

ელექტრული და  
ელექტრონული  
ინჟინერიის  
დეპარტამენტი

1. საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია „საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის შესახებ“ საქართველოს კანონის (მუხლი მე-4) და საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის წესდების (პუნქტი მე-5) თანახმად ატარებს საქართველოს უმაღლესი საგანმანათლებლო და სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულებების სამეცნიერო საქმიანობის წლიური ანგარიშების (დასრულებული და გარდამავალი სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების) ექსპერტიზას;

2. ექსპერტიზაზე წარმოდგენილი სამეცნიერო საქმიანობისა და დასრულებული სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოების ანგარიში უნდა მოიცავდეს შემდეგ მონაცემებს:

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

**თსუ, ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტის ელექტრული და ელექტრონული ინჟინერიის დეპარტამენტი**

\* სამეცნიერო ერთეულის ხელმძღვანელი;

**პროფ. გიორგი ღვედაშვილი**

\* სამეცნიერო ერთეულის პერსონალური შემადგენლობა.

**პროფ. გიორგი ღვედაშვილი**

**ასოც. პროფ. დავით კაკულია**

**ასისტ. პროფ. ლევან შოშიაშვილი**

**ასისტ. პროფ. ლევ გეონჯიანი**

**ასისტ. პროფ. ცისანა გაგაშვილი**

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

| №  | შესრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიხედვით | პროექტის ხელმძღვანელი | პროექტის შემსრულებლები |
|--|---|-----------------------|------------------------|
| 1  | 2   | 3                     | 4                      |
| დასრულებული კვლევითი პროექტის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე) |   |                       |                        |

**I.2.**

| № | შესრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიხედვით | პროექტის ხელმძღვანელი | პროექტის შემსრულებლები |
|---|---|-----------------------|------------------------|
| 1 | 2   | 3                     | 4                      |

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

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

| № | პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით   | დამფინანსებელი ორგანიზაცია   | პროექტის ხელმძღვანელი | პროექტის შემსრულებლები   |
|---|--|--|-----------------------|--|
| 1 | 2  | 3  | 4                     | 5  |
|   | მიზნობრივი კვლევებისა და განვითარების ინიციატივების პროგრამის ფარგლებში გამოცხადებული სახელმწიფო სამეცნიერო გრანტების 2014 წლის კონკურსის გამარჯვებული პროექტი (მთხდ/110/6-110/14; საგრანტო ხელშეკრულება #04/10; 10.02.2015)<br>“მაგნიტოაკუსტიკური ეფექტების კვლევა დიდი დროითი მახსოვრობის მაგნიტოსტიქიულ მასალებში იმპულსური ბმრ და მაგნიტური ვიდეო-იმპულსური ტექნიკის გამოყენებით“<br>საბუნებისმეტყველო მეცნიერებანი<br>ფიზიკური მეცნიერებანი | შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი და უკრაინის მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების ცენტრი | ცისანა გავაშელი       | ცისანა გავაშელი დავით გვენცაძე იური შარიმანოვი გიორგი მათიაშვილი |

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

ვრცელი ანოტაცია

პროექტის მონაწილეთა მიერ იმპულსურ ბმრ ტექნიკაზე დაყრდნობით, შემუშავებულია და რადიოსიხშირული იმპულსების, მაგნეტოაკუსტიკური სიგნალების გენერაციისა და დამახსოვრების ორიგინალური მეთოდის განვითარება. განხორციელდა მოდერნიზებული მაგნიტოაკუსტიკური ბმრ სპექტრომეტრის და ფართოხოლოვანი მაგნეტოაკუსტიკური სპექტრომეტრის გამოყენებით მაგნეტიკებში და ნანო მაგნეტიკებში დომენო-აკუსტიკური

ექოსა და მაგნეტოაკუსტიკური რეზონანსის თვისებების გამოკვლევა დაბალსიხშირული (დს) მაგნიტური ველის და მაგნიტური ვიდეო-იმპულსის (მვი) მოქმედებისას. გადაღებულია ზემოქმედების სპექტრები და გაკეთებულია ექსპერიმენტული მონაცემების თეორიული ანალიზი.

შემოთავაზებული მეთოდიკის შემდგომი განვითარება და რეალიზაცია სუპერჰეტეროდინური ბმრ ტექნიკის გამოყენებით საშუალებას იძლევა შეიქმნას ახალი თაობის ფუნქციონალური სენსორები მაღალი ხარისხის მაგნეტოდრეკადი და მაგნეტოელექტრონული მასალების გამოყენებით.

განვითარებული ტექნიკის საშუალებით სუსტი მაგნეტოაკუსტიკური სიგნალების დაფიქსირება, დაგროვება და გაძლიერება ბმრ სიგნალის ციფრული გასაშუალების ტექნიკის გამოყენებით.

პროექტის ფარგლებში მოხდა ახალი მაგნეტოაკუსტიკური და მაგნეტოსტრიქციული მასალების სინთეზირება ბიოკერამიკის საფუძველზე, რომელიც საინტერესოა ბიომედიცინაში გამოსაყენებლად.

პროექტის მიზანი იყო ასევე შემუშავებული მეთოდის პოტენციალის გამოკვლევა რადიო-სიგნალების დამუშავებისთვის რეალურ დროში მაგნიტური საშუალებების გამოყენებით, უკონტაქტო სენსორების ახალ გენერაციაში, აკუსტიკურ დეფექტოსკოპიაში და ა.შ. რაც წარმატებით განხორციელდა და ექსპერიმენტული შედეგების ანალიზის საფუძველზე აღიწერა.

პროექტის ამოცანების წარმატებით შესრულება და სუსტი მაგნეტოაკუსტიკური სიგნალების დაფიქსირება, დაგროვება და გაძლიერება ბმრ სიგნალის ციფრული გასაშუალების ტექნიკის გამოყენებით პერსპექტიულად გამოყენებადია მაგნიტური და ნანომაგნიტური მასალების შესასწავლად. რამდენადაც ბმრ ძლიერი მიკროსკოპული მეთოდია და აკონტროლებს სხვადასხვა სტრუქტურის (მაგალითად მრავალფეროვან და მარცვლოვან) ნანომაგნიტებს, რომლებიც ფართოდ გამოიყენებიან სამეცნიერო მიზნებისთვის., მრეწველობაში, ბიომედიცინაში (ჰიპერთერმია, წამლების მოწოდება, მაგნიტური სითხე, და ა.შ. ), ამდენად ეს მეთოდი საუკეთესოდ განსაზღვრას სტრუქტურის სახეობას.. მაგალითად კობალტის ბაზაზე შექმნილი ნანოკომპოზიტების რენტგენულმა ანალიზმა ვერ გაარკვია ცალსახად Cი ნანონაწილაკების კრისტალური სტრუქტურა, ხოლო ბმრ ცალსახა პასუხს იძლევა. გარდა ამისა, ბმრ საშუალებას იძლევა გაგებულ იქნას თუ რა ხდება რეალურად კომპოზიტის სიღრმეში.

Cი ბმრ წარმატებით გამოიყენება ფაზური ტრანსფორმაციის კონტროლირებაში ნანონაწილაკების მიღებისას დაფქვის საშუალებით. ბმრ ასევე წარმატებით გამოიყენება მრავალშრიანი და კომპოზიციური ნანომაგნეტიკების შესასწავლად სპინტრონიკაში გამოსაყენებლად.

ბმრ-ის გამოყენება შესაძლებელია დიდი რაოდენობით ინფორმაციის შენახვისა და დამუშავებისათვის სპინ პროცესორებში და პოტენციურად კვანტურ კომპიუტერებში.

მიუხედავად იმისა, რომ ბოლო დროს დიდი პროგრესია ციფრული მოწყობილობების სიჩქარის გაზრდაში, ფართო ზოლიანი სიგნალების რეალურ დროში დამუშავება ვერ მოგვარდება მხოლოდ ციფრული დამუშავების ტრადიციული ტექნიკის გამოყენებით.

ამჟამად რთული სიგნალების და გამოსახულებების დამუშავების ყველაზე პერსპექტიული გზაა ჰიბრიდული დამამუშავებელი მოწყობილობების გამოყენება, რომლებიც აერთიანებენ ციფრულ და ანალოგური პროცესორებს სპეციალიზირებულ მოწყობილობებში. ექო-პროცესორებს, რომლებიც მაგნიტური მასალების სპინ-ექო მოვლენას იყენებენ, შეუძლიათ ასეთი ანალოგური პროცესორების როლის შესრულება.

ბმრ მაგნეტიკების მგრძობიარობის გაზრდის მეთოდების გამოყენება შეიძლება ბირთვულ

კვადრუპოლურ რეზონანსზე დაფუძნებული სენსორების მგრძობიარობის გასაზრდელად, მათ გამოსაყენებლად ასაფეთქებლების დისტანციურად აღმოჩენისას.

ზმრ ტექნიკას დიდი შესაძლებლობები აქვს მაგნეტოაკუსტიკური გამოძახილების მისაღებად; მაგნეტოსტრიქციული მასალებსა და მაგნეტოელექტრულ კომპოზიტებში გრძელვადიანი მეხსიერების შესასწავლად. ზმრ წარმატებით გამოიყენება ბიოლოგიური ნანოსტრუქტურების დასახსიათებლად და ბიოსამედიცინო ზმრ დიაგნოსტიკაში. შესწავლილია  $H_0$  გარეშე მაგნიტური ველის მოქმედება მაგნეტოაკუსტიკურ სიგნალზე, რომელიც გენერირებულია ერთი ან სამი მვი იმპულსით და მათი ფურიეს სწრაფი გარდაქმნა (FFT) ველის სხვადასხვა მნიშვნელობისთვის და შედეგების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ  $H_0$ -ის გაზრდა ზრდის რხევის ამპლიტუდას, მაგრამ  $H_0$ -ის ამ მნიშვნელობებისათვის არ მოქმედებს სიხშირულ სპექტრზე, ექსპერიმენტული შედეგების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ დამზერილია ძლიერი მაგნეტოაკუსტიკური გამოძახილები და მათი სწრაფი ფურიე გარდაქმნის სპექტრები, რომლებიც ძალიან მგრძობიარეები არიან მაგნეტოსტრიქციული ფენების ბუნების, გარეშე მაგნიტური ველის, ტემპერატურისა და სხვა ექსპერიმენტული პარამეტრების მიმართ. ამ საფუძველზეგაკეთებულია მნიშვნელოვანი დასკვნა, რომ ამ მეთოდის გამოყენებით შესაძლებელია მგრძობიარე სენსორების განვითარება. პროექტის ფარგლებში შექმნილია ზემოაღნიშნული მგზნობიარე სენსორები.

| №  | პროექტის დასახელება<br>მეცნიერების დარგისა და<br>სამეცნიერო მიმართულებების<br>მიითითებით  | დამფინანსებელი<br>ორგანიზაცია                         | პროექტის<br>ხელმძღვანელი | პროექტის<br>შემსრულებლები   |
|----|---|---|--------------------------|---|
| 1  | 2   | 3   | 4                        | 5   |
| 2. | ფუნდამენტური<br>კვლევებისათვის<br>სახელმწიფო სამეცნიერო<br>გრანტების 2014 წლის<br>კონკურსში<br>გამარჯვებული პროექტი (<br>საგრანტო ხელშეკრულება<br># ფდ/41/3-250/14;<br>“მაგნიტური<br>ნანოკლასტერებით<br>დოპირებული<br>ნახშირბადოვანი<br>ნანონაწილაკების<br>სინთეზი და მათ<br>საფუძველზე შექმნილი<br>თვითაღმდგენი<br>მაგნიტური პოლიმერული<br>ნანოკომპოზიტური<br>ფირების დამზადება და | შოთა<br>რუსთაველის<br>ეროვნული<br>სამეცნიერო<br>ფონდი | ცისანა გავაშელი          | ცისანა გავაშელი<br>გრიგორ<br>მამნიაშვილი<br>დავით გვენცაძე<br>ლერი რუხაძე |

|   |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|
|   | დახასიათება“<br>საბუნებისმეტყველო<br>მეცნიერებანი<br>ფიზიკური მეცნიერებანი |  |  |  |
| დასრულებული პროექტის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ<br>ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)  |  |  |  |  |
| <p style="text-align: center;"><b>ვრცელი ანოტაცია</b></p> <p>პროექტის ძირითად მიზანს წარმოადგენდა მაგნიტური ნანოკლასტერებით დოპირებული ნახშირბადოვანი ნანონაწილაკების სინთეზი და ამ სინთეზის საფუძველზე შექმნილი თვითაღმდგენი მაგნიტური პოლიმერული ნანოკომპოზიტური ფირების დამზადება და დახასიათება. ამ მიზნის მისაღწევად პროექტის ფარგლებში შესრულდა დაგეგმილი ამოცანები. უპირველეს ყოვლისა მოხდა მაგნიტური ნანოკლასტერებით დოპირებული ნახშირბადოვანი ნანონაწილაკების სინთეზის პროცესისათვის განვითარდა ფერომაგნიტური კლასტერებით დოპირებული მაგნიტური ნახშირბადის ნანონაწილაკების სინთეზირების ტექნოლოგია, რომელიც აერთიანებს ეთანოლის ორთქლის პიროლიზის მეთოდს და ორთქლის ქიმიური დალევის მეთოდს. მეთოდის შერჩევასთან ერთად შესაბამისად განხორციელდა ნახშირწყალბადების კატალიზური პიროლიზის მეთოდით მაგნიტური კლასტერული ნანოფხვნილების მისაღები დანადგარის მოდერნიზაცია. საგრანტო პროექტის ავტორთა მიერ განხორციელდა კლასტერული ნანოფხვნილების მიღება და მიღებული ნანოფხვნილების მაგნიტური და სტრუქტურული შესწავლა. პროექტის ფარგლებში შეიქმნა დაბალსიხშირული ინდუქციური გამაცხელებლის მუშა მოწყობილობა. ამ მოწყობილობის საშუალებით განხორციელდა Fe, Co და Ni-ის კლასტერებით დოპირებული ნახშირბადის ნანოფხვნილები მაგნიტური კლასტერული ნანოფხვნილების მიღება.</p> <p>პოლიმერულ კომპოზიტებში ნანონაწილაკების თვითორგანიზების გამოკვლევისთვის საჭიროა ნანონაწილაკების დიფუზიის პროცესების გაგება. როგორც ცნობილია, ნანონაწილაკები ჩვეულებრივ კომპოზიტებში, პოლიმერული ნანოკომპოზიტებისაგან (პნკ) განსხვავებით, არსებითად უმოძრაონი არიან, განსაკუთრებით გამინების ტემპერატურის (<math>T_g</math>) ზემოდ. გარდა ამისა, ნანონაწილაკების დიფუზიური პროცესების ცოდნა მნიშვნელოვანია თვითაღმდგენი მასალების განვითარებისათვის და დანაფარებისათვის, სადაც ნანონაწილაკები მიგრირებენ სხვადასხვა დეფექტური ადგილებისკენ. კობალტის მაგნიტური ნანოკლასტერებით დოპირებულ ნახშირბადის ნანონაწილაკების დიფუზიური პროცესების შესასწავლად დამზადდა პოლიმერული ნიმუშების სერიები. შესწავლილ იქნა C+Co ნანონაწილაკების დიფუზიის პროცესი სუფთა ფირთან გამყოფი ზედაპირის გავლით სხვადასხვა ზემოქმედებისას: ტემპერატურის, მუდმივი მაგნიტური ველის, ცვლადი მაგნიტური ველის და მათი კომბინაციებისთვის, რის ხარჯზეც მოხდა დამზადებული ფირების სერტიფიცირება (თვისებების მიხედვით დახარისხება) თვითაღმდგენის პროცესის გათვალისწინებით. გამოკვლეული იყო ფირების ადგეზიის პროცესი, რაც მნიშვნელოვანია მათი თვითგანკურნების ეფექტურობის შესაფასებლად. გამოირკვა, რომ ნანონაწილეკების საუკეთესო დიფუზია და კომპოზიტის ფირის საუკეთესო ადგეზია მიიღება ტემპერატურის, მუდმივი და მაგნიტური ველების კომბინირებული ზემოქმედებისას. პოლიმერული კომპოზიტურ ნიუმუშს აქვს კარგი ელექტრული და ადგეზიური თვისებები და წარმოადგენს პერსპექტიულ მასალას პოტენციური პრაქტიკული გამოყენებისათვის.</p> |  |  |  |  |

| №  | პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიითითებით   | დამფინანსებელი ორგანიზაცია                | პროექტის ხელმძღვანელი | პროექტის შემსრულებლები |
|----|---|---|-----------------------|------------------------|
| 1  | 2   | 3   | 4                     | 5                      |
| 3. | „ახლო ინფრაწითელ გამოსხივებაზე დაფუძნებული ახალი სამედიცინო მოწყობილობა პროსტატის კიბოს ადრეულ სტადიაზე ვიზუალიზაციისა და დიაგნოსტიკისთვის“<br><b>ინჟინერია და ტექნოლოგიები სამედიცინო ტექნოლოგია</b> | შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი | ბესარიონ ფარცვანია    | ლევან შოშიაშვილი       |

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

#### ვრცელი ანოტაცია

პროსტატის კიბოსაგან სიკვდილიანობას მეორე ადგილი უკავის მამაკაცებში ფილტვების კიბოთი სიკვდილიანობის შემდეგ მსოფლიოში. პროსტატის კიბოს ადრეულ სტადიაზე სიმპტომები არ გააჩნია. დიაგნოსტიკის არსებული მეთოდები უმეტეს შემთხვევაში ვერ ახერხებენ ადრეულ სტადიაზე კიბოს დადგენას.

ჩვენი კვლევებით დადგენილია, რომ 1) ინფრაწითელ არეში პროსტატის ქსოვილში საუკეთესო განჭოლვადობით ხასიათდება 840-850 ნმ ტალღის სიგრძის მქონე გამოსხივება; 2) ინფრაწითელი სხივების შეღწევადობა პროსტატის ქსოვილიში სხვადასხვა კიბოვანი და არაკიბოვანი ქსოვილებისათვის. არაკიბოვან ქსოვილში ინფრაწითელი გამოსხივების შეღწევის სიღმე მოცემული ტალღის სიგრძისათვის წრფივად არის დამოკიდებული ქსოვილის სისქეზე. იგივე დამოკიდებულება კიბოვანი ქსოვილისათვის არაწრფივია. 3) პროსტატექტომიის შედეგად მიღებულ პროსტატაში კიბოვანი ქსოვილის ოპტიკური სიმკვრივე გაცილებით მეტია, ვიდრე ამავე პროსტატის არაკიბოვანი ქსოვილის ოპტიკური სიმკვრივე. აქედან გამომდინარე კიბოვანი ქსოვილის შესაბამისი არის განათებულობა ბევრად ნაკლებია არაკიბოვან ქსოვილის შესაბამის არეების განათებულობისაგან და კიბოვანი არე დაიმზირება როგორც მუქი ლაქა ნათელ ფონზე. 4. დადგენილ იქნა, რომ პროსტატის განათება ინფრაწითელი პოლარიზებული სხივებით ამუჯობესებს ინფრაწითელი გამოსახულების ხარისხს და ზრდის კიბოვანი ქსოვილის შესაბამისი არის ინფრაწითელ სიმკვთერეს. 5) დამუშავებული კომპიუტრული პროგრამა საშუალებას იძლევა გაზომილ იქნას აღნიშნული განათებულობები და გამოითვალოს მათ ფარდობა. პროგრამის საშუალებით შესაძლებელია კიბოვანი ქსოვილის არაკიბოვანისაგან გარეჩევა როგორც ონლაინ ასევე ოფლინ რეჟიმებში.

შეიქმნა პროსტატის კიბოს ვიზუალიზაციის ხელსაწყო მოქმედი მოდელი და კომპიუტერული პროგრამა.

პროექტის შედეგები გამოქვეყნდა ორ საერთაშორისო იმპაქტ ფაქტორის მქონე რეფერირებად

ჟურნალში: Oncology Discovery-ში „Infrared light enables visualization of the prostate carcinoma after radical prostatectomy“ და International Journal of Research in Medical and Health Sciences (IJRSMHS)-ში “ Near Infrared Transillumination Technology as Additional Tool for Prostate Cancer Detection in vitro after Prostatectomy.”

| № | პროექტის დასახე-ლება<br>მეცნიერების დარგისა და<br>სამეც-ნიერო<br>მიმართულე-ბის<br>მიითითებით  | დამფინანსებელი<br>ორგანიზაცია                   | პროექტის<br>ხელმძღვანელი | პროექტის<br>შემსრულებლები   |
|---|---|---|--------------------------|---|
| 1 | 2   | 3   | 4                        | 5   |
| 4 | ნანოსტრუქტურირებულ<br>ი მასალები ენერგიის<br>გარდამქნელებისათვის<br><br><b>საბუნებისმეტყველო<br/>მეცნიერებანი</b><br><br><b>ინჟინერია და<br/>ტექნოლოგიები</b><br><br><b>ნანო-ტექნოლოგია</b> | შოთა რუსთაველის<br>ეროვნული<br>სამეცნიერო ფონდი | ავთანდილ<br>თავხელიძე    | დავით კაკულია,<br>მიხეილ მეზონია,<br>ვიტალი<br>ლოლობერიძე,<br>აკაკი ლომია |

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

#### ვრცელი ანოტაცია

ჰიდროკარბონებიდან ენერგიის მიღება, ძირითადად წვის საშუალებით წარმოებს. წვით მიღებული ეფექტურობა მცირეა და უქმი სითბოს გამოყოფა - გარდაუვალი. ჩვენი პროექტი ეძღვნება ახალ ნანომეტრუქტურირებულ მასალებს, ისეთი მოწყობილობებისათვის, როგორცაა თერმოელექტრული, თერმიონული და თერმოტუნელური ენერგიის გარდამქნელები. ისინი წვის პროცესში გამოყოფილ, უქმ სითბოს პირდაპირ გარდაქმნიან ელექტრულ ენერგიად და შეიძლება გამოყენებულნი იქნან ყველგან, სადაც უქმი სითბო გამოიყოფა, ბირთვული რეაქტორების ჩათვლით. ამ მოწყობილობების ღირებულება, მოცემულ მომენტში საკმაოდ მაღალია, მაგრამ ფასი მკვეთრად შემცირდება იმ შემთხვევაში, თუ მოხერხდება მათი ეფექტურობის გაზრდა. ჩვენი პროექტი, საბოლოო ჯამში, სწორედ ამას ემსახურება. გარდა ამისა, პროექტის წარმატება, გავლენას მოახდენს ისეთ მიმართულებებზე, როგორცაა აეროვნავტიკური ინჟინერია, სენსორული სიტემები, ჭაბურღილების ელექტრონიკა და სხვა.



ჩვენი პროექტის მიზანია, რომ შეიქმნას ამ მოწყობილობების ძირითადი კომპონენტები, როგორცაა: მაღალი მუხტის მატარებლების ძვრადობის მასალები მზის ელემენტებისათვის, მაღალი თერმოელექტრული ვარგისიანობის მქონე მასალები თერმოელექტრული გარდამქმნელებისათვის და დაბალი გამოსვლის მუშაობის მქონე მასალები, თერმიონული და თერმოტუნელური გარდამქმნელებისათვის.

ნანომესერი ამცირებს კვანტური მდგომარეობების სიმკვრივეს. აკრძალული კვანტური მდგომარეობებიდან ამოვარდნილი ელექტრონები იძულებულნი არიან დაიკავონ უფრო მაღალი ენერჯის მქონე კვანტური მდგომარეობები. შედეგად, ფერმის დონე  $E_F$  იზრდება. ნახევარგამტარ მასალებში, სავალენტო ზონიდან ამოვარდნილი ელექტრონები გადადიან გამტარებლობის ზონაში. ასეთ ლეგირებას არ შემოაქვს ელექტრონის დამატებითი გაბნევა და არ ამცირებს მის ძვრადობას (განსხვავებით დონორული ლეგირებისაგან). ამ ტიპის ლეგირება ინდუცირებულია გეომეტრიით და მას შეიძლება G-ლეგირება ვუწოდეთ.

მაღალი ელექტრონული ძვრადობის მქონე მასალები აუცილებელია თანამედროვე მზის ელემენტებისათვის იმისათვის, რომ მზის ელემენტებში მიღწეული იქნეს მაღალი ელექტრული გამტარებლობა, ამისათვის ხდება მასალების დონორული ლეგირება. თავის მხრივ, ლეგირებას შეაქვს იონიზირებული მინარევები, რომლებიც მუხტის მატარებლების ძვრადობას ამცირებენ. ამიტომ ელექტრული გამტარებლობა არ იზრდება საჭირო მნიშვნელობამდე. იონიზირებული მინარევები აგრეთვე ზრდიან მუხტის მატარებლების რეკომბინაციას და ამით მზის ელემენტის ეფექტურობას კიდევ უფრო ამცირებენ. ჩვენს მიერ შემოთავაზებულ G-ლეგირებას არ შეაქვს იონიზირებული მინარევები და ზრდის მზის ელემენტის ეფექტურობას.

მაღალი თერმოელექტრონული ვარგისიანობის მქონე მასალები აუცილებელია თანამედროვე თერმოელექტრული მოწყობილობებისათვის. ჩვენ შევისწავლეთ ნანომესრიანი ფენისა და პერიოდული p-n გადასასვლებისაგან შემდგარი სისტემა, რომელიც ხასიათდება გაზრდილი ვარგისიანობით. ასეთ სისტემაში, ღარების ზედა ნაწილში, მუხტის გაუბნეობის ფენა წარმოიქმნება. ნანომესრის ეფექტური სიმაღლე მცირდება და ხდება ტემპერატურის საკმაოდ ძლიერი ფუნქცია. შესაბამისად,  $E_F$ -ის ტემპერატურაზე დამოკიდებულება ძლიერდება და ვარგისიანობა მნიშვნელოვნად იცვლება.

ნიმუშების დასამზადებლად გამოვიყენეთ, როგორც მაღალი, ასევე დაბალი გარჩევისუნარიანობის მქონე ლიტოგრაფიები. დაბალი გარჩევისუნარიანობის მქონე ლიტოგრაფია, (ულტრაიისფერ ფოტოლიტოგრაფია) გამოვიყენეთ საკონტაქტო ზედაპირების ფორმირებისათვის. მაღალი გარჩევისუნარიანობის მქონე ლიტოგრაფია, (ინტერფერენციული ლიტოგრაფია) გამოვიყენეთ ნანომესრის დასამზადებლად. ინტერფერენციული ლიტოგრაფია პერიოდული ნანოსტრუქტურების მიღების, შედარებით ახალი მეთოდია. იგი დაფუძნებულია მონოქრომატიული ლაზერული სხივების ინტერფერენციაზე. ნანომესრის მისაღებად, საჭიროა კარგად ცნობილი ინტერფერენციული ზოლების მიღება. საფენი დაფარულია ფოტორეზისტით, რომელშიც ინტერფერენციული ზოლები ქმნიან მეტად და ნაკლებად დაშლილი მოლეკულების არეებს ისევე, როგორც ეს ხდება ჩვეულებრივი ფოტოლიტოგრაფიის დროს. ინტერფერენციული ლიტოგრაფიის უპირატესობა ის არის, რომ ის არ მოითხოვს რთულ აპარატურას. მეორე უპირატესობა ის არის, რომ ელექტრონულ-სხივურ ლიტოგრაფისაგან განსხვავებით, ის მუშაობს დიდ ფართობებზე. თუმცა, ინტერფერენციული ლიტოგრაფიით მხოლოდ პერიოდული სტრუქტურების დამზადება შეიძლება. ამიტომაც, იგი კარგად შეესაბამება ჩვენს ამოცანებს და ამავდროულად მარტივი და იაფია.

ჩატარებული იქნა ისეთი ელექტრული მახასიათებლების გაზომვები, როგორცაა: ელექტროგამტარობა, ელექტრონის ძვრადობა და გამოსვლის მუშაობა. ეს პარამეტრები

გავზომეთ ერთ ჩიპზე განთავსებულ, ნანომესრულ და ბრტყელ ფენებში და შედეგები შევადარეთ. შემდგომ ნანომესრის პერიოდი და სიღრმე შევცვალებთ და შედარებითი გაზომვები გავიმეორეთა, იმისათვის რომ, გაგვეგო ელექტრული პარამეტრების დამოკიდებულება ნანომესრის ზომებზე.

ჩატარებული სამეცნიერო კვლევების შედეგები სრულად შეესაბამება იმ მიზნებს, რომლებსაც პროექტი ისახავდა. კერძოდ, ექსპერიმენტალურად დადასტურებულია G-ლეგირება. ამის დასტურია ის 15 ნიმუში რომლებიც აშკარად აჩვენებენ ნანომესრის მიერ გამოწვეულ G-ლეგირებას. ნიმუშები დამზადებულია ლაზერული ინტერფერენციული ლიტოგრაფიის, ელექტრონულ სხივური ლიტოგრაფიის და ექსტრემალური ულტრაიისფერი ინტერფერენციული ლიტოგრაფიის საშუალებებით. აგრეთვე გამოყენებული იყო ისეთი ტექნოლოგიური პროცესები როგორცაა: ფოტოლიტოგრაფია, რეაქტიულ იონური დამუშავება, მეტალიზაცია და სხვა. მიღებული ნანომესრების ხაზის სიგანე 100-150 ნანომეტრია, ხოლო სიღრმე 10-40 ნმ. ნიმუშებზე ჩატარებულმა გაზომვებმა აჩვენა ლეგირების დონე, რომელიც ექვივალენტურია  $5 \times 10^{18} \text{ სმ}^{-3}$  იონიზირებული მინარევების კონცენტრაციისა. ეს ლეგირების საკმაოდ მაღალი დონეა და შეესაბამება გადაგვარებულ ნახევარგამტარს. ეს 15 ნიმუში დეტალურადაა შესწავლილი. ჩვენი დასავლელი კოლაბორატორების მონაწილეობით, გაზომილია ელექტროგამტარებლობის და ჰოლის კოეფიციენტის ტემპერატურაზე დამოკიდებულება 4-300 კელვინის დიაპაზონში. მიღებული შედეგები შეესაბამება G-ლეგირების თეორიას. აგრეთვე ამ 15 ნიმუშზე დაგროვილია ისეთი ინფორმაცია, როგორცაა ნანომესრების: ოპტიკურ, ელექტრონულ სხივურ და ატომური ძალის მიკროსკოპზე გადაღებული სურათები, ვოლტ-ამპერული მახასიათებლები, ინფორმაცია ელექტროგამტარობის ანიზოტროპიაზე, ნანომესრების თერმოელექტრულ მახასიათებლებზე და სხვა.

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

ა) საქართველოში

მონოგრაფიები

| № | ავტორი/ავტორები | მონოგრაფიის სათაური | გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა | გვერდების რაოდენობა |
|---|-----------------|---------------------|--------------------------------|---------------------|
| 1 |                 |                     |                                |                     |
| 2 |                 |                     |                                |                     |
| 3 |                 |                     |                                |                     |

სახელმძღვანელოები

| № | ავტორი/ავტორები | სახელმძღვანელოს სახელწოდება | გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა | გვერდების რაოდენობა |
|---|-----------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------------|
| 1 |                 |                             |                                |                     |
| 2 |                 |                             |                                |                     |
| 3 |                 |                             |                                |                     |

## კრებულები

| № | ავტორი/ავტორები | კრებულის<br>სახელწოდება | გამოცემის ადგილი,<br>გამომცემლობა | გვერდების<br>რაოდენობა |
|---|-----------------|-------------------------|-----------------------------------|------------------------|
| 1 |                 |                         |                                   |                        |
| 2 |                 |                         |                                   |                        |
| 3 |                 |                         |                                   |                        |

## სტატიები

| №           | ავტორი/<br>ავტორები   | სტატიის სათა-ური,<br>ჟურნა-<br>ლის/კრებულის<br>დასახელება   | ჟურნალის/<br>კრებულის<br>ნომერი                                  | გამოცემის<br>ადგილი,<br>გამომცემლობა | გვერდების<br>რაოდენობა |
|-------------|---|---|--|--------------------------------------|------------------------|
| 1<br>2<br>3 | <b>Gavasheli T.A.,</b><br>Gegechkori T.O.,<br>Mamniashvili<br>G.I., Gventsadze<br>D.I. and<br>Rukhadze L.N. | MAGNETIC<br>NANOCLUSTER-<br>DOPED CARBON<br>NANOPARTICLES<br>AND THE STUDY<br>OF SELF-HEALING<br>AND SELF-<br>ASSEMBLY<br>PROCESSES IN<br>POLYMER<br>NANOCOMPOSITES<br>ON THEIR BASIS | Georgian<br>Engineering<br>News<br>(GEN)<br>No1, vol 81,<br>2017 | Tbilisi,<br>Georgia,<br>TECHINFORM   | 9                      |

II. 2. პუბლიკაციები:  
ბ) უცხოეთში

## მონოგრაფიები

| № | ავტორი/ავტორები | მონოგრაფიის<br>სათაური | გამოცემის ადგილი,<br>გამომცემლობა | გვერდების<br>რაოდენობა |
|---|-----------------|------------------------|-----------------------------------|------------------------|
| 1 |                 |                        |                                   |                        |
| 2 |                 |                        |                                   |                        |
| 3 |                 |                        |                                   |                        |

## სახელმძღვანელოები

| № | ავტორი/ავტორები | სახელმძღვანელოს<br>სახელწოდება | გამოცემის ადგილი,<br>გამომცემლობა | გვერდების<br>რაოდენობა |
|---|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|------------------------|
| 1 |                 |                                |                                   |                        |
| 2 |                 |                                |                                   |                        |
| 3 |                 |                                |                                   |                        |

## კრებულები

| # | ავტორი/ავტორები | კრებულის სახელწოდება | გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა | გვერდების რაოდენობა |
|---|-----------------|----------------------|--------------------------------|---------------------|
| 1 |                 |                      |                                |                     |
| 2 |                 |                      |                                |                     |
| 3 |                 |                      |                                |                     |

## სტატიები

| #  | ავტორი/ავტორები  | სტატიის სათაური, ჟურნალის/კრებულის დასახელება   | ჟურნალის/კრებულის ნომერი   | გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა | გვერდების რაოდენობა |
|----|--|---|--|--------------------------------|---------------------|
| 1. | <b>T. Gavasheli</b><br>G. Mamniashvili,<br>T. Gegechkori<br><b>G. Ghvedashvili</b> | “Stady of Self-healing and Self-assebbly Processes in Polimer Nanocomposites Synthesized with Carbon Nanoparticles Doped by Magnetic Nanoclusters”<br><br>XXIIth International Seminar/Workshop on DIRECT AND INVERSE PROBLEMS OF ELECTROMAGNETIC AND ACOUSTIC WAVE THEORY DIPED-2017 | XXIIth International Seminar/Workshop on DIRECT AND INVERSE PROBLEMS OF ELECTROMAGNETIC AND ACOUSTIC WAVE THEORY DIPED-2017  | Dnipro, Ukraine                | 5                   |
| 2. | <b>T. Gavasheli</b><br>G. Mamniashvili,<br>T. Gegechkori                           | “On the <sup>55</sup> Mn NMR Echo Enhancement in Half-Metallic Heusler Compound NiMnSb in Applied Magnetic Fields”  | <a href="http://link.springer.com/article/10.1007/s10948-016-3651-7">Journal of Superconductivity and Novel Magnetism</a><br>October 2017, Volume 30, <a href="http://link.springer.com/article/10.1007/s10948-016-3651-7">Issue 10</a> , pp 2981–2984 <br><a href="http://link.springer.com/article/10.1007/s10948-016-3651-7">http://link.springer.com/article/10.1007/s10948-016-3651-7</a> | Publisher Springer US          | 4                   |
| 3. | <b>T. Gavasheli</b><br>G. Mamniashvili,  | “NMR investigation of domain wall dynamics  | IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series   | IOP Publishing                 | 7                   |

|    |   |  |   |   |   |
|----|---|--|---|---|---|
|    | T. Gegechkori   | and hyperfine field anisotropy in magnets by the magnetic video-pulse excitation method” IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1234567890 829 (2017) 012022 doi :10.1088/1742-6596/829/1/012022   | 1234567890 829 (2017) 012022<br>doi :10.1088/1742-6596/829/1/012022<br><u>Journal of Physics: Conference Series, Volume 829, Number 1</u> |   |   |
| 4. | <b>T. Gavasheli</b><br>G. Mamniashvili,<br>T. Gegechkori<br>Z. Shermadini                             | “CUMULATIVE 57Fe NMR STIMULATED ECHOES IN LITHIUM FERRITE”<br>Proceedings of Academics World International Conference, Hong Kong, 27th-28th January 2017, ISBN: 978-93-86083-34-0  | IRAJ INTERNATIONAL JOURNALS<br>ISBN:: 978--93--86083--34—0  | Hong Kong                                     | 4 |
| 5. | <b>GAVASHLI</b><br><b>T.A.,</b><br>MAMNIASHVI<br>LI G.I,<br>ZEDGINIDZE<br>T.I.,<br>SHENGELAIA<br>A.D. | “Magnetometry and optical spectroscopy study of the photocatalytic activity of TiO2 nanopowders coated by NiB nanoclusters using the electroless technology”<br>International Journal of Advances in Science Engineering and Technology, ISSN: 2321-9009<br>Vol-5, Iss-2, Spl. Issue-1 May.-2017 | International Journal of Advances in Science Engineering and Technology,<br>ISSN: 2321-9009<br>Vol-5, Iss-2, Spl. Issue-1 May.-2017       | <a href="http://iraj.in/">http://iraj.in/</a> | 4 |
| 6. | <b>D. Kakulia,</b><br>N.<br>Sazandarishvili,<br><b>G. Ghvedashvili</b>                                | Application notes on a lossy medium model in the method of auxiliary sources and solving of eigenvalue problems  | XXIth International Seminar/Workshop on DIRECT AND INVERSE PROBLEMS OF ELECTROMAGNETIC AND ACOUSTIC WAVE THEORY                           | Dnipro, Ukraine                               | 4 |

|    |   |  |  |                 |   |
|----|---|--|--|-----------------|---|
|    |   |  | DIPED-2017   |                 |   |
| 7. | <b>L. Gheonjian,</b><br>T. Paatashvili,<br>G. Kapanadze   | ELF Radio Emission Associated With Strong M6.0 Earthquake.<br>XXIIth International Seminar/Workshop on "DIRECT AND INVERSE PROBLEMS OF ELECTROMAGNETIC AND ACOUSTIC WAVE THEORY"<br>DIPED-2017   | XXIIth International Seminar/Workshop on DIRECT AND INVERSE PROBLEMS OF ELECTROMAGNETIC AND ACOUSTIC WAVE THEORY<br>DIPED-2017 | Dnipro, Ukraine | 2 |
| 8. | <b>L. Gheonjian,</b><br>T. Paatashvili,<br>G. Kapanadze,<br>L. Bebiava,<br>R. Kereselidze,<br>A. Rikadze,<br>D. Samkharadze,<br>P. Tsotskolauri,<br>I. Buzaladze, T. Digmelishvili,<br>G. Dolidze,<br>S. Evajyan, S. Gachechiladze,<br>L. Giorgobiani,<br>I. Kuprashvili,<br>G. Lomidze,<br>M. Oragvelidze,<br>S. Rakviashvili,<br>A. Tkhinvaleli,<br>I. Ubiria | Tbilisi State University Extremely Low Frequency Radiation Research Net (ELFTSU Net): the first measurements at station locations.<br>XXIInd International Seminar/Workshop on Direct and Inverse Problems of Electromagnetic and Acoustic Wave Theory (DIPED), 2017 | XXIIth International Seminar/Workshop on DIRECT AND INVERSE PROBLEMS OF ELECTROMAGNETIC AND ACOUSTIC WAVE THEORY<br>DIPED-2017 | Dnipro, Ukraine | 5 |

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

ა) საქართველოში

| №  | მომხსენებელი/<br>მომხსენებლები | მომხსენების სათაური                                 | ფორუმის ჩატარების<br>დრო და ადგილი                  |
|----|--------------------------------|---|---|
| 1. | <b>ლევან შიშიაშვილი</b>        | Eddy currents heating in female 3D model with Brest | 2017, Jan 28-31, 5th Annual Conference in Exact and |

|    |                           |   |   |
|----|---------------------------|---|---|
|    |                           | Tumor   | Natural Sciences, Tbilisi State University, Georgia,<br><a href="http://conference.ens-2017.tsu.ge/en/lecture/view/732">http://conference.ens-2017.tsu.ge/en/lecture/view/732</a>   |
| 2. | ცისანა გავაშელი           | Cumulative NMR stimulated echo in magnetic materials  | 2017, Jan 28-31, 5th Annual Conference in Exact and Natural Sciences, Tbilisi State University, Georgia,<br><a href="http://conference.ens-2017.tsu.ge/uploads/5885f4b3373d1Tsisana_Gavasheli_Eng.pdf">http://conference.ens-2017.tsu.ge/uploads/5885f4b3373d1Tsisana_Gavasheli_Eng.pdf</a> |
| 3. | ლევ გეონჯიანი             | საინჟინრო კვლევითი ამოცანები ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ელექტრონიკის და ელექტრონული ინჟინერიის სასწავლო პროგრამის პრაქტიკული ელექტრონიკის მოდულში | 2017, Jan 28-31, 5th Annual Conference in Exact and Natural Sciences, Tbilisi State University, Georgia,<br><a href="http://conference.ens-2017.tsu.ge/uploads/589372a776443Conference-Gheonjian.pdf">http://conference.ens-2017.tsu.ge/uploads/589372a776443Conference-Gheonjian.pdf</a>   |
| 4. | გ. ღვედაშვილი, დ. კაკულია | “CO” shape wire antenna“  | 2017, Jan 28-31, 5th Annual Conference in Exact and Natural Sciences, Tbilisi State University, Georgia,<br><a href="http://conference.ens-2017.tsu.ge/uploads/5891bb8574b6fdavid-kakulia-ENG.pdf">http://conference.ens-2017.tsu.ge/uploads/5891bb8574b6fdavid-kakulia-ENG.pdf</a>         |

## ბ) უცხოეთში

| #  | მომხსენებელი/<br>მომხსენებლები | მოხსენების სათაური                                       | ფორუმის ჩატარების<br>დრო და ადგილი  |
|----|--------------------------------|--|---|
| 1. | T.. Gavasheli                  | CUMULATIVE 57Fe NMR STIMULATED ECHOES IN LITHIUM FERRITE | International Conference on Nanoscience, Nanotechnology and Advanced Materials- (IC2NM) |

|    |                        |  |   |
|----|------------------------|--|---|
|    |                        |  | 2017, 27-28 January, Hong Kong<br><br><a href="http://www.academicworld.org/Conference2017/HongKong/1/IC2NM/">http://www.academicworld.org/Conference2017/HongKong/1/IC2NM/</a>   |
| 2. | <b>T.. Gavasheli</b>   | “Magnetometry and optical spectroscopy study of the photocatalytic activity of TiO <sub>2</sub> nanopowders coated by NiB nanoclusters using the electroless technology” | The 2017 TechConnect World Innovation Conference, Expo and National Innovation Summit, May 14-17, 2017, Wadhwon, DC, USA<br><br><a href="http://www.techconnectworld.com/World2017/">http://www.techconnectworld.com/World2017/</a> |
| 3. | <b>G. Kapanadze</b>    | ELF Radio Emission Associated With Strong M6.0 Earthquake.   | Dnipropetrovsk, Ukraine, September 25-28, 2017  |
| 4. | <b>P. Tsotskolauri</b> | Tbilisi State University Extremely Low Frequency Radiation Research Net (ELFTSU Net): the first measurements at station locations.                                       | Dnipropetrovsk, Ukraine, September 25-28, 2017  |

დაწესებულებას თუ საჭიროდ მიაჩნია, შეუძლია ანგარიშში შეიტანოს სხვა, მისთვის მნიშვნელოვანი აქტივობაც, რომელიც დაფინანსებულია სახელმწიფო ბიუჯეტით ან შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტით.

ანგარიშში წარმოდგენილი უნდა იყოს ნაბეჭდი (2 ეგზემპლარად) და ელექტრონული ვერსიის (CD-დისკი) სახით.

ანგარიშში, რომელიც არ არის შედგენილი ამ დანართის მოთხოვნების შესაბამისად, ექსპერტიზას (შეფასებას) არ ექვემდებარება და შეფასების შემაჯამებელ დოკუმენტში აღინიშნება ფორმულით 'არ შეფასდა'.