

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ვლადიმერ ჭავჭავაძის სახელობის კიბერნეტიკის ინსტიტუტი
შოთა რუსთაველის სამეცნიერო ფონდის გრანტით მიღებული პროექტები 2018-
2023წწ.

დანართი 4

| № | გრანტის დასახელება | ხელმძღვანელი | პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები | მოცულობა (თანხა) | სტატუსი დასრულებული/ მიმდინარე | გრანტის კოდი |
|----|--|--------------------|---|-------------------|--------------------------------|-----------------|
| 1. | ინფრაწითელი ვიზუალიზაციის ახალი მეთოდის დამუშავება რადიკალური პროსტატექტომიის და ნაწილობრივი ნეფრექტომიის შემდეგ კიბოს რეციდივის თავიდან ასაცილებლად | ბესარიონ ფარცვანია | 23.02.2023– 23.02.2026 | 186 635.8 ლარი | მიმდინარე | FR-22-195 |
| 2. | 5G ტექნოლოგიებში გამოყენებული მაღალი სიხშირის ელექტრომაგნიტური ველების ზემოქმედების გამოკვლევა ზოგიერთ ბიოლოგიურ სახეობაზე | ვერა ჯელაძე | 23.02.2023– 23.02.2026 | 240 000 ლარი | მიმდინარე | FR-22- 2771 |
| 3. | ქოლესტერულ თხევად კრისტალურ სარკეზე დაფუძნებული ჰიპერსპექტული გამოსახულების მოწყობილობა სამედიცინო გამოყენებისათვის | გია პეტრიაშვილი | 20.02.2023– 20.02.2026 | 235 000 ლარი | მიმდინარე | FR-22- 25543 |
| 4. | ინფორმაციის ჩაწერა თხევად კრისტალური | ანდრო ჭანიშვილი | 20.02.2023– 20.02.2026 | 238 000 ლარი | მიმდინარე | FR-22- 3061 |

| | | | | | | |
|----|---|---|----------------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| | ფენის ლაზერული გენერაციის სივრცული ფოტო-მოდულაციის საფუძველზე. | | | | | |
| 5. | გაბნეული ელექტრომაგნიტური ტალღების სტატისტიკური მომენტების გამოკვლევა დედამიწის ატმოსფეროში და მათი გამოყენება | გიორგი ჯანდიერი | 21.03. 2022- 21.03 2024 | 220 000 ლარი | მიმდინარე | FR-21-316 |
| 6. | დნმ-ის ბაზაზე ვერცხლისა და ოქროს ნანომავთულების შექმნა და მათი შესწავლა სპექტროსკოპული და ელექტრონულ მიკროსკოპული მეთოდით | ზაზა მელიქიშვილი (წამყვანი ორგანიზაცია თსუ, სტუ-ს კიბერნეტიკის ინსტიტუტი არის თანამონაწილე ორგანიზაცია) | 11.03.2020– 11.03.2021 | 23200 ლარი | დასრულე ბული | FR-19-- 5263 |
| 7. | სამედიცინო დანიშნულების მულტიფუნქციონალური მაგნიტური ნანოსისტემის სინთეზი ინოვაციური ტექნოლოგიით | შალვა კეკუტია | 23.12.2019- 13.07.2023 | 419 730 ლარი | მიმდინარე | AR-19- 1211 |
| 8. | კალციუმის კობალტიტის საფუძველზე მაღალეფექტური თერმოელექტრული მასალების შემუშავება დოპირებითა და ნანოინჟინერით | ნიკოლოზ მარგიანი | 31.07.2020- 29.07.2021 | 249 000 ლარი | დასრულე ბული | CARYS- 19-675 |

| | | | | | | |
|-----|--|-----------------------|----------------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| 9. | ანტიბიოტიკური წამლით ფუნქციონალიზებული მაგნიტური ნანონაწილაკების თერაპიული ზემოქმედების შეფასება სარძევე ჯირკვლის სიმსივნურ უჯრედზე. | ჯანო მარხულია | 30.07.2020– 30.07.2021 | 249 420 ლარი | დასრულე ბული | CARYS- 19-976 |
| 10. | ფართოზონიანი ნახევარგამტარული ნანომასალების სინთეზი და კვლევა ულტრაიისფერ უბანში მომუშავე ფოტოდეტექტორებში გამოსაყენებლად. | ალექსანდრე ჯიშიაშვილი | 2019-2021 | 49 200 ლარი | დასრულე ბული | YS-19-087 |
| 11. | რეალურ დროში მომუშავე უნივერსალური პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული სპექტროელიფსომეტრი | ბარბარა კილოსანიძე | 23.12.2019 - 23.12.2022 | 389 800 ლარი | დასრულე ბული | AR-19- 1154 |
| 12. | კობალტის ფუძიანი თერმოელექტრიკების ფუნქციონალური თვისებების დახვეწა დოპირებითა და მაღალენერგეტიკული გადაფქვით | ნიკოლოზ მარგანი | 27.02.2019– 26.02.2022 | 218 555 ლარი | დასრულე ბული | FR-18- 4976 |
| 13. | ბორის ნაერთებით დოპირებული ბისმუტის ფუძიანი მაღალტემპერატურული ზეგამტარების საფუძველზე თხელი ფირების შემუშავება | გიორგი მუმლაძე | 26.09.2019 - 26.03.2020 | 10 500 ლარი | დასრულე ბული | PHDF-19- 421 |

| | | | | | | |
|-----|--|---------------------------|------------------------------|-----------------|-----------------|-----------|
| 14. | ბისმუტის ფუძიანი მოწინავე ზეგამტარი მასალების შემუშავება დოპირებითა და მაღალენერგეტიკული გადაფქვით | არმენ კუზანიანი (სომხეთი) | 13.12.2018– 12.12.2021 | 209 830 ლარი | დასრულე ბული | DI-18-479 |
| 15. | ბიო-გამოყენების მაგნიტური ნანოსითხის სინთეზი პლაზმის გენერაციის გამოყენებით სითხეში | ვლადიმერ მიქელაშვილი | 10/01/2016 - 10/01/2018 | 58 300 ლარი | დასრულე ბული | YS17_15 |
| 16. | ოპტიკური ინფორმაციის ჩაწერა თხევადი კრისტალის გამოსხივების თვისების ფოტო – მოდულაციის საფუძველზე | ანდრო ჭანიშვილი | 12.12.2016– 12.12.2019 | 205 100 ლარი | დასრულე ბული | FR/217162 |
| 17. | ახალი სახეობის კვლავჩამწერი ოპტიკური დამგროვებელი სპიროპირანით დოპირებული თხევადკრისტალური ორფენოვანი პოლიმერული ფირის საფუძველზე. | გია პეტრიაშვილი | 12. 12 2016 – 12.12. 2018 | 140 000 ლარი | დასრულე ბული | FR 217330 |

ანოტაციები

1. „ინფრაწითელი ვიზუალიზაციის ახალი მეთოდის დამუშავება რადიკალური პროსტატექტომიის და ნაწილობრივი ნეფრექტომიის შემდეგ კიბოს რეციდივის თავიდან ასაცილებლად“ (2023 –2026წწ., ხელმძღვანელი ბესარიონ ფარცვანია)

მამაკაცებში პროსტატის კიბოსგან გამოწვეული სიკვდილიანობა მეორე ადგილზეა მსოფლიოში ფილტვების კიბოს შემდეგ. თირკმლის კიბოს მე-6 ადგილი უკავია მამაკაცებში კიბოთი დაავადებებს შორის. მკურნალობის ყველაზე ეფექტურ საშუალებას წარმოადგენს ქირურგიული ოპერაცია. თითოეული ამ ორგანოს ქირურგიული ოპერაციის შემდეგ საჭიროა დაავადების პოსტოპერაციული

მენეჯმენტი, რაც ძირითადად ეფუძნება ნაოპერაციები მასალის ჰისტო-მორფოლოგიური გამოკვლევის შედეგს. არასწორი ინფორმაციის შემთხვევაში შეცდომით იქნება დაგეგმილი პაციენტის პოსტოპერაციული მკურნალობის სქემა და დიდია კიბოს რეციდივის რისკი. პროსტატის კიბოზე ნაოპერაციები პაციენტების 30-40% შემთხვევაში ვითარდება ლოკალური რეციდივი. რეციდივის განვითარება დამოკიდებულია პროსტატაში არსებული კიბოს აგრესიულობის ხარისხზე. ამ რეციდივის ალბათობა მით მეტია, რაც დიდი იყო თავდაპირველი სიმსივნის აგრესიულობის ხარისხი. იმისთვის, რომ პათომორფოლოგიური პასუხი იყოს 100%-ით ზუსტი, უნდა მოხდეს მთლიანი პროსტატის ყველა ნაწილის მიკროსკოპიული ანათლების დამზადება და შემდგომ მათი მიკროსკოპის ქვეშ გამოკვლევა. ასეთი სრული გამოკვლევა პრაქტიკულად არ ტარდება. უმეტეს კლინიკებში იყენებენ ნაწილობრივი შერჩევის პრაქტიკას. სწორედ ესაა რეციდივების მაღალი პროცენტის მიზეზი.

სიახლე: წარმოდგენილ პოექტში დამუშავებული იქნება ახალი ინფრაწითელი ვიზუალიზაციის მეთოდი, რომელიც საშუალებას მოგვცემს გამოვავლინოთ კიბოს სხვადასხვა აგრესიულობის მქონე არეები მთლიანი პროსტატის ინფრაწითელ გამოსახულებაზე და მათი შესაბამისობა გლისონის ქულათა ჯამთან. ჩვენი მეთოდი უპირატესი იქნება არსებულ მეთოდებთან შედარებით მისი სიზუსტის, სისწრაფის და სიმარტივის გამო.

თირკმლის კიბოს შემთხვევაში რეკომენდებულია ნაწილობრივი ნეფრაქტომია. ნაწილობრივი ნეფრაქტომიის დროს არსებობს კიბოს რეციდივის რისკი, რომელიც დაკავშირებულია იმასთან, რომ შეიძლება თირკმლის სარეცელში ამოუჭრელი დარჩეს სიმსივნის ნაწილი.

სიახლე: არსებულთაგან განსხვავებით, პროექტის ფარგლებში შემუშავებული იქნება საიმედო მეთოდი, რომლის მეშვეობით შესაძლებელი გახდება ინტრაოპერაციულად კიბოვანი წარმონაქმნის საზღვრების ზუსტი დადგენა. ამ მეთოდის გამოყენებით საჭირო იქნება სულ რამდენიმე წუთი ზუსტი პასუხის . შედეგად ქირურგს მიეცემა საშუალება ამოჭრას დამატებითი პორცია და მიღწეულ იქნას ნეგატიური საზღვრები.

2. „5G ტექნოლოგიებში გამოყენებული მაღალი სიხშირის ელექტრომაგნიტური ველების ზემოქმედების გამოკვლევა ზოგიერთ ბიოლოგიურ სახეობაზე“ (2023 –2026წწ., ხელმძღვანელი ვერიკო ჯელაძე)

5G წარმოადგენს უკაბელო ტექნოლოგიის მეხუთე თაობას. მეხუთე თაობა მიზნად ისახავს მონაცემთა გადაცემის სიჩქარის გაზრდას, 5G ქსელები იმუშავებს რამდენიმე განსხვავებული სიხშირის დიაპაზონში. ამ სიხშირეებიდან რამდენიმე (ძირითადად 1 გჰც-ზე დაბალი, UHF) რეალურად ან ამჟამადაც გამოიყენება მობილური კომუნიკაციების წინა თაობებისთვის. ახალი სიხშირული ინტერვალები ბევრად

აღემატება UHF დიაპაზონს, მათი ტალღის სიგრძე სანტიმეტრების რიგისაა (3-30 გჰც) და გადადიან მილიმეტრულ დიაპაზონამდეც (30-300 გჰც; MMW). 5G-ში გამოყენებული ტალღის სიგრძე ახლოს იქნება მცირე ზომის ბიოლოგიური ობიექტების, განსაკუთრებით მწერებისა და პატარა ფრინველების სხეულის ზომებთან. აბ ბიოობიექტებში მოსალოდნელია EMF ენერჯის მაღალი შთანთქმა და სხეულის ქსოვილების ტემპერატურის მნიშვნელოვანი მატება, რამაც შესაბამისად შეიძლება გამოიწვიოს მავნე ზემოქმედება, შესაძლოა ზოგიერთის მათაგანის გადაშენებაც. მომავალში გამოყენებული მაღალი სიხშირის ელექტრომაგნიტური ველის (EMF) ზემოქმედების კვლევას მწერებსა და პატარა ფრინველებზე დიდი მნიშვნელობა აქვს, რადგან 5G ქსელის კომპონენტების ძალიან დიდი რაოდენობა გაზრდის EMF-ის მთლიან ექსპოზიციას გარემოში.

მოცემული პროექტის ფარგლებში ვაპირებთ კომპიუტერული მოდელების საშუალებით შევისწავლოთ სხვადასხვა სიხშირის 5G EMF-ების გავლენა ზემოაღნიშნულ ბიოობიექტებზე. ამ მიზნით, ჩვენ შევქმნით შერჩეული მწერების და ფრინველების უფრო დეტალურ 3D დისკრეტულ მოდელებს FDTD მოდელებისთვის და შევაფასებთ მთელი სხეულში სპეციფიკური შთანთქმის სიჩქარეს (SAR) და ტემპერატურის მატებას. ვინაიდან მწერების და პატარა ფრინველების სხეულის ზომები ახლოსაა 5G EMF-ების ტალღის სიგრძესთან, ამიტომ ეს EMF ადვილად შეაღწევს მათ ტვინში. ამიტომ, ჩვენ ვაპირებთ ექსპერიმენტულად გამოვიკვლიოთ აღნიშნული EMF-ების გავლენა ცალკეულ ნეირონებზე. შედეგები საშუალებას მოგვცემს ვიწინასწარმეტყველოთ ამ EMF-ების გავლენა მწერების ქცევაზე. შემოთავაზებული პროექტი ხელს შეუწყობს უსაფრთხო ექსპოზიციის დონის და 5G EMF-ების სიხშირის ჰარმონიზაციას.

მიღებული შედეგების საფუძველზე დადგინდება EMF-ების უფრო უსაფრთხო სიხშირეები და დოზები მწერებისა და პატარა ფრინველებისთვის.

პრაქტიკული ღირებულება: შემუშავდება რეკომენდაციები იმის შესახებ, თუ რომელი EMF სიხშირეები უნდა იყოს გამოყენებული 5G-ში.

3. „ქოლესტერულ თხევად კრისტალურ სარკვეზე დაფუძნებული ჰიპერსპექტრული გამოსახულების მოწყობილობა სამედიცინო გამოყენებისათვის“ (2023 –2026წწ., ხელმძღვანელი გია პეტრიაშვილი)

მულტისპექტრული და ჰიპერსპექტრული ვიზუალიზაცია არის გამოსახულების მიღების მეთოდი, რომელიც აგროვებს უფრო მეტ ფიზიკურ ინფორმაციას, ვიდრე ჩვეულებრივი ფერადი გამოსახულებები, რაც საშუალებას იძლევა დეტალურად შევისწავლოთ მასალების თვისებები. ჰიპერსპექტრული გამოსახულების (ჰსგ) სისტემები აგროვებენ სივრცულ და სპექტრულ ინფორმაციას და ქმნიან ჰიპერსპექტრულ მონაცემთა კუბს, ანუ 3D მონაცემთა ბაზას (2D სივრცითი + სპექტრული). ჰსგ-ის მონაცემების მისაღებად გავრცელებული მიდგომაა თეთრი

სინათლის წყაროს გამოყენება, როგორცაა ჰალოგენის, ან ვერცხლისწყლის-ქსენონის ნათურა და ზოლიან-გამტარი ფილტრები, პრიზმები ან მესერები შესაბამისი ტალღის სიგრძის შესარჩევად. როგორც წესი, ფილტრებიანი გორგოლაჭი გამოიყენება ფილტრების გადართვის უზრუნველსაყოფად, გორგოლაჭი წარმოქმნის ტრიგერების სერიას, რომელიც მიუთითებს კამერას, როდის გადაიღოს თითოეული კადრი. თუმცა, ამ ფაქტმა შეიძლება გავლენა მოახდინოს სპექტრალური ანალიზის სიზუსტეზე, რადგან თითოეული სპექტრული სურათი გადაღებულია დროის სხვადასხვა მომენტში.

იმ საუკეთესო მასალებს შორის, რომლებსაც შეუძლიათ სინათლის შერჩევითი არეკვლა, არიან ქოლესტერული თხევადი კრისტალები (ქტკ), რომლებიც წარმოქმნილია წაგრძელებული ფორმის მქონე ქირალური, ორგანული მოლეკულებით.

ამ პროექტში ჩვენ წარმოვადგენთ ახალ, ქტკ-ურ პოლარიზაციულ სარკეზე დაფუძნებულ ჰსგ-ის მოწყობილობას, რომელიც საშუალებას მოგვცემს მივიღოთ ისეთი ბიოლოგიური სტრუქტურების ჰიპერსპექტრული გამოსახულებები, როგორცაა მაჯის და ხელის მტევნის სისხლძარღვები. შემოთავაზებული მოწყობილობის მუშაობის პრინციპი ემყარება ქტკ-ის პოლარიზაციული სარკის სელექტიური ამრეკლობის ზოლების ტემპერატურულად მართვად, თანაბარ და უწყვეტ წანაცვლებას ოპტიკური სპექტრის ფართო სპექტრულ დიაპაზონში, ულტრაიისფერი (უი), ხილული და ახლო ინფრაწითელი (აიწ) უბნების ჩათვლით. ქტკ-ზე დაფუძნებული ჰსგ-ის სისტემა არ არის დამოკიდებული მოძრავ მექანიკურ ნაწილებზე. აქედან გამომდინარე, ისინი უფრო კომპაქტურია, ადვილას ასაწყობია, მარტივად ინტეგრირდებიან სხვა აპლიკაციებთან და აქვთ მაღალი გამოყენების პოტენციალი სხვადასხვა მიმართულებებში.

დაგეგმილი კვლევა ინტერდისციპლინური ხასიათისაა, ვინაიდან ის აერთიანებს ისეთ სამეცნიერო სფეროებს, როგორცაა ფიზიკა, ბიოლოგია და მედიცინა. შესაბამისად, პროექტში მონაწილეობს სამი კონდენსირებული ნივთიერების ფიზიკის დოქტორი, ერთი ბიოლოგიის დოქტორი და ერთი ექიმი-რეზიდენტი (კვალიფიცირებული ექიმი). დღეისათვის საქართველოში ჰსგ-ის სისტემები ფართოდ არ არის დანერგილი კლინიკებში. ჩვენ ვიმედოვნებთ, ჩვენი პროექტიდან მიღებული შედეგები, რომლებიც დაკავშირებულია ქტკ-ურ სარკეებზე დაფუძნებულ ჰსგ-ის ტექნოლოგიაზე, შეიძლება დაინერგოს საქართველოს კლინიკებში, რაც გააუმჯობესებს პაციენტების დიაგნოსტიკისა და მკურნალობის ხარისხს, სიჩქარესა და საიმედოობას. გარდა ამისა, ჩვენი ჰსგ-ის სისტემა შეიძლება გამოყენებული იქნას ისეთ მოწინავე და თანამედროვე ტექნოლოგიურ მიმართულებებში, როგორცაა: სოფლის მეურნეობა, გარემოს მონიტორინგი, ბიოტექნოლოგია, დისტანციური ზონდირება, ასტროფიზიკა, საკვების ანალიზი, მანქანური ვიზუალიზაცია და შიდა უსაფრთხოება, რასაც, ჩვენი აზრით, დადებითი გავლენა ექნება საქართველოს სოციალურ-პოლიტიკურ და ტექნოლოგიურ პროგრესზე.

4. "ინფორმაციის ჩაწერა თხევად კრისტალური ფენის ლაზერული გენერაციის სივრცული ფოტო-მოდულაციის საფუძველზე" (2023–2026წწ., ხელმძღვ. ანდრო ჭანიშვილი).

პროექტში ფოტომოდულირებად პარამეტრად შემოთავაზებულია გამოყენებული იქნას ოპტიკური მასალის ლაზერული გამოსხივებისათვის დამახასიათებელი თვისებები. ფოტომგრძობიარე მასალა თხელი ფირის სახით მოქმედებს როგორც აქტიური, რეზონატორთან შეკავშირებული გარემო, რომელსაც გააჩნია ლაზერული გამოსხივების გენერაციის უნარი, ხოლო ინფორმაციის ჩაწერა ხდება ფირის ლაზერული გამოსხივების სივრცული ფოტომოდულაციით.

წარმოდგენილ პროექტში ფოტომგრძობიარე ლაზერულ ფირად გამოყენებული იქნება თხელი (10...40 მკმ) საღებარ-ჩამატებული ფოტომგრძობიარე ქოლესტერული თხევადი კრისტალის (ქთკ-ს) ფენა. ჩვენი აზრით, ალბათ არ მოიძებნება სხვა მასალა, რომელსაც გააჩნია როგორც სინათლით მართვადი პერიოდული სტრუქტურა, ასევე ლაზერული გენერაციის უნარი ასეთ თხელ ფენებში.

საწყის მდგომარეობაში ლუმინესცენციური საღებარით გააქტიურებული ქთკ ფენა მზად არის გამოასხივოს ლაზერული სინათლე ზედაპირის ნებისმიერი წერტილიდან. აღმზნები სინათლით დასხივებისას ფირი გენერირებს ერთგვაროვნულად მთელს აღზნებულ ზედაპირზე.

ჩამწერი სინათლით დასხივების შედეგად ქთკ გადადის იზოტროპულ მდგომარეობაში და კარგავს ლაზერული გამოსხივების გენერაციის უნარს. ამრიგად, ინფორმაციის ჩაწერა ხორციელდება ფენის თკ-ური მდგომარეობის და, შესაბამისად, განაწილებული რეზონატორის ვარგისიანობის (Q-factor) სივრცული მოდულაციით. ჩაწერისათვის გამოიყენება მცირეტალღოვანი დიაპაზონის სინათლე, რომლის მიმართ მგრძობიარეა ფოტომართვადი თკ-ს ერთ-ერთი შემადგენელი ნაწილი. ინფორმაციის წაკითხვა წარმოებს შუატალღოვანი დიაპაზონის იმპულსური სინათლით დატუმბვის მეშვეობით. დატუმბვა აღაგზნებს ლაზერულ გენერაციას მხოლოდ ჩამწერი სინათლით დაუსხივებელ უბნებში.

5. "გაზნეული ელექტრომაგნიტური ტალღების სტატისტიკური მომენტების გამოკვლევა დედამიწის ატმოსფეროში და მათი გამოყენება" (2022–2024წწ., ხელმძღვ. გიორგი ჯანდიერი).

გეომეტრიული ოპტიკის მიახლოებაში ანალიზური გამოთვლებითა და რიცხვითი მოდელირებით შესწავლილია ჩვეულებრივი და არაჩვეულებრივი რადიო ტალღების გავრცელების თავისებურებები გამტარ ეკვატორიალურ იონოსფერულ პლაზმაში, სადაც გათვალისწინებულია პლაზმური არაერთგვაროვნებების ანიზოტროპია და გარემოს არასტაციონარულობა. სპექტრის გაგანიერება და მისი მაქსიმუმის წანაცვლება ითვალისწინებს ტურბულენტური პლაზმური ნაკადის სიჩქარეს და პარამეტრებს, რომლებიც ახასიათებენ ანიზოტროპულ პლაზმურ სტრუქტურებს. ორივე ტალღის სტატისტიკური მომენტები არ არიან დამოკიდებული

შთანთქმის კოეფიციენტის ნიშანზე, რაც მიუთითებს იმაზე, რომ მიღებული შედეგები სამართლიანია როგორც შთანთქმადი, ასევე აქტიური შემთხვევითი გარემოებისთვის. ტურბულენტური იონოსფეროს პლაზმის დროითი პულსაციები და გამტარებლობა არსებით ავლენას ახდენენ გაბნეული რადიო ტალღების სპექტრალურ მახასიათებლების ცვლილებებზე სხვადასხვა მანძილებზე. პლაზმური სტრუქტურების ანიზოტროპიის კოეფიციენტი ცვლილებითა და წაგრძელებული არაერთგვაროვნებების დახრილობის კუთხის ცვლილებებით გეომაგნიტური ძალწირების მიმართ, გამოვლენილია ორბურცობიანი ეფექტის ახალი თავისებურებები ჩვეულებრივი რადიო ტალღისათვის. ნაშრომში წარმოდგენილი ალგორითმებით შესაძლებელია გამტარ ეკვატორიალურ იონოსფერულ პლაზმაში, სადაც გათვალისწინებულია გარეშე მაგნიტური ველი, ელექტრონული კონცენტრაციების არაერთგვაროვნებები და მათი არასტაციონარულობა, მოვახდინოთ გავრცელებული ორივე ტიპის რადიო სიგნალის ეფექტური მოდელირება.

სტოქასტურ გადატანის განტოლებაზე დაყრდნობით, რომელსაც აკმაყოფილებს სიხშირის ფლუქტუაციები, გეომეტრული ოპტიკის მიახლოებაში შესწავლილია გაბნეული ჩვეულებრივი და არაჩვეულებრივი ელექტრომაგნიტური ტალღების დროითი სპექტრის სტატისტიკური მახასიათებლები. დროითი სპექტრის გაგანიერება და მისი მაქსიმუმის წანაცვლება შეიცავენ ტურბულენტური პლაზმური ნაკადის სიჩქარეს და ელექტრონების კონცენტრაციის არაერთგვაროვნებაბის ანიზოტროპულ პარამეტრებს. გაბნეული ელექტრომაგნიტური ტალღების მეორე რიგის სტატისტიკური მომენტები არ არიან დამოკიდებული შთანთქმის კოეფიციენტის ნიშანზე. ტურბულენტური პლაზმის პულსაციების სიხშირე და იონოსფეროს გამტარებლობის ანიზოტროპია არსებით ავლენას ახდენენ გაბნეული ტალღების სპექტრალურ მახასიათებლებზე. რიცხვითი გამოთვლები ჩატარებულია ექსპერიმენტული მონაცემების გამოყენებით. გაბნეული ელექტრომაგნიტური ტალღების სივრცით-დროითი ფლუქტუაციების შესწავლა ჰპოვებენ გამოყენებას რადიო ასტრონომიასა და ატმოსფეროს ფიზიკაში.

განხილულია ტურბულენტურ ეკვატორიალურ იონოსფეროში გამტარ დაჯახებად პლაზმურ ფენაზე დახრილად დაცემული რადიო ტალღების პრობლემა. ჩვენს მირ აღმოჩენილია ე.წ. „კომპენსაციის ეფექტი“. პირველადაა გამოთვლილი დედამიწის იონოსფეროს ეკვატორისთვის კომპლექსური გარდატეხის მაჩვენებელი. პირველადაა გამოკვლეული გაბნეული რადიო ტალღების სივრცითი სპექტრის სიმძლავრის (სსს) მეორე რიგის სტატისტიკური მომენტები ვენცელ-კრამერს-ბრილუნის მეთოდის გამოყენებით, სადაც გათვალისწინებულია პრობლემის ასიმეტრიულობა: ტალღის დახრილად დაცემა პლაზმურ ფენაზე და მაგნიტო-იონური პარამეტრების ასიმეტრიულობა. პირველადაა დადგენილი, რომ არსებობს გარკვეული მიმართულება, რომლის გასწვრივაც რადიო ტალღის დახრილად დაცემა და მაგნეტოპლაზმის პარამეტრების ანიზოტროპულობა ერთმანეთს აკომპენსირებს. ამ შედეგს ექნება დიდი პრაქტიკული გამოყენება კომუნიკაციაში. ამ შემთხვევაში

გაბნეული რადიო ალღების სსს არც განივრდება და არც მისი მაქსიმუმი არ წაინაცვლებს. ამ სპექტრის რადიო ტალღის გავრცელების მანძილზე დედამიწის ეკვატორიულ იონოსფეროში გაანალიზებულია რიცხვობრივად ტალღების პლაზმაში გარდატეხის სხვადასხვა კუთხისა და წაგრძელებული პლაზმური არაერთგვაროვნებების ანიზოტროპული პარამეტრების გათვალისწინებით. ნაჩვენებია, რომ ეს პარამეტრები არსებით გავლენას ახდენენ „კომპენსაციის ეფექტზე“. რიცხვითი გამოთვლები ჩატარებულია ანიზოტროპული გაუსური კორელაციის ფუნქციისთვის IRI ექსპერიმენტული მონაცემების ამოყენებით.

შესწავლილია მცირე ამპლიტუდის რადიო ტალღების გავრცელებისა და მრავალჯერადი გაბნევის თავისებურებები დედამიწის პოლარულ იონოსფეროში. სივრცითი სპექტრის სიმძლავრი ორბურცობიანი ზედაპირის ევოლუციისას გაითვალისწინება: კომპლექსური გარდატეხის მაჩვენებელი პოლარული იონოსფეროსთვის, პოლარიზაციის კოეფიციენტები, გარეშე გეომაგნიტური ველის ორიენტაცია, იონოსფეროს გამტარებლობისა და ელექტრონების კონცენტრაციის არაერთგვაროვნებები ანიზოტროპიები, მანძილები დაკვირვების წერტილებს შორის. ასეთი ანიზოტროპული მაგნიტოაქტიური პლაზმისთვის ანალიზურად და რიცხვობრივად შესწავლილია „ორბურცობიანი ეფექტი“. ანალიზური გამოთვლები ჩატარებული ანიზოტროპული გაუსური კორელაციური ფუნქციისთვის. ეს შედეგები მიღებულია პირველად და მათ ექნებათ პრაქტიკული გამოყენება კომუნიკაციაში და ატმოსფეროს ზონდირებისას რადიო ტალღებით.

6. "დნმ-ის ბაზაზე ვერცხლისა და ოქროს ნანომავთულების შექმნა და მათი შესწავლა სპექტროსკოპული და ელექტრონულ მიკროსკოპული მეთოდით" (2020-2021წწ., თანახელმძღვანელი ზაზა მელიქიშვილი).

კვლევის მთავარ მიზანს წარმოადგენდა დნმ-ის ზედაპირზე ვერცხლის და ოქროს იონების აღდგენის საშუალებით ერთგანზომილებიანი ნანოგამტარის შექმნა, შესწავლა, დახასიათება ხსნარებში და ფირის სახით, ასევე დნმ-ის ფირებზე მათში ინტერკალირებულ საღებავებს აკრიდინ ნარიჯისფერსა და ეთიდიუმ ბრომიდს (AO-EB) შორის ფლუორესცენტული რეზონანსული ენერჯის გადატანის შესწავლა.

კვლევის შედეგად დადგინდა: γ -დასხივებით (^{137}Cs) შედეგად ადგილი აქვს ოქროს იონების აღდგენას დნმ-ის გარეშე და დნმ-ის თანაობისას. გამოთვლილია დნმ-თან კომპლექსში მყოფი Au^{3+} იონების აღდგენის რადიაციულ-ქიმიური გამოსავალი G , γ -დასხივების 36 სთ-ს შემდეგ (237.6 კრად) $G = 0.27$, რაც შეესაბამება 100 ევ γ -დასხივების შედეგად აღდგენილი ოქროს ატომების რაოდენობას; ასკორბინის მჟავის გამოყენებით დნმ-ზე ვერცხლის და ოქროს იონების აღდგენა იწვევს დნმ-ის კონფორმაციულ ცვლილებებს, მიღებული კომპლექსები არის სტაბილური.

სპექტროსკოპულად შესწავლილია დნმ-ის ურთიერთქმედება AgNPs-თან ფოტოდასხივებისა და დნობის საშუალებით. ვერცხლის ნანონაწილაკების და დნმ-

AgNPs კომპლექსების ფოტოდასხივების დროს ხდება ვერცხლის ატომების დესორბცია AgNPs-ების ზედაპირიდან (დიამეტრი 10 ნმ). თავისუფალი AgNPs-ების შემთხვევაში, ვერცხლის ატომის შემდგომი ადსორბცია ნანონაწილაკზე იწვევს ნანონაწილაკების ფორმის შეცვლას, ხოლო AgNPs-დნმ კომპლექსების შემთხვევაში ატომები ადსორბირდება დნმ-ის ზედაპირზე. AgNPs-დან და AgNPs-დნმ კომპლექსებიდან ვერცხლის ატომების ფოტოდესორბციის კინეტიკური შესწავლა საშუალებას იძლევა განისაზღვროს დესორბციის სიჩქარის მუდმივები k_d და დესორბციის აქტივაციის ენერგია E_a , რომლებიც უდრის $k_d \cong 1.6 \times 10^{-5} \text{ წმ}^{-1}$; $E_a \cong 85 \text{ კჯოული/მოლ (Ag}^0\text{)}$ ვერცხლის ნანონაწილაკებისთვის და $k_d \cong 2.2 \times 10^{-5} \text{ წმ}^{-1}$; $E_a \cong 84 \text{ კჯოული/მოლ (Ag}^0\text{)}$ დნმ-თან შეკავშირებული ვერცხლის ნანონაწილაკებისთვის.

მიღებულია დნმ-ის და აღდგენილი ვერცხლის და ოქროს ატომების კომპლექსების ფირები და გაზომილია მათი წინააღობები, დადგინდა, რომ DNA-Au³⁺-AA კომპლექსის ფირი კონცენტრაციების (2Au³⁺/1P) ამ თანაფარდობისთვის წარმოადგენს კარგ გამტარს. ამას გარდა მიღებულია დნმ-ის და ინტერკალატორების კერძოდ, AO და EB ფირები. დნმ-AO და დნმ-AO-EB ფირებზე ფლუორესცენციის გაზომვის საშუალებით დარეგისტრირებულია ენერგიის გადატანა აკრიდინ ნარინჯისფერიდან ეთიდიუმ ბრომიდზე, რაც პროექტის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან შედეგს წარმოადგენს.

7. "სამედიცინო დანიშნულების მულტიფუნქციონალური მაგნიტური ნანოსისტემის სინთეზი ინოვაციური ტექნოლოგიით" (2019–2023წწ., ხელმძღვ. შალვა კეკუტია).

მოცემულ პროექტში დაგეგმილი იყო არსებული კონტროლირებადი თანადალექვის მეთოდის ავტომატიზირებული უწყვეტი ტექნოლოგიური ხაზის გაფართოება/ მოდერნიზაცია ფუნქციონალური მნწ სინთეზისთვის და პროტოტიპის შექმნა. კერძოდ, მაგნიტური ნანოსითხის (მნს) სტაბილიზაციისა და მონოდისპერსიულობის გასაუმჯობესებლად, ასევე სინთეზის აღწარმოებადობის ასამაღლებლად დაგეგმილი იყო არსებულ უწყვეტ ტექნოლოგიურ ხაზში ელექტროჰიდრავლიკური დანადგარის, ულტრაბგერითი რეაქტორისა და ინერტული აირის სისტემის (შლენკის ხაზის) ჩართვა. ასევე, პროექტის ძირითად მიზანს წარმოადგენდა ჩვენს მიერ მოდერნიზებული ავტომატური ქიმიური ტექნოლოგიური ხაზის მეშვეობით სამედიცინო დანიშნულების მულტიფუნქციონალური მნწ-ების სინთეზი, სინთეზის პროცესის აღწარმოებადობის ამაღლება და სინთეზირებული ნიმუშების სიმსივნურ უჯრედებზე ზემოქმედების შესწავლა, რაც წარმატებით დასრულდა.

ამგვარად, პროექტის მიზნების განსახორციელებლად შემუშავებული იქნა ეფექტური სტრატეგია სასურველი პარამეტრების ნანონაწილაკების მიღებისა და აღწარმოებადი ტექნოლოგიის დასახვეწად. შემოთავაზებული ინოვაციური ტექნოლოგიამ საშუალებას მოგვცა განგვეხორციელებინა ბიოსამედიცინო გამოყენების რკინის ოქსიდის ნანონაწილაკების (რონწ) სინთეზის, მოდიფიცირებისა და მულტიფუნქციონალიზაციის ცალკეული პროცედურები ერთ ტექნოლოგიურ ციკლში

კონკრეტული ამოცანის შესაბამისი ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლების მქონე მაგნიტური ნანოსისტემების მისაღებად. ამ მიზნით განხორციელდა რონნწ-ების შემოგარსვა, სიმსივნის საწინააღმდეგო პრეპარატით დატვირთვა, მიმმართველ ლიგანდებთან შეუღლება და მიღებული მულტიფუნქციონალური ნანონაწილაკების (ნწ) ფიზიკურ ქიმიური თვისებების კვლევა. კერძოდ, შესწავლილ იქნა მულტიფუნქციონალური ნანონაწილაკების კრისტალური სტრუქტურა (რენტგენული სხივების დიფრაქცია), ქიმიური შემადგენლობა და მოდიფირების ხარისხი (ფურიე გარდაქმნის ინფრაწითელი სპექტროსკოპია), მაგნიტურ-ოპტიკური მახასიათებლები (მერხევი ნიმუშის მაგნიტომეტრია და ულტრაიისფერი და ხილული სპექტროფოტომეტრია), ჰიდროდინამიური ზომები (სინათლის დინამიური გაბნევა), ზომების მიხედვით განაწილება და კოლოიდური სტაბილურობა (სინათლის ელექტროფორეტიკული გაბნევა).

Fe_3O_4 ნწ-ების მიღების ფართოდ ცნობილი მეთოდის - თანადალექვის მეთოდის გამოყენებით და გაუმჯობესებული უწყვეტ ტექნოლოგიურ ხაზის შექმნილი პროტოტიპის მეშვეობით მოხდა სასურველი ზომის, ფორმის და საჭირო ფიზიკური, ქიმიური და ფარმაკოკინეტიკური მახასიათებლების მქონე რკინის ოქსიდის ფუნქციონალური ნანონაწილაკების მიღება და მათი დამოკიდებულების შესწავლა სინთეზის დროს გამოყენებული მარილების სახეობაზე, ორ და სამვალენტიანი რკინის იონების თანაფარდობაზე, რეაქციის ტემპერატურაზე, pH სიდიდეზე, რეაქციის მსვლელობის გარემოზე (ვაკუუმი, ინერტული აირის გარემო), გარემოს იონურ ძალაზე და რეაქციის სხვა პარამეტრებზე (მაგ: შერევის სისწრაფეზე, თანადალექვის სიჩქარეზე, შემოგარსვაზე, შეუღლებაზე).

ამრიგად, პროექტის ფარგლებში განხორციელდა მიღებული მაგნიტური ნანონაწილაკების ბიოთავსებადი ორგანული მოლეკულით (პოლიეთილენიმინი-PEI) მოდიფიცირება, დატვირთვა სამკურნალო ანტისიმსივნური პრეპარატით (დოქსორუბიცინი-DOX) და შეუღლება შესაბამის მიმმართველ ლიგანდთან (ფოლიუმის მჟავა - FA). აღნიშნული სამკურნალო საშუალების მიღებულმა სასურველმა ფიზიკურ-ქიმიური პარამეტრებმა და ოპტიმალური კონცენტრაციის დადგენამ წამოჭრა პერსპექტივა ამ მაგნიტური ნანოსისტემის სამედიცინო მიმართულებით გამოყენებაში, კერძოდ, კიბოს მკურნალობის ახალი მეთოდის შემუშავებისკენ და სხვადასხვა პათოლოგიური ბაქტერიებით გამოწვეული დაავადებების სამკურნალოდ.

პროექტის განხორციელების შედეგად შეიქმნა მოდერნიზებული ელექტროჰიდრაულიკური განმუხტვის დანადგარი და ბიოთავსებადი ფუნქციონალური რკინის ოქსიდის ნანონაწილაკების შემცველი ნანოსისტემების სინთეზის ავტომატიზირებული ტექნოლოგიური ხაზის პროტოტიპი. შექმნილი იქნა სინთეზისა და კვლევისათვის აუცილებელი აპარატურა/ხელსაწყოები. ჩამოყალიბდა ცალკე მიმართულება ჩვენს კვლევით ინსტიტუტში - ნანოკომპოზიტების ლაბორატორია, რომლის უმთავრესი მიზანია სამედიცინო დანიშნულების მაგნიტური

ნანოსისტემების გამოყენება და წარმოება. კვლევის შედეგები მოხსენებული იქნა საერთაშორისო კონფერენციებზე და გამოქვეყნდა სტატიები მაღალ რეიტინგულ ჟურნალებში.

კვლევის საბოლოო ეტაპზე განხორციელდა მიღებული მაგნიტური ნანოსისტემების ანტისიმსივნური მოქმედების *in vitro* და *in vivo* შესწავლა, როგორც შეღწევადობის ისე ციტოტოქსიურობის შესაფასებლად. აღებულ იქნა რამდენიმე სიმსივნური ხაზი, მათ შორის MEC1 ქრონიკული ლიმფოციტური ლეიკემიის უჯრედული ხაზი, RM1-პროსტატის სიმსივნის უჯრედული ხაზი, MDA-MB-468 და 4T1 მკერდის კიბოს სიმსივნური უჯრედული ხაზი. ხოლო *in vivo* კვლევებისთვის გამოყენებული იყო CD1 თაგვის ხაზი. აღნიშნულ სიმსივნურ ხაზებსა და თაგვებზე მოხდა განსხვავებული კომბინაციების ნანოსისტემებისა და სხვადასხვა კონცენტრაციის ქიმიოთერაპიული აგენტის მოქმედების შეფასება. ციტოტოქსიურობა შეფასდა MTT მეთოდის დახმარებით, კერძოდ გადარჩენილი უჯრედების რაოდენობა იზომებოდა სპექტროფოტომეტრით 570 ნმ ტალღის სიგრძეზე ELISA წამკითხველის დახმარებით. ხოლო ნანოსისტემის შეღწევადობა შეფასდა ფლოურესცენტული მიკროსკოპიის საშუალებით, კერძოდ მომზადდა ყველა ნიმუშის ციტოპრები და შემდეგ ნიმუშებზე დაკვირვება ფლოურესცენტული მიკროსკოპით (zeiss). შედეგად გამოვლინდა რომ აღნიშნული ნანოსისტემები ხასიათდებიან ორგანიზმში სწრაფი შეღწევადობით, რაც დასტურდება CD1 ხაზის თაგვებზე ჩატარებული *in vivo* კვლევით. ხოლო ეფექტური ანტისიმსივნური მოქმედება დადასტურდა *in vitro* კვლევით, სადაც თითქმის ყველა უჯრედულ ხაზში დაფიქსირდა ძლიერი ციტოტოქსიური ეფექტი.

8. "კალციუმის კობალტიტის საფუძველზე მაღალეფექტური თერმოელექტრული

მასალების შემუშავება დოპირებითა და ნანოინჟინერიით" (2020-2021წწ., ხელმძღვ. ნიკოლოზ მარგიანი)

პროექტის მიზანს შეადგენდა ფენოვანი Ca₃Co₄O₉ მასალების თერმოელექტრულ თვისებებზე ბორის შემცველი დანამატებისა და ნანოსტრუქტურირების (მაღალენერგეტიკული გადაფქვის) კომბინირებული ზეგავლენის კვლევა.

პროექტი ფოკუსირებული იყო სამი ძირითადი სპეციფიკური კვლევის ამოცანებზე: ბორის ოქსიდის-, ტყვიის ბორატისა- და სტრონციუმის ბორატის- დანამატებით დოპირებული თერმოელექტრული მასალების ოპტიმიზებული სინთეზი და ეფექტურობის ტესტირება;

თერმოელექტრული მასალების მიღება ნანოსტრუქტურირებული (მაღალენერგეტიკული გადაფქვით დამუშავებული) პრეკურსორი ფხვნილების გამოყენებით; ფუნქციონალიზებული ნანოსტრუქტურული თერმოელექტრული მასალების ეფექტურობის გაუმჯობესების დემონსტრირება;

თერმოელექტრული მასალების კომერციული გამოყენების მომზადება ეკონომიკური თვალთახედვის გათვალისწინებით.

პროექტის შედეგები მიუთითებს, რომ შესატყვის დოპანტებსა და დანამატებს, შერჩეულს პირველად პროექტის მონაწილეების მიერ, კობალტიტურ მასალებში მიყვავართ თერმოელექტრული კონვერსიის ეფექტურობის გაუმჯობესებისკენ. პროექტის შედეგები შეიტანს წვლილს შემდეგში: თერმოელექტრულ მასალებზე ფუნდამენტური ცოდნის განვითარებაში; ტექნოლოგიური გამოწვევების გადაჭრაში ენერჯის მოპოვების საქმეში თერმოელექტრული მასალების შემდგომი ოპტიმიზაციისა და გამოყენების თვალსაზრისით.

9. "ანტისიმსივნური წამლით ფუნქციონალიზებული მაგნიტური ნანონაწილაკების თერაპიული ზემოქმედების შეფასება სარძევე ჯირკვლის სიმსივნურ უჯრედზე" (2020–2021წწ., ხელმძღვ. ჯანო მარხულია).

საგრანტო პროექტის ფარგლებში განხორციელებული სამეცნიერო კვლევა ფოკუსირებული იყო კონტროლირებადი სონოქიმიური თანადალექვის მეთოდით, ბიოთავსებადი ორგანული მოლეკულებით (ლიმონმჟავით (CA)) მოდიფიცირებული და სისმივნის საწინააღმდეგო პრეპარატით - დოქსორუბიცინით (DOX) დატვირთული რკინის ოქსიდის სუპერპარამაგნიტური ნანონაწილაკების (SPIONs) სინთეზზე და მათ საფუძველზე მიღებული მაგნიტური ნანოსითხის (შემოუგარსავი (Bare-SPIONs), ლიმონმჟავით მოდიფიცირებული (CA-SPIONs), ლიმონმჟავით მოდიფიცირებული და დოქსორუბიცინით დატვირთული (DOX-CA-SPIONs) ნანონაწილაკების, შემცველობით) ადამიანისა და თაგვის სარძევე ჯირკვლის სიმსივნურ უჯრედულ *in vitro* მოდელებზე (MDA-MB-468, 4T1)) ციტოტოქსიკური ზემოქმედების შეფასება/შესწავლაზე. ნანონაწილაკების ზედაპირზე ანტისიმსივნური აგენტის სახით დოქსორუბიცინის დატვირთვა განხორციელდა ელექტროსტატიკური ურთიერთქმედებით. მიღებული მაგნიტური ნანოსითხის ცალკეული ნიმუშები ჰომოგენურობის, ასევე სორბციული თვისებების გაუმჯობესების მიზნით დამუშავდა ელექტროჰიდრავლიკური განმუხტვებით. სინთეზირებული ნიმუშების ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლები შესწავლილ იქნა კვლევის ისეთი მეთოდებით, როგორცაა რენტგენული სხივების დიფრაქცია (XRD), ფურიე გარდაქმნის სპექტროსკოპია (FTIR), მერხვეი ნიმუშის მაგნიტომეტრია (VSM), ხილული და ულტრაიისფერი სპექტროსკოპია, სინათლის დინამიური გაბნევა (DLS), სინათლის ელექტროფორეტიკული გაბნევა (ELS), რამანის სპექტროსკოპია.

სარძევე ჯირკვლის სიმსივნის *in vitro* უჯრედულ მოდელებში ანტისიმსივნური წამლის-DOX-ის, ასევე Bare-SPIONs, CA-SPIONs და DOX-CA-SPIONs მაგნიტური ნანოსისტემის დამატების შემდეგ, ციტოტოქსიკური მოქმედების და უჯრედების სიცოცხლისუნარიანობის დასადგენად გამოიყენებოდა MTT- მეთოდი. ოპტიკური სიმკვრივის გაზომვა განხორციელდა Elisa წამკითხველზე, 570 ნმ-მ ტალღის სიგრძეზე.

in-vitro ბიოლოგიურმა კვლევებმა აჩვენა, რომ ნიმუშების ციტოტოქსიკურობა სპეციფიკურია და დოზაზე დამოკიდებული. გარდა ამისა, კომბინაცია, წამალი-მაგნიტური ნანოსისტემა (DOX-CA-SPIONs), თავისუფალ დოქსორუბიცინთან შედარებით, ავლენს

სარძევე ჯირკვლის სიმსივნური უჯრედების ზრდის ინჰიბირების სინერგიულ ეფექტს. ჩატარებული ფიზიკურ-ქიმიური და *in-vitro* კვლევების საფუძველზე დადგენილ იქნა, რომ რკინის ოქსიდის ნაწონაწილაკების სინთეზის, ლიმონმჟავით მოდიფიცირების და შემდგომ დოქსორუბიცინით დატვირთვის გზა (შერჩეული ოპტიმალური პარამეტრების მიხედვით), წარმოადგენს ეფექტურ, ადწარმოებად, მსმტაბირებად და რენტაბელურ სტრატეგიას, დოქსორუბიცინით ფუნქციონალიზებული მაგნიტური ნანოსისტემის მისაღებად. ამდროულად, *in vitro* კვლევებში კიბოს უჯრედების ზრდისა და გამრავლების დათრგუნვის სინერგიული ეფექტი, რომელიც გამოვლინდა დოქსორუბიცინი / მაგნიტური ნაწონაწილაკები კომბინაციით (თავისუფალ დოქსორუბიცინთან შედარებით), იძლევა იმედისმომცემ პერსპექტივებს კომბინირებული ნანოსისტემის გამოსაყენებლად, როგორც წამლის მიზანმიმართული მიწოდებისთვის, ასევე დოზების ოპტიმიზირებისთვის (რაც ამცირებს დოქსორუბიცინის დოზადამოკიდებულ გვერდით ეფექტებს და აძლიერებს ციტოტოქსიურ ეფექტს სარძევე ჯირკვლის კიბოს თერაპიისას).

აღსანიშნავია, რომ განხორციელებული სამეცნიერო კვლევა ინტერდისციპლინური ხასიათისაა, რომელშიც მონაწილეობას იღებდნენ ფიზიკოსები, ქიმიკოსები ბიოლოგები და მედიკოსები. სამომავლოდ გრანტში მონაწილე კვლევითი ჯგუფს დაგეგმილი აქვს კომპლექსური კვლევების გაფართოება და მრავალფუნქციური მაგნიტური ნანოსისტემების ანტიინფლემური თერაპიული ეფექტის შესწავლა *in-vivo* ცხოველურ მოდელებზე.

ინტერინსტიტუციონალური თანამშრომლობის გასაფართოებლად, გრანტის განხორციელების პერიოდში სამეცნიერო ჯგუფს კომუნიკაცია ჰქონდა როგორც ადგილობრივ, ისე კავკასიის რეგიონში არსებული სამეცნიერო-კვლევით სფეროში მაგნიტურ ნაწონაწილაკებზე დაფუძნებულ ნანოსისტემებზე მომუშავე ბიოსამედიცინო სემინტთან. გამოიხატა დაინტერესება და თანამშრომლობის მზაობა საქართველოში არსებულ რამდენიმე სამედიცინო კვლევით დაწესებულების მიერ ბიოაქტიური ნივთიერებებით მიდიფიცირებული და სამკურნალო საშუალებებით ფუნქციონალიზებული მაგნიტური ნაწონაწილაკების გამოყენებით ერთობლივი პრეკლინიკური კვლევების დაწყებაზე, შემდგომში გაფართოებული კვლევების განხორციელების პერსპექტივით.

10. " ფართოზონიანი ნახევარგამტარული ნანომასალების სინთეზი და კვლევა ულტრაიისფერ უბანში მომუშავე ფოტოდეტექტორებში გამოსაყენებლად" (2019–2021წწ., ხელმძღ. ალექსანდრე ჯიშიაშვილი)

პროექტის მიზანს შეადგენდა ახალი პიროლიზური ტექნოლოგიის შემუშავება, რომლის მეშვეობითაც მოხდებოდა ფართოზონიანი ნახევარგამტარული მასალების მიღება. პროექტის შესრულებისას გამიზნული იყო აგრეთვე მიღებული ნანომასალების თვისებების კვლევა, კერძოდ მათი შედგენილობის, სტრუქტურის, მორფოლოგიის, ელექტრული და ოპტიკური თვისებების კვლევა.

აწყობილი იქნა ტექნოლოგიური დანადგარი, რომელშიც ხდებოდა ნანომასალების მიღება კვარცის რეაქტორში ~700°C ტემპერატურაზე გახურებულ ფუძემრეებზე. ძირითად ამოცანას ტექნოლოგიური რეჟიმების დადგენისას

შეადგენდა: ერთგანზომილებიანი ნანომასალის მონოდისპერსულობის მიღწევა, მაღალი ასპექტური შეფარდება, მინიმალური დიამეტრი, ტექნოლოგიური აღწარმოების მაღალი ხარისხი, სტეკიომეტრული შედგენილობა. ყოველი ცალკეული მასალისთვის დადგინდა შესაბამისი პარამეტრების მიღების ტექნოლოგიური რეჟიმები.

მიღებული იქნა შემდეგი ნანომასალა: CuGeO_3 , $\text{In}_2\text{Ge}_2\text{O}_7$, Ge_3N_4 , ZnO , Zn_2GeO_4 , In_2O_3 , CuO , BN . შევისწავლეთ აღნიშნული ნანომასალის სტრუქტურა, მორფოლოგია, შედგენილობა. პროექტის შესრულების მეოთხე ნახევარწელი მთლიანად დაეთმო ულტრაიისფერი ფოტოდეტექტორების დამზადებასა და მათ გამოცდას სპეციალურად დამზადებულ სტენდზე ДРШ-ტიპის ქსენონის 1 კვ სიმძლავრის ნათურით.

გაზომვის მონაცემების შეჯერებამ გვიჩვენა, რომ დამზადებული ფოტოდეტექტორებიდან საუკეთესო პარამეტრები გააჩნიათ თუთიის ჟანგის, ZnO -ს საფუძველზე დამზადებულ ფოტოდეტექტორებს. I-V მახასიათებლების გაზომვამ სიბნელეში და 9 მვტ/სმ² ინტენსიობის 254 ნმ ტალღის სიგრძის სინათლის დასხივებისას გვიჩვენა, რომ გრაფიკებს სიმეტრიული ხასიათი აქვთ 0 ვ ძაბვის ღერძის მიმართ, რაც ამტკიცებს იმას, რომ კონტაქტები როგორც მინაზე დატანილ ოქროს ხაზოვან ელექტროდებს, ისე ოქროსბურთულიან ელექტროდებს შორის ომურ ხასიათს ატარებენ და აქ რაიმე დამატებითი წინაღობა არ წარმოიქმნება. უმნიშვნელოვანეს პარამეტრს დეტექტორისთვის წარმოადგენს მისი მგრძობიარობა, რომელიც ძირითადად განისაზღვრება სიბნელისა და დასხივებისას დეტექტორში გამავალი დენების ფარდობით. როგორც გათვლებმა გვიჩვენა, ეს თანაფარდობა ჩვენს დეტექტორში თითქმის სამ რიგს მოიცავს (2×10^2 და 3×10^{-1} მკა).

ამრიგად ჩვენი დეტექტორისთვის რეაგირების (რეაქციის) და აღდგენის დრო შეადგენს 0.51 და 0.39 წმ-ს. ცნობისათვის მოვიყვანთ, რომ Ga_2O_3 -ზე დამზადებული საკმაოდ კარგი დეტექტორისთვის ეს დრო შეადგენს შესაბამისად 0.45 და 0.24 წმ-ს. ეს კი ჩვენი მასალის საფუძველზე ხარისხიანი უი c-უბანში მომუშავე ფოტოდეტექტორის დამზადების კარგ პერსპექტივებს სახავს.

11. "რეალურ დროში მომუშავე უნივერსალური პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული სპექტროელიფსომეტრი" (2019–2022წწ., ხელმძღვ. ბარბარა კილოსანიძე)

შემუშავდა ინოვაციური და უნივერსალური ელიფსომეტრული მეთოდი რეალურ დროში ობიექტიდან არეკლილი სინათლის პოლარიზაციის მდგომარეობის სრული ანალიზის საფუძველზე მხოლოდ ერთი მანალიზებელი ელემენტის - ჩვენ მიერ შემუშავებული ინტეგრალური პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული დიფრაქციული ელემენტის გამოყენებით. ამგვარი ელემენტი იძლევა საშუალებას რეალურ დროში განისაზღვროს სტოქსის ოთხივე პარამეტრი ელემენტზე დიფრაგირებული კონების ინტენსიობების ერთდროული გაზომვით. პროექტში

შემუშავდა ამ მეთოდის თეორიული მოდელი, რომელიც დაადგინა კავშირი ელიფსომეტრულ და ოპტიკურ პარამეტრებსა და სტოქსის პარამეტრებს შორის. განსაზღვრული იყო ელიფსომეტრული და ოპტიკური პარამეტრები ჩვენ მიერ პროექტში მიღებული ფორმულების და შესაბამისი პროგრამული უზრუნველყოფის გამოყენებით. მიღებულია მაღალეფექტური და სტაბილური პოლარიზაციულად მგრძობიარე მასალა, რომელზეც ჩაიწერება მაღალი დიფრაქციული ეფექტურობის მქონე პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული დიფრაქციული ელემენტი. ამ ელემენტის საფუძველზე შემუშავდა და შეიქმნა პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული სპექტროელიფსომეტრის მოქმედი ლაბორატორიული მოდელი. დამზადდა სხადასხვა ტიპის საცდელი ნიმუშები. ჩატარდა ლაბორატორიული მოდელის აპრობირება საცდელ ნიმუშებზე. განისაზღვრა ამ მოდელის გარჩევისუნარიანობა, მგრძობიარობა, სიზუსტე და სწრაფმედება. განსაზღვრულია ლაბორატორიული მოდელის გამოყენების არე და ნაჩვენებია მისი უნივერსალობა. მიღებული თეორიული და ექსპერიმენტული შედეგების საფუძველზე შემუშავდა რეკომენდაციები პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული სპექტროელიფსომეტრის სამრეწველო პროტოტიპის შექმნისათვის. შემოთავაზებული მეთოდი ამ დრომდე არ იყო განხორციელებული ელიფსომეტრიაში და ამგვარი მიდგომა ინოვაციურია და პერსპექტიული. ამ მეთოდის საფუძველზე შექმნილი სპექტროელიფსომეტრი იქნება შედარებით მარტივი, ზუსტი, კომპაქტური და იაფი.

12. "კობალტის ფუძიანი თერმოელექტრიკების ფუნქციონალური თვისებების დახვეწა დოპირებითა და მაღალენერგეტიკული გადაფქვით" (2019–2022წწ., ხელმძღვ. ნიკოლოზ მარგანი)

პროექტის მიზანს წარმოადგენდა $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_9$ და $\text{Bi}_2\text{M}_2\text{Co}_x\text{O}_y$ ($\text{M} = \text{Ca}$ და Sr) მასალების თერმოელექტრული თვისებების (ზეეხევის კოეფიციენტი, ელექტროგამტარობა, სიმძლავრის ფაქტორი, სრული თბოგამტარობა და ვარგისობის მაჩვენებელი) დახვეწა კალციუმის ბორატით — $\text{Ca}(\text{BO}_2)_2$, ტყვიის ბორატით — $\text{Pb}(\text{BO}_2)_2$, სტრონციუმის ბორატით — $\text{Sr}(\text{BO}_2)_2$, ბორის ნიტრიდითა — BN და ბორის კარბიდით — B_4C დოპირების მეშვეობით.

პროექტი ფოკუსირებული იყო სამ ძირითად სამ მთავარ ასპექტზე:

- ა) დოპანტების ზეგავლენის კვლევა კობალტის ფუძიანი თერმოელექტრული მასალების ფუნქციონალურ თვისებებზე;
- ბ) თერმოელექტრულ ეფექტურობაზე მაღალენერგეტიკული გადაფქვის ზეგავლენის კვლევა;
- გ) კობალტიტების ფუნქციონალური თვისებების დახვეწა დოპირების დონის, პრეკურსორების მაღალენერგეტიკული გადაფქვის პროცედურისა და თერმული დამუშავების კონტროლითა და ოპტიმიზაციით.

მიღწეულ იქნა პროექტის მიზანი:

$\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_9$ და $\text{Bi}_2\text{M}_2\text{Co}_x\text{O}_y$ ($\text{M} = \text{Ca}$ და Sr) მასალების თერმოელექტრული თვისებების (ზეებეკის კოეფიციენტი, ელექტროგამტარობა, სიმძლავრის ფაქტორი, სრული თბოგამტარობა და ვარგისობის მაჩვენებელი) დახვეწა კალციუმის ბორატიტ– $\text{Ca}(\text{BO}_2)_2$, ტყვიის ბორატიტ– $\text{Pb}(\text{BO}_2)_2$, სტრონციუმის ბორატიტ– $\text{Sr}(\text{BO}_2)_2$, ბორის ნიტრიდითა– BN და ბორის კარბიდით– B_4C დოპირების მეშვეობით.

გარდა ამისა:

1. საიმედოდ იქნა დადასტურებული, რომ პროექტის გუნდის მიერ შერჩეული ბორის შემცველი დანამატებისა და დოპანტების გამოყენება მკვეთრად ამაღლებს $\text{Bi}_2\text{Ca}_2\text{Co}_x\text{O}_y$ და $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Co}_x\text{O}_y$ თერმოელექტრიკების ეფექტურობას (აუმჯობესებს სიმძლავრის ფაქტორისა და ვარგისიანობის მაჩვენებლის მნიშვნელობებს);
2. ჰიდროსტატიკური წნევის პირობებში დაწნეხილი კობალტიტების აბების ხელმეორედ გადაფქვა, თერმული დამუშავება და ფხვნილების კვლავ დაწნეხვა აბების სახით მნიშვნელოვნად ზრდის მასალების სიმკვრივეს და, შესაბამისად, ელექტროგამტარებლობას, რაც თერმოელექტრული კონვერსიის გაუმჯობესების ხელშემწყობი ფაქტორია.

13. "ბორის ნაერთებით დოპირებული ბისმუტის ფუძიანი მაღალტემპერატურული ზეგამტარების საფუძველზე თხელი ფირების შემუშავება" (2019–2020წწ., ხელმძღვ. გიორგი მუმლაძე)

ზეგამტარ მასალათა შორის ბისმუტის ფუძიანი ბმული $(\text{Bi,Pb})_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$, ეწ. $\text{Bi(Pb)}-2223$ ერთ–ერთი საინტერესოა მისი მრავალმხრივი გამოყენების პოტენციალის თვალსაზრისით უდანაკარგო ელექტროენერგეტიკის ინდუსტრიაში. $\text{Bi(Pb)}-2223$ ზეგამტარის აღმოჩენის შემდეგ დიდი ძალისხმევა დაიხარჯა $(\text{Bi,Pb})_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ მასალის ფორმირების დაჩქარებისა და მისი დენის გამტარებლობის გასაუმჯობესებლად.

ბორის შემცველი დოპანტების დადებითი როლი გამოიხატება $\text{Bi(Pb)}-2223$ მასალაში ზეგამტარი ფაზის წარმოქმნის დაჩქარებასა და კრიტიკული დენის სიმკვრივის ზრდაში. ჩვენმა შედეგებმა ცხადყო, რომ პრეკურსორი მასალის მაღალენერგეტიკული გადაფქვა“ იწვევს კრიტიკული დენის სიმკვრივის J_c მნიშვნელობის 1,5–ჯერ ზრდას მიკროზომის პრეკურსორის ნაწილაკებთან შედარებით.

პროექტი მიზნად ისახავდა ბორის შემცველი ნაერთებით (ბორის ნიტრიდი – BN , ბორის კარბიდი – B_4C) დოპირებით მიღებული, ზეგამტარი ფაზის დიდი პროცენტული შემცველობისა და კრიტიკული დენის მაღალი სიმკვრივის მქონე $\text{Bi(Pb)}-2223$ მასალის საფუძველზე თხელი ფირების დამზადებას.

DC/RF დაფენის მეთოდიკა საშუალებას მოგვცემს განხორციელდეს ჩვენს ლაბორატორიაში სინთეზირებული მასალისგან დამზადებული სამიზნით, წინასწარშერჩეულ ფუძემრეზე დაფენით მივიღოთ თხელი ფირები.

პროექტს ჰქონდა გამოხატული მიზანი:

ბორის ნაერთებით დოპირებული $\text{Bi(Pb)}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ საუკეთესო ფაზური სისუფთავისა და კრიტიკული დენის სიმკვრივის მქონე ზეგამტარი სამიზნე ნიმუშის მემწეობით თხელი ფირების დამზადება.

ჩვენ წარმატებით განვახორციელეთ სამუშაო მასალის — პოტენციური სამიზნეების სინთეზი, რაც დაადასტურა ელექტროფიზიკურმა გაზომვებმა. განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭებოდა ამ მხრივ უნგრეთში, ბუდაპეშტში, თხელი ფირების ლაბორატორიაში ჩატარებულ ექსპერიმენტებს. რენტგენოდიფრაქციულმა ანალიზმა (დიფრაქტომეტრი Bruker 8M Discover) აჩვენა მტზ ფაზის ზრდა საყრდენ ნიმუშში 56%–დან დოპირებულ ნიმუშში 88%–მდე, რაც უდაოდ წარმატებული შედეგია. უნგრელი მეტორების წყალობით ჩვენმა სამიზნე ნიმუშებმა გაიარა დაკვირვება და ელემენტური ანალიზი ტრანსმისიული ელექტრონული მიკროსკოპით (Thermo Fisher Scientific), რამაც ვიზუალურად დაგვანახა გაზომვებით ნავარაუდები ფაზური და ელემენტური განაწილება. და ბოლოს, დამზადებული სამიზნეების საფუძველზე ჩატარდა სატესტო დაფენის პროცედურა უნგრელი კოლეგების მიერ მოწოდებულ SiO_2 ფუძემდებზე DC magnetron sputtering მეთოდით. პროცედურამ წარმატებით ჩაიარა. უნდა აღინიშნოს, რომ ეს პირველი მცდელობა გახლდათ ჩვენს ლაბორატორიაში სინთეზირებული მასალის სამიზნედ გამოყენებისა ფირების დასაფენად.

14. "ბისმუტის ფუძიანი მოწინავე ზეგამტარი მასალების შემუშავება დოპირებითა და მაღალენერგეტიკული გადაფხვით" (2018–2021წწ., ხელმძღვ. არმენ კუზანიანი–სომხეთი)

შემოთავაზებული კვლევები ფოკუსირებული იყო სამ მთავარ ასპექტზე:

ა) იმ ფუნდამენტური მექანიზმების დადგენა, რომელთა მეშვეობითაც ბორის შემცველი დოპანტები ცვლიან $\text{Bi(Pb)}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ -ის ზეგამტარ თვისებებს;

ბ) პრეკურსორის დოპირების ხარისხის, ნაწილაკთა ზომების განაწილებისა და თერმომექანიკური დამუშავების გრაფიკის შერჩევა/ოპტიმიზაცია;

გ) ოპტიმიზირებული პრეკურსორის გამოყენებით მოკლე ზომის (5-10 სმ) ვერცხლისგარსიანი $\text{Bi(Pb)}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ ზეგამტარი სადენების დამზადება და ტესტირება. $\text{Bi(Pb)}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ ზეგამტარი მოცულობითი ნიმუშების მიღების პროცესი განხორციელდა დამატებითა და ჩანაცვლებით დოპირების მეთოდების გამოყენებით.

გამოკვლეული იყო ზეგამტარი, სტრუქტურული და მიკროსტრუქტურული თვისებების დამოკიდებულება დოპირების დონეზე, მასალათა მიღების პირობებზე და მაღალენერგეტიკულ დამუშავებაზე. კუთრი წინააღობისა და კრიტიკული დენის სიმკვრივის გაზომვები მაგნიტური ველის 0–დან 1 ტესლამდე მნიშვნელობისათვის ჩატარდა სტანდარტული ოთხკონტაქტიანი მეთოდით. ტრანსპორტული J_c -ს გაზომვები შესრულდა 1 მკვ/სმ დამაბულობის კრიტერიუმით. მიღებული მოცულობითი ნიმუშების ელექტრომაგნიტური დახასიათება ჩატარდა მაგნიტური ამთვისებლობის ანალიზით. სინთეზირებული მასალების მიკროსტრუქტურული

თვისებების, ნაწილაკთა ზომებისა და ელემენტთა განაწილების სისტემატური კვლევა განხორციელდა მასკანირებელი ელექტრონული მიკროსკოპისა (მემ) და მასთან ერთად ენერგოდისპერსული რენტგენული (მემ/ედრ) მიკროანალიზის სისტემის გამოყენებით. ზეგამტარი ფაზის შემცველობა & ევოლუცია მიღებულ მასალებში, მესერის პარამეტრები და კრისტალური სტრუქტურები დადგენილი იქნა რენტგენოდიფრაქციული მონაცემების საფუძველზე. “ოქსიდური ფხვნილი მილაკში” (OPIT) ტექნოლოგიის გამოყენებით დამზადდა მოკლე ზომის (5-10 სმ) ვერცხლისგარსიანი Bi(Pb)-2223 ზეგამტარი სადენები (ლენტები), ზეგამტარი. ჩატარდა მათი ტესტირება.

15. " ბიო-გამოყენების მაგნიტური ნანოსითხის სინთეზი პლაზმის გენერაციის გამოყენებით სითხეში" (2016–2018წწ., ხელმძღვ. ვლადიმერ მიქელაშვილი)

პროექტი მიზნად ისახავდა ბიოგამოყენების რკინის ოქსიდის ნანონაწილაკების მარტივ, იაფ და ფართო - მასშტაბური წარმოების ტექნოლოგიის შემუშავებას არათერმული პლაზმური განმუხტვების გამოყენებით წყალში (ელექტროჰიდრავლიკური განმუხტვები). მეთოდოლოგია აბსოლუტურად განსხვავებული იყო არსებული ანალოგებისგან, როგორცაა რკალური განმუხტვის მეთოდები სითხეებში და რომლებიც გამოიყენება მეტალური ნაწილაკების, მეტალების ნიტრიდების/კარბიდების/ოქსიდების და ა.შ უშუალო წარმოებისათვის. იმის გარდა, რომ შემუშავდა ქიმიური თანადალექვის მეთოდით მაგნიტური ნანონაწილაკების წარმოების ოპტიმიზირებული ტექნოლოგია საჭირო პარამეტრების გათვალისწინებით (შერევის სისწრაფე, თანადალექვის სიჩქარე, ტემპერატურა და სხვა), კონტროლირებადი გახდა სითხეში განმუხტვის ძირითადი პარამეტრებიც (განმუხტვის დენი, ძაბვა და ა.შ). ამან საფუძველი მოგვცა გარკვეული ხარისხით გვემართა სითხეში მიმდინარე ურთულესი ქიმიური და ფიზიკური პროცესები (კავიტაცია, H, OH და სხვა რადიკალების წარმოქმნა განმუხტვის ზონაში და სხვა) დამიგვემართა ნანონაწილაკების ზედაპირის დამუშავებისთვის. ამგვარად, შევქმენით გარემო სხვადასხვა ბიოაქტიური მოლეკულებით (დექტანი, პოლიეთილენგლიკოლი, პოლივინილალკოჰოლი, ლიმონმჟავა, ფოლიუმის მჟავა და სხვა) ამ ნანონაწილაკების უკეთესად შემოსაგარსად/სტაბილიზაციისთვის და ფუნქციონალიზაციისთვის.

შესწავლილი იქნა მიღებული ნიმუშების ფიზიკურ - ქიმიური მახასიათებლები სხვადასხვა გამზომი ტექნიკით, როგორებიცაა რენტგენის დიფრაქტომეტრია, ხილული და ფურიე გარდაქმნის ინფრაწითელი სპექტრომეტრია, მერხვეი ნიმუშის მაგნიტომეტრია, სინათლის დინამიური გაბნევა, მეტა პოტენციალის განსაზღვრა, მცირეკუთხოვანი რენტგენული და ნეიტრონული გაბნევა. გარდა ამისა, ნაწილაკების ზომების და ფორმის შესაფასებლად გამოყენებული იქნა სხვადასხვა კომპიუტერული მოდელირების პროგრამა. ჩატარებული იქნა ბიოლოგიური კვლევა

მიღებული ნიმუშების ბაქტერიციდული თვისებების შესასწავლად უჯრედულ სტრუქტურებზე.

პროექტის განხორციელებისას გამოიკვეთა შემუშავებული მეთოდის გამოყენების პერსპექტივები ბიოლოგიური გამოყენების მაგნიტური ნანოსითხეების შესაქმნელად, შედგა კავშირები სხვადასხვა კვლევით დაწესებულებებთან საქართველოში და შევიმუშავეთ პროექტის შემდგომი განვითარების ეტაპი გამოყენებითი მიმართულებით - მიზანმიმართული თერაპევტიკული წამლის მიწოდების ინ ვივო კვლევა სიმსივნურ უჯრედებზე (თაგვის მოდელზე). პროექტის აქტუალობამ დაინტერესება გამოიწვია ასევე ცენტრალური ევროპული კვლევით ინფრასტრუქტურულ კონსორციუმის (CERIC) მხრიდან, სადაც განვახორციელეთ 2 კვლევითი მივლინების გრანტი და ვაპირებთ შემდგომ თანამშრომლობასაც.

16. "ოპტიკური ინფორმაციის ჩაწერა თხევადი კრისტალის გამოსხივების თვისების ფოტო – მოდულაციის საფუძველზე" (2016–2019წწ., ხელმძღვ. ანდრო ჭანიშვილი)

შემოთავაზებულია ლუმინესცენციურ საღებარდამატებული ქოლესტერულ თხევად კრისტალებში (ქთკ) ინფორმაციის ჩაწერის ახალი პრინციპი. ეს პრინციპი ეფუძნება სინათლის მოქმედებით გამოსხივების სივრცულ მოდულაციას ქთკ-ს ფენაში.

ცნობილ შემთხვევებში ინფორმაციის ჩაწერა ხდება მასალის ერთ-ერთი შემდეგი ოპტიკური პარამეტრის მოდულაციით: გარდატეხის მაჩვენებლის, შთანთქმის, სელექტიური არეკვლის ან პოლარიზაციის სიბრტყის მობრუნების. შემოთავაზებულ შემთხვევაში მასალა მოქმედებს როგორც აქტიური გარემო (ახდენს სინათლის გენერაციას) და ინფორმაციის ჩაწერა ხდება გამოსხივების ფოტომოდულაციის საშუალებით. მოდულირებად ოპტიკურ პარამეტრად არჩეულ იქნა გამოსხივებული სინათლის ინტენსივობის სიდიდე.

პროექტის შესრულების შედეგად მიღებულია თხელი (10...40 მკმ) ოპტიკურად მართვადი ლუმინესცენციური თკ ფენები, რომლებშიც განხორციელებულია ოპტიკური ინფორმაციის ჩაწერა. ჩაწერილია მესერები და სხვა გამოსახულებები ულტრაიისფერი სინათლის საშუალებით შაბლონის (მასკის) მეთოდით. ჩაწერილი ინფორმაციის წაკითხვა ხორციელდება წრიულად პოლარიზებული ალგუნები სინათლის მიერ, გამოსხივება კი არაპოლარიზებულია, ანუ ჩაწერილი გამოსხივება დაიშორება პოლაროიდების გარეშე. ამასთანავე, ჩაწერამდე ოპტიკური ფენა ალგუნები სინათლით დასხივებისას სრულად ბნელია (სინათლის გამოსხივება არ ხდება). ჩაწერის შემდეგ კი ალგუნები სინათლით დასხივებისას ოპტიკური ფენა ასხივებს ჩაწერილ ინფორმაციას. ამგვარად, 1) ნაჩვენებია ოპტიკური ინფორმაციის ჩაწერის შესაძლებლობა თხელ (10...40 მკმ სისქის) ფოტომართვად ლუმინესცენციურ საღებარდამატებულ ქოლესტერულ თკ ფენებში გამოსხივების სივრცული ფოტომოდულაციის საფუძველზე; 2)

შემოთავაზებულია ლუმინესცენციის ფოტო-მართვის ახალი პრინციპი; 3) მიღებულია სინათლით მართვადი გამოსხივების მქონე თხელი თკ სტრუქტურები.

17. "ახალი სახეობის კვლავჩამწერი ოპტიკური დამგროვებელი სპიროპირანით დოპირებული თხევადკრისტალური ორფენოვანი პოლიმერული ფირის საფუძველზე" (2016–2018წწ., ხელმძღვ. გა პეტრიაშვილი)

მოცემულ პროექტში ჩვენს მიერ შემუშავებულია ახალი სახეობის კვლავჩამწერი ფოტოქრომული გარემო, დაფუძნებული სპიროპირანით დოპირებულ თხევადკრისტალურ ბიფენოვან პოლიმერულ (სპ-თკბპ) ფირზე, რომელშიც სინერგიულადაა გაერთიანებული ფოტომგრძნობიარე ფენის შესაძლებლობა ერთ ეტაპზე შექცევადად მოახდინოს ოპტიკური გამოსახულების გენერირება, ისეთი მიმზიდველი ფოტონური კრისტალის ოპტიკურ თვისებებთან, როგორცაა ქოლესტერული თხევადი კრისტალი. ორი სტრუქტურის ასეთი სახის კომბინაცია საშუალებას გვაძლევს მოვახდინოთ ჩაწერილი გამოსახულების ისეთი ოპტიკური პარამეტრების მოდულაცია, როგორებიცაა: შთანთქმა, არეკვლა, გარდატეხა და ფერები. გაუმჯობესებული ფოტომგრძნობიარობის, ოპტიკური კონტრასტის, ფოტო დეგრადირებისადმი კარგი მდგრადობისა და მაღალი სივრცული გარჩევადობის გამო, ჩვენ ვვარაუდობთ, რომ ჩვენი ნაკეთობა გააუმჯობესებს ამჟამად არსებულ, ოპტიკურად კვლავჩამწერ და მექანიკურად დრეკადი, გამოსახულების დაგროვების პროტოტიპებს. ამასთანავე, შემოთავაზებული ფოტოქრომული გარემო იმოქმედებს როგორც მრავალფუნქციური, დინამიური ფოტომგრძნობიარე და იაფი ხელსაწყო, რეალურ დროში გამოსახულების ჩაწერა/წაშლის თვისებებით, ხოლო სინათლით ინდუცირებულ ორ მდგომარეობას შორის მნიშვნელოვანი სივრცული ცვლილებები გამჭირვალეობაში, არეკვლაში, გარდატეხასა და ფერში, საშუალებას მოგვცემს შევექმნათ ფოტოქრომული კომპოზიციები 3D მიკროსტრუქტურების შესაქმნელად, და ასევე შესაძლებელია 3D ანაგლიპური გამოსახულების ჩაწერა. გარდა ამისა, თანახმად განვითარებული ქვეყნებში არსებული სტანდარტებისა, შესაძლებელია მიღებული შედეგების გამოყენება ისეთ მარტივ, ეფექტურ და იაფ ტექნიკურ გადაწყვეტილებებში, როგორებიცაა: გაყალბების საწინააღმდეგო და საიდენტიფიკაციო სისტემები, მადალსიხშირული რადიაციული და ულტრაიისფერი გამოსხივების დეტექტორები და დოზიმეტრები.