიური კონფერენცია “პლაზმის ფიზიკასა და მზის სისტემაში”. 15-19 თებერვალი, 2016, მოსკოვი, რუსეთი.
<p>მოსხენების ანოტაცია</p>			
<p>მიღებულია ჩარნი-ობუსოვის ტიპის განზოგადოებული განტოლება, რომელიც აღწერს ხუთი განსხვავებული მასშტაბების მქონე მოდების არაწრფივ ურთიერთქმედებას: პირველადი, შედარებით მოკლეტალღოვანი ულტრა დაბალი სიხშირის (უდს) დამაგნიტებული როსბის ტალღის, მისი ორი სატელიტის, გრძელტალღოვანი ზონალური დინების და დიდმასშტაბიანი ფონური წანაცვლებითი დინების (არაერთგვაროვანი ქარი). გამოკვლეულია არაწრფივი ეფექტების (ვექტორული, სკალარული) გავლენა დიდმასშტაბიანი ზონალური დინებების ფორმირებაზე სასრული ამპლიტუდის დამაგნიტებული როსბის ტალღებით დისიპაციურ იონოსფეროში. შესაბამისი განტოლებათა სისტემის თეორიული (საკუთარ რიცხვებზე განზოგადოებული ამოცანა) და რიცხვითი ანალიზის საფუძველზე ნაჩვენებია, რომ ზონალური დინების გენერაცია განპირობებულია სასრული ამპლიტუდის დამაგნიტებული როსბის ტალღის რეინოლდსის ძაბვით და ფონური დინების ზემოქმედებით.</p>			
4	ხარშილაძე ო., ხარგაზია ხ.	ზონალური დინების გენერაციის მოდელირება არაერთგვაროვან იონოსფერულ წანაცვლებით დინებებში .	IAGA-IV ვორკშოპი, ჰურგადა, ეგვიპტე, 20-24 მარტი, 2016
<p>მოსხენების ანოტაცია</p>			
<p>დედამიწის ახლომდებარე კოსმოსური გარემო (იონოსფერო, მაგნიტოსფერო) ხასიათდება რთული დინამიკით და ასეთი პროცესების მოდელირებისათვის, განსაკუთრებით გარედან არასტაციონალური (დარტყმითი) ზემოქმედების პირობებში მნიშვნელოვანია დინამიკის დეტერმინირებული და სტოქასტური ნაწილების შეფასება, როგორც დიდმასშტაბიანი ტალღური სტრუქტურების, ასევე ფრაქტალური ბუნების სტრუქტურების გენერაციის შესაძლებლობის გამოკვლევა.</p> <p>ნაშრომში მიღებული ექსპერიმენტალური მონაცემების დამუშავების და მათი ფიზიკური და თეორიული ინტერპრეტაციის მიზნით შეიქმნა პლაზმური შეშფოთებების არაწრფივი დინამიკის აღმწერი ფიზიკური მოდელი. ამ მოდელში გათვალისწინებულია შეშფოთებების გეოკოსმოსურ სივრცულად არაერთგვაროვან დინებებთან ურთიერთქმედების არაწრფივი მექანიზმები. ამ დინებებიდან ენერგეტიკულად ყველაზე მნიშვნელოვანია ზონალური ტიპის დინებები და ჩატარებულია ასეთი დიდმასშტაბიანი სტრუქტურების ფორმირების რიცხვითი მოდელირება.</p> <p>არაწრფივი დინამიკის მეთოდებით შესწავლილია THEMIS სატელიტური მისიის მიერ დამზერილი მაგნიტოსფერული დინებების სიჩქარის და მაგნიტური ველის შეშფოთებების მდგენელების დროითი მწკრივები. ამ მონაცემების ციფრული დამუშავებისათვის გამოყენებულია რეკურენტული დიაგრამების მეთოდი, რომელიც ეფექტურად მუშაობს მოკლე მონაცემთა მწკრივებისთვის. რეკურენტულობა არის დისიპაციური დინამიური სისტემების ფუნდამენტური თვისება, რაც გამოყენებულია მაგნიტოსფეროს კულში რელაქსაციური პროცესების ანალიზისთვის.</p>			