

ინსტიტუტის დასახელება:

სსიპ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ვლადიმერ ჭავჭავანიძის სახელობის კიბერნეტიკის ინსტიტუტი

სახელმწიფო ბიუჯეტის მიერ დაფინანსებული 2018 ÷ 2022 წწ. გეგმით შესრულებული პროექტები

№	შესრულებული პროექტის დასახელება, მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	წელი	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	<p>1.გოედელის <i>MV</i>-ალგებრის მრავალსახეობის შესახებ"</p> <p>2."დინამიკური ლუკასევიჩის ლოგიკა და მისი გამოყენება იმუნურ სისტემაში"</p> <p>(მათემატიკა, მათემატიკური ლოგიკა, ალგებრა)</p>	2018-2022	რევაზ გრიგოლია	რ. ლიპარტელიანი, ფ. ალშიბაია, ვ.მესხი
2	<p>"საკონტროლო რეალიზაციების განსაზღვრის, თვისებრივი პარამეტრების შემთხვევაში მონაცემთა ბაზების კორექტირების ალგორითმების</p>	2018-2022	ნელი ტყემალაძე	<p>ვ. ჯიხვაშვილი, მ. ქურიძე, გ. მამულაშვილი,</p> <p>ტატინა გავრილენკო</p>

	შემუშავება და სწავლებით სახეთა ამოცნობის სისტემის მოდიფიკაცია ბუნებრივი კატასტროფების პროგნოზისთვის". (კიბერნეტიკა. სახეთა ამოცნობა).			რ. თხინვალი
3	"კვანტური გამოთვლები და კვანტური სისტემების მართვის მათემატიკური ამოცანები" (მათემატიკა, ინფორმაციული ტექნოლოგიები)	2018– 2022	გრიგორ გიორგაძე	გ. დონაძე, გ. ფრუიძე, ვალ. ჯიქია ვაგ.ჯიქია, მ.ელიზბარაშვილი, გ.ბოლოთაშვილი, ვ.ჟღამაძე, დ.გომაძე, ნ.ჩხიკვაძე
4	"სტოქასტური ანალიზისა და მათემატიკური მოდელირების საკითხების კვლევა" მათემატიკა, შემთხვევითი პროცესების თეორია, მათემატიკური მოდელირება	2018– 2022	ზურაბ ფირანაშვილი	რ.თევზაძე, თ.სულაბერიძე, გ.ჯანდიერი, თ.ცაბაძე, ი.სხირტლაძე, ზ.ალიმბარაშვილი, ბ.ჩიქვინიძე, ც.კუტალია, რ.ბაკურაძე, ზ.ბერიკიშვილი

5	<p>"ჩაის შერჩევითი კრეფის რობოტული სისტემის დამუშავება და კვლევა"</p> <p>(კიბერნეტიკა. ხელოვნური ინტელექტი პრაქტიკული დანიშნულების სისტემებში).</p>	2018– 2022	გოდერძი ლეჟავა	<p>რ.თხინვალელი, გ.ანანიაშვილი ი.ჯავახიშვილი, ი.კამკამიძე, ო.თავდიშვილი, მ.კანდელაკი, ა.ვარდოსანიძე, თ.დალაქიშვილი, ბ.ოლიშვილი, ე. მკრტიჩიანი</p>
6	<p>"ინდუქციური გამოყვანის ოპერატორის გამოყენება ადამიანის ინტელექტის ფუნქციის მოდელირებასა და ტექნიკურ ამოცანებში"</p> <p>კიბერნეტიკა, ხელოვნური ინტელექტი</p>	2018– 2022	გოდერძი ლეჟავა	<p>რ.თხინვალელი, გ.ანანიაშვილი ი.ჯავახიშვილი, ი.კამკამიძე, ო.თავდიშვილი, თ.თოდუა, მ.კანდელაკი</p>
7	<p>"ნეირონის ინფორმაციულ აქტივობათა გამოკვლევა ელექტრომაგნიტური სმოგის პირობებში"</p> <p>კიბერნეტიკა, ბიოფიზიკა, ბიოკიბერნეტიკა</p>	2018– 2022	ბესარიონ ფარცვანია	<p>თ.ზორიკოვი, ვ.ჯელაძე. თ.გოგოლაძე, ი.ავალიშვილი, თ.სურგულაძე, თ.სულაბერიძე, ქ.ჩუბინიძე</p>

8	"ახალი ნანომასალებისა და მათი მიღების ტექნოლოგიების შემუშავება ნანოხელსაწყოებში გამოყენების მიზნით." ნანოტექნოლოგია, ნანომასალები, ნანოხელსაწყოები	2018– 2022	დავით ჯიშიაშვილი	ზ.შიოლაშვილი, ა.ჯიშიაშვილი, ნ.მახათაძე, დ.სუხანოვი, ა.ჭირაქაძე, ო.კვიციანი
9	"ბიოსამედიცინო დანიშნულების ფუნქციონალური მაგნიტური ნანონაწილაკების მიღების ახალი ტექნოლოგია". ახალი მასალები და ნანოტექნოლოგიები	2018– 2022	შალვა კეკუტია	ჯ.მარხულია, ვლ.მიქელაშვილი, ლ.სანებლიძე, რ.კოხრიძე, ნ.ჩხაიძე, ნ.მაისურაძე, მ.ჭავჭავანიძე
10	"ელექტროჰიდრაულიკური განმუხტვების კვლევა სამედიცინო გამოყენების მაგნეტიტის ნანონაწილაკების შემცველ სითხეებზე." ახალი მასალები და ნანოტექნოლოგიები	2018– 2022	შალვა კეკუტია	ჯ.მარხულია, ვლ.მიქელაშვილი, ლ.სანებლიძე, რ.კოხრიძე, ნ.ჩხაიძე, ნ.მაისურაძე, მ.ჭავჭავანიძე
11	"კანის ოპტიკური არეკვლის სპექტროსკოპია <i>in vivo</i> " დარგი: ფიზიკა	2018– 2022	ზაზა მელიქიშვილი	თ. მედოიძე, ზ. ჯალიაშვილი,

	მიმართულება: ბიოსამედიცინო ოპტიკა და სპექტროსკოპია			ვ. ცერცვაძე (დოქტორანტი) ს. ჩილაჩავა (ბაკალავრი)
12	1. „დოპირებული ზეგამტარი მასალის სინთეზი და მის საფუძველზე ზეგამტარი სადენების ლაბორატორიული ნიმუშების დამზადება და ტესტირება". კონდენსირებული გარემოს ფიზიკა, ზეგამტარობა 2. „კოზალტის ფუძიანი თერმოელექტრული მასალების ფუნქციონალური მახასიათებლების კვლევა- გაუმჯობესება" . ინჟინერია და ტექნოლოგიები, თერმოელექტრული მასალები	2018– 2022	ნიკოლოზ მარგიანი	გ. მუმლაძე, ი. ქვარცხავა, ვ. ჟღამაძე, ზ. ადამია, მ. ბალახაშვილი, ნათ. მარგიანი, ნ. მუმლაძე
13	"მოლეკულური აგრეგაციები და ანიზოტროპიის ფოტონდუცირება ორგანულ ნაერთებში". ოპტიკა, ანიზოტროპული გარემო.	2018– 2022	ტარიელ ებრალიძე	ნ.ებრალიძე, გ.მუმლაძე

14	"ახალი ტიპის თხევადკრისტალური ლაზერების შემუშავება". ფიზიკა, ოპტიკა	2018– 2022	ანდრო ჭანიშვილი	გ.პეტრიაშვილი, ზ.ვარდოსანიძე, ს.თავზარაშვილი, მ.არონიშვილი, ნ.ფონჯავიძე.
15	"გარემოსადმი ადაპტირებული ტემპერატურულად მართვადი ჭკვიანი ფანჯრები". ოპტიკა, ტექნოლოგიები	2018– 2022	გია პეტრიაშვილი	ც. ზურაბიშვილი, ლ. დევაძე, ნ. სეფაშვილი, ნ. ფონჯავიძე
16	"ვეიგერტის ეფექტის კვლევა აზოსაღებავებით დოპირებულ ქელატინის ფენებში". ფიზიკა, ოპტიკა	2018– 2022	ზურაბ ვარდოსანიძე	ა. ჭანიშვილი გ. პეტრიაშვილი ნ. ფონჯავიძე ს. თავზარაშვილი მარინა არონიშვილი
17	"კვანტურწერტილებიანი ნანოსტრუქტურირებული მასალა III-V ჯგუფის ნახევარგამტარების ბაზაზე". ფიზიკა, ნახევარგამტარების ფიზიკა, ნანოტექნოლოგიები	2018– 2022	თინათინ ლაფერაშვილი	ო. კვიციანი, დ. ლაფერაშვილი
18	"მაღალეფექტური პოლარიზაციულად-მგრძნობიარე მასალების მიღების ტექნოლოგიის მოდიფიცირება პოლარიზაციულ-	2018– 2022	გიორგი კაკაურიძე,	ბ. კილოსანიძე, ვლ. ტარასაშვილი, ვ. შავერდოვა, ა. ფურცელაძე, ი. ჩაგანავა, ი. მშვენიერაძე,

	<p>ჰოლოგრაფიული ელემენტების მისაღებად". ფიზიკური და ქიმიური მეცნიერებები: ოპტიკა, კვანტური ელექტრონიკა; ქიმიური ფიზიკა.</p>			<p>ს.პეტროვა, ე.ოსეფაიშვილი, ი. ქობულაშვილი</p>
19	<p>"ინოვაციური გამოსახულების სტოქსის სპექტროპოლარიმეტრი ასტრონომიისთვის". ფიზიკური და ქიმიური მეცნიერებები: ოპტიკა, კვანტური ელექტრონიკა; ქიმიური ფიზიკა.</p>	2018– 2022	<p>ზარზარა კილოსანიძე</p>	<p>გ.კაკაურიძე, ვლ. ტარასაშვილი, ვ. შავერდოვა, ა. ფურცელაძე, ი. ჩაგანავა, ი. მშვენიერაძე, ს.პეტროვა, ე.ოსეფაიშვილი, ი. ქობულაშვილი</p>
20	<p>"კომპლექსური ორმაგისხივთების განაწილების განსაზღვრის მეთოდი პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ელემენტის საფუძველზე". ფიზიკური და ქიმიური მეცნიერებები: ოპტიკა, კვანტური ელექტრონიკა;</p>	2018– 2022	<p>ზარზარა კილოსანიძე</p>	<p>გ.კაკაურიძე, ვლ. ტარასაშვილი, ვ. შავერდოვა, ა. ფურცელაძე, ი. ჩაგანავა, ი. მშვენიერაძე, ს.პეტროვა, ე.ოსეფაიშვილი, ი. ქობულაშვილი</p>

	ქიმიური ფიზიკა.			
21	<p>"პოლარიზაციული მემსიერების ფენომენი პოლარიზაციულ-ლუმინესცენტურ ჰოლოგრაფიაში: მარეგისტრირებელი არეები; მულტიპლექსური 3D ჰოლოგრამები; გამოყენების პერსპექტივა".</p> <p>ფიზიკური და ქიმიური მეცნიერებები: ოპტიკა, კვანტური ელექტრონიკა; ქიმიური ფიზიკა.</p>	2018– 2022	ვლადიმერ ტარასაშვილი	ა. ფურცელაძე, ვ. შავერდოვა, ს. პეტროვა
22	<p>"სახეთა ამოცნობის სისტემა ფოტონიზოტროპული კოპიების საფუძველზე".</p> <p>ფიზიკური და ქიმიური მეცნიერებები: ოპტიკა, კვანტური ელექტრონიკა; ქიმიური ფიზიკა.</p>	2018– 2022	ბარბარა კილოსანიძე	გ. კაკაურიძე, ი. ჩაგანავა, ი. მშვენიერაძე, ი. ქობულაშვილი
23	<p>1. "ახალი ტიპის ჰიბრიდული სპიროპირანები (სპიროქრომენები) დამატებითი</p>	2018– 2022	ჯიმშერ მასურაძე	ლ. დევაძე, ც. ზურაბიშვილი, ნ. სეფაშვილი,

	<p>ციკლით მოლეკულის ინდოლინურ ნაწილში". ორგანული ქიმია; ფიზიკური ქიმია; ნანომასშტაბური მოვლენები</p> <p>2. "სპიროპირანისა და დიაზო ცენტრების შემცველი შეუღლებული ფოტოქრომული ნაერთების სინთეზი". ორგანული ქიმია, ფოტოქრომული ნივთიერებების სინთეზი და კვლევა.</p>			<p>ნ. ჩიკვაძე, შ. ახოზაძე, ჟ. ურჩუხიშვილი, ხ. მესხიძე, ე. არველაძე, ლ. დევაძე, გ. სანიკიძე</p>
24	<p>"პოლიმერული და ნანოკომპოზიტური გრადიენტული სისტემების ელექტროფიზიკური თვისებების კვლევა". ორგანული ქიმია; ფიზიკური ქიმია</p>	2018– 2021	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>ლევან ნადარეიშვი ლი</p> </div>	<p>მ. არეშიძე, <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 10px;"> <p>ი. ფავლენიშვილი</p> </div> <p>ლ. შარაშიძე</p> </p>

ანოტაციები

1. აღწერილია სასრულად წარმოქმნილი GMV -ალგებრები და დახასიათებულია სასრულად წარმოდგენადი GMV -ალგებრები. აქსიომატიკურად წარმოდგენილია GMV -ლოგიკა, რომლის ალგებრულ მოდელს წარმოადგენს GMV -ალგებრები.

შემოღებულია დინამიკური პროპოზიციული ლუკასევიჩის ლოგიკა DPL (დინამიკური n -ნიშნა პროპოზიციული ლუკასევიჩის ლოგიკა $DPLn$) და დინამიკური MV -ალგებრები (დინამიკური MVn -ალგებრები) და განვითარებულია DPL ($DPLn$) ლოგიკის და დინამიკური MV -ალგებრები (MVn -ალგებრების) თეორიები.

შემოღებულია იმუნური დინამიკური n -ნიშნა ლუკასევიჩის ლოგიკა $IDLn$ n -ნიშნა ლუკასევიჩის ლოგიკის Ln -ის ბაზაზე და მის შესაბამისი იმუნური დინამიკური MVn -ალგებრა ($IDLn$ -ალგებრა), $1 < n < \omega$, რომლებიც ალგებრულ მოდელებს.

შემოთავაზებულია ახალი ლოგიკა, სახელად ნაწილობრივი ცოდნის ეპისტემური ლუკასევიჩის ლოგიკა, რომელიც წარმოდგენილია როგორც მულტიმოდალური ეპისტემური ლუკასევიჩის ლოგიკა $KLP(n)$ n ცოდნის ოპერატორებით \square^i ($1 \leq i \leq n$) ინტერპრეტირებული არაარქიდეურ მონადიკურ MV -ალგებრაში.

2. ჩვენს მიერ შემუშავებული სწავლებით სახეთა ამოცნობის სისტემით (სსას-ით) მოცემულ რეგიონში და T_0 პერიოდში ბუნებრივი კატასტროფების (წყალდიდობების, ღვარცოფების) ამოცნობისთვის (პროგნოზისთვის), გარდა ამ პერიოდის წინა 12 თვის მონაცემებისა, უნდა გვექონდეს მასწავლი რეალიზაციები. მათი განსაზღვრისთვის კი – სხვა წლებშიც იმავე რეგიონში ამ T_0 პერიოდის წინა 12 თვის მონაცემები კატასტროფების მოხდენის ან არმოხდენის შემთხვევაში. მათი განსაზღვრის მეთოდის შემუშავება წარმოადგენს თემის მიზანს. შემუშავებულია მეთოდი, რომელიც ჩართულია სსას-ის საწყისი ინფორმაციის წინასწარი დამუშავების (პირველ) მოდელში. მეთოდში შერჩეულია საწყისი პარამეტრები. მათ საფუძველზეც განსაზღვრულია პირველადი, დამატებითი და ფორმალური დამატებითი პარამეტრები. მათი გამოყენებით განისაზღვრება ორი მატრიცა. პირველი შეესაბამება კატასტროფის მოხდენას, ხოლო მეორე – არმოხდენას. მათ საფუძველზე განისაზღვრება პირველადი მასწავლი რეალიზაციები შესაბამის პარამეტრებთან, დროის ინტერვალების ორივე ნაწილთან, თითოეულ თვესთან და მასში შემავალ მასწავლ ბლოკებთან მიმართებაში. ისინი გადაეცემა სსას-ის მასწავლ (მეორე) მოდელს შემდგომი გარდაქმნისთვის ინფორმატულობის გაზრდისა და ცოდნისა და მონაცემთა ბაზების განსაზღვრისთვის. ამ მიზნით მოდელი იყენებს გაწონასწორებულ და ნაწილობრივ გაწონასწორებულ არასრულ ბლოკ-სქემებს, ანუ (v, b, k, r, λ) და $(v, b, k, r, n_i, \lambda_i, P^i)$, $i = 1, 2$ ტიპის კონფიგურაციებს, $(v, b, k, r, \lambda, \mu)$ ტიპის ტაქტიკურ კონფიგურაციებს, გეომეტრიულ კონფიგურაციებს და საუკეთესო ვარიანტების შერჩევის ვექტორული ოპტიმიზაციის მეთოდს.

ამგვარად, მასწავლი რეალიზაციების განსაზღვრისთვის, გარდა შემუშავებული მეთოდისა, გამოიყენება სსას-ის პირველი ორი მოდელი. მასწავლი მოდელი სხვადასხვა წლებში განსაზღვრულ ბაზებს გადასცემს ამოცნობის (მესამე) მოდელს კატასტროფის პროგნოზისთვის მხოლოდ იმის შემდეგ, როდესაც მოხდება ამ მოდელის მოდიფიკაცია, რაც წარმოადგენს ცალკე ამოცანას.

3. უკანასკნელ წლებში კვანტური სისტემების, როგორც დინამიური პროცესების, მართვის შესაძლებლობა გამყარდა ექსპერიმენტებით, რამაც კვანტური სისტემების მართვადობის პრობლემა წარმოშვა კვანტურ დინამიურ სისტემათა საკმაოდ ფართო კლასისათვის. მიღებული იქნა გადახლართული სამდონიანი კვანტური სისტემების მართვადობის კრიტერიუმი. განვითარებული იქნა მონოდრომიული კვანტური გამოთვლებისათვის მართვის გეომეტრიული თეორია. კერძოდ, გამოკვლეული იქნა ჰამილტონიანები, რომლებიც რედუცირდება დიფერენციალურ განტოლებათა რეგულარული სისტემებზე. გამოკვლეული იქნა ლაზერულ ველში ჩაწერილი იონების მართვის ამოცანები წრფივი და სხვა ერთგანზომილებიანი კონფიგურაციებისათვის.

4. მიღებულია კოტელნიკოვ-შენონის ტიპის განზოგადებული მწკრივები, შესწავლილია მათი კრებადობის სიჩქარის საკითხები. განმარტებულია წირითი წარმოებული უწყვეტ წირებზე განსაზღვრული ფუნქციონალებისთვის. დამტკიცებულია იტოს ფორმულა დიფერენცირებადი, არაწინმსწრები ფუნქციონალებისთვის უწყვეტი სემიმარტინგალების შემთხვევაში. ჩვენ შეივსწავლეთ ოპტიმალური ინვესტიციების პირველადი და მეორადი ამოცანების დინამიური ფასის ფუნქციების რეგულარობის თვისებები. დადგენილია კავშირი პირველადი და მეორადი ამოცანების ფასის პროცესებისა და ძირითადი და პირობითი ამოცანების ოპტიმალურ ამონახსნებს შორის. ეს თვისებები გამოიყენებულია იმის საჩვენებლად, რომ ფასის ფუნქცია აკმაყოფილებს შესაბამის შებრუნებულ სტოქასტურ კერძოწარმოებულთან დიფერენციალურ განტოლებას.

დამუშავდა და გამოკვლეულ იქნა ექსპონენციალური მარტინგალების თანაბრად ინტეგრებადობის საკითხები. თავდაპირველად დამუშავდა უწყვეტი მარტინგალების შემთხვევა. ამ მიმართულებით წინა წლებში უწყვეტი მარტინგალებისათვის განზოგადდა ნოვიკოვ-კაზამაკის შერეული პირობა და მიღებულ იქნა ექსპონენციალური მარტინგალების თანაბრად ინტეგრებადობის ახალი საკმარისი პირობა a_s პროცესის საშუალებით, ნაცვლად $a \neq 1$ მუდმივისა (a მუდმივი გამოყენებული იყო ნოვიკოვ-კაზამაკის საკმარისი პირობაში). ამასთან აგებული იყო კონტრმაგალითი რომლისთვისაც ნოვიკოვ-კაზამაკის შერეული პირობა არ სრულდება არცერთი $a \neq 1$ მუდმივისათვის, ხოლო ჩვენს მიერ მიღებული საკმარისი პირობა სრულდება კონკრეტული a_s პროცესისათვის. ამჟამად მიმდინარეობს მუშაობა უწყვეტ შემთხვევაში ექსპონენციალური მარტინგალის თანაბრად ინტეგრებადობის აუცილებელი და საკმარისი პირობის მიღებაზე. შედეგად, უწყვეტ შემთხვევაში მიღებულ იქნა თანაბრად ინტეგრებადობის აუცილებელი და საკმარისი პირობა a_s პროცესის საშუალებით (ამ შედეგის

მიღებაში არსებითად დაგვეხმარა ი. რუფის მიერ 2013 წელს მიღებული შედეგი). მთავარი სირთულე იყო $|a_s - 1| \geq \varepsilon > 0$ პირობის ისე შემსუბუქება, რომ მიგვეღო აუცილებელი და საკმარისი პირობა, რაც ამჟამად შესრულებულია.

შესწავლილია ელექტრომაგნიტური ტალღების გავრცელება შემთხვევითად არაერთგვაროვან მაგნიტოაქტიურ გამტარ პლაზმაში პედერსენი, ჰოლისა და გასწვრივი გამტარებლობის გათვალისწინებით. გაზნული ელექტრომაგნიტური ტალღების სტატისტიკური მახასიათებლები შეისწავლება სტოქასტურ განტოლებათა სისტემაზე დაყრდნობით. გარდატეხის მაჩვენებლისა და პოლარიზაციის კოეფიციენტები გამოთვლილია „ჩვეულებრივი“ და „არაჩვეულებრივი“ ტალღებისთვის დედამიწის ატმოსფეროს პოლარულ რეგიონში. გამოთვლილია ექსპერიმენტზე დაკვირვებადი დეპოლარიზაციის ეფექტების აღმწერი სტოქსის პარამეტრები ელექტრონების კონცენტრაციის ნებისმიერი კორელაციური ფუნქციისთვის. ჩვენს მიერ პირველად მიღებული განზოგადებული სტოქსის პარამეტრების ამსახველი კოჰერენტული მატრიცა აღწერს არაბრტყელი ტალღების პოლარიზაციის ეფექტების თავისებურებებს.

შემოთავაზებულია კომპონენტებს შორის ფაზი კავშირების მქონე სხვადასხვა სისტემების იერარქიული სტრუქტურირების ახალი მეთოდი. წარმოდგენილი მიდგომა ითვალისწინებს გასახილველი სისტემის სტრუქტურული ერთეულების განლაგებას გადანომრილი იერარქიული დონეების მიხედვით, ამ ერთეულებს შორის კავშირების შენარჩუნებით

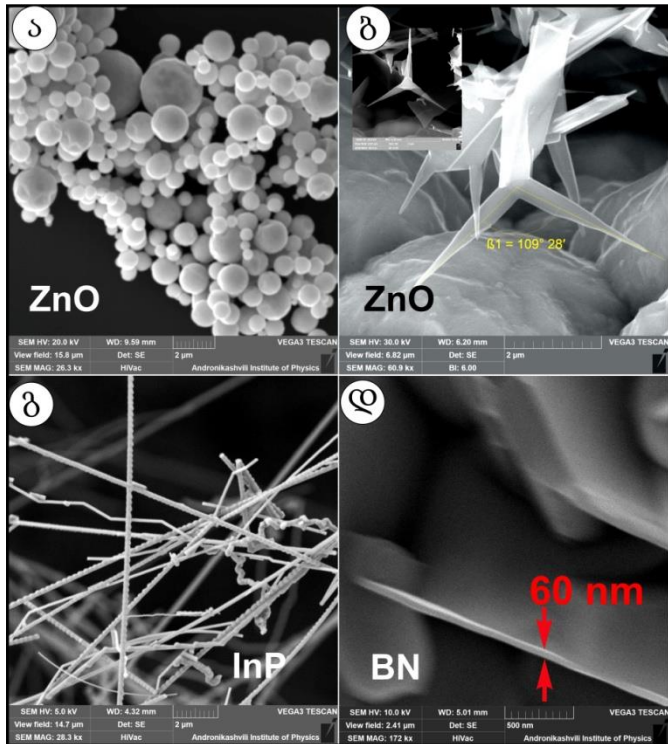
5. ხელოვნური ინტელექტის, კერძოდ, სახეთა ამოცნობის მიდგომების ფარგლებში დამუშავებული კონცეფციის საფუძველზე აგებულია პრაქტიკული დანიშნულებისა და მაღალი ეკონომიკური ეფექტურობის მქონე ჩაის შერჩევით საკრეფი ინტელექტუალური სისტემის საცდელ-სადემონსტრაციო პროტოტიპი.

6. კვლევის არსი მდგომარეობდა ინდუქციური გამოყვანის პროცესორის საშუალებით იმ ელემენტარული ფსიქოლოგიური ფუნქციების მოდელირებაში, რომლებიც განაპირობებენ აზროვნების უნარს და ამ კვლევის შედეგის საფუძველზე კონკრეტული, მაღალი პრაქტიკული მნიშვნელობის მქონე „გონიერი“ ტექნიკური სისტემის დამუშავებაში. არსებული გეგმის შესაბამისად, გათვალისწინებული იყო და დამუშავდა ე.წ. „გონიერი“ მიმყოლი სისტემის კონცეფცია. ინდუქციური გამოყვანის პროცესორის გამოყენება შესაძლებელს გახდის, რომ ასეთი მიმყოლი სისტემა გამოყენებულ იქნას სწრაფად მიმდინარე პროცესების მართვის ამოცანებში. პარალელურად, უნივერსიტეტ „გეომედთან“ ერთად განხორციელდა ექსპერიმენტები, რომელთა მიზანი იყო ე.წ. „მოტივაციური ფილტრების“ მოდელირება ინდუქციური გამოყვანის პროცესორის საშუალებით.

7. უკანასკნელი ათწლეულების განმავლობაში უაღრესად სწრაფად განვითარდა უმავთულო კომუნიკაციის საშუალებათა გამოყენება მთელს მსოფლიოში. მათ შორის პირველ ადგილზეა მობილური ტელეფონები. ამას გარდა ასევე სწრაფად ვითარდება ე.წ. ვაი-ფაი (Wi Fi)

საშუალებები, რომელთა გამოყენების არეალი ძირითადად ლოკალური ქსელებია. დიდია ასევე ე.წ. უმაღულო ტელეფონების გამოყენებაც. აღსანიშნავია ის გარემოება, რომ თანამედროვე ცივილიზებული ადამიანი განუწყვეტილ იმყოფება ამ ველების ერთობლივი ზემოქმედების ქვეშ. რადიო და მიკროტალღური სიხშირის ელექტრომაგნიტური ველების (ემგ-ბის) ბიოლოგიურ ობიექტებზე ზემოქმედების შესწავლისას ძირითადად განიხილება ერთერთი რომელიმე სიხშირის ემგ-ს ბიოლოგიური ეფექტები, მაშინ, როცა შეიძლება ითქვას, რომ ჩვენ ვიმყოფებით ელექტრომაგნიტური სმოგის ზეგავლენის ქვეშ. აქედან გამომდინარე, მოცემული კვლევების მიზანი იყო შეგვესწავლა მოდელირებული ელექტრომაგნიტური სმოგის გავლენა ცალკეულ ნეირონზე. რადგან ნეირონი წარმოადგენს ნერვული სისტემისა და კერძოდ, ტვინის ძირითად ფუნქციურ ელემენტს. კვლევის ობიექტად აღებული იყო მოლუსკის ცენტრალური ნერვული სისტემა და მისი ცალკეული იდენტიფიცირებადი ნეირონები. კვლევათა მიზანს წარმოადგენდა ელექტრომაგნიტური სმოგის მსგავსი, ემგ-ს ზეგავლენის გამოკვლევა ცალკეული ნეირონის ფუნქციონირებასა და ინფორმაციულ აქტივობაზე. კერძოდ გამოკვლეულ იქნა Wi-Fi-ში გამოყენებული 2,4 და 5 გეგაჰერცი (გჰც) სიხშირების ემგ-სა და და მობილურ ტელეფონებში გამოყენებული 900 და 1800 მეგაჰერცი (მგჰც) სიხშირების ემგ-ბის ერთობლივი გავლენა ნეირონზე. გამოკვლეულია ამ სხვადასხვა სიხშირის ემგ-ს სხვადასხვა თანაფარდობის ინტენსივობების ნეირონზე გავლენა. უმაღულო საკომუნიკაციო საშუალებებში გამოყენებული უაღრესად მაღალი სიხსირის ემგ-ში მოდულირებულია დაბალი სიხშირეებით, რასაც გამოსხივების სპექტრში შემოაქვს უაღრესად დაბალი სიხშირის მქონე ემგ-ბი. აქედან გამომდინარე, გამოკვლეულ იქნა 2; 8.7 და 217 ჰერცი სიხშირის ემგ-ების ზეგავლენა ნეირონის ბიოპოტენციალებსა და ინფორმაციულ აქტივობებზე. შესწავლილია ემგ-ბის გავლენა ნეირონის მოსვენების პოტენციალზე, ნეირონის ქმედების პოტენციალის პარამეტრებზე, (სტიმულიდან იმპულსამდე დრო, იმპულსის ამპლიტუდა, მაქსიმალური dV/dt, მაქსიმალური დახრა, იმპულსის სიგანე პროცენტულ დონეებზე 20; 50; 90. იმპულსისქვეშა ფართობი, კვალური ჰიპერპოლარიზაციის ამპლიტუდა, კვალური ჰიპერპოლარიზაციის ფართობი). შედარებულია დასხივებული და საკონტროლო ნეირონების აღზნებადობა, პლასტიურობა, ჰაბიტუაცია, როგორც უჯრედშიგა, ასევე სინაფსური სტიმულების მიმართ. გამოთვლილია და შედარებულია ინფორმაციის როდენობები ჰაბიტუაციის მიმართ. გამოკვლეულია ემგ-ების ერთობლივი გავლენა ნეირონის აღზნებადობაზე. ნაჩვენებია, რომ ელექტრომაგნიტური სმოგი იწვევს ნეირონის აღზნებადობის გაზრდას, ცვლის მის ბიოპოტენციალებს. სმოგის მსგავსი ველები იწვევენ ნეირონის მიერ ინფორმაციის გადამუშავებისა და შენახვის უნარის გაუარესებას. უაღრესად დაბალი სიხშირის ელექტრომაგნიტური ველები იწვევენ ნეირონის ფუნქციონირების დარღვევას, რაც მისი სტიმულია მიმართ ჰაბიტუაციის დარღვევაში გამოიხატება. კვლევების განხორციელების შედეგად მიღებული ახალი ცოდნა ელექტრომაგნიტური სმოგის ცალკეულ ნეირონზე ზემოქმედების შესახებ შეიძლება გამოყენებული იქნას ემგ-ბის ბიოლოგიურ ობიექტებზე ზემოქმედების უსაფრთხო დოზების ჰარმონიზაციისათვის.

8. ტექნოლოგიების დახვეწა მოიცავდა სამუშაოებს, რომელთა საშუალებითაც შესაძლებელი იქნებოდა ნანომასალათა ფიზიკური, მორფოლოგიური, ოპტიკური და სხვა პარამეტრების გაუმჯობესება. ნანომასალებისთვის უმთავრესია მათი ზომების ზუსტი დაცვა, ნაწილაკების მიღწევა, რადგან მხოლოდ ამ შემთხვევაში ხდება შესაძლებელი მათი ზომაზე დამოკიდებული თვისებების გამჟღავნება. თავის მხრივ მონოდისპერსულობის მიღწევა საშუალებას იძლევა მივიღოთ ერთნაირი თვისებების მქონე ნანომასალა. პიროლიზურ ტექნოლოგიაში, რომელიც ეფუძნება NH_4Cl -ის გამოყენებას შევისწავლეთ ტექნოლოგიური პარამეტრების დამოკიდებულება მასალათა მორფოლოგიაზე. ტექნოლოგიურ პარამეტრებს შეადგენდა სინთეზის ტემპერატურა, სამუშაო წნევა, წყარო მასალის ტემპერატურა, მანძილი წყაროსა და ფუძემრეს შორის, სინთეზის ხანგრძლივობა და სხვ. განხილული მასალებისთვის ოპტიმალური ტექნოლოგიური პარამეტრები განსხვავებული იყო. მაგალითად. გერმანიუმის ნიტრიდის– Ge_3N_4 მიღება და მორფოლოგია მნიშვნელოვნად იყო დამოკიდებული სინთეზის ტემპერატურაზე. 510°C -ზე მივიღეთ საკმაოდ დიდი, მიკრონების დიამეტრის მქონე მონოკრისტალური ძელები სიგრძით 50 მიკრომეტრამდე, მაშინ როცა 41°C -ზე მიიღებოდა ნანომავთულები დიამეტრით 20 ± 5 ნმ.



ნახ.1. პიროლიზური მეთოდით მიღებული ZnO-ს მიკრო-სფეროები (ა), InP-ს ნანომავთულები (გ) და ბორის ნიტრიდის 60 ნმ სისქის ფენა (დ); თუთიის ოქსიდის ტეტრაპოდი, მოღებული პლაზმური რკალის გამოყენებით (ბ).

მნიშვნელოვანი ყურადღება დაეთმო სინთეზისას ამონიუმის ქლორიდის დაშლასა და ამ დაშლის პროდუქტების ქიმიურ აქტივობას. ეს ნაერთი იწყებს დისოციაციას უკვე 195°C -ზე რის შედეგადაც მიიღება აირადი მარილმჟავა– HCl და ამიაკი– NH_3 . ასეთ არეში შეიძლება განხორციელდეს სხვადასხვა სახის რეაქციები, მაგალითად ზედაპირის ამოჭმა, ნიტრიდის სინთეზი, აქროლადი და სტაბილური ქლორიდების წარმოქმნა და სხვ. თუ იმასაც გავითვალისწინებთ, რომ რიგ ექსპერმენტში ჩვენ სპეციალურად ვხმარობდი ნესტიან ანამონიუმის ქლორიდს, მაშინ უნდა გავითვალისწინოთ დაჟანგვის რეაქციებიც. სინთეზის რეაქციების თერმოქიმიური წინასწარი ანალიზი საშუალებას გვამლევდა, რომ წინასწარ განგვესაზღვრა სავარაუდო რეაქციათა ალბათობა, თუმცა რეალური მასალის სინთეზისთვის მეტად მნიშვნელოვან პარამეტრს წარმოადგენს რეაქციის კინეტიკა, რომლის სიდიდის შეფასება ხდებოდა მხოლოდ სინთეზის შედეგებიდან გამომდინარე.

ახალი ტექნოლოგიების შემუშავების მიმართულებით ჩვენ ჩავატარეთ ერთობლივი სამუშაოები ანდრონიკაშვილის სახელობის ფიზიკის ინსტიტუტის პლაზმის ფიზიკის განყოფილების მეცნიერებთან ერთად, რომლებმაც შექმნეს ე.წ. პლაზმური რკალის სანთულა (plasma arc torch). მისი მეშვეობით ისინი ძირითადად ახორციელებდნენ ნახშირის მტვრის სრულ წვას, რაც მნიშვნელოვნად ზრდიდა ენერგეტიკულ გამოსავალს, კვლევები ზოგიერთი სხვა მიმართულებითაც მიმდინარეობდა. ჩვენს შემთხვევაში პლაზმური რკალი გამოყენებული იქნა

ჟანგბადში ან ინერტულ აირებში ლითონთა ასაორთქლებლად, რის შემდეგაც ორთქლი კონდენსირდებოდა ფუძემრეზე. Zn-ზე ჩატარებულმა ექსპერიმენტებმა, გვიჩვენა, რომ პლაზმის სიმძლავრის შესაბამისად ფუძემრეზე მიიღებოდა ZnO-ს ნანომასალა. შედარებით დაბალ ენერგიებზე ე.წ. ტეტრაპოდები, ხოლო მაღალზე-ე.წ. იერარქიური, სფერული, ყვავილისმაგარი ნაწილაკები, რომლებიც თუთიის ოქსიდის ნანოსიბრტყეებისგან შედგებოდა.

გარდა ამისა, ცირკონიუმისა და ბორის ფხვნილებიდან პიროლიზური გზით მიღებული იქნა ZrB₂-ის ნანომასალა. ცნობილია, რომ ეს მასალა გამოირჩევა ულტრამაღალი დნობის ტემპერატურით (3246°C), სისალით, სიმტკიცით, მაღალი გამტარებლობით. აღნიშნული კვლევები ახლა დავიწყებ და ჯერ შედეგებზე ძნელია ვიმსჯელო, ნით უფრო, რომ მასალა შედგება მიკრო და ნანოზომის მარცვლებისგან და მათი მიღება მოითხოვს ტექნოლოგიის ოპტიმიზაციას.

გარდა ტექნოლოგიური კვლევებისა მუდმივად მიმდინარეობდა ნანომასალების შედგენილობის, მორფოლოგიისა და სტრუქტურის კვლევა ისეთი მეთოდებით, როგორცაა რენტგენული დიფრაქცია, ტრანსმისიული და მასკანირებელი ელექტრონული მიკროსკოპია, ინფრაწითელი სპექტროსკოპია და ფოტომეტრია ულტრაისფერ და ხილულ უბანში, ვოლტ-ამპერმეტრია. ამ კვლევების შედეგები აისახა სათანადო პუბლიკაციებში.

9. ბიოსამედიცინო დანიშნულების მაგნიტური ნანონაწილაკების (მნწ) სინთეზის ძირითადი ტექნოლოგიური პრობლემები დაკავშირებულია შემდეგი მახასიათებლების გაუმჯობესებასთან: ზომებისა და ფორმის ზუსტი კონტროლი, მონოდისპერსიულობა, ნანონაწილაკების სასურველ გამხსნელებში სტაბილურობა. ამდენად, ზედაპირის უზრუნველყოფა შესაბამისი საფარით და მნწ-ების სტაბილურობის დაცვის ზოგიერთი ეფექტური სტრატეგიის დახვეწა არის ძალიან მნიშვნელოვანი, რაც წარმოადგენდა ჩვენი სამუშაოს მიზანს.

ამ მიზნის მისაღწევად აუცილებელი იყო შემდეგი ამოცანების გადაწყვეტა:

ამოცანა I. ელექტროჰიდრავლიკური დანადგარის, ულტრაბგერითი რეაქტორის და შლენკის ხაზის სისტემის ჩართვა ჩვენს ხელთ არსებულ მაგნიტური ნანოსითხეების უწყვეტ ტექნოლოგიურ ხაზში;

ამოცანა II. ოლეინის მჟავა-პეგ-ით (პოლიეთილენ გლიკოლი) შემოგარსული მნწ-ების სინთეზი ულტრაბგერით და ელექტროჰიდრავლიკური მეთოდის გამოყენებით. ოლეინის მჟავა-PEG-ით შემოგარსული მნწ-ების ჰიდროფობური წამლით დატვირთვა და ანტისხეულთან შეუღლება. სინთეზირებული მაგნიტური ნანოსითხეების ფიზიკური პარამეტრების დადგენა;

ამოცანა III. ქიმიური სინთეზის პარამეტრების და ფუნქციონალიზაციის ოპტიმიზაცია; ფიზიკური პარამეტრების გაზომვები;

ამოცანა IV. ბიოლოგიური კვლევა. Staphylococcus epidermidis-ზე მაგნიტური ნანონაწილაკების ბაქტერიციდული მოქმედების შეფასება; უჯრედული ცვლილებების შესწავლა - დნმ-ს დაზიანება, უჯრედული ციკლის დარღვევა, ადამიანის ეპითელიური უჯრედული კულტურების მოდელზე ჟანგვითი სტრესები; დასკვნით ეტაპზე მოხდა მიღებული შედეგების წარდგენა საერთაშორისო კონფერენციაზე და გამოქვეყნდა სტატია მაღალრეინტიგულ საერთაშორისო ჟურნალში.

10. ნანონაწილაკების ზომების განაზღვრვის შემცირების მიზნით, ჩვენ პირველად ნანონაწილაკების სინთეზის კარგად ცნობილ სქემაში ვიყენებთ ელექტროჰიდრაულიკურ ეფექტს (იუტკინის ეფექტი). მსოფლიოს სამეცნიერო პუბლიკაციებში თითქმის არ გვხვდება შრომები ელექტროჰიდრაულიკური განმუხტების გამოყენებაზე კოლოიდური სითხეების დამუშავების კუთხით. შრომის უნიკალურობა მდგომარეობს იმაში, რომ ჩვენ შევიმუშავეთ ახალი მეთოდი, რომელიც საშუალებას მოგვცემს შევქნათ ეფექტური ბიოსამედიცინო გამოყენების ნანონაწილაკები. ფიზიკური და ქიმიური მოვლენების რთული კომპლექსი, რომელსაც ადგილი აქვს სითხეში მაღალმაზვიანი ელექტრო-რკალური-იმპულსური განმუხტვის დროს, მიმდინარეობს მცირე დროის განმავლობაში და მიყვარს სითხისა და მასში მოთავსებული ობიექტების მრავალგვარ ფიზიკურ-ქიმიურ ცვლილებებამდე. მძლავრი რხევები, რომლებიც თან ახლავს ელექტროჰიდრაულიკურ ეფექტს, დამატებით ახდენს ქიმიური მეთოდით სინთეზირებული ნანონაწილაკების ჰომოგენიზაციას. აღნიშნული მიდგომა, როგორც კვლევებმა გვიჩვენა, მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს მაგნიტური სითხის ბაქტერიციდულ და სორბციულ თვისებებს და შესაძლებელია ბიოაქტიური მოლეკულებით მათი ზედაპირის მოდიფიკაცია უკეთესად.

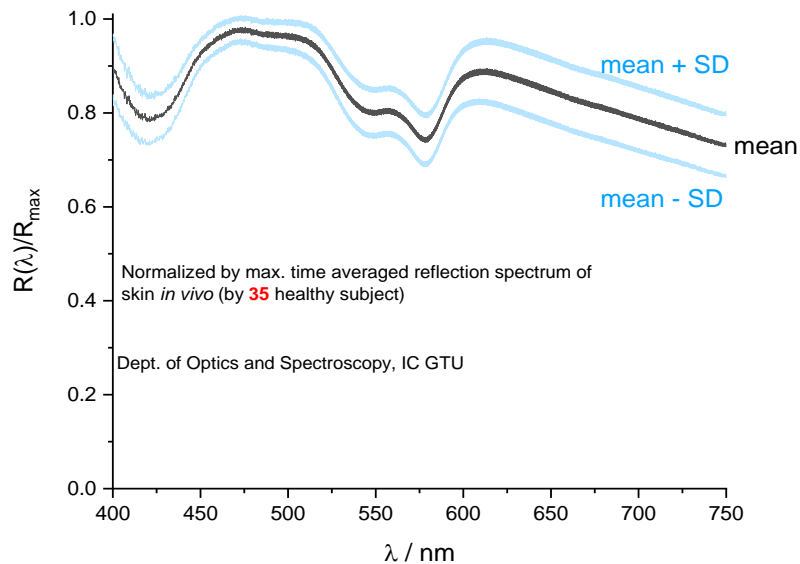
დასახული მიზანი მიღწეულია არსებული ელექტროჰიდრაულიკური დანადგარის ძირითადი პარამეტრების (განმუხტვის დენი, ძაბვა, წნევა და ტემპერატურა განმუხტვის კამერაში,) კონტროლი-მონიტორინგის შექმნით, რაც საშუალებას იძლევა მივიღოთ სასურველი ფიზიკო-ქიმიური-ბიოლოგიური პარამეტრების (მაღალი ჰომოგენურობა, სასურველი ზედაპირული მორფოლოგია, გაზრდილი სორბციული თვისებები და ამაღლებული ბიოთავსებადობა) მაგნიტური ნანონაწილაკების შემცველი ბიოგამოყენების ნანოსითხე.

11. დიფუზური არეკვლის სპექტროსკოპია (DRS) არის ტექნიკა, რომელიც არაინვაზიურად ანალიზებს ქსოვილის შემადგენლობას. DRS ზომავს ქსოვილიდან არეკლილი სინათლის რაოდენობას, რაც გვაწვდის ინფორმაციას გასაანალიზებელი ქსოვილის მიერ სინათლის გაბნევის და შთანთქმის შესახებ, რის შედეგადაც ვადგენთ მის ოპტიკურ თვისებებს. შემდეგ, მიღებული მონაცემების შესაბამის ფიზიკური

მოდელების და მათემატიკური მეთოდების გამოყენებით ვადგენთ, თუ როგორ უკავშირდება კანის ოპტიკური თვისებები ადამიანის ჯანმრთელობას.

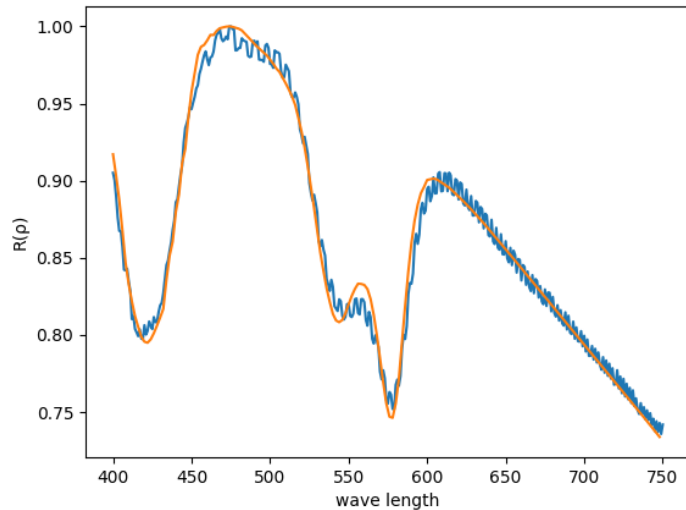
დღევანდელი მდგომარეობით დადგენილია:

ა) ჯანმრთელი ადამიანის კანის არეკვლის დროში გასაშუალოებული (ნახ. 1) და დროზე დამოკიდებული (პულსირებადი) სპექტრები, ექსპერიმენტულად;



ნახ.1. დროში გასაშუალოებული ჯანმრთელი ადამიანის არეკვლის სპექტრი.

ბ) შერჩეულია კანის ოპტიკური მოდელი: დიფუზური არეკვლა, წყაროსა და მიმღებს შორის მანძილზე დაოკიდებულების გათვალისწინებით;



ნახ. 2. ექსპერიმენტული (კლავნილი) და მორგებული (გლუვი) წირები.

გ) ექსპერიმენტულ მონაცემებთან მოდელის მათემატიკური მორგებით მიღებული (ნახ. 2) კანის ოპტიკური მახასიათებლები: შთანთქმის კოეფიციენტი, სისხლის კონცენტრაცია, სისხლის კაპილარების საშუალო დიამეტრი, ოქსი- და დეოქსიჰემოგლობინის კონცენტრაციები, მელანინის კონცენტრაცია, მის (Mie) ტიპის სინათლის გაბნევის ტალღის სიგრძეზე ხარისხოვანი დამოკიდებულების ხარისხის მაჩვენებელი.

ამჟამად, ჯო ენის საუნივერსიტეტო კლინიკაში მიმდინარეობს გულსისხძარღვთა პათოლოგიებით კანში გამოწვეული ოპტიკური მახასიათებლების შესწავლა.

12. კიბერნეტიკის ინსტიტუტის ზეგამტარობის ჯგუფი (აწ უკვე ენერგოეფექტური ტექნოლოგიების ლაბორატორიის წევრები, ხელმძღვანელი ფმმკ ნ. მარგიანი) ამ მიმართულების კვლევაში დაეყრდნო მრავალი წლის განმავლობაში YBaCuO და BiSrCaCuO მტზ სისტემების შესწავლაში მიღებულ გამოცდილებას. Bi(Pb)-2223 სისტემა ჩვენ მიერ მრავალჯერ იქნა გამოცდილი ბორის შემცველი დანამატებითა და დოპანტებით; და როგორც წლიურ ანგარიშებში, სტატიებში, კონფერენციების მასალებსა და პატენტებში წარმოდგენილი მასალები ადასტურებს, მივალწიეთ მტზ ფაზწარმოქმნის მაღალ (94 %-მდე) მაჩვენებელს, კრიტიკული დენის მნიშვნელოვან ზრდას, რაც უმთავრესია მაღალტემპერატურული ზეგამტარების პრაქტიკული გამოყენების თვალსაზრისით.

ბორის დოპანტებით დოპირებული მტზ მასალის სინთეზის პრობების სრულყოფილად დადგენის შემდეგ საჭირო გახდა მათი ტესტირება PIT (Powder in Tube) ტექნოლოგიით დამზადებულ ვერცხლისგარსიან სადენში. ამ თემას, გარდა პროგრამული კვლევებისა, დაეთმო რუსთაველის ფონდის მიერ დაფინანსებული საპროექტო სამუშაოები (DI-18-479). წარმატებით განხორციელდა $Sr(BO_2)_2$ -ით და $Pb(BO_2)_2$ -ით დოპირებული $Bi(Pb)$ -2223 ზეგამტარი მასალის სინთეზი ვერცხლის გარსში. ასეთი ტიპის ექსპერიმენტი მეტად პრობლემურია. სინთეზი უნდა ჩატარდეს ექსტრემალურ პირობებში — ვერცხლის გარსის შიგნით, სადაც მოკლებული ვართ საშუალებას პირობების კონტროლისა; გარდა ამისა, მეტად პრობლემურია ის გაზომვები, რამაც უნდა დაადასტუროს პილოტური სადენის ლაბორატორიული მოდელის წარმატებული ეგზემპლარის შექმნა. მიუხედავად შუალედური სიძნელებისა და რამდენიმე წარუმატებელი ცდისა, მაინც მოხერხდა ამგვარი ნიმუშის შემუშავება, რომელმაც, სტანდარტულ ეგზემპლართან (დოპირების გარეშე) შედარებით გამოავლინა მაღალტემპერატურული ზეგამტარი ფაზის შემცველობის გაუმჯობესებული მაჩვენებელი. სურათზე წარმოდგენილია ნიმუშის სახით სტრონციუმის ბორატით დოპირებული სადენების ლაბორატორიული ეგზემპლარები.



რომ შევაჯამოთ, საანგარიშო წლების სამუშაო, რომელიც მოიცავდა ზეგამტარი მასალის სინთეზს შერჩეული დოპანტების საფუძველზე, და შემდეგ მათი ელექტროფიზიკური პარამეტრების გაზომვას სადენებისთვის საუკეთესო მასალის შერჩევის მიზნით და შემდეგ თავად სადენების დამზადება, თამამად შეიძლება ჩაითვალოს წარმატებულად. ამ პერიოდში მაღალტემპერატურული ზეგამტარობის თემატიკით ჯგუფმა მიიღო 1 პატენტი, გამოაქვეყნა 10 სტატია (აქედან 7 — რეიტინგულ და იმპაქტფაქტორიან ჟურნალებში), მიიღო მონაწილეობა 6 საერთაშორისო კონფერენციაში, გაიმარჯვა 3 საგრანტო პროექტში.

იმ გამოცდილების ბაზაზე, რაც ჯგუფს დაუგროვდა ზეგამტარობაში 2018 წლამდე, ფმმკ ნ. მარგიანის ლაბორატორიაში საფუძველი ჩაეყარა კვლევის ახალ მიმართულებას — კობალტიტური თერმოელექტრული მასალების შესწავლას. ეს მასალები წარმოადგენს ფენოვანი სტრუქტურის მქონე შენაერთებს, რითაც ვლინდება მათი მსგავსება მტზ მასალებისადმი. პლუს ამას, განზრახულ იქნა ბორის შემცველი დოპანტებით დოპირება, რამაც ასე კარგად გამოავლინა თავი ბისმუტის ფუძიან მტზ-ებში. როგორც ცნობილია, თერმოელექტრული

მასალისთვის გადამწყვეტ პარამეტრს წარმოადგენს ვარგისობის მაჩვენებელი (ZT), რომელიც, თავის მხრივ, გამოითვლება ზეებეკის კოეფიციენტის, ელექტროგამტარობისა და თბოგამტარობის კოეფიციენტის მეშვეობით. სირთულე მდგომარეობს იმაში, რომ მასალას უნდა გააჩნდეს რაც შეიძლება დიდი ელექტროგამტარობა და რაც შეიძლება მცირე თბოგამტარობა. გარდა ამისა, პრაქტიკული გამოყენების თვალსაზრისით საჭიროა ერთნაირი წარმატების მქონე სამუშაოს ჩატარება როგორც p-ტიპის, ასევე n-ტიპის თერმოელექტრიკზე, რათა მოხერხდეს მათ ბაზაზე თერმოელექტროგენერატორის (TEG) თუნდაც ლაბორატორიული საპილოტე ეგზემპლარის შექმნა რაც შეიძლება მაღალი ვარგისობის კოეფიციენტით. აქედან ჩანს ჯგუფის წინაშე მდგარი გამოწვევების სირთულე.

პრობლემა აგრეთვე იყო შესაბამისი მატერიალურ-ტექნიკური ბაზის არსებობა. თემატიკის დასაწყისში ამ თემატიკისთვის გაგვაჩნდა ლაბორატორიაში აწყობილი კუთრი წინაღობის ტემპერატურული დამოკიდებულების საზომი ხაზი, თანამედროვე ნანოვოლტმეტრი და მოძველებული, საბჭოთა წარმოების თბოგამტარობის საზომი ხელსაწყო, რომელზეც „გადაიარა“ პირველი სამუშაოების მძიმე ტვირთმა და მისაღებმა ექსპერიმენტულმა გამოცდილებამ. შემდგომში, წლიდან წლამდე, საგრანტო პროექტების მეშვეობით (SRNSF, CARYS, ISTC) აღვიჭურვეთ თანამედროვე მულტიმეტრით, თბოგამტარობის საზომი THERMTEST ფორმის დანადგარით, მაგნიტური შეძრევი ხელსაწყოთი ტემპერატურის კონტროლით (Stirrer). განსაკუთრებული აღნიშვნის ღირსია ჩვენს ჯგუფში აწყობილი ხაზი ზეებეკის კოეფიციენტის გასაზომად.

ორიენტირი აღებულ იქნა 3 შენაერთის კვლევაზე — Bi-Sr-Co-O, Bi-Ca-Co-O და Ca-Co-O, მათი დოპირებით ბორის შემცველი დოპანტების ვარიაციით. გამოვიყენეთ ის დოპანტები, რომელთაც თავი იჩინეს ზეგამტარულ მასალებში — Sr(BO₂)₂, Pb(BO₂)₂ და, რაც უნდა აღინიშნოს, პრიორიტეტულად გამოვიყენეთ გრაფენის დანამატი Bi-Sr-Co-O სისტემაში, რამაც ვარგისობის ფაქტორის მნიშვნელოვანი ზრდა გამოიწვია. როგორც მაღალტემპერატურული ზეგამტარობის შემთხვევაში, ფენობრივ კობალტიტებშიც დიდი სამუშაო იყო გასაწევი სინთეზის ოპტიმალური პირობების დასადგენად, უმცირესი დეტალების გათვალისწინებით. ეს ასპექტი წარმატებით იქნა დაძლეული.

გარდა მყარფაზური სინთეზის ტექნოლოგიისა, ჯგუფში წარმატებით დაიწყო ზოლ-გელ ტექნოლოგიის გამოყენება მასალათა სინთეზისას, რამაც უნდა განაპირობოს წვრილდისპერსულობა და მაღალი ჰომოგენიზაცია, შედეგად კი — თერმოელექტრული პარამეტრების გაუმჯობესებული მნიშვნელობები.

განხორციელდა პირველი მცდელობა n-ტიპის თერმოელექტრიკების სინთეზისა მანგანატების ბაზაზე. აქაც მატერიალურ-ტექნიკური პრობლემები იჩენს თავს, რომლებიც, იმედია, წარმატებით დაიძლევა საგრანტო შესყიდვების (SRNSF-AR) განხორციელების გზით. საანგარიშო პერიოდებში დაგროვილ თვლად კრიტერიუმები მოცემულ თემატიკაზე ასეთია: 4 პატენტი, 4 სტატია რეიტინგულ ჟურნალებში, მონაწილეობა 3 საერთაშორისო კონფერენციაში, გამარჯვება 5 საგრანტო პროექტში (მათ შორის, ISTC-ის დაფინანსებულში).

13. შესწავლილ იქნა ოპტიკური გამოსახულების ფორმირების საკითხები ანიზოტროპიის ფოტონდუცირების დროს "მარცვლოვანი" აგებულების შუქმგრძნობიარე ფირებში, კერძოდ, ვერცხლის ემულსიაში. კვლევის ობიექტს წარმოადგენდა ვეიგერტის ეფექტის მქონე ფირი.

კვლევები ჩატარებულ იქნა ციფრული ოკულარ-კამერის გამოყენებით. კვლევების შედეგად მიღებული იქნა, რომ ფირზე აქტიური წრფივად პოლარიზებული სინათლის მოქმედებით იგი ხდება ანიზოტროპული. ჯვარედინი პოლარიზატორებით ჩატარებულ ექსპერიმენტში იგი ხდება გამჭვირვალე. მაგრამ თუ ასეთ ფირზე ხელმეორედ ვიმოქმედებთ აქტიური სინათლით ოღონდ ამჟამად არაპოლარიზებულით, მაშინ ფირი ჯვარედინი პოლარიზატორებით ჩატარებულ ექსპერიმენტში ჩაბნელდება, ე.ი. ის ხდება იზოტროპული.

14. ა) შესწავლილია ქოლესტერულ თხევადკრისტალურ ფენებში ფერადი კონუსური (color cone) ლაზერული გენერაცია. პირველად მიღებულია ნათელი, შეუიარაღებელი თვალით შესამჩნევი კონუსური გენერაცია. გამოყენებული იყო თხევადკრისტალური მასალები დოპირებული ლუმინესცენციური საღებარებით, რომლებსაც გააჩნია გამოსხივება სპექტრის იისფერ-ლურჯ უბანში. აღზნების წყაროდ გამოყენებული იყო დაბალი სიმძლავრის მქონე აზოტის ლაზერი (337 ნმ, 100 მკჯ). დადგენილია, რომ კონუსური გენერაცია დაიმზირება საღებარების ლუმინესცენციური გამოსხივების მაქსიმუმების ტალღის სიგრძეებზე ფოტონური აკრძალული ზონის ორივე კიდეზე. ამიტომ საღებარი, რომელსაც გააჩნია ერთი პიკი, იძლევა ორ კონუსურ ლაზერულ გამოსხივებას, ხოლო საღებარი, რომელსაც გააჩნია ორი პიკი, იძლევა ოთხ კონუსურ ლაზერულ გამოსხივებას. ფოტონური აკრძალული ზონის მდებარეობის შერჩევით ჩვენ შეგვიძლია მივიღოთ გამოსხივების კუთხეებისა და კონუსური სხივების რაოდენობის ცვლილება. ეკრანზე გამოსხივება ჩანს რგოლების სახით. გაზომილია ლაზერული გამოსხივების პარამეტრები. დადგენილია გამოსხივების კუთხეების დამოკიდებულება პიკებისა და ფოტონური აკრძალული ზონის ტალღის სიგრძეებზე.

ბ) თუ ზემოთ აღნიშნულ კვლევებში გამოყენებული იყო აზოტის ლაზერი (337 ნმ) და, შესაბამისად, იისფერი და ლურჯი გამოსხივების მქონე ლაზერული საღებარები, ამჯერად ჩვენ გამოვიყენეთ საღებარები, რომელთა გამოსხივების სპექტრი მდებარეობს ყვითელ-წითელ უბანში და თხევადკრისტალური ლაზერული ფენების დატუმბვისათვის გამოვიყენეთ Nd:YAG ლაზერის მეორე ჰარმონიკა (532 ნმ). მიღებულია კონუსური ლაზერული გამოსხივება, რომელიც მიეკუთვნება ეგრედ წოდებულ „კიდეების გადაფარვის ეფექტს“ (Edge Overlapping Effect). მიღებულია სივრცულად გამოყოფილი მრავალსხივიანი გენერაცია. ფენის რამდენიმე უბნის ერთდროული აღზნებისას ეკრანზე ჩანს გამოსხივების შესაბამისი რაოდენობის წერტილები და ამდენივე რგოლი. დადგენილია გამოსხივების კუთხეების დამოკიდებულება პიკებისა და ფოტონური აკრძალული ზონის ტალღის სიგრძეებზე.

გ) ამავე პროექტის ფარგლებში ჩვენს მიერ დამზადებულია გლიცერინში ემულგირებული თხევადკრისტალური ცისფერფაზური (ცფ) მიკროწვეთები და ელექტრული ველის ზემოქმედებით გამოკვლეულია მათი ელექტრო-ოპტიკური თვისებები. ნაჩვენებია, რომ ლაზერული გამოსხივება გადაციებულ, ლუმინესცენციურ საღებარ ჩამატებულ ცფ I მიკროსფეროებიდან შესაძლებელია იმართებოდეს ელექტრულად. როდესაც ელექტრული ველის ინტენსიობა იზრდებოდა, ასევე იზრდებოდა ლაზერული გამოსხივების ინტენსიობა,

ნახევარსიგანის 6 ნანომეტრიდან 2 ნანომეტრამდე შემცირებასთან ერთად. გარდა ამისა, ლაზერული ხაზები წანაცვლდა 11 ნანომეტრით მოკლე ტალღების მიმართულებით. ყველა ეფექტი მიღწეულია ელექტრული ველით სტიმულირებული ცვ I-ის სტრუქტურული და სიმეტრიული მოდიფიცირებით, რაც იწვევს მათ ანიზოტროპიასა და ორმაგ სხივთა ტეხას. ლუმინესცენციური საღებარით დოპირებულმა თხევადკრისტალურ ცისფერფაზურმა მიკროწვეთებმა შეიძლება გამოყენება ჰპოვოს როგორც ელექტრულად მართვადმა მიკრო-ლაზერულმა წყაროებმა ფოტონიკასა და გარემოს მონიტორინგში.

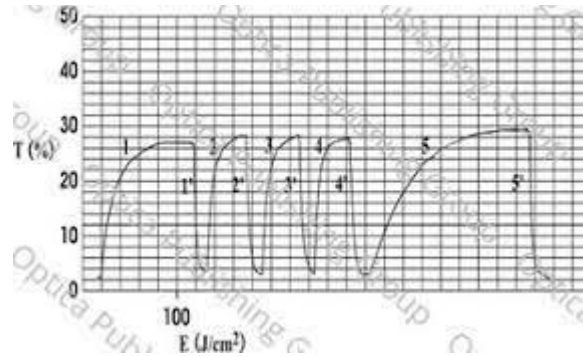
15. მსოფლიოში მოხმარებული ენერჯის დაახლოებით 30%–40% იხარჯება შენობებში გათბობის, გაგრილების, განათებისა და ვენტილაციის სახით. ენერჯის მოხმარების მნიშვნელოვანი შემცირება შესაძლებელია ისეთი ფანჯრების გამოყენებით, რომელთაც შეუძლიათ მზის ენერჯისა და შემომავალი ხილული სინათლის ინტენსიობების მართვა, რაც გამოიხატება ცხელ და მზიან ამინდში შენობაში შემომავალი ენერჯის გარკვეული ნაწილის ბლოკირებაში, ხოლო ცივ და ღრუბლიან ამინდში შენობაში შემომავალი ენერჯის თავისუფლად გატარებაში. საკითხის აქტუალურობიდან გამომდინარე, დღეისათვის მსოფლიოში მრავალი ფირმის, ორგანიზაციისა და კონსორციუმის მიერ შექმნილია, ან დამუშავების პროცესშია ე.წ. ჭკვიანი ფანჯრები, თუმცა, მათ გააჩნიათ მაღალი თვითღირებულება და დაბალი საექსპლოატაციო ხანგრძლიობა. ჩვენს მიერ შემუშავებულია სრულიად ახალი სახეობის, ექსტრემული თხევადკრისტალური სარკეების თვისებებზე დაფუძნებული ჭკვიანი ფანჯრები, რომლებშიც გამოყენებულია სინათლის ამრეკლაობის ტემპერატურაზე დამოკიდებულება. შემოთავაზებული ჭკვიანი ფანჯრების უპირატესობები, დღეისათვის საერთაშორისო ბაზრის შესაბამის სექტორში არსებულ ჭკვიან ფანჯრებთან შედარებით შემდეგია

- უპირველეს ყოვლისა, იგი ირეკლავს სინათლეს და ეს არეკვლა არის გარემოს მიერ კონტროლირებადი, ანუ დაბალ ტემპერატურაზე ფანჯარა არის გამჭირვალე და ირეკლავს მზის გამოსხივების სხვადასხვა ტალღის სიგრძეს, გარემოს ტემპერატურული ცვლილების შესაბამისად.
- მუშაობის ხანგრძლიობა და ექსტრემალურად მაღალი სტაბილურობა ულტრაიისფერი–ხილული გამოსხივებისა და ტემპერატურის ცვლილებების მიმართ.
- დინამიურობა–სითბური ზემოქმედებების მიმართ უზრუნველყოფს რეალურ დროში რეაქციას.
- ადაპტიურობა–არეკვლის სპექტრალური მდებარეობა შეიძლება მოდიფიცირებული იქნეს დღის, სეზონის ან გეოგრაფიული არეალის მიხედვით.
- სიიაფე და სიმარტივე–არ საჭიროებს ელექტროენერჯისა და რთულ საკონტროლო სისტემებს.

- აქვს მუშაობის ფართე ტემპერატურული ინტერვალი- $(-20 +80)^{\circ}C$.
- უსაფრთხო, არატოქსიკური და სინესტის მიმართ მდგრადი
- დღეს არსებულ პროდუქციებთან შედარებით, შემოთავაზებულ ჭკვიანი ფანჯრების ტექნოლოგიას შეუძლია შეამციროს ფასები (35-40)%-ით.
- ექსპლოატაციის ხანგრძლიობის ვადაა 10 წელი.

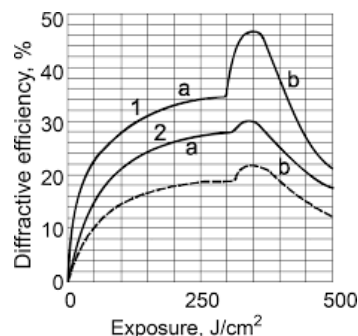
16. პროექტის ფარგლებში შესწავლილი და გამოკვლეულია ვეიგერტის ეფექტის დამოკიდებულება ჟელატინის მატრიცის პლასტიურობაზე. პლასტიურობის ვარირება ხორციელდებოდა მასში წყლის ორთქლის შემცველობის რეგულირებით. გამოკვლევების შედეგების მიხედვით დადგინდა ოპტიმალური პლასტიურობა, რომელიც განსაზღვრავს როგორც ფირის მაქსიმალურ შუქმგრძობიარობას პოლარიზებული სინათლის მიმართ, ასევე ვეიგერტის ეფექტის მაქსიმალურ მნიშვნელობას. მიღებული შედეგების მიხედვით განხორციელებული იქნა:

1. მოცემულ მასალაში ვეიგერტის ეფექტის რევერსულობის შესწავლა (სურ.1)



სურ.1. ვეიგერტის ეფექტის რევერსულობის დინამიკა აზოსაღებავებით დოპირებულ ჟელატინის ფენებში

2. დადგენილი იქნა აღნიშნულ მასალაში ჰოლოგრაფიული თვითჩაწერის მოვლენა (სურ.2)



სურ.2. პოლოგრაფიული თვითჩაწერის მოვლენა აზოსაღებავებით დოპირებულ ქელატინის ფენებში

17. მაღალეფექტური, მაღალსტაბილური და ერთგვაროვანი, ინდუცირებული ფოტოანიზოტროპიის მაღალი მნიშვნელობის პოლარიზაციულად-მგრძნობიარე მასალების მიღება გადაამწყვეტია მაღალეფექტური პოლარიზაციულ-პოლოგრაფიული ელემენტების ჩასაწერად. საანგარიშო პერიოდში ჩატარდა სამუშაოები პოლარიზაციულად მგრძნობიარე მასალების მიღების, ლაბორატორიაში არსებული ტექნოლოგიების არსებითად გაუმჯობესებაზე. გამოყენებული იქნა როგორც პოლიმერულ მატრიცაში შეყვანილი აზოქრომოფორების ბაზაზე შექმნილი მასალები, ასევე აზოპოლიმერები. ჩატარდა აზოსაღებარების მოლეკულებსა და პოლიმერულ მატრიცის მაკრომოლეკულებს შორის ურთიერთკავშირების გავლენის კვლევა მასალების ფოტოანიზოტროპულ-ფოტოგიროტროპულ მახასიათებლებზე და ანიზოტროპიის ინდუცირებისა და წაშლის კინეტიკაზე. პოლიმერულ მატრიცაში შეყვანილი აზოსაღებარების საფუძველზე მიღებულ მასალებში აღმოჩენილი იქნა მიღწევადი ფოტოანიზოტროპიის ზრდა საკვლევი საღებარის მოლეკულის პოლარობის ზრდასთან ერთად. დადგინდა, რომ შეყვანილი ფუნქციონალური ჯგუფების რიცხვი და განსაკუთრებით იონიზირების უნარი, განსაზღვრავს მასალებში მიღწევადი ფოტოანიზოტროპიის დონეს. ამასთან არსებით როლს თამაშობს აზოსაღებარების მოლეკულებსა და პოლიმერულ მატრიცის მაკრომოლეკულებს შორის ურთიერთკავშირების გაძლიერება. ეს რეალიზდება პოლარულ მოლეკულებს შორის კავშირების დამყარებით ელექტროსტატიკური ძალების მეშვეობით. საღებარის იონიზირებულ მოლეკულებს უნარი შესწევთ წარმოქმნან იონურ-დიპოლური ბმები, მეორეს მხრივ, ელექტროქიმიურად პოლარიზებული პოლიმერის მოლეკულები ამყარებენ კავშირებს ერთმანეთს შორის კროს-დიპოლ-დიპოლური ბმების მეშვეობით. მიღებულია ნიმუშები სხვადასხვა პოლარობის მქონე მატრიცის ბაზაზე, საღებარის ფორმულისა და რაოდენობის შენარჩუნებით და გამოკვლეულია ანიზოტროპიის ინდუცირების კინეტიკა. ამასთან რამდენიმე

მაღალეფექტურ პოლარიზაციულად მგრძობიარე აზოპოლიმერულ მასალაში, ჩვენ მიერ დამზერილია და გამოკვლეულია ახალი ვექტორული პოლიფოტოქრომიზმის ეფექტი, რომელიც ინდუცირდება წრფივად პოლარიზებული სინათლის კონების ზემოქმედებით.

18. ასტრონომიული ობიექტების მიერ გამოსხივებული ან არეკვლილი სინათლის პოლარიზაციის მდგომარეობა მნიშვნელოვან ინფორმაციას იძლევა ამ ობიექტების ბუნების და მათში მიმდინარე პროცესების შესახებ,

ჩვენ შევიმუშავეთ ინოვაციური ასტროპოლარიმეტრული მეთოდი ჩვენ მიერ მიღებული პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული დიფრაქციული ელემენტის ბაზაზე, რომელიც სინათლის პოლარიზაციის მდგომარეობის სრული ანალიზის, ანუ სტოქსის ოთხივე პარამეტრის განსაზღვრის საშუალებას იძლევა დროის რეალურ მასშტაბში.

დიფრაქციის პროცესში ელემენტი შლის მასზე დაცემულ სინათლეს ორთოგონალურ ცირკულარულ და წრფივ ბაზისებად. ელემენტის მიერ ფორმირებული დიფრაქციის ოთხი რიგის ინტენსიობების ერთდროული გაზომვა საშუალებას იძლევა ჩვენ მიერ მიღებული ფორმულებით განვსაზღვროთ სტოქსის ოთხივე პარამეტრი, ობიექტის გამოსახულების ყველა წერტილში ერთდროულად. ეს კი პროექტის ფარგლებში შექმნილი პროგრამული უზრუნველყოფის გამოყენებით საშუალებას იძლევა მივიღოთ ობიექტის გამოსახულებაში პოლარიზაციის მდგომარეობის განაწილების სურათი, მისი ფლუქტუაციების გათვალისწინებით. მიღებულია, რომ ელემენტზე დიფრაქციის რიგების გაზომვის სიზუსტე შეადგენს 0.1%, ხოლო სტოქსის პარამეტრების მნიშვნელობების მიღების სიზუსტეა 0.2%.

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

19. ასტრონომიული ობიექტების მიერ გამოსხივებული ან არეკვლილი სინათლის პოლარიზაციის მდგომარეობა მნიშვნელოვან ინფორმაციას იძლევა ამ ობიექტების ბუნების და მათში მიმდინარე პროცესების შესახებ,

ჩვენ შევიმუშავეთ ინოვაციური ასტროპოლარიმეტრული მეთოდი ჩვენ მიერ მიღებული პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული დიფრაქციული ელემენტის ბაზაზე, რომელიც სინათლის პოლარიზაციის მდგომარეობის სრული ანალიზის, ანუ სტოქსის ოთხივე პარამეტრის განსაზღვრის საშუალებას იძლევა დროის რეალურ მასშტაბში.

დიფრაქციის პროცესში ელემენტი შლის მასზე დაცემულ სინათლეს ორთოგონალურ ცირკულარულ და წრფივ ბაზისებად. ელემენტის მიერ ფორმირებული დიფრაქციის ოთხი რიგის ინტენსიობების ერთდროული გაზომვა საშუალებას იძლევა ჩვენ მიერ მიღებული ფორმულებით განვსაზღვროთ სტოქსის ოთხივე პარამეტრი, ობიექტის გამოსახულების ყველა წერტილში ერთდროულად. ეს კი პროექტის ფარგლებში შექმნილი პროგრამული უზრუნველყოფის გამოყენებით საშუალებას იძლევა მივიღოთ ობიექტის გამოსახულებაში პოლარიზაციის მდგომარეობის განაწილების სურათი, მისი ფლუქტუაციების გათვალისწინებით. მიღებულია, რომ ელემენტზე დიფრაქციის რიგების გაზომვის სიზუსტე შეადგენს 0.1%, ხოლო სტოქსის პარამეტრების მნიშვნელობების მიღების სიზუსტეა 0.2%.

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

20. ჩვენ შევიმუშავეთ ახალი მოხერხებული პოლარიმეტრული მეთოდი ანიზოტროპული მასალების ნიმუშებში კომპლექსური ორმაგსხივთაბუნების განსაზღვრისათვის პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ელემენტის საფუძველზე. ჩატარდა ორმაგი სხივთაბუნების და დიქროიზმის განაწილების რაოდენობრივი დამოკიდებულების დადგენა პოლიმერული ფირების ქიმიურ სტრუქტურაზე და გრადიენტული ორიენტაციის რეჟიმზე (ანიზოტროპიის განაწილება, ფარდობითი წაგრძელება, ტემპერატურა). შემუშავდა თეორიული მოდელი მასალებისათვის, რომლებსაც გააჩნდათ როგორც ორმაგსხივთაბუნება ასევე წრფივი დიქროიზმი. შეიქმნა დანადგარის ლაბორატორიული მოდელი ორმაგსხივთაბუნების და დიქროიზმის განსაზღვრისათვის, რომლის საშუალებით შესაძლებელია ნიმუშების სკანირება სინათლის კონებით სხვა და სხვა ტალღის სიგრძით. მეთოდის ექსპერიმენტული შემოწმებისათვის დამზადდა პოლიმერის ფირის

ნიმუშები პოლივინილის სპირტის საფუძველზე, რომელშიც შეყვანილი იყო ორი ტიპის დიქროიზმული საღებარი. ოქსიგენის განაწილების განსაზღვრა ჩატარდა გამოყენებული მასალის შთანთქმის ზოლის გარეთ.

მიღებული მასალების საფუძველზე ოქსიგენის განაწილებით, შესაძლებელია მიღებული იქნას ფსევდოდეპოლარიზატორები, ხოლო გრადიენტული გაჭიმვის მქონე ფირების საფუძველზე კი კომპენსატორების ანალოგიური ელემენტები. პოლარიზაციული ოპტიკური ელემენტების შექმნა პოლიმერული ფირების საფუძველზე ქმნის პერსპექტივას შეიცვალოს ძვირად ღირებული კრისტალური მცირე აპერტურის მქონე პოლარიზაციულ-ოპტიკური ელემენტები იაფი, ნებისმიერი დიდი აპერტურის მქონე პოლიმერული ფირის ელემენტებით.

21. გამოკვლეულია ბიტუმისშემცველი მასალის საფუძველზე მიღებული ლუმინესცენტური პოლარიზაციულად მგრძობიარე ჰოლოგრაფიული არეების ფოტოანიზოტროპული თვისებები. გამოვლენილია ლუმინესცენციის პოლარიზაციული მეხსიერების ეფექტი წრფივად პოლარიზებული ალზნების მიმართ ქართული ნედლი ნავთობის ნიმუშებში და სხვადასხვა ოქტანური რიცხვის მქონე საავტომობილო ბენზინებში. მიღებულია ფოტოლუმინესცენციის სპექტრები, პოლარიზაციული სპექტრები და გაზომილია არეების პოლარიზაციული მახასიათებლები მათი ქიმიური სტრუქტურისა და შემადგენლობის მიმართებით. მიღებულია დენისუკის ამრეკლი ჰოლოგრამა ლუმინესცენტურ ფოტოანიზოტროპულ-გიროტროპულ არეში წრფივად პოლარიზებული კოჰერენტული სინათლის გამოყენებით და გამოკვლეულია მისი პოლარიზაციული მახასიათებლები.

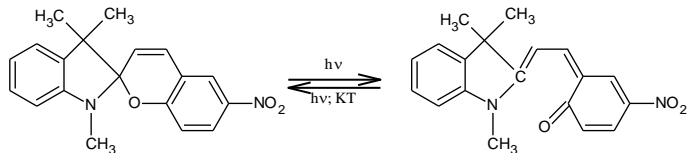
22. შემუშავდა ობიექტების გამოსახულების ამოცნობის ახალი მეთოდი, ფრაუნჰოფერის დიფრაქციის არეში ჯამური პოლარიზაციის ელიფსის პარამეტრების რეალურ დროში განსაზღვრის საფუძველზე. შეიქმნა შესაბამისი მოწყობილობის ლაბორატორიული მოდელი და შესაბამისი პროგრამული უზრუნველყოფა. ჯამური ელიფსი ფორმირდება ობიექტის გამოსახულების ფოტოანიზოტროპული ასლის არააქტინური ცირკულარულად პოლარიზებული სინათლის კონით გაშუქებისას. ფოტოანიზოტროპული ასლი მიიღება დინამიურ პოლარიზაციულად მგრძობიარე მასალაზე ობიექტის გამოსახულების გაშუქებისას წრფივად პოლარიზებული ლაზერული კონით, გამოყენებული მასალისთვის აქტინური ტალღის სიგრძით. მიღებული მასალა გამოირჩევა მაღალი რევერსიულობით და ფოტოანიზოტროპული ასლების ჩაწერა/წაშლის მცირე დროებით. ჯამური ელიფსის პოლარიზაციის მდგომარეობის რეალურ დროში განსაზღვრისათვის გამოყენებულია ჩვენ მიერ შექმნილი პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული დიფრაქციული ელემენტი. ელემენტზე დიფრაქციის ოთხი რიგის ინტენსიობის ერთდროული გაზომვა საშუალებას იძლევა შემუშავებული ფორმულებისა და პროგრამული უზრუნველყოფის გამოყენებით განვსაზღვროთ ჯამური ელიფსის პოლარიზაციის მდგომარეობა (სტოქსის ოთხივე პარამეტრი). ჩატარდა

სხვადასხვა ობიექტის გამოსახულების ამოცნობის კვლევა და შეიქმნა მონაცემთა ბაზა. მიღებულია, რომ ამ ლაბორატორიულ მოდელისთვის ელემენტზე დიფრაქციის რიგების ინტენსიობების გაზომვის სიზუსტე შეადგენს 0.1 %-ს, ხოლო სტოქსის პარამეტრის მნიშვნელობების მიღების სიზუსტეა 0.2%. დადგენილია, რომ გამოყენებული ლაბორატორიული მოდელისთვის მეთოდი ინვარიანტულია ამოსაცნობი ობიექტის წანაცვლებისა და მასშტაბის ცვლელების მიმართ 5% ფარგლებში, ხოლო კუთხური ორიენტაციის მიმართ - 30 გრადუსზე ნაკლები კუთხით ობიექტის გამოსახულების მობრუნების მიმართ. ლაბორატორიული მოდელისთვის გარჩევისუნარიანობის მნიშვნელობაა 14 ხაზი/მმ, რაც შეესაბამება 340 წერტილს/დიუმზე.

მეთოდი იძლევა მთლიანი გამოსახულების ამოცნობის საშუალებას მხოლოდ ოთხი რიცხვითს მეშვეობით - ოთხი სტოქსის პარამეტრით და არა პიქსელ-პიქსელით, როგორც ამოცნობის ციფრულ მეთოდებში. ფრაუნგოფერის დიფრაქციის არეში ფორმირებული ჯამური ელიფსის პოლარიზაციის მდგომარეობა ცალსახად განსაზღვრავს ობიექტს.

შემოთავაზებული მეთოდი დღემდე არ იყო განხორციელებული და ობიექტების ამოცნობის ამოცანისადმი ასეთი მიდგომა ინოვაციურია, პერსპექტიულია და შეიძლება გამოყენებული იქნეს სხვადასხვა დანიშნულების ამომცნობი მოწყობილობების შესაქმნელად.

23. სპიროპირანები (სპიროქრომენები) ორგანულ ფოტოქრომულ ნაერთთა მნიშვნელოვანი კლასია. ბისტაბილურ მოლეკულებს და მოლეკულურ ანსამბლებს შეუძლია არსებობა ორ თერმოდინამიკურად მდგრად მდგომარეობაში. გადართვა ერთიდან მეორეში ხდება სტიმულატორებით (სინათლე, სითბო, მექანიკური სტრესი, ელექტრული და მაგნიტური ველები და სხვ.). სპიროპირანის მოცულობითი აღნაგობის შეუფერავი მოლეკულა ულტრაიისფერი (უ.ი.) სინათლის მოქმედებით გადადის კოპლანარულ, შეფერილ, მაღალი დიპოლური მომენტის მქონე მეროცინანულ ფორმაში, რაც სქემატურად გამოისახება შემდეგნაირად:



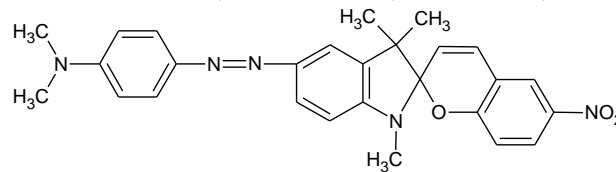
ასეთი ბიპოლარული მოლეკულები გარკვეულ არეში ადვილად თვითორგანიზდებიან, ანუ წარმოქმნიან ნანონაწილაკებს.

სპიროპირანების ბაზაზე შექმნილია მაღალმგრძობიარე და სელექციური ქემოსენსორები. ინფორმაციის ჩამწერი სამგანზომილებიანი დამმასხვრებელი და გადამამუშავებელი სისტემები, არაწრფივი ოპტიკური მასალები, ოპტიკური სიმკვრივის რეგულირებადი ფილტრები, ოპტიკური გადამრთველები, სხვადასხვა სახის სენსორები; ამიტომ დღეს მიმდინარეობს აქტიური ძიება ახალი თვისებების (არსებულის შენარჩუნებით) მქონე ნაერთების შესაქმნელად და შესასწავლად.

სპიროპირანის უნიკალური თვისებების ფუნქციური გაუმჯობესება შესაძლებელია მოლეკულის მოდიფიცირებით:

1. ინდოლინურ ან ქრომენულ ნაწილში, ან ორივეში ერთად სხვადასხვა ელექტრონული ბუნების (ელექტროდონორული, ელექტროაქცეპტორული) ჩამნაცვლებლების და მათი პოზიციის ვარირებით.
2. მოლეკულის ჩონჩხის ცვლილებით ისე, რომ შენარჩუნებული იქნას ძირითადი ცენტრი, სპირო – ნახშირბადი.

წარმოდგენილი პროექტი ითვალისწინებს სპიროპირანის მოლეკულის დაკავშირებას დიაზონაერთებთან ინდოლინური ნაწილის 5'-მდგომარეობაში (პიროლის აზოტის პარა-მდგომარეობაში). საილუსტრაციოდ წარმოგიდგენთ ერთ-ერთი მათგანის ფორმულას:



6-ნიტრო-2H-ქრომენ-2-სპირო-2'-1',3',3'-ტრიმეთილ-5'-აზენილ-(1''-პარა-დიმეთილანილინ)-ინდოლინი

გაუსხივებელ ფორმაში შერწყმულია სპიროპირანი და აზოსალებარი, ხოლო ულტრაიისფერი სხივებით გასხივების შემდეგ მოხდება ორი სალებარის (მეროცინინული და აზო-) სიმბიოზი.

ინდოლინური სპიროპირანის სინთეზი შეიძლება განხორციელდეს:

1. 2,3,3-ტრიმეთილინდოლენინის მეოთხეული მარილების კონდენსაციით 2-ჰიდროქსიარომატულ ალდეჰიდებთან ან მათ წარმოებულებთან;
2. სპიროპირანის მზა მოლეკულაში რაიმე ჩამნაცვლებლის შეყვანით; მაგრამ მისი ნატიფი სტრუქტურა უმეტესწილად ასეთ ჩარევას ვერ იტანს, ხდება რთული გარდაქმნები თვით ფოტოქრომიის დაკარგვამდე. ამიტომ ეს გზა მიზნამდე ყოველთვის ვერ მიგვიყვანს. პროექტის განსახორციელებლად ჩვენ ავირჩიეთ პირველი გზა.

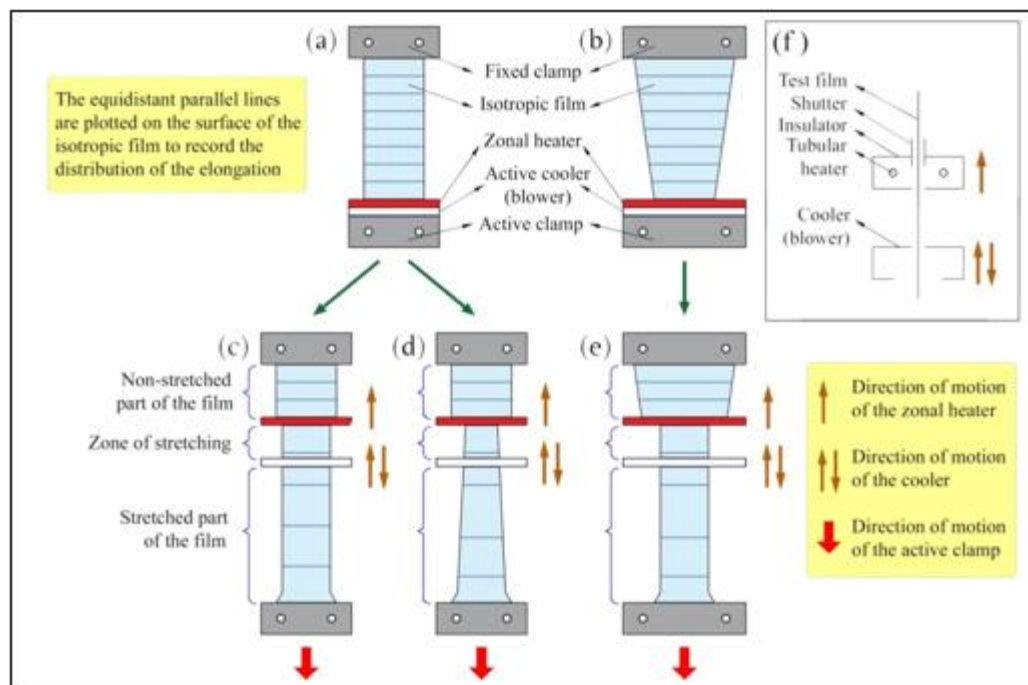
განვახორციელეთ 2,3,3-ტრიმეთილინდოლენინის სინთეზი [H. Illy, L. Harmon Funderburk, T. River, Process for the Preparation of 2,3,3-trimethyl indolenines, 1972]. დასახული მიზნის მისაღწევად დავამუშავეთ ზემოთ აღნიშნული ფუძის 5-პოზიციაში ნიტრო-ჯგუფის ჩასმის მეთოდიკა, ისე რომ შენარჩუნებული ყოფილიყო ინდოლენინის ორმაგი ბმა. მრავალრიცხოვან აღმდგენლებს შორის ყველაზე უკეთესი აღმოჩნდა $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ კონცენტრირებული მარილმჟავას არეში. თუმცა ძიება ჯერ არ დასრულებულა, რადგანაც გამოსავლიანობა არ გვაკმაყოფილებს (40% თეორიულიდან). მიღებული ამინის დადიაზოტირება ჩავატარეთ 0-5°C-ზე. დიაზოპროდუქტის წარმოქმნასთან სდევს თანამდე რეაქციები, რომლის ლიკვიდაცია ან შემცირება მომავლის მიზანს წარმოადგენს. ჩავატარეთ მიღებული დიაზონაერთის შეუღლება

ფენოლთან, ხოლო ამ უკანასკნელის კვატერნიზაციით და შემდგომი პროცედურების დაცვით და კონდენსაცია 3-ბრომ-5-ნიტროსალიცილის ალდეჰიდთან.

მიღებული შედეგები მხოლოდ თვისობრივია და ცალკეული საფეხურები საჭიროებს შესწავლას და დახვეწას, რაც მომავლის საქმეა.

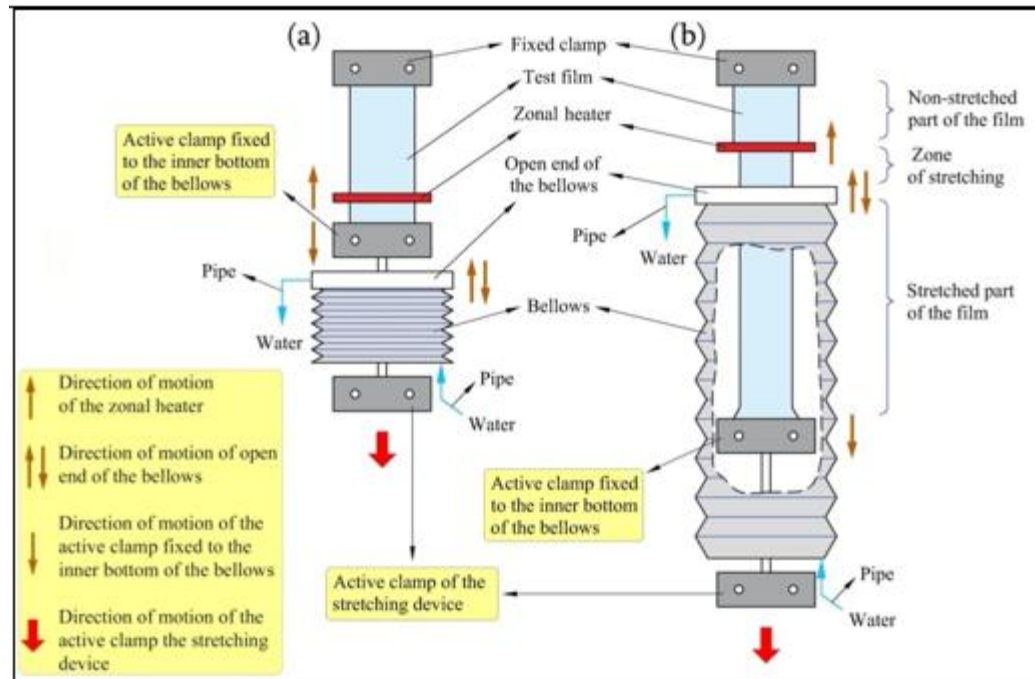
24. შემუშავებულია ალგორითმი და მათემატიკური მოდელი ახალი ტიპის მასალების - ფარდობითი წაგრძელების დადგენილი განაწილების მქონე გრადიენტულად და ჰომოგენურად ორიენტირებული მასალების (პოლიმერები, პოლიმერული კომპოზიტები) ფორმირების პროცესის სამართავად. ამგვარი მასალების მიღება ხდება ორიგინალური კონსტრუქციის სპეციალურ (დაპატენტებულ) მოწყობილობაზე. ერთდერძიანი ზონური გაჭიმვის მოწყობილობის განმასხვავებელი ნიშანია შერჩეული მიმართულებით და სიჩქარით/აჩქარებით გადაადგილების უნარის მქონე აქტიური გამაცივებლის გამოყენება. ეს იძლევა გაჭიმვის ზონის გავრცობადობის (მუდმივი ან ცვლადი) მართვის საშუალებას.

მოცემულია ზონური გაჭიმვის მოწყობილობის (პატენტი **P 6842**) აღწერა და მუშაობის პრინციპი (ფიგურა 1).



ფიგურა 1

აღწერილია მოწყობილობის კონსტრუქცია, რომელშიც აქტიური გამაცივებლად გამოიყენება სილფონი (ფიგურა 2).

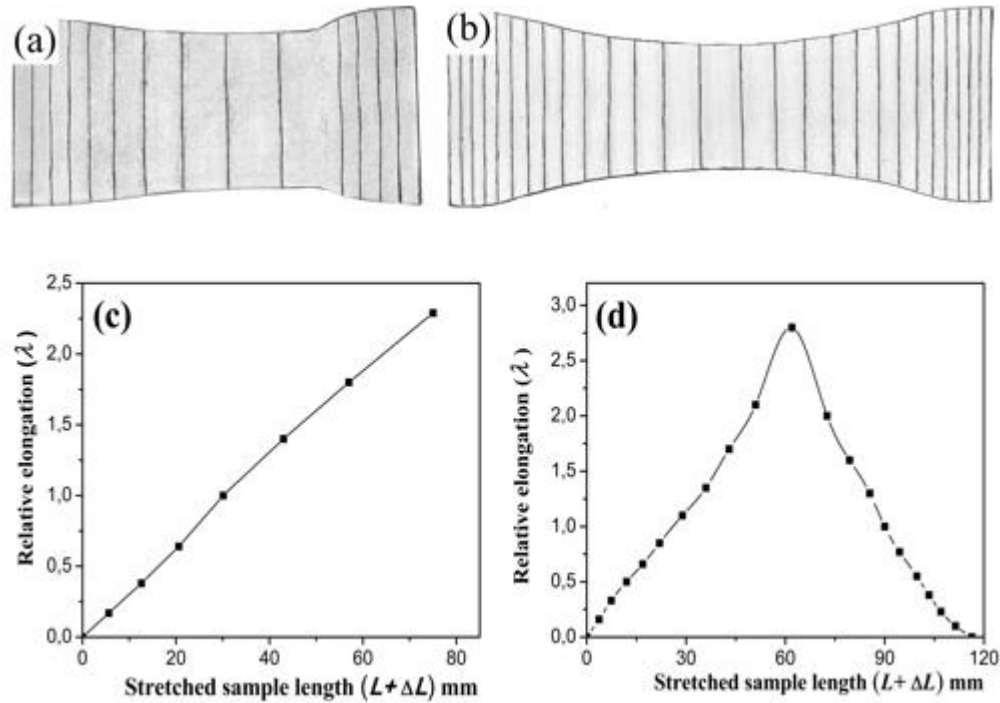


ფიგურა 2

განხილულია შემდეგი საკითხები:

- გრადიენტული და ჰომოგენური ერთლერძიანი გაჭიმვის ალგორითმის შემუშავება;
- ფარდობითი წაგრძელების დადგენილი გრადიენტული და ჰომოგენური განაწილების მქონე ორიენტირებული მასალების მიღების პირობების მათემატიკური განტოლებების გამოყვანა;
- L სიგრძის იზოტროპული მასალის სრული წაგრძელების გამოთვლა მის მთელ სიგრძეზე შერჩეული ფარდობითი წაგრძელების შექმნის შედეგად;
- საკვლევი ნიმუშის საწყისი L სიგრძის გამოთვლა, როცა მის მთელ სიგრძეზე შერჩეული ფარდობითი განაწილების შექმნით მიიღება $L + \Delta L$ სიგრძის ანიზოტროპული ნიმუში.

ფიგურაზე 3 წარმოდგენილია ექსპერიმენტული მონაცემები, რომლებიც ასახავენ შემოთავაზებული მეთოდის შესაძლებლობებს და მათემატიკური მოდელირების ეფექტურობას.



შემოთავაზებული მეთოდი წარმოადგენს ეფექტურ სამეცნიერო-ტექნიკურ ინოვაციას, რომელის საშუალებას იძლევა შევქმნათ ახალი ტიპის მასალები მიკროსტრუქტურის შერჩეული განაწილებით (ორიენტაციის ხარისხი/ფარდობითი წაგრძელება, ფუნქციური შემავსებლის კონცენტრაცია) და შესაბამისად ვმართოთ მასალის მრავალი ფიზიკური და მექანიკური თვისება.

* * * * *

საანგარიშო პერიოდში მიღებულია პატენტი (P 6842) პოლიმერული მასალების გრადიენტული და ჰომოგენური გაჭიმვისთვის.

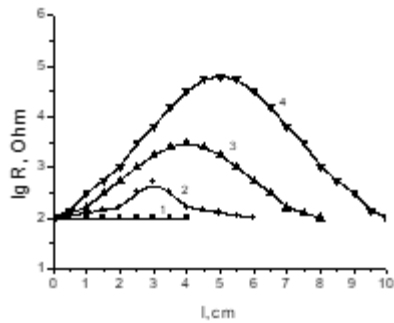
* * * * *

ეპრ არის სპექტროსკოპიული მეთოდი, რომელსაც შეუძლია გამოავლინოს პარამაგნიტური ცენტრები, გაუწყვილებელი ელექტრონები, სტაბილური რადიკალები და ა.შ., არაორგანული ან ორგანული არეების (განსაკუთრებით პოლიმერების, ბიოლოგიური ორგანოების და ა.შ.) სხვადასხვა დაბალმოლეკულურ და მაღალ მოლეკულურ ნივთიერებებში. მეთოდი შეიძლება გამოვიყენოთ პოლიმერული მასალების სხვადასხვა სტრუქტურული და მორფოლოგიური ცვლილებების შესასწავლად სტაბილური რადიკალების ეპრ სპექტრებზე დაკვირვებით. თავისუფალი რადიკალები პოლიმერულ მატრიცაში შეყავთ დიფუზიით (ე.წ. spin probe მეთოდი). თავისუფალი რადიკალების სახით ხშირად გამოიყენება ნიტროქსიდები. ნიტროქსიდის რადიკალს აქვს თავისუფალი ელექტრონი, რომელიც იკავებს აზოტის ატომის pz ორბიტალს. წინამდებარე ნაშრომში სპინ-ზონდის მეთოდით გამოკვლეულია თავისუფალი მოცულობის (რომელშიც ლოკალიზებულია სტაბილური რადიკალები) გავლენა პოლივინილის სპირტის კომპოზიტების ელექტროგამტარობაზე.

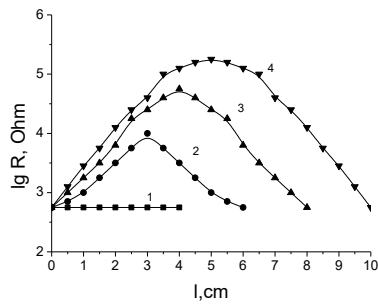
საკვლევ ფირს - კომპოზიტებს (პოლივინილის სპირტი + შემავსებელი ნახშირბადის შავი (40% მასური წილი) ვლებულობდით სუსპენზიიდან წყალში. ფირებს (კომპოზიტს და ჰომოპოლიმერს) ვჭიმავდით როგორც ერთ მთლიანს 50, 100 და 150% -ით. დეფორმაციის გადანაწილება დამაბულობის მიმართულებით არაპროპორციულია - იზრდება ფარდობითი დეფორმაცია, ხოლო სისქე მცირდება სამაგრებიდან ცენტრალურ რეგიონამდე.

ნიმუშის თითოეულ ელემენტურ კვადრატში ვზომავდით ორ პარამეტრს: ელექტრული წინააღობას და სტაბილური რადიკალების კონცენტრაციას. შემდეგ ეტაპზე ჩატარდა ნიმუშების დოპირება თავისუფალი რადიკალებით (2,2, 6, 6-ტეტრამეთილ -4-კარბოქსიმეთილპიპერიდინი-1-ოქსიდი) ვაკუუმში (104Pa) ღუმელში 60 ° C- ზე 30 წუთის განმავლობაში.

ფიგურებზე ნაჩვენებია ელექტრული წინააღობის განაწილება გაუჭიმავი (1), 50%(2), 100%(3) და 150%(4)-ით გაჭიმული ფირებისთვის ((a) - ნიტროოქსიდის შემცველი; (b) - ნიტროოქსიდის გარეშე).

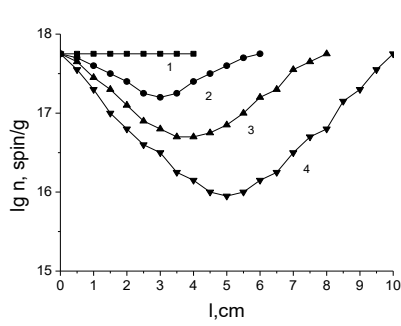


a

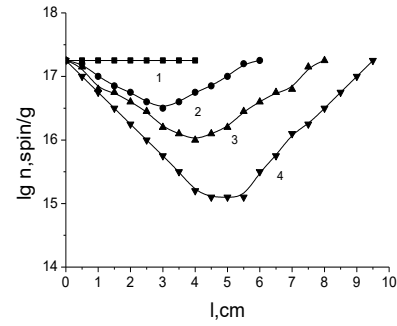


b

ქვემოთ ფიგურებზე ნაჩვენებია ნიტროქსიდის რადიკალების კონცენტრაციის განაწილება ზევით წარმოდგენილ ნიმუშებში.



a



b

წარმოდგენილი გრაფიკების შედარება-ანალიზი აჩვენებს, რომ ორიენტაციის ხარისხის ამალღების შედეგად ადგილობრივ უბნებში გაჭიმვის მიმართულებით იზრდება თავისუფალი რადიკალების ბრუნვის კორელაციის დრო, რაც განპირობებულია კომპოზიტურ მასალაში თავისუფალი მოცულობის შემცირებით.

ელექტროგამტარობის შესწავლით დადგინდა, რომ პოლიმერული კომპოზიტის საორიენტაციო დონის გაზრდის შედეგად იზრდება მასალის სპეციფიური ელექტრული წინააღმდეგობა, რაც განპირობებულია გამტარ ნაწილაკებს შორის გაჭიმვის მიმართულებით საშუალო მანძილის გაზრდით. ინსტიტუტის დასახელება:

სსიპ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ვლადიმერ ჭავჭავანიძის სახელობის კიბერნეტიკის ინსტიტუტი

სახელმწიფო ბიუჯეტის მიერ დაფინანსებული 2023 ÷ 2027 წწ. გეგმით შესასრულებელი პროექტების 2023 წლის ეტაპის ანოტაციები

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

1	<p>1. „კვანტური სისტემების მართვის მათემატიკური და კვანტური გამომთველის ელემენტარული გეიტების ბაზისის აგების ამოცანები“.</p> <p>(ინფორმაციული ტექნოლოგიები)</p>	2023-2027	გრიგორ გიორგაძე	<p>გ.ბოლოთაშვილი - გ.დონაძე, მ. ელიზბარაშვილი, ვ.ჟღამაძე, გ.ფრუიძე, ვ.ჯიქია, ნ.ბრეგვაძე, გ.კაკულაშვილი, დ. გოშაძე, ნ. ჩხიკვაძე.</p>
2	<p>„პროექციულობა და უნიფიკაცია მონადიკური MV-ალგებრების მრავალსახეობებში, რომლის MV-რედუქტი ემთხვევა კომორის ჯაჭვისებურ MV-ალგებრების მიერ წარმოქმნილ ნრავალსახეობებს“</p> <p>(მათემატიკა, მათემატიკური ლოგიკა, ალგებრა)</p>	2023-2027	რევაზ გრიგოლია	რ. ლიპარტელიანი, ფ. ალშიბაია,
3	<p>„სტოქასტური ანალიზისა და მათემატიკური მოდელირების საკითხების კვლევა“.</p> <p>(პროცესთა თეორია და მისი გამოყენებები, იონოსფეროში</p>	2023-2027	რევაზ თევზაძე	<p>ბ.ჩიქვინიძე, გ.ჯანდიერი, თ.სულაბერიძე, თ.ცაბაძე, ი.სხირტლაძე,</p>

	გაბნეული რადიოტალღების სტატისტიკური მახასიათებლების შესწავლა, გადაწყვეტილებათა მიღების თეორია-ფაზი ლოგიკა)			ც.კუტალია, დ.იობაშვილი, ე.ხუროძე, ი.წერეთელი, რ.ბაკურაძე, ნ.ბექაური
4	„ჩაის ფოთლის შერჩევითი კრეფის მექანიზაციის ამოცანაში კიბერნეტიკის მეთოდების გამოყენების ეფექტიანობის კვლევა“ (ხელოვნური ინტელექტი)	2023–2027	გოდერძი ლეჟავა	ი.ჯავახიშვილი, ზ.ბერიკიშვილი თ.დალაქიშვილი ა. ვარდოსანიძე ი.კამკამიძე, მ.კანდელაკი, ზ.მოსიაშვილი, ბ.ოლიშვილი, ნ.ბახტაძე, ი.სტეფანაძე
5	„ციფრულ გამოსახულებათა დამუშავება“ (ხელოვნური ინტელექტი)	2023–2027	ოთარ თავდიშვილი, თამაზ სულაბერიძე	თ.თოდუა, რ. ქურდიანი
6	„5G ტექნოლოგიაში გამოყენებული მაღალი სიხშირის ელექტრომაგნიტური ველების ზემოქმედების გამოკვლევა	2023–2027	ბესარიონ ფარცვანია	ვ.ჯელაძე, თ.სულაბერიძე, თ.გოგოლაძე, გ.ქუთელია, ი.ავალიშვილი,

	მწერებსა და პატარა ფრინველებზე” (ბიოკიბერნეტიკა, ბიოფიზიკა)			თ.სურგულაძე, დ.აბულაძე, გ.მამულაშვილი
7	„დიელექტრიკული, ნახევარგამტარული და ლითონური ნანომასალებისა და ნანოსტრუქტურების სინთეზის ახალი ტექნოლოგიების შემუშავება, მათი თვისებების კვლევა და ნანოხელსაწყოებში გამოყენება“ (ნანოტექნოლოგია, ნანომასალები, ნანოხელსაწყოები)	2023– 2027	დავით ჯიშიაშვილი	ა. ჯიშიაშვილი, ზ. შიოლაშვილი, ნ. მახათაძე, ა. ჭირაქაძე, ხ. წეროძე, დ. სუხანოვი
8	„ადამიანის ბიოლოგიური ქსოვილების in vivo ფოტოფლეთისმოგრაფია: დანადგარი და თეორიული მოდელების შექმნა“ (ბიოსამედიცინო ოპტიკა, ლაზერული ფიზიკა, ოპტიკური/ლაზერული სპექტროსკოპია)	2023– 2027	ზაზა მელიქიშვილი	თ. მედოიძე, ზ. ჯალიაშვილი, ვ. ქინქლაძე, გ. ქაჩლიშვილი
9	„მოლეკულური აგრეგაციები და ანიზოტროპიის	2023– 2027	ტარიელ ებრალიძე	ნ.ებრალიძე, გ.მუმლაძე

	ფოტონდუცირება ორგანულ ნაერთებში“ (ოპტიკა, საინფორმაციო ტექნოლოგიები)			
10	„ოპტიკურად მართვადი პროცესები თხევადკრისტალურ სტრუქტურებში“ (ფიზიკა, ოპტიკა, ინფორმაციული ტექნოლოგიები)	2023– 2027	ანდრო ჭანიშვილი	ზ.ვარდოსანიძე, ნ. ფონჯავიძე, ც. ზურაბიშვილი, ს. თავზარაშვილი, ქ.ჩუბინიძე, ი.ნახუცრიშვილი
11	„ოპტიკურად მართვადი სივრცულად მოდულირებული ლაზერული გენერაცია საღებავით დოპირებულ პოლიმერულ და თხევადკრისტალურ ფენებში“ (ოპტიკური ინფორმაციის დამუშავება, ლაზერების ფიზიკა, ჰოლოგრაფია, სპექტროსკოპია)	2023– 2027	ზურაბ ვარდოსანიძე	ა.ჭანიშვილი, გ.პეტრიაშვილი, ნ. ფონჯავიძე, ც. ზურაბიშვილი
12	„სინათლით აღზნებული, წესიერი გეომეტრიული ფორმის მქონე, ლაზერული საღებავის ხსნარის ფენის გამოსხივების თავისებურებები“	2023– 2027	ზურაბ ვარდოსანიძე	ა.ჭანიშვილი, გ.პეტრიაშვილი, ნ. ფონჯავიძე, ც. ზურაბიშვილი
13	„III-V ჯგუფის ნახევარგამტარების	2023– 2027	თინათინ ლაფერაშვილი	ო.კვიციანი, დ.ლაფერაშვილი

	ნანოკრისტალები და მათი გამოყენება III თაობის მზის ელემენტებში და საინფორმაციო სისტემების მოწყობილობებში“ (ნახევარგამტარების ფიზიკა)			
14	„სინათლითა და სითბოთი მართვადი ფანჯრები შენობებში ტემპერატურის რეგულირების, ჰაერის გაწმენდისა და ელექტროენერჯის გამომუშავებისათვის“ (ოპტიკა, თერმოდინამიკა)	2023–2025	გია პეტრიაშვილი	ლ.დევაძე, ჯ.მარხულია, ნ.სეფაშვილი, თ.ბუკია, ე.კალანდია, მ.არეშიძე, ლ.შარაშიძე, შ.ახობაძე
15	"ახალი მაღალეფექტური პოლარიზაციულად მგრძობიარე მასალების შემუშავება ოპტიკური ვექტორული პარამეტრებით" (ოპტიკა, ინფორმაციული ტექნოლოგიები, ოპტიკური მასალები)	2023–2027	ირაკლი ჩაგანავა	ბ. კილოსანიძე, ი. მშვენიერაძე, ვ.დადივაძე
16	"პოლარიზაციული სენსიტომეტრიის ახალი სისტემა"	2023–2027	გიორგი კაკაურიძე	ბ.კილოსანიძე, ი. ჩაგანავა, ი. მშვენიერაძე, ვ.დადივაძე

	(ოპტიკა, ინფორმაციული ტექნოლოგიები, ოპტიკური მასალები)			
17	"პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული სპექტროელიფსომეტრის შემუშავება" (ოპტიკა, ინფორმაციული ტექნოლოგიები, ოპტიკური მასალები)	2023–2027	ბარბარა კილოსანიძე	გიორგი კაკაურიძე , ი. ჩაგანავა, ი. მშვენიერაძე, ვ.დადივაძე
18	"ჩვენს მიერ შემუშავებული გამოსახულების სტოქსის სპექტროპოლარიმეტრის მოდიფიცირება და გამოყენება" (ოპტიკა, ინფორმაციული ტექნოლოგიები)	2023–2027	ბარბარა კილოსანიძე	გიორგი კაკაურიძე , ი. ჩაგანავა, ი. მშვენიერაძე, ვ.დადივაძე
19	"პოლარიზაციულ-ლუმინესცენტური ჰოლოგრაფიის მეთოდების მეცნიერულ და პრაქტიკულ ამოცანებში გამოყენება" (ოპტიკა, ინფორმაციული ტექნოლოგიები)	2023–2027	ვლადიმერ ტარასაშვილი	ვ. შავერდოვა, ს. პეტროვა, ა. ფურცელაძე,
20	"ახალი თაობის თერმოელექტრული	2023–2027	ნიკოლოზ მარგიანი	გ.მუმლაძე, ი.ქვარცხავა,

	კობალტიტებისა და მაღალტემპერატურული ზეგამტარი მასალების ფუნქციონალური მახასიათებლების გაუმჯობესება სხვადასხვა დოპანტებისა და დანამატების გამოყენებით" (კონდენსირებული გარემოს ფიზიკა, კერამიკა, თერმოელექტრობა, ზეგამტარობა, ნანოკომპოზიტები)			ვ.ჟღამაძე, გ.კახნიაშვილი, მ.ბალახაშვილი, ლ.შამანაური
21	"მულტიფუნქციონალური მაგნიტური ნანოსისტემისა და გრაფენის ოქსიდის სინთეზი" (ნანოტექნოლოგიები)	2023– 2027	შალვა კეკუტია	ჯ.მარხულია, ვ.მიქელაშვილი, ლ.სანებლიძე, ნ.მაისურაძე, რ.კოხრეიძე, ნ.ჩხაიძე

ანოტაციები

პროექტი 1.

ა) მიღებული იქნა კვანტური სისტემების წონასწორობის პირობები სიბრტყეზე და წრფეზე განლაგებული წერტილოლოვანი მუხტებისათვის. ეს მოდელი შეესაბამება ჩაჭერილი იონების ტექნოლოგიას, რომელიც კარგად არის ცნობილი ფიზიკურ სამეცნიერო

ლიტერატურაში. მიღებულია კულონური პოტენციალი, რომელიც შეესაბამება უწყვეტ სპექტრს. ეს პოტენციალი აკმაყოფილებს შემფოთების განტოლებას ორი ნაწილაკისათვის. შესწავლილია ელასტიური ერთგანზომილებიანი შეკრული წირის ფორმის ობიექტზე განთავსებული დამუხტული ნაწილაკების წონასწორული კონფიგურაციები.

ბ) მიღებულია ცხადი ფორმულა ოთხკუთხედის კონფორმული მოდულის გამოსათვლელად ჰიპერგომეტრიული ფუნქციების საშუალებით. შესწავლილია ზოგიერთი არარეგულარული ელიფსურ განტოლებათა სისტემებისათვის ამონახსნთა ყოფაქცევა არის საზღვარზე.

გ) ნაჩვენებია, რომ შვარც-კრისტიფელის ასახვა, რომელიც ზედა ნახევარსიბრტყეს ასახავს ოთხკუთხედში, არის ჰოინის განტოლების ამონახსნი. მოყვანილია ანალიზური ფორმულა, რომელიც განსაკუთრებულ წერტილს აკავშირებს განტოლების აქსესორულ პარამეტრთან.

დ) ნაჩვენებია, რომ ჯვარედინ მოდულზე მოდულების კატეგორიას გააჩნია საკმაოდ ბევრი პროექციული ობიექტები. აგებულია კოჯაჟვების კომპლექსი, რომელიც ითვლის ჯვარედინი მოდულების კოჰომოლოგიებს ნულოვან, პირველ და მეორე განზომილებებში. მოყვანილია მაგალითი, რომელიც გვიჩვენებს, რომ მეორე განზომილებაში ჯვარედინი მოდულების კოჰომოლოგია არ მოიცემა ექსტ-ფუნქტორის საშუალებით.

ე) განვიხილავთ წრფივი გადაადგილებების ამოცანას, როგორც წრფივი მთელიცხვა პროგრამირების ამოცანას. წრფივი პროგრამირების ამოცანის ამოხსნისას არამთელი ამონახსნის მიღების შემთხვევაში ვპოულობთ ყველა აუცილებელ ფასეტურ კვეთებს პოლინომიური ალგორითმის გამოყენებით. შემდეგ, ჩვენ ვამატებთ მიღებულ ფასეტურ უტოლობებს წრფივი პროგრამირების ამოცანას და კვლავ ვხსნით. ამოცანის ამოხსნის ასეთი მიდგომა გრძელდება მანამ, სანამ არ მივიღებთ მთელ ამოხსნას. ყოველ ჯერზე, ჩვენ ვპოულობთ ყველა აუცილებელ ფასეტურ კვეთებს პოლინომიური ალგორითმის გამოყენებით. მაშასადამე, მივიღებთ პოლინომიურ ალგორითმს წრფივი გადაადგილებების ამოცანისთვის.

პროექტი 2.

შემოღებულია ახალი ალგებრა $(A, \otimes, \oplus, *, \sqcap, 0, 1)$, რომელსაც ეწოდება LPG-ალგებრა, სადაც $(A, \otimes, \oplus, *, 0, 1)$ არის LP-ალგებრა (ანუ ალგებრათა მრავალსახეობა, რომელიც წარმოქმნილია სრულყოფილი MV-ალგებრებით) და $(A, \sqcap, 0, 1)$ არის გოედელის ალგებრა (ანუ ჰეიტინგის ალგებრა, რომელიც აკმაყოფილებს ტოლობას $(x \sqcap y) \vee (y \sqcap x) = 1$). LPG-ალგებრის $(A, \otimes, \oplus, *, \sqcap, 0, 1)$ კონგრუენციების მესერი იზომორფულია სკოლემის ფილტრების მესერთან (ანუ სპეციალური ტიპის MV-ალგებრის $(A, \otimes, \oplus, *, 0, 1)$ MV-ფილტრებს). LPG-ალგებრების მრავალსახეობა LPG წარმოიქმნება $(C, \otimes, \oplus, *, \sqcap, 0, 1)$ ალგებრების მიერ, სადაც $(C, \otimes, \oplus, *, 0, 1)$ არის ჩანვის MV-ალგებრა. ნებისმიერი LPG-

ალგებრა არის ბი-ჰეიტინგის ალგებრა. LPG ლოგიკის თეორემების სიმრავლე რეკურსიულად გადათვლილია. უფრო მეტიც, ჩვენ აღწერთ სასრულ წარმოქმნილ თავისუფალ LPG -ალგებრებს.

პროექტი 3.

ა) მიღებულია შედეგები სტოქასტური ექსპონენტებისთვის ფუნქციონალური განტოლებების შემოტანასა და სტოქასტური ფუნქციონალური განტოლებების ზოგადი ამოხსნების წარმოდგენასთან დაკავშირებით.

უწყვეტი $X=(X_t, t \geq 0)$, $X_0=0$, სემიმარტინგალისთვის სტოქასტური ექსპონენტა განისაზღვრება, როგორც $E_t(X) = \exp\left[-\int_0^t (X_s - 1/2 \langle X \rangle_s) ds\right]$, $t \geq 0$, სადაც $\langle X \rangle$ არის X -ის კვადრატული ვარიაცია. ის აკმაყოფილებს განტოლებას

$$E_t(X) E_t(Y) = E_t(X+Y + \langle X, Y \rangle) \quad (1)$$

აღნიშნოთ \mathcal{F} -ით უწყვეტი სემიმარტინგალების კლასი და დავაფიქსიროთ \mathcal{F} -ის ქვეკლასი \mathcal{V} . ჩვენ ვამბობთ, რომ $f=(f(u,v), u \geq 0, v \in \mathbb{R})$ არის (1) განტოლების ამოხსნა, თუ $f(X_t, \langle X \rangle_t), f(Y_t, \langle Y \rangle_t)$ აკმაყოფილებს (1) P-a.e. ყოველი $t \geq 0$ და ყოველი $X, Y \in \mathcal{V}$. იბადება კითხვა: ორგანზომილებიანი ფუნქციების კლასის გათვალისწინებით (მაგ., ზომადი, უწყვეტი), რამდენად მცირე კლასი \mathcal{V} შეგვიძლია ავიღოთ რომ მხოლოდ $E_t(X)$ სახის ამოხსნები დარჩეს. ჩვენ ვაჩვენებთ, რომ თუ განტოლება (1) სრულდება $h \cdot W$ სტოქასტური ინტეგრალების კლასისთვის მოცემულ ბრაუნის მოძრაობასთან დაკავშირებით W და ერთად განმსაზღვრელი ინტეგრანდები $0 \leq h \leq 1$, მაშინ (1) განტოლების ნებისმიერი უწყვეტი ამოხსნა არის სტოქასტური ექსპონენტა. ჩვენ ვამტკიცებთ ამ თეორემას კოშის ექსპონენციალური ფუნქციონალური განტოლებების გამოყენებით და ასევე განვიხილავთ ზომადი ამოხსნების შემთხვევას. ასევე ჩვენ მოგვყავს განტოლების მარტინგალური დახასიათება, რომელიც შეიძლება განვიხილოთ, როგორც თეორემის ალბათური დამტკიცება. ბოლოს განვიხილავთ მარტინგალური დახასიათების გამოყენების მაგალითს Black-Scholes მოდელისთვის. თუ $\mathcal{V} = \{W\}$, მაშინ განტოლება (1) ხდება $f^2(t, W_t) = f(4t, 2W_t + t)$, $t \geq 0$, სახის და მაშინ არსებობს განსხვავება (1) განტოლების უწყვეტი ამოხსნების კლასზე ამოხსნებსა და ანალიზური ამოხსნების კლასზე ამოხსნებს შორის.

შევნიშნოთ, რომ სტოქასტიკური ექსპონენტა $E_t(X)$ გარდაქმნის უწყვეტი სემიმარტინგალების კლასს საკუთარ თავში და ეს ასახვა არა-ანტიისპატიურია შემდეგი გაგებით: $X \in \mathcal{S}$ -ზე დამოკიდებული უწყვეტი სემიმარტინგალი $F(t, X), t \geq 0$, არის არა-ანტიისპატიური ასახვა, თუ ყოველ 2 სემიმარტინგალისთვის X და Y და $t \geq 0$, $F(t, X) = F(t, Y)$, როცა $X_s = Y_s$ ყოველი $s \leq t$. აქედან გამომდინარე, ბუნებრივია განვიხილოთ სტოქასტიკური ექსპონენტებისთვის ფუნქციონალური განტოლება არა-ანტიისპატიური ფუნქციების მიმართ, რომელიც წარმოადგენს განტოლების უფრო ზოგად ფორმას

$$F(t, X)F(t, Y) = F(t, X+Y + \langle X, Y \rangle) \quad (2),$$

სადაც (1) თვისების გამო სტოქასტიკური ექსპონენციალი $E_t(X)$ აკმაყოფილებს განტოლებას. მაგრამ სტოქასტიკური ექსპონენცია არ იქნება მხოლოდ ამოხსნა, რადგან არსებობს მთელი კლასის ამოხსნების, რომლებიც არ არიან სტოქასტიკური ექსპონენტები. მაგალითად, თუ $F(t,X)=e^{(-\int_0^t H(t,s)d(X_{s-1/2} < X_{s-1/2} >))}$, $X \in S$, (3)

სადაც $(H(t,s), s \geq 0, t \geq 0)$ არის უწყვეტი დეტერმინისტული ფუნქცია, მაშინ $F(t,X)$ აკმაყოფილებს (2), მაგრამ ასეთი პროცესები ყოველთვის არ არის სტოქასტიკური ექსპონენცია. მაგალითად, თუ $X=W$ არის ბრაუნის მოძრაობა და თუ ჩვენ ავიღებთ $-H(t,s)=v(t)$, სადაც v არ არის სასრული ვარიაცია, მაშინ პროცესი $v(t)(W_{t-1/2})$ არ იქნება სემიმარტინგალი და, შესაბამისად, $F(t, W)$ არ შეიძლება იყოს სტოქასტიკური ექსპონენციალი. ჩვენ ვამტკიცებთ, რომ არა-ანტიისპატიური ფუნქციონალების კლასზე გარკვეული შეზღუდვის ქვეშ, (2)-ის ზოგადი ამოხსნა არის (3) ფორმის.

ცნობილია, რომ თუ $f=(f(x), x \in R)$ ფუნქციისთვის ტრანსფორმირებული პროცესი $(f(W_t), t \geq 0)$ ბროუნის მოძრაობის W მიმართ, არის მარჯვნივ უწყვეტი მარტინგალი, მაშინ f არის წრფივი ფუნქცია. ასევე ცნობილია, რომ დროზე დამოკიდებული ფუნქცია $f=(f(t,x), t \geq 0, x \in R)$ არის x -ის წრფივი ფუნქცია. ამ ნაშრომებში ჩვენ ვიძლევიან ამ შედეგების მარტივ განზოგადებებს. ჩვენ აღწერთ f ფუნქციების კლასებს, რომლებსთვისაც პროცესები $f(W_t) - Ef(W_t)$ და $f(W_t)/Ef(W_t)$ ($f(x) > 0$ -ისთვის) არიან მარტინგალები. ჩვენ ვამტკიცებთ, რომ პროცესი $f(W_t) - Ef(W_t)$, $f(W_t)/Ef(W_t)$, $t > 0$ არის მარჯვნივ უწყვეტი მარტინგალი, მაშინ და მხოლოდ მაშინ, თუ ფუნქცია $f(x)$ არის $ax^2 + bx + c$ და $ae^{(\lambda x)} + b e^{(-\lambda x)}$ ფორმის. გარდა ამისა, ჩვენ ვაჩვენებთ, რომ თუ $f(W_t) - Ef(W_t)$ (შესაბამისად $f(W_t)/Ef(W_t)$) არის უბრალოდ მარტინგალი, მაშინ $f(x)$ უდრის მე-2 რიგის მრავალწევრს (შესაბამისად $ae^{(\lambda x)} + b e^{(-\lambda x)}$) თითქმის ყველგან ლებეგის ზომით.

ჩვენი მთავარი მოტივაცია ბრაუნის მოძრაობის ასეთი მარტინგალური გარდაქმნების განსახილველად იყო მათი კავშირი ფუნქციონალურ განტოლებებთან. ჩვენ ვაჩვენებთ, რომ თუ ფუნქცია $f=(f(x), x \in R)$ არის კვადრატული ფუნქციონალური განტოლების ზომადი ამონახსნი $f(x+y)+f(x-y)=2f(x)+2f(y)$ ყველა $x, y \in R$ -ში, მაშინ სხვაობა $f(W_t) - Ef(W_t)$ არის მარტინგალი და თუ f არის მკაცრად დადებითი დალამბერის ფუნქციონალური განტოლების $f(x+y)+f(x-y)=2f(x)f(y)$, $x, y \in R$ -ში, ამოხსნა, მაშინ მარტინგალი იქნება პროცესი $f(W_t)/Ef(W_t)$. მარტინგალური ფუნქციების ზემოაღნიშნული აღწერილობები გვაძლევს საშუალებას მოვიყვანოთ განტოლებების ზოგადი ზომადი ამონახსნის ეკვივალენტური დახასიათება მარტინგალების საშუალებით. ჩვენ ასევე განვიხილავთ დროზე დამოკიდებულ ფუნქციებს $(f(t,x), t \geq 0, x \in R)$, რომლებსთვისაც ტრანსფორმირებული პროცესები $f(t, \sigma W_t) - Ef(t, \sigma W_t)$ და $f(t, \sigma W_t) / \{Ef(t, \sigma W_t)\}$ არიან მარტინგალები, სადაც σ არის მუდმივი. ასეთი ფუნქციების მარტივი სტრუქტურული თვისებების მისაღებად, როგორც $f=(f(x), x \in R)$ ფუნქციების შემთხვევაში, საჭიროა გარკვეული ტიპის ზრდის პირობები f ფუნქციაზე, ან უნდა მოითხოვოთ მარტინგალური თვისება ტრანსფორმირებული პროცესებისთვის მინიმუმ ორი განსხვავებული $\sigma \neq 0$. შესაბამისი მტკიცებები მოცემულია ნაშრომში.

ბ) 2021 წელს დაიწყო მუშაობა მარჯვნიდან უწყვეტი ექსპონენციალური მარტინგალის თანაბრად ინტეგრებადობის საკმარის პირობის დადგენის მიზნით. ძირითადი იდეა მდგომარეობდა იმაში, რომ განზოგადებულიყო უწყვეტ შემთხვევაში მიღებული შედეგი. ამისათვის

თავდაპირველად შესწავლილ იქნა მემინ-შირიაევის, ლეპანგლე-მემინის, პროტერ-შიმბოსი, სოკოლის და რუფის ნაშრომები. შედეგად $a_s \in [0;1]$ პროცესის საშუალებით მიღებულია მარჯვნიდან უწყვეტი ექსპონენციალური მარტინგალის თანაბრად ინტეგრებადობის საკმარისი პირობა. ეს საკმარისი პირობა აზოგადებს როგორც უწყვეტ შემთხვევაში ადრე მიღებულ შედეგს, ასევე ლეპანგლე-მემინის შედეგს. ამასთან აიგო სამი კონტრმაგალითი, რომლებიც აჩვენებს მიღებული საკმარისი პირობის უპირატესობას ზემოთ ჩამოთვლილი ავტორების საკმარისი პირობებთან შედარებით.

მარჯვნიდან უწყვეტი ექსპონენციალური მარტინგალის კვლევისას ბუნებრივად გაჩნდა საჭიროება მარტინგალის კვადრატული მახასიათებლის, ნახტომების ზომის და მისი კომპენსატორის საშუალებით აღგვეწერა ის სიმრავლე, სადაც ექსპონენციალური მარტინგალი ხდება 0-ის ტოლი. ანალოგიური შედეგი მარტივად მტკიცდება უწყვეტი მარტინგალის შემთხვევაში: $\{E_T(M)=0\}=\{M_T=0\}$. მიზანი იყო მსგავსი შედეგის მიღება მარჯვნიდან უწყვეტ შემთხვევაში. შედეგად ზემოთხსენებული სამეულის საშუალებით ზუსტად დავადგინეთ ექსპონენციალური მარტინგალის 0-თან ტოლობის სიმრავლის სახე: $\{E_T(M)=0\}=\{(M^c)_T + \int_0^T (-1)^{\lfloor \mu \rfloor} [x^2/(1+x) d\mu] + \int_0^T (-1)^{\lfloor \nu \rfloor} [x^2/(1+x) d\nu]\} = \emptyset$. 2023 წელს აღნიშნული შედეგი მომზადდა სამეცნიერო სტატიად და გაიგზავნა ჟურნალ “Statistics and Probability Letters”-ში სარეცენზიოდ. გარდა ამისა 2023 წელს განზოგადდა იოჰანეს რუფის საკმარისი შედეგი ზოგადი ექსპონენციალური მარტინგალებისათვის, რაც გვგონია, რომ საკვანძო იქნება ლეპანგლე მემინის პირობის განზოგადებისას და შემდეგ უკვე თანაბრად ინტეგრებადობის აუცილებელი და საკმარისი პირობის მისაღებად. აღნიშნული ნაშრომი მომზადდა სამეცნიერო სტატიად და გამოქვეყნდება ქართულ ამერიკული უნივერსიტეტის (GAU) მიერ ორგანიზებული კონფერენციის შრომებში.

გ) განიხილება დედამიწის ეკვატორიულ იონოსფეროში რადიო ტალღების დახრილად დაცემა ტურბულენტურ გამტარ დაჯახებად პლაზმურ ფენაზე. ჩვენს მიერ აღმოჩენილია ე.წ. „კომპენსაციის ეფექტი“. პირველადაა გამოთვლილი დედამიწის ეკვატორული იონოსფეროს გარდატეხის მაჩვენებლის ანალიზური გამოსახულება. კომპლექსური გეომეტრიული ოპტიკის მიახლოებაში პირველადაა გაანალიზებული გაბნეული რადიოტალღების სივრცითი სპექტრის სიმძლავრის მეორე რიგის სტატისტიკური მომენტები პრობლემის ასიმეტრიულობის გათვალისწინებით: ტალღის დახრილად დაცემა პლაზმურ ფენაზე და პლაზმის მაგნიტო-იონური პარამეტრების ანიზოტროპულობა. პირველად დადგენილი იქნა, რომ არსებობს ისეთი მიმართულება, რომლის გასწვრივად ტალღის გავრცელებისას რადიო ტალღების დახრილად დაცემა პლაზმურ ფენაზე და მაგნიტო-იონური პარამეტრების ანიზოტროპულობა ერთმანეთს აკომპენსირებს. ამ შედეგს ექნება დიდი პრაქტიკული გამოყენება თანამგზავრულ კომუნიკაციაში. ამ შემთხვევაში გაბნეული რადიო ტალღების სივრცითი სპექტრის სიმძლავრე არც განივრდება და არც მისი მაქსიმუმი არ წაინაცვლებს. რიცხვობრივადაა გაანალიზებული ამ სპექტრის დამოკიდებულება რადიო ტალღების გავრცელების მანძილზე სხვადასხვა გარდატეხის კუთხისა და ასიმეტრიული ანიზოტროპული ელექტრონების კონცენტრაციის ფლუქტუაციების ანიზოტროპიის კოეფიციენტის სხვადასხვა მნიშვნელობებისთვის. ნაჩვენებია, რომ წაგრძელებული პლაზმური სტრუქტურების ანიზოტროპიის კოეფიციენტი მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს გაბნეული „ჩვეულებრივი“ და

„არაჩვეულებრივი“ ტალღების „კომპენსაციის ეფექტზე“ გამტარ დაჯახებად იონოსფერულ პლაზმურ ფენში გავრცელებისას. რიცხვითი გამოთვლები ჩატარებულია ანიზოტროპული გაუსური კორელაციური ფუნქციისთვის IRI -ს მოდელის ექსპერიმენტული მონაცემების გამოყენებით. სცინტილაციური ეფექტები დედამიწის მაღალი განედების იონოსფეროს გამტარ დაჯახებად მაგნიტოაქტიურ პლაზმაში შესწავლილია მოდიფიცირებული შემფოთების მეთოდის გამოყენებით მრავალჯერად გაბნეული რადიო ტალღების სტატისტიკური მახასიათებლების გამოთვლით. პოლარიზაციის კოეფიციენტები პოლარულ გამტარ იონოსფეროში გამოთვლილია პირველად. მიღებულია სტოქასტური დიფერენციალური განტოლება შემთხვევითი ფაზისათვის. გამოთვლილია ფაზის ფლუქტუაციის დისპერსიისა და კორელაციური ფუნქციის გამოსახულებები ელექტრონების კონცენტრაციის ფლუქტუაციების ნებისმიერი კორელაციური ფუნქციისთვის დიფრაქციული ეფექტების გათვალისწინებით. მეორე რიგის სტატისტიკური მომენტები შეიცავენ: კომპლექსურ გარდატეხის მაჩვენებელს, პოლარიზაციის კოეფიციენტებს „ჩვეულებრივი“ და „არაჩვეულებრივი“ ტალღებისთვის, გარეშე მაგნიტური ველის ორიენტაციას, პედერსენის, ჰოლის და გასწვრივ გამტარებლობებს, წაგრძელებული პლაზმური არაერთგვაროვნებების პარამეტრებს და პლაზმური ნაკადის სიჩქარეს. გაბნეული რადიო ტალღების სცინტილაციის დონე გამტარ დაჯახებად იონოსფერულ პლაზმაში, სივრცითი სპექტრის პირველი და მეორე მომენტები გამოთვლილია პირველად. ოსცილაციები სცინტილაციის სპექტრში გამოწვეულია ფრენელის ეფექტით. ეს შესაძლებლობას იძლევა ამოვხსნათ შებრუნებული ამოცანა, ანუ აღვადგინოთ პლაზმური ნაკადის სიჩქარე და მცირემასშტაბიანი არაერთგვაროვნებების ხაზოვანი ზომები ფრენელის რადიუსთან შედარებით. რიცხვითი გამოთვლები ჩატარებულია სამგანზომილებიანი ანიზოტროპული გაუსური და ხარისხობრივი კორელაციური ფუნქციებისთვის, რომლებიც შეიცავენ ანიზოტროპიის კოეფიციენტსა და არაერთგვაროვანი წაგრძელებული პლაზმური სტრუქტურების დახრის კუთხეს გეომაგნიტური ძალწირების მიმართ IRI ექსპერიმენტული მოდელის გამოყენებით.

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.

დ) კვლევის მიზანია მოცემული მარტივი რიცხვის მომდევნო მარტივი რიცხვის დადგენის ახალი მეთოდის შემოთავაზება. ვთქვათ მოცემულია მარტივი რიცხვი $p > 3$. ადვილად მოიძებნება ნატურალური რიცხვი k ისეთი, რომ მეთოდის არსი ასეთია: პაფნუტი ჩებიშევი დაამტკიცა, რომ ნებისმიერ ნატურალურ n და $2n$ რიცხვებს შორის აუცილებლად მოიძებნება მარტივი რიცხვი. აქედან გამომდინარე p -ს მომდევნო მარტივი რიცხვის ძებნის არე განისაზღვრება ინტერვალთ . განვიხილოთ ასეთი ინტერვალების მიმდევრობა, რომელთა საწყისი და ბოლო მნიშვნელობები 3 -ის ჯერადი რიცხვებია და მიმდევრობის პირველი წევრი შეიცავს p -ს, ხოლო ბოლო წევრი შეიცავს $2p$ -ს. მიმდევრობას ექნება შემდეგი სახე , სადაც k ნატურალური რიცხვია. განვსაზღვროთ მიმდევრობის პირველი და უკანასკნელი ინტერვალი. ადვილად ვიპოვით ისეთ k -ს რომ მოცემული მარტივი რიცხვისათვის შესრულდეს . აქედან გამომდინარე ანუ $2p$ მოთავსებულია ინტერვალში. ცხადია, რომ მიმდევრობის ყოველი ინტერვალის საზღვრებს შორის მოთავსებული ორი რიცხვიდან ერთი კენტი, ხოლო მეორე კი ლუწი. ჩვენი მიზანია დავადგინოთ კენტი რიცხვი შედგენილია თუ არა. თუ დადგინდა, რომ ის შედგენილი არ არის, მაშინ იგი მარტივია და პროცესი დასრულებულია. თუ ის შედგენილია გადავდივართ აგებული მიმდევრობის შემდგომი ინტერვალის განხილვაზე. ძირითადი შედეგები დაიყვანება შემდეგ ჩამონათვალზე:

- დამუშავებულია ფორმალიზმები იმის დასადგენად, თუ რომელ ორწევრა სიმრავლეში მდებარეობს შემდეგი კენტი რიცხვი და რომელ პოზიციას იკავებს;
- შემდგომი მარტივი რიცხვის განსაზღვრისათვის აგებულია თეორიული საფუძვლები, კერძოდ, დამტკიცებულია ორი წინადადება;
- განხილული მიდგომის პრაქტიკული რეალიზაციის მიზნით დამუშავებულია ორი ალგორითმი;
- მოყვანილია დეტალური მაგალითი, რომელიც თვალნათლივ აჩვენებს შემოთავაზებული მეთოდის კორექტულ მუშაობას.

პროექტი 4.

ა) ჩაის შპალერების სანედლეულე ფენის (შპალერის გასხვლის ზედაპირის თავზე აღმოცენებული ამონაყარის ფენის) კვლევის მიზანი იყო ამ ფენის ისეთი მახასიათებლების პოვნა, რომელიც საშუალებას მოგვცემდენ დაგვემუშავებინა მაღალი პრაქტიკული ეფექტურობის მქონე

ტექნიკური მხედველობის სისტემა. კერძოდ, საჭირო იყო ისეთი მახასიათებლის პოვნა, რომელიც ჩაის საკრეფი მანქანის მუშაობის პროცესში საჭრელი მოდულის ოპტიმალურ დონეზე პოზიციონირებას საშუალებას მოგვცემდა. კვლევა ხორციელდებოდა ლაბორატორიაში; გამოყენებული იყო კომპიუტერული პროგრამა, რომელიც ახდენდა სანედლეულე ფენის ჭრილის რეალურთან მიახლოებული სურათების გენერირებას. თითოეული ასეთი სურათი შეიცავს „გამჭვირვალე“ (დუყების გამოსახულებებით დაუკავებელ) და „გაუმჭვირვალე“ (დუყების გამოსახულებებით შევსებულ) ნაწილებს; ამასან, გამოსახულების ქვედა ნაწილში გასხვლის ზედაპირის მახლობლად ჭარბობს „გაუმჭვირვალე“, ხოლო ზედა ნაწილში „გამჭვირვალე“ ზონები. გაკეთებული იქნა დაშვება, რომ, თუ პლანტაციის და შესაბამსდ სანედლეულე ფენის სტატისტიკური მაჩვენებლები მუდმივია, მაშინ დონე x, რომელზედაც „გამჭვირვალე“ და „გაუმჭვირვალე“ ზონების ფართობები ერთმანეთის ტოლია აგრეთვე მუდმივია, დიდი ალბათობით ინახება. დიდი რაოდენობის სურათების ანალიზმა დაადასტურა ჩვენი დაშვების მართლზომიერება. ამგვარად, მოხერხდა სანედლეულე ფენაში ისეთი დონის პოვნა, რომლის საიმედო მიყოლა არ მოითხოვდა რთულ მოწყობილობებს და საშუალებას იძლეოდა საკმაოდ მარტივი საშუალებებით აგვეგო მაღალი პრაქტიკული ღირებულებისა და საიმედოების მქონე ტექნიკური მხედველობის სისტემა.

ბ) ჩაის შერჩევით საკრეფი რობოტული სისტემის ეფექტური მუშაობა მნიშვნელოვანწილად დამოკიდებულია ტექნიკური მხედველობის სისტემაზე. მოცემულ ეტაპზე ეკონომიკურად მიზანშეწონილი მანქანის შექმნა, რომელიც ადამიანის მსგავსად შერჩევას განახორციელებდა ცალკეული დუყების ფიზიკური მახასიათებლების მიხედვით, პრაქტიკულად შეუძლებელია. ამიტომ შერჩევითი კრეფის მექანიზაცია ხორციელდება კომპრომისული მეთოდების გამოყენებით. ამ მეთოდებს შორის ნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავთ საჭრელი მოდულის ოპტიმალურ დონეზე სტაბილურ პოზიციონირებას. სამუშაოს მიზანი იყო ისეთი სისტემის შექმნას, რომლის მუშაობის სიზუსტე დამოკიდებული არ იქნებოდა არც პლანტაციაში ნიადაგის, ან გასხვლის ზედაპირის უსწორმასწორობებზე, რომელიც ინფორმაციას აიღებდა უშუალოდ სანედლეულე ფენიდან, არ დააზიანებდა დუყების ზრდის კვირტებს, უზრუნველყოფდა კრეფის რეჟიმების შერჩევის შესაძლებლობას. ჩვენს მიერ ნაჩვენები იქნა, რომ სანედლეულე ფენა შეიცავს ე.წ. x დონეს, რომელიც დიდი ალბათობით ინახება. საჭირო იყო ისეთი მარტივი და საიმედო ტექნიკური მხედველობის სისტემის შექმნა, რომელიც უზრუნველყოფდა x დონის მიყოლას. ასეთი სისტემა დამუშავდა, დამზადდა და გამოიცადა ლაბორატორიის პირობებში. სისტემა შეიცავს 4 ნახევარგამტარ ლაზერს, 4 ფოტომიმღებს, ამდენივე მთვლელს, სტანდარტული იმპულსების გენერატორს, კომპარატორს და მარტივ ლოგიკურ სქემას. ლაზერები და ფოტომიმღებები განლაგებული არიან საკრეფ სისტემაზე ვერტიკალურად შპალერის სხვადასხვა მხარეს. ლაზერის სხივები სხვადასხვა სიმაღლეზე განსჭვალავენ სანედლეულე ფენას და ხვდებიან შესაბამის ფოტომიმღებზე. მანქანის მოძრაობის დროს დროდადრო დუყები ახდენენ სხივების ეკრანირებას და ამგვარად მოდულირებული სხივები ხვდებიან ფოტომიმღებებზე. ზედა ორი არხის შესაბამისი მთვლელები თვლის გენერატორის იმპულსებს მხოლოდ მაშინ, როდესაც ზედა ორი სხივი ეკრანირებული არ არის და აღწევენ შესაბამის ფოტომიმღებამდე. მას შემდეგ, რაც მანქანა გაივლის გარკვეულ (მცირე) I მანძილს ამ ორი მთვლელის თვლის შედეგები იკრიბება. მიღებული

შედეგი s1 შეიძლება განვიხილოთ, როგორც ამონაყარის ფენის „გამჭვირვალობის“ შეფასება მის ზემო ნაწილში. ქვედა ორი არხის შესაბამისი მთვლელები კი პირიქით გენერატორის იმპულსებს თვლიან მხოლოდ მაშინ, როდესაც ქვედა ორი სხივი ეკრანირებულია და ვერ აღწევს შესაბამის ფოტომომენტამდე. მას შემდეგ, რაც მანქანა გაივლის ხსენებულ 1 მანძილს, ამ ორი მთვლელის თვლის შედეგები იკრიბება და მიღებული შედეგი s2 შეიძლება განვიხილოთ, როგორც ამონაყარის ფენის „გაუმჭვირვალობის“ შეფასება მის ზემო ნაწილში. s1 და s2-ის შედარება საშუალებას გვაძლევს მარტივად განვხორციელოთ „გამჭვირვალე“ და „გაუმჭვირვალე“ ზონების ტოლობის x დონის მიყოლას. ეს კი თავის მხრივ უზრუნველყოფს საჭრელი მოდულის სტაბილურ პოზიციონირებას სასურველ დონეზე. ლაბორატორულმა ექსპერიმენტებმა აჩვენა, რომ განხილული 4 დონიანი სისტემა უზრუნველყოფს x დონის მაღალი სიზუსტით მიყოლას.

პროექტი 5.

ა) ციფრული გამოსახულების ანალიზის ამოცანებში მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს გამოსახულების გარჩევადობის გაზრდის ამოცანას მისი მასშტაბირების გზით. ასეთ ამოცანებს კერძოდ მიეკუთვნება: გამოსახულების ფრაგმენტიდან უფრო დეტალური ინფორმაციის მიღება მისი გადიდების შედეგად; გამოსახულების გადიდება ობიექტის იდენტიფიკაციისთვის; დაბალი გარჩევადობის გამოსახულებიდან მაღალი გარჩევადობის გამოსახულების მიღება მისი შემდგომი დეტალური ანალიზის გასაადვილებლად და ა.შ. თითოეული არსებული მეთოდი ხასიათდება როგორც დადებითი, ასევე უარყოფითი მხარეებით. კერძოდ, უარყოფითი მხარეა მცირე ნაწილების გეომეტრიული ფორმის დამახინჯება და გამოსახულების ტექსტურის დაზიანება. ამ მიზნების შესამცირებლად გამოიყენება ინტერპოლაციის ალგორითმები. აღნიშნული პრობლემის გადაჭრის ერთ-ერთი მიდგომაა წარმოდგენა ინტერპოლაციის მეთოდების გამოყენება. წარმოდგენილ ნაშრომში გამოსახულების ზომის გადიდების ამოცანისთვის შემოთავაზებულია მაღალი კრებადობის მაჩვენებლის მქონე ინტერპოლაციის განზოგადებული ფორმულების (ფირანაშვილის ფორმულები) გამოყენება. ნაჩვენებია ციფრული გამოსახულების გადიდების შედეგები უიტკერ-კოტელნიკოვ-შენონისა და ფირანაშვილის ინტერპოლაციის ფორმულების გამოყენებით. ინტერპოლაციის შედეგად მიღებული სურათების აპროქსიმაციის სიზუსტის შესაფასებლად გამოთვლილია და შედარებულია ერთმანეთთან ნაშთითი წევრების სიდიდეები.

ბ) სახეთა ამოცნობის თეორიაში ცნობილი მინი და მაქსი პორტრეტების მეთოდი გულისხმობს გადაწყვეტილების მიღების ალგორითმული (ლოგიკური) პროცედურების ფორმირებას. ასეთ შემთხვევებში აღწერილია ცხრა შესაძლო სიტუაცია, რომელთა არსებობა შესაძლებელია უცნობი რეალიზაციის შედარებისას გამოსახულების ორ ეტალონურ აღწერასთან: მინი-პორტრეტი და მაქსი-პორტრეტი. თითოეული სიტუაცია აღწერილია ერთი ლოგიკური გამოსახულებით; ვინაიდან მინი და მაქსი პორტრეტები არის ორობითი ვექტორები ან მატრიცა. ეს ნიშნავს, რომ ცხრა სიტუაცია მოითხოვს ცხრა ლოგიკური გამოსახულების გამოთვლას, რაც ანელებს ამოცნობის პროცესს. თუ გავითვალისწინებთ, რომ ამოცნობის პროცესის შედეგი შეიძლება არ იყოს საბოლოო (შუალედური გადაწყვეტა), მაშინ ცხადი ხდება, რომ აუცილებელია ჩამოყალიბდეს მსგავსების კიდევ ერთი ზომა, რომელიც აღწერილი იქნება ერთი გამოსახულებით. შესაბამისად, ამოცნობის

პროცესი უფრო მარტივი და სწრაფი გახდება. განხილულია მსგავსების ზომების ფორმირების პრობლემა მინი და მაქსი პორტრეტების მეთოდების გამოყენებით, სახეთა ამოცნობაში გადაწყვეტილების მიღების მიზნით უცნობი რეალიზაციის ამოცნობისას. შემუშავებულია მინი და მაქსი პორტრეტებთან შუალედური შედარების ოპერაციების შედგენის პროცედურები, რის შედეგადაც მიიღება ოთხი კოეფიციენტი. ეს კოეფიციენტები გამოიყენება მსგავსების ჩამოყალიბებული ზომების არგუმენტებად. ნაჩვენებია, რომ თუ გარკვეული პირობები დაკმაყოფილებულია, შესაძლებელია მსგავსების ზომის ფორმირება რეფლექსურობისა და სიმეტრიის თვისებებთან ერთად. ექსპერიმენტები ჩატარდა C++ პროგრამირების ენის გამოყენებით. მიღებული მონაცემები ადასტურებს თეორიული კვლევის სისწორეს.

გ) შემოთავაზებულია სასკოლო გარემოში ფარდობითი ტენიანობის ტექნოლოგიური პროცესის მართვის ინოვაციური მიდგომა, რომელიც ეყრდნობა IoT ტექნოლოგიას. დამუშავებულია სასკოლო გარემოში ფარდობითი ტენიანობის ცენტრალიზებული მართვის კონცეფცია და IoT სისტემის ინოვაციური არქიტექტურა. არქიტექტურის ინოვაციურობა მდგომარეობს:

- ტენიანობის შემცირების ცნობილი ხერხების პროგრამული მართვით კომბინირებაში, რაც იწვევს ჭარბი ტენიანობის შემცირებას მაღალი ეფექტურობით და მოხმარებული ენერჯის შემცირებას;
- ადმინისტრატორის მიერ ტექნოლოგიური პროცესის დისტანციურად და ცენტრალიზებულად მართვის უზრუნველყოფაში საგანმანათლებლო დაწესებულების ჯგუფისათვის;
- სამომხმარებლო აპლიკაციის მიერ ტექნოლოგიური პროცესის დისტანციური მონიტორინგის შესაძლებლობაში;
- მონაცემთა მრავალ ჭრილში დამუშავების შესაძლებლობაში.

შერჩეულია სისტემის მაკომპლექტებლები, რაც მისი განხორციელების წინაპირობაა. განხილულია ზოგიერთი საინჟინრო გარემოება სისტემის განხორციელებისათვის.

გ) განხილულია ელექტროენერჯის მოხმარების მენეჯმენტის სისტემის განხორციელების საკითხები. ამ მიზნით მიზანშეწონილად არის მიჩნეული სისტემის აგება განხორციელდეს IoT ტექნოლოგიაზე დაყრდნობით, გამზომი და აქტუატორული კვანძების სახით გამოყენებული იქნას მულტიფუნქციური მოწყობილობები.

პროექტი 6.

5G -ს მობილური ქსელების მოსალოდნელი ინსტალაცია საშუალებას მოგვცემს მნიშვნელოვნად გაზარდოს მობილური კავშირის ფართოზოლოვანი სიჩქარე, რის შედეგადაც ასევე გაიზრდება მობილური ინტერნეტის გამოყენება. ტექნიკური ინოვაციები მოიცავს

სხვადასხვა გადაცემის სისტემას (MIMO: მრავალჯერადი შეყვანის და მრავალგამომავალი ანტენების გამოყენება), მიმართულების სიგნალის გადაცემას ან მიღებას (სხივის ფორმირება) და სხვა სიხშირის დიაპაზონების გამოყენებას. ამავე დროს, მოსალოდნელია ადამიანის და გარემოს ელექტრომაგნიტური ველების (EMF) ზემოქმედების ცვლილება. დღემდე გამოყენებული სიხშირეებია 700 MHz, 3.6 GHz (3.4 to 3.8 GHz) და 26 GHz (24.25 - 27.5 GHz). პირველი ორი სიხშირე შეესაბამება 2G-- 4G- ტექნოლოგიებში გამოყენებულ სიხშირეებს. მათი შესწავლა ფართოდ ხდებოდა ეპიდემიოლოგიურ და ექსპერიმენტულ კვლევებში, რაც შეეხება 26 გჰც და უფრო მაღალი სიხშირეებს ისინი არ იყო სათანადოდ შესწავლილი.

ახალი 5G ტექნოლოგიის გამოყენების შესაძლებლობამ გამოიწვია საზოგადოების მნიშვნელოვანი შეშფოთება ამ ელექტრომაგნიტური ველების (EMF) ადამიანზე და გარემოზე შესაძლო ნეგატიურ ზემოქმედების შესახებ. ადრეულ კვლევებში ფართოდ იქნა შესწავლილი ადამიანზე 2G, 3G და 4G სისტემებში 450-დან 2500 MHz სიხშირეების ველების ზემოქმედება. რაც შეეხება 5G -ს: პუბლიკაციების შესწავლამ დაგვანახა, რომ ჯერჯერობით არაა კვლევები, რომლებშიც შესწავლილი იქნებოდა 5G -ს რაიმე ბიოლოგიური ეფექტები. 10 გჰც-ზე მაღალი სიხშირეების EMF ბიოლოგიურ ობიექტებზე ზემოქმედების მექანიზმი შეიძლება განსხვავდებოდეს იმ მექანიზმებიდან, რომლებიც მოქმედებენ უფრო დაბალი სიხშირეების EMF ზემოქმედების დროს. აქედან გამომდინარე, შესაძლებელია, რომ 5G-ის გავლენა ბიოსისტემებზე გახდეს არაპროგნოზირებადი. რაც შეეხება მილიმეტრულ სიგრძის EMF ტალღებს, არსებული ექსპერიმენტული მონაცემებიდან გამომდინარე, მათი ბიო-ეფექტების მექანიზმის შესახებ არსებული ცოდნა არაა საკმარისი. ასევე არასაკმარისია თეორიული მოდელები, რათა გაკეთდეს სანდო დასკვნები.

უნიკალური ფიზიოლოგიის გამო ფლორისა და ფაუნის ზოგიერთი სახეობა მგრძობიარეა გარეშე (ეგზოგენური) EMF-ების მიმართ. შესწავლილია ზოგიერთი მაღალი სიხშირის EMF-ების ზემოქმედება მწერებზე. ნაჩვენებია, რომ შთანთქმული დოზა დამოკიდებულია სიხშირეზე და შეიძლება მნიშვნელოვნად გაძლიერდეს, როდესაც ადგილი აქვს რეზონანსულ მოვლენას მთლიანი სხეულის ან მისი რაიმე ნაწილის დონეზე. კონკრეტული მწერებისთვის სხვადასხვა ინდივიდუალურ სიხშირეზე რადიოსიხშირეების შთანთქმა შესწავლილია სხვადასხვა ავტორის მიერ 27 MHz, 915 MHz და 2450 MHz-სათვის.

არსებული კვლევების უმეტესობა ფოკუსირებულია 6 გჰც-ზე დაბალ RF სიხშირეებზე. ეს იგივე სიხშირეებია, რომლებზეც მუშაობს სატელეკომუნიკაციო სისტემების ამჟამინდელი თაობები. თუმცა, გამტარუნარიანობის გაზრდილი მოთხოვნის გამო ზოგადად მოსალოდნელია, რომ სატელეკომუნიკაციო სიხშირეების შემდეგი თაობა იმუშავებს ეგრეთწოდებულ მილიმეტრულ ტალღის სიგრძეზე, ანუ სიხშირეების მიხედვით 30–300 გჰც-ებზე. ამრიგად, მომავალში 5G-ს პირობებში მოხდება უსადენო სატელეკომუნიკაციო სისტემებისთვის გამოყენებული ელექტრომაგნიტური ველების ტალღის სიგრძის უაღრესი შემცირება. ეს ტალღის სიგრძეები გახდება მწერებისა და პატარა ფრინველების სხეულის ზომასთან შესადაარი. აქედან გამომდინარე, მოსალოდნელია, რომ ამ ბიოლოგიურ ობიექტებში ადგილი ჰქონდეს RF-EMF-ების შთანთქმის გაზრდას. გარდა ამისა, მოსალოდნელია რეზონანსული მოვლენები მათ მთელ სხეულში.

შესაბამისად, პრობლემა იმაში მდგომარეობს, რომ ახალი თაობის 5G EMF-ებმა შეიძლება გამოიწვიოს მწერების, განსაკუთრებით ფუტკრების გაქრობა, უაროფითად იმოქმედოს ფრინველებზე.

მწერები ამტვერიანებენ და, შესაბამისად, მონაწილეობენ მცენარეთა ყველა სახეობის 80%-ის განაყოფიერებაში. მათ შორისაა: ვაშლი, ნესვი, ციტრუსები, ხახვი, კომბოსტო, ყაბაყი, ლობიო, კიტრი, პომიდორი, წიწკა, ბადრიჯანი, ყავა, კაკაო, ქოქოსი და ყველა სახის ხილი. ერთი ფუტკარი 1 დღეში ემსახურება 7000 ყვავილს, ხოლო 1 კილოგრამი თაფლის მოსამზადებლად საშუალოდ 4 მილიონი ყვავილის ვიზიტია საჭირო. ფუტკრების გარეშე ეს მცენარეები დაილუპებიან. ეს გაანადგურებს მნიშვნელოვან კვებით ჯაჭვებს. პირუტყვი მნიშვნელოვანი საკვების გარეშე დარჩება. გაჩნდება რძისა და ხორცის დეფიციტი. ფუტკრები ასევე ამტვერიანებენ ბამბის მცენარეებს. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ბამბის ტანსაცმელი. ქალების 60% და მამაკაცის ტანსაცმლის 70% დამზადებულია ბამბისგან. ფუტკარი გადაშენდება, ტანსაცმელი წარწერით „100% ბამბა“ გაქრება. ინდუსტრიის მრავალი მნიშვნელოვანი სფერო დამოკიდებულია ფუტკრებზე: მათ გარეშე ბიოეთანოლის წარმოება განადგურდება და საფრთხის ქვეშ აღმოჩნდება მრავალი საკვები და სამედიცინო მომწოდებელი. იქნება ტვირთის გადაზიდვების კოლაფსი. ჩვენ დავკარგავთ ჩვენი პოპულარული საკვების დაახლოებით 70%-ს, რადგან მათი ტრანსპორტირება შეუძლებელი გახდება. ალბერტ აინშტაინმა გააიგივა ფუტკრების გადაშენება მეტეორიტის ჩამოვარდნის, ვულკანის ამოფრქვევის ან ატომური ბომბის აფეთქების შედეგად მიყენებულ ზიანთან. გენიალურმა ფიზიკოსმა თქვა, რომ, რომ ჟანგბადის გარეშე ადამიანს შეუძლია 3 წუთი გაძლოს, წყლის გარეშე — 3 დღე, ხოლო ფუტკრების გარეშე — 4 წელი. აღსანიშნავია, რომ ადგილი აქვს ფუტკრის რობოტის შექმნის მცდელობას, თუმცა პროექტის დასრულებას მინიმუმ 10 წელი დასჭირდება. ამასთან მათი გამოყენების შემთხვევაში საკვების ფასი 30%-ით გაიზრდება. სხვა მწერების გადაშენება გამოიწვევს მრავალი ფრინველის გადაშენებას, რადგან ისინი ჭამენ მწერებს. აღსანიშნავია ისიც, რომ თევზის ზოგიერთი სახეობა იკვებება კოლოებით.

ფარული საფრთხე აქვს გადამდები დაავადებების გაქრობასაც, რომლებიც მწერებს გადააქვთ. მათ გარეშე ეკოსისტემის სტაბილურობა დაირღვევა, რადგან ინფექციები აკონტროლებენ ცხოველთა პოპულაციის რაოდენობას (ისევე როგორც მტაცებლები).

ეკოლოგიური კატასტროფა გარდაუვალია მწერების გარეშე. ისინი აკონტროლებენ სარეველებისა და პარაზიტების რაოდენობას, რომლებიც ამუშავებენ ცხოველთა და მცენარეთა ნაშთებს. მათ გარეშე 10 წელიწადში ტყეები ცხოველებისა და მცენარეების ნარჩენების სქელი ფენით დაიფარება. ეს გამოიწვევს მცენარეებისა და ცხოველების გადაშენებას. მსგავსი რამ დაფიქსირდა მე-20 საუკუნეში ავსტრალიის საძოვრებზე, სადაც წვეწის მწოველი მწერები რატომრაც დაილუპნენ.

კომპიუტერული სიმულაციები:

ამ მიზნით, სასრული განსხვავების დროის დომენის (FDTD) ტექნიკა არის გამოყენებული EM და თერმული სიმულაციებისთვის. შეფასებულია EMF ენერჯის შთანთქმა (SAR) და ტემპერატურის ზრდა ფუტკრებში. ჩვენ შევქმენით ფუტკრის რეალისტური მოდელი, სადაც გავითვალისწინებულა ფუტკრის სხვადასხვა ქსოვილების არსებობა. ფუტკრის სხეულის ნაწილები დამუშავებულ იქნა STL

ფორმატში გრაფიკული პროგრამების გამოყენებით: 3ds max და adobe Netfabb premium3D. სხეულის მოდელების შექმნილი STL ფაილები იმპორტირებული და დისკრეტიზირებული იქნა FDTD-ზე დაფუძნებულ პროგრამულ პაკეტში FDTD Lab, რომელიც გამოყენებული იქნა EM და თერმული სიმულაციებისთვის. გამოვიყენეთ IT'IS ქსოვილის თვისებების მონაცემთა ბაზა (<https://itis.swiss/virtual-population/tissue-properties/database/database-summary/>), რომელიც უზრუნველყოფს EM და თერმულ პარამეტრებს ყველა ბიოლოგიური ქსოვილისათვის. ამ მონაცემთა ბაზაში ყველა ბიოლოგიური ქსოვილის სიხშირეზე დამოკიდებული EM პარამეტრები (დიელექტრული შეღწევადობა და გამტარობა) ხელმისაწვდომია 10 ჰც-დან 100 გჰც-მდე სიხშირის დიაპაზონში. ფუტკრის მოდელში წარმოდგენილი იქნა სამი განსხვავებული ქსოვილი: საფარი (ქიტინი), ქიტინის ქვეშ არსებული ძირითადი ქსოვილი და ტვინის მატერია. ქიტინის საფარად შეირჩა ხრტილოვანი ქსოვილი. ხრტილის დიელექტრული თვისებები ცნობილია. ქსოვილის ძირითადი პარამეტრების მნიშვნელობები აღებული იქნა რამდენიმე ძირითადი შიდა ქსოვილის პარამეტრის მნიშვნელობების გასაშუალებით, ფუტკრის ანატომიური თავისებურებების გათვალისწინებით. ტვინის პარამეტრების მნიშვნელობები აღებული იქნა ტვინის ნაცრისფერი და თეთრი ნივთიერების პარამეტრების მიხედვით IT'IS მონაცემთა ბაზიდან. ფუტკრის EM და თერმული პარამეტრების ასეთი შერჩევამ საშუალება მოგვცა შეგვეფასებინა ტემპერატურის მატება ფუტკრის ქსოვილებში, ვინაიდან მისი თერმული პარამეტრები ჯერ არ არის გაზომილი.

EMF მიმართ ექსპოზიცია მოდელირებულია სინუსოიდური (ჰარმონიული) უწყვეტი ბრტყელი ტალღების გამოყენებით. თითოეული სიხშირისთვის 6 დამცემი ბრტყელი ტალღა მოძრაობს სამი მიმართულებით (გვერდით, წინა და ზედა), რომლებიც განსაზღვრულია დეკარტის კოორდინატთა სისტემით. თითოეული მიმართულებისთვის არჩეულია ორი ორთოგონალური შემხვედრი ელექტრული ველის პოლარიზაცია.

დისკრეტიზაციის ზომის შესარჩევ FDTD მოდელირებისთვის. მეთოდის მიხედვით, სიმულაციური დომენი იყოფა კუბებად სამგანზომილებიანი სწორხაზოვანი ბადის გამოყენებით. ტალღის სიგრძის, სიმულაციების ობიექტების მახასიათებლების ზომისა და სასურველი სივრცის სიზუსტის მიხედვით, სიმულაციის დისკრეტიზაციისთვის გამოიყენება სხვადასხვა სივრცითი ნაბიჯი. ვინაიდან FDTD არის დროის დომენის ტექნიკა, მას სჭირდება წინასწარ განსაზღვრული სიმულაციური დრო სტაბილური მდგომარეობის გადაწყვეტის მისაღწევად, რომელიც კვლავ დამოკიდებულია არჩეულ სივრცულ გარჩევადობაზე, ტალღის სიგრძესა და სიმულაციური დომენის ზომაზე. FDTD ალგორითმი მოითხოვს ბადის საფეხურს, რომელიც არის სიმულაციური დომენის უმცირესი ტალღის სიგრძის მეათედზე ნაკლები, რათა გვექონდეს სტაბილური გადაწყვეტილებები. უმცირესი ტალღის სიგრძე დიელექტრიკულ ქსოვილში განისაზღვრება როგორც $\lambda/\sqrt{\epsilon_r}$). FDTD ალგორითმის ყველა ეს მოთხოვნა მიღებულია კვლევაში. FDTD Lab-ში, EM ამომხსნელი ეფუძნება მაქსველის დიფერენციალური განტოლებების რიცხვით ამონახსნებს FDTD მეთოდით და Yee ალგორითმით; თერმული ამომხსნელი ეფუძნება პენის ბიო-სითბოს განტოლებას. განსაზღვრულია E-ველი, SAR და შეფასებულია ტემპერატურის ზრდა ფუტკრისათვის.

მიღებულია შემდეგი შედეგები:

დამუშავებულია ფუტკრის 3D მოდელი STL ფორმატში.

შექმნილია ფუტკრის 3D ჰეტეროგენული დისკრეტული მოდელია და ქსოვილებისთვის მინიჭებულია EM და თერმული პარამეტრები. ჩატარებულია EM სიმულაციები ფუტკრის ქსოვილებში E- ველების და SAR-ებისთვის და განსაზღვრულია 2.4, 3.7, 6, 12, 25, GHz სიხშირეებზე.

ჩატარებულია თერმული სიმულაციები და შეფასებულია ფუტკრის ქსოვილებში ტემპერატურის მატება 2.4, 3.7, 6, 12, 25 სიხშირეებზე. დამუშავებულია კრაზანის 3D მოდელი STL ფორმატში.

შექმნილია კრაზანის 3D ჰეტეროგენული დისკრეტული მოდელი და ქსოვილებისთვის მინიჭებულია EM და თერმული პარამეტრები.

ჩატარებულია EM სიმულაციები კრაზანის ქსოვილებში E- ველების და SAR-ების განსაზღვრავად 2.4, 3.7, 6, 12, 25, სიხშირეებზე.

ჩატარებულია თერმული სიმულაციები და შეფასებულია კრაზანის ქსოვილებში ტემპერატურის მატება 2.4, 3.7, 6, 12, GHz სიხშირეებზე. ექსპერიმენტული ნაწილი.

ნეირონში შეყვანილი მიკროელექტროდი მოქმედებს, როგორც დამატებითი ანტენა, რაც შეუძლებელს ხდის ნეირონის მიერ შთანთქმული ელექტრომაგნიტური ენერჯის განსაზღვრას. აქედან გამომდინარე, EMF-ზე ზემოქმედება და ნეირონების რეგისტრაცია განხორციელდა ცალ-ცალკე. თავდაპირველად მოვახდინეთ ნეირონების დასხივება EMF-ით. ამის შემდგომ ხორციელდებოდა ელექტროფიზიოლოგიური გამოკვლევები.

ნეირონების ექსპოზიცია და დოზიმეტრია: ელექტრომაგნიტურ ველებზე ნეირონების ზემოქმედების შესაძლო ბიოეფექტების შესწავლის ერთ-ერთი გზაა კონტროლირებადი ექსპერიმენტების ჩატარება, სადაც ცოცხალი ნეირონები მოთავსებულია კარგად განსაზღვრულ ველში. რადიოსიხშირეებზე და მიკროტალღურ ტალღებზე კარგად კონტროლირებადი ველის გარემო არის განივი ელექტრომაგნიტური (TEM) ტალღა, ანუ ერთიანი ბრტყელი ტალღა. TEM უჯრედი არის უმარტივესი სისტემა, რომელიც იძლევა მკაცრად განსაზღვრულ ბრტყელ ტალღას.

ვახდენდით ნეირონების (განგლიების) ექსპოზიციას EMF-ს მიმართ TEM უჯრედში. ელექტრომაგნიტური ველის შესაქმნელად TEM უჯრედში გამოყენებულ იქნა 2.4 გჰც სიხშირის გენერატორი. განგლიები ნეირონებით თავსდებოდა 1 სმ³ მოცულობის პენოპლასტის კიუვეტაში. კიუვეტა გავსებული იყო რინგერის ხსნარით. კიუვეტა თავსდებოდა TEM Cell ცენტრში, სადაც EMF არის ერთგვაროვანი. პენოპლასტის ელექტრული თვისებები დაახლოებით ტოლია ჰაერის ელექტრული თვისებებისა. ეს გარემოება ამარტივებდა SAR და ტემპერატურის ნამაატის გამოთვლებს. დასხივების გენერატორი უკავშირდებოდა TEM უჯრედის შესავალს 50 Ohm კაბელით.

განგლიების SAR-ის განსაზღვრა და ასევე, ტემპერატურის მატება ექსპოზიციის დროს, TEM უჯრედის შიგნით ხორციელდებოდა FDTD მეთოდის გამოყენებით.

ელექტროფიზიოლოგიური ექსპერიმენტების ჩასატარებლად გამოყენებული იყო მიკროელექტროული ტექნიკა. ექსპერიმენტები ტარდებოდა Helix Pomatias-ს ნერვულ განგლიებზე და მის ცალკეულ ნეირონებზე.

პრონაზით დამუშავების შემდეგ ნეირონებს გამოვრეცხავდით სუფთა რინგერის ხსნარით. რინგერის ხსნარის შემადგენლობა იყო; NaCl 80 მმ; KCl 4 მმ; CaCl₂ 7მმ; MgCl₂ 5მმ; Tris-HCl ბუფერი 5მმ; pH =7,5-8).

EMF ზემოქმედების შემდეგ განგლიები გადაგვქონდა ეკრანირებულ კამერაში ფიზიოლოგიური ექსპერიმენტების ჩასატარებლად. ნეირონების რეგისტრაციისათვის გამოყენებული იყო მიკროელექტროდები, დამზადებული ბოროსილიკატური მინისაგან. მიკროელექტროდები ქლორირებული ვერცხლის მავთულით უერთდებოდა უჯრედშიგა ელექტრომეტრს IE-251A (Warner Instruments). მიკროელექტროდების დამზადება ხდებოდა მიკროელექტროდის გასაჭიმ ხელსაწყოზე P-30-ზე (Sutter instruments). მიკროელექტროდების შეყვანა ნეირონში ხდებოდა პიეზო-მიკრომანიპულატორების გამოყენებით (PM-20 Marzhauser Wetzlar).

განათებისთვის გამოყენებული იყო AmScope HL150-BY 150w ორმაგი Gooseneck ოპტიკურ-ბოჭკოვანი მიკროსკოპის გამანათებელი.

IE-251A-ს გამოსავალი უერთდებოდა მონაცემთა არების სისტემასთან ML866 PowerLab/4/30 „Chart 5“ პროგრამული უზრუნველყოფით (AD ინსტრუმენტები). პროგრამული უზრუნველყოფის "პიკის პარამეტრების" ფუნქცია გამოყენებული იქნა ქმედების პოტენციალის მახასიათებლების ცვლილებების გასაანალიზებლად.

უჯრედშიდა სტიმულაცია ხდებოდა Picoampersource K261 (აშშ) გამოყენებით.

მიღებული შედეგები:

გამოკვლეულია როგორც ელექტრომაგნიტური ველით დასხივებული, ასევე საკონტროლო ნეირონების ქმედების პოტენციალის პარამეტრები. ნაჩვენებია, რომ 2.4 გჰც სიხშირის ემვ ზემოქმედება ნეირონზე იწვევს ქმედების პოტენციალის პარამეტრების ცვლილებას (პი-ვალუე 0.05 ბევრად ნაკლებია). სტატისტიკური დამუშავებისთვის ვიყენებდით ე.წ t-სტუდენტს.

პროექტი 7.

პროექტის შესრულება მოიცავს სამ ძირითად აქტივობას, კერძოდ– ნანომასალათა სინთეზს, მათი თვისებებისა და პარამეტრების კვლევას და მათი ნანოხელსაწყოებში პრაქტიკულ გამოყენებას. 2023 წლის განმავლობაში დამზადდა ნანომასალათა პიროლიზური სინთეზის 2 დანადგარი, რომელთაგან პირველი სრულად მინისგან გაკეთებულ ვაკუუმურ სისტემას ეფუძნება. მასში მხოლოდ რეაქტორია კვარცისგან დამზადებული, რათა მოხდეს სინთეზი მაღალ 800°C ტემპერატურამდე. მეორე დანადგარიც კვარცის რეაქტორითაა აღჭურვილი, თუმცა მას ლითონის დიფუზიური ტუმბო გააჩნია და პლასტიკური მასისგან დამზადებულ ვაკუუმურ ონკანებსა და მილგაყვანილობას შეიცავს. გარდა ამისა, დამზადდა მცირე ვაკუუმური სისტემა, რომელიც გამოიტუმბება მხოლოდ როტაციული ტუმბოთი. მასში საშუალოდ 10–2

ტორი ვაკუუმი მყარდება და ის 4 გიგაჰერცზე მომუშავე მიკროტალღურ გამახურებელში თავსდება. იგივე ტიპის რეაქტორი, მოთავსებული მაღალსიხშირულ გენერატორის ორ ფირფიტას შორის (ტევადობითი კავშირი), გამოიყენებოდა დაბალტემპერატურული პლაზმის გენერირებისათვის, რომელშიც ხდებოდა ნანომასალათა სინთეზი.

ჩატარდა სინთეზის დანადგარების ტესტირება, რისთვისაც გამოვიყენეთ გერმანიუმის ოქსიდის, ოქსინიტრიდისა და ნიტრიდის სინთეზი პიროლიზურ და მიკროტალღურ დანადგარებში. განსხვავებით პიროლიზისგან, მიკროტალღურ სისტემაში ვერ მოხერხდა ნიტრიდის მიღება, რაც სავარაუდოდ, გამოწვეულია აქტიური NH_2 და NH რადიკალების დაშლით ან განეიტრალებით მიკროტალღურ გამოსხივებაში. სამაგიეროდ, მიკროტალღური მეთოდით მივიღეთ გერმანიუმის ოქსიდის ნანომავთულები, რაც ოქსიდის მიღებისთვის მიკროტალღური დასხივების ეფექტურობაზე მეტყველებს. რაც შეეხება მაღალსიხშირულ პლაზმის გენერატორს, მისი გაშვებისთვის საჭირო გახდა პლაზმისა და გენერატორის შემათანხმებელი ელექტრული ბლოკის აწყობა, რაც ჩვენივე ძალებით მოხერხდა სტუ-ს სპეციალისტებთან კონსულტაციების შემდეგ.

შესწავლილია თუთიის ოქსიდის (ZnO) ნანოსარტყელების, ჰექსაგონალური ნანოდისკებისა და ტეტრაპოდების ფოტოკატალიტიკური აქტივობა. ნანომასალები მიღებული იყო პიროლიზისა და პლაზმური ტექნოლოგიებით. ნანოსარტყელები და ტეტრაპოდები იზრდებოდნენ ე.წ. c ღერძის გასწვრივ ([0001] მიმართულებით). ნანოსარტყელების გვერდითი წახნაგები (2110) და (0110) სიბრტყეებისგან შედგებოდა, ხოლო ტეტრაპოდების ნემსისებური წახნაგები მონაცვლე {0110} და {1011} წახნაგებისგან. ჰექსაგონალური დისკების ზედაპირი (+0001) სიბრტყეს წარმოადგენდა, რომელიც გამოირჩევა მაღალი ზედაპირული ენერგიით. მიღებული ნანომასალების ფოტოკატალიტიკური აქტივობის შესაფასებლად ისინი ჯერ შევურიეთ 100 მგ/ლ კონცენტრაციის მეთილენის ლურჯის წყალხსნარს და შემდეგ დავასხივეთ ულტრაიისფერი (უი) გამოსხივებით, რომელიც მზის უი გამოსხივების ანალოგი იყო. ფოტოკატალიტიკური აქტივობა ფასდებოდა ხსნარის შთანთქმისუნარიანობის შეფასებით $\lambda=662$ ნმ ტალღის სიგრძეზე. ყველაზე მაღალი აქტივობა გააჩნდა ჰექსაგონალურ დისკებს, რომლებმაც დასხივებისას მეთილენის ლურჯის 93% დაშალეს 2 საათის განმავლობაში. აღნიშნული ადასტურებს Zn -ით დაბლოებული (+0001) ზედაპირის მაღალ აქტივობას სხვა ზედაპირებთან შედარებით.

პროექტი 8.

ა) რას ეფუძნება ჩვენი მიდგომა

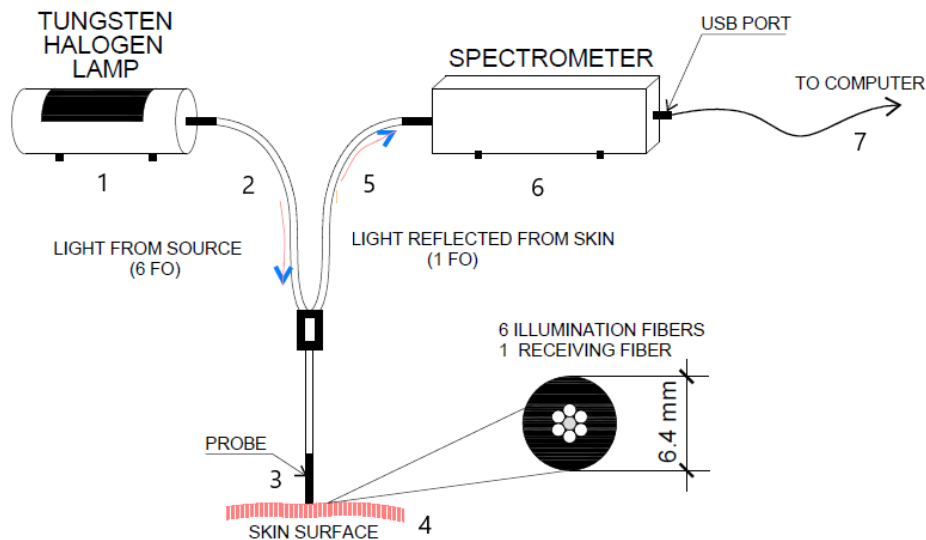
სპექტროფოტომეტრული მეთოდები არაინვაზიური ან მინიმალურად ინვაზიურია, გამოირჩევა მაღალი ინფორმატულობითა და სიზუსტით. ცხადია, ბევრად უფრო მოსახერხებელია ტესტების ჩატარება ისეთ პირობებში, რომლებიც არ მოითხოვენ ინვაზიურად ნიმუშების შეგროვებას, რითაც თავიდან შეძლება პაციენტს ავაცილოთ დისკომფორტი, ან ტკივილი.

ჩვენს შემთხვევაში, ადამიანის ჯანმრთელობის მდგომარეობის სპექტროფოტომეტრული მონიტორინგი მოიცავს შემდეგ პროცედურებს: (1) გაზომვების საფუძველზე ხორციელდება ბიოქსოვილის არეკვლის სპექტრები, (2) მუშავდება ჩვენთვის საინტერესო ბიოლოგიური ქსოვილის სტატისტიკური მოდელი. (3) ცდის შედეგად მიღებული და მოდელირებული სპექტრების ურთიერთმორგებით განისაზღვრება ობიექტის ოპტიკური პარამეტრები. (4) ოპტიკური პარამეტრების საფუძველზე ხორციელდება ადამიანის ჯანმრთელობის მდგომარეობის განსაზღვრა.

დიფუზური არეკვლის სპექტროსკოპია

დიფუზური არეკვლის სპექტროსკოპია (DRS) არის არაინვაზიური ტექნიკა, რომელიც გამოიყენება ქსოვილის ოპტიკური პარამეტრების გასაზომად, ამ ქსოვილიდან არეკლილი სინათლის რაოდენობის გაზომვით. ამ ტექნიკის გამოსაყენებლად აუცილებელია ბიოქსოვილის იმ ოპტიკური თვისებების ცოდნა, რომლებიც დაკავშირებულია ფოტონების გავრცელებასთან და როგორ უკავშირდება ეს თვისებები ადამიანის ჯანმრთელობას. DRS მეთოდები გამოირჩევა იმით, რომ ისინი შედარებით მარტივი გამოსაყენებელია და, რაც მთავარია, პაციენტისთვის უსაფრთხოა.

DRS ტექნიკაში ხშირად გამოიყენება ოპტიკური შუქგამტარებით (ბოჭკოებით) აგებული ზონდები. ჩვენც ასეთ კონსტრუქციებს ვიყენებთ. თუმცა შუქგამტარული ზონდის გამოყენება, როგორც წესი, მოითხოვს ბიოქსოვილთან კონტაქტს, რაც გაუფრთხილებლობის შემთხვევაში ოპტიკურ სიგნალს ამახინჯებს. ამიტომ, გაზომვების სიზუსტის გაზრდის მიზნით ჩვენ მომავალში ვგეგმავთ დისტანციური ზონდირების მეთოდის და აპარატურის შექმნას. თუმცა, ჯერ-ჯერობით, ჩვენი გაზომვები ხორციელდება კომერციულად ხელმისაწვდომი სპექტრომეტრული ინსტრუმენტების გამოყენებით. ეს ინსტრუმენტებია: ფართოზოლოვანი გამოსხივების წყარო, რომელიც დაკავშირებულია ოპტიკურ ბოჭკოსთან. ეს უკანაკნელი, ოპტიკური ზონდის საშუალებით ასხივებს და კრებს ბიოქსოვილის მიერ გაბნეულ სინათლეს, ხოლო შემდეგ გადასცემს CCD ან CMOS სპექტრომეტრს (ნახ. 1.1).



ნახ 1.1 DRS დანადგარის დიაგრამა: 1 - სინათლის წყარო, 2 - სინათლის გადამცემი ბოჭკოები, 3 - ოპტიკურ-ბოჭკოვანი ზონდი, 4 - შესასწავლი ობიექტი, 5 - გაბნეული სინათლის გადამცემი ბოჭკოები, 6 - CCD ან CMOS სპექტრომეტრი, 7 - ჩაწერილი ოპტიკური სიგნალების დამუშავების ბლოკი.

მეთოდის ფიზიკური საფუძვლები: კვანტური მექანიკიდან მედიცინაზე

განვიხილოთ ლაზერული, ან სულაც არაკოჰერენტული სინათლის წყაროს მიერ გამოსხივებული ფოტონების ნაკადის შესუსტება ბიოლოგიურ ქსოვილში. მას, როგორც წესი, ორი პროცესი განსაზღვრავს: მრავალჯერადი დრეკადი გაბნევა და შთანთქმა. დრეკადი გაბნევის მოდელიდან გამომდინარე - ფოტონი, როგორც კლასიკური ნაწილაკი იცვლის მხოლოდ მიმართულებას, შეგვიძლია დავუშვათ, რომ გაბნევის აქტები განსაზღვრავენ ბიოქსოვილში მხოლოდ ფოტონების მიერ გასავლელ მანძილს (ტრაექტორიას), l , და ამ მანძილზე ხორციელდება შთანთქმის პროცესი. ამიტომ, ამ მიახლოებაში, გამოსხივების შესუსტების აღსაწერად შეგვიძლია ვისარგებლოთ ლამბერტ-ბერის კანონით

$$I(l, \lambda) = I(0, \lambda) \exp(-\int l \mu d l'), \tag{1}$$

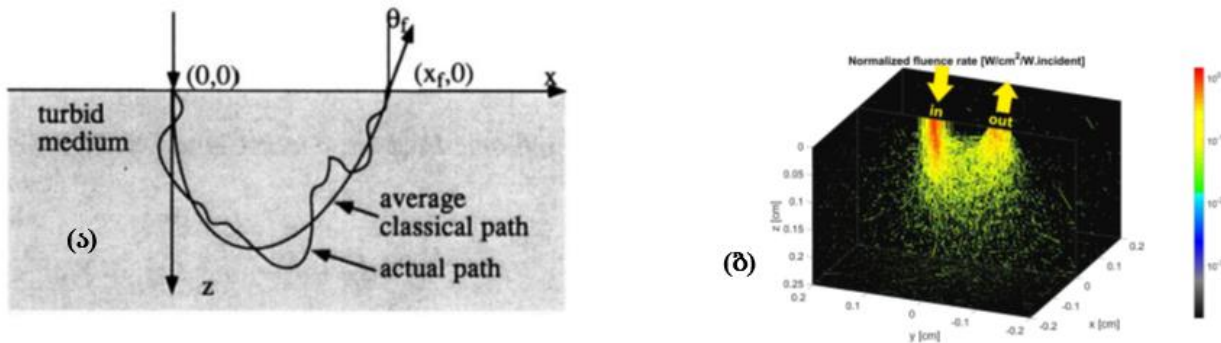
ან

$$R(l, \lambda) \equiv I(l, \lambda) / I(0, \lambda) = \exp(-\int l \mu d l'). \tag{2}$$

ამ გამოსახულებებში $R(\ell, \lambda)$ არის დიფუზური არეკვლის კოეფიციენტი, $I(\ell, \lambda)$ არის სხივის ინტენსივობა ბიოლოგიურ ქსოვილში ℓ მანძილის გავლის შემდეგ, $\mu = k_a + \mu_s$ შესუსტების კოეფიციენტით (k_a - შთანთქმა; μ_s - გაბნევა), ხოლო $I(0, \lambda)$ არის სხივის ინტენსივობა ქსოვილის ზედაპირზე. ერთგვაროვანი ბიოლოგიური ქსოვილისთვის (1) ვიღებთ:

$$R(\ell, \lambda) = \exp(-\mu \ell). \quad (3)$$

ახლა გავარკვიოთ თუ რა არის ℓ . კვანტური მექანიკის ფეინმანისეული ინტერპრეტაციის თანახმად ის წარმოადგენს არამშთანთქმელ ($k_a=0$) ქსოვილში ფოტონების მოძრაობის კლასიკურ ტრაექტორიას [Perelman, L. T.; Wu, J.; Itzkan, I.; & Feld, M. S. Photon migration in turbid media using path integrals. Physical Review Letters 1994, 72(9), 1341–1344 // Perelman, L. T.; Wu, J.; Wang, Y.; Itzkan, I.; Dasari, R.R.; & Feld, M. S. Time-dependent photon migration using path integrals. Physical Review E 1995, 51(6), 6134 – 6141]. რაც შეეხება შთანთქმას, ℓ -ის განსაზღვრის შემდეგ, მას ლამბერტ-ბერის კანონის გამოყენებით გავითვალისწინებთ. სიმარტივისთვის, ჩვენ ვვარაუდობთ, რომ ფოტონი მოძრაობს x-z სიბრტყეზე და ვითვლით იმ ფოტონების საშუალო კლასიკურ ტრაექტორიას, რომლებიც დასაწყისში მართობულად ეცემიან ზედაპირს (0,0) და გამოდიან $(x_f, 0)$ წერტილში (ნახ. 1.2).



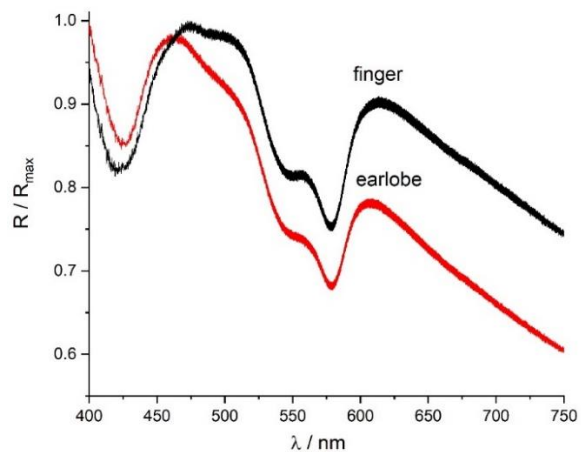
ნახ.1.2 (ა) - მღვრიე გარემოში ფოტონების მიგრაციის ფეინმანისეული მოდელი. **(ბ)** – იგივე პროცესის MC მეთოდით მოდელირება.

მიღებული შედეგი იმის დასტურია, რომ ფოტონი ბიოქსოვილში მოძრაობისას ტოვებს კლასიკურ კვალს. ამ კვალის (ტრაექტორიის გასწვრივ) სინათლის შესუსტება გამოწვეულია ბიოქსოვილში არსებული შთანთქმის გამო. ასე რომ, პირველ პრინციპებზე დაყრდნობით, შესაძლებელია ოპტიკური მონიტორინგის გამოყენება ბიოლოგიური ქსოვილის ბიოქიმიური სტატუსის, შიდასტრუქტურების შესასწავლად და ვიზუალიზაციისთვის.

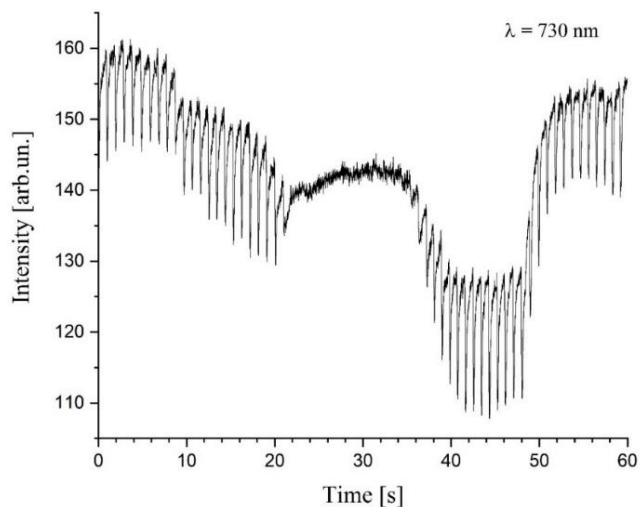
ჯანმრთელობის მდგომარეობის დახასიათება

ადამიანის ჯანმრთელობის მდგომარეობის დასახასიათებლად შემოგვყავს ჯანმრთელობის მატრიცის, H_m , მცნება. ამ მატრიცის ელემენტები ბიოლოგიური ქსოვილის პარამეტრებს წარმოადგენენ ისე, რომ ჯანმრთელობის თითოეულ მდგომარეობას უნიკალური მატრიცა შეესაბამება. ხოლო თავად მატრიცულ ელემენტებს ჩვენი გაზომვებიდან ვიღებთ (ნახ. 1.3 და ნახ. 1.4)

$$H_m = \begin{pmatrix} \boxed{} & \dots & \boxed{} \\ \vdots & \text{ქსოვილის პარამეტრები} & \vdots \\ \boxed{} & \dots & \boxed{} \end{pmatrix} \quad (4)$$



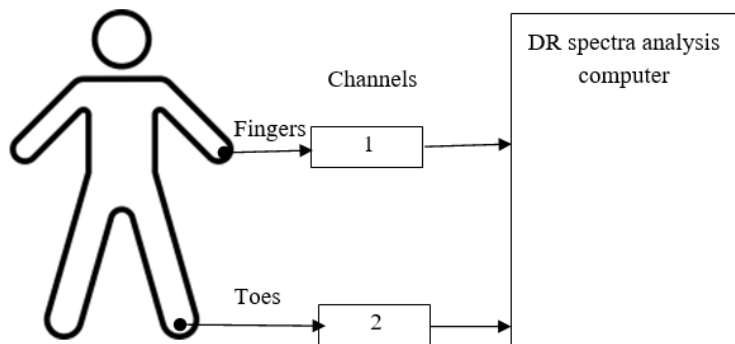
ნახ. 1.3 დროში გასაშუალოებული კანის არეკვლის სპექტრები



ნახ. 1.4 დროში ცვლადი არეკვლის სპექტრი, $\lambda = 730 \text{ nm}$.

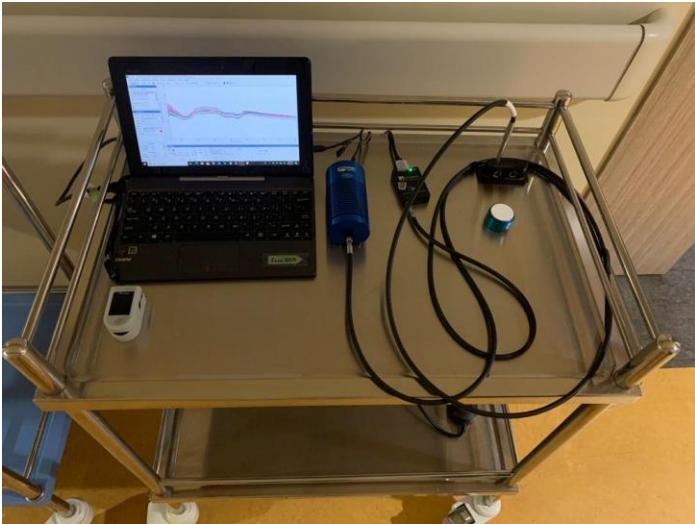
კლინიკური ექსპერიმენტი

საწყის ექსპერიმენტში, ჩვენ ავირჩიეთ მარცხენა ხელის თითის და ფეხის ცერის დორსალური (შიდა) მხარე, როგორც ჯანმრთელი მოხალისეებისათვის, ასევე ანგიოლოგიური პრობლემების მქონე ავადმყოფებისათვის. დაავადებული სუბიექტებისათვის გაზომვები ტარდებოდა პრე- და პოსტოპერაციულად (ნახ. 1.5).



ნახ. 1.5 ორარხიანი DR სპექტრომეტრი და ანალიზის სისტემა. ის შესაძლებელს ხდის ერთმანეთისგან დაშორებული უბნების სპექტრების შედარებას.

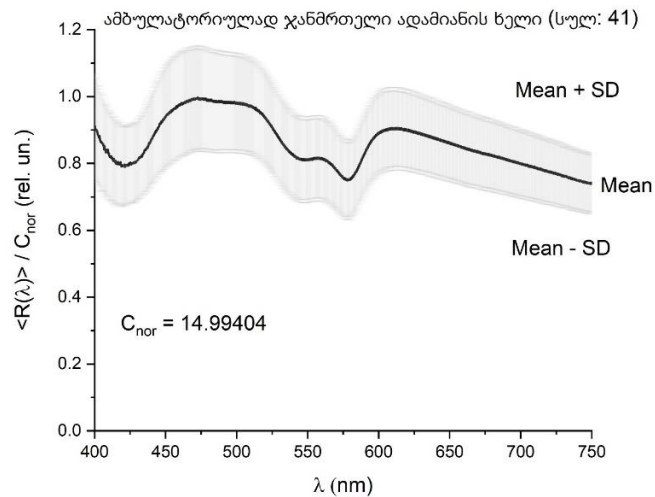
ჩვენს მიერ აგებულ ოპტიკურ-ბოჭკოვან კლინიკურ სპექტრომეტრს შემდეგი სახე აქვს (ნახ. 1.6).



ნახ. 1.6 ოპტიკურ-ბოჭკოვანი კლინიკური DR სპექტრომეტრი.

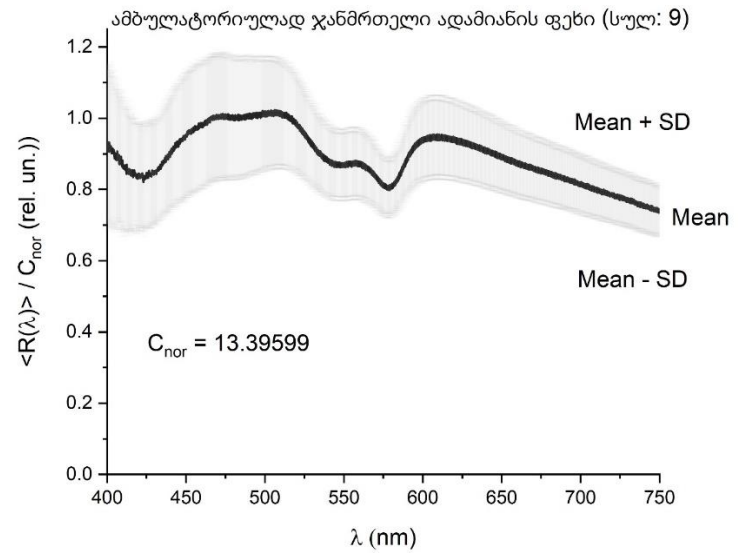
ცდის შედეგები: სტაციონარული შემთხვევა

ნახ. 1.7-ზე წარმოდგენილია ხელის თითიდან არეკვლილი სინათლის გასაშუალოებული სპექტრი ამბულატორიულად ჯანმრთელი 41 ადამიანის შემთხვევაში. ერთი სპექტრის ჩაწერის დრო 1 მილიწამია, ხოლო თითოეული სპექტრი 100-ჯერ იწერება და საშუალოვდება. სხეულის სხვა საითების სპექტრებთან შესადარებლად გასაშუალოებული სპექტრი ასევე ნორმირებულია მის მაქსიმალურ მნიშვნელობაზე, $C_{nor} = 14.99404$. სპექტრზე ნათლად მოჩანს სისხლის შთანთქმის დამახასიათებელი ექსტრემუმის წერტილები ($HbO_2 + Hb$), დაახლოებით 420 ნმ-ის სიახლოვეს და 515-615 ნმ სპექტრალურ უბანში.

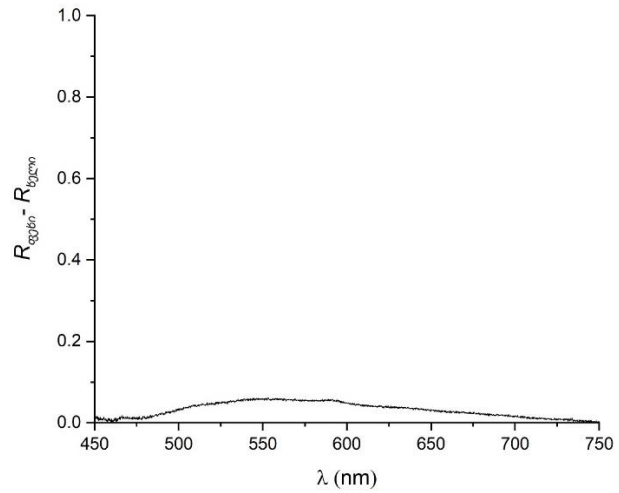


ნახ. 1.7

ნახ. 1.8-ზე წარმოდგენილია ფეხის თითიდან არეკვლილი სინათლის გასაშუალოებული სპექტრი ამბულატორიულად ჯანმრთელი 9 ადამიანის შემთხვევაში. ერთი სპექტრის ჩაწერის დრო 1 მილიწამია, ხოლო თითოეული სპექტრი 100-ჯერ იწერება და საშუალოვდება. სპექტრალური ამპლიტუდების შედარება რომ უზრუნველყოთ, ამისათვის ეს ფეხის თითიდან აღებული სპექტრები უნდა დავანორმიროთ მარცხენა ხელის თითიდან აღებული სპექტრის მაქსიმალურ ამპლიტუდაზე ($C_{\text{nor}} = 14.99404$), ხოლო თუ მხოლოდ ფორმებს ვადარებთ, მაშინ ფეხის თითზე გადაღებული სპექტრის მაქსიმალურ ამპლიტუდაზე, ანუ $C_{\text{nor}} = 13.39599$. სწორედ არეკვლის სპექტრების ფორმების შედარებაა მოცემული ნახ. 1.9-ზე, სადაც ჯანმრთელი ხელის და ფეხის არეკვლის სპექტრების სხვაობაა წარმოდგენილი.

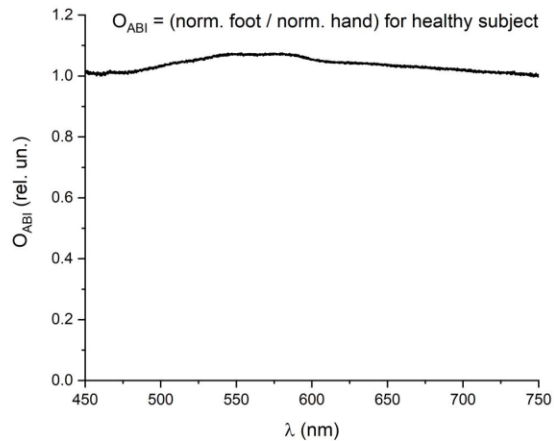


ნახ. 1.8



ნახ. 1.9

ეს კი საშუალებას გვაძლევს შემოვილოთ, მხარ-გოჯის ინდექსის ანალოგი - ოპტიკური მხარ-გოჯის ინდექსი. (კონვენციური მხარ-გოჯის ინდექსი – სწრაფი, არაინვაზიური პირველადი კვლევაა, რომლის მეშვეობითაც ფასდება კიდურებზე სისხლის მიმოქცევის ადექვატურობა. გვაძლევს ინფორმაციას არის, თუ არა დაზიანებული, ან შევიწროებული სისხლძარღვები კიდურებზე, ხომ არ ჩამოყალიბებულა პერიფერიული არტერიების დაავადება.) ამრიგად, ოპტიკური მხარ-გოჯის ინდექსი, O_{ABI} , არის არეკვლის მაქსიმუმზე ხელის და ფეხის ნორმირებული სპექტრების შეფარდება (ნახ. 1.10, ნხ. 1.11)

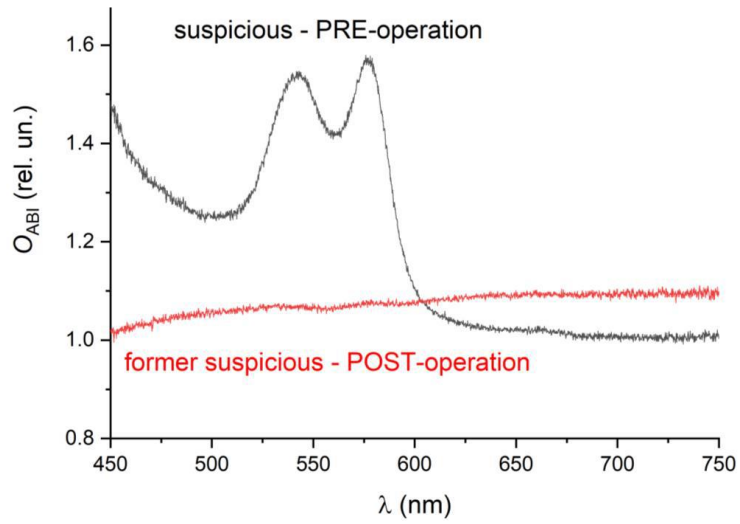


ნახ. 1.10 ამბულატორიულად ჯანმრთელი ადამიანის ოპტიკური მხარ-გოჯის ინდექსი, O_{ABI} .

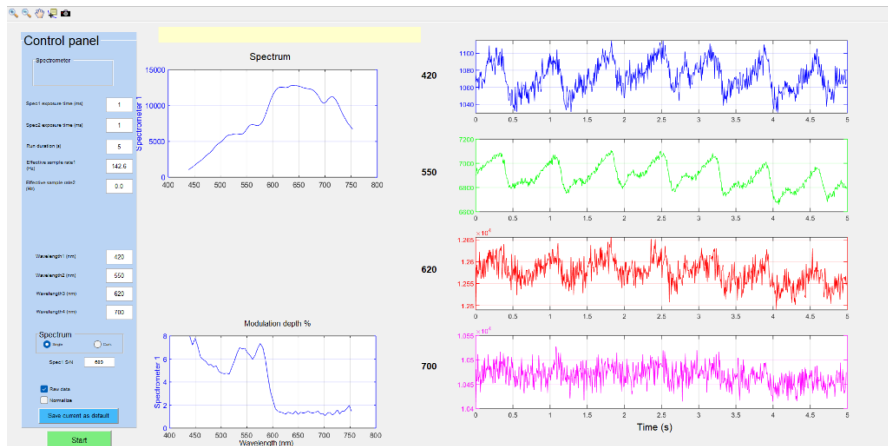
ჯანმრთელი სუბიექტის შემთხვევაში O_{ABI} მნიშვნელობა ერთის მახობლობაშია (ნახ. 1.10), ხოლო, მაგალითად, ანგიოლოგიური პრობლემების შემთხვევებში ის მნიშვნელოვნად განსხვავდება 1-გან და აქვს გამოკვეთილი ფორმა (ნახ. 1.11). ამავე ნახატიდან (ნახ. 1.11) ნათლად ჩანს, რომ ოპტიკური მხარ გოჯის ინდექსის გაზომვით შესაძლებელია რადიკალური (ქირურგიული) ჩარევის ეფექტურობის მონიტორინგი - „ჯანმრთელი“ მდგომარეობის აღდგენისას O_{ABI} -ის ფორმის აღდგენა.

ცდის შედეგები - დროზე დამოკიდებული შემთხვევა

ამ კვლევებისათვის შეიქმნა სპეციალური კოდი და ინტერფეისი, რომელიც Qwave და AVANTES ტიპის სპექტრომეტრებით საშუალებას იძლევა დავაკვირდეთ და ჩავიწეროთ ადამიანის კანის პულსაციის სპექტრები. ამასთან ასევე ხდება სტაციონარული სპექტრების ჩაწერა და ვიზუალიზაცია (ნახ. 1.12)

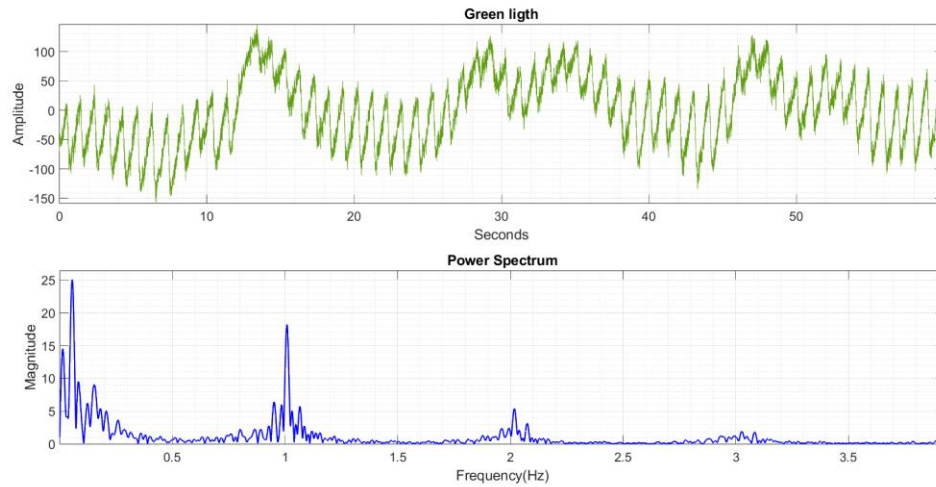


ნახ. 1.11 ერთი და იგივე სუბიექტის O_{ABI} ქირურგიულ ოპერაციამდე და ოპერაციის ჩატარების მეორე დღეს. ნათლად სჩანს ოპერაციის ჩატარების ეფექტურობა, ამ შემთხვევაში წარმატებული.

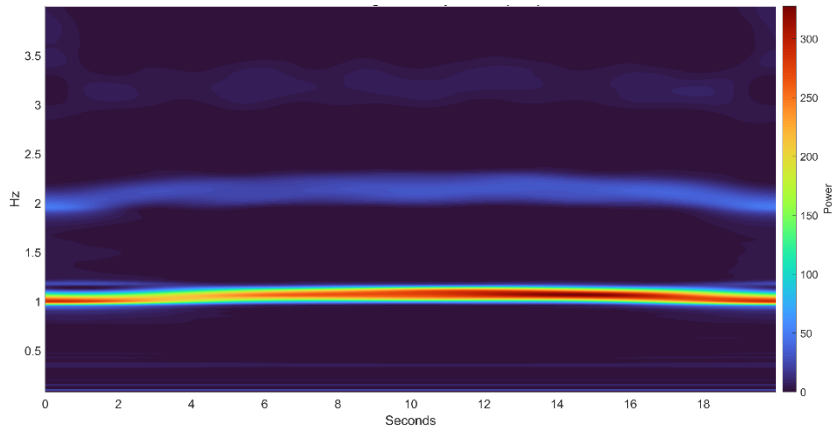


ნახ. 1.12 სპეციალური ინტერფეისი. მარცხნივ - სტაციონარული სპექტრები, მრჯვნივ - დროზე დამოკიდებული სიგნალი 4 ტალღის სიგრძეზე.

დროზე დამოკიდებული, ანუ კანისპუსაციების სპექტროსკოპია საშუალებას იძლევა მივიღოთ ინფორმაცია: კარდიალურ, სუნთქვით, ვაზომოტორულ და ადამიანის ორგანიზმში მიმდინარე სხვა სახის პერიოდულ პროცესებზე. ამიტომ მისი მნიშვნელობა მედიცინისათვის და ფიზიოლოგიური პროცესების ფუნდამენტური კვლევისთვის ძნელია გადააფასო (ნახ. 1.13, ნახ. 1.14).



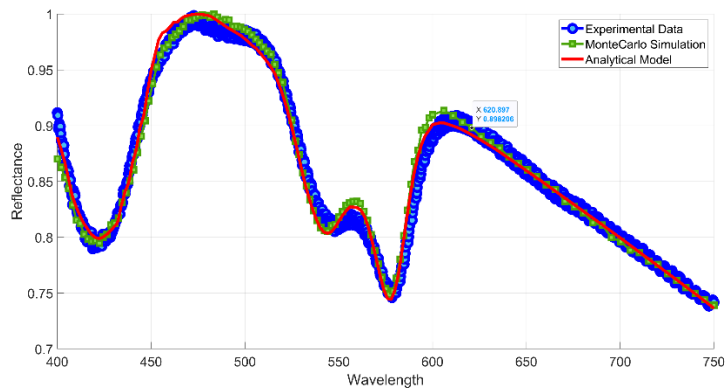
ნახ. 1.13 კანის (სისხლის) პულსაციები და მისი ფურიე სპექტრი.



ნახ. 1.14 კანის (სისხლის) პულსაციების ვეივლეტ-ანალიზი.

მოდელირება და მორგება

ჩვენს კვლევებში მოდელირება განვახორციელეთ როგორც ანალიზურად, ასევე მონტე კარლოს (მკ) მეთოდით. შედეგები წარმოდგენილია ნახ. 1.15-ზე და მოწმობს როგორც ანალიზური, ასევე მკ მოდელის ეფექტურობას.



ნახ. 1.15 კანის არეკვლის სტაციონარული სპექტრები: ექსპერიმენტი (ლურჯი), მკ მოდელი (მწვანე) და ანალიზური მოდელი (წითელი).

ჩვენს მიერ მიღებული მოდელების ეფექტურობა ასევე ჩანს ქვემოთ მოტანილი ცხრილიდან, სადაც ექსპერიმენტულ მრუდებზე მოდელების მორგების შედეგად მიღებული კანის ოპტიკური პარამეტრების შედარებაა მოცემული ლიტერატურაში ცნობილ შედეგებთან (ცხრილი 1.1).

ცხრილი 1.1 სამეცნიერო ლიტერატურიდ და მორგების პროცედურიდან მიღებული ოპტიკური პარამეტრების შედარება. ჯანმრთელი სუბიექტების შემთხვევა.

ლიტერატურული მონაცემები		მორგების შედეგად მიღებული	
პარამეტრი	დიაპაზონი	პარამეტრი (ეპიდერმისი)	პარამეტრი (დერმისი)
n_{skin}	1.4 – 1.5	1.45	1.40
$\mu_s(\lambda_0)$	3 – 11 mm ⁻¹	6.67 mm ⁻¹	4.36 mm ⁻¹
x	0.5 – 1.0	0.689	0.562
ρ^{Mie}	0.1 – 0.6	0.51	0.50
f_{mel}	0.5 – 25%	1.3%	-
L_{epi}	50 – 150 μm	90 μm	-
f_{blood}	0.2 – 7%	-	5.5 %
S	40 – 98%	-	99%
C_{bil}	5 – 250 mg/L	-	140 mg/L
W_{epi}	20 – 40%	33%	-
W_{derm}	60 – 77 %	-	75 %

დასკვნა

1. შევქმენით მეთოდი ჯანმრთელობის დასამედიცინო პროცედურების მონიტორინგის მეთოდები, რომლებიც კანის სტაციონარულ და დროზე დაკიდებულ სპექტროსკოპიას ეფუძნება;
2. ავაგეთ და გამოვცადეთ კლინიკური დანადგარი;
3. შევარჩიეთ ანალიტიკური და მონტე კარლოს მოდელი;
4. შემოვიღეთ ოპტიკური მხარ-გოჯის ინდექსი, რომლის გაზომვითაც შესაძლებელია, როგორც დიაგნოსტიკა, ასევე რადიკალური (ქირურგიული) ჩარევის ეფექტურობის მონიტორინგი;

განვსაზღვრეთ დროზე დამოკიდებული სპექტროსკოპული სიგნალის დამუშავების მეთოდები - ფურიე ვივლეტ და ფრაქტალური ანალიზის.

ბ) თანამედროვე სპექტრომეტრების გარჩევისუნარიანობა და პრობლემის მიმოხილვა

ე. წ. Infrared Pump-Probe Spectroscopy-ის ერთ-ერთ ჯგუფში, რთული ორგანული მოლეკულების ატომური სტრუქტურების შესწავლის პროცესში შემჩნეულ იქნა, რომ სიზუსტის თვალსაზრისით ბუნებაში არსებული არცერთი სპექტრომეტრი, არც დიფრაქციულ მესერიანი და რათქმაუნდა არც მრავალ პრიზმული სპექტრომეტრი არ არის საკმარისი. Infrared Pump-Probe Spectroscopy - აში საჭიროა საკმაოდ დიდი სპექტრალური დიაპაზონის მიღება, რამოდენიმე ათასი ნანომეტრი და სპექტრომეტრში გასული სინათლის მაქსიმალური ინტენსივობა. მაგალითად თუ დიაპაზონი წარმოადგენს 1000 – 12000 nm, ანუ 62000 – 5200 1/cm ტალღურ რიცხვს და სწრაფქმედი CCD დეტექტორის რეზოლუცია არის 1024 pix/cm, გამოდის რომ თითოეულ პიქსელზე დაახლოებით უნდა მოდიოდეს 55 ტალღურ რიცხვს სპექტრალური სიგანე, რაც შეესაბამება დაახლოებით 10.7 nm ტალღის სიგრძის დიაპაზონს. ანუ ეს ნიშნავს, რომ მოცემულ დიაპაზონში, თანამედროვე საკმაოდ ძვირადღირებული სპექტრომეტრი, ერთმანეთისგან გაარჩევს ორ სიგნალს, რომელთა შორის ტალღის სიგრძის განსხვავება დაახლოებით 10 – 11 nm - ია. ეს არის თანამედროვე სპექტრომეტრების (1000 – 12000 nm) თითქმის მაქსიმალური რეზოლუცია. გამოდის, რომ პრაქტიკულად აზრი არ აქვს უფრო დიდი რეზოლუციის CCD დეტექტორის გამოყენებას. ეს არის შემთხვევა როდესაც დეტექტორის რეზოლუციამ ბევრად გაუსწრო სპექტრომეტრის შესაძლებლობებს.

ინფრაწითელ სპექტროსკოპიაში და არამარტო, იმისთვის რომ მაგალითად, შეისწავლო დ.ნ.მ. - ის მოლეკულაში ატომური სტრუქტურები, მექანიკური და ელექტრო-მაგნიტური თვისებები ანუ გენეტიკური კოდი, მისი მდგრადობა - არამდგრადობა, საჭიროა არა 10.7 nm ტალღის სიგრძის დიაპაზონის გარჩევადობა არამედ 1/10, 1/100 და 1/1000 nm ტალღის სიგრძის დიაპაზონის გარჩევადობაც კი. ანუ საჭიროა დაახლოებით 100 - 10 000 - ჯერ უკეთესი რეზოლუციის სპექტრომეტრი. ასევე აღსანიშნავია, რომ თანამედროვე, საუკეთესო დიფრაქციულ მესერიანი სპექტრომეტრების ე.წ. გამჭვირვალობა დაახლოებით 25 – 45 % - ია, რაც ხშირად ძალიან მცირეა.

ახლო ინფრაწითელი სპექტრი ძირითადად განპირობებულია მოლეკულაში ატომების დაჯახებებით, შედარებით სუსტი რხევითი პროცესებით და კიდევ უფრო სუსტი ბრუნვითი პროცესებით. ამ ყველაფრის დანახვა და შესწავლა შესაძლებელია იდეალური სპექტრომეტრით.

თანამედროვე სპექტრომეტრებში გამოიკვეთა სამი ძირითადი პრობლემა (და არამარტო):

1. გარდაუვალი გეომეტრიული აბერაცია, ანუ გარკვეული ტალღის სიგრძეების ერთმანეთზე ზედდება გეომეტრიულ აპროქსიმაციაში.
2. ტალღური, ანუ ფურიე ოპტიკის აპროქსიმაციაში აპერტურის გაზრდის შეუძლებლობა, რაც იწვევს ფოკუსური ლაქის გაზრდას და შესაბამისად რეზოლუციის შემცირებას.

3. სპექტრომეტრში გასული სიგნალის დაბალი ინტენსივობა, როგორც უკვე ვახსენეთ 25 – 45 %.

თუკი სიღრმისეულად შევისწავლით არსებულ დიფრაქციულ-მესერულ ან პრიზმული სპექტრომეტრების ფიზიკურ და მათემატიკურ მოდელებს აღმოვაჩენთ, რომ განხილული სამი პრობლემის ამონახსნი არის ერთმანეთთან შეუღლებული. ეს ნიშნავს, რომ ერთი-ერთი პარამეტრის გაუმჯობესება, როგორც წესი იწვევს სხვა დანარჩენი ორის გაუარესებას და პირიქით. სწორედ ამიტომ ვთვლით, რომ დიფრაქციულ-მესერულ და პრიზმული სპექტრომეტრების ოპტიმიზაციამ მიაღწია თითქმის მაქსიმალურ ზღვარს.

როგორც ცნობილია „სიწმინდის ზღვარი,“ არის ჰაიზენბერგის განუზღვრელობა. ეს ნიშნავს, რომ იდეაში, ნებისმიერი ორი პარამეტრის შეუღლების ზღვარი მათემატიკურად შეიძლება დაყვანილ იქნას ჰაიზენბერგის განუზღვრელობამდე. სხვა სიტყვებით, რომ ვთქვათ, საჭირო იყო მოგვეხსნა შეუღლება გარდაუვალ გეომეტრიულ აბერაციასა და აპერტურის ზომას შორის, ხოლო მესამე პარამეტრი, - ინტენსიურობა, თავისთავად გახდებოდა ინვარიანტული.

სწორედ ამიტომ შევიძუშავეთ იდეალური სპექტრომეტრის თეორია, რომელიც გარკვეულ წილად აგრესიულად ჟღერს, მაგრამ ეს არის მისი ზუსტი სახელწოდება. მათემატიკურად დამტკიცებადია, რომ ადამიანს არ შეუძლია შექმნას პრინციპულად განსხვავებული ტექნოლოგიით ისეთი სპექტრომეტრი, რომელსაც ექნება უკეთესი რეზოლუცია ვიდრე ჩვენი ტექნოლოგიით შექმნილ სპექტრომეტრს.

„იდეალური სპექტრომეტრის“ მათემატიკური მოდელის სასაზღვრო ამოცანა:

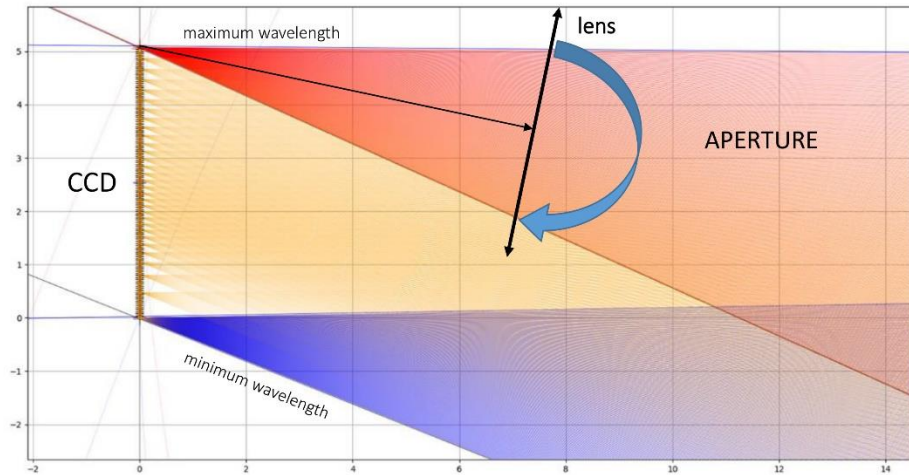
სასაზღვრო ამოცანის უკეთესად გაგების მიზნით განვიხილოთ ნახ.1. მარცხენა მხარეს მოცემულია CCD დეტექტორი, რომლის ზედა პიქსელზე ფოკუსირებულია განსახილველი დიაპაზონის (მაგალითად $\lambda_{\min}=1000$ – $\lambda_{\max}=12000$ ნანომეტრი) მაქსიმალური ტალღის სიგრძე (წითელი ფერი), ხოლო ქვედა პიქსელზე მინიმალური ტალღის სიგრძე (ლურჯი ფერი). მოცემული დიაპაზონის ყველა დანარჩენი ტალღის სიგრძე კი ფოკუსირებულია მაქსიმალურ და მინიმალურ ტალღის სიგრძეებს შორის (ნარინჯისფერი).

წრფივი ოპტიკის მიახლოებაში სასაზღვრო ამოცანა მოიცავს ორ აპროქსიმაციას:

- 1. **გეომეტრიული აპროქსიმაცია; შედგება სამი კრიტერიუმისგან:**
 - ზღვარში, მოცემული დიაპაზონის ყოველი ტალღის სიგრძე სორტირებულია იდეალურად.
 - ზღვარში ყოველი ტალღის სიგრძის სინათლის ლაქის ფოკალური ზომა არის გეომეტრიული წერტილი ან თითქმის გეომეტრიული წერტილი. (ნოლი ან თითქმის ნოლი ზომა).
 - გეომეტრიულ აპროქსიმაციაში არ არსებობს არანაირი აბერაცია.

WE HAVE CREATED THE CONCEPT OF THE IDEAL SPECTROMETER:

What is an ideal spectrometer?



1. In the geometric approximation:
 - in the limit, the ideal sorting of each wavelength on the detector.
 - in the limit, the ideal focusing of each wavelength on the detector.
 - no aberrations.
2. In the wave approximation:
 - ability to increase the Aperture.

ნახ.1 „იდეალური სპექტრომეტრის“ სასაზღვრო ამოცანა.

2. ტალღური (ფურიე) ოპტიკის აპროქსიმაცია შედგება ერთი უმთავრესი კრიტერიუმისგან:

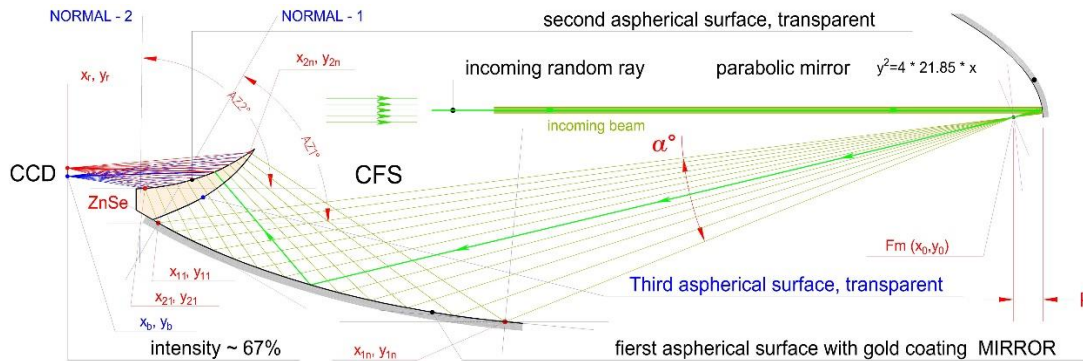
ცნობილია, რომ ტალღურ ოპტიკაში წოლი ზომის ფოკალური სინათლის ლაქის მიღება შეუძლებელია (ასე რომ იყოს ერთდროულად განხორციელებოდა არაერთი პარადოქსი და დაირღვეოდა „სიწმინდის ზღვარი,, ანუ ჰაიზენბერგის განუზღვრელობა). თუ რომელიმე ტალღის სიგრძისთვის (მაგალითად წითელისთვის როგორც ნაჩვენებია ნახ. 1 - ზე) განვიხილავთ იდეალურ წარმოსახვით ლინზას (ლინზური აბერაციების გარეშე) და თუ ჩავთვლით, რომ სინათლის ინტენსივობის განაწილება გაუსურია, მაშინ ტალღური ოპტიკის კანონებიდან გამომდინარე მოხდება მოცემული სინათლის ნაკადის ფოკუსირება. ან ფურიე ოპტიკის ტერმინებში, თუ შემომავალი სინათლის ნაკადის აპერტურის ფუნქცია არის იდეალური ამოზნექილი ლინზა, მაშინ ფურიე გარდაქმნის შედეგად მივიღებთ „პირდაპირ“ ფურიე ტრანსფორმირებულ აპერტურას ანუ ფოკუსურ ლაქას. მათემატიკურად მარტივად მტკიცდება, რომ რაც მეტია პირველი აპერტურის

ზომა პირდაპირი ფურიე გარდაქმნისას, მით ნაკლებია ტრანსპონირებული აპერტურის ზომა. ე.ი. რაც მეტია წარმოსახვითი ლინზის დიამეტრი ნახ. 1 - ზე მით ნაკლებია ფოკუსის ზომა და შესაბამისად უკეთესია სპექტრომეტრის რეზოლუცია. სწორედ ამიტომ ტალღური ოპტიკის აპროქსიმაციაში ჩვენ უნდა შეგვეძლოს პირველი აპერტურის გაზრდა რაც გამოიწვევს სპექტრომეტრის რეზოლუციის გაზრდასაც. სასაზღვრო ამოცანა გულისხმობს პირველი აპერტურის გაზრდის შესაძლებლობას უსასრულო ზღვარში.

სხვა სიტყვებით, რომ ვთქვათ, იდეალური სპექტრომეტრის სასაზღვრო ამოცანაში ტალღის სიგრძეების იდეალური სორტირება (ნოლი გეომეტრიული აბერაცია), ფოკალური ლაქის ზომა და ინტენსიურობა ინვარიანტული ან თითქმის ინვარიანტული პარამეტრებია.

ისეთი ამოცანის პოვნა და ამოხსნა, რომელიც დააკმაყოფილებდა განხილულ სასაზღვრო ამოცანას იყო ძალიან რთული. როგორც ცნობილია, ნებისმიერ ანალიზურ ფუნქციას შეიძლება მივუახლოვდეთ ფურიე მწკრივებით ანუ გავშალოთ ფურიე ბაზისში. მსგავსად ფურიე ანალიზისა, ჩვენ განვიხილეთ იდეალური სპექტრომეტრის სასაზღვრო ამოცანა ე.წ. ასფერული ზედაპირების ბაზისში. ეს ნიშნავს, რომ ასფერული ზედაპირების კომბინაციით შეგვიძლია რაგინდ მივუახლოვდეთ სასაზღვრო ამოცანას.

ამ ეტაპზე განვიხილავთ ე.წ. სამი ასფერული ზედაპირის კომბინაციას (3D), როგორც ყველაზე მარტივი ამონახსნი.



ნახ.2 სამი ასფერული ზედაპირის კომბინაცია (3D), უმარტივესი შემთხვევა.

რა არის ასფერული ზედაპირი ???

მკაცრად მათემატიკურად, რომ მივყვეთ და შევისწავლოთ თეთრი სინათლის ან თეთრი ხმაურის სივრცე-დროში წრფივი ევოლუცია (x_A, t_A) - დან (x_B, t_B) - ში ისე, რომ შეგვეძლოს შემადგენელი სიხშირეების იდეალური სორტირება, აპერტურის მართვა და თანაც ეს ორი პარამეტრი არ იყოს ერთმანეთთან შეუღლებული მივიღებთ, რომ ზედაპირები, რომლებზეც ხდება ფურიე გარდაქმნა, დეკარტულ სივრცეში არიან არა ანალიზური ფუნქციები. სხვა სიტყვებით, რომ ვთქვათ, ისინი არიან ე.წ. ფრაქტალები, ანუ არამთელ განზომილებიანი წირები. აღმოჩნდა,

რომ ეს არის ბუნების მიერ დაწესებული ფასი, რომელიც უნდა გადაგვხადო იდეალურ სორტირებასა და აპერტურის მართვას შორის შეუღლების მოხსნის სანაცვლოდ. ერთი შეხედვით შეიძლება მოგვეჩვენოს, რომ რადგან იდეალურ სპექტრომეტრში გამოყენებული 3 უმთავრესი ზედაპირი არის ფრაქტალური სიმრავლეები ამიტომ ეს გზა არის ჩიხი... მაგრამ ეს ასე არ არის!!!

არსებობს თეორემა დისკრეტიზაციის შესახებ (შენონ - ნაიკვისტი), რომლის თანახმადაც თუ კი დისკრეტიზაციის სიხშირე, სპექტრში (თეთრ ხმაურში) არსებულ მაქსიმალურ სიხშირეზე არანაკლებია მაშინ თავიდან ავიცილებთ იმფორმაციის დაკარგვას (aliasing). ჩვენს შემთხვევაში რეზოლუციის შემცირებას.

სწორედ აქ არის გამოსავალი: თუ კი შევქმნით ალგორითმს, რომელიც ფრაქტალურ, არამთელ განზომილებიან სიმრავლეს მიუახლოვებს ფსევდო ანალიზურ, მთელ განზომილებიან ანალოგს სწორი დისკრეტიზაციის პარამეტრის შერჩევის შედეგად, მაშინ მივაღწევთ სასურველ შედეგს. ე.ი. მივიღებთ იდეალურ სორტირებას წინასწარ დასახელებული რეზოლუციის ფარგლებში და ამავდროულად აპერტურის გაზრდის შესაძლებლობას. ეს არის მათემატიკური მოდელის არსი, რომლის თანახმადაც შესაძლებელია იდეალური სპექტრომეტრის ოპტიმიზაცია ისე, რომ მას ქონდეს რაგინდ დიდი რეზოლუცია.

ჩვენს მიერ შექმნილი ალგორითმი (პითონში დაწერილი კოდი) საშუალებას იძლევა, წინასწარ დასახელებული რეზოლუციის და დისკრეტიზაციის პარამეტრის შესაბამისად, დავაოპტიმიზიროთ სამი ზედაპირის კომბინაცია. ამ სამი ზედაპირის კომბინაციას ჩვენ ვუწოდებთ Carrier Frequency Separator (CFS). **ნახ.2.** სწორედ ასეთი გზით მიღებულ საკმაოდ არატრივიალურ მათემატიკურ ობიექტს ჩვენ ვუწოდებთ - **ასფერულ ზედაპირს**. ხოლო მათემატიკური ტერმინოლოგიის დაცვით შეგვიძლია ვთქვათ, რომ იდეალური სპექტრომეტრის სასაზღვრო ამოცანა, ამ კონკრეტულ შემთხვევაში, წარმოდგენილია 3 ასფერული ზედაპირის ბაზისში.

აღმოჩნდა რომ, ასფერული ზედაპირების შექმნის ალგორითმი (შესაბამისად კოდი) გასაოცრად მარტივია, მისი სრულყოფილი ჩამოყალიბება შესაძლებელია ერთი უმარტივესი ნახაზით, რომელსაც ჩვენ ვუწოდებთ CFS - გასაღებს და ამჟამად წარმოადგენს კომერციულ საიდუმლოებას.

პირველი პროტოტიპი:

ჩვენ შევძელით ჩაგვეტარებინა „იდეალური სპექტრომეტრის“ თეორიის არაპირდაპირად დამამტკიცებელი სამი ექსპერიმენტი გერმანიაში (ბერლინის თავისუფალი უნივერსიტეტის არაწრფივი ოპტიკის და სპექტროსკოპიის ლაბორატორიაში), და პირდაპირ დამამტკიცებელი ექსპერიმენტი თბილისში კიბერნეტიკის ინსტიტუტის ბაზაზე. ჩვენ გადავაკეთეთ ძველი საბჭოთა მიკროსკოპი ორ კოორდინატიან ჩარხად რომელზეც გამოვჭერით ასფერული დეტალები, **ნახ. 3.**



ნახ. 3. მარცხენა სურათი - ორ კოორდინატიანი ჩარხი; შუა - პარაბოლური სარკე; მარჯვნივ - „ მზიდი სიხშირის სეპარატორი“ Carrier Frequency Separator (CFS) სამი ასფერული ზედაპირით.

გამომდინარე იქიდან, რომ მოგვიწია ჩარხის დამზადებაც, გარდა თვითონ დეტალებისა და რადგანაც ცხადი იყო, რომ პირველი პროტოტიპი იქნებოდა ძალიან შორს იდეალურისგან, ამიტომ გადაწყვიტეთ დაგვეზადებინა ფიზიკური და მათემატიკური მოდელის სადემონსტრაციო ვერსია. მას არ აქვს რაიმე გამოყენება გარდა იმისა რომ ექსპერიმენტულად ამტკიცებს თეორიის სისწორეს.

ნახ. 4 - ზე მოცემულია სამ ასფერულ ზედაპირიანი პითონში დაპროგრამებული ვერსია და მისი განხორციელება.



ნახ. 4. მარცხენა სურათი - Python - ზე დაპროგრამებული სპექტრომეტრი; შუა - დაპროგრამებული ვერსიის მაქსიმალურად ზუსტი რეალიზაცია; მარჯვენა სურათი - გვაჩვენებს მიღებულ სპექტრს ხილულ დიაპაზონში.

აღნიშნული სადემონსტრაციო სპექტრომეტრი დაანგარიშებულ იქნა ხილულ დიაპაზონში 400 – 800 ნმ, ხოლო სინათლის წყაროდ ვიყენებდით მზის სინათლეს. გამოდინარე იქიდან, რომ დამუშავების ხარისხი გამოგვივიდა ძალიან სუსტი, „Carrier Frequency Separator (CFS)“ - ის ოპტიკური მინა უნდა ყოფილიყო SF-10, რაც ვერ ვიშოვეთ და გამოვიყენეთ სხვა მინა ოდნავ განსხვავებული გარდატეხის მაჩვენებლით და თანაც დამუშავების დროს გაგვიტყდა ზუსტად შუაში რაც ძლიერ აუარესებს ხარისხს, მიუხედავად ამ ყველაფრისა დაკვირვებული თვალი მაშინვე შეამჩნევს, რომ ექსპერიმენტი სრულად ადასტურებს თეორიას. ჩვენ მივიღეთ ფოკუსირებული სპექტრი ზუსტად ისე, როგორც თეორიით იყო განსაზღვრული - 10.24 მმ. რაც უფრო კარგად დამუშავდება ასფერული ზედაპირები და სწორი რეფრაქციული მატერიალი შეირჩევა მით უფრო სწორი და გამოკვეთილი გახდება სპექტრალური სურათი დეტექტორზე.

იდეალური სპექტრომეტრის გამოყენების სფერო და უპირატესობები:

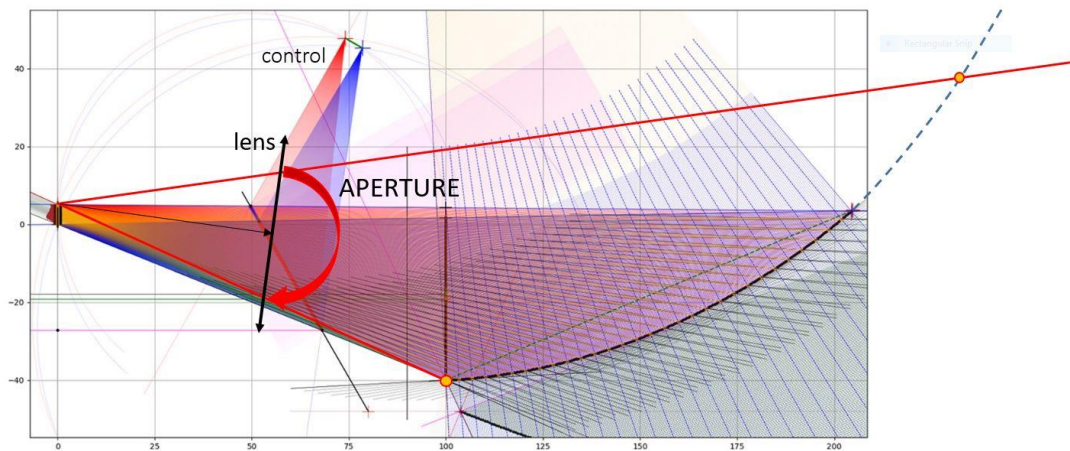
1. იდეალური სპექტრომეტრის გამოყენება შესაძლებელია პრაქტიკულად ყველგან, სადაც გამოიყენება არაიდეალური სპექტრომეტრები და იქ სადაც არაიდეალური სპექტრომეტრები ნაკლებ ეფექტურია: ფიზიკა, ბიოფიზიკა, გენეტიკური ინჟინერია, ქიმია, ბიოლოგია, მედიცინა, სამედიცინო აპარატურა, უამრავი განსხვავებული ტიპის ინჟინერია, კოსმოსური აპარატურა, ტელესკოპები, სამხედრო ინჟინერია (მაგალითად იმფრაწითელი რადარი ან თვითდამიზნების სისტემები, როდესაც საჭიროა სიგნალის ამოცნობა თეთრი ხმაურის ფონზე) და სხვა....

2. თეორიულად შესაძლებელია იდეალური სპექტრომეტრი დაოპტიმიზირდეს რაგინდ დიდი რეზოლუციით და პრაქტიკულად ნებისმიერი ამოცანისთვის.

ეს შეუძლებელია არსებული სპექტრომეტრებისთვის

3. მინიმუმამდეა დაყვანილი პროექტანტის ან დამკვეთის ხშირად სულელური დიზაინერული ფანტაზიები და ყველაფერი იმართება საკმაოდ მარტივი ალგორითმით. ეს საშუალებას გვაძლევს ზუსტი ოპტიმიზაციისთვის გამოვიყენოთ პროგრამირება და არა სასრულ ელემენტთა მეთოდზე დაფუძნებული ნახევრად დიზაინერული და პროექტანტის გემოვნებაზე დამოკიდებული პაკეტები; მაგალითად Zemax, Ansys, Comsol და სხვა, რომელებიც გარდა იმისა რომ, იძლევიან ინტერპრეტაციის საშუალებას, რაც მკაცრი მათემატიკური ალგორითმისთვის გაუგონარია, ასევე სასრულ ელემენტთა მეთოდის გამო თავისთავად აქვთ ე.წ. მემ-გრიდი, ანუ საკუთარი დისკრეტიზაციის პარამეტრი.
4. რეზოლუციის გაზრდის შესაძლებლობა საშუალებას იძლევა ბოლომდე ავითვისოთ CCD დეტექტორის რესურსი და უფრო მეტიც. თუ კი რაღაც ეტაპზე დეტექტორის პიქსელების რიცხვი აღმოჩდება არასაკმარისი, ჩვენ შეგვიძლია შევქმნათ რაგინდ დიდი სპექტრალური ფანჯარა და ე.წ. მოსრიალე CCD დეტექტორი, რომელიც სხვადასხვა პოზიციაზე დააფიქსირებს სხვადასხვა დიაპაზონებს.
5. იდეალური სპექტრომეტრი და მისი თეორია შესაძლებელია დანერგილ იქნას მომიჯნავე დარგებში მაგალითად რადიოფიზიკა და სხვა.
6. იდეალურ სპექტრომეტრში P - პოლარიზაციისას ინტენსივობის გაზრდა შესაძლებელია 95% - მდე.
7. ყოველი ტალღის სიგრძე თითქმის იდეალურად ფოკუსირდება დეტექტორის შესაბამის პიქსელზე.
8. იდეალურ სპექტრომეტრში შესაძლებელია, ამოცანაზე მორგებული მარტივი ოპტიმიზაცია. მაგალითად, მარტივად არის შესაძლებელი რეზოლუციის გაზრდა 3 ასფერული ზედაპირის უბრალოდ გეომეტრიული ზომების გაზრდით. **ნახ.5.**
9. იდეალური სპექტრომეტრის ყველა ოპტიკური ზედაპირი შესაძლებელია იყოს ერთმაგი სიმრუდის, რასაც აქვს სამმაგი დადებითი ეფექტი:
 - ა) დამუშავება მარტივია, რაც ამცირებს ჩარხის შეცდომებს.
 - ბ) ჩარხის შეცდომები შესაძლებელია გადავანაწილოთ მეორე განზომილებაში და ავიცილოთ სიხშირეთა გადაფარვა.
 - გ) გამომდინარე იქიდან, რომ შესაძლებელია ორ კოორდინატიანი ჩარხის გამოყენება, ოპტიკური დეტალების და შესაბამისად სპექტრომეტრის ფასი დრამატულად მცირდება.

10 TIMES BETTER RESOLUTION IS NOT THE LIMIT :

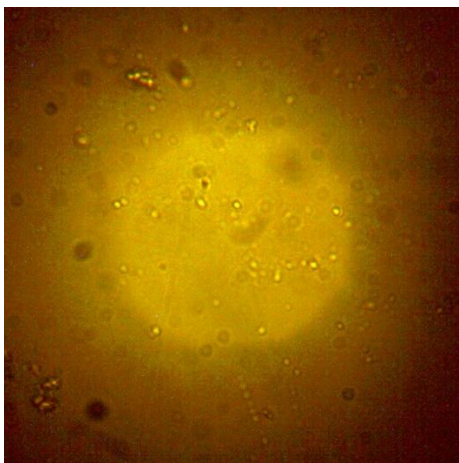


In theory, we can improve the resolution by increasing aspherical surfaces.

ნახ.5. ნაჩვენებია, რომ ასფერული ზედაპირების ფართობის გაზრდით აპერტურა იზრდება და შესაბამისად იზრდება რეზოლუცია ტალღური ოპტიკის აპროქსიმაციაში.

პროექტი 9.

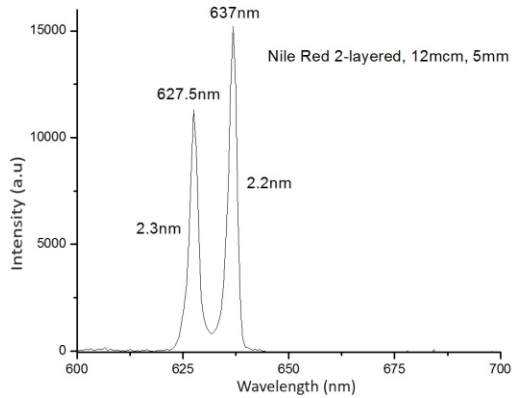
შესწავლილ იქნა აზოსაღებარ ალიზარინ ყვითელით შეფერილ პოლიმერის მატრიცაში მოლეკულური აგრეგაციების ფორმირება. როგორც წესი, აზოსაღებარების მოლეკულური აგრეგაციები სტიქიურად და დეზორიენტირებულად წარმოიშობა პოლიმერის მატრიცის გაშრობის პროცესში. არც ალიზარინ ყვითელის შემთხვევა იყო გამონაკლისი. ამის შემდეგ პოლარიზებული სინათლით დასხივების შედეგად ხდება აგრეგატების მოლეკულების რეორიენტაცია ოპტიკური ღერძების გასწვრივ და ამ მიმართულებით დალაგებულ, თავიდანვე ასე ორიენტირებულ ანსამბლთან ერთად ქმნის მკვეთრად გამოხატულ ნათელ აგრეგატებს. მათი მართვა, ალაგ-ალაგ თუ მთელ ფართობზე გაქრობა-გამოჩენა წარმატებით ხორცილდება არაპოლარიზებული და პოლარიზებული სინათლის დასხივებით. ქვევით მოყვანილ სურათზე ჩანს ალიზარინ ყვითელის ჩამოყალიბებული მოლეკულური აგრეგაციები.



პროექტი 10.

ა) შესწავლილია საღებართო დოპირებული ქოლესტერული თხევადკრისტლური ერთფენიანი და ორფენიანი ლაზერები. გამოკვლეულია ამ ლაზერების გამოსხივების თვისებების დამოკიდებულება ალგუნების ენერჯის სივრცული განაწილებაზე. ნაჩვენებია, რომ დაჭირხვნის მუდმივი სიმკვრივის დროს, საღებარ-დამატებული თხევადკრისტლური ფენის გამოსხივება ძლიერ არის დამოკიდებული დაჭირხვნის ლაქის ზომებზე. კერძოდ, დაჭირხვნის იმავე სიმკვრივის დროს ლაზერული გენერაცია შესაძლებელია მხოლოდ დაჭარხვნის მცირე ლაქის შემთხვევაში. თითოეული კონკრეტული ლაზერული ფენისათვის არსებობს დაჭირხვნის ლაქის ზღვრული დიამეტრი, რომლის ზემოთ ლაზერის გამოსხივება შეუძლებელია. ჩვეულებრივ, პრაქტიკაში, ეს მნიშვნელობა არის 0.5...2 მმ. ვინაიდან თხევადკრისტლური ლაზერის ზომები შეიძლება იყოს მითითებულ მნიშვნელობებზე გაცილებით დიდი, ჩნდება კითხვა: შესაძლებელია თუ არა ლაზერული ემისიის მიღება ფენის უფრო დიდი ფართობიდან? ჩვენ აღვავსებდით საღებარ-დამატებული ფირი 8 მმ დიამეტრის ერთგვაროვანი ლაქით. ფენიდან მხოლოდ ფლუორესცენცია გამოდიოდა. მაგრამ თუ ჩვენ დავარღვევთ დაჭირხვნის ლაქის სივრცულ ჰომოგენურობას, მაგალითად, დაჭირხვნის სხივის გადაფარვით ნიღბით ორგანოზომილებიანი ბადეების სახით, ჩნდება ლაზერული ემისია. ამ შემთხვევაში, ლუმინესცენციური არე გადაიქცევა ათობით მიკროლაზერისგან შემდგარ მასივში. შესწავლილია საღებარ-დამატებული

თხევადკრისტლური ლაზერების გამოსხივების სპექტრული თვისებები და სხივის განშლადობა. ნაჩვენებია, რომ ორფენიანი ლაზერების სხივის განშლადობა 5...10-ჯერ მცირეა ერთფენიანებთან შედარებით, გამოსხივების სპექტრი კი ორმოდიანია.

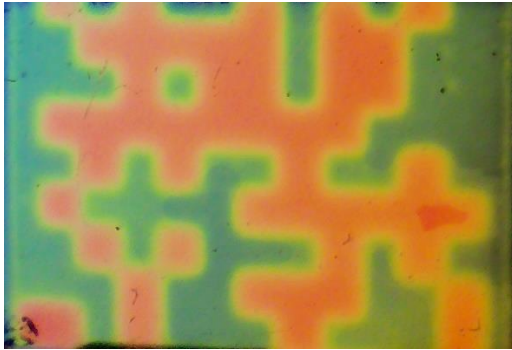


სურათზე ნაჩვენებია ორფენიანი ლაზერის გამოსხივების სპექტრი. დაჭირხენისთვის გამოყენებული იქნა Q-მოდულაციის მქონე Nd:YAG ლაზერის მეორე ჰარმონიკა (532 ნმ).

ბ) გამოკვლეული იყო ინფორმაციის ჩაწერის საშუალება სხვადასხვა ტიპის ფოტომგრძობიარე ქოლესტერულ თხევადკრისტალურ ოპტიკურ ფენებში.

გამოყენებული იქნა ინფორმაციის ჩაწერის შემდეგი ფიზიკური პრინციპი. ირჩეოდა თხევადკრისტალური ფენის ისეთი ოპტიკური პარამეტრი, რომელსაც გააჩნდა ცვლილების უნარი ფენის სინათლით დასხივების დროს. აქედან გამომდინარე, იქმნებოდა ქოლესტერული თხევადკრისტალური ნარევი წინასწარ განსაზღვრული პარამეტრებით - სპირალის ბიჯის სიდიდით, სელექტიური არეკვლის ზონის სიგანით, თხევადკრისტალური ფაზის არსებობის ტემპერატურული დიაპაზონით, სპირალის ბიჯის თერმო- და ფოტო-დამოკიდებულებით. შემდეგ მზადდებოდა თხელი თხევადკრისტალური ფენა, რისთვისაც გამოიყენებოდა ჩვეულებრივი მეთოდი: კაპილარული ძალებს მეშვეობით კრისტალი თავსდება უჯრედში, რომელიც წარმოადგენდა ორ ბრტყელ-პარალელურ მინას მაორიენტირებულ საფარით. ნარევის ფენის სისქე განისაზღვრებოდა ტეფლონის საფენებით და მიზნებიდან გამომდინარე ვარიირებდა 7...40 მიკრონის საზღვრებში.

ჩვენი კვლევების შედეგად ნაჩვენებია იქნა ოპტიკური ინფორმაციის ჩაწერის შესაძლებლობა ქოლესტერულ თხევადკრისტალურ ფენაში მისი შემდეგი ოპტიკური პარამეტრების: სინათლის გაბნევის, სინათლის სელექტიური არეკვლის ტალღის სიგრძის, სინათლის პოლარიზაციის სიბრტყის ბრუნვის და ლუმინესცენციის სივრცული მოდულაციის საფუძველზე.



სურათზე ნაჩვენებია ბარკოდის ფრაგმენტი, ჩაწერილი ფენაზე სინათლის პოლარიზაციის სიბრტყის ბრუნვის საფუძველზე.

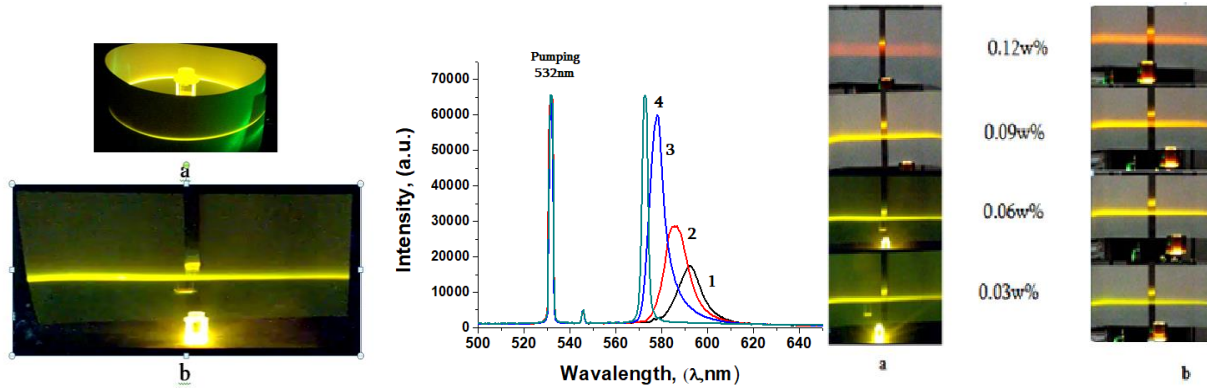
პროექტი 11. და პროექტი 12.

მიღებულია ორი ახალი ტიპის ლაზერული გამომსხივებელი საღებავით დოპირებული ქოლესტერული თხევადკრისტალური, პოლიმერული და სპირტხსნარის საფუძველზე. პირველი ორი წარმოადგენს სივრცულად მოდულირებულ ლაზერულ გენერატორს, რომლის გამოსხივებაც შეიცავს ინფორმაციას აღმზნებ ინტერფერენციულ ველში, ინტერფერირებადი ტალღების ფაზური თანაფარდობის შესახებ. ამ თვალსაზრისით, მსგავსი ლაზერი წარმოადგენს ჰოლოგრაფიული ელემენტის ანალოგს, რომელიც ახორციელებს ტალღური ფრონტის აღდგენას, არა დაცემული სინათლის პასიური დიფრაქციის ხარჯზე, არამედ მის მიერვე გენერირებული გამოსხივების ხარჯზე. შესაბამისად, ავტორის მიერ (ზურაბ ვარდოსანიძე) მას პირობითად ეწოდა ლაზერული, ანუ აქტიური ჰოლოგრაფა.

მეორე ტიპის ლაზერი, განსხვავებით აქამდე ცნობილი ლაზერებისაგან, რომლებიც იძლევიან ერთი წრფის გასწვრივ გავრცელებად გამოსხივებას, ასხივებს წრიულად ერთ სიბრტყეში. მსგავსი ლაზერები წარმოადგენენ სიახლეს და ეფუძნებიან არა მხოლოდ რეზონატორული გაძლიერების პრინციპს, არამედ, ძირითადად, დამყარებული არიან სრული სუპერლუმინესცენციისა და სუპერრადიაციის მოვლენაზე, რომლებიც შესწავლილი იქნა ჯერ კიდევ 1954 წელს დიკეს მიერ, თანამედროვე ლაზერების გამოგონებამდე. მსგავსი ლაზერების

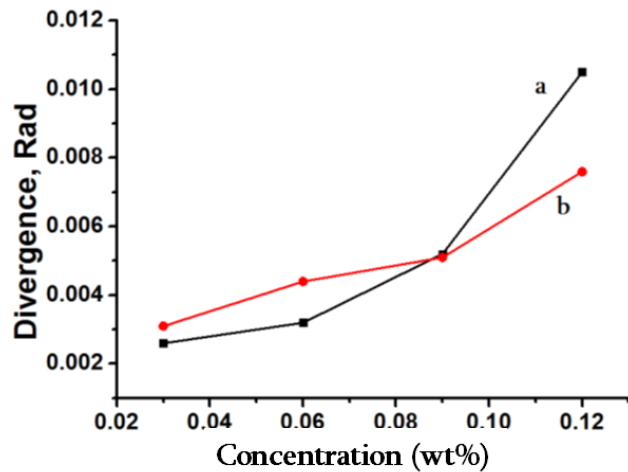
უპირატესობაა ის, რომ მათი სივრცული და დროითი კოჰერენტულობა შესაძლებელია იყოს ორ-სამჯერ უფრო მაღალი, ვიდრე თანამედროვე ლაზერებისა. გარდა ამისა მათ უკვე აქვთ გამოყენების გამოკვეთილი პერსპექტივა სანავიგაციო სისტემებში, როგორც დედამიწის პირობებში ისე კოსმოსურ სივრცეში.

მამასადამე, როგორც ცნობილია, ჩვეულებრივი ლაზერები ხასიათდებიან ერთი წრფის გასწვრივ მიმართული გამოსხივებით. ამჟამად შექმნილია ლაზერი, წესიერი გეომეტრიული ფორმის ადგენებული ლაზერული ფენის საფუძველზე, რომელიც იძლევა, ლაზერული ფენის სიბრტყეში, წრიულად, თანაბარ, სივრცულად სელექტურ გამოსხივებას. ამ დროს მისი ვერტიკალური განშლადობა არ აღემატება 4 მილირადიანს. ამ დროს შესაძლებელია მისი გამოსხივების ოპტიკური სპექტრული მახასიათებლების, ისე სივრცული აპექტრის, ვარირება (სურ.1–3). ლაზერის მოქმედება ეფუძნება დიკეს სუპერრადიაციის ეფექტს, სუპერლუმინესცენციის მოვლენას და მონოლითური წრიული რეზონატორების მოქმედების პრინციპებს [1–3]. მიღებული ლაზერული გამომსხივებლის, როგორც ლაზერული შუქურის, ერთ-ერთი პრაქტიკული გამოყენების სფერო შესაძლებელია იყოს სანავიგაციო სისტემები.



სურ.1-3

შესწავლილი იქნა სიბრტყითი წრიული გამოსხივების ვერტიკალური განშლადობის დამოკიდებულება ხსნარში ლაზერული საღებავის კონცენტრაციაზე. როგორც გამოკვლევებმა აჩვენეს საღებავის კონცენტრაციის შემცირებით გამოსხივების ვერტიკალური განშლადობაც მცირდება (სურ.4)



როგორც ვხედავთ გამოსხივების ვერტიკალური განშლადობის დამოკიდებულება საღებავის კონცენტრაციაზე წრიული და მართკუთხა ფორმის ალგუნებულის ფენებისათვის.

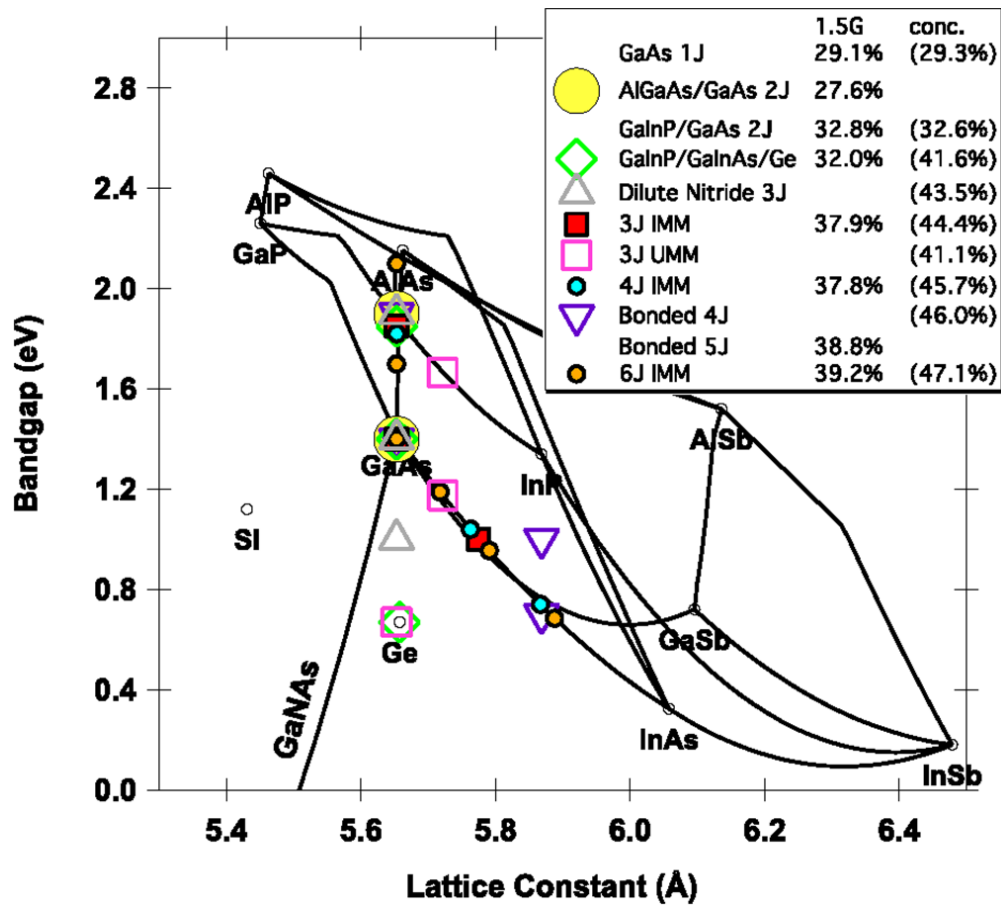
პროექტი 13.

სილიციუმის (Si) ბაზაზე შექმნილი III თაობის მრავალგადასასვლელიანი (MJSC) მზის ელემენტის ეფექტიანობის გაუმჯობესების მისაღწევად ჩვენ აქცენტს ვაკეთებთ MJ მზის ელემენტის განიერზონიანი ნახევარგამტარის ზედაპირზე III-V ჯგუფის ნანო სტრუქტურირებული ფენის გაზრდაზე, რითაც მიიღწევა მრავალგადასვლიანი ელემენტის გარდაქმნის ეფექტიანობის გაუმჯობესება ძვირადღირებული მასალის ნაკლები ხარჯის პირობებში და შედეგად შემცირდება წარმოებული ელექტრო ენერჯის ღირებულება.

ბოლო ათწლეულში ინტენსიური კვლევითი სამუშაოები მიმდინარეობს სილიციუმის (Si) ინტეგრაციისთვის მაღალი ეფექტიანობის PV MJSC ელემენტებში. სილიციუმით დაინტერესება გამოწვეულია იმით, რომ დედამიწაზე ის უხვად მოიპოვება და მისი ტექნოლოგია კარგად არის დამუშავებული. ამიტომ კომერციული მზის ელემენტების უდიდესი წილი (95%) სილიციუმის ერთგადასასვლელიან მზის

ელემენტებზე მოდის, რომლის გარდაქმნის ეფექტიანობა შეზღუდულია შოკლი-ქუეზერის თეორიული 30% ზღვარით, ხოლო რეალურად უფრო ნაკლებია, რის გამოც ვერ უზრუნველყოფს წარმოებული ენერჯის კონკურენტუნარიან ღირებულებას არა განახლებადი წყაროებით მიღებულ ელექტროენერჯის ფასთან. აღნიშნული ტიპის ფოტოვოლტური გარდამქმნელებით გამოიმუშავებული ელექტროენერჯის ღირებულება არის 0.15-0.29 ევრო/კვტსთ, მაშინ როცა ტრადიციული წარმოებით მიღებული ენერჯის ღირებულებაა 0.02-0.035 ევრო/კვტსთ, პროგნოზით ეს უკანასკნელი შეიძლება გახდეს 0.05—0.06, რაც მაინც იაფი რჩება მზის ენერჯეტიკასთან შედარებით. გარემოს ეკოლოგიური უსაფრთხოების დაცვის უზრუნველსაყოფად მწვანე ენერჯის გამოყენების გაზრდილი მოთხოვნილების მიუხედავად, მაღალი ფასი აფერხებს მზის ენერჯის დანერგვას მასობრივი მოხმარებისთვის ყოფაცხოვრებასა და ბიზნესში.

მზის სინათლის ენერჯის ელექტრულ ენერჯად გარდაქმნის ეფექტიანობის გასაზრდელად ბოლო ათწლეულებში ინტენსიური კვლევითი სამუშაოები მიმდინარეობს სილიციუმის (Si) ინტეგრაციისთვის III თაობის მაღალი ეფექტიანობის მრავალგადასასვლელიან ფოტოელექტრულ მზის ელემენტების (PV MJSC) დასამზადებლად. პირველ რიგში საჭიროა სილიციუმის (Si)ის ზედაპირზე III-V ჯგუფის ნახევარგამტარის სათანადო მასალის შერჩევა და ხარისხიანი ფენის გაზრდა. ნახ.1-ზე ნაჩვენებია III-V ჯგუფის ნახევარგამტარული შენადნობების აკრძალული ზონის კრისტალური მესერის მუდმივაზე დამოკიდებულება. აქვე დემონსტრირებულია სხვადასხვა MJ მზის ელემენტის ეფექტიანობა AM1.5 მზისა და პირდაპირი კონცენტრატორის გამოყენებისას, საიდანაც ჩან, რომ ყველაზე წარმატებული III-V MJ მზის ელემენტების დიზაინში გამოიყენება GaAs და GaInP გადასასვლელეები.



ნახ. 1. III-V ნახევარგამტარული შენადნობების აკრძალული ზონის კრისტალური მესერის მუდმივზე დამოკიდებულება. [Multi-junction solar cells paving the way for super high-efficiency. Masafumi Yamaguchi, Frank Dimroth, John F. Geisz, and Nicholas J. Ekins-Daukes, Appl. Phys. 129, 240901 (2021); doi: 10.1063/5.0048653]

დაბალი ღირებულების ელექტროენერგიის მზის ელემენტების მისაღებად შეიქმნა სილიციუმის ფუძე-შრეზე III-V ჯგუფის ნახევარგამტარების ეპიტაქსიური ფენების გაზრდით დამზადებული მრავალ-გადასასვლელიანი მზის ელემენტის (MJSC) თეორიული

მოდელი], მაგრამ მისი განხორციელების ძირითადი პრობლემა აღმოჩნდა არაპირდაპირზონიანი სილიციუმის ზედაპირზე III-V ჯგუფის პირდაპირზონიანი, ანუ მზის სინათლის შთანთქმის მაღალი კოეფიციენტის მქონე ნახევარგამტარების ხარისხიანი კრისტალური თხელი ფენების გაზრდის ტექნოლოგიის შემუშავება. საკითხისადმი დიდი სამეცნიერო და პრაქტიკული ინტერესის გამო, ბოლო ათწლეულში ინტენსიური თეორიული და პრაქტიკული კვლევები მიმდინარეობს ამ მიმართულებით.

მნიშვნელოვანია, რომ GaP არის მასალა, რომელსაც აქვს ძალიან დაბალი კრისტალური მესერის შეუსაბამობა Si-სთან (ნახ,1), რაც აუცილებელი პირობაა კარგი ხარისხის ეპიტაქსიური GaP/Si ჰეტეროსტრუქტურის გასაზრდელად. GaP, რომელიც ხასიათდება არაპირდაპირი აკრძალული ზონით, შეიძლება გამოყენებული იქნას როგორც ბუფერული ფენა III-V ჯგუფის სხვა პირდაპირზონიანი მასალის ეპიტაქსიური ფენის გასაზრდელად, რაც ნახევარგამტარის აკრძალული ზონის კონტროლირებადი რეგულირების საშუალებას იძლევა III-V/Si ჰეტეროსტრუქტურის ოპტიკური და ელექტრული მახასიათებლების ოპტიმიზაციისთვის. ლიტერატურიდან ჩანს, რომ მაღალი ხარისხის III-V ნახევარგამტარების თხელი ფენების გაზრდა კრისტალურ Si-ის ზედაპირზე არის მზის ენერჯის გარდაქმნის ეფექტურობის გაუმჯობესების ერთ-ერთი გზა. გარდა ამისა, მაღალი ხარისხის ეპიტაქსიური ჰეტეროსტრუქტურა GaP/Si შეიძლება გამოყენებული იქნას მრავალ სხვა ოპტოელექტრონულ მოწყობილობაში.

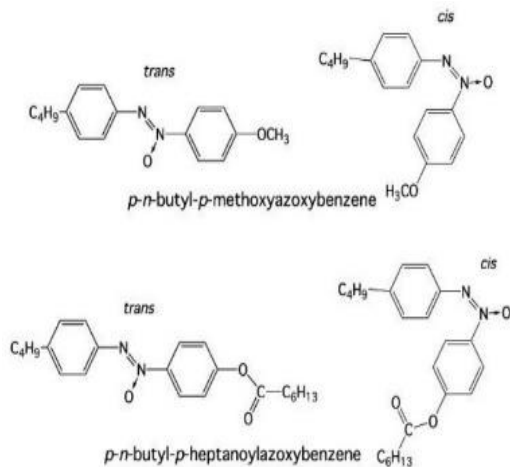
მრავალრიცხოვანი კვლევებით დასტურდება, რომ ჰეტეროგადასასვლელის MBE და MOCVD მეთოდებით გაზრდის პროცესში ჰეტეროგადასასვლელის მიმდებარე, თითქმის 30 მიკრონი სისქის ფენაში, წარმოიქმნებიან მუხტის ჩამჭერი ცენტრები. მათზე რეკომბინაციის გამო მცირდება სტრუქტურაში გამავალი დენი, რაც ელემენტის დაბალი ეფექტიანობის ერთ-ერთი მიზეზია. ამიტომ. ჩატარებული იქნა ძიება ჰეტეროგადასვლაზე დეფექტების ბუნების, მათი გამომწვევი ტექნოლოგიური მიზეზებისა და მახასიათებლების შესასწავლად მათი რაოდენობის შემცირების ან აღმოფხვრის მისაღწევად.

საანგარიშო პერიოდში ჩვენი კვლევის ობიექტი იყო Si-ის ზედაპირზე გალიუმის ფოსფიდის ეპიტაქსიური ზრდა თხევადი ფაზიდან (LPE) და მარცვლოვანი ეპიტაქსიის (DE) გამოყენებით. კვლევის შედეგების საფუძველზე მომზადდა ორი სტატია და ერთი მოხსენება სამეცნიერო კონფერენციაზე წარსადგენად.

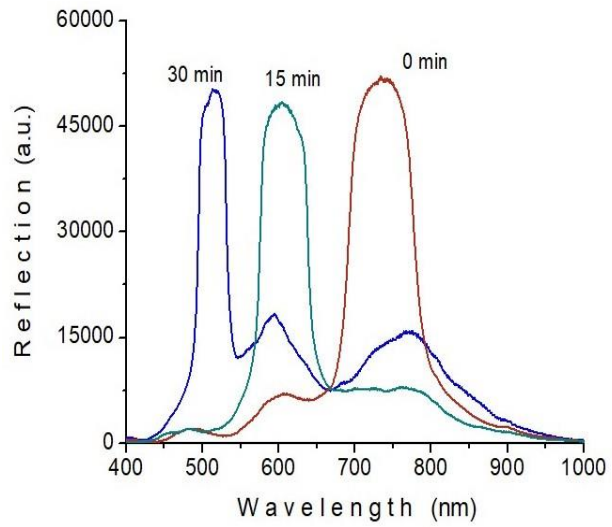
პროექტი 14.

1. მსოფლიოში გენერირებული ენერჯის დაახლოებით 30–40% გამოიყენება შენობებში, რაც გამოწვეულია გათბობით, გაგრილებით, სინათლითა და ვენტილაციით. აშშ-ის ენერჯეტიკის დეპარტამენტის მონაცემებით, ა.შ.შ-ში ენერჯის 30%, რომელიც გამოიყენება შენობების გათბობისა და გაგრილებისათვის, იკარგება ფანჯრების არაეფექტურობის გამო, რომლის ღირებულებაც 42 მილიარდი დოლარია წელიწადში.

შემომავალი სინათლისა და მზის ენერჯის კონტროლი მიიღწევა ცვლადი ოპტიკური თვისებების მქონე მასალების გამოყენებით. ამ მასალებს უწოდებენ ქრომოგენურ მასალებს ან ქრომის მასალებს. ჭკვიანი ფანჯარა არის სისტემა, რომელსაც შეუძლია იგრძნოს და რეაგირება მოახდინოს გარე სტიმულებზე, როგორცაა სინათლე, სითბო ან ელექტროენერჯია. ამ ნამუშევარში ჩვენ შევქმენით ფოტოქრომული ჭკვიანი ფანჯარა ქოლესტერინის თხევადი სარკის (ქთკ) საფუძველზე. ქთკ წარმოიქმნება ქირალური წაგრძელებული ორგანული მოლეკულებით და წარმოადგენს ერთ-ერთ საუკეთესო მასალას, რომელსაც შეუძლია სელექტიურად არეკლოს სინათლე. შემოთავაზებულ ფანჯარას შეუძლია არეკლოს ხილული ან ინფრაწითელი სინათლე გარე დენის წყაროს საჭიროების გარეშე. ამ ექსპერიმენტში გამოყენებული იყო შემდეგი ფოტომგრძობიარე ნემატური თხევადი კრისტალი ZhK-440, რომელიც წარმოადგენს ორკომპონენტთან ნარევს — two-thirds p-n-butyl-p-methoxyazoxybenzene and one-third p-n-butylp-heptanoylazoxybenzene, (სურათი 1.) საწყისი მასალების შემდეგი პროცენტული წონითი თანაფარდობით 75% Zhk-440 + 25% MLC-6247 შერევით მიღებული იქნა ქთკ ნარევი სასურველი სელექტიური არეკვლის ზოლით (საზ). ფოტოქრომული ჭკვიანი ფანჯრის ასაწყობად გამოვიყენეთ ორი მინის ფირფიტა ზომით 120x120x1 მმ. ზედაპირების მათრეინტირებელი ფენები შედგება 99,4% წყალი + 0,6% პოლივინილის სპირტის (PVA) ხსნარისაგან, რომელიც დაფენილია მინის ზედაპირებზე ცენტრიფუგირების გამოყენებით, რათა მიღებული იქნას ქთკ-ს ერთგვაროვანი განაწილება. დამზადებული ფოტოქრომული ფანჯარა მოთავსებული იყო მზის პირდაპირი დასხივების ქვეშ და სპექტრომეტრის გამოყენებით დაფიქსირდა საზ-ების ექსპოზიციის დროზე დამოკიდებული სპექტრული წანაცვლება, სურათები 2 და 3.



სურათი. 1. ფოტოქრომული ნემატური ნარევი, რომელიც შედგება ფოტოქრომული მოლეკულებისაგან



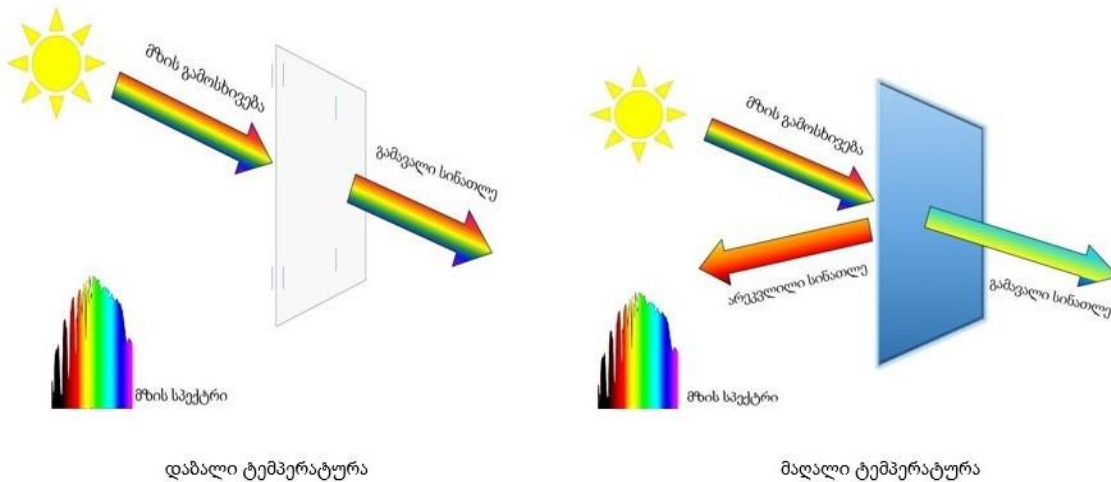
სურათი 2. საზ-ის მზის დასხივების დროზე დამოკიდებული წანაცვლება.



სურათი 3. ფოტოქრომული ფანჯრების სელექტიური ამრეკლაობის წანაცვლება სინათლით დასხივების ხანგრძლიობაზე

ტემპერატურულად მართვადი ქოლესტერულ თხევადკრისტალურ სარკეზე დაფუძნებული ჭკვიანი ფანჯრის გამოყენებით შენობებში შემომავალი მზის ენერჯის რეგულაცია

ცნობილია, რომ შენობებში ენერჯის დაზოგვა შესაძლებელია მიღწეული იქნეს ისეთი ფანჯრების საშუალებით, რომელთაც შეეძლება შემომავალი ხილული სინათლისა და მზის ენერჯის კონტროლი. შემომავალი სინათლისა და მზის ენერჯის კონტროლის უზრუნველყოფა შესაძლებელია ნივთიერებების საშუალებით, რომელთაც ცვლადი ოპტიკური პარამეტრები აქვთ. ასეთ ნივთიერებებს ქრომოგენური, ან ქრომული ნივთიერებები ეწოდებათ. ჭკვიანი ფანჯრები წარმოადგენს სისტემას, რომელსაც შეუძლია შეიგრძნოს და უპასუხოს გარემოს ისეთ ზემოქმედებებს, როგორებიცაა: სინათლე, სითბო, ან ელექტრობა. ისინი აკონტროლებენ მინებში გამავალ სინათლეს, რაც მათ აძლევს უპირატესობას შექცევადად არეგულირონ შენობის შიგნით სინათლე და სითბო. მოცემულ საანგარიშო პერიოდში ჩვენს მიერ შემუშავებულია ჭკვიანი ფანჯრების დამზადების ახალი კონცეფცია, რომელიც დაფუძნებულია ქოლესტერულ თხევადკრისტალურ (ქთკ) სარკეზე. შემოთავაზებულ ფანჯარას შეუძლია არეკლოს ხილული ან ინფრაწითელი სინათლე გარე ენერჯის წყაროს საჭიროების გარეშე. უფრო მეტიც, ქთკ სარკეზე დაფუძნებულ ჭკვიან ფანჯარას შეუძლია რეაგირება მოახდინოს გარემოს ტემპერატურაზე ისე რომ, დამოუკიდებლად გადააწყოს სინათლის არეკვლა, რომელიც მორგებული იქნება დღის პერიოდსა და კლიმატურ რეგიონზე. დასახული სამუშაოს საბოლოო მიზანს წარმოადგენს ქთკ სარკეზე დაფუძნებული ჭკვიანი ფანჯრის ლაბორატორიული პროტოტიპის დამზადება და მზის გამოსხივების გარემოს ტემპერატურაზე დამოკიდებული ამრეკლობის დინამიურად მართვის შესაძლებლობის დემონსტრირება. სურათზე 1, ნაჩვენებია ჭკვიანი ფანჯრის მუშაობის პრინციპი, რომელიც ატარებს, ან ირეკლავს, მზის გამოსხივებას გარემოს ტემპერატურაზე დამოკიდებულების შესაბამისად.

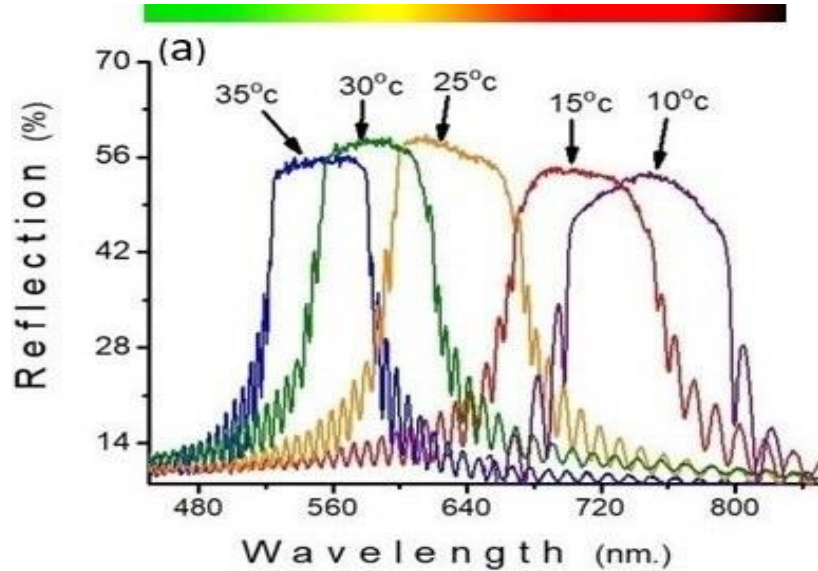


დაბალი ტემპერატურა

მაღალი ტემპერატურა

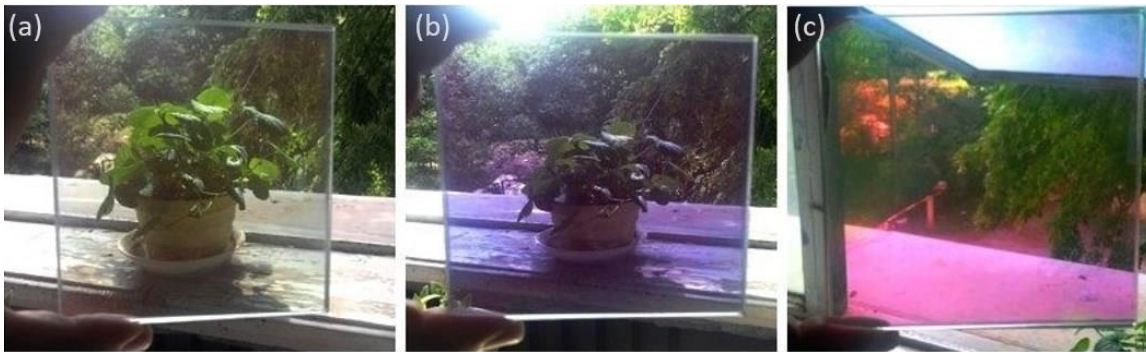
სურათი 1

ამასთან, ჩვენი ტექნოლოგიის მიხედვით, ქთკ-ის ამრეკლავი ფენის სისქე იქნება მხოლოდ (6–8) მიკრონი, რაც საშუალებას მოგვცემს გამოვიყენოთ ქთკ-ის მცირე რაოდენობა, რათა დავამზადოთ, მაგალითად, 1m^2 ფართობის მქონე ჭკვიანი ფანჯარა. გარდა ამისა, ბაზრის მოთხოვნის მიხედვით ჩვენ შეგვიძლია დავამზადოთ სხვადასხვა ქთკ ნარევი საჭირო ტემპერატურული დამოკიდებულებითა და ტემპერატურული ინტერვალებით. მაგალითად, სურათზე 2, ნაჩვენებია ქთკ-ის საზ-ების სპექტრალურ/ტემპერატურული დამოკიდებულება. ლურჯი მრუდი შეესაბამება უმდაბლეს ტემპერატურას – t_3 , რომლის შესაბამისი საზ მდებარეობს ოპტიკური სპექტრის ახლო ინფრაწითელ უბანში და შესაბამისად ჭკვიანი ფანჯარა არის გამჭვირვალე, მაშინ როდესაც მაღალ ტემპერატურებზე – t_2 და t_1 , საზ-ები მდებარეობენ ოპტიკური სპექტრის ხილულ უბანში და თითოეული მათგანი ირეკლავს მზის რადიაციის გარკვეულ პორციას.



სურათი 2

ქთკ-ს სპირალური ბუნების გამო, დაცემული სინათლე, რომელიც რომელიც გადის სპირალური ბიჯის გასწვრივ, სელექტიურად ირეკლება, რაც შესაბამისობაშია ქთკ-ს სპირალური ბიჯის სიგრძის ტემპერატურულ დამოკიდებულებასთან, სურათი 3.



სურათი 3

ჭკვიანი ფანჯრების წარმოების ამჟამად არსებული ტექნოლოგიებისაგან განსხვავებით, ჩვენს მიერ შემოთავაზებულია ჭკვიანი ფანჯრის ახალი კონცეფცია და დიზაინი, სურათი 4.



სურათი. 4.

ჩვენი მიდგომა დაფუძნებულია ქოკ-ების ისეთ გამორჩეულ ნიშან-თვისებაზე, როგორცაა ქოკ-ის სელექტიური ამრეკლობის ტემპერატურული მართვა. შემოთავაზებული ჭკვიანი ფანჯრის დიზაინში გაერთიანებულია შემდეგი უპირატესობები:

- უპირველეს ყოვლისა იგი ირეკლავს სინათლეს და ეს არეკვლა არის გარემოს მიერ კონტროლირებადი, ანუ დაბალ ტემპერატურაზე ფანჯარა არის გამჭვირვალე, და ირეკლავს მზის გამოსხივების სხვადასხვა ტალღის სიგრძეს, გარემოს ტემპერატურული ცვლილების შესაბამისად
- მუშაობის ხანგრძლიობა და ექსტრემალურად მაღალი სტაბილურობა ულტრაიისფრი-ხილული გამოსხივებისა და ტემპერატურის ცვლილებების მიმართ
- დინამიურობა — სითბური ზემოქმედებების მიმართ უზრუნველყოფს რეალურ დროში რეაქციას
- ადაპტურობა — არეკვლის სპექტრალური მდებარეობა შეიძლება მოდიფიცირებული იქნეს დღის, სეზონის ან გეოგრაფიული არეალის მიხედვით
- სიიაფე და სიმარტივე — არ საჭიროებს ელექტროენერგიასა და რთულ საკონტროლო სისტემებს
- აქვს მუშაობის ფართო ტემპერატურული ინტერვალი (-20 +80)°C
- უსაფრთხო, არატოქსიკური და სინესტის მიმართ მდგრადი

დღეს არსებულ პროდუქციებთან შედარებით, შემოთავაზებული ჭკვიანი ფანჯრების ტექნოლოგიას შეუძლია შეამციროს ფასები (35-40)%-ით.

2. შემუშავდა მზის გამოსხივების კონცენტრატორის ახალი დიზაინი, რომელიც ერთდროულად მოქმედებს როგორც ტემპერატურულად კონტროლირებადი სელექტიური სარკე და მზის ლუმინესცენციური კონცენტრატორი. სინათლის ტალღამტარი მზის კონცენტრირების სისტემებში მზის სინათლე შედის მინის ფირფიტაში და შემდეგ მიემართება მცირე ზომის ფოტოვოლტური უჯრედისაკენ შიდა ტოტალური არეკვლის მეშვეობით. ამასთან, სინათლის ტალღამტარი მზის კონცენტრირების სისტემები ხასიათდებიან მთელი რიგი უპირატესობებით, ჩვეულებრივ მზის კონცენტრატორებთან შედარებით, როგორებიცაა:

- გამოიყენება იაფი ნივთიერებები და მასალები
- მზის ბატარეის ზომა შემცირებულია 90%-ით
- არ საჭიროებს მზის თანგაყოლას
- ფუნქციონირებს ღრუბლიან ამინდში

არსებობს მზის სინათლის ტალღამტარში თანგაყოლის ორი გზა: არა-ლუმინესცენციური (გაბნევა, გარდატეხა) და ლუმინესცენციური. არალუმინესცენციური კონცენტრატორის ნაკლი ის არის, რომ მას გააჩნია სინათლის შეზღუდული განშლადობა, როგორც ეს ზემოთ იყო

აღნიშნული. მზის ლუმინესცენციურ კონცენტრატორს არ ახასიათებს ასეთი ნაკლი. მზის ლუმინესცენციურ კონცენტრატორზე დაცემული მოკლე ტალღოვანი სინათლე ლუმინესცენციური ნივთიერების მიერ გარდაიქმნება გრძელტალღოვან სინათლედ, რომელიც მიემართება ფე უჯრედისაკენ. ამასთან, ეფექტური ლუმინესცენციური კონცენტრატორები საჭიროებენ სელექტიურ სარკეებს და ლუმინესცენციური საღებარების ორიენტირებულ ფენებს. საღებარის მიერ გამოსხივებული ფოტონები იკარგება ზედაპირების მიერ და ეს დანაკარგები შეფასების თანახმად 40–55%-ია. ზედაპირული დანაკარგები ლუმინესცენციური კონცენტრატორისათვის ძირითადი საკითხია და უკნასკნელი წლების განმავლობაში მრავალი სამეცნიერო ჯგუფის მიერ ჩატარდა გამოკვლევები, რათა მინიმუმამდე შეემცირებინათ ეს დანაკარგები. ამისათვის არსებობს ორი გზა: ლუმინოფორების ორიენტირება და სელექტიური სარკეების გამოყენება. ხშირად ოლს–ბი არიან დიქროულები შთანთქმისა და გამოსხივების მიმართ, რაც ახალ შესაძლებლობებს ქმნის გამოსხივებული სინათლის სივრცულად ორიენტირებული კონტროლისათვის, რაც თავის მხრივ, შეიძლება უზრუნველყოფილი იყოს მაკროსკოპიულად კონტროლირებული ფიზიკური მოწესრიგებით. ქთვ თავისთავში მოიცავს მრავალ გამორჩეულ თვისებას და განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებს, როგორც თეორიული, ისე გამოყენებითი თვალსაზრისით. ქთვ–ის სპირალური ბუნების გამო, დაცემული სინათლე, რომელიც ვრცელდება სპრალის ღერძის გასწვრივ, სელექტიურად აირეკვლება ქთვ–ის სპირალური ბიჯის მიმართულების პარალელურად. ამასთან, ოლს ჩამატებულ ქთვ–ებში, როდესაც ლუმინესცენციური საღებარის მიერ გამოსხივდება სინათლე, ფაბრი–პეროს რეზონატორის ინტერფერენციის მიერ გამოწვეული არეკვლის გამო, რეზულტირებული გამოსხივების სპექტრი ძლიერ არის მოდულირებული. დიქროული ოლს–ების მაკროსკოპიული ორიენტირება ქთვ–ურ მატრიცაში იწვევს შთანთქმისა და გამოსხივების ანიზოტროპიას. ოლს–ის მოწესრიგება ტალღამტარი ზედაპირ პარალელურად, გამოიწვევს გამოსხივებული სინათლის დიდი ნაწილის გავრცელებას ტალღამტარის გასწვრივ, რაც მნიშვნელოვნად შეამცირებს ზედაპირულ დანაკარგებს. მეორე გზა ზედაპირული დანაკარგების შემცირებისა, შეიძლება მიღწეული იყოს შესაბამისი ტალღურ–სელექტიური ფილტრის გამოყენებით, რომელიც ირეკლავს ლუმინესცენციურ სინათლეს და არა დაცემულ სინათლეს, რომელიც შეიძლება შთანთქმული იყოს. უმეტეს შემთხვევებში, ასეთი სარკეები მოთავსებულია ლუმინესცენციური კონცენტრატორის ტალღამტარის თავზე, იმ სახით, რათა ამრეკლავმა ზედაპირმა არ შეუშალოს ხელი მზის გამოსხივების იმ ნაწილს, რომელიც უნდა შთაინთქას ლუმინოფორის მიერ და უნდა არეკვლოს მხოლოდ ლუმინოფორიდან გამოსხივებული სინათლე, რომელიც არის უფრო გრძელტალღოვანი. არსებობს უამრავი ნივთიერება, რომელთა გამოყენება შეიძლება ფილტრების სახით, მაგალითად დიელექტრიკული ფენების პარალელური განლაგება და სამგანზომილებიანი ფოტონური კრისტალები. ქთვ–ბი ძალიან კარგად შეიძლება გამოყენებული იქნას ამ მიზნებისათვის, ისინი არიან თვითორიენტირებადი და ეს თვითორიენტაცია შეიძლება გავრცელდეს საკმაოდ დიდ არეალზე. გარდა ამისა, ქთვ–ების დამზადება, ზოგადად, არის გაცილებით მარტივი და ნაკლებად ხარჯიანი პროცესი, ვიდრე ორგანული და არაორგანული მრავალფენოვანი ბრეგის ამრეკლავების დამზადება და მათი შემდგომი გამოყენება. სურათზე 1, ნაჩვენებია შემოთავაზებული ჭკვიანი ფანჯრის მოდელი, რომელიც ერთ ხელსაწყოში აერთიანებს ენერგოდაზმოგავ და ენერგომწარმოებელ თვისებებს.

კვლევის მეთოდოლოგია

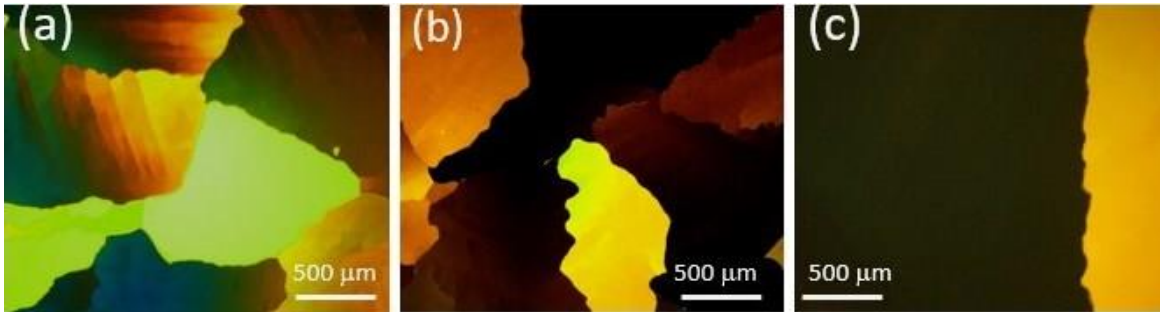
ჩვენს კვლევებში გამოვიყენეთ ოპტიკურ-სპექტრალური ანალიზის მეთოდი და ამ მეთოდზე დაყრდნობით შევისწავლეთ:

- ხილული და ახლო ინფრაწითელი სინათლის გარდატეხას ქთკ-ში, ქთკ/მინის ფირფიტებში
- სინათლის გავრცელებას ქთკ/მინა/ჰაერი საზღვარზე
- ხილული და ახლო ინფრაწითელი სინათლის არეკვლას მინის ფუძეებიდან

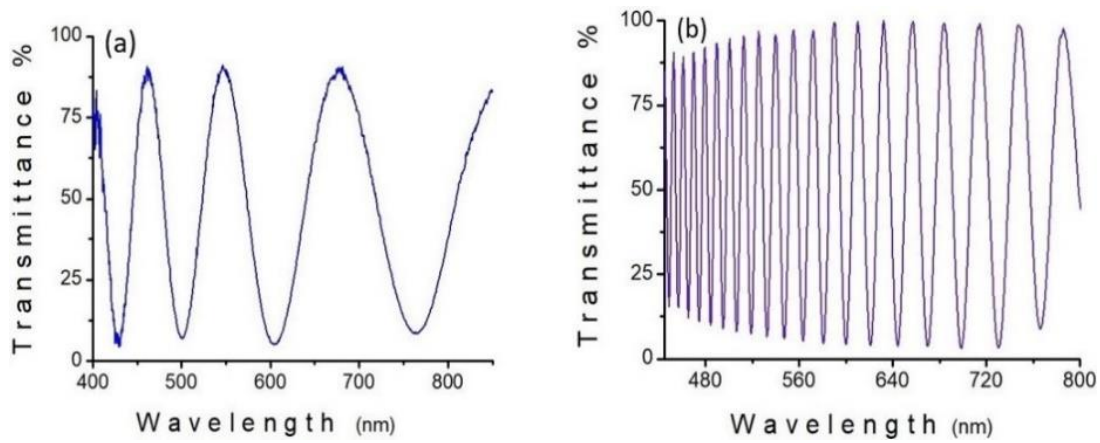
ქთკ-დან და ქთკ/ოლს სისტემიდან

ამასთან, ჩვენი კვლევების ნაწილი დაკავშირებული იყო ლუმინესცენციური სინათლის თვისებების შესწავლასა და მის გავრცელებასთან ქთკ-სა და მინის სტრუქტურებში. ექსპერიმენტების ჩასატარებლად ჩვენ გამოვიყენეთ კომპიუტერთან დაკავშირებულ ოპტიკურ ბოჭკოვან სპექტრომეტრი, მზის სინათლის სიმულატორი, ოპტიკური სინათლის სიმძლავრის გამზომი, პოლარიზაციული სინათლის მიკროსკოპი, ვოლფრამ-ჰალოგენის სინათლის წყარო, ლაზერულ სინათლის წყარო, რეფრაქტომეტრი, ოპტიკური ფილტრები და პოლარიზაციულ ფირფიტები.

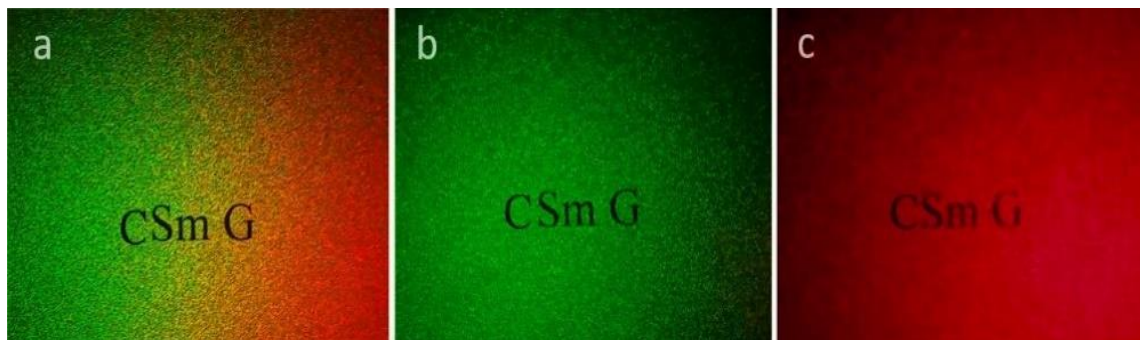
3. ჩვენს მიერ დამზადებული და შესწავლილი იქნა ახალი, სინათლის ფაზური ჩამომრჩენი ფირფიტა, რომელიც ეფუძნება ისეთ იშვიათ და ნაკლებად შესწავლილ თხევადკრისტალურ ფაზას, როგორცაა კრისტალური სმექტური G-ფაზა, რომელიც მიღებულია ორი სერტიფიცირებული ნემატური ნარევის შერევით. მისი სამგანზომილებიანი კრისტალური სტრუქტურისა და ერთდერძა სიმეტრიის გამო, კრისტალური სმექტური G-ფაზაზე დაფუძნებული ფაზური ჩამომრჩენი მასზე დაცემულ, ოპტიკური ღერძისადმი მართობულ სინათლეს ყოფს ორ ურთიერთორთოგონალურ წრფივ პოლარიზაციულ კომპონენტად და ქმნის ფაზურ სხვაობას მათ შორის. სინათლის ფაზური ჩამომრჩენი გამჭვირვალეა ოპტიკური სპექტრის ულტრაიისფერ, ხილულ და ახლო ინფრაწითელ უბნებში. მისი თერმული მდგრადობა ფართო ტემპერატურულ დიაპაზონში, მაღალი ორმაგსხივტეხა, მაღალი სიმტკიცე და დაბალფასიანი ტექნოლოგია საშუალებას იძლევა შეიქმნას სხვადასხვა ტიპის ფაზური ფირფიტები, რომლებსაც შეუძლია ფართო გამოყენება პოვონ ოპტიკასა და პოლარმეტრიაში. სურათები 1-5.



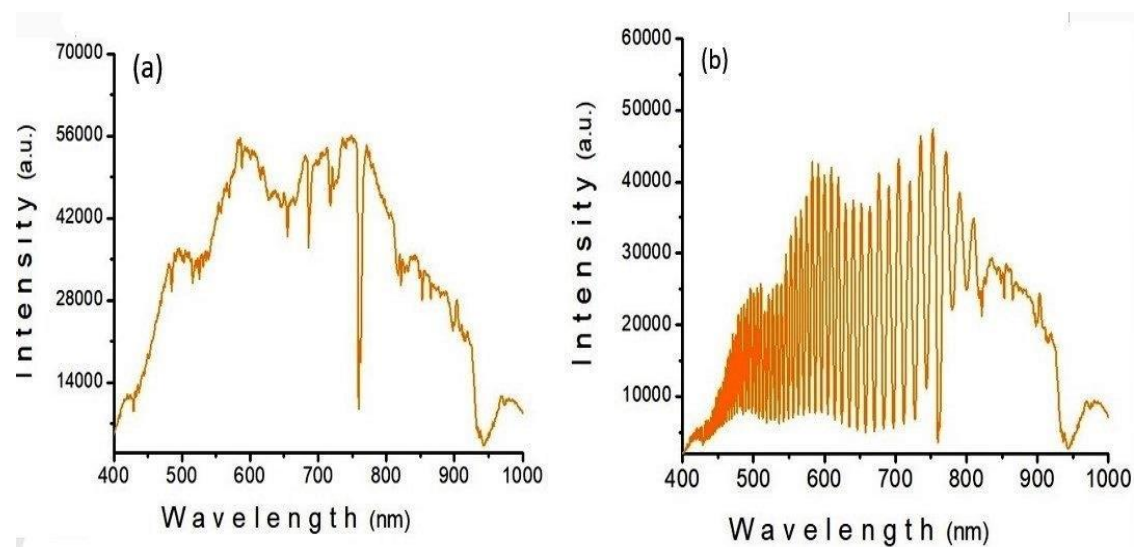
სურათი 1. კრისტალური სმექტური G-ფაზა, ოპტიკური ღერძის სხვადასხვა ორიენტაციისას.



სურათი 2. კრისტალური სმექტური G-ფაზურ ფირფიტებში გამავალი სინათლის მოდულაციის სპექტრალური დამოკიდებულება



სურათი 3. კრისტალური სმექტური G-ფაზური ფირფიტის მიერ ორი ლაზერული სხივის (მწვანე და წითელი) ინტენსიობის მოდულაცია



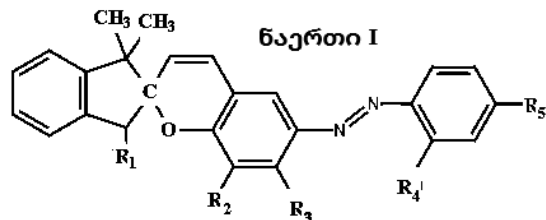
სურათი 4. მზის სპექტრი ფაზურ ფირფიტაში გავლამდე (a), და ფაზურ ფირფიტაში გავლის შემდეგ (b).



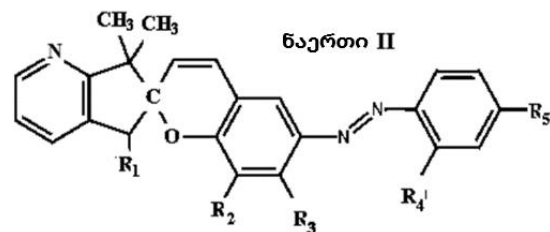
სურათი 5. კრისტალური სმექტური G-ფაზური ფირფიტის მიერ ცის მოცემული უბნის გამოსახულების სიმკვეთრის გაზრდა

4. მიმდინარეობს კვლევა ოპტიმალური პარამეტრების მქონე ფოტოქრომული ნაერთების (მაღალი ფოტომგრძობიარობა, ფოტო და თვითდეგრადირების დაბალი ხარისხი და ა.შ.) გამოვლენის მიმართულებით. პარამეტრების გაუმჯობესების ერთ-ერთი ხერხია სპიროპირანის მოლეკულის მეორე, სხვა ტიპის ფოტოქრომულ მოლეკულასთან შეწყვილება სინთეზის გზით. მიღებულ ჰიბრიდულ მოლეკულას, გაერთიანებული ქრომოფორების თეორიის თანახმად, გაუმჯობესებული ფოტომგრძობიარობა და დაგრძელებული π კონიუგირებული ჯაჭვი, ანუ გრძელტალღოვანი შთანთქმა ექნება. ჩვენს მიერ სინთეზირებული და შესწავლილია სამი ტიპის ჰიბრიდული სტრუქტურა: ფოტოქრომული აზობენზოლის და ინდოლინის რიგის სპიროპირანების შეწყვილებით – ნაერთი I; აზობენზოლის და ჩვენს მიერ სინთეზირებული UV სინათლისადმი გაზრდილი ფოტომგრძობიარობის, სრულიად ახალი ტიპის აზაინდოლინის რიგის სპიროპირანების შეწყვილებით – ნაერთი II; აზობენზოლის და ასევე ჩვენს მიერ სინთეზირებული ახალი ტიპის ხილული სინათლისადმი გაზრდილი ფოტომგრძობიარობის - ტეტრაჰიდროქინოლინის რიგის სპიროპირანების შეწყვილებით – ნაერთი III. თერმოდინამიკურმა და სპექტრალურმა კვლევებმა გვაჩვენა, რომ ჰიბრიდულ სამივე ტიპის მოლეკულაში π კონიუგაციას და მის დაგრძელებას, როგორც მოსალოდნელი იყო, მოჰყვა შთანთქმის მაქსიმუმის ბატოქრომული გადანაცვლება და იაფფასიანი გამოსხივების წყაროს გამოსხივების (LED) უბანთან მიახლოება (იხ. ტაბულა). რაც შეეხება ფოტომგრძობიარობას, ნაერთი II-ის მგრძობიარობა ულტრაიისფერი სინათლის მიმართაა გაზრდილი, ხოლო ნაერთი III-ის ხილული სინათლის მიმართ. მნიშვნელოვანია ის გარემოება, რომ ფოტოქრომული გარდაქმნები ოთახის ტემპერატურაზე დაიკვირვება. მიღებულ ჰიბრიდულ ნაერთებს უარყოფითი ფოტოქრომიზმი ახასიათებს ($K_T > K_{PH}$), ანუ ფოტოგარდაქმნების ტრიგერად ულტრაიისფერი სინათლის ნაცვლად ხილული სინათლე გამოიყენება, რაც ნაკლებენერგეტიკულ დანახარჯებთან ერთად,

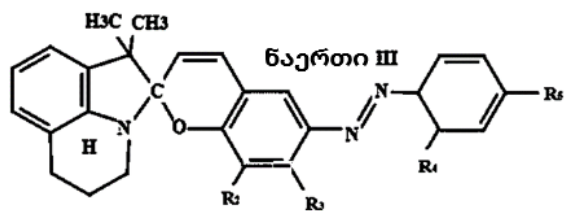
ფოტოქრომის დეგრადაციის შემცირების ხარჯზე, ზრდის პროცესის მნიშვნელოვან პარამეტრს — ციკლურობას. დაგეგმილია მიღებული ჰიბრიდული ნაერთების სხვადასხვა წარმოებულის კინეტიკური მახასიათებლების და ამორფულ (მინისებრ) მდგომარეობაში შესწავლა.



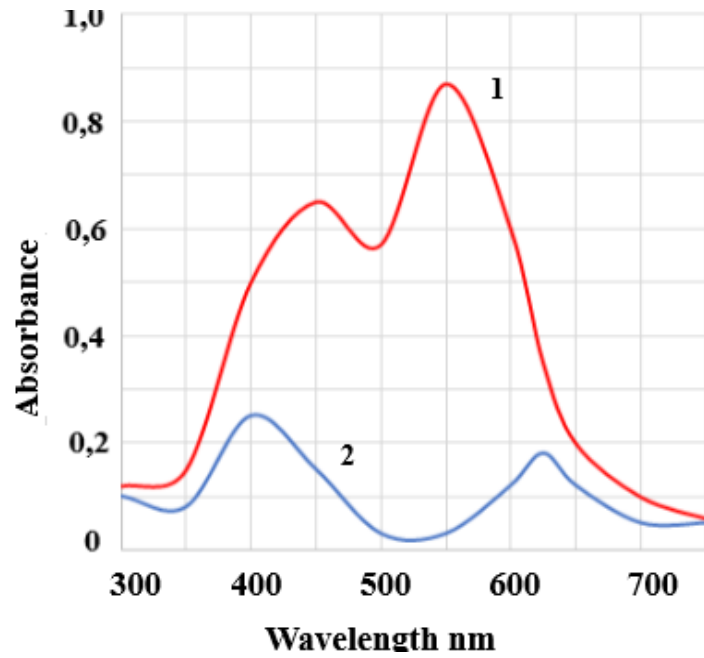
$R_1=C_4H_9$; $R_2=R_5=NO_2$; $R_3=R_4=H$



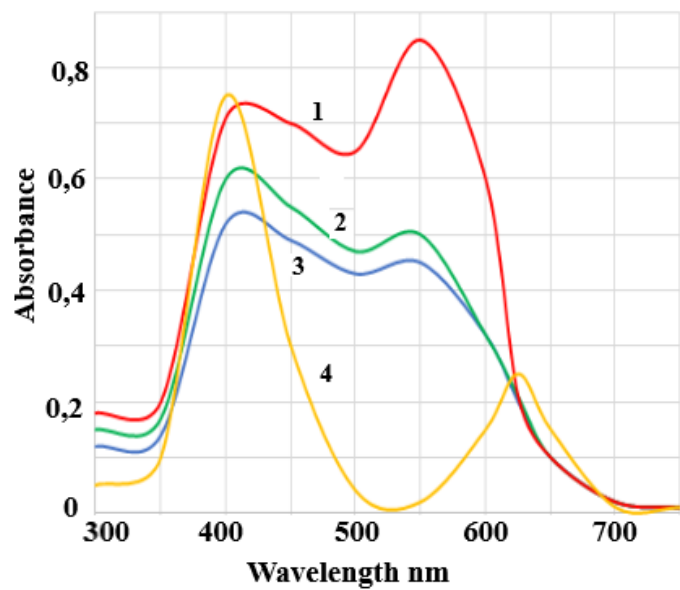
$R_1=C_4H_9$ $R_2=R_5=NO_2$; $R_3=R_4=H$



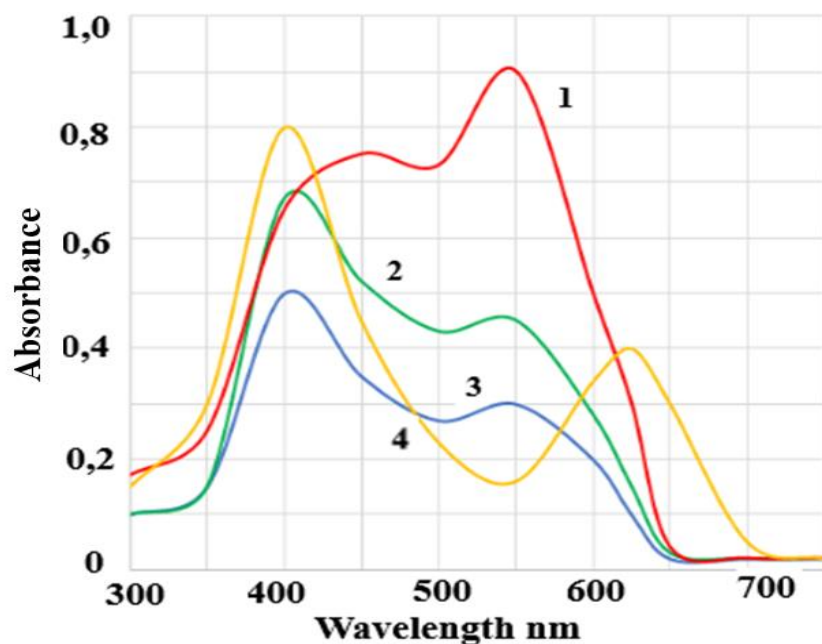
$R_2=R_5=NO_2$; $R_3=R_4=H$



სურ.1 ნაერთი 1 შთანთქმის სპექტრები: 1-ეთანოლის ხსნარი, 2-ტოლუოლის ხსნარი. ოთახის ტემპერატურა; თერმოდინამიკური წონასწორობა.



სურ.2 ნერთი II შთანთქმის სპექტრები ეთანოლის ხსნარში: 1-თერმოდინამიკური წონასწორობა; 2- ფოტოქიმიური წონასწორობა (UV სინათლით დასხივების შემდეგ); 3 - ხილული სინათლით დასხივების შემდეგ; 4 -ტოლუოლის ხსნარში, თერმოდინამიკური წონასწორობა.



სურ.3. ნაერთი III შთანთქმის სპექტრები ეთანოლის ხსნარში: 1-თერმოდინამიკური წონასწორობა; 2- ფოტოქიმიური წონასწორობა (UV სინათლით დასხივების შემდეგ); 3 - ხილული სინათლით დასხივების შემდეგ; 4 - ტოლუოლის ხსნარში, თერმოდინამიკური წონასწორობა.

ცხრილი 1 ჰიბრიდული ნაერთების მეროციაინული ფორმის შთანთქმის მაქსიმუმი ეთანოლსა და ტოლუოლში

Compound	λ_{max} nm	λ_{max}	Compound	λ_{max}	λ_{max}
	toluene	ethanol		toluene	ethanol
SP	610	535	SPAZ I	625	550
SP _{az}	610	550	SP _{az} AZ II	625	550
SP _{thq}	610	540	SP _{thq} AZ III	625	550

მიღებული შედეგები გამოქვეყნდა საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში ტომი 17, N4.

პროექტი 15.

ჩვენს ლაბორატორიაში შემუშავდა სხვადასხვა ტიპის პოლარიზაციულად მგრძობიარე მასალების მიღების ტექნოლოგიები. ფოტოანიზოტროპიის მაღალი მნიშვნელობები მიღებული იქნა აზოსაღებარების და პოლიმერების შემცავ მასალებში და აზოპოლიმერებში. ამდაგვარ მასალებში ფოტოანიზოტროპიის ინდუცირების მექანიზმი ძირითადად აიხსნებოდა სინათლის მგრძობიარე ცენტრების ოსცილატორების ორიენტაციით, პერპენდიკულარულად მაინდუცირებელი წრფივად პოლარიზებული სინათლის ტალღის ელექტრული ვექტორის ორიენტაციის მიმართ. მაგრამ ამ სფეროში ჩვენი მრავალწლიანი გამოცდილებიდან გამომდინარე ფოტოანიზოტროპიის ინდუცირების მექანიზმი ამდაგვარ არეებში მოითხოვს დამატებით დაზუსტებას.

ჩვენ პირველად წამოვაყენეთ ჰიპოთეზა, რომ ფოტოანიზოტროპიის ინდუცირებაში ძირითადი წვლილი შეაქვს პოლიმერში მოწესრიგებული მიკროდაძაბულობების გაჩენა, გამოწვეული აზოსაღებარის მოლეკულების გეომეტრიული იზომერიზაციით წრფივად პოლარიზებული აქტინური სინათლის კვანტების შთანთქმისას, ამასთან ინდუცირებული ორმაგისხივთტების სიდიდე დამოკიდებულია პოლიმერის ფოტოდრეკადობის მნიშვნელობაზე. ამის დასადასტურებლად აუცილებელია ინდუცირებულ ფოტოანიზოტროპიაში როგორც აზოსაღებარების ასევე პოლიმერული მატრიცის შეტანილი წვლილის, მათი პოლარობის და ურთიერთინტეგრაციის გავლენის კვლევა.

აზობენზოლებზე დაფუძნებული სინათლით მართვადი კომპოზიციები დიდი პოპულარობით სარგებლობენ, როგორც ორგანული ფუნქციონალური მასალები. თუმცა, აზობენზოლზე დაფუძნებული მასალა არ მოქმედებს სპექტრის მოკლე ტალღოვან უბანში (475 ნმ-ზე ნაკლები), სადაც დამახასიათებელია საკმაოდ ინტენსიური შთანთქმა აზობენზოლის ყველა წარმოებულებიდან. ჩვენ გამოვცადეთ სტილბენის გამოყენებით, აზობენზოლის ანალოგი, რომელშიც არის ქრომოფორული ჯგუფი $-N=N-$ ჩანაცვლებულია $-CH=CH-$ -ით. სტილბენების შთანთქმის სპექტრი ხშირად გადადის ხილული არედანახლო ულტრაიისფერი. ამავდროულად, ამ კლასის ნივთიერებები ცნობილია გეომეტრიული იზომერიზაციის უნარით, რაც აუცილებელია ფოტოანიზოტროპიის გამოსაწვევად.

ამ კვლევის მიზანი იყო აზობენზოლის ანალოგის მიღება და მისი იდენტიფიცირება წრფივი პოლარიზებული ულტრაიისფერი გამოსხივების გამოყენების დროს. ეს კი მოგვცემს ინფორმაციის ჩაწერის საშუალებას მთელ ხილულ დიაპაზონში, რაც შეუძლებელია ტრადიციული აზობენზოლის მასალების გამოყენების დროს. საანგარიშო პერიოდში მიღებულ იქნა სტილბენი იონოგენური ჯგუფებით. პოლიმერული მატრიცის სახით ჩვენ გამოვიყენეთ გარუჯული ქარხნულად დამზადებული ფოტოჟელატინის ფირები.

სტილბენის დიფუზიური დოპირება სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარებით იქნა გამოყენებული რვა ნიმუშზე. გამხსნელის სრული აორთქლების შემდეგ, ჩვენ გამოვიკვლიეთ ორმაგისხივთტების ინდუცირების შესაძლებლობა გამჭვირვალე კომპოზიციებში.

სტილბენის კომპოზიციაში ინდუცირებული ეფექტების კინეტიკისა და რელაქსაციის კვლევისთვის ჩვენ გამოვიყენეთ ლაბორატორიაში შემუშავებული ფოტომეტრული დანადგარი. მაინდუცირებელი სინათლის წყაროთ გამოვიყენეთ ულტრაიისფერი ლაზერი ტალღის სიგრძით @365 ნმ, ინტენსივობით 150 მვტ/სმ². ასევე ცალ-ცალკე გამოვიყენეთ სამი ტალღის სიგრძე, რათა დაფარულ იქნას მთელი ხილული დიაპაზონი. ზონდირებისთვის ჩვენ გამოვიყენეთ ლაზერები შემდეგი ტალღის სიგრძეებით: წითელი რეგიონი 656 ნმ, მწვანე 532 ნმ და ლურჯი 445 ნმ. ფოტონდუცირებული ორმაგისხივოტეტების შესამჩნევად დაბალი დონე აშკარად ასოცირდება ფოტოლუმინესცენციის გამოჩენასთან. თანმხლები ლუმინესცენციის აღმოფხვრა არის კრიტიკული პირობა ისეთი მიმზიდველი მასალის ადექვატური გამოყენებისთვის, როგორცაა სტილბენები.

მიღებული შედეგები მოყვანილია სტატიაში *I.Chaganava, G.Kakauridze, B.Kilosanidze, L.Oriol, M. Piñol, "Photoanisotropy in a non -azobenzene composition with an extended operating range." In Laser Science (JW4A-14). Optica Publishing Group (under review).*

საანგარიშო პერიოდში უცხოელ კოლეგებთან თანამშრომლობით მიღებული წლევანდელი მიღწევები გამოქვეყნდა ორ სამეცნიერო ჟურნალში. მიმდინარე სამუშაო განხორციელდა შემდეგ კვლევით ჯგუფებთან კოლაბორაციის შედეგად: მეცნიერებისა და ტექნოლოგიის უნივერსიტეტი (Southern University of Science and Technology) შენჯენი, ჩინეთი და კენტის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მოწინავე მასალებისა და თხევადი კრისტალების ინსტიტუტი (Advanced Materials and Liquid Crystal Institute of Kent State University) კენტი, ოჰაიოს შტატი, აშშ. პირველი ნაშრომი მოიცავს პლაზმონიკური მოლეკულური ფოტოორიენტაციით მართული ბრტყელი ამრეკლი მიკროლინზური სისტემის შემუშავების დეტალებს. ტექნოლოგიაში გამოყენებული მასალის საკვანძო კომპონენტი სახელწოდებით SD-1 შემოთავაზებულია და სინთეზირებულია, ჩვენი ლაბორატორიის თანამშრომლის, ირაკლი ჩაგანავას მიერ {[H Yu](#), [M Jiang](#), [H Yun](#), [YZhu](#), [Y Qi](#), [Z Zhou](#), [I Chaganava](#), [QH Wei](#), "[Diffraction-limited flat reflective microlenses by plasmonic photopatterning of molecular orientations.](#)" *JOSA B*, 40(11), 2796-2800 (2023)}. ასევე, ცალკეულ პუბლიკაციაში გამოქვეყნებულია თხელფენოვან თხევად კრისტალებში ნემატიკურად-იზოტროპული გადასვლის პროცესის დაზუსტებული დეტალები, რაც მანამდე განუხორციელებელ ამოცანად რჩებოდა ვინაიდან მკვლევარები იყენებდნენ მხოლოდ გაყიდვაში არსებულ შუქმგრძობიარე კომპონენტებს. საკვლევი ობიექტის თხევადკრისტალური მასალის მნიშვნელოვნად გაუმჯობესება მოხდა, როდესაც კომერციული ქრომოფორი ჩანაცვლდა ჩვენი ლაბორატორიის წევრის მიერ დასინთეზებული ფუნქციური ბისაზოსაღებარით {[H Chen](#), [M Jiang](#), [Y Guo](#), [I Chaganava](#), [QH Wei](#), "[Nematic-Isotropic Phase Transition in Thin Slabs of Liquid Crystal with Topological Defect Arrays.](#)" *Soft Matter*, 2023·pubs.rsc.org}.

პროექტი 16.

საანგარიშო პერიოდში ჩვენ შევიმუშავეთ სენსიტომეტრიის პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული მეთოდი პოლარიზაციულად მგრძნობიარე (ფოტოანიზოტროპული) მასალების მაინდუცირებელი პოლარიზებული სინათლის ზემოქმედებაზე რეაქციის მნიშვნელობის განსაზღვრისათვის. რეაქციის ფუნქციების მნიშვნელობები გადაამწყვეტ როლს თამაშობენ ოპტიმალური კონფიგურაციის მაღალეფექტური პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ელემენტის შექმნაში. აქედან გამომდინარე, ამ ფუნქციების განსაზღვრის მარტივი და ტექნოლოგიური მეთოდის შემუშავება ძალზედ მნიშვნელოვანია.

აღვნიშნავთ, რომ პოლარიზებული სინათლის მიერ აღძრული ანიზოტროპიასა და გიროტროპიას და მაინდუცირებელი სინათლის პოლარიზაციის მახასიათებლებს შორის ურთიერთობის კანონზომიერება მიღებული იყო სტატიებში [12,26]. ფოტოინდუცირებული წრფივი და წრიული ორმაგსხივთების კომპლექსური კოეფიციენტები შედიან ამ კანონზომიერებაში და სკალარული (იზოტროპული) რეაქციის ფუნქცია სინათლის აქტინურ ინტენსივობაზე და ორ ვექტორულ რეაქციაზე - ანიზოტროპული რეაქცია წრფივად პოლარიზებულ სინათლეზე და გიროტროპული რეაქცია წრიულ პოლარიზებულ სინათლეზე შემოყვანილია პოლარიზაციულად- მგრძნობიარე მასალის ფოტოგამოძახილის აღსაწერად.

$$\hat{n}_{1,2}^2 = \hat{n}_0^2 + \hat{s}(I_1 + I_2) \pm \sqrt{[\hat{v}_L(I_1 - I_2)]^2 + [\hat{v}_G(I^+ - I^-)]^2},$$

აქ \hat{n}_1 და \hat{n}_2 მასალის ორმაგსხივთების კომპლექსური კოეფიციენტებია; \hat{n}_0 კომპლექსური გარდატეხის მაჩვენებელია საწყისს დაუსხივებელ მდგომარეობაში; კომპლექსური გარდატეხის მაჩვენებელია $\hat{n} = n - in\tau$ (n გარდატეხის კოეფიციენტის რეალური ნაწილია, ხოლო τ - ექსტინქიის კოეფიციენტი); \hat{s} , \hat{v}_L და \hat{v}_G რეაქციის კომპლექსური ფუნქციებია; $I_1 + I_2$, $I_1 - I_2$ და $I^+ - I^-$ მაინდუცირებელი სინათლის პირველი, მეორე და მეოთხე სტოქსის პარამეტრია, შესაბამისად.

ჩვენ შევიმუშავეთ ახალი პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული მეთოდი ფოტოანიზოტროპული მასალების სკალარული და ორი ვექტორული რეაქციების მნიშვნელობების დასადგენად. ამისთვის გამოვიყენეთ ორი პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული მესერების ჩაწერა ჩამწერი აქტინური კონებით ორთოგონალური და პარალელური წრფივი პოლარიზაციის მდგომარეობებით შესასწავლი მასალის ორ მიმდებარე არეზე. ენერგეტიკული ექსპოზიცია ორივე შემთხვევაში ტოლი იყო. ამის შემდეგ ჩაწერილი მესერები შუქთებოდნენ ვერტიკალურად წრფივად პოლარიზებული არააქტინური სინათლის პარალელური კონით და იზომებოდა დიფრაგირებული კონების ინტენსივობა: $I_{per, -1}$, $I_{per, +1}$ და $I_{para, -1}$.

შემუშავებულია ამ მეთოდის თეორიული მოდელი. მიღებულია პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული მესერების ჯონსის მატრიცები ორთოგონალური (ვერტიკალურ-ჰორიზონტალური) და პარალელურად ვერტიკალურად პოლარიზებული კონებით ჩაწერის შემთხვევაში.

პარალელური ვერტიკალურად პოლარიზებული კონებით გაშუქებისას, მივიღეთ დიფრაგირებული კონების ჯონსის ვექტორები და შესაბამისი ინტენსიობები, რომლებიც ცალსახად დამოკიდებული მარეგისტრირებელი მასალის რეაქციის ფუნქციების მნიშვნელობებზე.

ჩამწერი და გამშუებელი კონების პოლარიზაციის მდგომარეობის შემოთავაზებულმა კომბინაციამ შესაძლებელი გახადა რეაქციის მნიშვნელობების უფრო მარტივი მნიშვნელობების მიღება. მიღებულია შემდეგი ფორმულები პოლარიზაციულად მგრძობიარე მასალის სკალარული და ვექტორული რეაქციების განსაზღვრისათვის

$$s = \frac{2\sqrt{I_{II,-1}} - (\sqrt{I_{\perp,-1}} + \sqrt{I_{\perp,+1}})}{K}, \quad v_L = \frac{\sqrt{I_{\perp,-1}} + \sqrt{I_{\perp,+1}}}{K}, \quad v_G = \frac{\sqrt{I_{\perp,+1}} - \sqrt{I_{\perp,-1}}}{K}$$

$$K = \frac{\kappa d}{n_0} \psi^2 \eta$$

კოეფიციენტი, რომელიც დაკავშირებულია ჩამწერი კონების ტალღის სიგრძესთან და ინტენსიობასთან.. d არის მასალის

ფოტომგრძობიარე ფენის სისქე; n_0 არის მასალის რეალური გარდატეხის მაჩვენებელი; η - - საცდელი კონის ამპლიტუდა; $I_{\perp,+1}$, $I_{II,-1}$ - დიფრაგირებული კონების ინტენსიობები.

პროექტი 17.

ობიექტის მახასიათებლების განსაზღვრის მეთოდების საინფორმაციო ტევადობა არსებითად იზრდება, როდესაც სინათლის სხვა მახასიათებლებთან ერთად გათვალისწინებულია პოლარიზაციის მდგომარეობა. ამ შემთხვევაში, ინფორმაციის დამუშავებისთვის მხედველობაში მიიღება ასევე პოლარიზებული სინათლის პარამეტრები (ელიფსიურობა, აზიმუტი, ბრუნვის მიმართულება, და პოლარიზაციის ხარისხი ან სტოქსის ოთხი პარამეტრი).

ინფორმაცია ობიექტის მიერ გაბნეული, არეკლილი ან გამოსხივებული სინათლის პოლარიზაციის მდგომარეობის შესახებ თამაშობს სულ უფრო მზარდ როლს დისტანციური ზონდირების, ელიფსომეტრიის, ასტროპოლარიმეტრიის, ბიოლოგიის, მედიცინის და სხვა ამოცანებში. აქედან გამომდინარე, მარტივი, ზუსტი და რეალურ დროში მომუშავე პოლარიმეტრული მეთოდის შემუშავება პოლარიზაციის მდგომარეობის, მისი ხარისხის, ასევე მისი განაწილების სხვადასხვა ობიექტის ზედაპირზე ყოველგვარი სკანირების გარეშე, ამ განაწილების დისპერსიის გათვალისწინებით საკმაოდ აქტუალურია.

ჩვენ შევიმუშავეთ უნივერსალური სპექტროელიფსომეტრი და მისი ეფექტურობის გაზრდის მიზნით შემოვთავაზეთ ახალი პოლარიზაციის მდგომარეობის მანალიზებელი პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიულ ელემენტი ოპტიმალური კონფიგურაციით.

საანგარიშო პერიოდში შევიმუშავეთ უნივერსალური პოლარიმეტრული მეთოდი ობიექტიდან არეკლილი სინათლის პოლარიზაციის მდგომარეობის სრული ანალიზის საფუძველზე. რეალურ დროში პოლარიზაციის მდგომარეობის განსაზღვრისათვის შემოთავაზებულია ჩვენს მიერ შემუშავებული ინტეგრალური პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული დიფრაქციული ელემენტის გამოყენება.

ავლნიშნავთ, რომ ადრე ჩვენ შევიმუშავეთ პოლარიმეტრული მეთოდი პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული დიფრაქციული ელემენტის საფუძველზე, რომელიც ფორმირებას უკეთებდა დიფრაქციის 6 რიგს, რომელთაგან მხოლოდ ოთხი გამოიყენებოდა მანალიზებელი სინათლის პოლარიზაციის სრული მდგომარეობის (სტოქსის ოთხივე პარამეტრის) და მისი ცვლილების განსაზღვრის დროს [Kakauridze G., Kilosanidze B., SPIE Proceed., Vol. 7957, 7957-28 (2011); B. Kilosanidze, G. Kakauridze "Polarization State Sensor: Principles and Applications " In: Advances in Optics: Reviews, Vol. 6, pp. 33-54, Book Series, IFSA Publishing, S. L., (2022)], ეს კი მნიშვნელოვნად ამცირებდა ელემენტის ეფექტურობას.

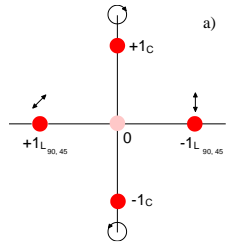
ამგვარი კონფიგურაციის ელემენტის გამოყენება გამოწვეული იყო იმით, რომ დღემდე არავის შეუქმნია მარეგისტრირებელი მასალა მაინდუცირებელ პოლარიზებულ სინათლეზე რეაქციის ფუნქციებით, რომლებიც აკმაყოფილებენ პირობას $\hat{s} \approx \hat{v}_L$ და $\hat{v}_L \approx -\hat{v}_G$ (Kilosanidze B., Kakauridze G. "Polarization-holographic gratings for analysis and transformations of light: 1. The analysis of completely polarized light," Applied Optics, 2007, Vol.46, No. 7, p. 1040-1049). აქ \hat{s} , \hat{v}_L და \hat{v}_G სკალარული, ანიზოტროპული და გიროტროპული რეაქციის ფუნქციებია.

ავლნიშნავთ, რომ პოლარიზებული სინათლის მიერ აღძრული ანიზოტროპიასა და გიროტროპიას და მაინდუცირებელი სინათლის პოლარიზაციის მახასიათებლებს შორის ურთიერთობის კანონზომიერება მიღებული იყო პროფესორ შ. ყაყიჩაშვილის მიერ [Какичашвили Ш. «О закономерности в фотоанизотропных явлениях», Оптика и спектроскопия, 52, №2, 317-321 (1982); Какичашвили Ш. «О закономерности в явлениях фотоанизотропии и фотогиротропии.» Оптика и спектроскопия, 63, №4, 911-917 (1987)]. ფოტონდუცირებული წრფივი და წრიული ორმაგსხივტების კომპლექსური კოეფიციენტები შედიან ამ კანონზომიერებაში და სკალარული (იზოტროპული) რეაქციის ფუნქცია \hat{s} სინათლის აქტნიურ ინტენსივობაზე და ორ ვექტორულ რეაქციაზე - \hat{v}_L ანიზოტროპული რეაქცია წრფივად პოლარიზებულ სინათლეზე და \hat{v}_G გიროტროპული რეაქცია წრიულ პოლარიზებულ სინათლეზე შემოყვანილია პოლარიზაციულად- მგრძნობიარე მასალის ფოტოგამოძახილის აღსაწერად.

მაღალეფექტური პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ელემენტის მიღებისთვის, საანგარიშო პერიოდში ჩვენ შევიმუშავეთ ელემენტი ოპტიმალური კონფიგურაციით, როცა მარეგისტრირებელი მასალის ერთ და იგივე არეზე ჩაწერილია მხოლოდ ორი მესერი: „C“ მესერი, ჩაწერილი ორი ცირკულარულად, ორთოგონალურად პოლარიზებული კონით, და მესერი „L“ ჩაწერილი ორი წრფივად პოლარიზებული კონით აზიმუტებით 90 და 45 გრადუსი. ამგვარი ელემენტი ფორმირებას უკეთებს დიფრაქციის 4 რიგს და ნულოვან არადიფრაგირებულ

კონას. ამ შემთხვევაში ელემენტზე სინათლის ტალღის ენერგეტიკული დანაკარგები მინიმალურია, ენერგია გადანაწილდება დიფრაქციის ოთხ რიგს შორის, რაც მნიშვნელოვნად ზრდის ელემენტის ეფექტურობას. ამასთან „L” მესერზე დიფრაგირებული კონების ინტენსიობები დამოკიდებულია ჩამწერი მასალის მახასიათებლებზე.

დიფრაქციის პროცესში ამგვარი ელემენტი შლის მასზე დაცემულ სინათლეს ორთოგონალურ წრიულ და წრფივ ბაზისებად და ქმნის ოთხ დიფრაქციულ რიგს. დიფრაქციის რიგის ინტენსივობების (I_{+c} , I_{-c} , I_{90} , I_{45}) ერთდროული გაზომვა ფოტოდეტექტორების გამოყენებით იძლევა სინათლის პოლარიზაციის მდგომარეობის სრული ანალიზის საშუალებას (სტოქსის ოთხი პარამეტრი S_0 , S_1 , S_2 , S_3) მიღებული ფორმულებით და პროგრამული უზრუნველყოფის გამოყენებით და ამასთან ჩამწერი მასალის რეაქციის ფუნქციების მნიშვნელობების გათვალისწინებით.



$$S_{0,\lambda_i} = k_{C,\lambda_i} I_{+c} + k_{C,\lambda_i} I_{-c}$$

$$S_{1,\lambda_i} = (k_{C,\lambda_i} I_{+c} + k_{C,\lambda_i} I_{-c}) - 2k_{90,\lambda_i} I_{90}$$

$$S_{2,\lambda_i} = 2k_{45,\lambda_i} I_{45} - (k_{C,\lambda_i} I_{+c} + k_{C,\lambda_i} I_{-c})$$

$$S_{3,\lambda_i} = k_{C,\lambda_i} I_{+c} - k_{C,\lambda_i} I_{-c}$$

ელემენტზე დიფრაქციის სქემატური სურათი

ჩვენ შევიმუშავეთ ჩამწერი მასალის მახასიათებლებით გამოწვეული ინტენსიობების დამახინჯების კომპენსაციის მეთოდი. ეს მიდგომა ასტრონომიაში ატმოსფერული გავლენის შესამცირებლად ადაპტური ოპტიკის გამოყენების მსგავსია. შემუშავდა მაქსიმალურად ეფექტური პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული დიფრაქციული ელემენტის მიღების შესაბამისი თეორიული მოდელი. ჩვენ მივიღეთ გამოსახულებები სტოქსის პარამეტრების განსაზღვრისათვის ელემენტზე ოთხი დიფრაგირებული რიგის ინტენსივობების გამოყენებით და შესაბამისად ოპტიკური პარამეტრების განსაზღვრისათვის. მოდიფიცირებულ იქნა ელემენტის მიღების ოპტიკური სქემა.

თეორიული მოდელის თანახმად მარეგისტრირებელი მასალის სკალარული და ვექტორული რეაქციების პრეციზიულ განსაზღვრას აქვს გადაწყვეტი მნიშვნელობა. ჩვენ შევიმუშავეთ ამ რეაქციების განსაზღვრის ახალი პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული მეთოდი (2023 წლის ანგარიშის ამოცანა 3). მიღებულ იქნა გამოსახულებები რეაქციის ფუნქციების დასადგენად ორ სპეციალურ პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიულ მესერზე დიფრაგირებული რიგების ინტენსივობების გაზომვის საშუალებით. ორი მესერი ჩაწერილ იქნა პოლარიზაციულად მგრძობიარე მასალის ორ მიმდებარე არეზე. შემუშავებულ იქნა ამგვარი მესერების ჩაწერის ოპტიკური სქემა.

ელემენტს აქვს ფართო სამუშაო სპექტრული დიაპაზონი (500 -1600 ნმ). მას აქვს კუთხური დისპერსია. ელემენტის სრული დიფრაქციული ეფექტურობა ტალღის სიგრძეზე 532 ნმ არის 75% და 635 ნმ 55%-თან ახლოს, ხოლო 1550 ნმ 8%-თან ახლოს. ამჟამად სტოქსის პარამეტრების გაზომვის სიზუსტე არის დაახლოებით 0,1%.

პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ელემენტი ფოტოდეტექტორების მატრიცით (CCD) და შესაბამისი პროგრამული უზრუნველყოფით წარმოადგენს რეალურ დროში მომუშავე გამოსახულების სპექტროპოლარიმეტრს [1] ან პოლარიზაციის მდგომარეობის სენსორს.

დიფრაქციული რიგები შეიცავენ ობიექტის გამოსახულებებს, რაც საშუალებას იძლევა განისაზღვროს პოლარიზაციის განაწილება ობიექტის გამოსახულების ყველა წერტილში. პოლარიზაციის განაწილების დისპერსია ასევე შეიძლება მიღებულ იქნას ობიექტის გამოსახულებაში ნებისმიერი ტალღის სიგრძისთვის სამუშაო დიაპაზონიდან (როდესაც გამოიყენება ვიწროზოლიანი ფილტრები).

ამ მეთოდზე დაფუძნებული სპექტროპოლარიმეტრი იქნება მსუბუქი, ზუსტი, კომპაქტური, შედარებით იაფი, მას არ აქვს შიდა არეკვლევა, მუშაობს რეალურ დროში და აქვს უნარი გაანალიზოს სწრაფი პროცესები ცვლადი პოლარიზაციით.

საანგარიშო პერიოდში მიღებულია საქართველოს პატენტი **P 2023 7555 B**. გომოგონების დასახელება: „*მოწყობილობა პოლარიზაციის მდგომარეობისა და მისი ცვლილების განსაზღვრისთვის და მისი გამოყენება ელიფსომეტრიაში.*“

პროექტი 18.

. საანგარიშო პერიოდში ჩავატარეთ ჩვენ მიერ შემუშავებული გამოსახულების სტოქსის სპექტროპოლარიმეტრის მოდიფიცირება. შევნიშნავთ, რომ სინათლის პოლარიზაცია და მისი გაზომვის მეთოდი ანუ პოლარიმეტრია ასტროფიზიკის ერთ-ერთი ძლიერი ინსტრუმენტია, რომელიც საშუალებას გვაძლევს შევისწავლოთ ასტრონომიულ ობიექტებში გამოსხივების წარმოქმნის წყაროს ასიმეტრიულობა, მაგნიტური ველების სიმძლავრე და კონფიგურაცია. დროში სწრაფად ცვლადი პოლარიზაციის წყაროები და მათთან დაკავშირებული დინამიური პროცესები, როგორებიცაა მაგალითად პულსარები, აქტიური გალაქტიკების ბირთვები, ზოგიერთი ცვლადი ვარსკვლავები და სხვა, შესაძლებელია უკეთ იქნას შესწავლილი მაღალი დროითი გარჩევის პოლარიმეტრის მეშვეობით. განფენილი ობიექტების პოლარიზაციული შესწავლა კი საშუალებას გვაძლევს დავადგინოთ ასტრონომიულ ობიექტებში ფიზიკური მახასიათებლების სივრცული განაწილება.

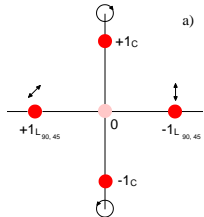
ჩვენ შევიმუშავეთ პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული სტოქსის გამოსახულებითი სპექტრო პოლარიმეტრი, რომელიც საშუალებას იძლევა გავზომოთ სრულად და რეალური დროის მასშტაბში წერტილოვანი ან განფენილი ასტრონომიული ობიექტის სინათლის წყაროს

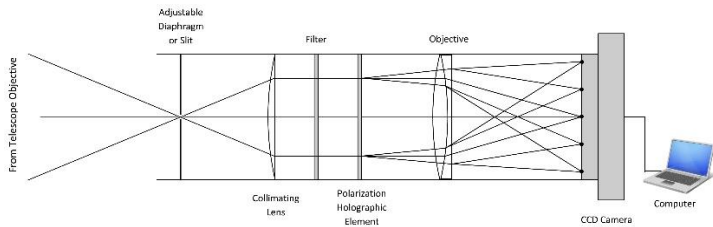
პოლარიზაციული მდგომარეობა სტოქსის ოთხივე პარამეტრის მნიშვნელობების მეშვეობით სინათლის დეტექტორის ერთი ექსპოზიციის განმავლობაში სპექტრის ოპტიკურ დიაპაზონში.

ჩვენს მიერ შემუშავებული ასტროპოლარიმეტრი უნივერსალურია ანუ მისაღები სხვადასხვა ასტრონომიული ობიექტების დაკვირვებისათვის როგორც პოლარიმეტრიულ, ასევე სპექტრო-პოლარიმეტრიულ რეჟიმში; კომპაქტური ანუ მორგებადი ნებისმიერი ზომის ტელესკოპისათვის როგორც დედამიწაზე, ასევე - კოსმოსში; მარტივი აგებულების ანუ მაქსიმალურად თავისუფალი დამატებითი ოპტიკური თუ მექანიკური დეტალებისაგან; იოლი ნებისმიერი მომხმარებლისათვის ანუ მარტივი დაკვირვების მეთოდით და მონაცემების დამუშავების თვალსაზრისით; სწრაფი ანუ შეუზღუდავი მაღალი გარჩევის დროითი პოლარიმეტრისათვის; ხელმისაწვდომი ანუ დაბალი თვითღირებულების მქონე რათა ხელმისაწვდომი ყოფილიყო როგორც დაბალ ბიუჯეტის პროექტებისათვის, ასევე - ასტრონომიის მოყვარულთათვის.

პოლარიმეტრის ძირითად მანალიზებელ კომპონენტად გამოყენებულია პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ელემენტი. ადრე ჩვენ ვიყენებდით ელემენტს, რომელიც წარმოადგენს სამი სხვადასხვა ტიპის პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული დიფრაქციული მესერის კომბინაციას, რომელიც ჩაწერილია ჰოლოგრაფიული მეთოდით პოლარიზაციულად მგრძობიარე მასალაზე [Kakauridze, G., Kilosanidze, B., Kvernadze, T. and Kurkhuli, G., "Astropolarimetry with a new polarization-holographic imaging Stokes polarimeter." *Journal of Astronomical Telescopes, Instruments, and Systems JATIS*, 5(1), 015002 (2019); Kilosanidze, B., Kakauridze, G., Kvernadze, T. and Kurkhuli, G. „Innovative polarization-holographic imaging Stokes spectropolarimeter for astronomy.“ *Proc. SPIE 10110* (2017)].

საანგარიშო პერიოდში ჩვენ ჩავატარეთ ასტროპოლარიმეტრის მოდიფიცირება უფრო მაღალი დიფრაქციული ეფექტურობის მქონე ელემენტის გამოყენებით, რომელიც შეიცავს ორ პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიულ მესერს. ამგვარი ელემენტის აღწერილობა მოყვანილია ამ ანგარიშის ამოცანაში 1-ში. ნახაზზე მოყვანილია პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიულ ელემენტზე დიფრაქციის სქემატური სურათი, პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული გამოსახულებათა სტოქსის სპექტროპოლარიმეტრის ფოტო (პოლარიმეტრი აღჭურვილია Starlight Express Trius SX-36 CCD კამერით) და სპექტროპოლარიმეტრის ოპტიკური სქემა.





ოპტიკური ელემენტის ჩაწერისათვის გამივიყენეთ ორგანული პოლარიზაციულად მგრძობიარე მასალა ორკომპონენტური კომპოზიციის სახით. როგორც სინათლის შთამნთქმელი კომპონენტი, ჩვენ ავირჩიეთ ჩვენს მიერ სინთეზირებული ძალზედ ეფექტური ბისაზოსაღებარი ოთხი იონოგენური ჯგუფით ტეტრანატრიუმის მარილის სახით (MPY4Na-დიმერი). მასალის პოლიმერულ მატრიცად გამოყენებული იყო ქარხნულად დამზადებული გარუჯული ფოტოჟელატინის ფირი. ფოტოანიზოტროპული მასალა აჩვენებს გამოხატულ მგრძობელობას სინათლის წრფივად პოლარიზებული ჩამწერი სხივის მიმართ ტალღის სიგრძით 445 ნმ. უნდა აღინიშნოს, რომ არეგისტრირებული მასალის ჰიდროფილური ბუნების გათვალისწინებით, მათზე დაფუძნებული ელემენტები გაშრობის შემდეგ დაცული უნდა იყოს საფარი მინით ატმოსფერული ტენიანობისგან.

CCD გამოსახულებათა სერია გადაღებულია სინათლის პოლარიზაციის სხვადასხვა მდგომარეობისთვის, როგორც წრიული, ასევე წრფივი ტესტირებისთვის. ელემენტის მუშა სპექტრული დიაპაზონია 500-1600 ნმ. ელემენტის ზოგადი დიფრაქციული ეფექტურობა ტალღის სიგრძეზე 532 ნმ ახლოსაა 75%-ს, 635 ნმ - 60%-ს, 1150 ნმ - 20%-ს და 1550 ნმ - 8%-ს. ეს მიღწეული იქნა მაღალეფექტური და სტაბილური ჩამწერი მასალისა და ოპტიმალური კონფიგურაციის პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ელემენტის გამოყენებით. პოლარიმეტრის კალიბრებისთვის, განხორციელდა Vega-ს დაკვირვებები სტანდარტული V ფილტრის მეშვეობით. პოლარიმეტრი დამონტაჟდა რეფრაქტორზე 10 სმ დიაფრაგმით და ფოკუსური სიგრძით 1 მ.

ჩვენ ჩავატარეთ მზის სპიკულების სატესტო სპექტროპოლარიმეტრიული დაკვირვებები H α და He I D3 ზოლში სხვადასხვა ქრომოსფერულ სიმაღლეებზე საქართველოს ეროვნული ასტროფიზიკური ობსერვატორიის 53 სმ-იან კორონაგრაფზე დამონტაჟებული ინოვაციური პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული გამოსახულების სტოქსის სპექტროპოლარიმეტრის გამოყენებით.

ექსპერიმენტულმა შედეგებმა აჩვენა, რომ ლაბორატორიული მოდელის ცდომილება დაახლოებით 10-2, რაც ადასტურებს ასეთი პოლარიმეტრის დიდ პოტენციალს სხვადასხვა ასტრონომიულ ობიექტის დაკვირვებისთვის, მათ შორის მზის აქტიური წარმონაქმნების სპექტროპოლარიმეტრიული დაკვირვებისთვის, როგორებიცაა მზის სპიკულები და პროტუბერანცები. პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული გამოსახულებათა სტოქსის სპექტროპოლარიმეტრი კომპაქტურია, მსუბუქი და მისი დაყენება შესაძლებელია როგორც დედამიწის დიდ, ასევე მცირე, ასევე კოსმოსურ ტელესკოპებზე.

მიღებული შედეგები მოხსენებული იყო SPIE Optics&Photonics სიმპოზიუმის ფარგლებში ჩატარებულ კონფერენციაზე „Astronomical Optics: Design, Manufacture, and Test of Space and Ground Systems IV“ და გამოქვეყნდა კონფერენციის მასალებში სრული სტატიის სახით: *B.Kilosanidze, G.Kakauridze, I.Chaganava, T.Kvernadze, G. Kurkhuli, L. Oriol, M. Piñol, Qi-Huo Wei.* “Application of the polarization-holographic imaging Stokes spectropolarimeter in astronomy.” *In Astronomical Optics: Design, Manufacture, and Test of Space and Ground Systems IV , SPIE Proceedings, Vol 12677, pp. 295-303, 2023).*

პროექტი 19.

- გამჭოლი და ამრეკლი ტიპის 3D ჰოლოგრამების მიღების შესაძლებლობის თეორიული კვლევა.
- 3D ჰოლოგრამიდან აღდგენილი ინფორმაციის ელიფსომეტრული მულტიპლექსური ანალიზი; ვექტორულ-მორფოლოგიური პარამეტრების მისაღები მეთოდის შემუშავება.
- რეკონსტრუირებულ ტალღურ ფრონტზე აპოსტერიორული ელიფსომეტრული ექსპერიმენტების ჩატარების შესაძლებლობის თეორიული პირობების განსაზღვრა.
- დამაბულობის ველში განთავსებული ნანოობიექტის მიერ ფორმირებული ველის პოლარიზაციის ხარისხის განსაზღვრა; ანალიტიკური გამოსახულების მიღება.

ანიზოტროპულ-გროტროპული ნანოსტრუქტურების მორფოლოგიური მახასიათებლების მულტიპლექსური პოლარიზაციულ-ლუმინესცენტური ჰოლოგრაფიული ანალიზის და 3D ვიზუალიზაციის აქტუალობა განპირობებულია ნანოსტრუქტურების სიღრმისეული შესწავლით და პრაქტიკული გამოყენების აუცილებლობით. ამ ხრივ განსაკუთრებით საინტერესოა პოლარიზაციულ-ლუმინესცენტური ჰოლოგრამების მულტიპლექსური ბუნება (**მრავალსახოვანი**) – **სამგანზომილებიანი გამოსახულების რეგისტრაციის მეთოდი, მრავალი ტიპის ჰოლოგრამების ჩაწერით ერთ მატარებელზე**, ანუ უნარი, მათი საშუალებით განხორციელდეს სხვადასხვა ფიზიკური ბუნების მქონე ანიზოტროპულ-გროტროპული ობიექტების (პოლარიზაციული ნანოსტრუქტურების) მულტიპლექსური პოლარიზაციულ-ლუმინესცენტური ჰოლოგრაფიული ანალიზი – ანალიტიკური მეთოდების ერთობლიობა, რომელიც საშუალებას იძლევა რეკონსტრუირებული ობიექტის ტალღის ველების მულტიპლექსური ანალიზის საფუძველზე ერთდროულად (ერთი ანალიზის დროს, ამასთან ერთ მატარებელზე) განისაზღვროს ნანოსტრუქტურების როგორც ანიზოტროპული, ასევე გროტროპული მახასიათებლები და ჰოლოგრაფირებადი ობიექტის პოლარიზაციის სხვადასხვა მდგომარეობა, მათ შორის მატარებლის გამოსხივების (ემისიის) სხვადასხვა სიხშირეზე. ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე პოლარიზაციულად მგრძნობიარე ლუმინესცირებად არეებში **ჩვენ მიერ** პირველად იქნა შემუშავებული პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული სპექტრული პორტრეტის კონცეფცია (ცნება), რომელიც წარმოადგენს

რეკონსტრუირებულ (ფანტომურ) ობიექტზე ანიზოტროპულ-გიროტროპული ობიექტის დენისიუკის მულტიპლექსური ჰოლოგრამის სხვადასხვა ფიზიკური ხასიათის პოლარიზაციის სპექტრების ერთობლიობას. ეს შესაძლებელს ხდის ინფორმაციის მოპოვებას არა მხოლოდ კოლოიდური სისტემების ქიმიური შემადგენლობის შესახებ, არამედ ნანონაწილაკების შესახებ, რომლებიც შესაძლოა იყოს ნივთიერებაში (ანალიტში)

ხაზგასმით აღვნიშნავთ, რომ ჩვენ მიერ (A. Purtseladze, V. Tarasashvili, V. Shaverdova S. Petrova „Polarization memory of Denisyuk holograms formed in unpolarized light,” *J. of Appl. Spectroscopy*, Vol. 81, No. 1, 2014. DOI: [10.1007/s10812-014-9887-8](https://doi.org/10.1007/s10812-014-9887-8)) თეორიულად და ექსპერიმენტულად ნაჩვენები იყო, რომ პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული რეგისტრაცია სრულად არაპოლარიზებული სინათლის წყაროს გამოყენებით შესაძლებელს ხდის შემდგომი რეკონსტრუქციისას, ნებისმიერი პოლარიზაციის მქონე ტალღით, ადადგენილი იქნას საობიექტო ველის იდენტური ტალღა, განათებული იმავე ტალღით. აქედან გამომდინარე მულტიპლექსური პოლარიზაციულ-ლუმინესცენტური ჰოლოგრაფიული ანალიზის რეალიზაციისათვის აუცილებელია, რომ პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული რეგისტრაცია ანალიტზე (მატარებელზე) განხორციელდეს არაპოლარიზებული სინათლის წყაროს გამოყენებით. აქვე აღვნიშნავთ, რომ უაღრესად მნიშვნელოვანია და ხელსაყრელი შემოთავაზებული მეთოდის ექსპრესიულობისა და პროდუქტიულობის გამოყენება ობიექტებისათვის, რომლებიც წარმოადგენს რთულ კოლოიდურ სისტემებს, მათი იდენტიფიკაციის, კლასიფიკაციის, დიაგნოსტიკისა და ხარისხის კონტროლის პროცესში.

პროექტი 20.

ტექნოლოგიების ფართო სპექტრის განვითარებამ, რომელიც დაფუძნებულია ნანოზომის მასალების გამოყენებაზე მედიცინასა და ბიოლოგიაში, ახალი შესაძლებლობები გააჩინა მთელი რიგი დაავადებების დიაგნოზირებისა და მკურნალობისათვის.

ნანონაწილაკების უნიკალური თვისებები ნანოპრეპარატების გამოყენების ახალ პერსპექტივას ქმნის სხვადასხვა დაავადებების, მათ შორის ონკოლოგიური დაავადებების სამკურნალოდ. ნანომედიცინის სფეროში კვლევის მნიშვნელოვანი ნაწილი ეძღვნება მაგნიტური ნანონაწილაკების, გრაფენის ოქსიდისა და ბორის ნიტრიტის ნანოწარმონაქმნების გამოყენებით ფუნდამენტურად ახალი სამკურნალწამლო საშუალებების შემუშავებას, როგორც წამლის გადამტანი ქსოვილებსა და სამიზნე უჯრედებში.

ბიოსამედიცინო დანიშნულების ნანომასალების ფართო სპექტრიდან, ზემოთ ხსენებული მასალების ნწ-ების შემცველი კოლოიდური დისპერსიები წარმოადგენს ძალზე პოპულარულ და პერსპექტიულ მასალებს საინტერესო ფიზიკურ-ქიმიური და ფარმაკოკინეტიკური თვისებების გამო [3].

Fe₃O₄ ნნწ-ების მიღების ფართოდ ცნობილი მეთოდია თანადალექვის მეთოდი. სასურველი ზომის, ფორმის და საჭირო ფიზიკური, ქიმიური და ფარმაკოკინეტიკური მახასიათებლების მქონე რკინის ოქსიდის ფუნქციონალური ნანონაწილაკების მიღება დამოკიდებულია მათი სინთეზის დროს გამოყენებული მარილების სახეობაზე, ორ და სამვალენტიანი რკინის იონების თანაფარდობაზე, რეაქციის ტემპერატურაზე, pH სიდიდეზე, რეაქციის მსვლელობის გარემოზე (ვაკუუმი, ინერტული აირის გარემო, ერთგვაროვნება), გარემოს იონურ ძალაზე და რეაქციის სხვა პარამეტრებზე (მაგ: შერევის სისწრაფეზე, თანადალექვის სიჩქარეზე, შემოგარსვაზე, შეუღლებაზე, დეკანტაციაზე) და ა.შ.

პირველ პერიოდში განხორციელდა არსებული კონტროლირებადი თანადალექვის მეთოდის ავტომატიზირებული უწყვეტი ტექნოლოგიური ხაზის (უტხ) გაფართოება/მოდერნიზაცია ფუნქციონალური მნწ სინთეზის გასაუმჯობესებლად. კერძოდ, მაგნიტური ნანოსითხის (მნს) სტაბილიზაციისა და მონოდისპერსიულობის გასაუმჯობესებლად, ასევე სინთეზის აღწარმოებადობის ასამაღლებლად არსებულ უტხ-ში მოხდა ჩვენს მიერ შექმნილი მოდერნიზებული ელექტროჰიდრაულიკური განმუხტვის დანადგარის, ულტრაბგერითი რეაქტორის (ულტრაბგერითი დისპერგირება), ინერტული აირის (შლენკის ხაზის, აზოტის გენერატორით NITRO-GEN™), ტუმბოიანი შპრიცის (UTMY Syringe pump, UT-620) და დეკანტაციის სისტემების ჩართვა. მსგავსი მიდგომა ხელს შეუწყობს ბიოსამედიცინო დანიშნულების აღწარმოებადი ფუნქციონალური ნწ-ების სინთეზის მასშტაბირებასა და მიღებული მასალების კომერციალიზაციას.

აქედან გამომდინარე, ჩვენს მიერ შემოთავაზებული მულტიფუნქციონალური ნწ-ების სინთეზის ინოვაციური ტექნოლოგიის უნიკალურობა და უპირატესობა არსებულ ანალოგებთან შედარებით მდგომარეობს იმაში, რომ ის საშუალებას გვაძლევს განვახორციელოთ ბიოსამედიცინო გამოყენების ნწ-ების სინთეზის, მოდიფიცირებისა და მულტიფუნქციონალიზაციის ცალკეული პროცედურები ერთ ტექნოლოგიურ ციკლში კონკრეტული ამოცანის შესაბამისი ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლების მქონე ნანოსისტემების მისაღებად.

ამგვარად, რკინის ოქსიდის ნანონაწილაკების მონოდისპერსიულობის ასამაღლებლად ჩვენ შევიმუშავეთ მეთოდი, სადაც ნანონაწილაკების სინთეზის ერთ-ერთ ეტაპზე ვიყენებთ ელექტროჰიდრაულიკურ ეფექტს. როგორც გვიჩვენებს კვლევები, შემოთავაზებული მიდგომა მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს ნანოსითხეების თვისებებს. ელექტროჰიდრაულიკურ ეფექტთან დაკავშირებული მძლავრი ოსცილაციები დამატებით ახორციელებს ქიმიურად სინთეზირებული ნაწილაკების ჰომოგენიზაციას. სამუშაოს ფარგლებში მოხდა ამ საპილოტე



სურ. 1 მოდერნიზებული ელექტროჰიდრავლიკური დანადგარი მნს-ის დამუშავების პროცესში.

დანადგარის მოდერნიზება დენის და ძაბვის სენსორებით, რომლითაც ხდება განმუხტვის ძირითადი პარამეტრების ერთდროული მონიტორინგი ოსცილოგრაფის მეშვეობით (სურ. 1).

სინთეზის ყველა პროცესი უნდა განხორციელდეს ინერტულ ატმოსფეროში, კლასიკური შლენკის ხაზის ტექნიკის გამოყენებით, რომელიც გერმანელმა ქიმიკოსმა ვილჰელმ შლენკმა (Wilhelm Schlenk) შეიმუშავა მე-20 საუკუნის დასაწყისში. ის წარმოადგენს მინის ორ პარალელურ მილაკს, რომელსაც აქვს ამ ორი მინის მილაკის დამაკავშირებელი არხი დაბოლოებული ინდივიდუალური ჩამკეტ/გამხსნელი ვენტილებით (სურ. 2).

უპირველესად შლენკის ხაზი გამოიყენება რეაქტიული ნივთიერებების დეაირიზაციაზე დაახლოებით 30 წთ ვაკუუმში ოთახის ტემპერატურაზე უფრო მაღალ მნიშვნელობაზე მექანიკური შერევის პირობებში. შემდეგ ხსნარი იგივე პირობებში გამოიფრქვევა აირადი აზოტით. უნდა აღინიშნოს, რომ Schlenk-ის ხაზის ტექნიკის



სურათი 2. დამონტაჟებული შლენკის ხაზი.

გამოყენებით ქიმიური რეაგენტების დეგაზირება და სინთეზის მთელი პროცესის განმავლობაში მექანიკური შერევის პირობებში მისი მოქმედება აუცილებელია Fe^{3+}/Fe^{2+} თანაფარდობის შესანარჩუნებლად.



სურათი 3. აზოტის გენერატორი NYTRO - GEN™

შლენკის ხაზი იკვებება აზოტის გენერატორით NYTRO - GEN™. უტხ შლენკის ხაზთან ერთდება ვაკუუმის შლანგების მეშვეობით, ამისათვის უნდა გაიხსნას ვაკუუმური ხაზის ვენტილი და ვენტილი მოწყობილობაზე, რათა მოხდეს სისტემიდან ჰაერის გაწოვა (ვაკუუმის შექმნა). შემდეგ უნდა გადაიკეტოს ვაკუუმური ხაზის ვენტილი და სისტემა გამოიქრევოს ინერტული აირით, აირის ბალონის რედუქტორისა და ინერტული აირის ხაზის ვენტილების მიმდევრობითი გაღებით (სურ. 4).



*სურათი 4. შლენკის ხაზის მიერთება უტბ-თან. მოდერნიზებული უტბ.
მოდერნიზებული უტბ ასევე დატვირთულია ტუმბოიანი შპრიცით (სურ.
5).*



სურათი 5. ტუმბოიანი შპრიცი.

ტუმბოიანი შპრიცი (UTMI Syringe Pump, UT-620) არის მოწყობილობა, რომელიც შექმნილია კონკრეტული ხსნარის (NH_4OH) კონტროლირებადი მიწოდებისთვის შპრიცის საშუალებით ავტომატურ რეჟიმში ქიმიური რეაქციის მიმდინარეობის უზრუნველსაყოფად. ამავე პერიოდში ჩვენს მიერ შექმნილი იქნა: იონიზატორი Sartorius, ARIUM[®]MINI და



სურათი 6. იონიზატორი

ბიდსტილატი BY-HYDRO STILL 4.1(სურათი 7).



სურათი 7. ბიდისტილატი.

სამუშაოს ფარგლებში განსახორციელებული რკინის ოქსიდის შემცველი ნანოსუსპენზიების მომზადების მეთოდოლოგია მდგომარეობს რკინის ორ და სამ ვალენტიანი მარილების ქიმიურ თანადალექვაში ტუტე გარემოში. თანადალექვის შედეგად მიიღება რკინის ოქსიდის (ჩვენ შემთხვევაში მაგნეტიტის - Fe_3O_4) ნანონაწილაკების შემცველი სუსპენზია, რომელიც შემდგომ ექვემდებარება pH-ის რეგულირების, ელექტროჰიდრაულიკური ან ულტრაბგერითი დამუშავების, შემოგარსვის და ფუნქციონალიზაციის პროცედურებს. ყოველ კონკრეტულ ეტაპზე (ნანონაწილაკების სინთეზი, შემოგარსვა, ფუნქციონალიზაცია) ჩვენ ვიყენებთ ნანოსუსპენზიის გამორეცხვის პროცედურას, რომელიც გულისხმობს სინთეზის შედეგად წარმოქმნილი არასასურველი რეაქციის პროდუქტების (ამონიუმის ქლორიდისა და სულფატის) და ჭარბი ტუტის, ასევე შესაძლო რკინის იონების, ელექტროჰიდრაულიკური დამუშავების შემთხვევაში კი ელექტროდიდან ამოგლეჯილი ლითონის ნაწილაკებისგან გამორეცხვას.



სურათი 8. დეკანტაციის სისტემა

იმის გამო, რომ საქმე გვაქვს მაგნიტურ ნანოსუსპენზიებთან, ბევრად ხელსაყრელია გამორეცხვა მოვახდინოთ მუდმივი ან ელექტრო მაგნიტების მეშვეობით. რკინის ოქსიდის სუსპენზიის მუდმივ მაგნიტზე დეკანტაციის გზით ზემოთაღნიშნული არასასურველი

პროდუქტების მოცილება ხდება ჩვენს მიერ შემუშავებული გამორეცხვის სისტემის მეშვეობით. პროცედურა მეორდება მანამ, სანამ არ მივიღებთ სასურველ ფიზიოლოგიური ნიშნულის $pH=7.4$ ნანოსითხეს.

გამორეცხვა დეკანტაციით ასევე საჭიროა მიღებული მაგნიტური ნანონაწილაკების რომელიმე ბიოლოგიურად აქტიური სურფაქტანტით შემოგარსვის შემდგომ. ზოგჯერ საჭიროა მოვაცილოთ ჭარბი სურფაქტანტის რაოდენობა, რომლითაც არ შემოიგარსა ნანონაწილაკი და გახსნილია სუსპენზიაში. ასევე, სურფაქტანტი მოქმედებს ხსნარის საერთო pH -ზე და საჭიროა pH -ის რეგულირება. ყოველივე ამისათვის, ჩვენ შევქმენით ოპტიმიზირებული დეკანტაციის სისტემა, რომელიც კარგად ესადაგება ჩვენს მიერ პროექტირებულ ავტომატური უწყვეტი ტექნოლოგიის ხაზს.

სისტემა მუშაობს შემდეგნაირად: რეაქტორის ყელში ჩაშვებულია შესაბამისი მინის მილაკი, რომელიც უზრუნველყოფს სუფთა დისტილირებული წყლის შეყვანას და გამორეცხილი სითხის გამოტანას პერისტალტიკური ტუმბოების დახმარებით, რომლებიც იმართება ცენტრალური კომპიუტერიდან. გამორეცხვის შემდგომ მიღებული ხსნარი გადადის ტექნოლოგიური ციკლის შემდგომ ეტაპზე.

არსებული უტხ-ს მოდერნიზება, კერძოდ მასში ელექტროჰიდრაულიკური დანადგარის, ულტრაბგერითი რეაქტორის, syringe pump-ის დეკანტაციისა და ინერტული აირის სისტემების (შლენკის ხაზის) ჩართვა, შესაძლებელს გახდის უფრო ეფექტური გავხადოთ სინთეზის პროცესი და მივიღოთ მაღალდისპერსიული, მცირე რადიუსული განაზნევის, მულტიფუნქციონალიზირებული ნანონაწილაკების შემცველი აღწარმოებადი ნანოსისტემის სინთეზის ეფექტური პლატფორმა.

ასევე ავლნიშნავთ, რომ ბოლო დროს ჩვენს მიერ შეძენილია Litesizer 500 particle analyzer (Anton Paar, Graz, Austria), რომელიც ზომავს ნანოსისტემის ჰიდროდინამიურ დიამეტრსა და ძეტა პოტენციალს. ასევე ხელსაწყო FTIR Thermo Scientific™ Nicolet™ iS™ 5, რომელიც ავლენს სხვადასხვა მოლეკულების კავშირებს ნანონაწილაკების ზედაპირზე.

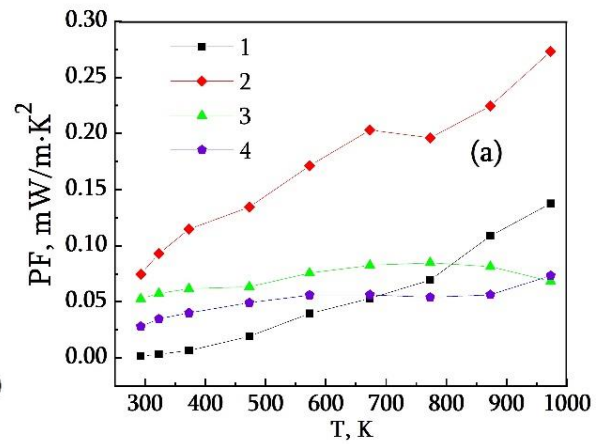
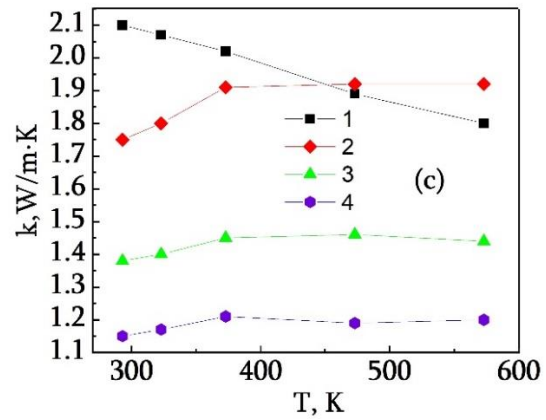
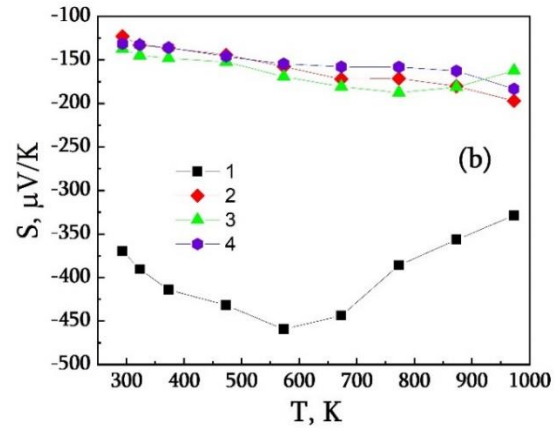
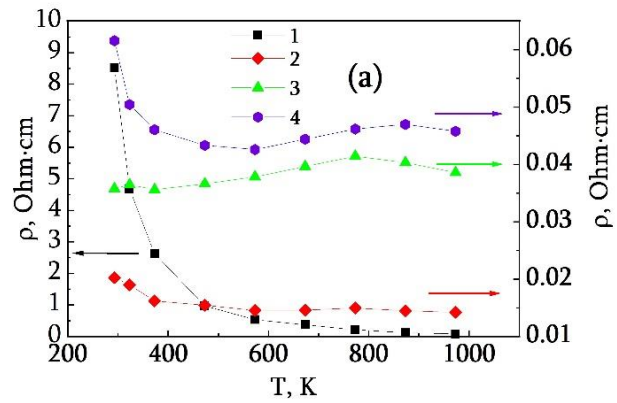
პროექტი 21.

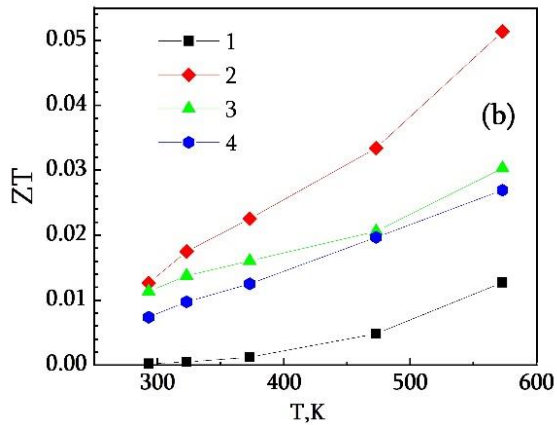
პრაქტიკულ შედეგზე ორიენტირებული თერმოელექტრობის კვლევისას საჭიროა აქცენტების განაწილება p და n ტიპის თერმოელექტრიკებზე, ვინაიდან გაფანტული სითბოსგან ელექტროენერჯის მისაღებად თერმოელექტროგენერატორებში (TEG) გამოიყენება p და n ბლოკების კომბინაცია.

ვინაიდან p ტიპის თერმოელექტრიკებზე მუშაობა ძირითადად საგრანტო თემატიკებში იყო კონცენტრირებული, პროგრამული თემატიკისთვის გამოყოფილი დრო მიმდინარე წელიწადს დავეთმეთ n ტიპის თერმოელექტრიკების შესწავლას, კერძოდ, კალციუმის მანგანატის — CaMnO_3 -ის თერმოელექტრული პარამეტრების გაუმჯობესებას დოპირებისა და კოდოპირების მეშვეობით.

ზოლ–გელ ტექნოლოგიით დამზადდა საყრდენი და დოპირებული ნიმუშების შემდეგი სერია: CaMnO_3 (N1, საყრდენი) და დოპირებული $\text{Ca}_{0.9}\text{Lu}_{0.05}[\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7]_{0.03}\text{MnO}_3$ (N 2), $\text{Ca}_{0.9}\text{Er}_{0.05}[\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7]_{0.03}\text{MnO}_3$ (N 3) და $\text{Ca}_{0.9}\text{Lu}_{0.025}\text{Er}_{0.025}[\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7]_{0.03}\text{MnO}_3$ (N 4). სინთეზისთვის პრეკურსორ მასალებად ავიღეთ CaCO_3 , $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, Lu_2O_3 , Er_2O_3 , და $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$. ხსნარში ჰომოგენიზაციისა და პირველადი ქიმიური რეაქციის ჩასატარებლად გამოვიყენეთ ISTC GE-2776 პროექტის ფარგლებში შეძენილი მაგნიტური შემრევი (სტირერი SMHS-3, Nabitex Scientific GmbH) ტემპერატურის რეგულირებით. რეჟიმის ოპტიმიზაციისთვის ჩატარებულმა უამრავმა ცდამ მიგვიყვანა 80°C ტემპერატურასა და 30–40 წუთის მანძილზე შერევის პროცედურამდე, რის შედეგადაც ცილდებოდა ზედმეტი ნესტი და ნარევი მიდიოდა გელის კონდიციამდე. მიღებული გელი გამოიწვებოდა 500 გრადუსზე, ხოლო მიღებული ფხვნილოვანი მასა თერმულად მუშავდებოდა უკვე იმავე რეჟიმში, რაც მყარფაზური მეთოდით მიღებული სუბსტანცია.

ოთახის ტემპერატურიდან 973 K ტემპერატურამდე შუალედში გაიზომა კუთრი წინაღობისა $\rho(T)$ და ზეებეკის კოეფიციენტის $S(T)$ ტემპერატურული დამოკიდებულებები ლაბორატორიაში აწყობილი, KEITHLEY DMM6500 მულტიმეტრით აღჭურვილი ტექნიკური ხაზის მეშვეობით. 300 – 573 K შუალედში გაიზომა $k(T)$ თბოგამტარობის ტემპერატურული სვლა „Hot Disk TPS 500 thermal constants analyzer“ ხელსაწყოთი. ამ გაზომილი პარამეტრების საფუძველზე გამოითვალა სიმძლავრის ფაქტორის – $PF = S/\rho$ და ვარგისიანობის მაჩვენებლის – $ZT = S^2 T/\rho k$ მნიშვნელობები. ქვემოთ მოყვანილია ჩამოთვლილი დამოკიდებულებების ამსახველი მრუდები.





როგორც მრუდებიდან ჩანს, დოპირებული ნიმუშების კუთრი წინააღმდეგობა გაცილებით მცირეა საყრდენთან შედარებით, რაც აიხსნება Ca^{2+} -ის ნაწილობრივი ჩანაცვლებით Lu^{3+}/Er^{3+} ით, რასაც მივყავართ მუხტის მატარებლების კონცენტრაციის ზრდამდე.

რაც შეეხება ზეებეკის კოეფიციენტს, სურათზე ვხედავთ ყველა ნიმუშისთვის მის უარყოფით მნიშვნელობას, რაც დასტურია n ტიპის თერმოელექტრიკის არსებობისა. საყრდენ ნიმუშს უფიქსირდება ამ პარამეტრის საკმაოდ დიდი მნიშვნელობა მოდულით 573 K-ზე, რაც შეესაბამება საყრდენი ეგზემპლარის დიდ კუთრ წინააღმდეგობას. მუხტის კონცენტრაციის ზრდასთან ერთად, რაც თანმდევია დოპირების ზრდისა, ზეებეკის კოეფიციენტის მოდული მცირდება მნიშვნელოვნად. 293 და 973 K შუალედში დოპირებული ნიმუშების S სვლა ერთნაირია, რაც აიხსნება ელექტრონული დოპირების თანაზომადი დონით. რაც შეეხება თბოგამტარობას, მისი მინიმალური მნიშვნელობა უფიქსირდება N4 ნიმუშს, რისი მიზეზიცაა მცირე სიმკვრივე და ფონონების ნამატი გაბნევა სტრუქტურის მარცვლებსა და მეორად ფაზებზე. ვინაიდან თერმოელექტრიკების შემაფასებელი მთავარი პარამეტრები PF და ZT-ია, დასკვნის სახით შეგვიძლია აღვნიშნოთ, რომ მათი უმაღლესი მნიშვნელობა გააჩნია $N2 Lu_2O_3$ და $Na_2B_4O_7$ -ით კოდოპირებულ ნიმუშს, საყრდენზე 2-ჯერ და 4-ჯერ მეტი, შესაბამისად, რაც ეთანადება ლიტერატურულ მონაცემებს.

აღნიშნული კვლევები დასრულდა ახლახანს, ამ დღეებში. მომზადდა 1 და მზადდება 1 პუბლიკაცია რეიტინგულ ჟურნალებში წარსადგენად.

ინსტიტუტის დასახელება:

სსიპ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ვლადიმერ ჭავჭავანიძის სახელობის კიბერნეტიკის ინსტიტუტი

სახელმწიფო ბიუჯეტის მიერ დაფინანსებული 2023÷ 2027 წწ. გეგმით გათვალისწინებული პროექტები

№	შესრულებული პროექტის დასახელება, მცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	წელი	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	"კვანტური სისტემების მართვის მათემატიკური და კვანტური გამომთველის ელემენტარული გეიტების ბაზისის აგების ამოცანები " (მათემატიკა, საინფორმაციო ტექნოლოგიები)	2023-2027	გრიგორ გიორგაძე	გ.ბოლოთაშვილი, გ.დონაძე, მ.ელიზბარაშვილი, ვ.ჯიქია, გ.ფრუიძე, ვ.ჟღამაძე, გ.მაქაცარია, გ.კაკულაშვილი, დ.გოშაძე, ნ.ჩხიკვაძე
2	"პროექციულობა და უნიფიკაცია მონადიკური MV-ალგებრების მრავალსახეობებში, რომლის MV-რედუქტი ემთხვევა კომორის ჯაჭვისებურ MV-ალგებრების მიერ წარმოქმნილ მრავალსახეობებს".	2023-2027	რევაზ გრიგოლია	რამაზ ლიპარტელიანი, ფრიდონ ალშიბაია

	(ალგებრა, მათემატიკური ლოგიკა, რელაციური სისტემები, ხელოვნური ინტელექტი).			
3	"სტოქასტური ანალიზისა და მათემატიკური მოდელირების საკითხების კვლევა" (სტოქასტურ პროცესთა თეორია და მისი გამოყენებები, სიმრავლურ-თეორიული და კომბინატორული ტოპოლოგია; იონოსფეროში გაბნეული რადიოტალღების სტატისტიკური მახასიათებლების შესწავლა, გადაწყვეტილებათა მიღების თეორია-ფაზი ლოგიკა).	2023–2027	რევაზ თევზაძე, გიორგი ჯანდიერი	ბ.ჩიქვინიძე, ი.წერეთელი, თ.სულაბერიძე, თ.ცაბაძე, ი.სხირტლაძე, ც.კუტალია, დ.იობაშვილი, ე.ხუროძე, გ.კაკულაშვილი, რ.ბაკურაძე, ნ.ბექაური, ზ.ბერიკიშვილი
4	"ჩაის ფოთლის შერჩევითი კრეფის მექანიზაციის ამოცანაში კიბერნეტიკის მეთოდების გამოყენების ეფექტიანობის კვლევა" (ხელოვნური ინტელექტის გამოყენებები)	2023–2027	გოდერძი ლეჟავა	ი.კამკამიძე, მ.კანდელაკი, ი.ჯავახიშვილი, ა.ვარდოსანიძე, ნ.ბახტაძე, ზ.ბერიკიშვილი, ბ.ოღლიშვილი, ზ.მოსიაშვილი, ი.სტეფნაძე, რ.თხინვალელი,

				თ.დალაქიშვილი
5	"ციფრულ გამოსახულებათა დამუშავება" (ხელოვნური ინტელექტი, სახეთა ამოცნობა)	2023–2027	ოთარ თავდიშვილი, თამაზ სულაბერიძე	რ.ქურდიანი, თ.თოდუა, ნ.ბექაური
6	"5G ტექნოლოგიაში გამოყენებული მაღალი სიხშირის ელექტრომაგნიტური ველების ზემოქმედების გამოკვლევა მწერებსა და პატარა ფრინველებზე" (ბიოკიბერნეტიკა, ბიოფიზიკა)	2023–2027	ბესარიონ ფარცვანია	თ.ზორიკოვი, ვ.ჯელაძე, თ.გოგოლაძე, თ.სულაბერიძე, გ.ქუთელია, დ.აბულაძე, ი.ავალიშვილი, თ.სურგულაძე
7	"დიელექტრიკული, ნახევარგამტარული და ლითონური ნანომასალებისა და ნანოსტრუქტურების სინთეზის ახალი ტექნოლოგიების შემუშავება, მათი თვისებების კვლევა და ნანოხელსაწყოებში გამოყენება". (ნანოტექნოლოგია, ნანომასალები, ნანოხელსაწყოები)	2023–2027	დავით ჯიშიაშვილი	ზ.შიოლაშვილი, ა.ჯიშიაშვილი, ნ.მახათაძე, დ.სუხანოვი, ა.ჭირაქაძე, ო.კვიციანი, თ.გაგნიძე, ხ.წეროძე
8	"ადამიანის ბიოლოგიური ქსოვილების in vivo	2023–2027	ზაზა მელიქიშვილი	თ.მედოიძე, ზ.ჯალიაშვილი,

	ფოტოფელთისმოგრაფია: დანადგარი და თეორიული მოდელების შექმნა" (ოპტიკა, სპექტროსკოპია)			ვ.ქინქლაძე, გ.ქაჩლიშვილი, ვ.მარჩილაშვილი
9	"მოლეკულური აგრეგაციები და ანიზოტროპიის ფოტონდუცირება ორგანულ ნაერთებში" (ოპტიკა, საინფორმაციო ტექნოლოგიები)	2023– 2027	ტარიელ ებრალიძე	ნ.ებრალიძე, გ.მუმლაძე
10	"მულტიფუნქციონალური მაგნიტური ნანოსისტემისა და გრაფენის ოქსიდის სინთეზი", (ახალი მასალები და ნანოტექნოლოგიები)	2023– 2027	შალვა კეკუტია	ჯ.მარხულია, ვლ.მიქელაშვილი, ლ.სანებლიძე, რ.კობრიძე, ნ.ჩხაიძე, ნ.მაისურაძე, მ.ჭავჭავანიძე
11	"ოპტიკურად მართვადი პროცესები თხევადკრისტალურ სტრუქტურებში", (ოპტიკა, საინფორმაციო ტექნოლოგიები)	2023– 2027	ანდრო ჭანიშვილი	გ.პეტრიაშვილი, ზ.ვარდოსანიძე, ს.თავზარაშვილი, ც.ზურაბიშვილი, ნ.ფონჯავიძე.
12	"ოპტიკურად მართვადი სივრცულად მოდულირებული ლაზერული გენერაცია საღებავით დოპირებულ	2023– 2027	ზურაბ ვარდოსანიძე	ა. ჭანიშვილი, გ. პეტრიაშვილი. ნ. ფონჯავიძე, ს. თავზარაშვილი,

	პოლიმერულ და თხევადკრისტალურ ფენებში" (ოპტიკური ინფორმაციის დამუშავება, ლაზერების ფიზიკა, ჰოლოგრაფია, სპექტროსკოპია)			ი.ნახუცრიშვილი
13	"სინათლით აღზნებული, წესიერი გეომეტრიული ფორმის მქონე, ლაზერული საღებავის ხსნარის ფენის გამოსხივების თავისებურებები" (ოპტიკური ინფორმაციის დამუშავება, ლაზერების ფიზიკა, ჰოლოგრაფია, სპექტროსკოპია)	2023–2027	ზურაბ ვარდოსანიძე	ა. ჭანიშვილი, გ. პეტრიაშვილი, ნ. ფონჯავიძე, ს. თავზარაშვილი, ი.ნახუცრიშვილი
14	"თერმულად სტიმულირებული ლუმინესცენცია დასხივებულ ნახევარგამტარულ ნანოსტრუქტურებში" (დოპირებული მინებისა და კრისტალური ნანო-ფხვნილების დიელექტრიკული სპექტროსკოპია და რელაქსაცია კვანტურ სისტემებში)	2023–2027	ოლეგ გოგოლინი	ე.ციციშვილი, ი.ბლაგიძე, რ.ჯანელიძე, ვ.ედილაშვილი
15	"ახალი თაობის თერმოელექტრული კობალტიტებისა და მაღალტემპერატურული	2023–2027	ნიკოლოზ მარგიანი	ი. ქვარცხავა, ვ. ჟღამაძე, გ. მუმლაძე, გ. კახნიაშვილი,

	ზეგამტარი მასალების ფუნქციონალური მახასიათებლების გაუმჯობესება სხვადასხვა დოპანტებისა და დანამატების გამოყენებით", (კონდენსირებული გარემოს ფიზიკა, კერამიკა, თერმოელექტრობა, ზეგამტარობა, ნანოკომპოზიტები)			მ. ბალახაშვილი, ლ. შამანაური, ნათია მარგიანი
16	"სინათლითა და სითბოთი მართვადი ფანჯრები შენობებში ტემპერატურის რეგულირების, ჰაერის გაწმენდისა და ელექტროენერჯის გამომუშავებისათვის" (ოპტიკა, ტექნოლოგიები)	2023–2025	გია პეტრიაშვილი	ლ. დევაძე, ჯ. მარხულია, ნ. სეფაშვილი, თ. ბუკია, ე. კალანდია, მ. არეშიძე, ლ. შარაშიძე, შ. ახოზაძე
17	"მზის გამოსხივების კონცენტრატორი" (ოპტიკა, ნანოტექნოლოგიები)	2024–2026	გია პეტრიაშვილი	ლ. დევაძე, ჯ. მარხულია, ნ. სეფაშვილი, თ. ბუკია, ე. კალანდია, მ. არეშიძე, ლ. შარაშიძე, შ. ახოზაძე

18	"ქოლესტერულ თხევადკრისტალურ სარკვევ დაფუძნებული ჰიპერსპექტრული გამოსახულების მოწყობილობა სამედიცინო გამოყენებისათვის", (ოპტიკა, ფოტონიკა, მედიცინა)	2025–2027	გია პეტრიაშვილი	ლ. დევაძე, ჯ. მარხულია, ნ. სეფაშვილი, თ. ბუკია, ე. კალანდია, მ. არეშიძე, ლ. შარაშიძე, შ. ახოზაძე
19	"მაღალი ოპტიკური გარჩევადობის ფოტომგრძობიარე თხევადკრისტალური პოლიმერული ფირები მავნე ულტრაიისფერი გამოსხივების დოზიმეტრიისათვის, გაყალბების საწინააღმდეგო და დამიფრული ინფორმაციის მრავალჯერადად ჩაწერისათვის", (ოპტიკა, საინფორმაციო ტექნოლოგიები)	2024–2025	გია პეტრიაშვილი	ლ. დევაძე, ჯ. მარხულია, ნ. სეფაშვილი, თ. ბუკია, თ.თათრიაშვილი, ე. კალანდია, მ. არეშიძე, ლ. შარაშიძე, შ. ახოზაძე
20	"ფოტოკატალიზის ეფექტუ დაფუძნებული გენერატორი დახურული სივრცეების სტერილიზაციის, მავნე პათოგენების, ბიოქიმიური დამაბინძურებლებისა და	2026–2027	გია პეტრიაშვილი	ლ. დევაძე, ჯ. მარხულია, ნ. სეფაშვილი, თ. ბუკია, თ.თათრიაშვილი, ე. კალანდია,

	სიმსივნური წარმონაქმნების გასანიტრალეზად", (ფოტოკატალიზი, მედიცინა, ნანოტექნოლოგიები)			მ. არეშიძე, ლ. შარაშიძე, შ. ახოზაძე
21	"III-V ჯგუფის ნახევარგამტარების ნანოკრისტალები და მათი გამოყენება III თაობის მზის ელემენტებში და საინფორმაციო სისტემების მოწყობილობებში" (ნახევარგამტარების ფიზიკა, საინფორმაციო ტექნოლოგიები)	2023– 2027	თინათინ ლაფერაშვილი	ო. კვიციანი, დ. ლაფერაშვილი
22	"ახალი მაღალეფექტური პოლარიზაციულად მგრძობიარე მასალების შემუშავება ოპტიმალური ვექტორული პარამეტრებით", (ოპტიკა, კვანტური ელექტრონიკა; ქიმიური ფიზიკა)	2023	ბარბარა კილოსანიძე	გ.კაკაურიძე, ი. ჩაგანავა, ი. მშვენიერაძე, ვ. დადივაძე
23	"პოლარიზაციული სენსიტომეტრიის ახალი სისტემა", (ოპტიკა, კვანტური ელექტრონიკა; ქიმიური ფიზიკა).	2023	ბარბარა კილოსანიძე	გ.კაკაურიძე, ი. ჩაგანავა, ი. მშვენიერაძე, ვ. დადივაძე

24	<p>"პოლარიზაციულ- ჰოლოგრაფიული სპექტროელიფსომეტრის შემუშავება", (ოპტიკა, კვანტური ელექტრონიკა; ქიმიური ფიზიკა).</p>	2023	ბარბარა კილოსანიძე	გ.კაკაურიძე, ი. ჩაგანავა, ი. მშვენიერაძე, ვ. დადივაძე
25	<p>"ჩვენს მიერ შემუშავებული გამოსახულების სტოქსის სპექტროპოლარიმეტრის მოდულიზაცია და გამოყენება" (ოპტიკა, კვანტური ელექტრონიკა; ქიმიური ფიზიკა)</p>	2024– 2025	ბარბარა კილოსანიძე	გ.კაკაურიძე, ი. ჩაგანავა, ი. მშვენიერაძე, ვ. დადივაძე
26	<p>"ფართო სპექტრულ დიაპაზონში პოლარიზაციულად მგრძობიარე ლუმინესცენტური მარეგისტრირებელი არეების მიღება; არეების ანიზოტროპულ- გროტროპული, ლუმინესცენტური პარამეტრების კვლევა და ოპტიმიზაცია", (ოპტიკა, კვანტური ელექტრონიკა; ქიმიური ფიზიკა).</p>	2026	ვლადიმერ ტარასაშვილი	ა. ფურცელაძე, ვ.შავერდოვა, ს. პეტროვა

27	"პოლარიზაციულ-ლუმინესცენტური ჰოლოგრაფიის მეთოდების მეცნიერულ და პრაქტიკულ ამოცანებში გამოყენება", (ოპტიკა, კვანტური ელექტრონიკა; ქიმიური ფიზიკა)	2027	ვლადიმერ ტარასაშვილი	ა. ფურცელაძე, ვ. შავერდოვა, ს. პეტროვა
----	---	------	----------------------	--

კვანტური ფიზიკისა და საინჟინრო ტექნოლოგიების ინსტიტუტი

სახელმწიფო ბიუჯეტის მიერ დაფინანსებული 2018 - 2023 წწ გეგმით შესრულებული პროექტები

№	შესრულებული პროექტის დასახელება, მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	წელი	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1.	CMS ექსპერიმენტის დეტექტორების განახლება და ექსპლუატაცია, ახალი ფიზიკის ძიება CMS ექსპერიმენტზე.	2018-2023	წამალაძე ზვიად	<ul style="list-style-type: none"> • აბრამიშვილი რომანი • ადამოვი გიორგი • ბაღათურია იური • კემულარია ოთარი • ლომიძე დავითი

	<p>პროექტის მიმართულება ზოგადად არის ბირთვული და ელემენტარული ნაწილაკების ფიზიკა. პროექტი ასევე მოიცავს შემდეგ მიმართულებებს: თეორიული ფიზიკა, ექსპერიმენტალური ფიზიკა, გამოყენებითი ფიზიკა, საინჟინრო ფიზიკა და კომპიუტერული მეცნიერებები.</p>			<ul style="list-style-type: none"> • ლომიძე ირაკლი • იაშვილი აბესალომ • მელქაძე ალექსანდრე • მესტვირიშვილი ალექსი • ტორიაშვილი თენგიზი • ჩოხელი დავითი • წამალაიძე ზვიადი • წვერავა ნიკოლოზი • წვერავა მარიამი • ხვედელიძე არსენი
--	---	--	--	---

სახელმწიფო ბიუჯეტის მიერ დაფინანსებული 2018 – 2023 წწ. გეგმით შესრულებული ტექნიკორმის პროექტები № შესრულებული პროექტის დასახელება, მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებითწელი პროექტის ხელმძღვანელი პროექტის შემსრულებლებიანოტაცია

1 სამეცნიერო და საინოვაციო საქმიანობის მონიტორინგისა და მართვის ინფორმაციული უზრუნველყოფა 2018-2025 თ. ჩუბინიშვილი

თანახელმძღვა-ნელები:

ნ. მახვილაძე

მ. კოპალეიშვილი ი. ბედინაშვილი

ე. მისაბიშვლი

ნ. ჩხაიძე

ა. ბერიძე

ა. ფაცაცია

მ. ლოღელიანი

ნ. ბაჩილავა

ე. პავლოვიჩი

ვ. სარჯველაძე

ნ. შოთაშვილი¹. სამეცნიერო და საინოვაციო საქმიანობის მონიტორინგისა და მართვის ინფორმაციული უზრუნველყოფა

1.1. კვლევითი პროექტების, საინოვაციო წინადადებების (პროექტების), პუბლიკაციების მონაცემთა ბაზების ფორმირება, განახლება, ტექნოლოგიების ტრანსფერისა და ინოვაციების გავრცელების ხელშემწყობი ორგანიზაციების ელექტრონული კატალოგის (ცნობარის) ფორმირება, განახლება

წარმოდგენილი პროექტი ნაწილია 2018-2025 წლების სამოქმედო გეგმების იმ მიმართულებისა, რომელიც წარმართავს კვლევებისა და მისი შედეგების რეალიზაციის ინფორმაციულ და პროგრამულ უზრუნველყოფას. 2018-2023 წლების განმავლობაში გრძელდებოდა ტექნიკური ტრადიციული სამუშაოები - ქვეყნის სამეცნიერო და ინოვაციური საქმიანობის შედეგების აღმწერი ინფორმაციის ფონდის ფორმირება - აქტუალიზაცია. აქ იგულისხმება საქართველოს სამეცნიერო პუბლიკაციების მონაცემთა ბაზა, დასრულებული და მიმდინარე სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების მონაცემთა ბაზა, ქართული რეფერატული ელექტრონული ჟურნალი (ქრჟ), საქართველოში დაცული დისერტაციების ავტორეფერატების და დეპონირებული შრომების ელექტრონული ფონდები და სხვ. მეცნიერ მკვლევართა, გამომგონებელ-ინჟინერთა და მეწარმეთათვის განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია შემდეგი მონაცემთა ბაზები და ელექტრონული ფონდები: ქვეყანაში შემუშავებული ახალი ტექნოლოგიების და ინოვაციური წინადადებების მონაცემთა ბაზა, აგრეთვე განახლდა ტექნოლოგიების ტრანსფერის ქსელებისა და ინოვაციების გავრცელების ხელშემწყობი ორგანიზაციების ელექტრონული კატალოგი (ცნობარი). კატალოგი შეიცავს 126 ჩანაწერს. ამჟამად ახალი ტექნოლოგიების და საინოვაციო წინადადებების მონაცემთა ბაზაში ათასამდე ჩანაწერია.

1.2. საუნივერსიტეტო საინფორმაციო ელექტრონული სისტემების შემუშავება - დანერგვა

1.2.1 კვლევითი პროექტების on-line რეჟიმში მოქმედი რეგისტრაციის სისტემის შემუშავება და საუნივერსიტეტო დონეზე დანერგვა

ტექნიკური 2018-2023 წლების გეგმის თანახმად შემუშავდა კვლევითი პროექტების on-line რეჟიმში მოქმედი რეგისტრაციის სისტემა, რომელიც კვლევითი პროექტების რეგისტრაციასთან ერთად მონაცემთა ბაზის სახით იძლევა კვლევების რეფერატულ-ბიბლიოგრაფიულ აღწერას და კვლევების შედეგების ელექტრონულ ქსელებში გავრცელების საშუალებას. 2021-2022 წლებში საუნივერსიტეტო დონეზე

დაიწყო მიმდინარე და დასრულებული კვლევითი პროექტების რეგისტრაციის on-line რეჟიმში მოქმედი სისტემის დანერგვა - ფუნქციონირება. 2023 წლის დასაწყისისთვის ბაზაში შეყვანილია 2261 სამეცნიერო პროექტი. აღნიშნულ პროექტში მონაწილეობის სურვილი გამოთქვა საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიამ. ამჟამად მიმდინარეობს საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის სამეცნიერო კვლევითი პროექტების აღმწერი ინფორმაციის დამუშავება-ჩატვირთვა სისტემაში.

1.2.2. შრომათა დეპონირების ელექტრონული სისტემის შექმნა და ექსპლოატაციაში გაშვება

საქართველოში 2006 წლიდან დეპონირებული შრომები აღარ ითვლება დისერტაციებისა და სხვადასხვა სამეცნიერო კონკურსებისათვის წარსადგენ მასალად. შედეგად 2006 წლიდან პრაქტიკულად შეწყდა გამოუქვეყნებული შრომების წარდგენა დეპონირებაზე. სინამდვილეში სამეცნიერო რუხი ლიტერატურა და რუხი დოკუმენტები (Grey Literature, Grey Documents) წარმოადგენენ სამეცნიერო კვლევების შედეგების მნიშვნელოვან ნაწილს, ამიტომ სამეცნიერო კვლევების შედეგების შეფასებისას აუცილებელია მათი მხედველობაში მიღება. ამიტომ მიუხედავად შექმნილი სიტუაციისა შემუშავებული იქნა შრომათა დეპონირების რეგისტრაციის ახალი ვერსია, შემუშავდა დეპონირების ახალი ელექტრონული სისტემა და ჩამოყალიბდა ხელნაწერი სამეცნიერო ნაშრომის დეპონირების პროცესის წესდება და მისი პრაქტიკაში დანერგვისათვის აუცილებელი ღონისძიებები. დასრულდა 1974-2023 წლებში ტექნიფორში დეპონირებისათვის შემოსული სამეცნიერო შრომების ციფრულ ფორმატში გადაყვანა. რამაც შესაძლებელი გახდა გამოუქვეყნებული სამეცნიერო დეპონირებული შრომების ჩართვა IT ტექნოლოგიების საფუძველზე წარმოებულ სამუშაოებში (კვლევებში). დეპონირება ამჯერად (იმედია დროებით) საქართველოში არ არის მოთხოვნადი. მიუხედავად ამისა განსაკუთრებული ყურადღება ექცეოდა სისტემის ახალი ვერსიის პროგრამულ უზრუნველყოფას. კერძოდ, სისტემისათვის შერჩეული იყო შემდეგი ტექნოლოგიები: Angular 9, Apollo GraphQL client/server, Node.js

1.2.3. მეცნიერთა პორტფოლიოსა და პროფილის ელექტრონული სისტემის შექმნა e-Prints-ის საფუძველზე

მეცნიერთა საქმიანობის შედეგების შეფასების ძირითადად წარმოებს გამოუქვეყნებული შრომების საფუძველზე. ამასთან ერთად მიზანშეწონილია მხედველობაში მიღებული იყოს როგორც გამოუქვეყნებული დეპონირებული შრომები, ასევე სხვადასხვა სახის არაფორმალური შეფასებები. მაგალითად ისეთი, რომელიც გამოიყენება ალტმეტრიულ (Altmetriks) მეთოდში. ასეთი ინფორმაციის მოპოვება ძალიან რთულია, ზოგჯერ შეუძლებელი. ასეთი მასალის წვდომის შესაძლებლობა შეიძლება ჰქონდეს მხოლოდ თვით მეცნიერს როგორც ავტორს ან როგორც დოკუმენტის ფიგურანტს. ამ შემთხვევაში მოძიებული მასალა ხდება საჯარო განხილვის საგანი. ამრიგად, შესრულებული კვლევების ინფორმაციული შემადგენელი დიდი ალბათობით წარმოადგენს ერთ საინფორმაციო სივრცეში სხვადასხვა სახეობისა და შინაარსის ობიექტთა ერთობლიობას (გამოუქვეყნებული ან გამოუქვეყნებელი მასალები, პრეზენტაციები, ფოტო, აუდიო, და ვიდეო მასალები და სხვ). ამიტომ პროგრამული უზრუნველყოფისათვის შეირჩა ელექტრონული არქივების ფორმირებისა და მართვის შესაბამისი სისტემა - Eprints-ი. 2019 წელს განხორციელდა Eprints-ის პროგრამული უზრუნველყოფის გამართვა და მისი დანერგვა ტექნიფორმის ვებ გვერდის დომენის ქვეშ (eprints.techinformi.ge). ამასთან ერთად 2017-2019 წლებში დასრულდა 1974-2006 წლებში

ტექნოლოგიაში დეკონირებისათვის შემოსული სამეცნიერო შრომების ციფრულ ფორმატში გადაყვანა. ამრიგად შესაძლებელი გახდა სისტემა Eprints-ში შეიქმნას უნივერსიტეტის აკადემიური პერსონალის საკუთარი პორტფოლიო. ამ პროცესის რეალიზაციისთვის ინფორმაციის წყაროა ღია მეცნიერების განვითარების ხელშემწყობი ქვეპროგრამის ფარგლებში 2023 წლის ბოლოსთვის დაგეგმილი საინფორმაციო ფონდის შექმნა. <https://institutes.gtu.ge/Institute/2>.

2 სამეცნიერო და ინოვაციური სფეროების მდგომარეობის და განვითარების ტენდენციების შეფასება სტატისტიკურ-მათემატიკური მოდელირების მეთოდების გამოყენებით 2018-2025 თ. ჩუბინიშვილი ა. ჭირაქაძე

მ. ლოღელიანი

ნ. შოთაშვილი ინოვაციური პროდუქტის შექმნა და დანერგვა ამჟამად განიხილება, როგორც სწრაფი და მდგრადი ეკონომიკური და სოციო-კულტურული განვითარების ერთ-ერთი მთავარი ფაქტორი. დღევანდელ ეტაპზე უაღრესად აქტუალურია ინოვაციური სისტემის ძირითადი მახასიათებლების ზუსტი იდენტიფიკაცია და მათი რაოდენობრივი შეფასების სანდო და ობიექტური მეთოდების შემუშავება, მათი შედეგების ურთიერთკორელაციის შესწავლა და რანჟირება. ინოვაციური უპირატესობების რანჟირებისადმი ტექნოლოგიაში შემუშავებული ახალი მიდგომა, დაფუძნებულია მარკოვის პროცესის („მარკოვის ჯაჭვების“) მეთოდის გამოყენებით ინოვაციის გლობალური ინდექსის GII (Global Innovation Index) მონაცემთა სტატისტიკურ დამუშავებაზე. ქვეყნების ინოვაციური უპირატესობების და პოტენციალის შეფასება/რანჟირება არის მნიშვნელოვანი პრობლემა. სადღეისოდ გავრცელებულია აზრი, რომ ინოვაციური პროცესის ეფექტიანობას და პროდუქტულობას ყველაზე მრავალმხრივად და ზუსტად ასახავს ინოვაციის გლობალური ინდექსი. ამავდროულად, მრავალი მკვლევარის და მათ შორის ტექნოლოგიის თანამშრომელთა აზრით, ინოვაციურობის კრიტერიუმად მხოლოდ ან ძირითადად ინოვაციის გლობალური ინდექსის გამოყენება თანამედროვე ეტაპზე მიზანშეწონილი აღარ არის, რასაც ასაბუთებს და ადასტურებს უცხოელ და ქართველ მეცნიერთა ათობით სარწმუნო კრიტიკული ხასიათის კვლევა. ტექნოლოგიის მიერ მიღებულ შედეგებს შორის განსაკუთრებით აღსანიშნავია მთელი რიგი ახალი კომბინირებული ინდექსის შემოღება და დეტალური ანალიზი, რომლებიც დამატებით ითვალისწინებს მდგრადი განვითარების მიზნების ინდექსის (SDG) და ცოდნის გლობალურ ინდექსის (GKI) მნიშვნელობებს. მნიშვნელოვან სიახლეს წარმოადგენს აგრეთვე ე.წ. „სტაბილურობის ინდექსი“ KS. რომელიც უფრო GII ინდექსით განსაზღვრული რანგის შენარჩუნების ან გაუმჯობესების ალბათობას და მიღებული შედეგების სანდოობას ახასიათებს, ვიდრე პირდაპირ ინოვაციურ პოტენციალს. ტექნოლოგიის მიერ შემუშავებული მიდგომა შესაძლებლად ცვლის ინოვაციური შესაძლებლობების შეფასებას და ქვეყნების რანჟირებას, აგრეთვე ინოვაციური პროცესების პროგნოზირების შედეგად მიღებულ სურათს.

3 სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობის პროდუქტიულობის შეფასება მეცნიერებათმეცნიერების (scientometrics) მეთოდების გამოყენებით 2018-2025 ლ. ჩოხანიანი ფ. წოწკოლაური

მ. ლებედევა

ა. ფაცაცია პროგრამის კვლევის ძირითად მიმართულებას სამეცნიერო კოლექტივების სამეცნიერო პოტენციალის ანალიზი და შეფასება, ცალკეულ მეცნიერთა სამეცნიერო პროდუქტიულობის შეფასება წარმოადგენს. კვლევითი ჯგუფის მიერ შემუშავდა სამეცნიერო კოლექტივების და მეცნიერთა აქტივობის შეფასების - ციტირების ეფექტური კოლექტიური ინდექსები, რომელიც შემდგომი კვლევის საფუძველი გახდა. კვლევის პროცესში გამოყენებულ იქნა საერთაშორისო სამეცნიერო მონაცემთა ბაზების და ტექნიკორში შექმნილი სამეცნიერო ინფორმაციის მონაცემთა ბაზების ინფორმაცია. სამეცნიერო კვლევის სფეროების გაფართოების თანახმად იცვლება მეცნიერთა სამეცნიერო აქტივობის მაჩვენებლებიც, ამიტომ აუცილებელი გახდა მეცნიერთა პროდუქტიულობის გაანგარიშებისთვის შემუშავებული მეთოდის კორექტირება. მოძიებულ იქნა სახელმწიფო უნივერსიტეტებთან აფილირებული მეცნიერთა ნაშრომების საერთაშორისო მონაცემთა ბაზებში რეგისტრაციის შესახებ ინფორმაცია, მის საფუძველზე გაკეთდა ანალიზი, დახასიათებულ იქნა მეცნიერების ცალკეული სფეროები. Scopus-ის მონაცემთა ბაზაში მოცემულია ინფორმაცია უნივერსიტეტების რამდენი ავტორის შრომებია რეგისტრირებული. ბაზის მონაცემების თანახმად ყველაზე მეტი 9018 დოკუმენტი თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის პროფესორ-მასწავლებლებს და მეცნიერებს ეკუთვნის, სულ დარეგისტრირებულია 2332 ავტორის შრომები. შედარებით ნაკლებია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის პროფესორთა და მეცნიერთა მიერ რეგისტრირებული შრომები, 1042 ავტორის - 3444 დოკუმენტი, ილიას სახელმწიფო უნივერსიტეტის - 3618 დოკუმენტი, თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის - 284 ნაშრომი, აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის - 201 დოკუმენტი. ყველაზე მეტი ფიზიკის და ასტრონომიის სფეროს პუბლიკაციებია რეგისტრირებული - 6975 დოკუმენტი; მათემატიკის - 2912, მედიცინა - 1947, ინჟინერია - 2277 და ა.შ. Scimago Journal Rank მონაცემთა ბაზის ინფორმაციის მიხედვით ყველაზე მეტად ციტირებულია მედიცინის, მათემატიკის, კომპიუტერული მეცნიერებების, ბიოლოგიის გენეტიკის და მოლეკულური ბიოლოგიის სფეროს სამეცნიერო ჟურნალების სტატიები. ციტირების საშუალო რაოდენობა ერთ დოკუმენტზე შეადგენს - მედიცინის სფეროს მიხედვით 2.48, კომპიუტერული მეცნიერებების - 1,25, ინჟინერიის - 2.15, ბიოლოგია, გენეტიკა და მოლეკულური ბიოლოგიის სფეროს ჟურნალებზე - 1.36. საერთაშორისო მონაცემთა ბაზები ერთმანეთისგან განსხვავდება არა მარტო ინფორმაციული წყაროების სიმრავლით და ინფორმაციის სისრულით, არამედ სტრუქტურითაც. მონაცემთა ბაზებში ინფორმაციის ძიება მარტივია, მაგრამ ანალიზის პროცესს ართულებს ინფორმაციის სხვადასხვა კლასიფიკატორები. კვლევითი ჯგუფის მიერ შესრულდა მონაცემთა ბაზების კლასიფიკატორების ურთიერთდაკავშირების სამუშაოები. სამეცნიერო-კვლევითი პროექტებით განსაზღვრული ამოცანების შესრულების მონიტორინგისა და შეფასებისათვის, მუშაობის პროცესში გადაწყვეტილების მისაღებად საჭიროა ინფორმაციული სისტემა, რომელიც ეფექტიანი ინფორმაციული საფუძველი იქნება სამეცნიერო პოტენციალის შეფასებისთვის. ტექნიკორში ასეთი სისტემის შექმნის სამუშაოები დაწყებულია. ამისთვის გამოიყენება Scopus-ის მონაცემთა ბაზების ინფორმაცია, რომელიც სამეცნიერო სტატიების დიდ რაოდენობასთან ერთად აერთიანებს 4 ათეულ მილიონზე მეტ საპატენტო დოკუმენტს. საპატენტო დოკუმენტების სრული შეფასების, კვლევის ეფექტიანობის ვიზუალიზაციის და განვითარების ტენდენციების სრული ანალიზის შესაძლებლობას იძლევა Web of Science კლასიფიკატორები.

პროგრამის ფარგლებში დაგეგმილია საპატენტო ინფორმაციის ანალიზი და შეფასება მათი ციტირების რაოდენობის და პერსპექტიულობის მიხედვით, რაც უნდა შესრულდეს Scopus-ის და Web of Science-ის მონაცემთა ბაზების ინფორმაციის თანახმად.

4 მეცნიერების სხვადასხვა დარგებში მომუშავე მეცნიერების და სამეცნიერო კოლექტივების ბიბლიომეტრული პარამეტრების შერჩევის და გამოთვლის სპეციალიზებული პროცედურების შემუშავება 2020-2025 ლ. ჩობანიანი ფ. წოწკოლაური მ. ლებედევა

ა. ფაცაცია სამეცნიერო-კვლევითი ორგანიზაციების და მათი სამეცნიერო კოლექტივების სამეცნიერო პოტენციალის ანალიზისა და შეფასების მიზნით, პროგრამის ფარგლებში შემუშავებულ იქნა სამეცნიერო აქტივობის შეფასების - ციტირების ეფექტური კოლექტიური ინდექსები. ანალიზის შედეგად დადგინდა რომ მეცნიერების განვითარების კვალდაკვალ იზრდება მეცნიერთა სამეცნიერო აქტივობის მაჩვენებლებიც. ამიტომ ჩატარდა უკვე შემუშავებული მეთოდის კორექტირების სამუშაოებიც. მოძიებულ იქნა სახელმწიფო უნივერსიტეტებთან აფილირებული მეცნიერთა ნაშრომების საერთაშორისო მონაცემთა ბაზებში რეგისტრაციის შესახებ ინფორმაცია. მიღებული ინფორმაციის საფუძველზე გაკეთდა ანალიზი. დახასიათებულ იქნა მეცნიერების ცალკეული სფეროები. კვლევისათვის გამოყენებულ იქნა ინსტიტუტ ტექნიკური სამეცნიერო ინფორმაციის მონაცემთა ბაზებში და საერთაშორისო მონაცემთა ბაზების - Scopus და Scimago journal Ranking ინფორმაცია. კვლევის ეფექტიანობის ანალიზისათვის Scopus სისტემის გამოყენება გულისხმობს SciVal - ონლაინ ინსტრუმენტის გამოყენებას. ამ ინსტრუმენტის მეშვეობით შესაძლებელია, კვლევის შედეგების ვიზუალიზაცია და კვლევის ტენდენციების ანალიზი. კვლევის ფარგლებში დაგეგმილია საპატენტო ინფორმაციის ანალიზი და შეფასება მათი ციტირების რაოდენობის და პერსპექტიულობის მიხედვით. ამისათვის უნდა გამოყენებულ იქნეს Scopus-ის მონაცემთა ბაზების ინფორმაცია ან Clarivate Analytics-ს მონაცემთა ბაზების: Web of Science, Derwent World Patents Index (DWPI) და Derwent Patents Citation Index (DPCI) ინფორმაცია. ვინაიდან საერთაშორისო საპატენტო ინფორმაციის კლასიფიკაციის (IPC) საფუძველია თემატიკის დარგობრივ-ფუნქციონალური პრინციპით დალაგება, ხოლო სამეცნიერო კლასიფიკატორების საფუძველი - კვლევის საგნობრივი სფეროები, ამიტომ მნიშვნელოვანია ამ მონაცემთა ბაზების ურთიერთდაკავშირების სამუშაოების შესრულება.

5 აგრარული სფეროს მართვისა და ინფორმაციული უზრუნველყოფის საინფორმაციო-ანალიზური სისტემის ფორმირება (განვითარება) 2018 -2025 ნ. მახვილაძე მ. რაზმაძე

ლ. ჩობანიანი

ე. პავლოვიჩი

ც. დოსმიშვილი

თ. გელაშვილი

ა. ფაცაცია სასოფლო-სამეურნეო საინფორმაციო/აგროსაინფორმაციო სისტემა შეიძლება განისაზღვროს, როგორც სისტემა, რომელშიც გენერირდება სოფლის მეურნეობის შესახებ ყველა ინფორმაცია და ცოდნის გამოყენების გზით გადაეცემა აგრომეწარმეებს. აგროსაინფორმაციო სისტემების სტრატეგიული მიზანია სასოფლო-სამეურნეო კვლევებსა და ტექნოლოგიებზე ხელმისაწვდომობის გაზრდა, პირველ რიგში სოფლის მეურნეობის, და, ასევე, ჯანმრთელობის და გარემოს დაცვის საკითხებში პრაქტიკული საქმიანობის დონეზე. ამ მიზნის მისაღწევად აუცილებელია აგროსაინფორმაციო სისტემა ფუნქციონირებდეს როგორც კოორდინირებულად მომუშავე ორგანიზაციების ერთობლიობა, რომლის წევრია ქვეყნის აგროსაინფორმაციო სისტემის წამყვანი საინფორმაციო ცენტრი სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტი ტექინფორმი, როგორც ცოდნის გავრცელების სამსახური. სამწუხაროდ, კოორდინირებულად მომუშავე ორგანიზაციების ერთიანი სისტემა, ქვეყანაში ჯერ-ჯერობით არ ჩამოყალიბებულა. აქედან გამომდინარე, ამჟამად აუცილებელია სოფლის მეურნეობის ხელმძღვანელი მუშაკების, მეცნიერთა და სპეციალისტთა საინფორმაციო მომსახურების სისტემის შექმნა საერთაშორისო აგროქსელის საინფორმაციო რესურსების საფუძველზე FAO-ს პროექტების ჩარჩოებში. განხილულია აგროსაინფორმაციო სისტემების მნიშვნელობა სოფლის მეურნეობის განვითარებისათვის. მოცემულია ექსტენციის/საკონსულტაციო სერვისების ისტორიული საფუძვლები და სხვადასხვა ქვეყნის საერთაშორისო მოდელები, კერძოდ: შვეიცარიის, აშშ-ს, ჰოლანდიის, ინგლისის, გერმანიის, თურქეთის, ისრაელის და საქართველოს მოდელები. კვლევის სამიზნე ჯგუფად შერჩეული იყო აგრომეწარმე სუბიექტები (ფერმერები, კოოპერატივები, ინდემწარმე), ექსტენციონისტები და აგრარულ კვლევებში მონაწილე მეცნიერები. კვლევის მიზანი იყო ზემოაღნიშნულ სამიზნე ჯგუფებს შორის ინფორმაციის გაცვლის შესახებ ურთიერთთანამშრომლობის შესწავლა, ხარვეზების დადგენა. კვლევის მეთოდი: კვლევაში გამოყენებული იყო ღია და დახურული კითხვარები, ანალიზის და სინთეზის მეთოდები. კვლევის შედეგებიდან გამომდინარე შემუშავდა რეკომენდაციები: თანამშრომლობის გაძლიერების მიზნით, საერთაშორისო გამოცდილებაზე დაყრდნობით შეიქმნას ერთიანი ელექტრონული ქსელი/სისტემა - სამკუთხედი „მკვლევარი - კონსულტანტი - ფერმერი“, რომლის მეშვეობით მოხდება ინფორმაციის გაცვლა/გავრცელება. ქართველ მეცნიერთა შრომების ექსპორტირება FAO AGRIS-ის სისტემაში. საერთაშორისო დონეზე აგრარული სფეროს ქართველ მეცნიერთა პუბლიკაციების ხელმისაწვდომობის გაზრდის მიზნით გრძელდება სამეცნიერო შრომების ექსპორტირება FAO AGRIS-ის (სოფლის მეურნეობის მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების საერთაშორისო სისტემა <https://agris.fao.org>) ელექტრონულ სივრცეში, აგრეთვე ქართული ტერმინებით თეზაურუს AGROVOC-ის შევსება.

1999 წლიდან ტექინფორმი წარმოადგენს AGRIS-ის ეროვნულ სამეცნიერო ცენტრს, ხოლო 2020 წლიდან ეროვნულ ჰაბს საქართველოში. დღეისათვის თეზაურუს AGROVOC-ში სულ განთავსებულია 30606 ძირითადი და 4801 ალტერნატიული ტერმინი ქართულ ენაზე, რაც ძირითადი ინგლისური ტერმინების 68%-ს შეადგენს. FAO-ს საინფორმაციო სამსახურების ინიციატივით შეიქმნა ტექინფორმის ინდივიდუალური ვებგვერდი/პროფილი FAO-ს პორტალზე. AGRIS - <https://www.fao.org/agris/data-provider/georgian-research-institute-scientific-technical-information>.

6 საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამეცნიერო პუბლიკაციების ეფექტურობის ასახვა Crossref-ის ანგარიშებში 2022 მ.
კოპალეიშვილი ი. ბედინაშვილი

ნ. მახვილაძე

თ. ჩუბინიშვილი

ა. ბერიძე

ა. ფაცაცია Crossref-ის ონლაინ სამეცნიერო კვლევების გლობალურ ქსელში შესული საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამეცნიერო პუბლიკაციების ეფექტურობა შეფასებულია სააგენტოს მიერ გამომცემლისათვის გადაცემული ყოველთვიური ანგარიშების შედეგების მიხედვით და მოიცავს სამ წელზე მეტ პერიოდს. ანგარიშებით დასტურდება, რომ სტუ-დან Crossref-ში იგზავნება პუბლიკაციების კორექტული მეტამონაცემები - უმეტეს შემთხვევებში ძიების მცდელობები და დოკუმენტზე წვდომის შედეგები არის ერთი და იგივე ან ერთმანეთთან ახლოს მყოფი სიდიდეები, არ შემოდის შეტყობინებები DOI-ს დუბლირების ან მცდარი DOI-ს შესახებ. გამოიკვეთა სტუ-ს სამეცნიერო გამოცემების ძიების სივრცე, განისაზღვრა წვდომების საშუალო თვიური რაოდენობა. წარმატებული წვდომის მაქსიმალური რაოდენობა - 1,130, უშედეგო ძიების მაქსიმალური რაოდენობა - 45. გამოვლინდა სტუ-ს შრომების 2021-2022 წლების ყველაზე რეიტინგული პუბლიკაცია. განისაზღვრა წვდომების რაოდენობა გამოცემის დასახელების მიხედვით. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის შრომების პუბლიკაციები 2021 წელს მოინახულა 5254-მა რესპონდენტმა, 2022 წელს - 6089-მ. გარდა სტუ-ს შრომებისა, საძიებო სისტემაში რეგისტრირებულია და DOI აქვთ მინიჭებული სტუ-ს 15 დასახელების თემატურ სამეცნიერო-პერიოდულ გამოცემას. მომავალში გათვალისწინებულია მათში შემავალი პუბლიკაციების იდენტიფიცირებაც, რაც მნიშვნელოვნად გაზრდის მათ ხილვადობას და პოპულარობას.

7 საქართველოს სამეცნიერო-პერიოდული გამოცემების რეიტინგის შეფასება და შესაბამისი რეკომენდაციების შემუშავება სამეცნიერო პუბლიკაციების ხარისხის ამაღლებისა და მათი საერთაშორისო ბაზებში მოხვედრის ხელშეწყობის მიზნით 2020-2023 თ. ჩუბინიშვილი მ. კოპალეიშვილი ი. ბედინაშვილი სამუშაო მიზნად ისახავს საქართველოს სამეცნიერო-პერიოდული გამოცემების იმ ბიბლიოგრაფიული მონაცემების შესწავლას, რაც გარკვეულწილად ასახავს მათ მზაობას სამეცნიერო პუბლიკაციების საერთაშორისო მონაცემთა ბაზებში ჩასართავად. განხილულია 149 დასახელების აქტიური სამეცნიერო ჟურნალი, რომელთა ISSN რეგისტრირებულია საქართველოს ეროვნულ ცენტრში და დადასტურებულია ISSN საერთაშორისო ცენტრის მიერ. ინფორმაცია გამოცემის შესახებ აღებულია ჟურნალის ოფიციალური საიტიდან, გადამოწმებული და დადასტურებულია გამომცემლის მიერ. დადგენილია, რომ საქართველოს სამეცნიერო ჟურნალების 66%-ს აქვს ბეჭდური გამოცემის სერიული ნომერი, 14%-ს - ელექტრონული გამოცემის, ხოლო 20%-ს - ორმაგი ნომერი; გამოცემების 76% თემატურია, 24% - პოლითემატური; სამეცნიერო ჟურნალების მესამედზე მეტი აშუქებს საბუნებისმეტყველო

მეცნიერებებს; ყველაზე მრავალრიცხოვანი გამოცემების თემატიკაა ეკონომიკა (40), სამართალი (33) და მედიცინა (30). შესწავლილ იქნა რამდენადაა დაცული საერთაშორისო სამეცნიერო ბაზებში ჩართვისათვის საჭირო კრიტერიუმები: პუბლიკაციების რეცენზირება, გამოცემის პერიოდულობა, ჟურნალის დამოუკიდებელი საიტი, რედკოლეგიების საერთაშორისო შემადგენლობა, ციფრული ობიექტის ინდექსის მინიჭება, სამეცნიერო ბაზებში ინდექსაციის მდგომარეობა და სხვ. კვლევის შედეგები ადასტურებს, რომ სამეცნიერო ჟურნალების მნიშვნელოვანი რაოდენობა ვერ აკმაყოფილებს საერთაშორისო სამეცნიერო ბაზებში ჩართვისათვის აუცილებელ მოთხოვნებს.

8 ღია წვდომის სისტემის საფუძველზე საქართველოს სამეცნიერო პუბლიკაციების საერთაშორისო ბაზებში ჩართვის ხელშეწყობა 2017-2019 თ. ჩუბინიშვილი მ. კოპალეიშვილი

ი. ბედინაშვილი შესწავლილ და გაანალიზებულ იქნა ელექტრონული სამეცნიერო ჟურნალების შედგენისა და რეალიზაციის პრინციპები, ინტერნეტ-სივრცეში წარმოჩენის ვარიანტები და თითოეული ვარიანტის გამოყენების მიზანშეწონილობა, ჩამოყალიბებულ იქნა ელექტრონული ჟურნალის მიმართ წაყენებული ძირითადი მოთხოვნები. მიმდინარეობს მასალების შერჩევა და დამუშავება ღია წვდომის სამეცნიერო პორტალის www.openscience.ge შესაქმნელად.

**სახელმწიფო ბიუჯეტის მიერ დაფინანსებული 2018 ÷ 2023 წწ გეგმით შესრულებული პროექტები
ინსტიტუტი „ტალღა“**

№	შესრულებული პროექტის დასახელება, მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	წელი	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
---	---	------	-----------------------	------------------------

1	<p>რადონის მონიტორინგი და დოზიმეტრია თბილისში და მონაცემთა სტანდარტიზაცია ევროპულ სისტემებში ინტეგრაციისთვის.</p> <p>მოკლე ანოტაცია:</p> <p>პროექტი მიზნად ისახავს თბილისის ურბანულ გარემოში (საცხოვრებელ, საზოგადოებრივ და საწარმოო დანიშნულების შენობებში, მათ მიმდებარე ტერიტორიებზე) ბუნებრივი წარმოშობის რადიოაქტიური აირის - რადონის კონცენტრაციების განსაზღვრა-მონიტორინგს; ადამიანთა ჯანმრთელობაზე რადონით განპირობებული რისკების შეფასებას, მოსახლეობისათვის სათანადო ინფორმაციის მიწოდებას და ახალგაზრდა სპეციალისტების აღზრდას. პროექტის ფარგლებში შეიქმნება რადონით განპირობებული რისკების შემცველი უბნების რუკები თბილისში. რადონით განპირობებული რისკის ელექტრონული რუკების შედგენა, რომელიც ხელმისაწვდომი იქნება საქართველოს მოსახლეობისათვის, უცხოური ორგანიზაციებისათვის</p>	2022-2027	ს. ფალავა	კ. გორგაძე, მ. მეცხვარიშვილი, ი. კალანდაძე, ხ. ლომსაძე, შ. დეკანოსიძე.
---	--	-----------	-----------	--

	<p>და სხვა დაინტერესებული პირებისათვის. ამავე საიტზე ფიზიკური პირებსა და საჯარო და კერძო ორგანიზაციებს შეეძლებათ შეავსონ ელექტრონული განაცხადი და მოითხოვონ საცხოვრებელ და სამუშაო ადგილებში რადონის დონის შეფასება.</p> <p>გაზომვებისათვის შერჩეულია საკვლევი ობიექტები და შედეგები წარმოდგენილი იქნება მომდევნო წელს სამეცნიერო ჟურნალში. 2023 წარმოდგენილი გვაქვს მიმოხილვითი სტატია მ. მეცხვარიშვილი, ს. ფაღავა, კ. გორგაძე, მ. ბერიძე. რადონით დასხივება და ფილტვის კიბო. <i>ქართველი მეცნიერები</i> ტ.5, #1, 2023. გვ219-222. https://doi.org/10.52340/gs.2023.05.01.18</p>			
2	<p>სამედიცინო გამოყენების მიზნით შექმნილი ფორმის მახსოვრობის ეფექტის მქონე უნიკელო ტიტანის მრავალკომპონენტური შენადნობებში მარტენსიტული გარდაქმნების ზუსტი ტემპერატურული ინტერვალის დადგენა</p> <p>მოკლე ანოტაცია:</p> <p>ტიტანის შენადნობებისადმი დიდი ინტერესი, როგორც ბიოსამედიცინო მასალა, დაკავშირებულია უპირველეს ყოვლისა მათ მაღალ ხვედრით სიმტკიცესთან და კოროზიულ</p>	2022-2027	კ. გორგაძე	მ. მეცხვარიშვილი, ი. კალანდაძე, ხ. ლომსაძე, ვ. ვაჩაძე,

<p>მედეგობასთან, არატოქსიკურობასთან და შესანიშნავ ბიოთავსებადობასთან სხვა ლითონურ ბიომასალებთან შედარებით.</p> <p>აღმოჩნდა, რომ ტიტანის შენადნობებში Ni, Cr და Co-ის არსებობამ შეიძლება გამოიწვიოს ალერგიული რეაქციები. ცოცხალი ორგანიზმებისათვის ყველაზე ხელსაყრელი აღმოჩნდა ტიტანის შენადნობები Nb, Zr, Ta, Mo და Sn ნივთიერებებთან.</p> <p>შესასწავლ ობიექტებად აირჩა ბინარული $Ti - Ta$ და მათ ფუძეზე შექმნილი Mo, V და Zr-ით ლეგირებული მრავალკომპონენტური შენადნობები.</p> <p>მოხდა β ფაზიდან ნაწოთობი შენადნობის ფაზური შემადგენლობის გამოკვლევა; პირდაპირი (M_s, M_r) და შებრუნებული (A_s, A_r) მარტენსიტული გარდაქმნების ტემპერატურული ინტერვალების დადგენა, ასევე, აღნიშნულ შენადნობში დეფორმაციის გავლენა $\beta \leftrightarrow \alpha''$ მარტენსიტული გარდაქმნების ფორმირებაზე; ამ გარდაქმნების როლის განსაზღვრა ფორმის მახსოვრობის ეფექტის ჩამოყალიბებისას; მეტასტაბილური სტრუქტურების ფორმის მახსოვრობის ეფექტების მდგრადობის შესწავლა.</p> <p>ჩატარებული კვლევების შედეგად განისაზღვრა მარტენსიტული გარდაქმნებისას გენერირებული რეაქტიული ძაბვების მნიშვნელობა და დადგინდა ფორმის მახსოვრობის</p>			
--	--	--	--

	ეფექტის მაქსიმალური გამოვლინების პირობები.			
3	<p>რეზონატორთან ბმული სპინ ტრიპლეტური მდგომარეობების ინვერტირებული გადასვლით სტიმულირებული გამოსხივების გამოკვლევის გამოყენება სხვადასხვა სამეცნიერო და პერსპექტივაში – ტექნოლოგიური მიზნებისთვის</p> <p>მოკლე ანოტაცია:</p> <p>ბევრ აქსიალურად ასიმეტრიულ ფიზიკურ ობიექტს აქვს სპინ ტრიპლეტური მდგომარეობები (სტმ), ე.ი. მდგომარეობები ერთის ტოლი სრული სპინური კუთხური მომენტის კვანტური რიცხვით და სამი შესაძლო ენერჯის დონით ნულოვან მუდმივ მაგნიტურ ველში (ნვ). მასალები სტმ მყოფი ელექტრონული სპინებით, განსაკუთრებით ფოტოაღზნებულ ორგანულ მოლეკულები, ფართო გამოყენებას პოვენ მეცნიერებასა და ტექნოლოგიებში.</p> <p>სტმ გამოყენებას წარმოადგენს ოთახის ტემპერატურაზე მომუშავე მაზერების (მოწყობილობები სტიმულირებული გამოსხივებით მიკროტალღების (მტ) გენერაციისა და გაძლიერებისთვის) შექმნა. კარგად არის ცნობილი ლაზერების</p>	2022-2027	ნ. ფოკინა	მ. ელიზბარაშვილი

	<p>(მოწყობილობები სტიმულირებული გამოსხივებით სინათლის გენერაციისა და გაძლიერებისთვის) ფართო გამოყენება მეცნიერებასა და მედიცინაში. მაზერების გამოყენება ჩამორჩებოდა იმ ფაქტის გამო, რომ მათი მუშაობისთვის ჰელიუმის ტემპერატურაა აუცილებელი, რაც მას ხდის დიდი ზომის და ძვირს. ამავე დროს, ზუსტად მაზერი გამოიყენება შორი კოსმოსის კვლევებისთვის, რადგან მტ შელწევადობის არეალი გაცილებით ფართოა, ვიდრე სინათლის ტალღების. ამის გამო, ოთახის ტემპერატურაზე მომუშავე მაზერების განვითარება წარმოადგენს უაღრესად მნიშვნელოვან საგანს. ლონდონის უმაღლესი კოლეჯის მაზერის ჯგუფმა შეძლო გამოიყენოს ფოტოაღზნებული პენტანცენის სტმ, რომელსაც შეიცავს 3-ტერფენილის კრისტალი დოპირების სახით, ოთახის ტემპერატურაზე იმპულსურ რეჟიმში მომუშავე მაზერის შექმნისთვის.</p>			
4	<p>მთის მდინარეებიდან კინეტიკური ენერჯის მოპოვება მოტივტივე მულტიტურბინით დამისი გარდაქმნა სითბურ ენერჯიაში გრიგალური გენერატორის მეშვეობით. (სითბური</p>	2020-2025	კ.გორგაძე	ხ. ლომსაძე, ვ. ვაჩაძე.

<p>მოვლენები, ელექტრობა და მაგნეტიზმი).</p> <p>მოკლე ანოტაცია:</p> <p>აიგო პროექტით გათვალისწინებული ენერგეტიკული სისტემა, რომელიც შეიქმნა მდინარის მოტივტივე მულტიტურბინის, მულტიპლიკატორის, მოტორგენერატორის, წყლის გრიგალური გამაცხელებლის გაერთიანებით. ეს სისტემას დამონტაჟდება წინასწარ შერჩეულ ადგილზე შედარებით მაღალი დაქანების წყალუხვი მდინარის ნაპირზე. იგი მოემსახურება ადგილობრივ მოსახლეებს. პროექტის წარმატებულობა იქნება საწინდარი სისტემის შემდგომში ქარხნული წარმოების განხორციელებისა. ეს არის ჩვენი ორგანიზაციის სტარტი ენერგეტიკის სფეროში და წარმატებული სტარტი კი გზას გაგვიხსნის ამავე მიმართულებით სხვა პროექტების განხორციელებაში.</p> <p>ამ პროექტის ფარგლებში მდინარის მულტიტურბინის და გრიგალური წყლის გამათბობელის გაერთიანებით მიღებული სისტემის გამოყენება მნიშვნელოვნად შეამცირებს სასათბურე შენობების გათბობისათვის საჭირო ენერგეტიკულ დანახარჯებს.</p>			
---	--	--	--

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
სენსორული ელექტრონიკისა და მასალათმცოდნეობის სამეცნიერო - ტექნოლოგიური ცენტრი

პროექტის (1) დასახელება:

მაღალტემპერატურული ზეგამტარ მასალებში ფერომაგნეტიზმის შესწავლა

პროექტის ავტორი: ფიზიკა - მათემატიკის მეცნიერებათა კანდიდატი - ეკატერინე სანაია (577392790, esanaia@gmail.com)

პროექტის ხანგრძლივობა: 3 წელი

1. პროექტის აღწერა:

ზეგამტარობისა და ფერომაგნეტიზმის ერთდროული არსებობის საკითხი მიკროსკოპულ დონეზე დიდი ხნის განმავლობაში იპყრობს მეცნიერთა ყურადღებას. უკანასკნელი ათწლეულის განმავლობაში ამ სფეროსადმი ინტერესი გაიზარდა ზეგამტარობისა და შორეული მაგნიტური წესრიგის თანაარსებობის აღმოჩენის გამო, მათ შორის სუსტი ფერომაგნეტიზმისა, $\text{RuSr}_2\text{LnCu}_2\text{O}_8$ (Ru-1212) და $\text{RuSr}_2(\text{Ln}_{1-x}\text{Ce}_x)\text{Cu}_2\text{O}_{10}$ (Ru-1222) შედგენილობის ჰიბრიდული რუთენიუმის კუპრატში, სადაც Ln=Sm, Eu, და Gd [1-5]. Ru-1212 ნაერთის კრისტალური სტრუქტურა გამომდინარეობს ზეგამტარული $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ -დან.

სხვა კუპრატების მსგავსად CuO_2 ორმაგი ფენით, სტრუქტურულად მონათესავე Ru-1222 ნაერთებს გააჩნიათ მიმდებარე CuO_2 ფენების გამყოფი სამ ფენიანი ფლუორიტული ტიპის სტრუქტურა[1].

მიუხედავად იმისა, რომ ზეგამტარობა და მაგნეტიზმი შეინიშნება სხვა მასალებშიც და შესწავლილი იქნა, მაგალითად იშვიათ-მიწა როდიუმის ბორიდში, მოლიბდენის კალცოგენიდებში [6], ბორიდებისა და კარბიდების იონების ერთდროულად შემცველ მასალებში $\text{ErNi}_2\text{B}_2\text{C}$ [7], და UGe_2 [8], რუთენიუმის ჟანგბადოვანი ანიონი არის უნიკალური, იმით რომ ზეგამტარობისა და ფერომაგნეტიზმის თანაარსებობა ვრცელდება ტემპერატურის ფართო დიაპაზონში დაახლოებით 50K-მდე. კურიეს ტემპერატურა Tc Ru-1212 $\text{RuSr}_2\text{GdCu}_2\text{O}_8$ ნაერთისთვის შეადგენს ≈ 132 K. ზეგამტარობა ვითარდება ფერომაგნეტიკურ მდგომარეობაში Tc ~ 45 K ტემპერატურიდან, რომლის ქვემოთ ორივე მოვლენა თანაარსებობს [3,4]. $\text{RuSr}_2(\text{Gd}_{1.4}\text{Ce}_{0.6})_2\text{Cu}_2\text{O}_{10}$ და $\text{RuSr}_2(\text{Eu}_{1.4}\text{Ce}_{0.6})_2\text{Cu}_2\text{O}_{10}$ შედგენილობის Ru-1222 ნაერთი ანტიფერომაგნეტიკულია ნეელის ტემპერატურებით ≈ 180 K და ≈ 122 K, შესაბამისად. სუსტი ფერომაგნეტიზმი ჩნდება 100K -ის ახლოს, და ორივე მასალა ხდება ზეგამტარი კურიეს ტემპერატურებით ≈ 42 K და ≈ 32 K შესაბამისად [2]. Ru-ს ვალენტობა Ru-1212 ნაერთში განისაზღვრავს რენტგენული აბსორბციული სპექტროსკოპიით, Ru⁴⁺-ის გამოსავლიანობა 40-50% , ხოლო Ru⁵⁺-ის 50-60% შეადგენს და დამოკიდებულია კონკრეტულ შედგენილობაზე [9].

$\text{RuSr}_2\text{GdCu}_2\text{O}_8$ -ში ფერომაგნეტიზმის არსებობა განისაზღვრავს მაგნიტური მგრძობიარობის გაზომვებით, მუონურ სპინური რელაქსაციით [3,4,10] და ნეიტრონული დიფრაქციით [11-13]. მაღალი გარჩევადობის ელექტრონულმა მიკროსკოპიამ აჩვენა, რომ RuO₈

სუბდომენის მახასიათებელი სიგრძე შეადგენს 50-200Å [14]. უნდა აღინიშნოს, რომ ცვლადი და მუდმივი დენების მაგნიტური მგრძობიარობის დაწვრილებითი გაზომვებით კონტროლირებადი მარცვლების ზომის ფხვნილებში $\text{RuSr}_2\text{EuCu}_2\text{O}_8$ -სა [15] და $\text{RuSr}_2(\text{Gd,Ce})_2\text{Cu}_2\text{O}_{10+\delta}$ -ში [16] ვარაუდობენ, რომ მარცვლის შიდა ზეგამტარობა შეიძლება იყოს თავისთავად მარცვლოვანი წარმოშობის, გამომდინარე მეზოსკოპური განცალკევებიდან ნორმალურ და ზეგამტარულ დომენებს შორის. ამრიგად, ზეგამტარობისა და ფერომაგნეტიზმის თანაარსებობა ამ მასალებში მიკროსკოპულ დონეზე ისევე ღია საკითხად რჩება.

რუთენიუმის კუპრატების შესწავლა ძირითადად სრულდებოდა მყარ სხეულოვანი რეაქციით მომზადებულ ნიმუშებზე. ელექტრული წინალობა (ρ) როგორც ტემპერატურის ფუნქცია, T_c სიდიდე და ზეგამტარული გადასვლის სიგანე მგრძობიარეა ოქსიგენიზაციის პროცესისადმი [1,5,17]. ზეგამტარულ მდგომარეობაში გადასვლას რუთენოკუპრატებში თან ახლავს თვითინდუცირებული გრიგალური მოძრაობა [18], სუსტი მარცვალთშორისი და მარცვალთშიდა კავშირი [19], სუსტი ოქსიგენაცია, და SrRuO_3 ან $\text{Sr}_2\text{GdRuO}_6$ ფაზები მინარევების სახით [1]. სინთეზის პროცესის კრიტიკული როლის ერთ-ერთი მაგალითი ნაჩვენებია $\text{RuSr}_2(\text{Gd}_{1.4}\text{Ce}_{0.6})_2\text{Cu}_2\text{O}_{10}$ -ის $\rho(T)$ მონაცემებში; 1 ატმ. წნევის ჟანგბადის ნაკადში მომწვარი ნიმუშები ავლენენ ზეგამტარულ თვისებებს T_c -ს ზემოთ, მოწვა 95 ატმ. წნევის ჟანგბადის ნაკადში იწვევს მეტალის მსგავს თვისებებს ნორმალურ ფაზაში, და მკვეთრ გადასვლას ზეგამტარულ მდგომარეობაში [20]. თავისუფალი განარბების სიგრძის ქვედა ზღვრის შეფასებით, რომელიც დაფუძნებულია ელექტრონისა და ფონონის სუსტ კავშირზე [21] 1300K ტემპერატურზე შეადგენს $\approx 58\text{Å}$. ის დაახლოებით 30-ჯერ დიდია ვიდრე ტიპიური Cu-O ბმის სიგრძე (1.9Å). Ru-1212 ნაერთის ელექტრონულ დიფრაქციული კვლევებმა აჩვენა ორი ზესტრუქტურული წერტილი, როგორც ჩანს ერთ-ერთი მათგანი განპირობებულია Ru/Cu ჩანაცვლებებით და ვაკანსიებით. ეს მიუთითებს SNS/SIS გადასვლების არსებობაზე [22] და ამარებს მარცვალთშორისი სუსტი ბმების იდეას. გადატანითი პროცესების დაწვრილებით კვლევამ Ru-1212 მასალებში აჩვენა, რომ T_c -სთან ახლოს ადგილი აქვს მარცვალთშორისი და მარცვალთშიდა ზეგამტარობის კონვოლუციას [19].

კრისტალების მომზადება ძალიან მნიშვნელოვანია ფუნდამენტური კვლევებისათვის. კრისტალის ზრდა რთული საკითხია. პატარა ზომის კრისტალები მიიღება თვით ნაკადში [23-25], რომელთაგან უდიდესი კრისტალის ზომები შეადგენს $\approx 200 \times 200 \times 50 \mu\text{m}^3$ [23]. მაღალი წნევით სინთეზი 6 GPa წნევის ქვეშ წარმატებით იქნა გამოყენებული Ru-1212 ნაერთისთვის 1212 მასალების მოსამზადებლად, რითაც ხორციელდება მძიმე იშვიათ-მიწა ელემენტების Ln=Dy, Ho, Er და Y ჩასახლება სტრუქტურაში [26], და ასევე Ir-ით Ru -ის სრული ჩანაცვლება [27]. Ir-ისა და Gd-ის ქვე-მესრები $\text{IrSr}_2\text{GdCu}_2\text{O}_8$ ნაერთში აჩვენებენ ფერომაგნეტიზმს [27].

თუ ზეგამტარობისა და ფერომაგნეტიზმის თანაარსებობა მიკროსკოპულია, ის შეიძლება იყოს მდგრადი, Ru-O მაგნიტურ და ზეგამტარულ Cu-O შრებს შორის სუსტი კავშირის გამო. ეს მასალები არიან კვაზი ორგანოზომილებიანი, ორივე ზეგამტარობა და მაგნეტიზმი Ru-O შრეებში არის მდგრადი Cu-O შრეებთან ურთიერთქმედებით. და პირიქით, 3-D ზეგამტარობის სტაბილიზაცია Cu-O შრეებში უნდა იყოს მდგრადი Ru-O შრეებთან ურთიერთქმედებით. იზოლატორულ მაგნიტურ სივრცეში ჯოზეფსონის გაწყვილება, ლოკალიზებული ორ

s-ტალღოვან ზეგამტარს შორის ცნობილია როგორც pi- გაწყვილება, რადგან ის ხელს უწყობს pi-გადაადგილებას 2 ზეგამტარული შრის ფაზებს შორის [28]. უნდა აღინიშნოს, რომ რუთენატების მაგნეტიზმი არ არის მარტივი, მათში შესაძლებელია d-ტალღოვანი ზეგამტარობა, და ფაზის წანაცვლება შესაძლებელია არ იყოს აუცილებელია pi. მაგნიტური გაცვლების გაწყვილების შესაძლებლობები ორ ფერომაგნიტურ შრეს შორის, რომელიც განცალკევებულია ერთმანეთისგან ზეგამტარული სივრცეებით, ზეგამტარობის ჩახშობის გარეშე შესწავლილია თეორიულად [29,30]. ასეთ ვითარებაში, ზეგამტარობასა და მაგნიტურ პატრამეტრებს სჭირდებათ სივრცითი ვარიაციები ერთობლივი თანარსებობის გამო[31,32]. ზეგამტარობისა და ფერომაგნიტიზმის სუსტი გაწყვილების გათვალისწინებით, ეს შეიძლება განხორციელდეს რუთენატებში [33]. ზეგამტარული Cu-O და მაგნიტური Ru-O შრეების სიახლოვეს მიყვავართ სპონტანური გრიგალური ფაზის წარმოქმნასთან [34]. მაგნეტიზმი და ზეგამტარობა ერთდროულად აღმოჩენილი იქნა რამდენიმე ტიპის მასალაში გარკვეულ პირობებში, და ამ ორი მოვლენის თანარსებობის კვლევამ უზარმაზარი ცოდნა დააგროვა [35].

პროექტის მიზანია ახალ ძლიერად კორელირებულ სისტემაში ელექტრონული და მაგნიტური ურთიერთქმედების კვლევა სითბოგამტარობის, თერმული დიფუზიის, კუთრი სითბოს, თერმოელექტრომომძრავებელი ძალის, თერმული გაფართოების, ელექტროგამტარობისა და დამაგნიტების გაზომვებით. ეს არის გარდამავალი მეტალებისა და კუპრატების ჰიბრიდული სისტემა, რომელშიც ზეგამტარობა თანარსებობს მაგნეტიზმთან ერთად.

2. მეთოდოლოგია

შემოთავაზებული პროექტის ძირითად მიზანს წარმოადგენს ჰიბრიდული კუპრატების ძლიერად კორელირებული სისტემების ელექტრონული, მაგნიტური და თერმული თვისებების შესწავლა, რომელთა სტრუქტურა გამომდინარეობს ზეგამტარული $YBa_2Cu_3O_7$ -დან და ავლენს ზეგამტარობასა და შორეულ მოწესრიგებას.

პროექტის განხორციელებისათვის აუცილებელია შემდეგი ამოცანების შესრულება:

- ნიმუშების მიღება მყარსხეულოვანი რეაქციითა და რიტველდის ანალიზი;
- რუთენიუმის 10%-მდე Au-ით ჩანაცვლებული ჰიბრიდული რუთენოკუპრატების მოცულობითი კუპრატების მიღება;
- ელექტროწინაღობისა და დამაგნიტების კვლევა მაგნიტური ინდუქციის ველში 4-400K ტემპერატურულ ინტერვალში
- სითბოგამტარობის, თერმული დიფუზიის, კუთრი სითბოს, თერმოელექტრომომძრავებელი ძალის და თერმული გაფართოების გაზომვები 4-400K ტემპერატურულ ინტერვალში.

პროექტის მსვლელობისას განხორციელდება სითბოგამტარობის, თერმული დიფუზიის, კუთრი სითბოს, თერმოელექტრომომძრავებელი ძალისა და თერმული გაფართოების, 5T-მდე მაგნიტურ ველში გადატანითი და მაგნიტური თვისებების შესწავლა.

ჰიბრიდული კუპრატის ნიმუშების მიღება ხდება მყარ სხეულოვანი რეაქციით მაღალ ტემპერატურულ ლუმელში მაღალი წნევის ქვეშ. მრავალგრდემლიანი ლუმელი გამოყენებული იქნება ისეთი შედგენილობებისთვის, რომლებიც არ მიიღებიან ატმოსფერულ წნევებზე და ასევე მაღალი სიმკვრივის შეცხოვრილი ნიმუშების მისაღებად. ორივე წნევით-დასინთეზებული მასალები, და ასევე კრისტალები ძალიან მნიშვნელოვანია მარცვალთშიდა ფაზათა გაყოფის საიმედოობის პრობლემის გადასაწყვეტად. გარდა ამისა, Ru-1212 მასალები შეიძლება დასინთეზდეს Y და Er -ით ლანთანიდების პოზიციებში, ან Ru-ის სრული ჩანაცვლებით Au -ით, როდესაც სინთეზი მიმდინარეობს წნევის ქვეშ.

ჟანგბადში მოწვა მაღალ ტემპერატურებზე შესრულდება 100ატმ. წნევამდე. ეს მნიშვნელოვანია განსაკუთრებით Ru-1222-ტიპის ნაერთისთვის, რომლებიც მაღალი წნევის ქვეშ O₂-ში მოწვის შემდეგ ხასიათდებიან ელექტრონების გადატანითი საუკეთესო მახასიათებლებით [20]. შვენი ვგეგმავთ სისტემატურად რიტველდის ანალიზის ჩატარებას. სინთეზის პროცესთან დაკავშირებულ მნიშვნელოვან საკითხებს წარმოადგენენ სუსტი ბმები, კათიონების განწესრიგება, ოქსიგენიზაციის დონე და დომენის სტრუქტურა [1,11], რადგანაც მათ შეუძლიათ ძლიერი გავლენის მოხდენა მოცულობით თვისებებზე, ასე მაგალითად, ნორმალურ ფაზაში $\rho(T)$ გრაფიკის დახრილობაზე და SC გარდაქმნაზე.

3. მოსალოდნელი სამეცნიერო შედეგები

- თავიდან ჩვენ ვაწარმოებთ 1212-ტიპის მასალის ნიმუშების სისტემატურ კვლევებს, რომლებიც სინთეზებულია მაღალი წნევის ლუმელში, იმისათვის რომ დადგინდეს დაწინებვის გავლენა მარცვალთშორისი და მარცვალთშიდა სუსტ კავშირებზე, აგრეთვე იმისათვის, რომ მივიღოთ მასალები, რაც არ მიიღება ატმოსფერული წნევის პირობებში. მაგალითად, დაწინებვის წნევის გავლენის შესწავლა Bi-2223 ზეგამტარულ კერამიკაში გვადლევს მარცვალთაშორისო სუსტი კავშირების, ასევე ზეგამტარული კლასტერებისა და მარცვალთშორისი ზეგამტარობის იდენტიფიკაციის საშუალებას [36]. დაწინებვის დონის გავლენის კვლევა ნათელს მოჰყვანს ატმოსფერულ წნევაზე მიღებულ ნიმუშებში გადატანითი თვისებების აღდგენადობის სუსტად გამოვლინებას.
- გამოვიყენებთ ნაწილობრივი ჩანაცვლებას, რათა განხორციელდეს Cu-O სიბრტყეებზე მუხტების დოპირების კონტროლი. Ir-ითა და Rh-ით ჩანაცვლება აჩვენებს, რომ Ru -ის სულ მცირე 20% მაინც შესაძლებელია ჩანაცვლდეს Ru-1212 სისტემაში მინარევების დამატებითი ფაზების ფორმირების გარეშე. [37]. მსგავსად, ნაჩვენებია Ru-ის ნაწილობრივი ჩანაცვლება Ta-ით Ru-1212 ნაერთში

[38]. ამ ჩანაცვლებას მიყვავართ T_c მკვეთრად შემცირებამდე და დღის წესრიგში დგას დეტალური კვლევა აღნიშნული ვარდნის მიზეზისა.

- შევეცდებით ოპტიმიზირება გავუკეთოთ კრისტალის ზრდის პირობებს იმისათვის რომ მივიღოთ საკმარისად დიდი ზომის კრისტალები თერმული და გადატანითი თვისებების გასაზომად. რადგან ზეგამტარობა შემოიფარგლება Cu-O სიბრტყეებით, და ანიზოტროპია არის დიდი, მნიშვნელოვანია ზედა კრიტიკული ველის H_{C2} შესწავლა, Cu-O სიბრტყეების პარალელური და პერპენდიკულარული მიმართულებებით. ჩვენ ვგეგმავთ $\rho(T)$ გაზომვებს $5T$ -მდე ინდუქციის მაგნიტურ ველში იმისათვის, რომ განისაზღვროს H_{C2} ანიზოტროპია, და სხვა ზეგამტარული პარამეტრები. $H_{C2}(T)$ საფუძველზე შეფასებული იქნება ξ_{ab} , ξ_c , და $H_{C2}(0)$ სიდიდეები [21].
- ვგეგმავთ თერმული გაზომვების შესრულებას. სითბოგამტარობა მნიშვნელოვანია მყარ სხეულებში ელექტროგამტარობასთან ერთობლივად. სითბოგამტარობა ხშირად უფრო მრავალმხრივია ვიდრე ელექტროგამტარობა, რადგან სითბოგამტარობა გვაძლევს ძვირფას ინფორმაციას არა მხოლოდ გამტარებისთვის, არამედ იზოლატორებისა და ასევე ზეგამტარებისთვის T_c ტემპერატურის დაბალ დიაპაზონში. სითბოგამტარობა k მნიშვნელოვანია მესრის დინამიკის გავლენის ეფექტის შესასწავლად ფაზურ გარდაქმნის ტემპერატურის არეში.

ბოლო პერიოდში, ივატის უნივერსიტეტი საინჟინრო ფაკულტეტი ამუშავებს კვაზი-სიმულაციურ გაზომვის სისტემას თერმული დიფუზიის a და სითბოგამტარობის k იდენტური ექსპერიმენტის ქვეშ. რადგან დიფუზია a მოცემულია k/C , ე.ი. k იყოფა კუთრი სითბოზე C , ჩვენ შეგვიძლია განვსაზღვროთ კუთრი სითბო a და k -ს გაზომვით. იმისათვის, რომ განისაზღვროს ნიმუშის დეზაის ტემპერატურის ჭეშმარიტი სიდიდე იზრდება ფონონური სითბოგამტარობის ანალიზის საიმედოობა. რუთენატების კუთრი სითბოს გაზომვები ნათლად აჩვენებენ ერთდროულად ზეგამტარულ გარდაქმნისა და მაგნიტურ მოწესრიგების მიმდინარეობას [38-40].

ზეგამტარულ მდგომარეობაში სითბოგამტარობის ფონონური $k_{ph}(T)$ და ელექტრონული კომპონენტი $k_e(T)$ განისაზღვრება კვაზი ნაწილაკის სიმკვრივით $n_{qp}(T)$. თვით $n_{qp}(T)$ განისაზღვრება ენერგეტიკული ღრეჩოს სიდიდითა და განაწილებით. შესაბამისად, სითბოგამტარობა შესაძლებელია აღმოჩნდეს სასარგებლო ენერგეტიკული ღრეჩოს სიმეტრიის განსაზღვრისათვის. მოსალოდნელია მიღებული იქნას ინფორმაციას ენერგეტიკული ღრეჩოს სიმეტრიის შესახებ სითბოგამტარობისა და დიფუზურობის ანალიზის ბაზაზე.

გამოყენებული იქნება a და k სიდიდეების ერთდროული გაზომვის მეთოდი სხვადასხვა T_c -ს შემთხვევაში.

ლიტერატურის ჩამონათვალი

- [1] L. Bauerfeind, W. Widder, and H.F. Braun, "Ruthenium-based layered cuprates $\text{RuSr}_2\text{LnCu}_2\text{O}_8$ and $\text{RuSr}_2(\text{Ln}_{1-x}\text{Ce}_x)\text{Cu}_2\text{O}_{10}$ (Ln=Sm, Eu and Gd)", *Physica C* 254, 151-8 (1995).
- [2] I. Felner, U. Asaf, Y. Levi and O. Millo, "Coexistence of magnetism and superconductivity $\text{IR}_{1.4}\text{Ce}_{0.6}\text{RuSr}_2\text{Cu}_2\text{O}_{10-\delta}$ (R=Eu and Gd)", *Phys. Rev. B* 55, R3374-7 (1997).
- [3] J.L. Tallon, C. Bernhard, M.E. Bowden, P.W. Gilberd, T.M. Stoto, and D.J. Pringe, "Coexisting ferromagnetism and superconductivity in hybrid rutheno-cuprate superconductors", *IEEE Trans. Appl. Supercond* 9, 1969-9 (1999).
- [4] C. Bernhard, J.L. Tallon, C. Niedermayer, T. Blasius, A. Golnik, E. Brucher, R.K. Kremer, D.R. Noakes, C.E. Stronach, and E.J. Ansaldo. "Coexistence of ferromagnetism and superconductivity in the hybrid ruthenate-cuprate compound $\text{RuSr}_2\text{GdCu}_2\text{O}_8$ studied by muon spin rotation and dc magnetization", *Phys. Rev. B* 59, 14099-107 (1999).
- [5] L. Bauerfeind, W. Widder, and H.F. Braun, "Superconductors consisting of CuP_2 and RuO_2 layers" *J. Low Temp. Phys.* 105, 1605-10 (1996).
- [6] M.B. Maple, Fischer, (eds.) *Superconductivity in Ternary Compound*, Topics in Current Physics, Vols 32&34, (Springer-Verlag, Berlin, 1982).
- [7] P.C. Canfield, S.L. Bud'ko, and B.K. Cho, "Possible co-existence of superconductivity and weak ferromagnetism in $\text{ErNi}_2\text{B}_2\text{C}$ ", *Physica C* 262, 294-54 (1996).
- [8] S.S. Saxena, P. Agarwal, K. Ahilan, F.M. Grosche, R.K.W. Hasselwimmer, M.J. Steiner, E. Pugh, I.R. Walker, S.R. Julian P. Monthoux, G.G. Lozarich, A. Huxley, I. Sheikin, D. Braithwaite, and J. Flouquet, "Superconductivity on the border of itinerant-electron ferromagnetism in UGe_2 ", *Nature* 406, 587-92 (2000).
- [9] R.S. Liu, L.-Y. Jang, H.-H. Hung, and J.L. Tallon, "Determination of Ru valence from x-ray absorption near-edge structure in $\text{RuSr}_2\text{GdCu}_2\text{O}_8$ -type superconductors", *Phys. Rev. B* 63, 212507-10 (2001).
- [10] A. Shengelaya, R. Khasanov, D.G. Eshchenko, I. Felner, U. Asaf, I.M. Savic, H. Keller, and K.A. Muller, "Coexistence of magnetism and superconductivity in $\text{Eu}_{1.4}\text{Ce}_{0.6}\text{RuSr}_2\text{Cu}_2\text{O}_{10}$: A muon spin rotation and magnetization study", *Phys. Rev. B* 69, 24517-23 (2004).
- [11] O. Chmaissem, J.D. Jorgensen, H. Shaked, P. Dollar, and J.L. Tallon, "Crystal and magnetic structure of ferromagnetic superconducting $\text{RuSr}_2\text{GdCu}_2\text{O}_8$ ", *Phys. Rev. B* 61, 6401-7 (2000).
- [12] J.W. Lynn, Keimer, Ulrich, C. Bernhard, and J.L. Tallon, "Antiferromagnetic ordering of Ru and Gd in superconducting $\text{RuSr}_2\text{GdCu}_2\text{O}_8$ ", *Phys. Rev. B* 61, 14964-7 (2000).

- [13] J.D. Joergensen, O.Chmaissem, H.Shaked, S.Short, P.W. Klamut, B.Dabrowski and J.L.Tallon, "Magnetic ordering in the superconducting weak ferromagnets $\text{RuSr}_2\text{GdCu}_2\text{O}_8$ and $\text{RuSr}_2\text{EuCu}_2\text{O}_8$ ", *Phys.Rev.*B63, 54440-5 (2001).
- [14] A.C. McLaughlin, W.Zhou, J.P. Attfield, A.N. Fitch, and J.L. Tallon, "Structure and microstructure of the ferromagnetic superconductor $\text{RuSr}_2\text{GdCu}_2\text{O}_8$ ", *Phys. Rev. B*60, 7512-6 (1999).
- [15] B.Lorenz, R.L. Meng, Y.Y. Xue, and C.W. Chu, "Pressure effect on the superconducting and magnetic transitions of the superconducting ferromagnet $\text{RuSr}_2\text{GdCu}_2\text{O}_8$ " *Physica C* 383, 337-42 (2003).
- [16] Y.Y. Xue, B.Lorenz, A.Baikalov, D.H. Cao, Z.G. Li, and C.W. Chu, "Superconductivity, intra-grain penetration depth, and Meissner effect of $\text{RuSr}_2(\text{Gd,Ce})_2\text{Cu}_2\text{O}_{10-\delta}$ ", *Phys. Rev. B*66, 14503-7 (2002)
- [17] R. Masini, C.Artini, M.R. Cimberle, G.A. Costa, and M.Carnasciali, "Synthesis effects on magnetic and superconducting properties of $\text{RuSr}_2\text{GdCu}_2\text{O}_8$ in ruthenate and rutheno-cuprate *Materials*, C.Noce, A.Vecchione, M.Cuoco, and A.Romano (eds.) 222-38, (Springer, 2002).
- [18] Y.Tokunaga, H.kotegawa, K.Ishida, Y.Kitaoka, H. Takagiwa, and J.Akimitsu, "NMR evidence for coexistence of superconductivity and ferromagnetic component in magnetic superconductors $\text{RuSr}_2\text{YCu}_2\text{O}_8$: $^{99,101}\text{Ru}$ and ^{63}Cu NMR", *Phys. Rev. Lett.*86, 5767-70 (2001).
- [19] R.L. Meng, B.Lorenz, Y.S. Wang, J.Cmaidalka, Y.Y.Xue, and C.W. Chu, "Synthesis and physical properties of superconducting $\text{RuSr}_2(\text{Gd,Ce})_2\text{Cu}_2\text{O}_{10-\delta}$ ", *Physica C*353, 159-9 (2001)
- [20] M.T. Escote, V.A. Meza, R.F. Jardim, L. Ben-Dor, M.S. Torikachvili, A.H. Lacerda, "Upper critical field of the magnetic superconductor $\text{RuGd}_{1.4}\text{Ce}_{0.6}\text{Sr}_2\text{Cu}_2\text{O}_{10-\delta}$ ", *Phys.Rev B*66, 144503-8 (2002).
- [21] M. Gurvitch, and A.T. Fiory, "Resistivity of $\text{La}_{1.825}\text{Sr}_{0.175}\text{CuO}_4$ and $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ to 110K: Absence of saturation and its implications", *Phys. Rev .Lett.*59, 1337-40 (1987)
- [22] V.P.S. Awana, S. Ichinara, M. Karppinen, and H. Yamauchi, "Comparison of magneto-superconductive properties of $\text{RuSr}_2\text{GdCu}_2\text{O}_{8-\delta}$ and $\text{RuSr}_2\text{Gd}_{1.5}\text{Ce}_{0.5}\text{Cu}_2\text{O}_{10-\delta}$ " *Physica C*378-381.
- [23] C.T.Lin, B.Liang, C.Ulrich, and C.Bernhard, "Single crystals of $\text{RuSr}_2\text{GdCu}_2\text{O}_8$, *Physica C* 364-365, 373-5 (2001).
- [24] P.Mele, C.Artini, G.A. Costa, M.M. Carnasciali, and M.Feretti, "Growth of single crystals in Ru-Sr-Gd-Cu-O system", *Int. J. Mod. Phys .B* 17, 716-21 (2003).
- [25] V.G. Hadjiev, J.Backstrom, V.N. Popov, M.N. Iliev, R.L. Meng, Y.Y. Xue, and C.W. Shu, "Symmetry of phonon, magnetic, and spin-phonon excitations in $\text{GdSr}_2\text{RuCu}_2\text{O}_8$ single crystals", *Phys. Rev .B* 64, 13404-9 (2001).

- [26] T.Kawashima, and E.Takayama-Muromachi, “High-pressure synthesis and physical properties of ruthenate-cuprates $\text{RuSr}_2\text{LnCu}_2\text{O}_8$ (Ln=Y, Dy, Ho, Er)” *Physica C* 398, 85-94 (2003).
- [27] A.J.D. Santos-Garcia, M.H. Aguirre, E. Moran, R.S. Puche, and M.A. Alario-Franco, “A novel ferromagnetic iridocuprate: $\text{IrSr}_2\text{GdCu}_2\text{O}_8$ ”, *J.Sol. Stat .Chem.* 179, 1296-302 (2006).
- [28] J.S. Jiang, D.Davidovic, D.H. Reitch, and C.L. Chien, “Oscillatory superconducting transition temperature in Nb/Gd multilayer’s” *Phys. Rev. Lett.* 74, 314-8 (1995).
- [29] C.A.R.S. de Melo, “Exchange coupling in ferromagnetic-superconductor-ferromagnetic multilayers”, *Phys.Rev.Lett.* 79, 1933-6 (1997).
- [30] C.A.R.S. de Melo, ”Magnetic exchange coupling through superconductors: a trilayer study”, *Phys. Rev .B* 62, 12303 (2000).
- [31] P.Fulde, and R.A. Ferrell, “Superconductivity in a strong spin-exchange field”, *Phys. Rev*, 135, 550-63 (1964).
- [32] A.I. Larkin, and Y.N. Vchirikov, “Inhomogeneous state of superconductors“, *Sov.Phys. JEPT* 20, 762-9 (1965).
- [33] W.E. Pickett, R.Weht, and A.B. Shick, “Superconductivity in ferromagnetic $\text{RuSr}_2\text{GdCu}_2\text{O}_8$ ”, *Phys. Rev. Lett.* 83, 3713-6 (1990).
- [34] E.B. Sonin, and I. Felner, “Spontaneous vortex phase in a superconducting weak ferromaget”, *PhysRev.* B57, R14000-3 (1998).
- [35] M.B. Maple, “Interplay between superconductivity and magnetism”, *Physica B* 215, 110-26 (1995).
- [36] P.Mune, E.Govea-Aleide, and R.F. Jardim, “Influence of the compacting pressure on the dependence of the critical current with magnetic field in polycrystalline $(\text{Bi-Pb})_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$ superconductors” *Physica C* 384, 491-500 (2002).
- [37] M.S. Torikachvili, I.Bossi, J.R. O’Brien, F.C. Fonseca, R. Muccillo, and R.F. Jardim, “Superconductivity and magnetism in $\text{Ru}_{1-x}\text{Ir}_x\text{Sr}_2\text{GdCu}_2\text{O}_8$ compounds”, *Physica C* 408-410, 195-6 (2004).
- [38] X.H. Chen, Z. San, K.Q. Wang, S.Y. Li, Y.M. Xiong, M. Yu, and L.Z. Cao, “Transport properties and specific heat of $\text{RuSr}_2\text{GdCu}_2\text{O}_8$ and $\text{RuSr}_2\text{Gd}_{1.4}\text{Ce}_{0.6}\text{Cu}_2\text{O}_8$ in magnetic fields”, *Phys. Rev. B* 63, 64506-10 (2001).
- [39] J.L. Tallon, J.W. Loram, G.V.M. Williams, and C. Bernhard, “Heat capacity and transport studies of the ferromagnetic superconductor $\text{RuSr}_2\text{GdCu}_2\text{O}_8$ ” *Phys .Rev. B* 61, 6471-4 (2000).
- [40] X.H. Chen, Z. San, K.Q. Wang, Y.M. Xiong, H.S. Yang, H.H. Wen, Y.M. Ni, and L.Z. Zao, ”Superconductivity and specific heat of $\text{Ru}_{1-x}\text{Ta}_x\text{Sr}_2\text{GdCu}_2\text{O}_8$ and $\text{RuSr}_2\text{Gd}_{1.4}\text{Ce}_{0.6}\text{Cu}_2\text{O}_y$ ” *J. of Phys. (Cond. Matt.)* 12, 10561-9 (2000).

ბოწყვეტი:

	2023 წელი	2024 წელი	2025 წელი	ჯამი (ლარი)
მასალები	500	600	600	1700
მივლინება	7000	7000	7000	21000
სულ	7500	7600	7600	22700

პროექტის (2) დასახელება:

DADI-ს ტიპის მასალებისა და მათზე მაღალტემპერატურული ჟანგვის შედეგად ფორმირებული დამცავი ოქსიდების მიკროსტრუქტურის თავისებურებათა კვლევა

პროექტის ავტორი: ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი - **ოლღა წურწუშია**

(593360809, oliko12@gtu.ge)

პროექტის ხანგრძლივობა: 3 წელი

პროექტის აღწერა:

ჩვენს მიერ წინა წლებში განხორციელებულ ექსპერიმენტებზე მათ შედეგად მიღებულ რეზულტატებზე დაყრდნობით ადვილად შეიძლება დავასკვნათ, რომ DADI-ს ტიპის თუჯები დანაფარების გარეშე მაღალტემპერატურულ გარემოებში მუშაობენ მხოლოდ რამოდენიმე ასეული გრადუს ცელსიუსის მიდამოში. თუმცა დღევანდელი მოთხოვნებიდან გამომდინარე მაღალტემპერატურულად მედეგი მასალების მიმართ, საჭიროებას წარმოადგენენ ისეთი მასალები რომელთა მუშაობის გარემოები 500 გრადუს ცელსიუსს აღემატებიან და უნარი ექნებათ, რომ ასეთ პირობებში იმუშავონ ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში. გამომდინარე იქიდან, რომ DADI-ს ტიპის თუჯები დიდი პოტენციალით გამოირჩევიან ზემოთაღნიშნული გარემოების პირობებში სამუშაოდ მათზე დანაფარების არსებობის შემთხვევაში, ისინი ჩვენი კვლევის ინტერესის სფეროს

წარმოადგენენ. ყველაზე ეფექტური დანაფარების ძიების გზები ამ ეტაპისათვის ამოუწურავია. აქამდე ვიკვლევდით აღნიშნული მასალების სლარიდან ალუმინიზირებული ნიმუშებს და მათ მაღალტემპერატურულ თავისებურებებს. აღნიშნული კვლევები ჯერაც მიმდინარეობს. თუმცა ალუმინისა და მისი კომპაუნდების DADI-ს ზედაპირზე ასევე შესაძლებელია სხვა გზითაც იქნას მიწოდებული/დაფარული. ასე მაგალითად ერთ-ერთი ყველაზე ხელმისაწვდომი და შდევარებით იაფია (და რაღათქმა უნდა ეფექტური) ბოჰემიტის სოლგელის ხსნარიდან ეგრედწოდებული დიფქოუთინგის მეთოდი. აღნიშნული ექსპერიმენტები წარმატებით განვახორციელეთ წინამდებარე პროექტის წინამორბედი პროექტით რომელიც სწორედ ამ მეთოდით დანაფარების მიღებაზე იქნა ფოკუსირებული. ამ ეტაპზე დადგა საჭიროება რომ დაგროვლი გამოცდილი DADI-ს ნიმუშები გამოკვლეული იქნან შესაბამისი მაღალი გარჩევის თანამედროვე რასტრული (მასკანირებელი) ელექტრონული მიკროსკოპის საშუალებით. შესწავლილი იქნება მაღალტემპერატურული ზემოქმედების შედეგად გაზრდილი/ განვითარებული ოქსიდური ფიერბი თავიანთი სტრუქტურული თავისებურებებიდან გამომდინარე, ეს კი საშუალებას მოგვცემს რომ ჩამოვაყალიბოთ DADI-ს ტიპის სუბსტრატებზე და მათ დანაფარიან ზედაპირებზე ჟანგის ფენების ზრდის დღემდე უცნობი მექანიზმების თეორიული ახსნა, რაც შესაბამისად წარმოადგენს ჩვენი წინემდებარე პროექტის ძირითად მიზანს. მიღებული შედეგები წარდგენილი იქნება საერთაშორისო კონფერენციაზე და გამოქვეყნება სტატია. პროექტში ჩართული იქნება მინიმუმ ერთი სტუდენტი, რომელიც გაივლის ტრენინგს პროექტთან ასოცირებულ ტექნიკურ საკითხებზე და აქტიურად იქნება ჩართული მის განხორციელებაში.

პროექტი

შესავალი და სიახლე:

მიზიდველი მექანიკური თვისებების გამო, ჩვენს მიერ საკვლევ დეფორმირებადი აუსტემპერირებული თუჯი (Deformable Austempered Ductile Iron = DADI) წარმოადგენს ძალიან საინტერესო და მეტად პერსპექტიულ მასალას, რის გამოც იგი დიდი ხანია განიხილება ერთ-ერთ კანდიდატად მისი პრაქტიკაში დანერგვის თვალსაზრისით საავტომობილო და სხვა სახმელეთო საინჟინრო-ტექნიკურ სფეროებში [1-3]. მთელი რიგი ხელსაყრელი თვისებების გამო (მექნიკური თუ ტრიბოლოგიური) იგი შეიძლება ასევე განიხილებოდეს როგორც ძალზედ ძვირადღირებული ფოლადების კარგი ჩამნაცვლებელი მასალა [4-5]. მეორეს მხრივ, DADI-ს მიმართ მზარდი ინტერესი ასევე განისაზღვრება მისი შემადგენელი ფაზების (აუსტენიტი, მარტენსიტი, პერლიტი, ფერიტი) და მათი რაოდენობების ვარიაციების რეალური შესაძლებლობით მასალაში, და ამრიგად მისი ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების მანიპულირებით, რაც რაციონალურად არის კომბინირებული მის დაბალ წონასა და ასევე დაბალ ფასთან. თუმცა, აქვე აღსანიშნავია, რომ DADI-ს ყოფაქცევა მაღალ ტემპერატურებზე მწირად არის შესწავლილი და შესაბამისად ნაკლებია ინფორმაცია იმის თაობაზე, თუ რა მაღალტემპერატურული თვისებებით ხასიათდება იგი. ამის მიზეზი, სავარაუდოდ

შესაძლებელია იყოს მისი, ერთი შეხედვით „არამალტემპერატურული“, ქიმიური კომპოზიცია (C – 3.6-3.9, Si – 1.4-1.9, Mn – 0.4-0.6, Al – 0.2, Mg – 0.03-0.04 wt %), რომელიც რა თქმა უნდა რკინის ჟანგის წარმომქმნელი სისტემაა მაღალტემპერატურულ გარემოში დაყოვნებისას, რომლის თვისებებიც არასდროს ყოფილა სახარბიელო ასეთ პირობებში გამოსაყენებლად. ამას გარდა, იმის მიუხედავად რომ გრაფიტის ჩანართების რაოდენობა (კონცენტრაცია) მასალაში არის დაახლოებით ოთხ პროცენტამდე და იმის გათვალისწინებით რომ ამ უკანასკნელის ხვედრითი წონა არის ძალიან მცირე, მისი მოცულობა რკინის ბაზის მატრიცაში, შესაბამისად, არის საკმაოდ დიდი, რაც შეიძლება განვიხილოთ როგორც დადებითი და ასევე უარყოფითი ფაქტი. უპირატესობა მდგომრეობს იმაში, რომ ნახშირბადის ამ ოდენობას წვლილი შეაქვს მასალის შედარებით ნაკლებ წონაში და ამრიგად მისგან დამზადებული ნაწილები ამა თუ იმ დანადგარისათვის გარკვეული პროცენტულობით უფრო მჩატე არის შედარებით ნაკლებნახშირბადიან ან თუჯის მასალებთან; თუმცა მეორეს მხრივ იგივე ფაქტი მასში 4%-მდე ნახშირბადის არსებობისა რეალურად დამატებით არასასურველ ზეგავლენას ახდენს მის ისედაც მწირ მაღალტემპერატურულ თვისებებზე. ამ ყველაფრის გათვალისწინებით, მაშასადამე, ყველაზე სუსტ წერტილს წარმოადგენს DADI-ს სამუშაო ზედაპირი, რომელზედაც გრაფიტის ჩანართების გამოსასვლელები მრავლად არის და ეს გარდაუვალია. ზედაპირის თვისებების (განსაკუთრებით კი მაღალტემპერატურული თვისებების) მოდიფიკაცია მხურველმედეგი დამცავი ჟანგვა/კოროზია ინჰიბიტორული დანაფარებით მასალების ზედაპირზე ფართოდ მიღებული და გამოყენებადი პრაქტიკული მიდგომაა. აღსანიშნავია, რომ არ არის ცნობილი DADI-ს მასალის ზედაპირზე ფორმირებული ჟანგი, დაუფარავ და დანაფარებიან მდგომარეობაში, თუ რა მექანიზმით ვითარდება, რომელი ფაზებით იწყება მისი ჩასახვა და გარდაქმნა საბოლოო დამცავ ოქსიდში.

ლიტერატურა:

1. R. Elliott, Cast Iron Technology, Butterworths, London 1988, pp.672
2. M. Baucio, ASM materials reference book, ASM International, USA, 1993, pp.620
3. Joseph R Devis, Cast Irons, ASM specialty handbooks, USA, 1996, pp.494
4. E. Kutelia, N. Khidasheli, et al., Procedia Engineering, **2**, 1, (2010)
5. E. Kutelia, N. Khidasheli et al. CORROSION 2008 Conference Proceedings, New Orleans, USA, NACE-081112, p.12

საპროექტო ნარატივი: მნიშვნელოვნება დანაფარების მიღებისა აღნიშნულ მასალაზე არის უაღრესად და ზედმიწევნით სასიცოცხლო მნიშვნელობის ინჟინერიის მთელი რიგი დარგებისათვის. როგორც ჩვენს მიერ აქამდე ჩატარებულმა კვლევებმა ცხადჰყო DADI-ს მასალის დაფარვა ალუმინით (სლარის ხსნარიდან) მისი შემდგომი გამოწვით დიფუზიური დანაფარის/ფენის მირების მიზნით ძალიან დიდი დადებითი ზეგავლენა მოახდენია მისი მაღალტემპერატურული თვისებების ამაღლებაში. მიღებული იყო დაახლოებით 6-8ჯერ გაუმჯობესებული რეზულტატი, ანუ წონის ნამატის დრამატულ შემცირებასთან გვექონდა

საქმე ნუმუშების 3000 საათიანი გამოწვის შემდეგაც კი. ეს კი იმას ნიშნავს, რომ ჩვენი ექსპერიმენტები ამ მიმართულებით აუცილებლად უნდა იქნას გაგრძელებული და გაღრმავებული. ასევე, დანაფარების მეთოდების დივერსიფიცირების მიზნით უპრიანი იყო რომელიმე სხვა მეთოდის გამოყენება ალუმინით მდიდარი დანაფარის მიღებისათვის. ეს მეთოდი უნდა ყოფილიყო ასევე (როგორც სლარის მეთოდი იმპლემენტირებული წინა პროექტში) მარტივი, იაფი, რეპროდუცირებადი, ეფექტური, გარემოს მიმართ მეგობრული და ა.შ. რაც საშუალებას მოგვცემდა საბოლოოდ, რომ მოგვეხდინა ამ ორი დანაფარის შედარება და მათი ზეგავლენის ანალიზი DADI-ს მასალის მაღალტემპერატურულ თვისებებზე. ასეთ მეთოდად შერჩეული იყო ბოჰემიტის დანაფარის მიღება სველი მეთოდით, ანუ ზოლგელიდან. ყველა ექსპერიმენტი ჩატარებულ იქნა წარმატებულად და ამ ეტაპზე დადგა საჭიროება მაღალტემპერატურული ჟანგის შედეგად ფორმირებული ოქსიდების სკურპულოზური კვლევისა მაღალი გარჩევის ელექტრონულ-მიკროსკოპიული მეთოდით, მასზედ რომ დადგინდეს ფორმირებული ჟანგულიების მიკროსტრუქტურული თავისებურებები და შეფასდეს მათი ქიმიური შემადგენლობა არეების მიხედვით თუ გარკვეულ ლოკალურ მიდემოებში და წერტილოვნად.

მეთოდოლოგია და განხორციელება: დანაფარების მქონდე და დაუფარავი DADI-ს ნიმუშები მაღალტემპერატურულად იქნა დაჟანგული წინა პროექტების განხორციელებისას და ინახება ჩვენს ლაბორატორიებში. წინამდებარე პროექტის ფარგლებში უკვე გამომწვარი ნიმუშები სტრუქტურულად იქნება გამოკვლეული ზედაპირზე მიმდინარე პროცესების პრეციზიული შესწავლის მიზნით და მაღალტემპერატურული ჟანგისას მიმდინარე პროცესების დადგენისათვის. დადგინდება ჟანგის ფენების ფორმირების მექანიზმები თავიანთ იერარქიული განვითარების პროცესში.

აღნიშნული პროექტის ფარგლებში მიღებული შედეგების ანალიზისა და ჩვენს მიერ აქამდე ალუმინიზირებული DADI-ს ნიმუშების კვლევის შედეგების შეჯამებისა და შედარების შედეგად რეკომენდაციები გაიცემა DADI-ს ტიპის მასალისათვის ამჯერად არა მდოლოდ როგორც მექანიკურად სტაბილური, არამედ როგორც მაღალტემპერატურულად მედეგი ღირსეული მასალისათვის. მიღებული იქნება ახალი ცოდნა და გამოცდილება აღნიშნული მიმართულებით და გამოვლენილი იქნება დანაფარების მნიშვნელობა DADI-ს მასალის მაღალტემპერატურული თვისებების ამაღლებისათვის საბოლოოდ მის დასაწერად ინდუსტრიაში.

მიღებული შედეგები წარდგენილი იქნება საერთაშორისო კონფერენციაზე და ასევე გამოქვეყნებული იქნება სტატია სადაც ასახული იქნება ჩვენი კვლევები და რეზულტატები, რისთვისაც რა თქმა უნდა შესაბამისი დაფინანსებაა საჭირო.

პროექტის ტექნიკური და ტექნოლოგიური მიდგომები „მწვანეა“ და არ მოითხოვენ ტოქსიკური, კანცეროგენული, ადამიანისა თუ გარემოსათვის მავნე ნივთიერებების გამოყენებას. პროექტის განხორციელებისას გამოყენებული იქნება სტუ-ს სტრუქტურულ კვლევათა რესპუბლიკურ ცენტრში არსებული მასკანირებელი მიკროსკოპი SEM-EDX, JSM-6510LV, JEOL,

იაპონია. ნიმუშები ელექტრონული მიკროსკოპით კვლევისათვის წინასწარ იქნება პრეპარირებული შესაბამისი სტანდარტების დაცვით, რომ მიღებული შედეგები იყოს რელევანტური.

ბიუჯეტი:

	2023 წელი	2024 წელი	2025 წელი	ჯამი (ლარი)
მასალები	1500	1500	1500	4500
მივლინება	7000	7000	7000	21000
სულ	8500	8500	8500	25500

პროექტის (3) დასახელება:

სპეციალური დანიშნულების დისტანციურად მართვადი მობილური რობოტი

პროექტის ავტორი: ფიზიკის აკადემიური დოქტორი - გიორგი კობახიძე (599565927, g.kobakhidze25@yahoo.com).

პროექტის ხანგრძლივობა: 3 წელი

სპეციალური დანიშნულების რობოტები უმნიშვნელოვანეს როლს ასრულებენ ისეთი ოპერატიული ამოცანების შესრულებაში, როგორცაა: 1) სახიფათო ზონაში შეღწევა, 2) ფეთქებად საშიში, ქიმიური, რადიაციული და სხვა პოტენციურად

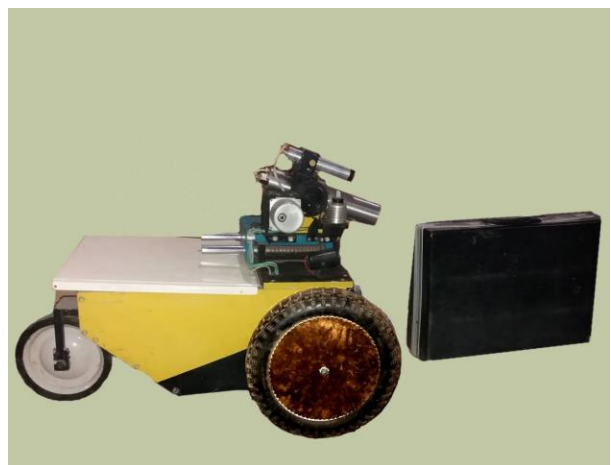
საშიში სიტუაციის სენსორების საშუალებით შეფასება და 3) მიღებული ინფორმაციის საკონტროლო - მმართველ პუნქტში გადმოცემა შემდგომი რეაგირებისათვის. რობოტის ეფექტურობა განპირობებულია იმითაც, რომ მას შეუძლია ასაფეთქებელი მოწყობილობების ადგილზე განადგურება ან სახიფათო საგნების დემონტაჟი და ტრანსპორტირება უსაფრთხო ადგილზე.

რობოტი (საექსპლენტი №P 2830) კონსტრუქციულად გათვლილია როგორც შენობაში სამუშაოდ, ასევე საველე პირობებში. რობოტის მასა (არაუმეტეს 120კგ) იძლევა მის იოლად ტრანსპორტირების საშუალებას.



მექანიკური სამუშაოების ჩასატარებლად რობოტი აღჭურვილია რამოდენიმე თავისუფლების ხარისხის მქონე მანიპულატორით.

რობოტი შეიარაღებულია წყლის ზარბაზნით (საექსპლენტი №P 1848), რომლის დამიზნება ხორციელდება ვიდეოკამერითა და სინათლის სხივით. მასზე ასევე დამონტაჟებულია ძირითადი ფერადი ვიდეო კამერა, ცვალებადფოკუსიანი ობიექტივით, რომელიც საშუალებას იძლევა გადმოსცეს როგორც საერთო ხედი, ასევე 360°-იანი პანორამა და გადიდებული კადრები.



ძვირადღირებული კვანძები დაცულია მცირე სიმძლავრის აფეთქებებისგან.

კოდირებული ურთიერთკავშირი ბორტისა და ოპერატორის კომპიუტერს შორის ორი სახისაა - კაბელოვანი ან რადიო არხით.

ბორტის კომპიუტერი გამორიცხავს რობოტის მიერ თვითნებურად ბრძანების შესრულებას, რომელიც შეიძლება გამოწვეული იყოს რადიო არხში გარედან შემოჭრილი სიგნალებით. აგრეთვე, იმახსოვრებს გარკვეული დროის განმავლობაში შესრულებულ ბრძანებათა თანმიმდევრობის ქრონომეტრიასაც და როგორცკი აღმოაჩენს კავშირის გაწყვეტას ოპერატორის კომპიუტერთან (რადიო ჩრდილში ყოფნისას), ავტონომიურად იწყებს ამ ბრძანებათა უკუთანმიმდევრობით შესრულებას კავშირის აღდგენამდე.

მიმდინარე პროექტით გათვალისწინებულია, აღნიშნული კონფიგურაციის რობოტის დამატებითი სენსორებით აღჭურვა და პროგრამული უზრუნველყოფის გაუმჯობესება, მექანიკური ნაწილისა და მანიპულატორის მობილურობისა და თავისუფლების ხარისხის გაზრდა.

Reference:

1. **Advanced Military Spying & Bomb Disposal Robot** <http://nevonprojects.com/advanced-military-spying-bomb-disposal-robot/>
2. **Bomb Disposal Robot** https://web.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project-042611-154903/unrestricted/Bomb_Disposal_Robot_User_Manual.pdf
3. **Bomb disposal robots - evolution and revolution** <http://www.army-technology.com/features/featurebomb-disposal-robots-evolution-and-revolution/>
4. **Five Bomb Disposal Robots** <http://www.roboticstomorrow.com/article/2015/10/five-bomb-disposal-robots/6987/>
5. **100+ Robotics Projects for Engineering Students** <http://www.electronicshub.org/robotics-projects-ideas/>

- 6. საქპატენტი №P 2830 (მობილური რობოტიზებული სისტემა);
- 7. (საქპატენტი №P 1848 (წყლის ზარბაზანი).

ბიუჯეტი:

	2023 წელი	2024 წელი	2025 წელი	ჯამი (ლარი)	შენიშვნა
მასალები	4500	4500	3500	12500	სპეციფიკაციიდან გამომდინარე
მექანიკური სამუშაოები	2000	2000	2500	6500	+ 5000 -მდე
სულ	6500	6500	6000	19000	24000 მდე

სსიპ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის

ი.ჯორდანიას სახელობის საქართველოს საწარმოო ძალებისა და ბუნებრივი რესურსების შემსწავლელი ცენტრი

2018 ÷ 2023 წწ გეგმით შესრულებული პროექტები

№	შესრულებული პროექტის დასახელება, მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	წელი	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	<p>საქართველოს ბუნებრივი და ადამიანური (შრომითი) რესურსების პოტენციალის კვლევა და მისი რაციონალური გამოყენების დარგობრივი და რეგიონული პრობლემები სამეცნიერო მიმართულებები:</p> <p>დედამიწის და მათთან დაკავშირებული გარემოს შემსწავლელი მეცნიერებანი (გეოლოგია; გარემოს შემსწავლელი მეცნიერებანი; წყლის რესურსები) (1.5.); გარემოს შემსწავლელი ინჟინერია (სამთო და სასარგებლო წიაღისეულის გადამუშავება) (2.7.); სოფლის მეურნეობა, მეტყვეობა და მეთევზეობა (4.1.); ეკონომიკა და ბიზნესი (5.2.); სოციოლოგია (დემოგრაფია) (5.4.); სოციალური და ეკონომიკური გეოგრაფია (გაემოსდაცვითი მეცნიერებანი) (5.7.); საბუნებისმეტყველო</p>	2015-2021	ზ.ლომსაძე	მთელი სამეცნიერო კოლექტივი

	მეცნიერებები (7.1.) ; ინჟინერია და ტექნოლოგიები (7.2.); აგრარული მეცნიერებები (7.4); სოციალური მეცნიერებები (7.6).			
1.1.	<p>მიწის (სასოფლო-სამეურნეო სავარგულეების) რაციონალურად გამოყენების პრობლემები (ეფექტიანობის ამაღლების ძირითადი მიმართულებები)</p> <p>მეცნიერების დარგი - აგრარული მეცნიერებანი;</p> <p>სამეცნიერო მიმართულებები - ნიადაგმცოდნეობა, სოფლის მეურნეობა, ეკონომიკა</p>	2018-2019	ნ.ჭითანავა	<p>პასუხისმგებელი შემსრულებლები:</p> <p>თ.ურუშაძე, ქ.მახარაძე, გ.მაღალაშვილი, ზ.ლომსაძე, თ.პატარქალაშვილი, ა.სახვაძე;</p> <p>შემსრულებლები:</p> <p>ჯ.მაჭავარიანი, დ.გამეზარდაშვილი, ვ.გელაძე, რ.ფირცხალავა</p>
1.2.	<p>„ტყიბულ-შაორის ნახშირის საბადოს ნახშირშემცველი არგილიტებისა და თიხების შესწავლა თიხამიწის, ცეცხლმდეგი და სხვადასხვა სამშენებლო მასალების წარმოების შესაძლებლობის დადგენის მიზნით“.</p> <p>მეცნიერების დარგი - გარემოს შემსწავლელი ინჟინერია, სამეცნიერო მიმართულება -</p>	2018-2019	გ.მაღალაშვილი	<p>პასუხისმგებელი შემსრულებლები:</p> <p>ჯ.კაკულია, დ.კუპატაძე, ა.დვალაძე</p>

	სამთო და სასარგებლო წიაღისეულის გადამუშავება			
1.3.	<p>„საქართველოს სათბობ-ენერგეტიკული კომპლექსის განვითარების პერსპექტივები ენერჯის არატრადიციული განახლებადი რესურსებისა და ენერგოდამზოვი ტექნოლოგიების გამოყენებით“.</p> <p>მეცნიერების დარგი - ინჟინერია და ტექნოლოგიები (ენერგეტიკა). სამეცნიერო მიმართულება - განახლებადი ენერგორესურსები და ენერგოდამზოვი ტექნოლოგიები</p>	2018-2019	ირ.ჟორდანია	ნ.მირიანაშვილი, ქ.ვეზირიშვილი-ნოზაძე; ა.დვალაძე
1.4.	<p>„საქართველოს ადამიანური (შრომითი) პოტენციალის რეგიონული თავისებურებები“</p> <p>მეცნიერების დარგი - სოციალური მეცნიერებები</p> <p>სამეცნიერო მიმართულებები - დემოგრაფია, ეკონომიკა</p>	2018-2019	ა.სახვაძე	ა.სახვაძე
1.5.	<p>ტურისტული და რეკრეაციული რესურსების ეფექტიანი გამოყენების ძირითადი მიმართულებები: შეფასება და პროგნოზები</p> <p>მეცნიერების დარგი - სოციალური მეცნიერებანი</p> <p>სამეცნიერო მიმართულებები -</p>	2018-2019	ლ.კვარაცხელია	ლ.კვარაცხელია

	ეკონომიკა და ბიზნესი, ტურიზმი, რეკრეაცია, ეკოლოგია			
1.6.	<p>„ტყის მინდორსაცავი ზოლების თანამედროვე მდგომარეობა (ანალიზი)“</p> <p>სამეცნიერო მიმართულება: აგრარული მეცნიერებანი</p> <p>სამეცნიერო ქვემიმართულება: სოფლის მეურნეობა, მეტყევეობა, მეთევზეობა</p> <p>მეცნიერების დარგი: მეტყევეობა, სოფლის მეურნეობა, ეკონომიკა</p>	2018-2019	თ. პატარქალაშვილი	ი.ახალბედაშვილი
1.7.	<p>“საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო მიწის სავარგულების მელიორაციის თანამედროვე მდგომარეობა და პერსპექტივები”</p> <p>სამეცნიერო მიმართულება: საბუნებისმეტყველო მეცნიერებანი</p> <p>სამეცნიერო ქვემიმართულება: დედამიწის და მათთან დაკავშირებული გარემოს შემსწავლელი მეცნიერებანი</p> <p>მეცნიერების დარგი: ჰიდროლოგია, წყლის რესურსები</p>	2018-2019	ქ.მახარაძე	ზ.ლომსაძე , ვ.გელაძე , დ.გამეზარდაშვილი, რ.ფირცხალავა
1.8.	<p>საქართველოს მხარეების საწარმოო ძალების და ბუნებრივი რესურსების ელექტრონული</p>	2020-2021	ზ.ლომსაძე	ო.ფარესიშვილი - პასუხისმგებელი შემსრულებელი,

	<p>საინფორმაციო პლატფორმის შემუშავება</p> <p>საბუნებისმეტყველო მეცნიერებანი (1), კომპიუტერული და საინფორმაციო მეცნიერებანი (1.2), ინჟინერია და ტექნოლოგიები (2), საინფორმაციო ინჟინერია (2.2).</p>			<p>გ.თალაკვაძე ნ.ჭითანავა ქ.მახარაძე თ.პატარქალაშვილი გ.მაღალაშვილი ნ.მირიანაშვილი ქ.ვეზირიშვილი-ნოზაძე ლ.კვარაცხელია ა.სახვაძე ვ.მირზაევი</p>
1.9.	<p>საქართველოს სასმელი წყლის რესურსების შიდა მოხმარების რაციონალიზაციისა და სასმელი წყლების საექსპორტო პოტენციალის ამაღლების ხელშემწყობი ღონისძიებები</p> <p>მეცნიერების დარგი - ეკონომიკა სამეცნიერო მიმართულება - საკვები და სასმელი პროდუქტები</p>	2020-2021	ქ.მახარაძე	<p>ვ.გელაძე რ.ფირცხალავა</p>
1.10	<p>ტურისტული და რეკრეაციული რესურსების ეფექტიანი გამოყენების ძირითადი მიმართულებები: შეფასება და პროგნოზები</p> <p>სამეცნიერო მიმართულება: საქართველოს შემსწავლელი მეცნიერებანი</p>	2018-2021	ლ.კვარაცხელია	ნ.გრძელიშვილი

	სამეცნიერო ქვემომართულება: მედიცინა და ჯანმრთელობის მეცნიერებები;			
1.11.	ქვეყანაში განახლებადი, ალტერნატიული ენერგორესურსების გამოყენების პერსპექტივები, საქართველოსა და ევროკავშირის შორის დადებული ასოცირების შესახებ შეთანხმების კონტექსტში ინჟინერია და ტექნოლოგიები (2.); ენერგეტიკა	2020	ნ.მირიანაშვილი	ქ.ვეზირიშვილი- ნოზაძე ა.დვალაძე
1.12	მაღალმთიანეთის განვითარების ეკონომიკურ - ეკოლოგიური მიდგომები -მსოფლიო გამოცდილება (მთის პრობლემები) სამეცნიერო მიმართულება - სოციალური მეცნიერებანი ქვემომართულება - სოციალური და ეკონომიკური გეოგრაფია (გარემოს დაცვის მეცნიერებანი)	2019 - 2020	მ.ციციქიშვილი	ა.დვალაძე
1.13	კახეთის რეგიონის შრომითი რესურსების განვითარების ტენდენციები და პერსპექტივები სამეცნიერო მიმართულება: სოციალური მეცნიერებანი; მეცნიერების დარგი: დემოგრაფია	2020	ა.სახვაძე	ა.სახვაძე

1.14	<p>მადნეულის საბადოს პირველადი და დასაწყობებული სპილენძ-თუთიის მადნების გამდიდრების კომბინირებული ტექნოლოგიური სქემის დამუშავება.</p> <p>სამეცნიერო მიმართულება - ინჟინერია და ტექნოლოგიები ქვემიმართულება; გარემოს შემსწავლელი ინჟინერია (სამთო და სასარგებლო წიაღისეულის გადამუშავება)</p>	2020-2021	ზ.ლომსაძე	<p>გ.მადლაშვილი - პასუხისმგებელი შემსრულებელი</p> <p>ჯ.კაკულია</p> <p>ა.დვალაძე</p>
1.15	<p>„მიწის მართვის ორგანიზაციულ-ეკონომიკური მექანიზმის ფორმირება (კონცეპტუალურ-მეთოდოლოგიური მიდგომა)“.</p> <p>მეცნიერების დარგები და სამეცნიერო მიმართულებები: აგრარული მეცნიერებანი, სოფლის მეურნეობა, ნიადაგცოდნეობა, ეკონომიკა</p>	2020-2021	ნ.ჭითანავა	<p>ი.ახალბედაშვილი - პასუხისმგებელი შემსრულებელი</p> <p>დ.გამეზარდაშვილი - პასუხისმგებელი შემსრულებელი</p> <p>რ. ფირცხალავა - პასუხისმგებელი შემსრულებელი</p>
1.16	<p>„საქართველოს სასმელი წყლის რესურსები და მათი შიდა მოხმარების რაციონალიზაციის პრობლემები“.</p> <p>მეცნიერების დარგები და სამეცნიერო მიმართულებები: ჰიდროლოგია, წყლის რესურსები</p>	2021	ქ.მახარაძე - თემის ხელმძღვანელი	რ. ფირცხალავა - პასუხისმგებელი შემსრულებელი

1.17	<p>„ხეტყის გამოზიდვის ტრადიციული და თანამედროვე ტექნიკური სისტემების შედარებითი შეფასება მთიან პირობებში“.</p> <p>მეცნიერების დარგები და სამეცნიერო მიმართულებები: მეტყევეობა</p>	2021	<p>თ. პატარქლაშვილი</p> <p>- თემის ხელმძღვანელი და პასუხისმგებელი შემსრულებელი</p>	
1.18	<p>„კლიმატის ცვლილება, ენერგეტიკის წინაშე მდგარი გამოწვევები საქართველოში და მათი გადაჭრის გზები“.</p> <p>მეცნიერების დარგები და სამეცნიერო მიმართულებები: ენერგეტიკა</p>	2021	<p>ნ.მირიანაშვილი - თემის ხელმძღვანელი</p>	<p>ქ. ვეზირიშვილი - ნოზაძე - პასუხისმგებელი შემსრულებელი</p> <p>დ. გამეზარდაშვილი - პასუხისმგებელი შემსრულებელი</p> <p>ანტონ დვალაძე -</p>
1.19	<p>„ქვემო ქართლის რეგიონის შრომითი რესურსების განვითარების ტენდენციები და პერსპექტივები“.</p> <p>მეცნიერების დარგები და სამეცნიერო მიმართულებები: სოციოლოგია, დემოგრაფია</p>	2021	ა. სახვაძე	ა.სახვაძე
1.20.	<p>„საქართველოს ინტეგრალური რესურსები და მათი მართვის ოპტიმიზაცია (კონცეპტუალური მიდგომა)“.</p> <p>მეცნიერების დარგები და სამეცნიერო მიმართულებები:</p>	2021	გ.თალაკვაძე	გ. თალაკვაძე

	ეკონომიკა, ეკონომეტრიკა, ინდუსტრიული ურთიერთობები, ბიზნესი და მენეჯმენტი, ინჟინერია და ტექნოლოგიები			
2.	<p>საქართველოს ზუნებრივი რესურსების რაციონალური გამოყენებისა და რეგიონების (მხარეების) საწარმოო ძალების მდგრადი განვითარების პრობლემების კვლევა</p> <p>სამეცნიერო მიმართულებები: დედამიწის და მათთან დაკავშირებული გარემოს შემსწავლელი მეცნიერებანი (გეოლოგია; გარემოს შემსწავლელი მეცნიერებანი; წყლის რესურსები) (1.5.); გარემოს შემსწავლელი ინჟინერია (სამთო და სასარგებლო წიაღისეულის გადამუშავება) (2.7.); სოფლის მეურნეობა, მეტყვეობა და მეთევზეობა (4.1.); ეკონომიკა და ბიზნესი (5.2.); სოციოლოგია (დემოგრაფია) (5.4.); სოციალური და ეკონომიკური გეოგრაფია (გარემოსდაცვითი მეცნიერებანი) (5.7.); საბუნებისმეტყველო მეცნიერებები (7.1.); ინჟინერია და ტექნოლოგიები (7.2.); აგრარული მეცნიერებები (7.4); სოციალური მეცნიერებები (7.6).</p>	2022-2026	ზ.ლომსაძე	მთელი სამეცნიერო კოლექტივი

2.1	<p>სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების მიწის რესურსების კომპლექსური (ინტეგრალური) მართვის სისტემის ფორმირების კონცეპტუალურ-მეთოდოლოგიური მიდგომები მეცნიერების დარგები და სამეცნიერო მიმართულებები: საქართველოს შემსწავლელი მეცნიერებანი (საბუნებისმეტყველო, აგრარული, სოციალური მეცნიერებები), ეკონომიკა და ბიზნესი (ბიზნესი და მენეჯმენტი), სხვა აგრარული მეცნიერებანი.</p>	2022-2023	ნ.ჭითანავა	ი.ახალბედაშვილი ვ.ზეიკიძე რ.ფირცხალავა
2.2.	<p>საქართველოს მტკნარი წყლის რესურსები და წყალმობმარების პრობლემები რეგიონების მიხედვით მეცნიერების დარგები და სამეცნიერო მიმართულებები: დედამიწის და მათთან დაკავშირებული გარემოს შემსწავლელი მეცნიერებანი (წყლის რესურსები, ჰიდროლოგია)</p>	2022-2023	ვ.გელაძე	ქ.მახარაძე რ.ფირცხალავა ხ.ლუჟავა
2.3.	<p>ტყეების მდგრადი განვითარების პრობლემები და გამოწვევები საქართველოში მეცნიერების დარგები და სამეცნიერო მიმართულებები:</p>	2022-2023	თ.პატარქალაშვილი	თ.პატარქალაშვილი

	აგრარული მეცნიერებანი (4), სოფლის მეურნეობა, მეტყვეობა, მეთევზეობა (4.1)			
2.4.	<p>ტყიბული - შაორის საბადოს ე.წ. "ფუჭი ქანების" - არგილიტების, თიხების, მამდიდრებელი ქანების ე.წ. „კუდების“, ნაცრის შესწავლა სამშენებლო მასალების და სასუქების წარმოების შესაძლებლობების დადგენის მიზნით.</p> <p>მეცნიერების დარგები და სამეცნიერო მიმართულებები: საბუნებისმეტყველო მეცნიერებები (1); დედამიწის და მათთან დაკავშირებული გარემოს შემსწავლელი მეცნიერებანი (1.5., გეოლოგია); გარემოს შემსწავლელი ინჟინერია (2.7., სამთო და სასარგებლო წიაღისეულის გადამუშავება)</p>	2022- 2023	გ.მაღალაშვილი	ნ.ფოფორაძე გ.ლობჯანიძე
2.5.	<p>ევროპის „მწვანე შეთანხმება“ და მისი გავლენა საქართველოს ენერჯოსექტორზე</p> <p>მეცნიერების დარგები და სამეცნიერო მიმართულებები: ინჟინერია და ტექნოლოგიები (2.); ენერჯეტიკა</p>	2022- 2023	ნ.მირიანაშვილი	ქ.ვეზირისვილი- ნოზაძე პასუხისმგებელი შემსრულებელი დ.გამეზარდაშვილი მ.ჯიბაშვილი

2.6.	<p>ტურისტულ-რეკრეაციული რესურსების ეფექტიანი გამოყენების ძირითადი მიმართულებები: შეფასება და პროგნოზები</p> <p>მეცნიერების დარგები და სამეცნიერო მიმართულებები: სოციალური მეცნიერებანი (5), ეკონომიკა და ბიზნესი (5.2, ბიზნესი და მენეჯმენტი (5.2.3); საქართველოს შემსწავლელი მეცნიერებანი (7), სოციალური მეცნიერებანი (7.6)</p>	2021-2024	ნ.გრძელიშვილი	ლ.კვარაცხელია
2.7.	<p>საქართველოს მაღალმთიან რეგიონებში დემოგრაფიული პრობლემების გამომწვევი მიზეზები და გადაჭრის გზები</p> <p>მეცნიერების დარგები და სამეცნიერო მიმართულებები: სოციალური მეცნიერებანი (5), დემოგრაფია (5.4), საქართველოს შემსწავლელი მეცნიერებანი (7), სოციალური მეცნიერებანი (7.6)</p>	2021-2024	ნ.გრძელიშვილი	ნ.გრძელიშვილი
2.8.	<p>საქართველოს განვითარების პრიორიტეტები და ინტეგრალური რესურსები: პოტენციალი. ანალიზი. მართვა</p> <p>მეცნიერების დარგები და სამეცნიერო მიმართულებები: სოციალური მეცნიერებანი (ეკონომიკა და ბიზნესი: ეკონომიკა, ეკონომეტრიკა; ინდუსტრიული</p>	2022-2023	გ.თალაკვაძე	ი.არჩვაძე

	ურთიერთობები; ბიზნესი და მენეჯმენტი)			
2.9.	საქართველოს ზუნებრივი რესურსების საინფორმაციო ელექტრონული პლატფორმის შემუშავება (კონცეფცია) მეცნიერების დარგები და სამეცნიერო მიმართულებები: საზუნებისმეტყველო მეცნიერებანი (1), კომპიუტერული და საინფორმაციო მეცნიერებანი (1.2), ინჟინერია და ტექნოლოგიები (2), საინფორმაციო ინჟინერია (2.2).	2020-2023	ზ.ლომსაძე	ო.ფარესიშვილი პასუხისმგებელი შემსრულებელი ვ.მირზაევი ქ.სოლომონიშვილი გ.გაიხარაშვილი
2.10.	„ტყიბულ-შაორის ნახშირის საბადოს „ფუჭი“ ქანების არგილიტებისა და თიხების, მამდიდრებელი ქარხნის „კუდების“, შლამის, ნაცრის შესწავლა სამშენებლო და ცეცხლმედეგი აგურის, „მეტლახის“ ტიპის ფილების, ცემენტის, თიხამიწის, ალუმინის, მისი შენადნობებისა და „ჰუმატების“ შესაძლებლობის დადგენის მიზნით. მეცნიერების დარგები და სამეცნიერო მიმართულებები: საზუნებისმეტყველო მეცნიერება. დედამიწისა და მათთან დაკავშირებული გარემოს შემსწავლელი მეცნიერებანი,	2022 - 2024	გ.მაღალაშვილი	ჯ.კაკულია პასუხისმგებელი შემსრულებელი

	გეოლოგია, სასარგებლო წიაღისეული.			
2.11.	პროექტის დასახელება: „ევროპის „მწვანე შეთანხმება“ და მისი გავლენა საქართველოს ენერგოსექტორზე“. საქართველოს ბუნებრივი და ადამიანური (შრომითი) რესურსების პოტენციალის კვლევა და მისი რაციონალური გამოყენების დარგობრივი და რეგიონული პრობლემები.	2022-2023წწ.	ნ.მირიანაშვილი	ქ.ვეზირიშვილი-ნოზაძე - პასუხისმგებელი შემსრულებელი, დ.გამეზარდაშვილი - პასუხისმგებელი შემსრულებელი მ.ჯიბაშვილი - შემსრულებელი

2) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

ანოტაცია

განხილულია საქართველოს ბუნებრივი რესურსების ძირითად სახეობათა გამოყენების თანამედროვე მდგომარეობა, ბუნებათსარგებლობაში შექმნილი პრობლემების გამომწვევი მიზეზები, ორგანიზაციულ-მმართველობითი სისტემის ხარვეზები, წარმოებისა და შრომის ორგანიზაციის დაბალი დონის გამომწვევი ფაქტორები.

ჩამოყალიბებულია თანამედროვე პირობებში ქვეყნის რესურსული პოტენციალის რაციონალური და ეფექტიანი გამოყენების ძირითადი მიმართულებები, წარმოდგენილია ინტეგრალური რესურსების უნივერსალური კლასიფიკაცია, განხილულია მინერალური რესურსების შეფასების ალტერნატიული მეთოდიკა, დასაბუთებულია ადგილობრივი ბუნებრივი რესურსების განმსაზღვრელი მნიშვნელობა რეგიონების (მხარეების) ეკონომიკური ზრდის დაჩქარებაში, ქვეყნის რესურსული პოლიტიკისა და რესურსული პოტენციალის მართვის სრულყოფის აუცილებლობა, შემოთავაზებულია ბუნებრივი რესურსების ელექტრონული საინფორმაციო პლატფორმის შექმნის, სახელწიფოსა და მეცნიერების მჭიდრო თანამშრომლობის გაღრმავების რეკომენდაციები.

საზოგადოების განვითარების თანამედროვე ეტაპზე ბუნებრივი რესურსებისა და საწარმოო ძალების მართვის ოპტიმიზაცია და რაციონალური გამოყენება კვლავაც რჩება ქვეყნის მდგრადი სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების უმნიშვნელოვანეს ფაქტორად.

გლობალიზაციის პირობებში, საზოგადოების სოციალურ-ეკონომიკური განვითარება უნდა წარიმართოს ერთიანი სტრატეგიული მიზნების და ამოცანების გათვალისწინებით, ბუნებრივი რესურსების რაციონალური და ეფექტიანი გამოყენებით, გარემოს ეკოლოგიური წონასწორობის შენარჩუნებით, მომავალი თაობების მოთხოვნილებათა და ქვეყნების ბუნებრივ-საწარმოო თავისებურებების გათვალისწინებით. ასეთი მიდგომა ცალსახად მიუთითებს ბუნებრივი რესურსებით სარგებლობისა და ბუნების დაცვის მჭიდრო ურთიერთკავშირზე, მათ ურთიერთგანპირობებულობაზე.

სწორედ ამიტომ ნებისმიერი სახელმწიფო ვალდებულია შეიმუშავოს და განახორციელოს გეგმაზომიერი (მიზანმიმართული), გამჭვირვალე პოლიტიკა ბუნებათსარგებლობისა და ბუნების დაცვის სფეროში, რათა თავიდან იქნეს აცილებული ბუნებრივი რესურსების არარაციონალური (რიგ შემთხვევებში მტაცებლური) ექსპლუატაცია და, რაც უმთავრესია, შენარჩუნდეს ბიომრავალფეროვნება და მოსახლეობის სასიცოცხლო გარემოს მუდმივად გაჯანსაღების პოტენციალი.

ბუნებრივი რესურსები განმსაზღვრელ როლს ასრულებს ეროვნული ეკონომიკის კონკურენტუნარიანობის ამაღლებაში, ქვეყნის საექსპორტო პოტენციალის ზრდაში. დიდია ბუნებრივი რესურსების, როგორც ბიუჯეტწარმომქმნელი და ეროვნული სიმდიდრის კაპიტალტევადი აქტივის როლის ამაღლების მნიშვნელობაც. ნებისმიერი ქვეყნის სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების სტაბილურობა და მოსახლეობის ცხოვრების დონის (ხარისხის) გაუმჯობესება მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული ბუნებრივი რესურსების რაციონალურ მოპოვებასა და ეფექტიან გამოყენებაზე, რესურსების საექსპორტო შესაძლებლობების რეალიზაციასა და იმპორტჩანაცვლებაზე.

თანამედროვე პირობებში, გლობალიზაციის რთული და წინააღმდეგობრივი პროცესები კიდევ უფრო გაამწვავა კოვიდ-19-ის პანდემიამ, რუსეთ-უკრაინის ომმა, დაძაბულობის ახალი კერების ჩამოყალიბებამ. გამოიკვეთა მათი მთავარი მოტივაცია - ბუნებრივი რესურსების გადანაწილების აგრესიული მიზნები.

ასეთ ფონზე ჩვენი ქვეყნის უსაფრთხოების ინტერესები მოითხოვს შეიმუშავდეს სახელმწიფოს ისეთი სოციალურ-ეკონომიკური პოლიტიკა, რომელიც უპირატესად საკუთარი რესურსული პოტენციალის კომპლექსური და მაღალეფექტიანი გამოყენების კონცეფციას დაეფუძნება. ამ რთული ამოცანის გადაწყვეტის ღონისძიებათა შემუშავებისას აუცილებელია ქვეყანაში ბუნებრივი რესურსების გამოყენების არსებული მიდგომების (პარადიგმების) კრიტიკული შეფასება და მიზანშეწონილობის მიხედვით მათი შეცვლა.

ცნობილია, რომ საქართველო გამოირჩევა მრავალფეროვანი ბუნებრივი რესურსებით. მათი მოძიება, პოტენციალის დადგენა და გამოყენება არსებითად საბჭოთა პერიოდში განხორციელდა. მეურნეობრიობის სოციალისტური სისტემის ფუნქციონირების პერიოდში თითოეული რესპუბლიკის ამა თუ იმ რესურსის შეფასება ხდებოდა საბჭოთა კავშირის საერთო რესურსული პოტენციალის მასშტაბურობის ფონზე და არსებითად ემსახურებოდა მსოფლიოს ამ ერთ-ერთი ზესახელმწიფოს სტრატეგიულ ინტერესებს. ამიტომ იმდროინდელი მიდგომებით, საშუალო და მით უფრო მცირე მოცულობის მქონედ შეფასებულ რესურსებს ნაკლები ყურადღება ექცეოდა. ცხადია, საბჭოთა

პერიოდში საქართველოს ბუნებრივი რესურსების გამოყენება მხოლოდ რესპუბლიკის ინტერესებიდან და თავისებურებებიდან გამომდინარე, პრიორიტეტული ვერ იქნებოდა. გასათვალისწინებელია, რომ საბჭოთა პერიოდის ინფორმაცია მინერალური რესურსების მარაგების შესახებ ყოველთვის არ არის ობიექტური და სრული, რადგან ხშირ შემთხვევაში გარკვეული სუბიექტური თუ ობიექტური მიზეზების გამო, ვერ/არ ხდებოდა მარაგების მოცულობათა ზუსტი დადგენა. ზემოთქმულიდან ჩანს, თუ რაოდენ აქტუალურია ჩვენი ქვეყნის განვითარების მიმდინარე ეტაპზე ბუნებრივ-რესურსული პოტენციალის კომპლექსური ანალიზი და შეფასება.

ეროვნული ეკონომიკის ტრანსფორმაციული პროცესების შედეგების (თავისებურებები, ტენდენციები) სისტემურმა ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ბუნებრივი რესურსების ათვისების პროცესი ეფექტიანი სახელმწიფო რეგულირების მიღმა დარჩა.

მსოფლიოში მიმდინარე პროცესების ანალიზი ადასტურებს, რომ საკუთარი რესურსული პოტენციალის რაციონალურად გამოყენების გარეშე შეუძლებელია ქვეყანაში მიღწეულ იქნას ცხოვრების დონის მნიშვნელოვანი ამაღლება, ეკონომიკის მდგრადი და უსაფრთხო განვითარება. ამ რთულ ამოცანათა გადასაჭრელად აუცილებელია ქვეყნის ეკონომიკის სწრაფი ტემპებით ზრდა, რაც უპირატესად უნდა განხორციელდეს ქვეყნის რესურსული პოტენციალის ეკონომიკურ ბრუნვაში მიზნობრივად და ეტაპობრივად ჩართვით. ამისათვის, უპირველეს ყოვლისა, საჭიროა მეცნიერების თანამედროვე მეთოდოლოგიისა და ტექნოლოგიების (განვითარებული ქვეყნების გამოცდილების) გამოყენებით ჩატარდეს ბუნებრივი რესურსების ძირითად სახეობათა ინვენტარიზაცია, სისტემური მიდგომებით გაანალიზდეს მათი რეალური მდგომარეობა, დადგინდეს პოტენციალი და განისაზღვროს ეტაპობრივად ათვისების პერსპექტივა. მხოლოდ ასეთ შემთხვევაში მოხერხდება აღმოიფხვრას საქართველოში დამკვიდრებული მაგნე პრაქტიკა, როცა ბუნებრივი რესურსების ათვისების „ღონისძიებები“ ხორციელდებოდა მათი მაღალეფექტიანი მართვისთვის აუცილებელი სამართლებრივი ბაზის, შესაბამისი ეკონომიკური მექანიზმისა და ადეკვატური ორგანიზაციულ-მმართველობითი სისტემის არსებობის გარეშე.

სამწუხაროდ, ქვეყანაში დღესაც არა გვაქვს სრულყოფილი (ობიექტური) ინფორმაცია ბუნებრივი რესურსებისა და მათი ექსპლუატაციის შესახებ. ქვეყანაში არ დგება მიწის ბალანსი. აღარ ფუნქციონირებს სამეცნიერო და საპროექტო ორგანიზაციები, რომლებიც წარსულში ემსახურებოდნენ ბუნებათსარგებლობის სფეროს (მიწათმოწყობა, გეოლოგიური შესწავლა, მარაგების დადგენა, ინტეგრაციულ პროცესებში ჩართვა, დარგის კვალიფიციური კადრების მომზადება და სხვ.). მათი ფუნქციები, რიგ შემთხვევაში, სხვადასხვა უწყებებშია გაბნეული და ვერ უზრუნველყოფს დროის გამოწვევებით დასმულ რთული ამოცანების შესრულებას.

თანამედროვე პირობებში მიზანშეწონილია ქვეყნის რესურსული პოტენციალის განხილვა ინტეგრალური მიდგომით, როდესაც ცალკეული სახის ბუნებრივი რესურსების მიზნობრივი გამოყენების შესახებ გადაწყვეტილებების მიღება ხდება ქვეყანაში არსებულ სხვა მნიშვნელოვან მატერიალურ და არამატერიალურ საშუალებათა და შესაძლებლობების გათვალისწინებით.

ინტეგრალური რესურსები წარმოადგენს სხვადასხვა კატეგორიის რესურსის (მატერიალური, ინფორმაციული, გეოსტრატეგიული, ისტორიულ-კულტურული, სამეცნიერო-ტექნოლოგიური, ენერგეტიკული და სხვ.) სისტემურ ერთობლიობას, ხასიათდება რესურსების

ურთიერთგანპირობებულობის დონის განსხვავებული მახასიათებლებით და რეაგირებს მათ თვისებრივ და რაოდენობრივ ცვლილებებზე. ამ კონტექსტში მიწა და სხვა ბუნებრივი რესურსები განხილულია როგორც ერთიანი ინტეგრირებული სისტემა, რაც აისახა ნაშრომის სტრუქტურაშიც. ამასთან მიწა, როგორც ბუნებრივი რესურსი, წარმოების ძირითადი ფაქტორი და მეურნეობრიობის ობიექტი განხილულია წარმოების სხვა ძირითადი ფაქტორების (შრომა, კაპიტალი, მეწარმეობრივი უნარი, ინტეგრირებული ცოდნა, ეკონომიკის სახელმწიფოებრივი რეგულირება) ურთიერთდამოკიდებულების სისტემაში. ასეთი მიდგომით გამოვლინდა რიგი თავისებურებები, ახალი ტენდენციები, ზოგიერთი კანონზომიერებაც კი, რომელთა გათვალისწინება სახელმწიფო პოლიტიკაში აუცილებელია.

ანალიზით დადასტურდა, რომ განვლილ პერიოდში მიწის (განსაკუთრებით სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების) რაციონალურ და ეფექტიან გამოყენებას სახელმწიფო, საზოგადოება და თვით მიწის მფლობელები სათანადო პასუხისმგებლობით არ ეკიდებიან. კვლავაც მოუგვარებელია მიწის აღრიცხვა და რეგისტრაცია, მიწათმოწყობა, ქვეყანას არა აქვს მიწის კოდექსი და მიწის კადასტრი, არ ხდება მიწის ეკონომიკური შეფასება, მიწის კონსოლიდაციის პროცესების რეგულირება გართულდა.

ნაშრომში მიწისა და სხვა ბუნებრივი რესურსების გამოყენების ანალიზი-შეფასებასთან ერთად წარმოდგენილია შესაბამისი დასკვნები, წინადადებები, რეკომენდაციები მათი ეფექტიანი მართვისა და რაციონალურად გამოყენებისათვის. დასაბუთებულია, რომ მიწა და სხვა ბუნებრივი რესურსები წარმოადგენს უმნიშვნელოვანეს სტრატეგიულ რესურსს, რომლის რაციონალურ გამოყენებაზე იქნება დამოკიდებული ქვეყნის პოლიტიკური, სოციალურ-ეკონომიკურ-ეკოლოგიური განვითარების დონე. ამიტომ ახალ გამოწვევათა შორის მიწისა და სხვა ბუნებრივი რესურსების რაციონალური და ეფექტიანი გამოყენება ის მთავარი პირობაა, რომლის მეშვეობით შესაძლებელი გახდება ეროვნული ეკონომიკის კომპლექსური განვითარების ხელსაყრელი გარემოს შექმნა.

სახელმწიფოს პოლიტიკა უნდა ეფუძნებოდეს შესაბამის სამართლებრივ ბაზას, ორგანიზაციულ-მმართველობით სისტემასა და ეკონომიკურ მექანიზმს, რაც ქვეყანაში შექმნის მყარ საფუძველს ბუნებრივი რესურსების პოტენციალის ეროვნული ეკონომიკის განვითარების დაჩქარების პრიორიტეტულ მიმართულებად გამოყენებისათვის. ეს ხელს შეუწყობს: მოსახლეობის სასურსათო უზრუნველყოფის მყარი საფუძვლის მომზადებას, სასარგებლო წიაღისეულის ბაზაზე მრეწველობის ძირითადი დარგების განვითარებას, რეკრეაციული რესურსების ეფექტიანად გამოყენებას (ტურიზმისა და საკურორტო მეურნეობის განვითარებას), საცხოვრისი სივრცის გაჯანსაღებას, ტერიტორიის გეოეკონომიკური ფაქტორის სახელმწიფოებრივი ინტერესების შესაბამისად გამოყენებას და სხვ. ყოველივე ეს მნიშვნელოვანწილად დააჩქარებს საბაზრო პრინციპებზე ეროვნული ეკონომიკის დარგობრივი სტრუქტურის ფორმირებას, მისი ეფექტიანობის ამაღლებას და მწარმოებლური ძალების განვითარებას.

ნაშრომში ქვეყნის ბუნებრივ-რესურსული პოტენციალის რაციონალურად გამოყენების პერსპექტივების ფონზე განხილულია სახელმწიფოსა და მეცნიერების პარტნიორობის, როგორც ქვეყნის განვითარების უმნიშვნელოვანესი ფაქტორის, განსაკუთრებული მნიშვნელობა.

ბუნებრივი რესურსების პოტენციალის კომპლექსურად გამოყენების კონტექსტში მნიშვნელოვანია რეგიონული ასპექტის სრულად წარმოდგენა. ამ მხრივ ნაშრომში განხილულია ბუნებრივი რესურსების საინფორმაციო ელექტრონული პლატფორმის კონცეფცია. იგი ხელს შეუწყობს კონკრეტული რეგიონის (მხარე, მუნიციპალიტეტი) ბუნებრივი რესურსების შესახებ არსებული ინფორმაციების რანჟირებით ტერიტორიის თავისებურებების

სისტემურად განხილვას, დემოგრაფიული (შრომითი რესურსები), მიწის, ნიადაგის, ტყის, წყლის, რეკრეაციული რესურსების, წიაღისეულის ათვისებისა და სხვა საკითხებს, რაც შემდგომში დაეძღება საფუძვლად ტერიტორიის სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების პროგრამების შედგენას.

ინტეგრალური მიდგომით სახელმწიფოს რესურსული პოლიტიკის ფორმირებისათვის აუცილებელია ქვეყნის რესურსული პოტენციალის გამოვლენა-იდენტიფიცირება, მისი მოცულობითი, რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მაჩვენებლების დადგენა, ზუსტი აღრიცხვა, რესურსებს შორის ურთიერთდამოკიდებულებისა და ურთიერთგანსაზღვრულობის ხარისხის შეფასება, ათვისების პრიორიტეტების განსაზღვრა და მათი რეალიზაციისათვის რაციონალური ღონისძიებების შემუშავება რესურსდამზოგი ინოვაციური ტექნოლოგიების გამოყენებით.

ამ თვალსაზრისით შემოთავაზებულია „გარღვევის სტრატეგიის - მობილიზაციური (ინოვაციური) მოდელის“ გამოყენება, რომელიც ეფუძნება ქვეყნის განვითარების სტრატეგიული მიზნისა და მისი მიღწევის საშუალების შერჩევის პრინციპს. თანამედროვე პირობებში ქვეყნის განვითარების სტრატეგიული მიზანია საბაზრო პრინციპებზე დაფუძნებული ეფექტიანი ეკონომიკური სისტემის შექმნა, ხოლო მიზნის მიღწევის საშუალებაა ქვეყნის რესურსული, კერძოდ ბუნებრივ-რესურსული პოტენციალის რაციონალური და ეფექტიანი გამოყენება. ამ სტრატეგიული მიზნის მიღწევისათვის აუცილებელია შედგეს 2030 წლამდე პერიოდისათვის საქართველოს სოციალურ-ეკონომიკური განვითარება- მოდერნიზაციის სახელმწიფო პროგრამა.

ზემოთ აღნიშნული ღონისძიებების თანმიმდევრულად განხორციელება ხელს შეუწყობს ქვეყნის მდგრადი განვითარების მყარი საფუძვლის შექმნას.

1. **ზურაბ ლომსაძე** - ცენტრის დირექტორი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, საქართველოს საინჟინრო აკადემიის აკადემიკოსი (პროექტის ხელმძღვანელი)
2. **ნოდარ ჭითანავა** - მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, ეკონომიკის მეცნიერებათა დოქტორი, საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი (მიწის რესურსები)
3. **დავით გამეზარდაშვილი** - დირექტორის მოადგილე, ქიმიის მეცნიერებათა კანდიდატი, აკადემიური დოქტორი (ეკოლოგია)
4. **გიორგი მაღალაშვილი** - მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, გეოლოგია-მინერალოგიის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, საქართველოს საინჟინრო აკადემიის აკადემიკოსი (მინერალური რესურსები)
5. **გივი თალაკვაძე** - მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა კანდიდატი, აკადემიური დოქტორი, საერთაშორისო და საქართველოს საინჟინრო აკადემიების და საქართველოს საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა აკადემიის წევრი (ინტეგრალური რესურსები)
6. **ოთარ ფარესიშვილი** - მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, ქიმიის მეცნიერებათა კანდიდატი, აკადემიური დოქტორი (რეკრეაციული რესურსები, ელექტონული პლატფორმა, მონაცემთა ბაზა)
7. **ქეთევან ვეზირიშვილი-ნოზაძე** - მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, საქართველოს საინჟინრო აკადემიის აკადემიკოსი (ენერგეტიკული რესურსები)
8. **ნოდარ მირიანაშვილი** - უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი (ენერგეტიკული რესურსები)
9. **ქეთევან მახარაძე** - უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი, აკადემიური დოქტორი (წყლის რესურსები)
10. **ჯემალ კაკულია** - უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი, აკადემიური დოქტორი (მინერალური რესურსები)
11. **თამაზ პატარქალაშვილი** - უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა კანდიდატი, აკადემიური დოქტორი (ტყის რესურსები)
12. **ლაურა კვარაცხელია** - უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, ქიმიის მეცნიერებათა კანდიდატი, აკადემიური დოქტორი (რეკრეაციული რესურსები)
13. **ნოდარ გრძელიშვილი** - უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, ეკონომიკის აკადემიური დოქტორი (რეკრეაციული რესურსები)
14. **ნოდარ ფოფორაძე** - უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, გეოლოგია-მინერალოგიის მეცნიერებათა დოქტორი, საქართველოს საინჟინრო აკადემიის აკადემიკოსი (მინერალური რესურსები)
15. **გელა ლობჯანიძე** - უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, ეკონომიკის აკადემიური დოქტორი (მინერალური რესურსები)
16. **ხათუნა ლეყავა** - უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, ქიმიის აკადემიური დოქტორი (მინერალური რესურსები)
17. **იოსებ არჩვაძე** - მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, ეკონომიკის მეცნიერებათა კანდიდატი, აკადემიური დოქტორი (ინტეგრალური რესურსები)
18. **ივერი ახალბედაშვილი** - უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, ეკონომიკის მეცნიერებათა კანდიდატი, აკადემიური დოქტორი (მიწის რესურსები)
19. **ვახტანგ გელაძე** - უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, გეოგრაფიის მეცნიერებათა კანდიდატი, აკადემიური დოქტორი (წყლის რესურსები)

- 20. ვაჟა ზეიკიძე - უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, ეკონომიკის მეცნიერებათა კანდიდატი, აკადემიური დოქტორი (მიწის რესურსები)
- 21. რუსუდან ფირცხალავა - უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, აკადემიური დოქტორი (მიწის რესურსები, წყლის რესურსები)
- 22. ვალენტინა მირზაევი - მეცნიერი თანამშრომელი, ინჟინერ-ელექტრიკოსი (ელექტრონული პლატფორმა, მონაცემთა ბაზა)
- 23. ქეთევან სოლომონიშვილი - მეცნიერი თანამშრომელი, ინჟინერ-არქიტექტორი (მონაცემთა ბაზა)

მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტი

2018 - 2023 წლის სამეცნიერო პროექტები

დანართი 3

№	გარდამავალი და დასრულებული პროექტების დასახელება, მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	წელი	პროექტის ხელმძღვანელი/ ხელმძღვანელები
პროექტი1	მემბრანული მეცნიერებებისა და ინდუსტრიის სასწავლო, სამეცნიერო და საინოვაციო საქმიანობის თანამედროვე ასპექტების მონიტორინგი ეკონომიკის დარგობრივი მიმართულებების მიხედვით;	2021-2026	გ. ბიბილეიშვილი

	<p>საინჟინრო მეცნიერებები-ნანო და მემბრანული ტექნოლოგიები;</p> <p>I პროექტის მოკლე შინაარსი</p> <p>შემოთავაზებული პროექტის მიზანია ქვეყნის ეკონომიკის დარგობრივი მიმართულებების მიხედვით მემბრანული ტექნოლოგიების სასწავლო, სამეცნიერო და საინოვაციო უახლესი ინფორმაციული სახის მონაცემთა აღნუსხვა-სისტემატიზაცია ადგილობრივი, საერთაშორისო პუბლიკაციების, სამეცნიერო-ტექნოლოგიურ და ინტერნეტ მონაცემთა ბაზის საფუძველზე.</p>		
--	--	--	--

პროექტი2	<p>ახალი ნანოკომპოზიციური მასალების ექსპერიმენტული კვლევა, დამუშავება, მიკრო-, ულტრა- და ნანოფილტრაციული მემბრანების დამუშავება და შექმნა;</p> <p>ქიმია და მეცნიერება მასალების შესახებ-ნანოკომპოზიციური მასალების დამუშავება;</p> <p>II პროექტის მოკლე შინაარსი</p> <p>პროექტის მიზანია ახალი ნანოკომპოზიციური მასალების ექსპერიმენტული კვლევა, დამუშავება, მიკრო-, ულტრა-, ნანოფილტრაციული, მემბრანების დამუშავება;</p>	2021-2026	ნ. გოგესაშვილი
პროექტი3	<p>ცვალებადი შედგენილობისა და სიბლანტის ხსნარებისათვის ბარომემბრანული პროცესების თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევა;</p>	2021-2026	მ. კეჭერაშვილი

	<p>1. საინჟინრო მეცნიერებები- ნანო და მემბრანული ტექნოლოგიები;</p> <p>2. ქიმიური მეცნიერებები- კოლოიდური ქიმია, ანალიზური ქიმია;</p> <p>3. მექანიკა-სითხეთა მექანიკა;</p> <p>III პროექტის მოკლე შინაარსი</p> <p>შემოთავაზებული პროექტის მიზანია მემბრანული გაყოფის პროცესების დარგობრივი მოთხოვნების ჭრილში დამუშავება და ბარომემბრანული პროცესების თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევა.</p>		
პროექტი4	<p>საცდელ-საკონსტრუქტორო- საინჟინრო სამუშაოები მემბრანული აპარატების, ავტომატიზაციის, ნანოტექნოლოგიებისა და დანადგარების დამუშავებისათვის;</p>	2021- 2026	ლ. ყუფარაძე

	<p>1. საინჟინრო მეცნიერებები- ნანო და მემბრანული ტექნოლოგიები;</p> <p>2. მექანიკა-სითხეთა მექანიკა;</p> <p>IV პროექტის მოკლე შინაარსი პროექტის მიზანია ბარომემბრანული პროცესების თეორიული, ექსპერიმენტული და საცდელ-საკონსტრუქტორო კვლევების ბაზაზე ახალი მემბრანული აპარატების, ავტომატიზაციის, ნანოტექნოლოგიებისა და დანადგარების შექმნა- დამუშავება.</p>		
პროექტი 5	<p>ხსნარების, პოლიმერული კომპოზიციების თხევადი და მყარი ფაზის ფიზიკურ- ქიმიური და მიკრობიოლოგიური კვლევები;</p> <p>ქიმია და მეცნიერება მასალების შესახებ-ადამიანისა და ბიოსფეროს ქიმიური დაცვის პრობლემათა დამუშავება;</p>	2021- 2026	მ. მამულაშვილი თ. ბუთხუზი ლ. ებანოიძე

	<p>V პროექტის მოკლე შინაარსი შემოთავაზებული პროექტის მიზანია ხსნარების, პოლიმერული კომპოზიციების, სასმელი და ჩამდინარე წყლების, ღვინის, ხილის წვენების ფიზიკო-ქიმიური და მიკრობიოლოგიური კვლევა. ექსპერიმენტული კვლევების ჩატარება იონომერზე, ოპტიკურ მიკროსკოპზე, ნანონაწილაკების ზომებისა და მოლეკულური მასის განმსაზღვრელ ნანოსაიზერზე, სიმღვრივის და სიბლანტის მზომზე, მასკანირებელ-ზონდურ და ტუნელურ მიკროსკოპზე, ბიორეაქტორზე, მემბრანულ ლაბორატორიულ დანადგარებზე.</p>		
--	--	--	--

<p>პროექტინ</p>	<p>სითხეების იონური სელექციის თეორიული და ექსპერიმენტული საკითხების კვლევა.</p> <p>1. საინჟინრო მეცნიერებები-ნანო და მემბრანული ტექნოლოგიები; 2. მექანიკა-სითხეთა მექანიკა;</p> <p>I პროექტის მოკლე შინაარსი შემოთავაზებული პროექტის მიზანია სითხეების იონური სელექციის თეორიული და ექსპერიმენტული საკითხების კვლევა. ამ ამოცანის გადასაწყვეტად ჩატარდა: მლაშე წყლების (ოკეანე, ზღვა, ზოგირთი ტბა) ქიმიური და სტრუქტურული შემადგენლობის თეორიული და ექსპერიმენტალური კვლევა მათი გამტკნარების (სასმელი წყალი) მემბრანული გაყოფის მეთოდების დამუშავებისათვის. კასპიის ზღვის წყლის გამტკნარების მემბრანული ტექნოლო გიისა</p>	<p>2018 - 2019</p>	<p>გ.ბიბილეიშვილი, ლ. ყუფარაძე მ.კეჭერაშვილი ნ.გოგესაშვილი მ. მამულაშვილი</p>
-----------------	---	--------------------	---

	<p>და ექსპერიმენტული დანადგარის დამუშავება. შავი ზღვის წყლის გამტკნარებისათვის ბარომემბრანული პროცესების კვლევა მემბრანული ტექნოლოგიისა და შესაბამისი ექსპერიმენტული აპარატის დამუშავება. მტკნარი წყლების როგორც მოლექულური და იონური სისტემების სხვადასხვა დონეზე დემინერალიზაციის (გარდამავალი სასმელსა და გამოხდილ წყალს შორის) თეორიული და ექსპერიმენტალური კვლევა, მათი კომპლექსური ეკოლოგიური კლასიფიკაცია და სათანადო დონეზე დამუშავებისათვის შესაბამისი მემბრანული ტექნოლოგიებისა და აპარატურის დანერგვა. სასმელი წყლიდან ტექნოლოგიური წყლის (გამოხდილი) მიღების მემბრანული გაყოფის</p>		
--	---	--	--

	<p>პროცესის კვლევა და შესაბამისი, კომპაქტური მემბრანული აპარატურის დანერგვა. პოლიმერული სისტემების ქიმიური შედგენილობისა და მორფოლოგიური-სტრუქტურული ორგანიზების (მოლეკულური, სუპრამოლეკულური და მიკრო- დონეები) შესწავლა;</p>		
პროექტი7	<p>პოლიმერული ნანომასალების სტრუქტურული და ტოპოგრაფიული კვლევის თეორიული და ექსპერიმენტული ასპექტები.</p> <p>1. საინჟინრო მეცნიერებები-ნანო და მემბრანული ტექნოლოგიები;</p> <p>II პროექტის მოკლე შინაარსი შემოთავაზებული პროექტის მიზანია პოლიმერული ნანომასალების</p>	2019	<p>გ.ბიბილეიშვილი, ლ. ყუფარაძე მ.კეჟერაშვილი ნ.გოგესაშვილი მ. მამულაშვილი</p>

	<p>სტრუქტურული და ტოპოგრაფიული კვლევის თეორიული და ექსპერიმენტული ასპექტები. ამ ამოცანის გადასაწყვეტად ჩატარდა: მიზანმიმართული კონსტრუირების პრინციპით ახალი მასალების ნაწილი სტრუქტურული ფორმირებისთვის საჭირო თვითორგანიზაციის უნარის მქონე ელემენტების კვლევა; ფაზურ-ინვერსიული პროცესების დინამიკის კინეტიკური ანალიზი: მიკროგელური ნაწილაკების (ასოციატები) ზომების, კონცენტრაციის განაწილების მექანიზმების დადგენის მიზნით; სხვადასხვა მასალის ბაზაზე შექმნილი მემბრანების ტოპოლოგიური და ზედაპირული სტრუქტურის დადგენა ატომარულ დონეზე; ფაზური ინვერსიის პროცესში სუბნანომეტრული დაშვებით (10-2 ნმ), გლობულების</p>		
--	--	--	--

	<p>აგრეგაციის მიცელარული (200A⁰), ასევე ფუნქციონალური ჯგუფის ატომების ურთიერთქმედების შედეგად მიღებული ზემოლექულური უჯრედული წარმონაქმნების შესწავლა;</p>		
პროექტი8	<p>პოლიმერული ნანომასალების ბაზაზე კომპოზიციური მემბრანების ფაზური ინვერსიის პროცესის თეორიული და ექსპერიმენტული საკითხების კვლევა, სათანადო მემბრანული ხელსაწყოების დამუშავება და შექმნა.</p> <p>1. საინჟინრო მეცნიერებები-ნანო და მემბრანული ტექნოლოგიები; 2. მექანიკა-სითხეთა მექანიკა;</p> <p>III პროექტის მოკლე შინაარსი შემოთავაზებული პროექტის მიზანია პოლიმერული ნანომასალების ბაზაზე</p>	2019-2020	<p>გ.ბიბილეიშვილი, ლ. ყუფარაძე მ.კეჟერაშვილი ნ.გოგესაშვილი მ. მამულაშვილი</p>

	<p>კომპოზიციური მემბრანების ფაზური ინვერსიის პროცესის თეორიული და ექსპერიმენტული საკითხების კვლევა სათანადო მემბრანული ხელსაწყოების დამუშავება და შექმნა. ამ ამოცანის გადასაწყვეტად ჩატარდა: სხვადასხვა სახის მემბრანის შექმნის პროცესში სფერულიტების, მონოკრისტალების წარმოქმნისა და ატომთა შორის მოქმედი განსხვავებული ბუნების ძალების სპეციფიკური ენერგიების განსაზღვრა და მათი გავლენის შესწავლა მემბრანების მორფოლოგიურ თვისებებზე; ატომარულ დონეზე მუდმივი მოქმედების რეჟიმში, მემბრანების ტოპოლოგიური და ზედაპირული სტრუქტურის დადგენა. გვერდითი კვეთის მიკროსურათების შესწავლა. სფერულ მიცელარულ სტრუქტურებს შორის არსებული სიცარიელების (400-</p>		
--	--	--	--

	<p>800A^o) და ტურის მაგვარი წარმონაქმნების ზომების დადგენა. კონცენტრაციების გავლენის შესწავლა ნანოკომპოზიციური მასალების ფიზიკო-მექანიკურ თვისებებზე. მტკნარი წყლების, როგორც მოლეკულური და იონური სისტემების სხვადასხვა დონეზე დემინერალიზაციის (გარდამავალი სასმელსა და გამოხდილ წყალს შორის) თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევა, მათი კომპლექსური ეკოლოგიური კლასიფიკაცია და სათანადო დონეზე დამუშავებისათვის შესაბამისი კომპოზიციური მემბრანების ბაზაზე ტექნოლოგიებისა და აპარატურის შექმნა; რძის მრეწველობის ჩამდინარე წყლიდან ტექნოლოგიური წყლის (გამოხდილი) მიღების მემბრანული გაყოფის პროცესის კვლევა;</p>		
--	---	--	--

--	--	--	--

**საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის,
ნაგებობების, სპეციალური სისტემებისა და საინჟინრო უზრუნველყოფის ინსტიტუტი**

სახელმწიფო ბიუჯეტის მიერ დაფინანსებული 2018 ÷ 2023 წწ გეგმით შესრულებული პროექტები

№	შესრულებული პროექტის დასახელება, მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	წელი	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	„ტოტალური თავდაცვის პირობებში შერჩეულ ოპერაციულ მიმართულებაზე არსებული საინჟინრო ვითარების შეფასება და ტერიტორიის საინჟინრო მოწყობის მეთოდოლოგიის შემუშავება“.	2021-2024	ე. მემმარიაშვილი აკადემიკოსი	თ. შუბლაძე პროექტის მენეჯერი, გ. დანელია გ. სურმავა, ი. ბუიშვილი, გ. გრატიაშვილი, მ.სანიკიძე

ამ პროექტის შინაარსი მდგომარეობს შემდეგში: შერჩეულ საოპერაციო მიმართულებაზე ხდება ოპერატიული ვითარების შეფასება ოპერატიული ცვლადების საშუალებით, ხდება ამ ვითარების შედარება სასურველ ვითარებასთან (ოპერატიული

ცვლადების მიერ გაერთიანებული ფუნქციების მხარდაჭერის თვალსაზრისით). ამის შემდეგ ხდება დეფიციტის განსაზღვრა და მისი შევსების დაგეგმვა.

მეთოდოლოგიის შესამუშავებლად გამოიყო ერთ-ერთი ოპერატიული ცვლადი (ფიზიკური გარემო) და მოხდა მისი შეფასება ერთ-ერთი გაერთიანებული ფუნქციის (გადაადგილება და მანევრი) მხარდაჭერის თვალსაზრისით.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ნიკო მუსხელიშვილის სახელობის გამოთვლითი მათემატიკის ინსტიტუტი

სახელმწიფო ბიუჯეტის მიერ დაფინანსებული 2018 ÷ 2023 წწ გეგმით შესრულებული პროექტები

№	შესრულებული პროექტის დასახელება, მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	წელი	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	მათემატიკური და კომპიუტერული მოდელები – თეორია და პრაქტიკა. გამოთვლითი ალგორითმების აგება და რეალიზაცია / ზუსტი და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებები/ მათემატიკა, ინფორმატიკა (პროექტი შესრულებულია)	2018 - 2022	ჯემალ სანიკიძე, ვახტანგ კვარაცხელია	ინსტიტუტის სრული სამეცნიერო პერსონალი და პროგრამისტები
2	მათემატიკური და კომპიუტერული მოდელების	2023 - 2027	ჰამლეტ მელაძე,	ინსტიტუტის სრული

<p>აგება, ანალიზი და რეალიზაცია / ზუსტი და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებები/ მათემატიკა, ინფორმატიკა (მიმდინარეობს პროექტის პირველი წელი)</p>		<p>ვახტანგ კვარაცხელია</p>	<p>სამეცნიერო პერსონალი და პროგრამისტები</p>
---	--	----------------------------	--

პროექტი 1-ის ანოტაცია.

დასრულებულ პროექტში განხორციელებული იქნა კვლევები შემდეგი მიმართულებებით:

- გამოთვლითი ალგორითმების კონსტრუირება და გამოყენება მათემატიკური ფიზიკის და მექანიკის ზოგიერთი ამოცანის მიახლოებითი ამოხსნისათვის;
- ოპერაციულ, არაწრფივ და არაკორექტულ ამოცანათა მათემატიკური მოდელირება და შესაბამის ამოცანათა ანალიზური და რიცხვითი ამოხსნების მეთოდების დამუშავება.
- მწკრივების გადანაცვლებები და მაქსიმალური უტოლობები ფუნქციონალური ანალიზის, დიდ მონაცემთა სტატისტიკური ანალიზისა და დისკრეტული ოპტიმიზაციის ამოცანებში, სტოქასტური განტოლებები.
- დიდი მოცულობისა და რთული სტრუქტურების მონაცემების დამუშავების პარალელური ალგორითმების აგება, ანალიზი, რეალიზაცია და შესაბამისი პროგრამული უზრუნველყოფის ვერიფიკაცია.

პროექტი 2-ის ანოტაცია.

მიმდინარე პროექტი მიზნად ისახავს თეორიული და გამოყენებითი დანიშნულების ამოცანების მათემატიკურ და კომპიუტერულ კვლევას, სათანადო გამოთვლითი მეთოდების და თანამედროვე ინფორმაციული ტექნოლოგიების დამუშავებასა და დანერგვას. პროექტში წარმოდგენილია როგორც ინსტიტუტისთვის ტრადიციული მიმართულებები, ასევე თანამედროვე, ახალი ამოცანები.

პროექტში მნიშვნელოვანი ყურადღება ეთმობა ახალგაზრდა მეცნიერების კვლევებით დაინტერესებას და მეცნიერებაში მოზიდვას.

არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტი

2018-2023 წწ განხორციელებული სამეცნიერო სამუშაოები (წლების მიხედვით)

სახელმწიფო ბიუჯეტის მიერ დაფინანსებული 2018 ÷ 2023 წწ გეგმით შესრულებული პროექტები

№	შესრულებული პროექტის დასახელება, მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	წელი	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1.	რთული სისტემების მოდელირების, იდენტიფიკაციისა	2018 - 2020	ვლადიმერ გაბისონია	ბ. შანშიაშვილი, ნ. დადიანი, ვ. ხუციშვილი,

	და ოპტიმიზაციის ამოცანათა კვლევა			ნ. კილასონია, ქ. კუთხაშვილი, დ. სიხარულიძე, დ. ცინცაძე, ქ. ომიამე.
2	<p>პროექტის დასახელება: მართვის არაწრფივი სისტემების იდენტიფიკაცია და მოდელირება, რთული ფიზიკური და ეკონომიკური სისტემების მათემატიკური მოდელირებისა და ოპტიმიზაციის ამოცანათა კვლევა.</p> <p>მეცნიერების დარგი: ინჟინერია და ტექნოლოგიები;</p> <p>ქვედარგი/სპეციალიზაცია: ელექტროინჟინერია, ელექტრონული ინჟინერია, საინფორმაციო ინჟინერია;</p> <p>სამეცნიერო მიმართულება: ავტომატიზაცია და მართვის სისტემები.</p>	2021 – 2023	ბესარიონ შანშიაშვილი	ნ. დადიანი, ვ. ხუციშვილი, ნ. კილასონია, ქ. კუთხაშვილი, დ. სიხარულიძე, დ. ცინცაძე, ქ. ომიამე.
3	<p>ქართული ენის კომბინატორული ონლაინ ლექსიკონის შემუშავება</p> <p>დარგი: ინფორმატიკა</p> <p>მიმართულება: კომპიუტერული ლინგვისტიკა</p>	2018-2020	ჩიკოიძე გიორგი	ლ. ლორთქიფანიძე , ნ. ამირეზაშვილი, ა. თუშიშვილი,

	<p>დასახელება: სამედიცინო ინტელექტუალური მხარდამჭერი სისტემის შექმნა მონაცემთა ინტელექტუალური ანალიზის ტექნოლოგიების საფუძველზე</p> <p>დარგი: ინფორმატიკა</p> <p>მიმართულება: ხელოვნური ინტელექტი, საინფორმაციო სისტემების მოდელები, მონაცემთა ინტელექტუალური ანალიზი (Data Mining)</p>	2018-2020		<p>ნ. ანანიაშვილი</p> <p>ვ. რაძიევსკი</p> <p>ნ. ჯალიაბოვა</p> <p>დ. რაძიევსკი</p>
7.	<p>საქართველოს ენერგეტიკის ზოგიერთი აქტუალური პრობლემის გამოკვლევა.</p> <p>ენერგეტიკა. ელექტროენერგეტიკული სისტემის სტრუქტურისა და ენერგოდანადგარების ოპტიმიზაცია.</p>	2018-2020	თ.მაგრაქველიძე	<p>გ. გიგინეიშვილი</p> <p>ა.მიქაშაიძე</p> <p>ხ.ლომიძე</p> <p>მ.ჯანიკაშვილი</p> <p>ი.არჩვაძე</p> <p>ტ.კობერიძე</p>
8.	<p>ელექტროენერგეტიკისა და ენერგოდანადგარების ზოგიერთი პრობლემის გამოკვლევა.</p> <p>ენერგეტიკა. ელექტროენერგეტიკული სისტემის სტრუქტურისა და ენერგოდანადგარების ოპტიმიზაცია.</p>	2021-2023	თ.მაგრაქველიძე	<p>გ. გიგინეიშვილი</p> <p>ა.მიქაშაიძე</p> <p>ხ.ლომიძე</p> <p>მ.ჯანიკაშვილი</p> <p>ი.არჩვაძე</p> <p>ტ.კობერიძე</p>

9	<p>ინფორმაციის გარდაქმნის მოწყობილობების დამუშავება თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით.</p> <p>მეცნიერების დარგი და მიმართულება:</p> <p>ელექტრომაგნიტური გარდამქნელების დამუშავება მართვის სისტემებისათვის.</p> <p>ამოცანა 1. მრავალსახსრული რობოტის მართვის თანამედროვე სისტემების აგების პრინციპების დამუშავება. ამოცანა 2.</p> <p>უნივერსალური მაღალსიხშირიანი მცირეგაბარიტიანი დიდი დენის კალიბრატორის აგების პრინციპების დამუშავება.</p>	2018-2020	ო. ლაბაძე	<p>ნ. ყავლაშვილი, ზ. ბუაჩიძე, ლ. გვარამაძე, პ. სტავრიანიდი, თ. საანიშვილი, მ. ცერცვაძე, დ. ფურცხვანიძე, ქ. კვირიკაშვილი, ვ. ბახტაძე, გ. კიკნაძე, თ. ხუციშვილი.</p>
10	<p>ინფორმაციის გარდაქმნის მოწყობილობების და სისტემების დამუშავება თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით.</p> <p>სამეცნიერო მიმართულება:</p> <p>ინჟინერია და ტექნოლოგიები (ავტომატიზაცია და მართვის სისტემები, რობოტ-ტექნიკა და ავტომატური მართვა); ტექნიკური კიბერნეტიკა; მეტროლოგია.</p> <p>ამოცანა 1. მცირეგაბარიტებიანი წვეთოვანი მორწყვის ავტომატიზირებული სისტემის</p>	2021-2023	დ. ფურცხვანიძე	<p>ნ. ყავლაშვილი, ზ. ბუაჩიძე, ლ. გვარამაძე, ვ. ბახტაძე, ქ. კვირიკაშვილი, მ. ცერცვაძე, პ. სტავრიანიდი, გ. კიკნაძე, თ. ხუციშვილი, ნ. მირიანაშვილი,</p>

<p>დამუშავება სარწყავი წყლის შეზღუდული რესურსის პირობებში კლიმატური პირობების გათვალისწინებით. ამოცანა 2. მრავალფუნქციური რობოტი და მისი მართვის სისტემის აგების პრინციპების დამუშავება; მობილური რობოტებისთვის ელექტროძრავების მართვის შესაძლო ალგორითმების შექმნა. ამოცანა 3. ენერგოდაზოგვა თბური ტუმბოსა და მზის ენერჯის გამოყენებით.</p>			<p>ნ. გბელიშვილი, ვ. ხათაშვილი, ო. ქართველიშვილი</p>
--	--	--	--

პროგრამის ფარგლებში 2021 და 2022 წელს გაწეული სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობის მოკლე ანგარიში

I

მართვის არაწრფივი სისტემების იდენტიფიკაცია და მოდელირება, რთული ფიზიკური და ეკონომიკური სისტემების მათემატიკური მოდელირებისა და ოპტიმიზაციის ამოცანათა კვლევა
(მინდია სალუქვაძის სახელობის სისტემების იდენტიფიკაციისა და ოპტიმალური მართვის განყოფილება)

მეცნიერების დარგი: ინჟინერია და ტექნოლოგიები; ქვედარგი/სპეციალიზაცია: ელექტროინჟინერია, ელექტრონული ინჟინერია, საინფორმაციო ინჟინერია;
სამეცნიერო მიმართულება: ავტომატიზაცია და მართვის სისტემები.

განყოფილების თემატიკა სრულდება ორი მიმართულებით.

I მიმართულებით 2021 წელს ჩატარდა არაწრფივი სისტემების სტრუქტურული იდენტიფიკაციის თანამედროვე მეთოდების მიმოხილვა და ანალიზი. დაისვა ჩაკეტილციკლიანი არაწრფივი სისტემების სტრუქტურული იდენტიფიკაციის ამოცანა. ჩატარდა დამუშავებული სტრუქტურული იდენტიფიკაციის მეთოდისა და ალგორითმის გამოკვლევა ადეკვატურობისა და სიზუსტის თვალსაზრისით.

II მიმართულებით მიხედვით, გამოიყო ყველაზე ეფექტური ჯგუფი ვექტორული ოპტიმიზაციის არსებული მეთოდების მიმოხილვისა და ანალიზის შედეგების მიხედვით. შეირჩა მრავალკრიტერიული მოდელებიდან ყველაზე მნიშვნელოვანი და პერსპექტიული მიდგომა ტექნიკური და ჰუმანიტარული სფეროების სპეციფიკის და პრობლემის შესწავლის საფუძველზე.

2022 წელს I მიმართულების ფარგლებში ჩატარდა არაწრფივი სისტემების პარამეტრული იდენტიფიკაციის თანამედროვე მეთოდების მიმოხილვა და ანალიზი. დაისვა ჩაკეტილციკლიანი არაწრფივი სისტემების პარამეტრული იდენტიფიკაციის ამოცანა.

II მიმართულების მიხედვით შეირჩა პროცესები და აღიწერა ობიექტები მათემატიკური მოდელების სახით. განრიგთა თეორიის ამოცანისათვის, როდესაც სისტემაში შემოსული დავალებების შესასრულებლად საჭირო პროცესორების რაოდენობა უსასრულოა, პროცესორები სრულად ურთიერთშეცვლადია. დამუშავდა მრავალკრიტერიული ალგორითმი. ზემოთ აღწერილი ამოცანისათვის განუზღვრელობის პირობებში დამუშავდა ალბათური ალგორითმი. ჩატარდა მულტიკრიტერიულ ამოცანათა კვლევა ფუნქციონალურ-ანალიტიკურ სივრცეებში და მათი დისკრეტიზაცია. განხილულ იქნა და გაანალიზდა სათამაშო მოდელებში მონაწილე მხარეების შესაძლო მიზნები სათამაშო მოდელის მიმზიდველობის კრიტერიუმის მიხედვით.

გამოიცა 2 სახელმძღვანელო. გამოქვეყნდა 19 სტატია (მათ შორის 3 უცხოეთში). განყოფილების თანამშრომლებმა მონაწილეობა მიიღეს 4 სამეცნიერო ფორუმში (1 უცხოეთში). მომზადდა წლიური სამეცნიერო ანგარიში.

II

ინფორმაციის გარდაქმნის მოწყობილობების და სისტემების დამუშავება თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით
(ინფორმაციის გარდაქმნის პრობლემების განყოფილება)

მეცნიერების დარგი: ინჟინერია და ტექნოლოგიები;

სამეცნიერო მიმართულება: ავტომატიზაცია და მართვის სისტემები; რობოტ-ტექნიკა და ავტომატური მართვა; ტექნიკური კიბერნეტიკა; მეტროლოგია.

2021 წელს განყოფილებაში მიმდინარეობდა 2 ამოცანა: მცირეგაბარიტიანი წვეთოვანი მორწყვის სისტემის ავტომატიზაცია სარწყავი წყლის შეზღუდული რესურსის პირობებში და მრავალფუნქციური მობილური რობოტი და მისი მართვის სისტემა.

პირველი ამოცანის ფარგლებში გამოკვლეული იყო წყლის სარეზერვო რესურსის შეფასების ტევადური გადამწოდის აგების ერთ-ერთი პრინციპი და მიღებულია ანალიზური გამოსახულება, რომელიც აკავშირებს გადამწოდის ფიზიკურ პარამეტრებსა და გამოსავალ ტევადობას. ეს უკანასკნელი გვამლევს საშუალებას სისტემის პროექტირებისას ავირჩიოთ გადამწოდის შესაბამისი ფიზიკური პარამეტრები. განხილულია წვეთოვანი რწყვის ავტომატიზირებული სისტემის სტრუქტურის აგება კომბინირებული პრინციპით. მეორე ამოცანის მიხედვით შეირჩა მრავალფუნქციური რობოტის მართვის სისტემის კონსტრუქციული ელემენტები; ჩატარდა საპატენტო ძიება დასაპროექტებელ მრავალფუნქციურ რობოტზე.

2022 წელს განყოფილებაში მუშავდებოდა 3 ამოცანა. ამოცანა 1-ის ფარგლებში მიმდინარეობდა: სისტემის მოდელში გარემოს ტემპერატურისა და ტენიანობის, გარემო პირობების (მზიანი, წვიმიანი, ქარიანი ამინდი) გათვალისწინებაზე მუშაობა; ნიადაგის ტენიანობის განმსაზღვრელი გადამწოდის შექმნა და გამოცდა; ქარის სიჩქარის გადამწოდის შექმნა.

ამოცანა 2-ის მიმართულებით დამუშავდა რობოტის ხელით მართვისას გადაადგილების დროს, მის მენსიერებაში გავლილი გზის შესახებ ინფორმაციის ჩაწერის ალგორითმი. მიღებული ალგორითმით მომუშავე რობოტის მართვის სისტემის დაგეგმარება. შეირჩა რობოტის მოძრავი პლატფორმის ტიპი.

ამოცანა 3-ის ფარგლებში დამუშავებული იქნა თბური ტუმბოს მოქმედი ექსპერიმენტული დანადგარი, რომელიც შედგება შემდეგი კვანძებისაგან: თბური ტუმბოს საორთქლებელი, თბური ტუმბოს კომპრესორი; თბური ტუმბოს კონდესატორი; თერმოსარედუქციო ვენტილი. ინსტიტუტში თბური ტუმბოს ექსპერიმენტულ დანადგარზე ჩატარებულ იქნა კვლევები და დადგინდა აღნიშნული დანადგარის ეკონომიკური ეფექტურობა.

განყოფილების თანამშრომელთა მიერ გამოქვეყნდა 15 სამეცნიერო სტატია, მათ შორის 1 უცხოეთში. მონაწილეობა მიიღეს 2 კონფერენციაში. ჩატარდა სემინარი. მომზადდა წლიური სამეცნიერო ანგარიში.

III

დიალოგური სისტემების ქართულენოვანი ინტერფეისი
(ენობრივი მოდელირების განყოფილება)

მეცნიერების დარგი: ინფორმატიკა

სამეცნიერო მიმართულება: კომპიუტერული ლინგვისტიკა

დიალოგური სისტემების ქართულენოვანი ინტერფეისი წარმოადგენს პროგრამული უზრუნველყოფის სისტემას, რომელიც ახორციელებს ინფორმაციის მოძიებას, მიღებას და დამუშავებას.

2021 წელს პროექტში გამოვიყენეთ ახალი მიდგომა, რომლის მიხედვით მომხმარებლის ქართულენოვანი შეკითხვის შესაბამისი SQL მოთხოვნის შესაქმნელად დამუშავდა GeWordNet-ის მონაცემთა ბაზის სემანტიკური მოდელი.

დასახული გეგმის შესაბამისად, გამოკვლეულია ტექსტის ავტომატური დამუშავების სისტემების შექმნის გამოცდილება და მიღებულია დასკვნა, რომ ქართული ენის ლინგვისტური ცოდნის ბაზის ფორმირებისთვის გამოგვეყენებინა ობიექტებზე ორიენტირებული ფრეიმების და პროდუცირების კომბინირებულ მეთოდებზე დაყრდნობილი ექსპერტული სისტემა.

სხვადასხვა წინადადებების მოდელების შაბლონების საფუძველზე შევიმუშავეთ ინტერაქტიული დიალოგური სისტემა. რომელშიც რეალიზებულია სემანტიკურ მონაცემთა ბაზაში ინტელექტუალური ძიებისთვის ბუნებრივენოვანი შეკითხვა/მოთხოვნის SQL მოთხოვნად გარდაქმნის ალგორითმი.

2022 წელს შეიმუშავდა დიალოგური სისტემის სტრუქტურა და მისი აგების პრინციპები, აგრეთვე სისტემის ეფექტურობის შეფასების კრიტერიუმები. შეიქმნა პროგრამული უზრუნველყოფა, რომელიც დაეყრდნო სემანტიკურ მონაცემთა ბაზის მოდელის, ბუნებრივი ენის დიალოგური ინტერფეისის მოდელის და შეკითხვის საკვანძო სიტყვების განსაზღვრის ალგორითმებს. რომელთა საფუძველზე განხორციელდა ქართულენოვანი ინტერფეისის მქონე დიალოგური სისტემის პროგრამული რეალიზაცია.

მიმდინარეობს შოთა რუსთაველის სამეცნიერო ეროვნული ფონდის მიერ დაფინანსებული 1 პროექტი.

თანამშრომელთა მიერ გამოქვეყნდა 12 სამეცნიერო სტატია. 4 მოხსენება გაკეთდა საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციაზე. მომზადდა წლიური სამეცნიერო ანგარიში.

სამკურნალო დიაგნოსტიკური მხარდამჭერი სისტემის შექმნა იშვიათი დაავადებების დიაგნოსტიკებისა და მკურნალობის ამოცანის გადასაწყვეტად.

(ვლ. ჭავჭავაძის სახ. მანქანური ინტელექტის პრობლემების განყოფილება)

დარგი: ინფორმატიკა.

მიმართულება: ხელოვნური ინტელექტი, ინტელექტუალური საინფორმაციო სისტემების მოდელები.

პროექტის ფარგლებში 2021 წელს შესრულდა შემდეგი ამოცანები:

- გამოსაკვლევი დაავადებების შესახებ სამედიცინო კლინიკური მონაცემების მოძიება და აღნიშნული დაავადებების ფორმალიზებული აღწერილობის შედგენა;
- პირველადი დიაგნოსტიკების პროცესის მოდელირება პაციენტის ჩივილებისა და ანამნეზის საფუძველზე, წინასწარი დიაგნოზის დადგენის მიზნით;

ინტელექტუალური სისტემის შემუშავებისას ცოდნის წარმოსადგენად გამოყენებულ იქნა მიზეზ-შედეგობრივი სემანტიკური ქსელი, ხოლო დიაგნოსტიკების პროცესის მოდელირებისთვის - მიზეზ-შედეგობრივი ანალიზი სემანტიკური ქსელის საფუძველზე. შემუშავებული მეთოდების საფუძველზე განხორციელდა ინტელექტუალური სისტემის პირველადი დიაგნოსტიკების ქვესისტემის პროგრამული რეალიზაცია C++ ენაზე.

პროექტის ფარგლებში 2022 წელს შესრულდა შემდეგი ამოცანები:

- ინსტრუმენტალურ-ლაბორატორიული კვლევების დაგეგმვის პროცესის მოდელირება ანამნეზის და წინასწარი დიაგნოზის საფუძველზე;
- დიფერენციალური დიაგნოსტიკების პროცესის მოდელირება პაციენტის ანამნეზისა და ინსტრუმენტალურ-ლაბორატორიული კვლევების საფუძველზე, საბოლოო დიაგნოზის დადგენის მიზნით;

ინტელექტუალური სისტემის შემუშავებისას ცოდნის წარმოსადგენად გამოყენებულ იქნა მიზეზ-შედეგობრივი სემანტიკური ქსელი, დიაგნოსტიკების პროცესის მოდელირებისთვის - მიზეზ-შედეგობრივი ანალიზი სემანტიკური ქსელის საფუძველზე, ხოლო კვლევების დაგეგმვის ამოცანის გადასაწყვეტად - გადაწყვეტილების მიღების მრავალკრიტერიული მეთოდი, რომელიც დაფუძნებულია არამკაფიო სიმრავლეთა თეორიაზე. შემუშავებული მეთოდების საფუძველზე განხორციელდა ინტელექტუალური სისტემის ინსტრუმენტალურ-ლაბორატორიული კვლევების დაგეგმვის და დიფერენციალური დიაგნოსტიკების ქვესისტემების პროგრამული რეალიზაცია C++ ენაზე. საანგარიშო წელს გამოქვეყნდა 13 სამეცნიერო სტატია. მოხსენება გაკეთდა 3 სამეცნიერო კონფერენციაზე. მომზადდა წლიური ანგარიში.

ელექტროენერგეტიკისა და ენერგოდანადგარების ზოგიერთი პრობლემის გამოკვლევა
(ვ. გომელაურის სახელობის ენერგოსისტემის სტრუქტურისა და ენერგოდანადგარების
ოპტიმიზაციის განყოფილება)

სამეცნიერო დარგი: ენერგეტიკა.

სამეცნიერო მიმართულება: ელექტროენერგეტიკული სისტემის სტრუქტურისა და ენერგოდანადგარების ოპტიმიზაცია. პროექტში დასმულია ორი ამოცანა, რომელთაგან პირველი დაკავშირებულია საქართველოს ენერგეტიკული უსაფრთხოების საკითხებთან, ხოლო მეორე - ენერგოდანადგარების ეფექტურობის ამაღლების პრობლემებთან.

2021 წლის საანგარიშო პერიოდში გაანალიზებულია მსოფლიო ქვეყნების ელექტროენერგეტიკის სტატისტიკური მონაცემები და განვითარების ტენდენციები. შეფასებულია საქართველოს ენერგეტიკის განვითარების დღევანდელი დონე მსოფლიოს ელექტროენერგეტიკის განვითარების ფონზე. შეფასებულია მომავალ ათწლეულებში ელექტროენერგიაზე მოსალოდნელი მოთხოვნილება და ამ მოთხოვნილების დაკმაყოფილების გზები. კერძოდ, ნაჩვენებია, რომ მომავალი ორი ათწლეულის განმავლობაში ელექტროენერგიაზე მოთხოვნილების მკვეთრი ზრდის გამო საჭირო იქნება ელექტროენერგეტიკულ სისტემაში სიმძლავრეების ყოველწლიური ზრდა დაახლოებით 5%-ით.

მეორე ამოცანაში დასახული გეგმის შესაბამისად მოძიებულია და გაანალიზებულია პრობლემისადმი მიძღვნილი უახლესი ლიტერატურული მონაცემები. ჩამოყალიბებულია კვლევის მიზანი და ამოცანები. დამუშავებულია ექსპერიმენტული დანადგარის პრინციპული სქემა. დამზადებულია ექსპერიმენტული დანადგარის ცალკეული კვანძები. კერძოდ, დანადგარის კორპუსი, სარევიანი აპარატი, სხვადასხვა ტიპის ხორკლიანობის მქონე ზედაპირები.

2022 წელს პირველი ამოცანაში შეფასებულ იქნა მსოფლიოში ორგანულ სათბობებზე ფასების მკვეთრი არასტაბილურობის პირობებში ორგანული სათბობის იმპორტით გამოწვეული რისკები. დაზუსტდა ელექტროსადგურების სტრუქტურის მათემატიკური მოდელი,

რომლის საფუძველზე ამოიხსნა ოპტიმიზაციის ამოცანები ელექტროენერგტიკის განვითარების ინერციული, სტაგნაციური და ინოვაციური სცენარებისათვის თანამედროვე ტექნოლოგიური მიღწევების გათვალისწინებით.

მეორე ამოცანის ფარგლებში აწყოილ იქნა ექსპერიმენტული დანადგარი სათანადო ელექტროკვებისა და გაზომვების სისტემებით. ექსპერიმენტული მონაცემების დასამუშავებლად შეიქმნა ალგორითმი და შესაბამისი პროგრამა. ჩატარდა სატესტო ექსპერიმენტები გლუვი ზედაპირისათვის.

ჩატარდა ექსპერიმენტები ორგანოზომილებიანი ხორკლიანობის ელემენტების სიმაღლისა და ელემენტებს შორის ბიჯის სხვადასხვა მნიშვნელობების პირობებში. ასევე ჩატარდა ექსპერიმენტები კედლის ხორკლიანობის სხვადასხვა ტიპისათვის (გრძივი შვერილები, განივი შვერილები, კომბინირებული ხორკლიანობა და სხვა).

მიმდინარეობდა შოთა რუსთაველის სამეცნიერო ეროვნული ფონდის მიერ დაფინანსებული 1 პროექტი.

გამოქვეყნდა 6 სტატია. 2 მოხსენება გაკეთდა უცხოეთში. მომზადდა წლიური ანგარიში.

ინსტიტუტში 2021-2022 წლებში მიმდინარეობდა შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტით დაფინანსებული ორი სამეცნიერო-კვლევითი პროექტი:

1. ქართულ-ინგლისური გრამატიკული ლექსიკონის კომპაილერი (2022-2025), FR-21-3509; ენობრივი მოდელირების განყოფილება;
2. ვერტიკალური მილის გარე ზედაპირზე ჩამომდინარე წყლის აფსკში თბოგაცემაზე ხელოვნური ხორკლიანობის გავლენის ექსპერიმენტული გამოკვლევა (2020-2023), FR- 19-3034. (ვ. გომელაურის სახელობის ენერგოსისტემის სტრუქტურისა და ენერგოდანადგარების ოპტიმიზაციის განყოფილება).

2021 და 2022 წელს გამოიცა ინსტიტუტის სამეცნიერო შრომათა 2 კრებული, N25 და N26, რომელიც მიეძღვნა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის დაარსებიდან 100 წლისთავს. შრომები ეხება ინსტიტუტის სამ მთავარ მიმართულებას: მართვის თეორიას, მართვის სისტემებსა და მოწყობილობებს, მათ შორის მართვის პროცესებს ენერგეტიკულ სისტემებში, და ინფორმატიკას. კრებულში ძირითადად დაბეჭდილია ინსტიტუტის თანამშრომელთა (და სხვა ავტორთა) მიერ ჩატარებული სამეცნიერო კვლევების შედეგები. 2022 წელს კრებულში პირველად გამოქვეყნდა სტატიები სტუდენტთა მონაწილეობით.

გამოცა 2 სახელმძღვანელო. თანაშრომელთა მიერ გამოქვეყნდა 65 სამეცნიერო ნაშრომი (მათ შორის 4 უცხოეთში). მათ ასევე
 მონაწილეობა მიიღეს 15 სამეცნიერო ფორუმში (მათ შორის 3 უცხოეთში)
 2021 წელს ჩატარდა სამეცნიერო საბჭოს 8 სხდომა, 2022 წელს – 10.

კვების მრეწველობის ინსტიტუტი

სახელმწიფო ბიუჯეტის მიერ დაფინანსებული 2018 ÷ 2023 წწ გეგმით შესრულებული პროექტები

№	შესრულებული პროექტის დასახელება, მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	წელი	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	კოლხური ბიო ღვინისა და ბიო ალკოჰოლიანი სასმელების ინოვაციური ტექნოლოგიების გამოკვლევა კოლხური ნატურალური ცქრიალა ღვინის ტექნოლოგიის გამოკვლევა	2018-2023	ნ.ბაღათურია	ე.უთურაშვილი მ.ლოლაძე ე.კალატოზიშვილი მ.დემენიუკი ი.კეკელიძე

2	ციტრუსოვანთა ნაყოფების გადამუშავების ინოვაციური ტექნოლოგიების გამოკვლევა	2018- 2023	ნ.ბალათურია	გ.გრიგორაშვილი ლ.ქაჯაია ა.ხოტივარი მ.ლოლაძე ე.კალატოზიშვილი მ.დემენიუკი
3	გამოკვლევულ იქნას უწიპწო დურდოს დადუღების გავლენა თეთრი და წითელი კახური ტიპის ღვინოების ხარისხზე	2018- 2023	ნ.ბალათურია	გ.გრიგორაშვილი ლ.ქაჯაია ა.ხოტივარი მ.ლოლაძე მ.დემენიუკი
4	გამოკვლევულ იქნას კახური ტიპის ახალგზრდა ღვინოების დამზადების ტექნოლოგია	2018- 2023	ნ.ბალათურია	ე.უთურაშვილი ი.კეკელიძე
5	ჭაჭის არყის წარმოების ახალი ტექნოლოგიის გამოკვლევა	2018- 2023	ნ.ბალათურია	ე.კალატოზიშვილი ნ.ხერხეულიძე მ.ლოლაძე გ.გრიგორაშვილი
6	საქართველოს სანელებელ- არომატული ნედლეულის ბაზაზე დამუშავდეს	2018- 2023	ნ.ალხანაშვილი	მ.დემენიუკი

	მოხარშული ძეხვეულის წარმოებისთვის სანელებლების კომპოზიცია, მისი დამზადების და გამოყენების ტექნოლოგიები			
7	ფენოლური ანტიოქსიდანტებით გამდიდრებული წითელი ნახევრადტკბილი ღვინოების დამზადების ინოვაციური ტექნოლოგიის გამოკვლევა	2018-2023	ნ.ებელაშვილი	ე.უთურაშვილი ი.კეკელიძე
8	მეცნიერების განვითარების სტრატეგიის შემუშავება კვებისა და გადამამუშავებელ მრეწველობაში	2018-2023	ნ.ბალათურია	გ.ბალათურია მ.ლოლაძე

1. ანოტაცია. მსოფლიო ბაზარზე ბოლო წლებში ჩნდება სულ უფრო მეტი ნატურალური ცქრიალა ღვინოები, რომლებიც შექმნილია ვინიფიკაციის პროცესში ადამიანის მინიმალური ჩარევით. ესაა გაუფილტრავი, ნალექიანი ცქრიალა ღვინოები. ნატურალობის გამო, ცქრიალა ღვინოების ღირებულება მერყეობს 35-45 აშშ დოლარის ზღვრებში. ცქრიალა ღვინოების ამ ჯგუფს განეკუთვნება ე.წ. პეტნატის ღვინოები. აღსანიშნავია, რომ ძველი კოლხური

ტექნოლოგიით დამზადებული ცქრიალა ღვინოები ბევრად უფრო მაღალი ხარისხისაა ფრანგულ პეტნატებთან შედარებით. ამდენად, ქართული მეღვინეობა უნდა განვითარდეს არა ბიო ღვინის მიმართულებით, არამედ კოლხური ცქრიალა ღვინოების წარმოების დანერგვის გზით, რაც მნიშვნელოვნად გაზრდის ქვეყნის საექსპორტო შესაძლებლობებს. წარმოდგენილი მონაცემების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ საქართველოს პირობებში ალკოჰოლური დუღილის პროცესი მიომდინარეობს ძალიან სწრაფად და რთულია იმ მომენტის დაჭერა, როდესაც შაქრიანობა დავა 15%-მდე. რაც მთავარია, მე-2, მე-3 დღეს, როდესაც სპირტიანობა აღწევს 12-13%-ს, წითელი ღვინო ვერ აღწევს თავის მაქსიმალურ მაჩვენებლებს. ეს ხდება მხოლოდ

ალკოჰოლური დუღილის დაწყებიდან მე-9, მე-10 დღეს, ამასთან დაკავშირებით როგორც წითელი, ასევე კახური წესით თეთრი ყურძნის გადამუშავებისას მიზანშეწონილია ბოლომდე დადუღდეს ღვინო (ქვევრში ან მიწისზედა სადულარჭურჭელში), დადუღებული ღვინომასალა ჩამოსხას ბოთლებში, დაემატოს მას ყურძნის ტკბილი და საფუარი, და უკვე აქ დასრულდეს ღვინის დაყენება 2-9 თვის მანძილზე.

მიმდინარე წელს ჩატარდა ლაბორატორიული გამოკვლევები ქართული ტიპის პეტნატის როგორც თეთრი ასევე წითელი ღვინოების დასამზადებლად. ამჟამად მიმდინარეობს მიღებული ნიმუშების ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლების გამოკვლევა.

2. ანოტაცია საქართველოში ყოველწლიურად გროვდება 20-30 ათასი ტონა მანდარინის არასტანდარტული ნაყოფები, რომლებიც არაეფექტურად გამოიყენება (წვენის კონცენტრატის მიღება) ან საერთოდ არ გამოიყენება და იყრება.

ინსტიტუტში მიმდინარეობს კვლევითი სამუშაოები აღნიშნული მეორადი ნედლეულის გადამუშავების რაციონალური ტექნოლოგიის დასადგენად.

ჩატარდა გამოკვლევები მანდარინის არასტანდარტული ნაყოფებიდან პურის ნატურალური დანამატის დასამზადებლად. დადგინდა, რომ მანდარინის პასტა შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ფქვილის მასის 10-20 % ის ოდენობით. აღსანიშნავია, რომ მანდარინის პასტა გამდიდრებულია დაბალმეტოქსილირებული პექტინითა და P - ვიტამინით. აღნიშნული მიუთითებს იმაზე, რომ სამკურნალო პროფი-ლაქტიკური დანიშნულების პურისა და პურ-პროდუქტების დასამზადებლად.

3. ანოტაცია. კვლევის ობიექტად გამოყენებულ იქნა ქართული თეთრი სამრეწველო ჯიშის ყურძნები - „რქაწითელი“ და „მანავის (კახური) მწვანე“ და წითელი ჯიშის ყურძენი - „საფერავი“. შედარებულია რქაწითელის უწიპწო და წიპწიან დურდოზე დადუღებული თვითნადენი და ნაწნეხი ფრაქციების ქიმიური შედგენილობები. დადგენილ იქნა, რომ წიპწაზე დადუღებულ

ღვინოს სიუხემეს სძენს ლეიკოან-ტოციანების და სხვა მონომერული ფენოლების შემცველობა. როგორც მონაცემებიდან ჩანს, ლეიკოანტოციანების შემცველობა მეტია წიპწაზე დადუღებულ ღვინოებში. ამასთან, ლეიკოანტოციანების შემცველობა იმდენად მცირეა რქაწთელის ღვინოებში, რომ წიპწის მოშორება დურდოდან მნიშვნელოვან გავლენას ვერ ახდენს ღვინის ხარისხზე. მონაცემებიდან ჩანს, რომ წითელ ღვინოებში გაცილებით უფრო მეტი რაოდენობითაა წარმოდგენილ ლეიკოანტოციანები, და ამდენად ეს ნივთიერებები მნიშვნელოვან გავლენას ახდენენ ღვინის ხარისხზე. მიმდინარე წელს დამზადებულ იქნა (პირველად მსოფლიო მეღვინეობის პრაქტიკაში) ნედლი თეთრი და წითელი ყურძნის მარცვლისგან წიპწის გამცლელი ექსპერიმენტული დანადგარი.

4. ანოტაცია. ექსპერიმენტები ჩატარდა ინსტიტუტის ექსპერიმენტულ საამქროში. მიღებული ღვინის ნიმუშები ჩამოსხმულ იქნა მიმდინარე წლის დეკემბრის თვეში. მიმდინარე წელს გაგრძელდა სამუშაოები წიპწის გავლენის დასადგენად ქართული ჯიშის ყურძნებიდან ახალგაზრდა ღვინოების მისაღებად. ერთმანეთთან შედარებულ იქნა კახური მწვანეს ჟიშის ყურძნის ღვინოები, რომელიც მიღებულ იქნა წიპწაგაცილილი და წიპწაგაუცლელი ყურძნისგან (ერთი წლის მონაცემები). მიღებული მონაცემები ადასტურებენ იმ ფაქტს, რომ ამ ჯიშის თეთრი ყურძნის კახური ტექნოლოგიით გადამუშავებისას (ტკბილის დურდოზე დადუღება), წითელი ჯიშის ყურძნის - საფერავის მსგავსად, წიპწის დურდოში არსებობა მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ახალგაზრდა ღვინის ხარისხზე, ანუ წიპწაზე დადუღებისას მიიღება უხეში, მწარე ღვინო, მაშინ როდესაც უწიპწო დურდოზე დადუღებული ღვინო, ისევე როგორც ცალკე აღებული ტკბილის დადუღებით მიღებული ღვინოები ხასიათდება სირბილითა და ხავერდოვნებით, უხეში გემონაკრავის გარეშე.

წარმოდგენილი მონაცემების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ კახური მწვანეს ჟიშის ყურძენი შესანიშნავი ნედლეულია მაღალხარისხოვანი ახალგაზრდა ღვინოების დასაყენებლად ყურძნის როგორც ევროპული, ასევე კახური ტექნოლოგიით გადამუშავებისას.

5. ანოტაცია. გასულ წელს ჩვენს მიერ ჩატარებული გამოკვლევებით დადგინდა, რომ ეთილის სპირტის რაოდენობრივი შემცველობა კანონზომიერად მცირდება დისტილირებულ ფრაქციებში. რაც შეეხება მინარევებს – ალდეჰიდებსა და ეთერებს, მათი შემცველობის ამსახველი მრუდები არ ხასიათდება ერთგვაროვნებით, რაც მიუთითებს იმ ქიმიურ გარდაქმნებზე, რომლებიც მიმდინარეობს გამოხდის პროცესში სხვადასხვა ფაქტორების გავლენით. აქროლადი მინარევების დისტილატში გადასვლა დამოკიდებულია არა მხოლოდ დუღილის ტემპერატურაზე და კონცენტრაციაზე, არამედ წყალ-სპირტიან ხსნარებში მათ ხსნადობაზეც. ეს უკანასკნელი კი დამოკიდებულია ნედლი სპირტის ქიმიურ შედგენილობაზე. ამასთან დაკავშირებით დურდოზე დადუღებული ტბილის ქიმიური შედგენილობა მნიშვნელოვნად განსხვავდება ევოპული ხერხით დადუღებული

ღვინის შედგენილობისაგან, ეს ფაქტორი მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ღვინის დისტილატის ქიმიურ შედგენილობასა და თვისებებზე.

რახის ზეთი წარმოდგენილია იზოამილის, იზობუთილისა და ოქტილის სპირტებით. ამათგან ძირითად კომპონენტს წარმოადგენს იზოამილის სპირტი. ნახ. მონაცემებიდან ჩანს, რომ რახის ზეთის შემცველობა საწყის ფრაქციებში ჯერ იზრდება, შემდეგ მცირდება, აღწევს თავის მინიმალურ მნიშვნელობას, კვლავ გროვდება მე-5 ფრაქციაში, შემდეგ კანონზომიერად მცირდება და აღწევს მინიმალურ მნიშვნელობას ბოლონახად ფრაქციებში. იგივე კანონზომიერებას ექვემდებარება იზოამილის სპირტისა და სხვა მინარევების რაოდენობრივის შემცველობის ამსახველი მრუდები.

წარმოდგენილია გადადენილი დისტილატის ქიმიური შედგენილობის ცვლილებები ნედლი სპირტის გამოხდის პროცესში. მიღებული ფრაქციების ორგანოლექტიკური მაჩვენებლების ანალიზიდან გვიჩვენა, რომ საუკეთესო ხარისხის დისტილატი მიიღება პირველი 35 %-ის მოხსნის შემდეგ დისტილატის გამოხდის პროცესში. დარჩენილი ბოლონახადი ფრაქცია საჭირო იქნება გამოიხადოს ხელმეორედ სასაქონლო ფრაქციების დამატებითი რაოდენობის მიღების მიზნით.

ცნობილია, რომ ბოლონახადი ფრაქციები დიდი რაოდენობით შეიცავს მაღალმადულარ სპირტებს C_3 -დან C_{10} -მდე და β -ფენილეთილის სპირტს. ეს უკანასკნელი სასმელს აძლევს ვარდის არომატს. ამასთან დაკავშირებით აუცილებელია ბოლონახადი ფრაქციის ხელმეორე გამოხდა და მიღებული სასა-ქონლო ფრაქციების ძირითად პროდუქტთან კუპაჟირება.

მინარევების შემცველობის ამსახველი დიაგრამების არსებობა საშუალებას იძლევა შევარჩიოთ რახის ზეთისა და მეთანოლის მინიმალური შემცველობის ფრაქციები დისტილატის გამოხდის პროცესში. ქიმიური შედგენილობისა და ორგანოლექტიკური მაჩვენებლების გათვალისწინებით მიზანშეწონილად მიგვაჩნია დისტილატის გამოხდისას თავნახადი ფრაქცია მოშორდეს 3%-ის ოდენობით, შუანახადის გამოსავალი შეადგენს 35%. რაც შეეხება ბოლონახად ფრაქციას, ის შეიძლება ხელმეორედ გამოიხადოს სასაქონლო პროდუქციის დამატებითი რაოდენობის მიღების მიზნით.

თავნახადი, შუანახადი და ბოლონახადი ფრაქციების ქიმიური შედგენილობა, რომელთა ანალიზი უფლებას გვაძლევს გავაკეთოთ შემდეგი დასკვნები და რეკომენდაციები:

ნედლი სპირტის ფრაქციონირებისას უმაღლესი სპირტების ძირითადი რაოდენობა ნაწილდება შუანახად და ბოლონახად ფრაქციებში;

აღდეჰიდები (და მათ შორის ძმარმჟავა აღდეჰიდი) კონცენტრირდება თავნახად ფრაქციაში, შემდეგ ფრაქციებში მათი შემცველობა კანონზომიერად მცირდება;

ნედლი სპირტის გადადენის პროცესში ეთერების ასევე დიდი რაოდენობითაა წარმოდგენილი თავნახადი ფრაქცია. შემდგომ მოდის შუანახადი ფრაქცია და ბოლონახად ფრაქციაში ისინი საერთოდ არ მოიპოვება;

ტოქსიკური ნივთიერების – მეთანოლის უმეტესი ნაწილი იმყოფება თავნახად ფრაქციაში, და, შესაბამისად, მისი რაოდენობრივი შემცველობა სასაქონლო ფრაქციაში შეიძლება ნორმაზე იქნეს დაყვანილი ნედლი სპირტის გამოხდისას, მოსაშორებელი თავნახადი ფრაქციის რაოდენობის რეგულირებით.

მიმდინარე წელს ჩატარებული გამოკვლევებით პირველად იქნა დადგენილი, რომ დურდოში წიპწის არსებობა უარყოფით გავლენას ახდენს მიღებული ღვინის დისტილატების ხარისხზე. ამჟამად მიმდინარეობს გამოკვლევები გაზ-თხევადური ქრომატოგრაფიის მეთოდის გამოყენებით წიპწაზე დადუღებული და უწიპწოთ დადუღებული დურდოებიდან მიღებული ღვინის დისტილატების ქიმიური შედგენილობების დასადგენად.

6. ანოტაცია. საქართველოს პირობებში ადგილობრივი წარმოების ნედლი მონოსანელებების გასაშრობად გამოიყენებოდა რუსეთის ფედერაციის ქალაქ ბელგოროდში წარმოებული ხუთკონვეირიანი საშრობი დანადგარები **СПК-4Г, Г-4 КСК, СКО.**

ინოვაციური ტექნოლოგიური მოწყობილობა ნედლი სანელებლების ფასაშრობად და შესარევად დამუშავებულია ფირმა **amixon**-ის მიერ (გერმანია). აღნიშნული ფორმა აწარმოებს მრავალფუნქციურ შემრებებს, რომელნიც საჭიროების შემთხვევაში უზრუნველყოფენ სანელებლების შრობასაც. აღნიშნული მოწყობილობა უზრუნველყოფს ნედლი სანელებლების შრობის უმაღლეს ხარისხს, შერევის მინიმალური ხანგრძლივობისას.

ორგანოლეპტიკური მახასიათებლების მაქსიმალური შენარჩუნების მიზნით გამშრალი მონოსანელებლები შენახული უნდა იქნეს **5-120** ტემპერატურასა და 65-70% ფარდობითი ტენიანობის პირობებში; სათავსო, სადაც უნდა ინახებოდეს სანელებლები და სანელებლების კომპოზიცია, კარგად უნდა ნიავედებოდეს. სასურველია მონოსანელებლების (თითოეულის ცალკე-ცალკე) ჰერმეტიკული შეფუთვის გამოყენება. მოხარშული ძეხვეულისთვის შერჩეული გამშრალი მონოსანელებლების შენახვის ვადა 1 წელია.

მოხარშული ძეხვეულისთვის სანელებლების კომპოზიციის წარმოების ტექნოლოგიური სქემა შედგება შემდეგი ძირითადი პროცესებისგან: გამშრალი მონოსანელებლების მიღება, მონოსანელებლების მომზადება შესარევად, კომპო-ნენტების შერევა, დაფასოება და შეფუთვა.

მონოსანელებლების თითოეული კომპონენტის მიღება ხდება შესაბამისი ტექნიკური პირობების მოთხოვნათა შესაბამისად.

მონოსანელებლების მომზადება შესარევად. გამშრალი, დაფქული მონოსა-ნელებლების ინსპექცია ხდება თითოეული მათგანის ცალ-ცალკე საინსპექციო ტრანსპორტიორზე ან საინსპექციო მაგიდეზე. ამ დროს მონოსა-ნელებლის ძირითად მასას სცილდება დაზიანებული, გაუხეშებული ნაწილები და გარეშე მინარევები.

გამშრალ მონოსანელებლებს ცალკ-ცალკე ფქვავენ ჩაქუჩებიან საფქვავეზე (საფქვავი КДМК-2, ან სამსხვრევეებზე ДКУ-УА,Ф-УМ, წიწაკის საფქვავეზე ПП-01, ან სხვა ტიპის სამსხვრევეებზე).

გამშრალი სანელებლების დაფქული მასა ცალკ-ცალკე იცრება საცერზე № 0,45 და № 0,95. საცერზე დარჩენილ მასას მეორეჯერ აქუცმაცებენ და სცრიან იმავე საცერებში. დაქუცმაცების პროცესი გრძელდება იქამდე, სანამ საცერზე № 0,95 დარჩენილი მასა არშეადგენს 2%-ს, ხოლო საცერში № 0, 45 გასული მასა - არანაკლებ 80 %.

დაფქული მონოსანელებლებიდან ლითონმაგნიტური მინარევების გამოსა-ყოფად გაცრილ მონოსანელებლებს ცალკ-ცალკე ატარებენ მაგნიტურ სეპარატორში.

კომპოზიციის შედგენამდე ზემოთგანხილული წესით მომზადებულ დაფქულ მონოსანელებლებს ცალკ-ცალკე ათავსებენ ოთხფენიან კრაფტტომარებში და ინახავენ სათავსოში 5-120 ტემპერატურასა და 65-70% ფარდობითი ტენიანობის პირობებში.

კომპონენტების შერევა მოხარშული ძეხვეულისთვის სანელებლების კომპოზიციის შესადგენად. დაფქულ, გაცრილ მონოსანელებლებს წონიან ВЛТК-5 ტიპის კვადრატულ ელექტროსასწორზე (გაზომვის სკალის ზღვრებით 0-5კგ, სიზუსტის კლასი 0,2.) კომპოზიციის რეცეპტურის შესბამისად და ურევენ ერთმანეთს დოლური ტიპის შემრევში 10-15 წუთის განმავლობაში ერთგვაროვანი მასის მიღებამდე, რის შემდეგაც კომპოზიციას წონიან, აფასობენ და ფუთავენ.

კომპოზიციის შედგენისას დაფქული მონოსანელებლების დანაკარგები მათი აწონვის, შერევის და დაფასობისას შეადგენს 3,5%.

7.ანოტაცია. კვლევის ობიექტები იყო საფერავიდან დამზადებული წითელი ნახევრადტკბილი ღვინის საკონტროლო და ოთხი საცდელი ნიმუში.

ანოტაცია. საკონტროლო ნიმუში დამზადებული იყო არსებული (სტანდარტული) ტექნოლოგიით: კლერტგაცლილი საფერავის დურდოს ალკოჰოლური დუღილი 25-28°C- ზე მშრალი საფუვრის გამოყენებით; მადულარი დურდოს გამოწნეხა, როდესაც

დაუდუღარი შაქრის რაოდენობა 8-9%-მდეა, მადუღარი ტკბილის შენახვა დაბალ ტემპერატურაზე, ღვინომასალის ლექიდან გადაღება როდესაც დაუდუღარი შაქრის რაოდენობა 5%-მდეა და მისი შენახვა დაბალ ტემპერატურაზე გოგირდის დიოქსიდის (30მგ/ლ) გამოყენებით.

საცდელი №1 - კლერტგაცლილი დურდოს გაცხელება 65°C- ზე, დურდოს 25°C- მდე გაგრილების შემდეგ მისი ალკოჰოლური დუღილი და შემდგომი ტექნოლოგიური პროცესები ჩატარებული იყო საკონტროლო ნიმუშის ანალოგიურად;

საცდელი №2 - კლერტგაცლილი დურდოდან მისი მოცულობის ნახევარი ტკბილის მოკლება, დარჩენილი დურდოს ალკოჰოლური დუღილი და შემდგომი ტექნოლოგიური პროცესები ჩატარებული იყო საკონტროლო ნიმუშის ანალოგიურად;

საცდელ №3 - კლერტგაცლილი დურდოდან მისი მოცულობის ნახევარი ტკბილის მოკლება, დარჩენილი დურდოს გაცხელება 65°C- ზე, დურდოს 25°C- მდე გაგრილების შემდეგ მისი ალკოჰოლური დუღილი და შემდგომი ტექნოლოგიური პროცესები ჩატარებული იყო საკონტროლო ნიმუშის ანალოგიურად;

საცდელი №4 - კლერტგაცლილი დურდოდან მისი მოცულობის 1/3 ტკბილის მოკლება, დარჩენილი დურდოს გაცხელება 65°C- ზე, დურდოს 25°C- მდე გაგრილების შემდეგ მისი ალკოჰოლური დუღილი და შემდგომი ტექნოლოგიური პროცესები ჩატარებული იყო საკონტროლო ნიმუშის ანალოგიურად.

მიმდინარე წელს (ნიმუშების დამზადებიდან მესამე წელი) ჩატარდა კვლევის ობიექტების ლექიდან გადაღება ორჯერ (6 თვეში ერთხელ;) და მათი ქიმიური მახასიათებლების (ფენოლური ნივთიერებების ჯამური რაოდენობა, ტიტრული მჟავიანობა, *მქროლავი* მჟავიანობა, აქტიური მჟავიანობა, ალკოჰოლი, შეფერვის ინტენსივობა და ტონალობა) გამოკვლევა. გამოკვლევის შედეგებმა გვიჩვენა, რომ ნახევრადტკბილი ღვინის ნიმუშების მესამე წელს მნიშვნელოვნად შემცირდა ნიმუშებში ტიტრული მჟავიანობის რაოდენობა მათში ღვინის ქვის წარმოქმნისა და გამოლექვის პროცესის მიმდინარეობის გამო, შესაბამისად შეიცვალა აქტიური მჟავიანობის რაოდენობაც. მესამე წელს მცირედ მიმდინარეობს *მქროლავი* მჟავიანობის ცვლილება და ალკოჰოლის მაჩვენებლის შემცირება; ალკოჰოლის რაოდენობის შემცირება უნდა აიხსნას შენახვისას მიმდინარე მისი ეთერიფიკაციის პროცესში მონაწილეობით. ასევე უმნიშვნელოდ მცირდება ფენოლური ნივთიერებების ჯამური რაოდენობა, შეფერვის ინტენსიობა და ტონალობა. ფენოლური ნივთიერებების ჯამური რაოდენობა მცირდება ამ კომპონენტების დაჟანგვის, პოლიმერიზაციის, ცილა-ტანატის წარმოქმნისა და ნალექში გადასვლის პროცესების მიმდინარეობის შედეგად, რაც შედარებით ნაკლებინტენსიურად მიმდინარეობს ნიმუშების დამზადებიდან მესამე წელს. ფენოლური კომპონენტების მაღალი შემცველობით და უკეთესი სადეგუსტაციო მაჩვენებლებით ხასიათდება საცდელი ნიმუში №3. რომლის დამზადებისას გამოყენებული იყო ტექნოლოგიური ხერხები: ალკოჰოლური დუღილის ჩატარების წინ კლერტგაცლილი დურდოს მოცულობის ნახევარი ტკბილის მოკლება და დარჩენილი დურდოს გაცხელება 65°C - ზე. მასში საერთო ფენოლების ჯამური რაოდენობა, საკონტროლოსთან შედარებით 2- ჯერ მაღალია.

დამზადებიდან მესამე წლის ბოლოს ფენოლოგიური ნივთიერებების ჯამური რაოდენობა საკონტროლოსთან შედარებით მაღალია აგრეთვე დანარჩენ საცდელ ნიმუშებშიც: ნიმუში #1 – 35 %-ით; ნიმუში #2 - 88 %-ით; ნიმუში #4 -1,8-ჯერ.

მიმდინარე წლის გამოკვლევის შედეგებმა, ისევე როგორც წინა წლების კვლევის შედეგებმა გვიჩვენა, რომ ნახევრადტკბილი წითელი ღვინოების დამზადების ტექნოლოგიურ პროცესში ალკოჰოლური დუღილის ჩატარების წინ კლერტგაცლილი ღურდოს მოცულობის ნახევარი ტკბილის მოკლება და დარჩენილი ღურდოს გაცხელება 65°C- ზე მნიშვნელოვნად ზრდის ღვინოში ფენოლოგიური ნივთიერებების კონცენტრაციას, რაც შესაბამისად ზრდის გულ-სისხლძარღვთა, სიმსივნური და მრავალრიცხოვან სხვა დაავადებათა პრევენციის ეფექტს.

8.ანოტაცია. საქართველოში სამეცნიერო გამოკვლევებისა და დამუშავებების ძირითად ელემენტს წარმოადგენს სამეცნიერო-კვლევითი ორგანიზაციები, რომლებიც 100%-ით დაფუძნებულია სახელმწიფო ქონებაზე და შედიან შესა-ბამისი პროფილის უნივერსიტეტებში დამოუკიდებელი სრუქტურული ერთეულის სახით. ამავე პროცენტული თანაფარდობით მათი არსებობა დამოკიდებულია სახელმწიფო ბიუჯეტის სახსრებზე.

მონაცემებიდან ჩანს, რომ ჩამოთვლილი ქვეყნებიდან დაფინანსების თვალსაზრისით საქართველო ყველაზე დაბალ დონეზეა. აქ მთლიან შიდა პროდუქტში სამეცნიერო-კვლევით და საცდელ - საკონსტრუქტორო სამუშაოებზე გაღებული შიდა დანახარჯები არ აღემატება 0,3%.

სახელმწიფო, დაინტერესებულია რა სახელმწიფო-კერძო პარტნიორობის (სკპ) ფორმებისა და მექანიზმების განვითარებაში, უნდა უზრუნველყოს შემდეგი მიზნების მიღწევა:

1. განათლებისა და მეცნიერების ინტელექტუალური, ტექნოლოგიური, ქონებრივი და ფინანსური პოტენციალის, როგორც ქვეყნის ეკონომიკის მდგრადი ზრდისა და მოდერნიზაციის პირობის, ზრდა;
2. მეცნიერებისა და უმაღლესი პროფესიონალური განათლების მართვის ეფექტურობის გაუმჯობესება, სახელმწიფო ხარჯების უფრო მეტი ეფექტურობით განხორციელება;
3. უმაღლესი განათლებისა და სამეცნიერო ორგანიზაციების დაწესებულებების კონკურენტუნარიანობის უზრუნველყოფა, ფუნდამენტური და გამოყენებითი მეცნიერებების დაახლოების სტიმულირება;

4. შრომის ბაზარზე დინამიურად ცვლადი მოთხოვნილების დაკმაყოფილება, განათლებისა და მეცნიერების ინოვაციური შემადგენელის გაძლიერება.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

დანართი 3

სახელმწიფო ბიუჯეტის მიერ დაფინანსებული 2018-2023 წწ გეგმით შესრულებული პროექტები

#	შესრულებული პროექტის დასახელება, მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მომართულების მითითებით	წელი	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	<p>IHM-19-38-GTU-CD-5702</p> <p>ზვავების წარმოქმნის რისკი და ზვავ-საწინააღმდეგო ღონისძიებების განხორციელების შესაძლებლობა საქარველოს მთიან რაიონებში, დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებანი და გარემო, ჰიდროლოგია.</p> <p>ანოტაცია ქართულად - თოვლის ზვავის ჩამოსვლით გამოწვეული ადამიანთა მსხვერპლისა და მატერიალური ზარალის თავიდან ასაცილებლად შეფასებულია საქარველოს მთიანი რეგიონებში ზვავების წარმოქმნის რისკი. განხილულია ზვავსაწინააღმდეგო ღონისძიებების ფორმა და დასაცავი ობიექტების თავისებურებათა გათვალისწინებით, გამოვლენილია მათი ჩატარების ადგილები. შესწავლილია საქარველოს მთიანი რაიონების 338 დასახლებული პუნქტი და 13 საუღელტეხილო საავტომობილო გზა, რომელთაც 1388 ზვავშემკრებიდან ჩამოსული ზვავი ემუქრება და ასევე მოყვანილია ის ზვავსაწინაარმდეგო ღონისძიებები, რომლებიც შეარბილებს ზვავებით გამოწვეულ კატასტროფულ შედეგს.</p>	2018	მ.სალუქვაძე	თ.ცინცაძე, ს.გორგიჯანიძე, ნ.კობახიძე
2	<p>IHM-19-39- GTU-CD-5702</p> <p>მდინარეთა წყალმცირობის პერიოდის ჩამონადენის საპროგნოზო მეთოდოლოგია სარწყავი სისტემების მომსახურებისათვის</p>	2019	ც.ბასილაშვილი	გ.ფიფია

	(მდ. ალაზნის მაგალითზე), დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებანი და გარემო, ჰიდროლოგია			
	<p>ანოტაცია ქართულად - განხილულია თანამედროვე არიდულობისა და წყალმცირობის პრობლემები. აღწერილია მდ. ალაზნის წყალწარმოქმნელი ფაქტორები, მათი ცვლილება და მოსალოდნელი მნიშვნელობები. დაზუსტებულია მდ. ალაზნისა და მისი შენაკადების წყლის ხარჯების პარამეტრები, მათი მრავალწლიური დინამიკა და მოსალოდნელი ცვლილების ტენდენციები.</p> <p>მოცემულია შემუშავებული საპროგნოზო მეთოდოლოგია, რომლის შესაბამისი კომპიუტერული პროგრამებით შედგენილია გრძელვადიანი საპროგნოზო მეთოდიკები მდ.ალაზნის წყლის ხარჯებისათვის სავიგებო პერიოდის, კვარტლებისა და თვეების ორ ჰიდროკვეთზე სოფ. ბირკიანთან და სოფ. შაქრიანთან, სადაც სათავეს იღებს ზემო და ქვემო ალაზნის სარწყავი სისტემები. მიღებული პროგნოზებით შესაძლებელია მათი უსაფრთხო და ეფექტური ექსპლუატაცია. პროგნოზების საფუძველზე დგება წყლის რესურსების რაციონალური ხარჯვის გეგმები, რითაც შეიძლება ამაღლდეს სასოფლო - სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობა.</p> <p>მიღებული პროგნოზები და მდინარეთა წყლის ხარჯების მახასიათებლები დიდად დაეხმარება აგრეთვე წყალმომარაგების, ჰიდროენერგეტიკისა და სხვა სამეურნეო და საპროექტო ორგანიზაციების სპეციალისტებს სწორად აწარმოონ წყალსამეურნეო გაანგარიშებები.</p>			
3	IHM-19-40- GTU-CD-5702 საქართველოს ცალკეული ადმინისტრაციული რეგიონების კლიმატის, კლიმატური და აგროკლიმატური რესურსების კვლევა. 8. რაჭა-ლეჩხუმი, ქვემო სვანეთი, დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებანი და გარემო, მეტეოროლოგია და ატმოსფეროს მეცნიერებანი.	2019	ეელიზბარაშვილი	გ.მელაძე, რ.სამუკაშვილი, ჯ.ვაჩნაძე, მ.მელაძე, ლ.ქართველიშვილი, შ.ელიზბარაშვილი, ნ.ჭელიძე, მ.ფიფია, ნ.შავიშვილი, 4ც.დიასამიძე
	<p>ანოტაცია ქართულად - გამოკვლეულია რაჭა-ლეჩხუმი ქვემო სვანეთის რეგიონის კლიმატის ფორმირების ძირითადი ფაქტორები: რელიეფი, რადიაციული ფაქტორები, ატმოსფეროს ცირკულაციური პროცესები; კლიმატის ძირითადი ელემენტების ტერიტორიული განაწილების კანონზომიერებანი: ჰაერის</p>			

	<p>ტემპერატურა, ჰაერის სინოტივე, ატმოსფერული ნალექები, თოვლის საფარი, ქარი. შეფასებულია რეგიონის კლიმატური რესურსების პოტენციალი: საკურორტო რესურსები, ჰელიოენერგეტიკული რესურსები, ქარის ენერგეტიკული რესურსები. განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა აგროკლიმატურ რესურსებს და პროგნოზებს. განხილულია ამინდის საშიში მოვლენები: ძლიერი ქარები, ქარბუქი, ნისლი, ინტენსიური და უხვი ნალექები, წაყინვები..</p>			
	<p>IHM-19-41- GTU-CD-5702 ჰაერის ნაკადის კინეტიკური ენერჯის მოდელური გათვლები ნაკადის ლოკალურ რელიეფთან ურთიერთქმედებისას (საქართველოს ცალკეული რეგიონებისათვის, დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებანი და გარემო, მეტეოროლოგია და ატმოსფეროს მეცნიერებანი.</p>	2019	მ.ტატიშვილი	ზ.ხვედელიძე
4	<p>ანოტაცია ქართულად - ზოგიერთი ლოკალური რეგიონის ჰავა მკვეთრად განსხვავდება გარემომცველი მიდამოს კლიმატისაგან. რელიეფის გავლენის პარამეტრების განსაზღვრა და მათი ანალიზი მეტად აქტუალური და მნიშვნელოვანია. საქართველოს ტერიტორიაზე არსებულ ქვაბურებში, კერძოდ, კი ახალციხის ქვაბურში, განვითარებული მიკროცირკულაციური პროცესების ახსნა-დასაბუთებისათვის გამოყენებული იქნა ჰიდროდინამიკური მიდგომა. შეფასებულია რეგიონის რელიეფის მახასიათებელი პარამეტრები და გათვლილია ოროგრაფიული ვერტიკალური სიჩქარე. მრავალწლიური მეტეოროლოგიური მონაცემების სტატისტიკური დამუშავებით დადგენილია ქვაბურების კლიმატური თავისებურებები და ჰაერის ნაკადის დინამიკის ბუნება. ასეთი კვლევა ახალციხის მუნიციპალტეტის მთლიან ტერიტორიაზე შესრულებულია პირველად და მიღებულ შედეგებს, გამოყენების თვალსაზრისით, მნიშვნელოვანი თეორიული და პრაქტიკული პერსპექტივა გააჩნია.</p>			
5	<p>IHM-19-42- GTU-CD-5702 საქართველოს აქტიური ზემოქმედების რეგიონების ეკოსისტემებში მძიმე ლითონების ფონური კონცენტრაციების განსაზღვრა და ურბანიზაციის ცენტრებში ეკო-</p>	2019	<p>ლ.ინჭირველი, ა.სურმავა</p>	<p>შავლიაშვილი ლ, ნ. ბუაჩიძე, გ.გუნია, კუჭავა გ, გ.კორმახია, ნ.ბეგლარაშვილი, ტაბატაძე მ,</p>

	<p>ლოგიური მდგომარეობის შეფასება რიცხვითი მოდელებითა და ნატურული დაკვირვების საშუალებით, დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებანი და გარემო, ეკოლოგია</p>			<p>ნ.დვალისვილი, ს.მდივანი, შუბლაძე ე, გიგაური ნ., მ.ხატიაშვილი, ა.გიორგიშვილი.</p>
	<p>ანოტაცია ქართულად - ანგარიშში აღმოსავლეთ საქარველოში სეტყვის ღრუბლებზე აქტიური ზემოქმედების სამუშაოების განახლებასთან დაკავშირებით შესწავლილია ამ რეგიონის ნიადაგებსა და ზედაპირულ წყლებში ზოგიერთი მძიმე ლითონის (Cu, Pb, Ag) შემცველობები. დადგენილია, რომ მძიმე ლითონების შემცველობა წყალსაცავების წყლებში ნორმის ფარგლებშია და დაბინძურებას ადგილი არ აქვს. ნიადაგებში სპილენძის და ტყვიის შემცველობები ზედა 0-10 სმ-იან ნიადაგის ფენაში გაცილებით მაღალია ქვედა-10-20 სმ ფენასთან შედარებით და ხშირად აღემატება კლარკის შესაბამის მნიშვნელობებს. ვერცხლის შემცველობა კი დაბალია და მერყეობს მეთაედი და მესედი მგ/კგ ფარგლებში.</p> <p>დამუშავებულია აღმოსავლეთ საქარველოს ცენტრალურ ნაწილში ატმოსფერული პროცესების ევოლუციისა და მტვრის გავრცელების მათემატიკური მოდელი. განხილულია 4 მეტეოროლოგიური სიტუაცია: ფონური სტაციონალური აღმოსავლეთის, დასავლეთის, ჩრდილოეთისა და სამხრეთის ქარების შემთხვევები. დადგენილია, რომ მტვერი კონცენტრირებულია უშუალოდ დაბინძურების პუნქტის მიდამოებში.</p> <p>ქალაქებიდან ატმოსფეროში მოხვედრილი მტვრის სივრცულ განაწილებაზე გარკვეულ გავლენას ახდენს ჰაერის დინებისა და ტურბულენტობის დროში ცვლილება. ჰაერში მტვერი ვრცელდება რეგიონის დიდ ნაწილზე. მიუხედავად ამისა, 0.1 საშუალო დღეღამური ზდკ-ზე მეტი კონცენტრაცია მიიღება მხოლოდ ქქ. თბილისისა და რუსთავის უშუალო სიახლოვეს. მტვრის გავრცელების ვერტიკალური არე შემოსაზღვრულია ატმოსფეროს სასაზღვრო ფენით, Report reveals in</p>			
6	<p>IHM-20-43- GTU-CD-5702 საქართველოს მცინვარების დეგრადაციის შესწავლა და მათი დნობის პროგნოზირება კლიმატის თანამედროვე ცვლილების გამო, დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებანი და გარემო, ჰიდროლოგია</p>	2020	შენგელია	<p>გ.კორმახია, გ.თვაური, მ.ძამაია, ვ.ცომაია.</p>
	<p>ანოტაცია ქართულად - კლიმატის მიმდინარე ცვლილება მნიშვნელოვან ნეგატიურ გავლენას ახდენს საქართველოს მცინვარებზე და იწვევს მათ სწრაფ დეგრადაციას. ეს ნათლად ვლინდება:</p>			

	<p>1. მცირე მცინვარების (ფართობი 0.1-დან 0.5 კმ²-მდე) დნობის სტატისტიკაში; 2. მცინვარული აუზების მახასიათებლების (მცინვართა რაოდენობა და ფართობი) ცვლილებებში; 3. დიდი მცინვარების (ფართობი > 2 კმ²-ზე) დეგრადაციასა და უკანდახევაში.</p> <p>შესაბამისად დეტალურად იქნა შესწავლილი კლიმატის თანამედროვე ცვლილებით გამოწვეული მცირე მცინვარების დნობის სტატისტიკა აღმოსავლეთ და დასავლეთ საქართველოს მცინვარებისათვის (თავი 4), მცინვარული აუზების მახასიათებლების ცვლილება (თავი 5) და დიდი მცინვარების დეგრადაცია (თავი 6).</p> <p>პროექტის განხორციელების შედეგად დადგინდა საქართველოს მცინვარების ფაქტიურად ყველა მნიშვნელოვანი მახასიათებელი. გამოკვლეული იქნა საქართველოს მცინვარების დეგრადაცია კლიმატის მიმდინარე ცვლილების გავლენით. დაწვრილებით არის განხილული დიდი მცინვარების დნობა და მოცემულია მათი სრული დნობის პროგნოზირების მეთოდოლოგია.</p>			
	<p>IHM-20-44- GTU-CD-5702 ამინდის და კლიმატის რეგიონალური მრავალმოდულიანი საპროგნოზო მეთოდების დამუშავება საქართველოს პირობებისათვის, დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებანი და გარემო, მეტეოროლოგია და ატმოსფეროს მეცნიერებანი.</p>	<p>2020</p>	<p>მ.ტატიშვილი</p>	<p>ზ.ხვედელიძე, ი.სამხარაძე, დ.დემეტრაშვილი, ი.მკურნალიძე, ა.ფალავანდიშვილი.</p>
<p>7</p>	<p>ანოტაცია ქართულად - მზის ქარი, კორონალური მასიური ამოფრქვევები (CMEs), მზის ენერგეტიკული ნაწილაკები (SEPs) წარმოქმნიან კოსმოსურ ამინდს გეო-სივრცეში. მათ შეუძლიათ წარმოიქმნას შემდეგი სახის ზემოქმედებები: საფრენი აპარატების ელექტრობის ცვლილება, ვან ალენის რადიაციული ღვედის წანაცვლებები, დაგეგმილი კოსმოსური ფრენების ტრაექტორიის ცვლილებები, სანავიგაციო სისტემების დაზიანება და ცდომილება, ელექტროენერჯის ბლოკირება, ნავთობ-გაზის მილსადენის კოროზია, ელექტრო შოკის საშიშროება, ელექტრო ხანძარი, გულ-სისხლძარღვთა დაავადებების გამწვავება და საგზაო შემთხვევები.</p> <p>კვლევის მიზანია მაგნიტური ქარიშხლების შესაძლო გავლენის შესწავლა ატმოსფეროში მეტეოროლოგიური პროცესების განვითარებაზე და მეტეოროლოგიური პარამეტრების ცვლილებებზე. მზის ქარით გამოწვეული მეტეოროლოგიური მოვლენები ამჟამად ამინდის და კლიმატის მოდელებში ცუდად არის წარმოადგენილი.</p> <p>გეომაგნიტური ინდექსები გეომაგნიტური აქტივობის ზომას, რომლებიც ხდება დროის მოკლე შუალედში. dst, kp, და aa ინდექსები და შტორმამდე და შტორმის შემდეგ 3 დღის მეტეოროლოგიური პარამეტრების (ტემპერატურა, ნალექი, ქარი) დაკვირვების მონაცემები და სინოპტიკური რუკები</p>			

	<p>გამოიყენება კორელაციური ანალიზისთვის. ატმოსფეროში მიმდინარე ნაწილაკების დაჯახებისთვის შექნილია ტალღური ფუნქციის მოდელი რეზონანსული გაცვლითი ფოტონის გათვალისწინებით. ატმოსფერული კლასტერებისთვის მიღებულია მაკრონაწილაკებს შორის ვან-დერ-ვაალსის ძალისთვის ურთიერთქმედების პოტენციალის გამოსახულება. ატმოსფერო წარმოიდგინება, როგორც სხვადასხვა დონეებზე მყოფი კლასტერების ერთობლიობა, რომლებიც ენერგიების შთანთქმა-გამოსხივებით ურთიერთქმედებენ. დედამიწის გარემომცველი გარემო განახლებადი ენერგიის ერთ-ერთი შესაძლო წყაროა, რომლის გამოყენებაც ახალ ენერგო მატარებლებზე გადასვლის შესაძლებლობაა.</p>			
	<p>IHM-21-45- GTU-CD-7134 კლიმატის ცვლილებასთან საადაპტაციო სტრატეგიის დამუშავება ცალკეულ მდინარეთა აუზებისათვის წყლის ინტეგრირებული მართვის სისტემის შექმნის მიზნით (მდ. იორის მაგალითზე), დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებანი და გარემო, ჰიდროლოგია</p>	<p>2021</p>	<p>თ.ცინცამე</p>	<p>ნ.კაპანაძე, ნ.ცინცამე, ს.მდივანი, ნ.ზოტიკიშვილ, ნ.ხუფენია.</p>
<p>8</p>	<p>ანოტაცია ქართულად - განხილულია მდინარის აუზის ინტეგრირებული მართვის კონცეფციის წარმოშობისა და ევოლუციის ისტორია. შესწავლილია მდინარეთა აუზების ტიპიური ფუნქციები და ინტეგრირებული მართვის მექანიზმები. მსოფლიო გამოცდილების მაგალითზე ნაჩვენებია მდინარეთა აუზების ინტეგრირებული მართვის თეორიული საფუძვლების, მიზნებისა და ამოცანების პრაქტიკაში დანერგვის შესაძლებლობა.</p> <p>განხილული და გაანალიზებულია მდ.იორის აუზის რელიეფი, ჰავა, ნიადაგი, ინფრასტრუქტურა, ადგილობრივი ენერგეტიკული რესურსები, მიწისქვეშა წყლები, ბიომრავალფეროვნება, იორის წყლის მომხმარებელი მუნიციპალიტეტების - თიანეთის, საგარეჯოს, დედოფლისწყაროსა და სიღნაღის მოსახლეობის, მეცხოველეობისა და მიწის ფონდის სტატისტიკური ინფორმაცია.</p> <p>ჩატარებულია, მახასიათებლებისა და კალაპოტის მიხედვით სამ ნაწილად გაყოფილი, მდ. იორის აუზის ჰიდრომეტეოროლოგიური გამოკვლევა როგორც მეტეოსადგურების, ისე სატელიტური მონაცემებით. გამოვლენლია ადამიანის საქმიანობის ზემოქმედება მდ. იორის აუზზე. დაზუსტებულია ზეწოლის სხვადასხვა ტიპები და მათი გამომწვევი მიზეზები.</p> <p>საერთაშორისო გამოცდილების საფუძველზე შემოთავაზებულია მდ. იორისათვის სააუზო მართვის საპილოტე მოდელი, რომლის ძირითადი საფუძველია, სააუზო მართვის გეგმა და ის ინსტიტუციები, რომლებიც აღნიშნული გეგმის განხორციელებას, მონიტორინგსა და შეფასებას უზრუნველყოფენ. განსაზღვრულია ასევე დაინტერესებულ მხარეები, დაფინანსების სავარაუდო წყაროები და ა.შ.</p>			

	<p>შესწავლილია კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილების გავლენა მდ. იორის აუზში შემავალ მუნიციპალიტეტების ეკონომიკაზე და მოყვანილია შესაბამისი საადაპტაციო ღონისძიებები. მდინარე იორის აუზში 1979-1990 წლებში წარმოებული ნალექთა ხელოვნური გაზრდის სამუშაოების ეფექტურობის გათვალისწინებით ნაჩვენებია ამ სამუშაოთა აღდგენის პერსპექტიულობა, როგორც კლიმატის მოსალოდნელ ცვლილებასთან ადაპტაციის ერთ-ერთი ძირითადი საშუალებისა. მდინარე იორის აუზში, ნალექთა ხელოვნური გაზრდის სამუშაოთა აღდგენით, წყლის რესურსების ინტეგრირებული მართვის საკითხებთან ერთად შემოწმებული იქნება ამ რესურსების შევსების შესაძლებლობა ღრუბლებზე ხელოვნური ზემოქმედების გზით, რაც მიმდინარე საუკუნის ბოლოსთვის კლიმატის პროგნოზირებულ ცვლილებასთან ადაპტირების ერთ-ერთი ქმედითი გზა იქნება.</p>			
9	<p>IIHM-22-46- GTU-CD-7171 ქალაქების თბილისის, რუსთავისა და მათი მიმდებარე ტერიტორიების PM - ნაწილაკებით დაბინძურების გამოკვლევა, დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებანი და გარემო, ეკოლოგია</p>	2022	<p>ა.სურმავა, გიგაური ნ., ნ.ბეგლარიშვილი</p>	<p>შავლიაშვილი ლ, ნ.ბუაჩიძე, გ.კორმახია, კუჭავა გ, ს.მდივან, შუბლაძე ე, ნ.ძევისაშვილი, ტაბატაძე მ, გიგაური ნ., მ.ხატიაშვილი, ა.გიორგიშვილი.</p>
<p>ანოტაცია ქართულად - ნაშრომში შესწავლილია ატმოსფეროს ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი დამაბინძურებლის - მიკრონაწილაკების (PM2.5 და PM10) გავრცელება საქართველოს ქალაქების თბილისის, რუსთავის და მათი შემოგარენის ატმოსფეროში. პრობლემა შესწავლილია ექსპერიმენტალური გაზომვების მონაცემებსა და რიცხვით მოდელირებაზე დაყრდნობით. ნაშრომში გამოყენებულია გარემოს ეროვნული სააგენტოს ჰაერის ხარისხის მონიტორინგის ოფიციალური მონაცემები და სტუჰიდრომეტეოროლოგიის და თსუ ივ.ჯავახიშვილის სახ. მ. ნოდის გეოფიზიკის ინსტიტუტებში ჩატარებული კვლევების შედეგები. ჩატარებულია მიკრონაწილაკებით დაბინძურების ანალიზი ნატურული დაკვირვების მონაცემებზე დაყრდნობით. მოცემულია ატმოსფერული ჰაერის მიკროაეროზოლებით დაბინძურების კვლევის მოკლე მიმოხილვა, ასევე, რთული რელიეფის ტერიტორიაზე ატმოსფეროში დამაბინძურებელი მინარევების გავრცელების განტოლებათა სისტემა. ატმოსფეროს მიწისპირა ფენაში მეტეოროლოგიური ველებისა და კონცენტრაციების განსაზღვრის მეთოდი,</p>				

	<p>რიცხვითი ინტეგრირების ალგორითმი. გაკეთებულია დასკვნა, რომ როგორც თბილისის, ასევე რუსთავის ატმოსფეროში PM2.5 ნაწილაკების კონცენტრაციები, როგორც წესი, ნაკლებია PM10-ის კონცენტრაციებზე, მაგრამ მათი ცვლილების მრუდის ხასიათი ერთნაირია. შესწავლილია PM ნაწილაკების კონცენტრაციების საათობრივი ცვლილების ტრენდი. გამოვლენილია პანდემიის გავლენა მტვრის ნაწილაკების კონცენტრაციის შემცირებაზე ქალაქების ატმოსფეროში. ნაჩვენებია, რომ თბილისის ატმოსფეროს PM ნაწილაკებით დაბინძურებაში ძირითადი წვლილი შეაქვს ავტოტრანსპორტს, ხოლო რუსთავის ატმოსფეროს დაბინძურებაში ავტოტრანსპორტთან ერთად, დიდი წვლილი მიუძღვის ცემენტის საწარმოებს.</p> <p>რიცხვითი მოდელირებით შესწავლილია ქალაქებში თბილისი და რუსთავი მიკრონაწილაკების ლოკალური გავრცელება ფონური ჩრდილოეთის, სამხრეთის, აღმოსავლეთისა და დასავლეთის ქარების დროს.</p> <p>მიღებულია, რომ ქალაქების თბილისის და რუსთავის ატმოსფეროში მიკროაეროზოლების კონცენტრაციების დროსა და სივრცეში ცვლილება რთულია. ის დამოკიდებულია, როგორც ატმოსფეროს დამაბინძურებელი წყაროების მდებარეობაზე და ინგრედიენტის სივრცეში გაფრქვევის ინტენსივობაზე, ასევე რელიეფის გავლენით ფორმირებულ ლოკალურ მეტეოროლოგიურ პროცესებზე.</p>			
	<p>IHM-22-47- GTU-CD-7170 ატმოსფერული მიკროცირკულაციური პროცესების დინამიკა და კლიმატური თავისებურებები საქართველოს ცალკეულ რეგიონებისათვის, დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებანი და გარემო, მეტეოროლოგია და ატმოსფეროს მეცნიერებანი.</p>	<p>2022</p>	<p>ზ.ხვედელიძე, მ.ტატიშვილი</p>	<p>ნ.კაპანაძე, ლ.შენგელია, ი.სამხარაძე, ი.მკურნალიძე, დ.დემეტრაშვილ, ა.ფალავანდიშვილი, ნ.ზოტიკიშვილი.</p>
<p>10</p>	<p>ანოტაცია ქართულად - დედამიწაზე მრავლად არსებობს ისეთი მიკრორეგიონები, რომლებშიც განვითარებული ჰიდრომეტეოროლოგიური პროცესების შესწავლა აქტუალურია და დიდი პრაქტიკული ღირებულება აქვს. ასეთ რეგიონებს მიეკუთვნება სხვადასხვა ქვაბურები, სატრანსპორტო გზები, ღია კარიერული სამუშაო უბნები, ჰესების მშენებლობის ტერიტორია. ასეთ მიდამოებში ლოკალური მოვლენების შესწავლისათვის, ამოცანის დასმის მიზნით, ნაშრომში მოყვანილია განსაკუთრებული თეორიული და მოდელური მიდგომა. გადმოცემულია აღნიშნული მიდგომის მათემატიკური საფუძვლები, მოცემულია საცდელი მაგალითები და გამოთვლების პროცედურები. მოყვანილი მასალები და მიღებული შედეგები მნიშვნელოვანია შემდგომი კვლევების ჩასატარებლად.</p>			

აქვს პრაქტიკული მნიშვნელობა და რეკომენდირებულია მათი გათვალისწინება სხვადასხვა აქტივობების განხორციელებისას სგავსი რელიეფის ლოკალურ ტერიტორიაზე.				
	IHM-22-48-GTU-CD-7208 საქართველოს მთიანი რეგიონების უხვთოვლიანი ზამთრები, ზვავსაშიშროების პრობლემები და პროგნოზირების მეთოდები, დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებანი და გარემო, ჰიდროლოგია	2022	მ.სალიქვაძე	თ.ცინცაძე, ნ.კობახიძე
11	<p>ანოტაცია ქართულად - ზვავსაწინააღმდეგო ბრძოლის ერთ-ერთი ეფექტური ღონისძიება ზვავების ჩამოსვლის დროსა და ადგილის შესახებ ზვავსაშიშროებაში მდებარე მუნიციპალიტეტებისა და მოსახლეობის ინფორმირებაა. დროული პროგნოზირება შეარბილებს ზვავების მიერ მიყენებულ მატერიალურ ზარალს და თავიდან აგვაცილებს ადამიანთა მსხვერპლს.</p> <p>განხილულია თოვლის საფარის თავისებურებანი საქართველოს განსაკუთრებით უხვთოვლიან და უხვთოვლიან მთიან რაიონებში, ასევე ამ მოვლენის განმაპირობებელი სინოპტიკური პროცესები. ყურადღება გამახვილებულია განსაკუთრებით უხვთოვლიან ზამთრებზე, როდესაც ზვავების მასიურ ჩამოსვლას მოჰყვა ნგრევა, უდიდესი მატერიალური ზარალი და ადამიანთა მსხვერპლი. განხილულია თოვლის საფარის მდგრადობის რღვევის პირობები და მისი გავლენა ზვავების წარმოქმნაში. წარმოდგენილია ზვავების პროგნოზირების სახეობები: კერძოდ დეტერმინანტული, სინოპტიკური, თოვით ან ქარბუქით გამოწვეული ზვავების, ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში წარმოქმნილი ზვავების, სველი ზვავების, ახლადმოსული თოვლის ზვავების, ზვავების მასიურად ჩამოსვლის, მზის აქტივობის გავლენა ზვავების ჩამოსვლაზე და უხვთოვლიანი მთიანი რაიონებისთვის ზვავების ჩამოსვლის წინასწარმეტყველების მეთოდები</p>			

ჰიდროგეოლოგიის და საინჟინრო გეოლოგიის ინსტიტუტი

სახელმწიფო ბიუჯეტის მიერ დაფინანსებული 2018 ÷ 2023 წწ გეგმით შესრულებული პროექტები

№	შესრულებული და მიმდინარე პროექტის დასახელება, მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	წელი	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
	<p>“საქართველოს ჰიდროგეოლოგიური და საინჟინრო გეოლოგიური პრობლემების კვლევა რესურსების რაციონალურად გამოყენებისა და გარემოს დაცვის მიზნით.”</p> <p>მიმდინარე პროექტი</p>	2023-2027	ზ. კაკულია	ინსტიტუტის სამეცნიერო პერსონალი
1	<p>I ქვეპროექტი: „საქართველოს მთათაშუა დეპრესიის მინერალური წყლების კვლევა მათი ჰიდროქიმიური მახასიათებლებისა და რესურსული პოტენციალის დადგენის მიზნით“</p>	2023-2027	ბ. მხეიბე	<p>ლ. ღლონტი ა. სონღულაშვილი ი. ნანაძე მ. კოპაძე ლ. ხვიჩია</p>

	მიმდინარე პროექტი			
2	<p>II ქვეპროექტი: „საქართველოს თერმული წყლების საბადოების არსებული მდგომარეობის შესწავლა და ქიმიური შედგენილობის შეფასება ელემენტების ამოწვლილვის მიზნით“ მიმდინარე პროექტი</p>	2023-2027	მ. მარდაშოვა	გ. ტლაშაძე ლ. ხვიჩია თ. მიქავა
3	<p>III ქვეპროექტი: „საქართველოს სამხედრო გზის ნატახტარი-მლეთის მონაკვეთის საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევა სატრანსპორტო მიმოსვლის უსაფრთხოების მიზნით“ მიმდინარე პროექტი</p>	2023-2027	ზ. ვარაზაშვილი	ზ. კაკულია გ. გაფრინდაშვილი დ. ჩუტკერაშვილი ი. რამიშვილი ნ. ქებაძე ო. ოქრიაშვილი
4	<p>IV ქვეპროექტი: „მათემატიკურ-კარტოგრაფიული მოდელირების გამოყენება მდინარეების ეკოლოგიური</p>	2023-2027	დ. აბზიანიძე	ნ. კეზევაძე ვ. აბზიანიძე ლ. ხვიჩია თ. ძაძამია გ. ზადიშვილი

	მდგომარეობის შეფასებისა და ანალიზისთვის (მდ. რიონის მაგალითზე)” მიმდინარე პროექტი			
	“საქართველოს ჰიდროგეოლოგიური და საინჟინრო გეოლოგიური პრობლემების კვლევა რესურსების რაციონალურად გამოყენებისა და გარემოს დაცვის მიზნით.”	2018-2022	ზ.კაკულია	ინსტიტუტის სამეცნიერო პერსონალი
5	I ქვეპროექტი “ საქართველოს მთიანი რეგიონების მინერალური წყლების რესურსული პოტენციალის კვლევა.”	2018-2022	ბ. მხეიძე	მ. მარდაშოვა ლ. ლლონტი ა. სონდულაშვილი ი. ნანაძე მ. კოპაძე ლ. ხვიჩია გ. ომსარაშვილი
6	II ქვეპროექტი: „საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული ლიოსისებური ქანების საინჟინრო-	2018-2022	ზ. ვარაზაშვილი	გ. ჭოხონელიძე ზ. კაკულია დ. ჩუტკერაშვილი ნ. ქებაძე

	გეოლოგიური კვლევა ტერიტორიების რაციონალური ათვისების მიზნით			
7	III ქვეპროექტი: “აჭარის ზღვის სანაპირო ზონის თანამედროვე საინჟინრო-გეოლოგიური პრობლემების კვლევა გეოლოგიურ გარემოს დაცვასთან დაკავშირებით.”	2018-2022	გ. იაშვილი	ნ. კეზევაძე ო. ოქრიაშვილი
8	IV ქვეპროექტი: „მათემატიკური ეკოლოგიის მეთოდების გამოყენება მდინარეული წყლების ტოქსიკური მეტალებით დაბინძურების პრობლემების გადასაჭრელად“	2020-2022	დ. აბზიანიძე	მ. მარდაშოვა ვ. აბზიანიძე - ა. სონღულაშვილი თ. ლომიძე ლ. ხვიჩია თ. ძაძამია გ. ზადიშვილი

2023

“საქართველოს ჰიდროგეოლოგიური და საინჟინრო გეოლოგიური პრობლემების კვლევა რესურსების რაციონალურად გამოყენებისა და გარემოს დაცვის მიზნით.”

**ცოტნე მირცხულავას სახელობის
წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი**

სახელმწიფო ბიუჯეტის მიერ დაფინანსებული 2018 ÷ 2023 წწ გეგმით შესრულებული პროექტები

№	შესრულებული პროექტის დასახელება, მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	წელი	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1.	<p>პროგრამის დასახელება: „გარემოს დაცვისა და წყალთა მეურნეობის თანამედროვე პრობლემების კვლევა კლიმატის ცვლილების ფონზე“</p> <p>2.1.5 დედამიწის და მათთან დაკავშირებული გარემოს შემსწავლელი მეცნიერებანი 2.4. აგრარული მეცნიერებანი 0415 აგროინჟინერია</p>	2015 – 2019	გივი გავარდაშვილი	ინსტიტუტის სამეცნიერო პერსონალის სრული შემადგენლობა
<p style="text-align: center;">ანოტაცია</p> <p>პროგრამული დაფინანსების ფარგლებში ინსტიტუტში განხორციელდა შემდეგი სამეცნიერო-კვლევები:</p> <ul style="list-style-type: none"> - განხილულია ტალღური რეჟიმით მოძრავი ბმული ღვარცოფული ნაკადის დატრყმის ძალის განსაზღვრის ჰიდროდინამიკური მოდელი. აღნიშნულია, რომ ხშირ შემთხვევებში ბმული ღვარცოფული ნაკადი დაუმყარებელი მოძრაობის სახით გადაადგილდება ნაკადის თავისუფალ 				

ზედაპირზე, წარმოიქმნება გრძელი უწყვეტი ტალღები ან ტალღა იღებს მონოსოლურ სახეს. უკანასკნელ წლებში ჩატარებულმა გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ გრძელი, უწყვეტი ტალღის სიჩქარე სამჯერ აღემატება თანაბარი რეჟიმით მოძრავ ღვარცოფის ცოცხალი კვეთის საშუალო სიჩქარეს. დადგენილია, რომ იმისათვის, რათა შევამციროთ ღვარცოფის დარტყმის ძალა კონსტრუქციაზე, საჭიროა ღვარცოფდამჭერი ნაგებობის სადაწნეო მხარეს მიეცეს დახრილი სახე (სოლის ფორმა), რომელიც მიუახლოვდება ტრამპლინის ტიპის ნაგებობას. განხილულია ბმული ღვარცოფის ჰიდრაულიკური მოდელირების აუცილებლობა ღვარცოფის ჰიდრაულიკურ ლაბორატორიაში გამოცდის მიზნით, რომლის სპეციალური ჰიდრაულიკური დანადგარიც განთავსებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტში. გვეცოდინება რა სამოდელო ღვარცოფული ნაკადის საჭირო სიბლანტის კინემატიკური კოეფიციენტის მნიშვნელობა, გამოსაცდელი ღვარცოფსაწინააღმდეგო ტრამპლინის ტიპის ნაგებობის მოდელის სათანადო გეომეტრიული პარამეტრების დაცვით, შესაძლებლობა გვექნება ჩავატაროთ ნაგებობის მსხვილმასშტაბიან მოდელზე ხანგრძლივი უწყვეტი დაკვირვება შესაბამისი სამოდელო (მუშა) სითხის - ღვარცოფის გამოყენებით.

- საკვლევი საკითხის ირგვლივ მოძიებული იქნა არსებული მასალები; კვლევებისათვის შეირჩა სამი საპილოტე წყალშემკრები აუზი: მდინარე რიონის, მდინარე არაგვის და მდინარე ვერეს; გაკეთდა წყალდიდობების სტატისტიკის ანალიზი და დაწყებულია ჰიდრომეტეოროლოგიური მონაცემების მოძიება წყალდიდობებისა და წყალმოვარდნების პროგნოზული მაჩვენებლების საანგარიშოდ. კვლევის ამ ეტაპზე მთლიანად არის შესწავლილი მდ. ვერეს აუზი და დადგენილია მაქსიმალური ხარჯების პროგნოზული სიდიდეები. ამჟამად მიმდინარეობს მუშაობა წყალდიდობების საანგარიშო მეთოდიკაში ერთ-ერთი ძირითადი პარამეტრის - წყალშემკრები აუზის ფართობის დასადგენად.
- ჩატარდა სიონისა და ჟინვალის წყალსაცავებზე სედიმენტაციური და აბრაზიული პროცესების მასშტაბებისა და დინამიკის კვლევები, რომლის მონაცემები დაგროვდა სავსე სამუშაოების დროს. ამ მიმართულების თეორიული შედეგები წარმოდგენილია საპროგნოზო გრაფიკებისა და ემპირიული დამოკიდებულებების სახით.
- წარმოდგენილია საქართველოს სარწყავი სისტემების ტექნიკური ექსპლუატაციის წესების ანალიზი და შეფასება; დეტალურად არის აღწერილი საირიგაციო სისტემების ექსპლუატაციის თანამედროვე მდგომარეობა, განხილულია საქართველოს წყლის რესურსები, სარწყავი ფართობები და მათი წყალურუნველყოფა, სარწყავი სისტემების ტექნიკური ექსპლუატაციის ძირითადი პრინციპები, მათი დანიშნულება და ხარჯები; წყალსარგებლობისა და წყალმოხმარების თანამედროვე მდგომარეობა; განხილულია სარწყავი სისტემების მოვლა-შენახვის შესასრულებელი ღონისძიებები, მათ შორის მაგისტრალური და სხვა რიგის გამანაწილებელი არხებისა და კოლექტორების ექსპლუატაციის წესები; განხილულია

	<p>საქართველოს სამელიორაციო საექსპლუატაციო ორგანიზაციების საწარმოო ფონდების ამორტიზაციის საკითხები.</p> <ul style="list-style-type: none"> • შემოთავაზებულია საქართველოს დამშრობი სისტემების არსებული მდგომარეობის შეფასება, აღწერილია კოლხეთის დამშრობი სისტემების დანიშნულება და ეფექტური ფუნქციონირების მოთხოვნები, დამშრობი სისტემების ტექნიკური ექსპლუატაციის შემადგენელი ძირითადი ღონისძიებები და მათი დაგეგმვის მეთოდები. 			
2	<p>პროგრამის დასახელება: „წყლის რესურსების უსაფრთხოება და ინტეგრირებული მართვა კლიმატის ცვლილების გათვალისწინებით“</p> <p>0712.1.1 - გარემოს ინჟინერია; 0532.1.3 - გეოლოგია; 0532.1.1 - დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებები; 0532.2.1 - გეოგრაფიული ს აინფორმაციო სისტემების ტექნოლოგიები; 0532.2.2 - ჰიდროლოგია; 0532.2.3 - ატმოსფერული მეცნიერებები; 0532.2.4 - ჰიდროგეოლოგია</p>	2020-2025	გივი გავარდაშვილი	ინსტიტუტის სამეცნიერო პერსონალის სრული შემადგენლობა
	<p style="text-align: center;">ანოტაცია</p> <p>პროგრამული დაფინანსების ფარგლებში ინსტიტუტში განხორციელდა შემდეგი სამეცნიერო-კვლევები:</p> <ul style="list-style-type: none"> • კლიმატის ცვლილებისა და ანთროპოგენული ზემოქმედებით გამოწვეული შავი ზღვის საქართველოს სანაპიროსა და მთის წყალსაცავიანი სისტემების ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფასება; • საქართველოს წყლის რესურსების, ბუნებრივი კატასტროფების მართვის პრინციპები და ინოვაციური ნაპირსამაგრი ეროზიის საწინააღმდეგო და ჰიდროსაიზოლაციო ტექნოლოგიების დამუშავება; 			

	<ul style="list-style-type: none"> • მიღებული შედეგების საფუძველზე დადგენილია კავშირები სარწყავი ზოლების ზომებისა და სარწყავი ნაკადის პოტენციალის შორის სარწყავი ნორმის და მორწყვის ხანგრძლივობის გათვალისწინებით წყლის სრულად გამოყენების შესაძლებლობის მხედველობაში მიღებით; • შერჩეულია მოდელები, რომლებიც ითვალისწინებს ფართობზე წყლის მოძრაობის რეჟიმების ცვლილების შესაძლებლობას, სარწყავ მინდვრებზე საჭირო რაოდენობის წყლის მიწოდებას, და სარწყავი წყლის თანაბრად გადანაწილებას; • შეფასებულია ფართობზე მოძრავი სარწყავი წყლის თავისუფალი ზედაპირის ფორმების სახე წყლის ხარჯთან, დროსთან, წყალჟანგობასთან, ნიადაგის ფიზიკურ-მექანიკურ მახასიათებლებთან; • დასაბუთებულია ნიადაგის ფორებში ბმული წყლის არსებობის შესაძლებლობები და მათი გავლენა სარწყავი მახასიათებლების ცვლილების ზღვრებზე; • გამოყვანილია სარწყავ ფართობზე წყლის გადაადგილების და მიგრაციის შესაძლებლობები ნიადაგში არსებულ ბმული წყლის გათვალისწინებით; • სარწყავ ფართობზე წყლის უდანაკარგოდ მიწოდების მიზნით გამოყვანილია მორწყვის ნორმის სრულიად ახალი საანგარიშო დამოკიდებულება სარწყავი წყლის მახასიათებლებთან კავშირში; • ანომალურობის გათვალისწინებით დაზუსტებულია მისაწოდებელი სარწყავი წყლის ხარჯის ცვლილების დიაპაზონები და შესაძლებლობები, ხოლო სარწყავ მიწათმოქმედებაში ნიადაგის ეროზიული შესაძლებლობებიდან გამომდინარე, დაზუსტებულია სარწყავი ხარჯის ფართობზე მისაწოდებელი ნორმის ზღვრები; • განხილული იქნა დანალექისაგან დაშრობი არხების გაწმენდის და არხების დეფორმაციის სალიკვიდაციო ღონისძიებები; • განხორციელდა ბუნებრივი კატასტროფული მოვლენების შეფასება და მათი პარამეტრების რაოდენობრივი განსაზღვრა, რომელიც შემდეგ საინჟინრო გადაწყვეტილებათა განმსაზღვრელ ფაქტორად მოიაზრება და განსაკუთრებულ როლს თამაშობს მდგრადი გარემოს დეცენტრალიზებული ინფრასტრუქტურის ჩამოყალიბებაში. დადგინდა, რომ ღვარცოფების სიმძლავრისა და მათი სხვადასხვა დანიშნულების ნაგებობებზე დინამიკური ზემოქმედებისას ნაკადის დარტყმის ძალის განსაზღვრისათვის დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ღვარცოფის მიერ ტრანსპორტირებული ნატანების საშუალო დიამეტრის დადგენას.
--	---

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
ბიოტექნოლოგიის ცენტრი
პროექტები - 2023 წელი

„ ბიომრავალფეროვნება, ყურძნის და ხილის შენახვის ტექნოლოგიების შემუშავება და სასოფლო -სამეურნეო კულტურებისათვის in vitro ბიოტექნოლოგიური მეთოდების გამოყენება მათი შემდგომი დანერგვის მიზნით საქართველოში“.

1. „კარტოფილის *in vitro* სინჯარის მცენარეების შენახვა - განახლება

(კოლექცია) და ახალი ჯიშების ადაპტაციის უნარიანობის შესწავლა საქართველოს გეოგრაფიულ-კლიმატურ პირობებში.“

ბიოტექნოლოგიის ცენტრში 1992 წლიდან მიმდინარეობს უვირუსო კარტოფილის სინჯარის მცენარეების კოლექციაში მოქცევა. მთელი ამ წლების მანძილზე ღდემდე ხდება კოლექციის განახლება და შემდგომ მათი რეპროდუქცია. რადგანაც საქართველოში ყოველწლიურად შემოდის სხვადასხვა, უმაღლესი ხარისხის კარტოფილის ჰიბრიდული ჯიშები და მათი შენახვა კოლექციაში საკმაოდ პრიორიტეტულია. არა მარტო ბიოტექნოლოგიის ცენტრისთვის, არამედ ქვეყნისთვისაც. ქსოვილური ტექნოლოგია ეფექტურია უვირუსო პროდუქტების მიღებისთვის, რომლებიც ხასიათდებიან ვეგეტატიური გამრავლების უნარით.

ქსოვილური ტექნოლოგია- მცენარეთა მიკროკლონური გამრავლების პრაქტიკული მნიშვნელობა მდგომარეობს იმაში, რომ აღნიშნული ტექნოლოგია უზრუნველყოფს ვირუსებისგან გაჯანსაღებული სარგავი და სათესლე მასალის წარმოებას გამრავლების მაღალი კოეფიციენტით. მერისტემული უჯრედების კულტურა ითვალისწინებს აპიკალური (წვერის) მერისტემის იზოლაციას, რომელიც მდებარეობს ვეგეტატიური ორგანოების წვერში და თავისუფალნი არიან ვირუსული ინფექციებისგან. ქსოვილური კულტურების მეთოდი დაფუძნებულია in vitro ორგანოების, ქსოვილების, უჯრედების და იზოლირებული პროტოპლასტების კულტივირებაზე. ასეთ ტექნოლოგიას შეუძლია გაადვილოს და დააჩქაროს ახალი ჯიშების და სახეობების მიღების ტრადიციული პროცესი. ის გვთავაზობს პრინციპულად ახალ გზებს, კერძოდ კი მუტაგენეზს უჯრედულ დონეზე, უჯრედულ სელექციას, სომატურ ჰიბრიდიზაციას.

ქსოვილური ტექნოლოგია უვირუსო კლონარული გამრავლების პროცესი შედგება სამი ეტაპისაგან: 1. მცენარეთა საწყისი ქსოვილიდან ექსპლანტების გამოყოფა. ამ ეტაპზე საჭიროა ინფექციისაგან განთავისუფლებული კულტურების მიღება, საკვებ არეზე ექსპლანტების გადარჩენა, შეგუება და სწრაფად ზრდა; 2. საკუთრივ მიკროგამრავლება; 3. დაფესვიანება.

in vitro ძლიერი სინჯარის მცენარეების მიღების, ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ეტაპი არის ოპტიმალური საკვები არის შერჩევა ამა თუ იმ ჯიშისათვის, რაც უზრუნველყოფს მცენარის განვითარების მაქსიმალურ პარამეტრებს in vitro-ში და მათ პროდუქტიულობას მომავალში.

2023 წელს შესწავლილი იყო ვიტამინების (B₁, B₆) რაოდენობრივად განსხვავებული კომბინაციის გავლენა კოლექციაში არსებული კარტოფილის საშუალო-საგვიანო ვეგეტაციის ჯიშების „პიკასო“ და „ამოროზა“ს, ზრდა-განვითარებაზე in vitro პირობებში, მურაშიგე-სკუგეს (MS მედიუმში) საკვები არის ბაზაზე.

მორფოგენეზის პარამეტრებზე (სიმაღლე, მუხლთაშორისების რაოდენობა, ფესვთა სისტემა), კარტოფილის ამ ჯიშებისთვის საუკეთესო აღმოჩნდა ვიტამინების კომბინაცია B₆ 3.0 მგ/ლ+ B₁ 1.5 მგ/ლ. MS მედიუმის საკვებ არეში ვიტამინების ასეთმა ნაკრებმა ორივე ჯიშის შემთხვევაში, უკვე მე-20 დღეს მოგვცა ჩამოყალიბებული, ძლიერი მცენარეები, რომელთაც კარგად ჰქონდათ განვითარებული ძლიერი ღერო და ფესვთა სისტემა 6-7 მუხლთაშორისით.

კვლევის მსვლელობისას ნაჩვენები იყო ვიტამინების კომპონენტების დადებითი გავლენა მცენარეთა მორფოგენეზის პარამეტრებზე. თითოეული ჯიშისთვის შეირჩა მისი ოპტიმალური თანაფარდობა არეში.

ამრიგად, საკვებ არეში ვიტამინების სხვადასხვა კონცენტრაციის გამოყენებისას აღინიშნა სპეციფიკური მორფოლოგიური განვითარება. რაც პირდაპირ კავშირშია მორფო-ბოტანიკურ თავისებურებებზე.

ეს მიუთითებს იმაზე, რომ ჯიშის პოტენციალის რეალიზება პირდაპირ კავშირშია მათ გენოტიპთან და საკვები არის გავლენასთან.

უფირუსო კარტოფილის სინჯარის მცენარეების კოლექციაში მოთავსებულია ტკბილი კარტოფილის (ბატატი) ჯიში- „ჯეველი“. მიმდინარე წელს ბატატის მცენარის უკეთესი განვითარებისთვის (ფოთლები, ღერო, ფესვები) შევიმუშავეთ მოდიფიცირებული საკვები არე, მურაშიგე-სკუგეს (MS) მედიუმის ბაზაზე. მიკროკლონების ხარისხის გასაუმჯობესებლად აუცილებელია ტექნოლოგიის ოპტიმიზაცია კლონური მიკროგამრავლების თითოეულ ეტაპზე. (საკვები არეები, ფიტოტრონი, სტერილიზაციის ტიპები).

საკვები არეების მოდიფიცირება ძირითადად გამოიხატება მცენარეების გასაზრდელ საკვებ არეებში შაქრის და ზრდის ჰორმონების (6-ბენზილამინოპურინი (BAP) და ინდოლმმარმჟავა) კონცენტრაციის ცვლილებით. კერძოდ, 9% შაქარი/ლ+ 300მკ/6 ბენზილამინოპურინი+ 250მკლ/ინდოლმმარმჟავა+ 100მკლ/ლ ზეატინი).

აღნიშნულმა ცვლილებამ საშუალება მოგვცა 25-30 დღის ნაცვლად 17-19 დღეში მიგველო ჩამოყალიბებული in vitro მცენარეები, რომლებიც ხასიათდებიან ძლიერი ფესვთა სისტემით, კარგად განვითარებული ღეროთი და დიდი ფოთლებით.

ამ ეტაპზე ბიოტექნოლოგიის ცენტრის მიერ ახალციხის სოფელ სხვილისში მოძიებული იქნა კარტოფილის ახალი ჯიშები: „სოფია“, „არიზონა“, „დედოფალი ანა“, B-1, „დონატა“, „სპექტრა“, „ვარუნა“. აღნიშნული ჯიშები პირველ ეტაპზე გაირეცხა თბილ წყალში, შემდეგ 15 წუთის განმავლობაში ირეცხებოდა ცივი წყლის ჭავლით, შეშრობის შემდეგ დამუშავდა 70%-იანი ეთანოლით და სწრაფადვე ჩამოირეცხა წყლით. ბოლო ეტაპი იყო მათი გამუშავება გამოხდილი წყლით. ტუბერები შრებოდა ლამინარულ-ბაქტერიოციდულ ბოქსებში, ჩვეულებრივ ოთახის ტემპერატურაზე. გამშრალი ტუბერები ჯიშებისა და მიხედვით შეიფუთა და ინახება ლაბორატორიაში ღივების გამოსვლამდე, რომელშიც მოხდება ვირუსების დადგენა. ვირუსების არ დაფიქსირების შემდეგ, შესაძლებელი იქნება მათი in vitro კულტურაში შეყვანა,

საწინააღმდეგო შემთხვევაში გამოყენებული იქნება გაჯანსაღების ისეთი მეთოდი, როგორცაა თერმოთერაპია+აპიკალური მერისტემის მეთოდი ჯიშების ბოტანიკურ-მორფოლოგიური თავისებურებებიდან გამომდინარე.

წალკის რეგიონის სოფელ ახაშენში ჩვენს მიერ შესწავლილ იქნა აქ გავრცელებული კარტოფილის ჯიშების ადაპტაცია. („ამოროზა“, „ჯელი“) არსებულ კლიმატურ პირობებთან მიმართებაში. აღმოჩნდა, რომ „ჯელი“ უკეთ არის შეგუებული კლიმატურ პირობებს, ვიდრე „ამოროზა“, რაც გამოიხატა მისი სრული ვეგეტაციის დროულ დამთავრებაში(რაც ჯიშისთვის არი დამახასიათებელი) და მოსავლიანობაში.

2. “კარტოფილის ვირუსული ინფექციების კვლევა EPPO სტანდარტების მიხედვით საქართველოს სხვადასხვა რაიონში.” (აგრარული მიმართულება.

კარტოფილის მაღალი მოსავლიანობა პირდაპირ კავშირშია სათესლე კარტოფილის ხარისხთან, რომლის განსაზღვრის მთავარი ფაქტორი ვირუსული ინფექციებია. კარტოფილის ვირუსები ერთ ერთ საშიშ პათოგენებს მიეკუთვნება, რომელთაც შეუძლიათ უარყოფითი გავლენა მოახდინონ მოსავლიანობაზე. ვირუსებით გამოწვეული სიმპტომები მრავალგვარია და დამოკიდებულია კარტოფილის ჯიშზე, ვირუსულ შტამზე, ადგილმდებარეობაზე ზღვის დონიდან და ვექტორის (მწერის) არსებობაზე. ძალზედ მნიშვნელოვანია გასამრავლებელი მასალა იყო იყოს ვირუსისაგან თავისუფალი და ეს სტატუსი მეტ-ნაკლებად შენარჩუნდეს მათი გამრავლების პერიოდში.

საერთაშორისო მცენარეთა დაცვის ორგანიზაციის სტანდარტების მიხედვით კარტოფილის სათესლე მასალა თავისუფალი უნდა იყოს. 6 ვირუსიდან: A, Y-, X-, S-, M-კარტოფილის ვირუსები და კარტოფილის ფოთლების დახვევის ვირუსი (PLRV).

კვლევის მიზანია კარტოფილის ვირუსული დავაადებების შესწავლა წალკის და ახალქალაქის რეგიონებში კარტოფილის ჯიშების მიხედვით, უვირუსო სათესლე მასალის შერჩევის და მოსავლიანობის გაზრდის მიზნით საქართველოში.

საერთაშორისო მცენარეთა დაცვის ორგანიზაციის პროტოკოლის მიხედვით კარტოფილის ჯიშები „სანტე“, „ჯელი“, „პიკასო“, შემოწმებული იქნა 6 სახის ვირუსულ ინფექციაზე Potato virus A (PVA), Potato virus M (PVM), Potato virus S (PVS), Potato virus X (PVX), Potato virus Y (PVY) and potato leaf roll virus (PLRV) სეროლოგიური ორმაგი ანტისხეულების სენდვიჩ (Double Antibody Sandwich-Enzyme linked Immunosorbent Assay (DAS-ELISA) მეთოდით. კვლევა ჩატარდა BIOREBA(Switzerland) კომერციული ნაკების გამოყენებით. შედეგები გაიზომა 405/ 450 ნმ-ზე Stat Fax 2100 Microplate Reader (DOTMED®, USA) სპექტროფოტომეტრის საშუალებით. PVY და PLRV ვირუსული ინფექციების გამოსაკვლევად ასევე გამოყენებული იქნა მოლეკულური პოლიმერაზული ჯაჭვური რეაქციის მეთოდი(LAMP- loop mediated isothermal amplification) მეტი სიზუსტისთვის, შედეგები გაიზომა Bioranger PCR აპარატზე.

შესწავლი იქნა წალკის და ახალციხის რაიონის კარტოფილის სათესლე მასალა, საკვლევი მასალა მოწოდებული იქნა ადგილობრივი ფერმერების მიერ, რომელთანაც სტუ ბიოტექნოლოგიის ცენტრს აქვს მუდმივი კონტაქტი. ბიოტექნოლოგიის ცენტრი კარტოფილის

კოლექციიდან ფერმერების მოთხოვნის საფუძველზე ახდენს in vitro მცენარეების გამრავლება, მათ გაკაჟებას(ჩითილების გამოყვანა) ლაბორატორიაში და ფერმერებისთვის გადაცემას ჯიშების ადაპტაციის შესწავლის და მათგან სათესლე მასალის წარმოებისათვის. ბიოტექნოლოგიის ცენტრი აკონტროლებს როგორც ღია გრუნტში კარტოფილის თესლის წარმოებას ასევე მათ ვირუსულ ინფექციებს. ამ გზით მიღებული ელიტური სათესლე მასალა ჯანსაღი და უვირუსოა, რაც იწვევს მოსავლიანობის მნიშვნელოვან ზრდას.

კველვის ფარგლებში შემოწმებული იქნა წალკის რაიონიდან აღებული კარტოფილის ჯიშები „სანტე“, „ჯელი“, „პიკასო“, კარტოფილის ვირუსულ ინფექციებზე.

როგორც მოსალოდნელი იყო PVY ვირუსულ ინფექცია ყველაზე მეტი გავრცელებით ხასითდება(გამოკველული ნიმუშების 70%), მას მოსდევს PVX ვირუსული ინფექცია(45%), ხოლო PVS ინფექცია (2%) დაფიქსირდა მხოლოდ ერთ ნიმუშში. დანარჩენი ვირუსული დაავადებების გამოძწვევი პათოგენები ნანახი დადასტურებული არ იქნა.

აღმოჩნდა, რომ ჯიში „სანტე“ ყველაზე მეტად იფიცირებულია PVY ვირუსით(83%), „ჯელი“ PVY და PVX ვირუსული ინფექციით შესაბამისად 45% და 27%, ხოლო 28% აღმოჩნდა უვირუსო. „პიკასოს 50% ინფიცირებული PVY ვირუსით, ხოლო 50-% სრულიად ჯანმრთელია.

უნდა აღინიშნოს, რომ ვირუსი Y (PVY) არის ერთ-ერთი ყველაზე მძიმე კარტოფილის ვირუსი მოსავლიანობის შემცირებაზე ზემოქმედების თვალსაზრისით, ამიტომ დიდი სიფრთილით უნდა მოხდეს სათესლე მასალის შერჩევა და შემოწმება აღნიშნულ ვირუსულ ინფექციაზე. კვლევა გრძელდება, ახალი ჯიშების ადაპტაციის უნარის შესწავლა საქართველოს გეოგრაფიულ-კლიმატურ პირობებთან, საშუალებას მოგვცემს, სხვადასხვა რეგიონში დასაქმებულ ფერმერებს, მივაწოდოთ სრული ინფორმაცია და რეკომენდაციები, შემოტანილ ჯიშის შემგუებლობაზე მათი რეგიონის კლიმატურ პირობებთან, რაც მათ საშუალებას მისცემს, ამოირჩიონ კარტოფილის ისეთი ჯიშები, რომელთა დარგვის შედეგად მიიღებენ მაქსიმალურ მოსავალს, რაც აამაღლებს მათ ეკონომიურ მდგომარეობას.

საქართველოში მეკარტოფილეობით დაკავებულ ფერმერებს, დაზოგონ თავიანთი ფინანსები, მათთვის არასახარბიელო კარტოფილის ახალი ჯიშების შექენაზე, და შეიძინონ კარტოფილის ის სათესლე მასალა, რომელიც მათთვის ეკონომიური თვალსაზრისით მომგებიანი იქნება.

ასევე კვლევები ჩატარდა თერმოთერაპიის და აპიკალური მეთოდების გამოყენებით, დავირუსებული კარტოფილის ჯიშების გასასუფთავებლად. კარტოფილის ჯიშები- „პიკასო“, „არია“, „სანტე“ და „არიზონა“, რომლებიც დაავადებული იყვნენ PVM-ვირუსით, მათი ვირუსისგან გაჯანსაღების მიზნით, გამოყენებული იყო თერმოთერაპია+აპიკალური მერისტემის მეთოდი. თერმოთერაპია ჩატარდა მშრალი

ტიპის თერმოსტატებში, აღნიშნული ჯიშების ტუბერები მოთავსდა თერმოსტატებში- 33°C, 36°C, 39°C ტემპერატურაზე, 2; 3 და 4 საათიანი ექსპოზიციით.

გამოყენებული იყო იმუნოფერმენტული DAS- ELISA მეთოდი ვირუსის ინფექციის სიხშირის შესაფასებლად. 27 დღის შემდეგ ყველაზე ეფექტური შედეგი (100% ვირუსის აღმოფხვრა) მიღწეული იქნა კარტოფილის ჯიშებზე: „პიკასო“ და „რია“. 36°C-ზე, 2 სთ-იანი ექსპოზიციით, ხოლო კარტოფილის ჯიშებისთვის „სანტე“ და „არიზონა“, საუკეთესო გამოდგა 4 საათიანი დაყოვნება თერმოსტატში, ასევე 36°C-ზე, 27 დღის მანძილზე. აღნიშნულ ჯიშებზე განსხვავებული საათების ექსპოზიცია, როგორც ჩანს პირდაპირ კავშირშია კარტოფილის ამ ჯიშების მორფო-ბოტანიკურ აგებულებასთან. ვინაიდან ჯიშები- „პიკასო“ და „რია“ მიეკუთვნებიან საშუალო საადრეო ვეგეტაციის მქონე კარტოფილი ჯიშებს, ხოლო „სანტე“ და „არიზონა“ საადრეო ვეგეტაციის ჯიშებია.

თერმოთერაპიის შედეგად ვირუსისგან გასუფთავებული ჯიშებიდან აპიკალური მერისტემის მეთოდის გამოყენებით მიღებულ იქნა უვირუსო კარტოფილის სინჯარის მცენარეები, რომლებიც მოთავსებული იქნა კარტოფილის in vitro სინჯარის მცენარეების კოლექციაში. ამრიგად, კარტოფილის სტერილურ კულტურაში შეყვანა აპიკალური მერისტემის მეთოდის გამოყენებით თერმულ დამუშავებასთან ერთად შესაძლებელს ხდის ვირუსისგან თავისუფალი მასალის მიღებას. როგორც წესი, განვითარებულ ქვეყნებში კულტივირებული ჯიშების ორიგინალური მასალა ინახება სტერილურ კულტურაში კლონალური გამრავლებით და საბოლოოდ მიიღება კონტროლირებადი, ვირუსებისა და ბაქტერიული პათოგენებისგან თავისუფალი, კარტოფილის თესლის პარტიები.

3. სასარგებლო ანუ სამკურნალო, არომატული, თაფლოვან, საღებარი, სანელებელ და შხამიანი მცენარეების ბიომრავალფეროვნება, მონიტორინგი, მოვლა - მოყვანის ტექნოლოგიები, ფიტოგენეტიკური რესურსის გაუმჯობესება და კონსერვაცია, ეთნობოტანიკური უნარ-ჩვევები, მდგრადი გამოყენების პერსპექტივები

საქართველოს მდიდარი და უნიკალური ფიტოგენოფონდი ბუნებრივ-ისტორიული სიმდიდრეა, რომელიც მუდმივ კონსერვაცია-აღდგენას საჭიროებს, რადგან ნადგურდება ან იცვლება სხვადასხვა სტიქიური თუ ანთროპოლოგიური ზემოქმედებებით. პრობლემა აქტუალურია ჩვენი ქვეყნისათვის, რომელიც მრავალი კულტურულ მცენარეთა და მათი ველური წინაპრების წარმოშობის პირველად და მეორად კერას წარმოადგენს. აქ გავრცელებულია სამკურნალო, არომატულ, სანელებელ და შხამიანი მცენარეთა ის უნიკალური სახეობები, რომლებიც სხვაგან არ გვხვდება. ბევრი მათგანი დღევანდელი მდგომარეობით გადაშენების პირას არის მისული, მიმდინარეობს გენეტიკური რესურსის ეროზიული პროცესები, უკონტროლო ექსპორტი. აქედან გამომდინარე, აუცილებელია ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნების *ex-situ da in-situ/on farm* უზრუნველყოფა. მომავალი მოხმარებისათვის გენეტიკური და სახეობრივი მრავალფეროვნების შესანარჩუნებლად უდიდეს აუცილებლობას იძენს საქართველოს უნიკალური ფლორის სახეობების დაცვისა და რაციონალურად გამოყენების მნიშვნელობაზე ინფორმირების ამაღლება, ეთნობოტანიკური ტრადიციებისა და ფიტოპროდუქციის პოპულარიზების მექანიზმების ინტენსიფიკაცია და

მდგრადი გამოყენება, მიღებული სარგებლის განაწილების პრინციპების ინტეგრირებით ბიომრავალფეროვნების იმ კონვენციით მინიჭებული უფლებებით, რომლის წევრიც არის საქართველო. მით უმეტეს, ქართულ ფიტოფარმაციას მრავალსაუკუნოვანი, სახელოვანი ტრადიციები აქვს, დღეისთვის კი პრიორიტეტული დარგი ხდება.

ამ მიზნით საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტის ბიოტექნოლოგიის ცენტრში მუშავდება პროექტი: **“სასარგებლო ანუ სამკურნალო, არომატული, თაფლოვან, საღებარი, სანელებელ და შხამიანი მცენარეების ბიომრავალფეროვნება, მონიტორინგი, მოვლა - მოყვანის ტექნოლოგიები, ფიტოგენეტიკური რესურსის გაუმჯობესება და კონსერვაცია, ეთნობოტანიკური უნარ-ჩვევები, მდგრადი გამოყენების პერსპექტივები”**.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის აგრარული მეცნიერებებისა და ბიოსისტემების ინჟინერინგის ფაკულტეტზე ფუნქციონირებს აკრედიტებული საგანმანათლებლო-სამაგისტრო პროგრამა - “სამკურნალო მცენარეთა მოყვანის ტექნოლოგია“

არსებული პროექტის ირგვლივ გამოქვეყნებულია 10-ზე მეტი სამეცნიერო ნაშრომი, მათ შორის: ერთი წიგნი-კატალოგი. საქართველოში გავრცელებულ სასარგებლო (სამკურნალო, არომატულ, სანელებელ, საღებავ, თაფლოვან და შხამიან) მცენარეთა მონაცემთა ბანკი ბუნებრივ პირობებში გადაღებული ფოტოსურათებით, გამოკვლეულია გენეტიკური რესურსის მდგომარეობა რიგ რეგიონებში, შექმნილი კულტივირებისა და მდგრადი გამოყენების რეკომენდაციების გავრცელება -მდგრადი გამოყენების მიზნით, იმართება შეხვედრა-კონსულტაციები, მათ შორის უცხოელებთან (კორეელები). კვლევის შედეგები დემონსტრირებულია როგორც ადგილობრივ (ბათუმი, თელავი, თბილისი), ისე საერთაშორისო კონფერენციებზე (ინდოეთი, უკრაინა, იტალია).

პროექტი 2002 წლიდან მონაწილეობს ევროპული კორპორაციის EC/PGR სამკურნალო და არომატულ მცენარეთა გენეტიკური რესურსის სამუშაო ჯგუფის პროექტში, პროექტის ხელმძღვანელი არის ამ კორპორაციის წარმომადგენელი საქართველოში;

პროექტის ხელმძღვანელის მიერ პროექტის თემატიკაზე 1 აკადემიური დოქტორი და 1 მაგისტრია მომზადებული. ამჟამად აღნიშნული თემატიკის შესრულებაში მონაწილეობს ორი დოქტორანტი და სამი მაგისტრანტი.

შესწავლილია საქართველოში გავრცელებული (ველური სახით 13 ათასი ჰა) უნიკალური მცენარის - წყავის (*Prúnus laurocérusus*) ბიორესურსი საქართველოში, ხარისხობრივი მაჩვენებლები და მათი გამოყენების პრაქტიკული პერსპექტივები. წყავი როგორც ეგზოტიკული ხილი, წყავის მურაბა, ჯემი, კომფიტიური, წყავი, როგორც ბუნებრივი საკვები საღებარი - დამუშავებულია მიღების ტექნოლოგიები. ტურიზმის განვითარების პერსპექტივისთვის აქტუალურია ადგილობრივი ბიომრავალფეროვნების პროდუქტების პოპულარიზება.

საანგარიშო პერიოდში გამოცემულია წიგნი-კატალოგი „სასარგებლო მცენარეთა ბიორესურსები, მათი წარმოება და მდგრადი გამოყენების ეთნობოტანიკური უნარ-ჩვევები“. წიგნი - კატალოგში განხილულია თუ როდის და როგორ უნდა შეირჩეს სამკურნალო, არომატული, სანელებელი, საღებარი და შხამიანი ანუ სასარგებლო მცენარეები ბიომეურნეობისათვის ეკოსისტემის პარამეტრების გათვალისწინებით; ასევე ერთწლოვანი და მრავალწლოვანი სახეობები, არეალი, ბიოლოგიური თავისებურებები, ქიმიური შედგენილობა. ნაშრომში

დიფერენცირებულია შეგროვების არეალი ამა თუ იმ მცენარეული ნედლეულისათვის, რომ მაქსიმალურად და უცვლელად შენარჩუნდეს ის ნივთიერებები, რომლებიც ასე მნიშვნელოვანია გამოყენების თვალსაზრისით; გათვალისწინებულია უნიკალური ბიომრავალფეროვნების დაცვა - კონსერვაცია - გაუმჯობესების ტექნოლოგიები, სამრეწველო პლანტაციების შექმნის რეკომენდაციები; სათესლე მასალის ბიოწარმოება; სასარგებლო მცენარეული ნედლეულის შენახვის პირობების დაცვის მნიშვნელობა, რაც განაპირობებს მის უცვლელობას, როგორც გარეგნული სახით, ასევე, ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების შემცველობის მიხედვით, მოცემულია ნედლეულის შენახვის გზები. განხილულია სასარგებლო მცენარეთა მდგრადი გამოყენების ეთნობოტანიკური უნარ - ჩვევები.

4. სასოფლო სამეურნეო კულტურებისათვის ნაკლებ ნაყოფიერი ნიადაგის და ფესვის პათოგენი მიკროორგანიზმების წინააღმდეგ ბიოპრეპარატის გამოყენება ჯანსაღი გარემოს და ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქტის მიღების მიზნით

პირველი წლის კვლევის მიზანია უნაყოფო ნიადაგის ნაყოფიერების გაზრდა და მცენარის ფესვთა სისტემის პათოგენების შესამცირებლად გამოვიყენოთ საქართველოში წარმოებული ბიოპრეპარატი. ამისათვის უნდა შევისწავლოთ ნიადაგის მიკროფლორა და მასში არსებული, როგორც პათოგენები ასევე ნიადაგის ნაყოფიერების განმსაზღვრელი მიკროორგანიზმები.

თემის განხორციელების პირველ წელს შევარჩიეთ ნაკლებ ნაყოფიერი ნიადაგი, შევისწავლეთ მისი კლიმატურ-ნიადაგობრივი პირობები, რადგან ნიადაგის მიკრობიოლოგიური აქტივობისა და ენერჯის განსაზღვრის დროს მნიშვნელოვანია ნიადაგში მიმდინარე ამონიფიკაციის, ნიტრიფიკაციის, დენიტრიფიკაციის, აზოტფიქსაციის პროცესების შეაწავლა და ბაქტერიების შესატყვის ფორმებთან მათი დაპირისპირება, რაც გარკვეულ წარმოდგენას მოგვცემს ნიადაგში მიმდინარე მიკრობიოლოგიურ და ბიოლოგიურ პროცესებზე.

საწარმოო ცდის დაწყებამდე ჩავატარეთ მოსამზადებელი სამუშაოები. თემის ირგვლივ გავეცანით ლიტერატურას, აღნიშნული საკითხის შესასწავლად განვიხილეთ სხვადასხვა მეთოდები. მოვამზადეთ ცდისათვის საჭირო აპარატურა და რეაქტივები. შევარჩიეთ რეგიონი და ნაკლებნაყოფიერი ნიადაგი სოფ. პატარა ლილოს კერძო მეურნეობაში, რომელიც მდებარეობს სამგორის ველზე და მიეკუთვნება სამგორის რაიონს. იგი ზღვის დონიდან 750მ სიმაღლეზე მდებარეობს. საკვლევი ნიადაგი შავმიწაა, რომელიც ჰუმუსის და კარბონატების მცირე რაოდენობას შეიცავს. ნიადაგის რეაქცია ნეიტრალურია, ზოგჯერ სუსტი ტუტე. მიზანშეწონილად ჩავთვალეთ გამოვიყენოთ საქართველოში დამზადებული ბიოპრეპარატი, რომელიც ურთიერთშეთანხმების მემორანდუმით გაფორმებული გვაქვს კომპანია ბიოაგრო მცენარეთა დაცვის ცენტრთან. სამგორის ველი კი ხასიათდება ზომიერად ნოტიო, სუბტროპიკულზე გარდამავალი ჰავით, იცის ზომიერად თბილი ზამთარი და ცხელი ზაფხული. ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა 12,7°C-ია. ნალექები - 518 მმ წელიწადში. უხვი ნალექია მაისში - 90 მმ; მცირე ნალექი იანვარში - 22 მმ. ამრიგად თემატიკის მიხედვით კვლევით სამუშაოებს ვიწყებთ გაზაფხულზე.

5 „საქართველოში გავრცელებული ხურმის და ბროწეულის პერსპექტიული ჯიშების დახასიათება ბიოქიმიური მაჩვენებლების და კვებითი ღირებულების მიხედვით, მათი შენახვისუნარიანობის შესწავლა, და ნაკლებდანაკარგიანი შენახვის მეთოდის შემუშავება.“

ქვეყნის მდგრადი განვითარების და ეკონომიკის ზრდის მნიშვნელოვან ფაქტორს წარმოადგენს აგრარული სექტორის შემდგომი განვითარება

ამასთან, საბაზრო ეკონომიკის პრინციპებიდან გამომდინარე, მნიშვნელოვანია არა მარტო მოსავლის რაოდენობრივი ზრდა, არამედ პროდუქციის ხარისხის გაუმჯობესება, სასაქონლო დამუშავების, ნედლად შენახვის პროცესში ხარისხობრივი მაჩვენებლების მაქსიმალურად შენარჩუნება და დანაკარგების შემცირება. რაც მოგვცემს საშუალებას მნიშვნელოვნად გავზარდოთ საერთაშორისო ბაზარზე გასვლის შესაძლებლობა და შევამციროთ იმპორტირებული ხილის წილი ადგილობრივ ბაზარზე.

არსებული რეალობიდან და პრობლემებიდან გამომდინარე კვლევის საგანს წარმოადგენს საქართველოს პირობებში წარმოებული ხურმის, ბროწეულის, პერსპექტიული ჯიშების ბიოქიმიური მაჩვენებლების, შენახვისუნარიანობის შესწავლა და ახალი კომბინირებული ეკოლოგიურად სუფთა პრეპარატის გამოცდა ხილის შენახვისუნარიანობის გაუმჯობესების მიზნით.

პროექტით გათვალისწინებული კვლევითი სამუშაოები მოიცავს რიგ სიახლეს ხილის შენახვის ტექნოლოგიაში: პირველად შეისწავლება საქართველოში გავრცელებული ხურმის და ბროწეულის პერსპექტიული ჯიშების შენახვისუნარიანობა და შემუშავდება შენახვის ახალი მეთოდი: გამოიცდება ახალი კომბინირებული ხსნარი (კალციუმის ქლორიდის და მეთილქასმონატის) შეირჩევა ხსნარის ოპტიმალური კონცენტრაცია.

საანგარიშო პერიოდში კვლევა მოიცავდა როგორც ექსპერიმენტალურ ასევე ბიოქიმიური სახის სამუშაოებს.

ახალი კომბინირებული ხსნარის (კალციუმის ქლორიდი + მეთილქასმონატი) ეფექტურობის დადგენისა და ასევე შემადგენელი კომპონენტების ოპტიმალური დოზების დადგენის მიზნით, საცდელი ნიმუშები შენახვის წინ დამუშავდა კომბინირებული ხსნარის 2 სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარით, ვარიანტი-1. კალციუმის ქლორიდი 1% და მეთილქასმონატი-0,003% და ვარიანტი-2 კალციუმის ქლორიდი 2% და მეთილქასმონატი 0,005%, საკონტროლო ვარიანტს წარმოადგენდა მხოლოდ წყალში ამოვლებული ნაყოფები. საცდელი ნიმუშების ვარიანტები ინახება მაცივრის პირობებში 0-1°C და 85-90 ფარდობითი ტენიანობის პირობებში.

სულ კვლევა ტარდება 9 ვარიანტზე: ხურმის 2ჯიში თითო 3 ვარიანტი სულ 6 ვარიანტი, ბროწეული 1 ჯიში და 3 ვარიანტი.

შენახვის წინ თითოეული კულტურის ჯიშებში შესწავლილი იქნა რიგი ბიოქიმიური მაჩვენებლები, კერძოდ განისაზღვრა ხსნადი მშრალი ნივთიერება, ტიტრული მჟავიანობა, ჯამური პოლიფენოლები და ანტიოქსიდანტური აქტივობა.

ჩატარებული კვლევების შედეგებიდან შეგვიძლია ვთქვათ, რომ ხურმის ჯიშებიდან ხსნადი მშრალი ნივთიერების მაღალი შემცველობით გამოირჩევა ჯიში „როხო ბრილიანტე“, 22,1% შედარებით დაბალით ჯიში ჰაჩია-20,30% ასევე მეორე ჯიშში მაღალია როგორც ჯამური პოლიფენოლები ასევე ანტიოქსიდანტური აქტივობა, ასევე შესწავლილია ბროწეულის ჯიში „განჯა“. მასში ხსნადი მშრალი ნივთიერება ტოლია 17,1% ხოლო PH დაფიქსირდა 4,2, ჯამური პოლიფენოლები 186,3 ხოლო ანტიოქსიდანტური აქტივობა.1,45 ასკორბინის მჟავის ექვივალენტი მმოლი/გ . კომბინირებული ხსნარის ოპტიმალური კონცენტრაციის დადგენის და მისი ეფექტურობის დადგენის მიზნით შენახვის პროცესში მიმდინარეობს ცალკეული ვარიანტების მიხედვით მასაში კლების შესწავლა, ასევე შენახვის ბოლოს განისაზღვრება აღნიშნული ნივთიერებების შესწავლა, რის საფუძველზეც მივიღებთ პირველად ინფორმაციას კომბინირებული ხსნარის ეფექტურობის შესახებ, კვლევები ამჟამადც მიმდინარეობს.

6. “კომშის პერსპექტიული ჯიშების შენახვისუნარიანობის შესწავლა და შენახვის ახალი მეთოდის შემუშავება“.

საბაზრო ეკონომიკის პრინციპებიდან გამომდინარე, საჭიროა არა მარტო მოსავლის რაოდენობრივი ზრდა, არამედ პროდუქციის ხარისხის გაუმჯობესება, სასაქონლო დამუშავების, ნედლად შენახვის პროცესში ხარისხობრივი მაჩვენებლების მაქსიმალურად შენარჩუნება და დანაკარგების შემცირება.

მიუხედავად არსებული ტექნოლოგიებისა, ხილის ნედლად შენახვის დროს ჯერ კიდევ დიდია დანაკარგების მაჩვენებელი (25-35%), ხარისხობრივი მაჩვენებლების გაუარესება, შესაბამისად ადგილობრივი ხილი მნიშვნელოვან კონკურენციას ვერ უწევს იმპორტირებულ ხილს, არსებული პრობლემები მნიშვნელოვან უარყოფით გავლენას ახდენს ხილის მწარმოებელი ფერმერების სოციალურ-ეკონომიკურ მდგომარეობაზე. გარდა ამისა, საქართველოს შიდა ბაზარზე, ძირითად, იყიდება უცხოეთიდან(თურქეთი, სომხეთი) შემოტანილი ხილი, განსაკუთრებით ზამთრის თვეებში. ეს თავისთავად, უარყოფითად აისახება საქართველოს ეკონომიკაზე, რადგანაც საკმაო თანხები გადის ქვეყნიდან , რათა შიდა ბაზარი დარეგულირდეს სხვადასხვა ხილის, (მათ შორის კომში) ასორტიმენტით (ზამთარი,გაზაფხული).

პროექტის ფარგლებში დასახული კვლევები და მიღებული შედეგები მნიშვნელოვნად შეუწყობს ხელს დარგში არსებული პრობლემების გადაჭრას.

აღსანიშნავია, რომ ხილის შენახვის ტექნოლოგიაში: პირველად შეისწავლება საქართველოში გავრცელებული კომშის პერსპექტიული ჯიშები ბიოქიმიური მაჩვენებლების მიხედვით, შეისწავლება მათი შენახვისუნარიანობა და შემუშავდება შენახვის ახალი მეთოდი, შენახვის პროცესში დანაკარგების შესამცირებლად.

საქართველოში კომშის მიმართ ყოველთვის მაღალი მოთხოვნილება იყო და არის, რაც განპირობებულია, მისი გემოვნური და სამკურნალო თვისებებით.

ამ ეტაპზე შესწავლილი იქნა კომშის ფიზიოლოგიური და მიკრობიოლოგიური დაავადებები, ასევე განისაზღვრა კომშში საერთო შაქრების რაოდენობა და მასაში კლება. კომშის ყველა პარტია ინახებოდა სამაცივრე კამერებში $0^{\circ} - 1,0^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე და 85% ატმოსფერულ ტენიანობაზე.

საცდელი ობიექტი იყო კომშის სელექციური ჯიში „ჩემპიონი“, რომელიც შემოტანილი იყო გორის რაიონის სოფელი ძვერადან, ადგილობრივი ფერმერის ნაკვეთიდან.

კომშის ნაყოფები დამუშავებული იყო კალციუმის ქლორიდის CaCl_2 -ის 0,1% და 0,2%-იანი ხსნარით. საკონტროლო ვარიანტი არ დამუშავებულა. ანალიზები ჩატარდა შენახვის წინ და შენახვის შუა პერიოდში..

კვლევებმა აჩვენა, რომ შენახვიდან 30-ე დღეს, 0,2%-იანი კალციუმის ქლორიდის ხსნარით დამუშავებისას, საკვლევ ობიექტის მასაში კლება იყო მინიმალური და შეადგენდა 0,8%-ს, საკონტროლოსთან შედარებით, ასეთი სახით დამუშავებულ ხილში, ფიზიოლოგიური და მიკრობიოლოგიური დაავადებები ამ ეტაპისთვის არ იქნა დაფიქსირებული, როცა საკონტროლო ვარიანტში და 0,1%-იანი ხსნარით დამუშავებულ კომშში, დაფიქსირდა ისეთი ფიზიოლოგიური დაავადება, როგორც არის კანის ალანძვა, (6%) რაც შეეხება მიკროორგანიზმებით გამოწვეულ დაავადებებს, 0,2%-იან ხსნარით დამუშავებულ ვარიანტებში არ დაფიქსირებულა დაავადებები, ხოლო საკონტროლო და 0,1%-იანი ხსნარით დამუშავებულ კომშში, დაფიქსირდა ნაცრისფერი სიდამპლე (15%). რაც შეეხება საერთო შაქარს, 0,2%-იანი ხსნარით დამუშავებულ ვარიანტებში ამ ეტაპზე საერთო შაქრის რაოდენობა მომატებულია 2,5%-ით, რაც დამახასიათებელია კომშის შენახვის ამ ეტაპისთვის, ხოლო საკონტროლო და 0,1%-იანი ხსნარით დამუშავებულში, საერთო შაქარი საწყისთან შედარებით მომატებულია შესაბამისად 1,0%-ით და 1,4%-ით.

კვლევებიდან გამომდინარე, ამ ეტაპისთვის შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ კომშის ბიოქიმიური შემადგენლობა უფრო სტაბილურად არის შენარჩუნებული 0,2%-იანი კალციუმის ქლორიდით დამუშავებულ ნიმუშებში, ვიდრე საკონტროლო ვარიანტებში და 0, 1% -იანი კალციუმის ქლორიდით დამუშავებულ ნიმუშებში. ფაქტიურად, 0,1% -იანი კალციუმის ხსნარის გამოყენება კომშისთვის, მისი შენახვისუნარიანობის გაზრდის მიზნით არანაირ ეფექტს არ იძლევა. კვლევები გრძელდება.

7. „ქართული სასუფრე ყურძნის ჯიშების შენახვისუნარიანობის შესწავლა, ზოგიერთი ბიოქიმიური მაჩვენებლების მიხედვით გამოკვლევა და დახასიათება. შენახვის უნარიანობის შესწავლა“.

ყოველწლიურად სხვადასხვა ორგანიზაციების თუ მეურნეობების მიერ საქართველოში ბოლო წლებია ინტენსიურად შემოდის ახალი, სელექციური სასუფრე ყურძნის ჯიშის ნერგები, თუმცა ზამთრის თვეებში ადგილობრივად შენახული ყურძნის დიდი დეფიციტია ბაზრებში, სადაც დომინირებს მეზობელი ქვეყნებიდან (სომხეთი, თურქეთი) შენახული სუფრის ყურძნის სხვადასხვა ჯიშები. ეს კი უარყოფით გავლენას ახდენს ჩვენი ქვეყნის ეკონომიურ-სოციალურ მდგომარეობაზე.

ყურძნის შენახვა საკმაოდ რთული ტექნოლოგიაა, ნაყოფის ხარისხის და ორგანოლექტიკური თვისებების დაქვეითება, შენახვის დროს, გამოწვეულია მათი ფიზიოლოგიური და პათოგენური დაავადებებით. ამიტომ ყურძნის შენახვის დროს აუცილებელია, ისეთი კომპლექსური ფაქტორების გათვალისწინება, როგორცაა: ჯიშის გენოტიპი, აგროტექნიკური პირობები და ეკოლოგიური მდგომარეობა, ასევე ნაყოფის ფიზიოლოგიური მდგომარეობა, თავისთავად შენახვის პირობები და ვადები. შენახვის დროს ყურძნის დანაკარგების შემცირების პრობლემა მრავალფაქტორულია და მოითხოვს კვლევის ინტეგრირებულ მიდგომას, აღნიშნული პრობლემების გადაწყვეტა შესაძლებელია თანამედროვე კვლევების საფუძველზე ისეთი ტექნოლოგიების შემუშავებით, რომელიც მინიმუმამდე დაიყვანს დანაკარგებს შენახვის პროცესში, უზრუნველყოფს შენახვის დროს ყურძნის ხარისხის მაქსიმალურად შენარჩუნებად და მნიშვნელოვნად გაზრდის შენახვის ხანგრძლივობას.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, მიმდინარე წელს, ჩვენი კვლევის ობიექტი გახლავთ ქართული სასუფრე ჯიშის ყურძენი. როგორც ცნობილია, ზოგიერთი საღვინე ჯიშში, თავისი სასაქონლო და გემური თვისებებით, უტოლდება სასუფრე ჯიშის ყურძნებს. მით უმეტეს ქართველი მომხმარებელი უპირატესობას ქართულ ჯიშებს ანიჭებს (ბაზრის კვლევის საფუძველზე). სწორედ აქედან გამომდინარე, გადავწყვიტეთ ისეთი ქართული ჯიშების მოძიება, რომელიც მხოლოდ მევენახეობის საკოლექციო ნაკვეთებშია შემორჩენილი და გამოირჩევიან საუკეთესო გემური და სასაქონლო თვისებებით. ბოლო პერიოდში, საქართველოში უკანასკნელ წლებში, ინტენსიურად დაიწყო სამაცივრე კამერების მოწყობა, სადაც ძირითადად ინახავენ ხილს, ხოლო ყურძენს იშვიათად, ამიტომ ასეთი ჯიშებისთვის შენახვის ტექნოლოგიური რეჟიმის შერჩევა მნიშვნელოვანია, რათა შენახვის ბოლოს პროდუქტს, შენარჩუნებული ჰქონდეს როგორც გარეგნული სახე, ასევე სასაქონლო თვისებები. ეს კი გლეხებს სტიმულს მისცემს გააშენონ ადგილობრივი სასუფრე ჯიშის ყურძენი და ზამთრის თვეებში მოამარაგონ ადგილობრივი ბაზარი, რითაც კონკურენციას გაუწევენ შემოტანილ ჯიშებს და ასევე შეძლებენ აიმაღლონ თავიანთი ეკონომიური მდგომარეობა.

მიმდინარე წელს, რამდენიმე ყურძნის ჯიშში შემოვიტანეთ ჯილაურას საცდელ-სადემონსტრაციო ბაზიდან. ეს არის სასუფრე-სელექციური ჯიშები: „კოლხური“, „ივერია“, „რამიშვილი“, „ვარძია“ და „რქაწითელი“. მართალია, ყურძნის ჯიშში „რქაწითელი“ გამოიყენება, როგორც საღვინე მასალა, თუმცა თავისი გემური თვისებებით, იგი დიდი პოპულარობით სარგებლობს მოსახლეობაში და მასზე განსაკუთრებული

მოთხოვნა აღინიშნება ზამთრის თვეებში. გარდა ქართული ჯიშებისა, ასევე კვლევებს ვახორციელებთ საქართველოში ინტროდუცირებულ სასუფრე ყურძნის ჯიშზე- „ნაპოლეონი“.

ამ ეტაპზე, შენახვის დასაწყისში და შენახვის შუა პერიოდში, ყურძნის ცალკეულ ჯიშებში განისაზღვრა:მასაში კლება, მიკრობიოლოგიური და ფიზიოლოგიური დაავადებები. ყურძენი დამუშავებულია 0,1%-იანი კალციუმის ქლორიდის+ 0,2 % ჟასმონატის ნარევის ხსნარით. საკონტროლო ნიმუში დაუმუშავებული ყურძენია.

შენახვიდან 45-ე დღისთვის ყველა ჯიშის საკონტროლო ვარიანტში აღინიშნება ფიზიოლოგიური დაავადება-კანის გამუქება. რაც შეეხება დამუშავებულ ყურძენში, ფიზიოლოგიური დაავადება აღინიშნება ჯიშ“რამიშვილი“ და „კოლხურში“, თუმცა, საკონტროლო ვარიანტთან მიმართებაში, ამ ჯიშებში ფიზიოლოგიური დაავადება მცირედ გამოიხატება.

მასაში კლება ამ ეტაპისთვის ყველაზე მეტად დამახასიათებელია ჯიშისთვის-„რამიშვილი“, როგორც საკონტროლო, ისე დამუშავებულ ყურძენში.

ამ ეტაპისთვის არცერთ ნიმუშში არ აღინიშნება მიკრობიოლოგიური დაავადება. ასევე არ აღინიშნება მარცვალცვენა. კვლევები გრძელდება გეგმით გათვალისწინებული გრაფიკით

8. ფუნქციონალური დანიშნულების კვების პროდუქტების შემუშავება ადგილობრივი მცენარეული რესურსების გამოყენებით
ადგილობრივი მცენარეული ნედლეულის კვლევის საფუძველზე ბუნებრივი კომპონენტებისაგან ბიოლოგიურად სრულფასოვანი ახალი სახის ფუნქციონალური დანიშნულების კვების პროდუქტების შემადგენლობისა და მეცნიერულად დასაბუთებული ტექნოლოგიის შემუშავება.

დასახული მიზნის მისაღწევად საჭირო იყო შემდეგი ამოცანების გადაწყვეტა:პროექტის ირგვლივ ლიტერატურული მასალის მოძიება - ანალიზი; მცენარეული ნედლეულის ასორტიმენტის განსაზღვრა; საცდელი ნიმუშების დამზადება და ხარისხის გამოკვლევა; შერჩეული რეცეფტურითა და ტექნოლოგიით ახალი სახის პროდუქტების დამზადება; მიღებული პროდუქტების შეფასება კვებითი ღირებულების თვალსაზრისით

კვლევის ობიექტი. ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებებით მდიდარი, საქართველოში გავრცელებული, მაგრამ გადამამუშავებელი მრეწველობის მიერ თითქმის გამოუყენებელი მცენარეული ნედლეული - აქტინიდა და გოგრა.

სამეცნიერო კვლევითი სამუშაოს მეთოდის თანახმად კვლევის პირველი ეტაპი ითვალისწინებდა თემის ირგვლივ სამეცნიერო ლიტერატურის შეგროვება-დამუშავებას; შემოწმებას საპატენტო სისუფთავეზე. ლიტერატურული მასალების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ კვების ფუნქციონალური პროდუქტების დასამზადებლად საუკეთესოა ვიტამინებით, ამინომჟავებით, საკვები ბოჭკოებით, მინერალური

ნივთიერებებითა და სხვა ანტიოქსიდანტური მოქმედების ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებებით მდიდარი ეკოლოგიურად სუფთა ნედლეული.

კვლევის პირველ ეტაპზე განისაზღვრა დასამზადებელი პროდუქციის ასორტიმენტი. ექსპერიმენტები ტარდებოდა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ბიოტექნოლოგიის ცენტრის სამეცნიერო ლაბორატორიაში. შესწავლილი იქნა ნედლეულის თავისებურებანი. დადგენილია ნაყოფების ხარისხი.

შერჩეული ნედლეული დაექვემდებარა ტექნოლოგიურ გამოცდას, კერძოდ ლაბორატორიულ პირობებში დამზადდა საცდელი ნიმუშები - ჩირები და შესწავლილ იქნა მათი ხარისხის განმსაზღვრელი ძირითადი მაჩვენებლები. დამზადებული პროდუქცია აკმაყოფილებდა ანალოგიური სახის პროდუქციაზე მოქმედი დოკუმენტაციის მოთხოვნებს.

შრობისას ნაყოფში მცირდება წყლის და იზრდება დამაკონსერვებელი ნივთიერებების, მ. შ. მშრალი ნივთიერების, მჟავების და სხვ. რაოდენობა, რაც თავის მხრივ უზრუნველყოფს მშრალი პროდუქტის ხანგრძლივად შენახვას.

კვლევის ერთ-ერთ ამოცანას წარმოადგენდა შერჩეული ნედლეულის გამოყენებით ახალი დიეტური ფქვილოვანი ნაწარმის ტექნოლოგიის შემუშავება. ამ მიზნით საკვლევი ნედლეულიდან ლაბორატორიულ პირობებში დამზადდა ფქვილები და განისაზღვრა მათი ხარისხი. დამზადებული პროდუქცია აკმაყოფილებდა ანალოგიური სახის პროდუქციაზე მოქმედი დოკუმენტაციის მოთხოვნებს.

უნდა აღინიშნოს, რომ ხილისა და ბოსტნეულის ფქვილებს აქვთ დაბალანსებული ქიმიური შედგენილობა, მაღალი ბიოლოგიური ღირებულება, გამოყენების სიმარტივე, კარგი ტრანსპორტაბელობა და შენახვის ხანგრძლივი პერიოდი. გარდაამისა, მცენარეული ფქვილები შეიძლება გამოყენებული იყოს როგორც ბუნებრივი საღებავები პროდუქტებისთვის მიმზიდველი ფერის მისაცემად.

სახელმწიფო ბიუჯეტის მიერ დაფინანსებული

2018 ÷ 2023 წწ გეგმით შესრულებული პროექტები

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

	მიმართულების მიითითებით			
1.	კარტოფილის ტუბერიზაცია <i>in vitro</i> პირობებში და მიკროტუბერების გატანა ღია გრუნტში ელიტური თესლის მიღების მიზნით	2018-2022	მაია კუხალეიშვილი	ივეტა მეგრელიშვილი, ეკატერინე ბულაური, თამარ შამათავა, თამარ ჭიპაშვილი
2.	კაკლის <i>in vitro</i> მცენარეების კოლექციის შექმნა და საქართველოს პირობებზე ადაპტირებული ჯიშების შერჩევა	2018-2022	მაია კუხალეიშვილი	ივეტა მეგრელიშვილი, ეკატერინე ბულაური, თამარ შამათავა, თამარ ჭიპაშვილი
3.	სასუფრე ყურძნის ჯიშების შენახვისუნარიანობის შესწავლა და შენახვის მეთოდების შემუშავება	2018-2022	მაია კუხალეიშვილი	ივეტა მეგრელიშვილი, ეკატერინე ბულაური, თამარ შამათავა, თამარ ჭიპაშვილი

4.	<p>სამკურნალო, არომატული, თაფლოვან, მღებავი, სანელებელი და შხამიანი (სასარგებლო) მცენარეების ბიომრავალფეროვნება, მონიტორინგი, მოვლა - მოყვანის ტექნოლოგიები, ფიტოგენეტიკური რესურსის გაუმჯობესება და კონსერვაცია, ეთნობოტანიკური უნარ-ჩვევები, გამოყენების პერსპექტივები.</p> <p>საქართველოს რეგიონებში განსხვავებული ეკოსისტემის პარამეტრების გათვალისწინებით სასარგებლო მცენარეთა მონაცემთა და ეთნობოტანიკური უნარჩვევების ბაზების გამდიდრება.</p> <p>აჭარა</p>	2018	თამარ კაჭარავა	თ. ეპიტაშვილი
5.	<p>სამკურნალო, არომატული, თაფლოვან, მღებავი, სანელებელი და შხამიანი (სასარგებლო) მცენარეების ბიომრავალფეროვნება, მონიტორინგი, მოვლა - მოყვანის ტექნოლოგიები,</p>	2019	თამარ კაჭარავა	თ. ეპიტაშვილი

	<p>ფიტოგენეტიკური რესურსის გაუმჯობესება და კონსერვაცია, ეთნობოტანიკური უნარ-ჩვევები, გამოყენების პერსპექტივები.</p> <p>საქართველოს რეგიონებში განსხვავებული ეკოსისტემის პარამეტრების გათვალისწინებით სასარგებლო მცენარეთა მონაცემთა და ეთნობოტანიკური უნარჩვევების ბაზების გამდიდრება.</p> <p>აჭარა</p>			
6.	<p>სამკურნალო, არომატული, თაფლოვან, მღებავი, სანელებელი და შხამიანი (სასარგებლო) მცენარეების ბიომრავალფეროვნება, მონიტორინგი, მოვლა - მოყვანის ტექნოლოგიები, ფიტოგენეტიკური რესურსის გაუმჯობესება და კონსერვაცია, ეთნობოტანიკური უნარ-ჩვევები, გამოყენების პერსპექტივები.</p> <p>საქართველოს რეგიონებში</p>	2021	თამარ კაჭარავა	ზ. გელიაშვილი. თ. ეპიტაშვილი

	განსხვავებული ეკოსისტემის პარამეტრების გათვალისწინებით სასარგებლო მცენარეთა მონაცემთა და ეთნობოტანიკური უნარჩვევების ბაზების გამდიდრება. ფშავი			
7.	„სამკურნალო, არომატული, თაფლოვან, საღებავ, სანელებელ და შხამიან მცენარეთა ბიომრავალფეროვნების მონიტორინგი-კონსერვაცია და კულტივირება-მდგრადი გამოყენების ინოვაციური ტექნოლოგიები საქართველოში“	2010 - მიმდინარე	თამარ კაჭარავა	ზ. გელიაშვილი. თ .ეპიტაშვილი
8.	ბიოპრეპარატების და ფუნგიციდების გავლენა პომიდვრის ფესვის ლპობის გამომწვევ პათოგენ მიკროორგანიზმებზე და მათი შედარება	2018-2022	გულიკო დვალი	ნ. ლომთაძე, ლ. ზვიადაძე, მ. კობახიძე

9.	ზოგიერთი კურკოვანი ხილის შენახვის ახალი მეთოდების შემუშავება და თეორიული დასაბუთება“.	2018-2022	მერაბ ჟღენტი	თ. შამათავა, ი. მეგრელიშვილი, ე. ბულაური
10.	ხილის გადამუშავების პროდუქტების კვებითი ღირებულების სრულყოფა ზოგიერთი კენკროვანი კულტურიდან მიღებული ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებებით	2018-2022	გულნაზ კაიშაური	გ. კაიშაური

1. კარტოფილის ტუბერიზაცია in vitro პირობებში და მიკროტუბერების გატანა ღია გრუნტში ელიტური თესლის მიღების მიზნით.

სინჯარებში მიკროტუბერების მიღება და მათი პირდაპირი გატანა ღია გრუნტში , საშუალებას იძლევა კარტოფილის ე კლასის ელიტური თესლი მივიღოთ უფრო შემოკლებულ ვადებში და ეკონომიურადაც უფრო მომგებიანია.

პროექტის ფარგლებში, ბიოტექნოლოგიის ცენტრის თანამშრომლების მიერ, მოდიფიცირებულ საკვებ არეზე, ფიტოტრონში (ტემპერატურა 26-27 °C, ტენიანობა 75 %, განათება 5500 ლუქსი ფოტოპერიოდი 16 დღე სინათლე 8 დამე სიბნელე) მიღებულ იქნა in vitro სინჯარაში კარტოფილის მიკრო ტუბერები. მიღებული მიკროტუბერები(„სანტე“) გატანილი იქნა ბიოტექნოლოგიის ცენტრის დაქვემდებარებულ მიწის ნაკვეთში. 80 დღის შემდეგ მიღებული იქნა კარტოფილის სუპერ-სუპერ ელიტური თესლი.

1. Tuberization of in vitro potato and their transfer in open field for further production of elite seed

The production of in vitro microtubers and their direct transfer in open filed allow to produce E class elite seed in short time and is economically profitable.

Whitin the project in vitro potato microtubers were produced on the modify MS medium in phytotron (temperature 26-27 °C, humidity 75%, 5500Lux, 16h photoperiod) by scientists of Biotechnology center . Obtained microtubers of potato variety “Sante” were transferred in an open filed, Super-super elite seed were produced after 80 days.

2.“ კაკლის *in vitro* მცენარეების კოლექციის შექმნა და საქართველოს პირობებზე ადაპტირებული ჯიშების შერჩევა“.

დღეს, ყველაზე პერსპექტიული მიმართულება კაკლის პლანტაციების გასაშენებლად ითვლება ბიოტექნოლოგიური მეთოდების გამოყენება, კერძოდ *in vitro* კლონირების ტექნოლოგიის განვითარება და დანერგვა საქართველოში. ბიოტექნოლოგიის ცენტრის ლაბორატორიაში, მიღებული სტერილური ქსოვილის საფუძველზე გამრავლების პირველმა მცდელობებმა საბოლოო ჯამში დადებითი შედეგები გამოიღო. პროექტის მიმდინარეობის პერიოდში ჩვენი მეცნიერების მიერ მიღებული იქნა *in vitro* კაკლის ბიოტექნოლოგიური მეთოდების გამოყენებით , დაფესვიანებული, ძლიერი მცენარეები.

გამოცდილი და დადგენილი იქნა საკვები არეების სხვადასხვა ვარიანტები, *in vitro* კაკლის სინჯარის მცენარეების მისაღებად. საკვები არეების ცვლილება უკავშირდება მცენარის ზრდის რეგულატორების, როგორც რაოდენობრივ, ისე სახეობრივ ცვლილებას საკვებ არეში.

საკვებ არეში გამოვიყენეთ 1.0 გ/ლ-ზე 6-ბენზილამინოპურინი(BAP) და 1 მგ/ლ-ზე კონცენტრაციის ინდოლ-3-ბუთირის (IBA) მჟავა, წარმოდგენილი კონცენტრაციებით. შედეგად მიღებული იქნა კაკლის *in vitro* სინჯარის ძლიერი მცენარეები(კარგად განვითარებული ფესვთა სისტემა, სწორმდგომი ღერო და მწვანე, სქელი ფოთლები).

დაფესვიანებული კაკლის სინჯარის მცენარეები გადატანილი იქნა, მიწიან პოლიეთილენის ჭურჭელში (13.0X10.5X4.0სმ),რომელიც ასევე შეიცავდა 2/3 წილ ტორფს, 1/3 წილ ვერმიკულიტს. ნიადაგის pH იყო 5.8. ასეთ პირობებში მცენარეების 35%-მა გააგრძელა განვითარება, თუ შევადარებთ სხვადასხვა ქვეყნების მკვლევარების სტატისტიკურ მონაცემებს, საიდანაც ვიგებთ, რომ კაკლის *in vitro* სინჯარის მცენარეებიდან, მხოლოდ 20-25%, მიღებული შედეგები სავსებით დამაკმაყოფილებელია.

2. “Establish of walnuts *in vitro* collection and selection of adapted varieties to the Georgian condition”.

Usage of biotechnology methods for production walnuts orchards is very actual today, especially development and implementation of in vitro technology in Georgia. The initial stage of in vitro propagation was usefully conducted in the laboratory of Biotechnology center. Within this project the rooted, healthy in vitro walnuts plants were produced using biotechnology method. The different MS medium were used for in vitro walnuts propagation. The modification of MS medium was associated with several concentration of different growth regulators.

The well development (well rooted, strong and green stem with leaves) in vitro walnuts plants were produced on the MS medium with 1g/l BAP and 1mg/l IBA.

The rooted in vitro walnuts plants were removed in polyethylene vessel (13.0X10.5X4.0 cm), with soil, 2/3 peat, 1/3 vermiculite, pH-5.8. Under such conditions, 35% of the plants continued to develop, if we compare the statistical data of researchers from different countries 20-25% plant development were found.

3. “სასუფრე ყურძნის ჯიშების შენახვისუნარიანობის შესწავლა და შენახვის მეთოდების შემუშავება“.

ყოველწლიურად სხვადასხვა ორგანიზაციების თუ მეურნეობების მიერ საქართველოში ბოლო წლებია ინტენსიურად შემოდის ახალი, სელექციური სასუფრე ყურძნის ჯიშის ნერგები, თუმცა ზამთრის თვეებში ადგილობრივად შენახული ყურძნის დიდი დეფიციტია ბაზრებში, სადაც დომინირებს მეზობელი ქვეყნებიდან (სომხეთი, თურქეთი) შენახული სუფრის ყურძნის სხვადასხვა ჯიშები. ეს კი უარყოფით გავლენას ახდენს ჩვენი ქვეყნის ეკონომიურ-სოციალურ მდგომარეობაზე.

წლების მანძილზე ჩვენს მიერ შესწავლილი იყო უცხოეთიდან საქართველოში ინტროდუცირებული ყურძნის რამდენიმე ჯიშ: „სენტენიალ-სილდრესი“, „რედგლობი“, „დონ მარიანო“ და „იტალია“.

ყურძნის ჯიშები მუშავდებოდა კალციუმის ქლორიდის 2%-იანი და ევკალიპტის ექსტრაქტის 1%-იანი კომბინირებული ხსნარით. ყურძნის დამუშავებული და საკონტროლო ვარიანტები ინახებოდა ბიოტექნოლოგიის ცენტრის KAX-ას ტიპის მაცივრებში. (0-10° C ტემპ, 80-90% ფარდ. ტენიანობა).

საუკეთესო შედეგი (შენახვა -60 დღე) დაფიქსირდა ჯიმ „იტალიის“ შენახვის დროს, რომელსაც შენახვის ბოლოს შენარჩუნებული ჰქონდა როგორც გარეგნული შესახედაობა, ასევე ქიმიური შედგენილობა.

3. "Study of storability of table grape varieties and development of storage methods".

Every year, various organizations and farms have intensively imported planting materials of new, selective table grape varieties into Georgia for the last few years, however, in the winter months there is a lack of locally stored grapes in the markets, imported varieties of table grapes stored from neighboring countries (Armenia, Turkey) are dominated, This has a negative impact on the economic and social situation of our country.

Over the years, we have studied several varieties of grapes introduced to Georgia from abroad: "Centennial seedless", "Red Globe", "Don Mariano" and "Italia".

Grape varieties were treated with a combined solution of 2% calcium chloride and 1% eucalyptus extract. Treated and control varieties of grapes were stored in the KAX-type refrigerators of the Biotechnology Center. (0-100 C temp, 80-90% relative humidity).

The best result (storage – 60 days) was recorded during the storage of the "Italy" variety, which was able to preserved both its appearance and chemical composition at the end of storage.

4. „სამკურნალო, არომატული, თაფლოვან, მღებავი, სანელებელი და შხამიანი ანუ სასარგებლო მცენარეების ბიომრავალფეროვნება, მონიტორინგი, მოვლა - მოყვანის ტექნოლოგიები, ფიტოგენეტიკური რესურსის გაუმჯობესება და კონსერვაცია, ეთნობოტანიკური უნარ - ჩვევები, გამოყენების პერსპექტივები. საქართველოს რეგიონებში განსხვავებული ეკოსისტემის პარამეტრების გათვალისწინებით სასარგებლო მცენარეთა მონაცემთა და ეთნობოტანიკური უნარ - ჩვევების ბაზების გამდიდრება საქართველოს სხვადასხვა რეგიონში“.

საქართველოს ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი და ეკონომიკურად მომგებიანი მიმართულებაა ტურისტული ინდუსტრიის განვითარება, მითუმეტეს აჭარის რეგიონში. ჩვენს მიერ ველური შესწავლილი იქნა კენკროვანი კულტურების - მოცვი (Vaccinium), მაყვალი (Rubus fruticosus), მოცხარის გვარის ველური (Ribes) სახეობები, კულტურული ფორმები, ჯიშები. მათი

სამკურნალო/სამედიცინო და საკვები ღირებულება უაღრესად მნიშვნელოვანია, ფართო გამოყენება აქვს კოსმეტიკური და პარფიუმერული მიზნებისთვისაც.

მეცნიერულად დასაბუთებულ იქნა კენკროვანი კულტურების, მათ შორის კაკასიური მოცვის, მაცვლის, მოცხარის ადგილობრივი სახეობების, მათ შორის მთისა და კლდის მოცხარის ფოთლებში, ნაყოფებსა და მათგან წარმოებულ პროდუქტებში სასარგებლო, ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებათა თვისობრივი და რაოდენობრივი შემცველობა. დადგინდა ნახშირწყლების, ორგანული მჟავების, თვისობრივი და რაოდენობრივი მოცულობა როგორც ნაყოფებში, ასევე წარმოებულ პროდუქტებში.

საკვლევის სახეობების წლიური განვითარების დინამიკაზე დაკვირვებით, ვეგეტაციურ - გენერაციული განვითარება მაღალმთის პირობებში ნორმალურად მიმდინარეობს და აგვისტოს პირველ ნახევარში, ორივე სახეობის მოცხარი ნაყოფების სიმწიფის ფაზაშია. აგვისტოს მესამე დეკადაში ნაყოფმსხმოიარობა დასასრულს უახლოვდება. ახასიათებთ საშუალო და ალაგ-ალაგ, უხვი ნაყოფმსხმოიარობა.

აღსანიშნავია, რომ მოცხარის სახეობების გავრცელება აღნიშნულ ხეობაში ხასიათდება როგორც დამოუკიდებელ ჯგუფებად, ისე სხვადასხვა მცენარეულ დაჯგუფებაში თანაარსებობით, ეს არის მთის ზედა სარტყლისა და სუბალპური სარტყლის საზღვარი, სადაც ძირითადად დაბალი ხე - მცენარეებისა და ბუჩქნარების დაჯგუფებებია. ეს დაჯგუფებები არ არის ერთიანი, ისინი ცალ - ცალკეა წარმოდგენილი და გამოყოფილია მდელოებით.

4. Biodiversity of medicinal, aromatic, melliferous, dye, spicy and poisonous or useful plants, monitoring, growing technologies, improvement and conservation of phytogenetic resources, ethnobotanical skills, perspectives of use. Enriching databases of useful plants` and ethnobotanical skills in different regions of Georgia, taking into account different ecosystem parameters in the different regions of Georgia.

One of the important and economically profitable directions of Georgia is the tourism industry development, especially in Ajara region. We have studied the wild berry crops cranberry *Vaccinium*, blackberry *Rubus fruticosus*, wild species of currant genus (*Ribes*),

cultural forms, varieties. Their medicinal and nutritional value is extremely important, with extensive use for cosmetic and perfumery purposes as well.

The qualitative and quantitative content of useful, biologically active substances in the leaves, fruits and products of berry crops, including Caucasian blueberries, blackberries, local currant species, including mountain and rock currants, was scientifically substantiated by us. The qualitative and quantitative amount of carbohydrates, organic acids in both fruits and manufactured products was determined.

Observing dynamics of the annual development of study species, the vegetative-generative development is normal in the high mountain conditions and in the first half of August, the currant fruits of both species are in the ripening phase. In the third decade of August, fruiting comes to the end. They are characterized by medium and patchy, abundant fruiting.

It should be noted that distribution of currant species in the mentioned valley is characterized by both independent groups and coexistence in different vegetation groups, it is the border of the upper mountain belt and the subalpine belt, where there are mainly groups of low trees and shrubs. These groups are not united, they are presented separately and separated by meadows.

5. სამკურნალო, არომატული, თაფლოვან, მღებავი, სანელებელი და შხამიანი ანუ სასარგებლო მცენარეების ბიომრავალფეროვნება, მონიტორინგი, მოვლა - მოყვანის ტექნოლოგიები, ფიტოგენეტიკური რესურსის გაუმჯობესება და კონსერვაცია, ეთნობოტანიკური უნარ - ჩვევები, გამოყენების პერსპექტივები. საქართველოს რეგიონებში განსხვავებული ეკოსისტემის პარამეტრების გათვალისწინებით სასარგებლო მცენარეთა მონაცემთა და ეთნობოტანიკური უნარ - ჩვევების ბაზების გამდიდრება საქართველოს სხვადასხვა რეგიონში“.

საქართველოს სასარგებლო მცენარეთა გენეტიკური რესურსის გამოკვლევისას აღმოჩნდა, რომ ქვეყნის ეს უნიკალური და მრავალფეროვანი სიმდიდრე არასაკმარისად არის კატალოგირებული და გამოყენებული. უფრო მეტიც, რაციონალური გამოყენების ტექნოლოგიები იმ მცენარეთათვისაც კი, რომლებიც ფართო მოხმარების საგანს წარმოადგენენ, დამუშავებული არ არის. მათ რიცხვს ეკუთვნის ისეთი პოპულარული მცენარე, როგორცაა მოცხარის გვარი (*Ribes* L.).

შესწავლილი იქნა აჭარის მაღალმთაში ველურად გავრცელებული, ადგილობრივ ეკოსისტემის პარამეტრებთან ადაპტირებული მოცხარის გვარის, *Ribes*. შეუსწავლელი სახეობების: *Ribes bibersteinii* Berl. ex DC. (კლდის მოცხარი) და *Ribes*

alpinum (მთის მოცხარი), მაღალხარისხოვანი ნედლეულისა და პროდუქციის მისაღებად შესწავლილია ტექნოლოგიური რეჟიმები (შრობა - ფოთლები და ყლორტები; გაყინვა - ნაყოფები, მოცხარის ნაყოფების და შაქრის ნარევი, ასევე ყვავილებისა და ნაყოფების თაფლის ნარევი, მისი ნაყოფებისა და წაბლის თაფლის ნარევი) და ქიმიური მაჩვენებლები.

ჩვენს მიერ სწორად არის შეფასებული და განხილული თანამედროვე მნიშვნელოვანი გამოწვევა - კენკროვანი კულტურების, კერძოდ მოცხარის ბიომრავალფეროვნების შესწავლა, წარმოება და გადამუშავება სასურსათო უსაფრთხოებისა და სურსათის უვნებლობის გათვალისწინებით, ასევე ჩვენი საზოგადოების, მოსახლეობის ცალკეული ჯგუფების, მოზარდებისა და სხვა ინდივიდების აუცილებელი მატერიალური პირობა, რომელიც უზრუნველყოფს დემოგრაფიული, ეკონომიკური, პოლიტიკური, კულტურული, ინტელექტუალური და ა. შ. განვითარების ფუნქციებსა და შესაძლებლობებს.

5. Biodiversity of medicinal, aromatic, melliferous, dye, spicy and poisonous or useful plants, monitoring, growing technologies, improvement and conservation of phytogenetic resources, ethnobotanical skills, perspectives of use. Enriching databases of useful plants` and ethnobotanical skills in different regions of Georgia, taking into account different ecosystem parameters in the different regions of Georgia.

During the investigation of genetic resources of useful plants of Georgia, it was found that this unique and diverse wealth of the country is insufficiently cataloged and used. Moreover, technologies for rational use even for those plants that are the subject of wide consumption have not been developed. Their number includes such a popular plant as the currant genus (*Ribes* L.).

Unstudied species of the currant genus *Ribes*, widely distributed in the highlands of Ajara, adapted to the local ecosystem parameters, was studied: *Ribes bibersteinii* Berl. ex DC. (rock currant) and *Ribes alpinum* (Mountain currant), technological modes have been studied to obtain high-quality raw material products (drying - leaves and shoots, freezing - fruits, a mixture of currant fruits and sugar, as well as a mixture of flowers and fruit honey, a mixture of its fruits and chestnut honey) and chemical indicators.

We have correctly assessed and discussed an important modern challenge - study, production and processing of the biodiversity of berry crops, in particular currants, taking into account food safety as well as the necessary material condition of our society, individual

population groups, adolescents and other individuals, which provides demographic, economic, political, cultural, intellectual, etc. development functions and capabilities.

6. სამკურნალო, არომატული, თაფლოვან, მღებავი, სანელებელი და შხამიანი ანუ სასარგებლო მცენარეების ბიომრავალფეროვნება, მონიტორინგი, მოვლა - მოყვანის ტექნოლოგიები, ფიტოგენეტიკური რესურსის გაუმჯობესება და კონსერვაცია, ეთნობოტანიკური უნარ-ჩვევები, გამოყენების პერსპექტივები. საქართველოს რეგიონებში განსხვავებული ეკოსისტემის პარამეტრების გათვალისწინებით სასარგებლო მცენარეთა მონაცემთა და ეთნობოტანიკური უნარ - ჩვევების ბაზების გამდიდრება საქართველოს სხვადასხვა რეგიონში“.

ეწყობა ექსპედიციები ეკოსისტემის პარამეტრების გათვალისწინებით საქართველოს სხვადასხვა მხარის სამკურნალო მცენარეების რესურსის შესასწავლად. მათ შორის თიანეთში, ბორჯომისა და დარიალის ხეობაში. ამიტომაც წარმოდგენილი ნაშრომი ეფუძნება არა მხოლოდ არსებულ ლიტერატურულ მონაცემებს, არამედ ჩვენ მიერ ჩატარებულ საველე - კვლევით სამუშაოებს. აღწერილია ჩვენს მიერ გამოკვლეულ ტერიტორია, მისი რელიეფი, ფლორა, ფიზიკურ - გეოგრაფიული მახასიათებლები, საინტერესო მცენარეთა მოკლე მიმოხილვა, რის საფუძველზეც:

- შევსებულია ჩვენს ხელთ არსებული საქართველოში გავრცელებული სასარგებლო მცენარეთა მონაცემთა ბანკი;
- დიფერენცირებულია ენდემური, იშვიათი, გადაშენების პირას მყოფი მცენარეები;
- ბუნებრივ პირობებში გადაღებული მცენარეთა ფოტოები;
- ადგილობრივ მოსახლეობასთან ურთიერთობით შევსებულია სასარგებლო მცენარეთა ეთნობოტანიკური გამოყენების მონაცემთა ბანკი.

6. **Biodiversity of medicinal, aromatic, melliferous, dye, spicy and poisonous or useful plants, monitoring, growing technologies, improvement and conservation of phyto-genetic resources, ethnobotanical skills, perspectives of use. Enriching databases of useful plants` and ethnobotanical skills in different regions of Georgia, taking into account different ecosystem parameters in the different regions of Georgia.**

Expeditions are organized to study resources of medicinal plants in the different parts of Georgia, taking into account the parameters of the ecosystem, among them in Tianeti area, Borjomi and Dariali valley. That is why the presented work is based not only on existing literary data, but also on the field-research works we have conducted. The territory investigated by us is described, its relief, flora, physical-geographic characteristics, a brief overview of interesting plants, on the basis of which:

- The data bank of useful plants common in Georgia at our disposal has been filled;
- Endemic, rare, endangered plants are differentiated;
- Photos of plants taken in their natural conditions;
- The database of ethnobotanical use of useful plants has been filled in with the local population.

7. „სამკურნალო, არომატული, თაფლოვანი, საღებავ, სანელებელ და შხამიანი ანუ სასარგებლო მცენარეთა ბიომრავალფეროვნების მონიტორინგი - კონსერვაცია და კულტივირება - მდგრადი გამოყენების ინოვაციური ტექნოლოგიები საქართველოში“

გენეტიკური და სახეობრივი მრავალფეროვნების შესანარჩუნებლად უდიდეს აუცილებლობას იძენს მომავალი მოხმარებისათვის საქართველოს უნიკალური ფლორის სახეობების დაცვისა და რაციონალურად გამოყენების მნიშვნელობაზე ინფორმირების ამაღლება, ეთნობოტანიკური ტრადიციებისა და ფიტოპროდუქციის პოპულარიზების მექანიზმების ინტენსიფიკაცია და მდგრადი გამოყენება, მიღებული სარგებლის განაწილების პრინციპების ინტეგრირებით ბიომრავალფეროვნების იმ კონვენციით მინიჭებული უფლებებით, რომლის წევრიც არის საქართველო.

შესწავლილ იქნა ბაყაყურას (*Silybum marianum*) ბოტანიკური აგებულება; ბაყაყურას (*Silybum marianum*) ბიოლოგიური თავისებურებანი ფენოლოგიური ფაზების, ფიზიოლოგიური ეტაპებისა და ეკოსისტემის პარამეტრებისაგან დამოკიდებულებით; ერთწლოვანი, ბალახოვანი მცენარის ბაყაყურას (*Silybum marianum*) სამრეწველო პლანტაციების შექმნა ხელს შეუწყობს ქვეყნის უნიკალური ფიტოგენოფონდის შენარჩუნებას, სამკურნალო მცენარის პროდუქტულობის გაზრდას. კულტივირებული ჯიშების მასა აღემატება ველური ფორმების მასას, შესაბამისად იზრდება თესლის მოსავალიც, რაც ინტენსიური ტექნოლოგიების გამოყენებისა და მცენარეთა გარკვეულ ფართზე კონცენტრირების შედეგია.

- კვლევაში ჩართულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ფაკულტეტების (ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის, აგრარული მეცნიერებებისა და ბისისტემების ინჟინერინგის, მთის მდგრადი განვითარების სტუდენტები;

- აკრედიტებულია საგანმანათლებლო - სამაგისტრო პროგრამა „სამკურნალო მცენარეთა მოყვანის ტექნოლოგია“, სადაც გამოყენებულია სტუ-ს ბიოტექნოლოგიის ცენტრის მატერიალურ - ტექნიკური და ინტელექტუალური პოტენციალი.
- კვლევების შედეგების საფუძველზე გამოქვეყნებულია სამეცნიერო სტატიები მაღალრეიტინგულ ადგილობრივ და საერთაშორისო გამოცემებში, კონფერენციებში;
- გამოცემულია სახელმძღვანელოები, მონოგრაფიები, კატალოგები;
- დამუშავებულია რეკომენდაციები სასარგებლო მცენარეთა მოვლა - მოყვანის შესახებ და სხვ.

7. Monitoring - conservation and cultivation - innovative technologies of sustainable use of biodiversity of medicinal, aromatic, melliferous, dye, spicy and poisonous plants in Georgia.

In order to preserve genetic and species diversity, it is essential to raise awareness about the importance of protecting and rationally using Georgia's unique flora species for future consumption, intensification and sustainable use of ethnobotanical traditions and phytoproduct promotion mechanisms, integrating the principles of benefit distribution with the rights granted by the Convention on Biodiversity, of which member Georgia is.

It has been studied botanical structure of *Silybum marianum*; Biological features of *Silybum marianum* depending on phenological phases, physiological stages and ecosystem parameters; Creation of industrial plantations of annual herbaceous plant - *Silybum marianum*, will help preserve country's unique phytogenefund, increase productivity of the medicinal plant. The mass of the cultivated varieties exceeds the mass of the wild forms, therefore seed yield also increases, which is the result of use of intensive technologies and the concentration of plants on a certain area.

- Students of the Georgian Technical University (faculty of Chemical technology and metallurgy, faculty of Agricultural sciences and biosystems engineering, faculty of Mountain sustainable development) are involved in the research.
- Master's degree educational program "Technology of medicinal herb growing" is accredited, where the material-technical and intellectual potential of the GTU Biotechnology Center is used.
- Based on research results, scientific articles have been published in the highly rated local and international publications, conferences;
- Textbooks, monographs, catalogs are published;
- Recommendations on the growing - cultivation of useful plants have been elaborated and etc.

8. “ ბიოპრეპარატების და ფუნგიციდების გავლენა პომიდვრის ფესვის ლპობის გამომწვევ პათოგენ მიკროორგანიზმებზე და მათი შედარება“ .

მცენარეთა დაცვის მიზნით ნიადაგში ფუნგიციდების გამოყენებამ გამოიწვია ნიადაგის ეკოლოგიური მდგომარეობის გაუარესება, ამიტომ ნიადაგისა და მცენარის დაავადებების გამომწვევ პათოგენებზე ბიოპრეპარატების გავლენის შესწავლა ერთ-ერთ აქტუალურ საკითხს წარმოადგენს გარემოს გაჯანსაღებისათვის და ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქტის მისაღებად.

შესწავლილი იქნა პომიდვრის რიზოსფეროდან გამოყოფილი და იდენტიფიცირებული ფესვის ლპობის გამომწვევ სოკო Fusarium-ი, ასევე ნიადაგში არსებულ პათოგენებზე და პომიდვრის რიზოსფეროში არსებულ სასარგებლო მიკროოგანიზმებზე ბიოპრეპარატ „ბიოკატენას“ გავლენა, რომელსაც ვადარებდით სისტემური ფუნგიციდი „რიდომილ გოლდის“ მოქმედებით გამოწვეულ ეფექტის. განსაზღვრული იქნა ბიოპრეპარატის შეტანის დრო, მთელი სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში, რადგან ბიოპრეპარატის შემადგენლობაში შემავალი მიკროორგანიზმების ცოცხალი უჯრედები ნიადაგში და მცენარეში მოხვედრისას აქტიურდებიან, ნიადაგში უჯრედი იზრდება და გარშემო გამოყოფს სხვადასხვა ნივთიერებებს, ერთნი თრგუნავენ პათოგენი მიკრობების გავითარებას (ზრდას), მეორენი ასტიმულირებენ მცენარის ზრდა-განვითარებას, მესამენი კი ამაღლებენ მცენარის იმუნიტეტს.

აღმოჩნდა, რომ ბიოპრეპარატმა ბიოკატენამ პომიდვრის ფესვისპირა ნიადაგში და რიზოსფეროში შეაფერხა ფუზარიუმის განვითარება. მცენარე გახდა ჯანსაღი და მიკროფლორა პათოგენებისაგან თავისუფალი. მართალია, პომიდორი ფუზარიუმით და პათოგენებით ძირითადად აქტიურად ყვავილობისა და დაკოვრების ფაზაში ავადდება, მაგრამ იმისათვის, რომ არ მოხდეს ამ პერიოდში მცენარის დაავადება საჭიროა ბიოკატენა შეტანილ იქნას მცენარის დარგვისას და არა დაავადების აღმოჩენის და განვითარების დროს. ამასთანავე ბიოკატენას გამოყენება უზრუნველყოფს გარემოს დაცვას დაბინძურებისაგან და ბიოლოგიურად უსაფრთხო პროდუქტის წარმოებას.

8. The effect of biopreparates and fungicides on pathogenic microorganisms causing tomato root rot and their comparison".

The use of fungicides in the soil for the purpose of plant protection has led to the degradation of the soil's ecological condition, therefore the study of the effect of biopreparates on soil and plant disease-causing pathogens is one of the actual issues for improving the environment and obtaining an ecologically clean product.

The fungus *Fusarium* which can cause the root rot was isolated and identified from the tomato rhizosphere, as well as the effect of biopreparation "Biocatena" on pathogens in the soil and useful microorganisms in the tomato rhizosphere, which we compared with the effect caused by the action of the systemic fungicide "Ridomil Gold". The time of biopreparate application during the entire vegetation period was determined.

Because the living cells of the microorganisms included in the biopreparate are activated when they get into the soil and the plant, those cells grows in the soil and releases various substances around it, some inhibits the development (growth) of pathogenic microbes, others stimulate the growth and development of the plant, and the third increase the immunity of the plant.

It was found that the biopreparate Biocatena inhibited the development of *Fusarium* in the root zone and rhizosphere of tomatoes. The plant became healthy and the microflora was free from pathogens.

Tomatoes are actively affected by *Fusarium* and pathogens mainly during the flowering and ripening phase, but in order to prevent plant disease during this period, biocatena should be applied during planting period, not during the discovery and development of the disease. At the same time, the use of biochain ensures the protection of the environment from pollution and the production of a biologically safe product.

9. “ზოგიერთი კურკოვანი ხილის შენახვის ახალი მეთოდების შემუშავება და თეორიული დასაბუთება“.

ქვეყნის შიდა ბაზარზე იმპორტული ხილის და მისი გადამუშავების პროდუქტების ხვედრითი წილი საკმაოდ მაღალია და ზამთრის პერიოდში 70-80%-ს აღწევს. მაშინ, როცა ადგილობრივი წარმოების ხილით შესაძლებელია არა მარტო ადგილობრივი ბაზრის დაკმაყოფილება, არამედ მისი ექსპორტი, რაც ბუნებრივია, ეკონომიკური თვალსაზრისითაც გამართლებულია. ამასთან ნედლად შენახვის პროცესში დანაკარგები 25-39% აღწევს.

შემუშავებული იქნა საქართველოში ახალი ინტროდუცირებული ხილის: ატმის, ნექტარინის, ბლის და მსხლის ჯიშების ბიოქიმიურ-ფიზიოლოგიური გამოკვლევა და მათი შენახვისუნარიანობა. შესწავლილი იქნა კალციუმის ქლორიდის და ევკალიპტის ექსტრაქტის კომბინირებული პრეპარატის ოპტიმალური კონცენტრაცია და ექსპოზიცია ხილის შენახვის დროს. შესწავლილი იქნა ხილის შემდეგი ჯიშების (ბლის 3 ჯიში: კორდია, რეჯინა, სვით ჰარდი. ატმის 2 ჯიში: ფეიმტაიმი, ო- ჰენრი.

ნექტარინის 2ჯიში: მორსიანი, მაქსი-7, მსხლის „კონფერენსი“ და „სამარიობო“) შენახვის ვადები და ქიმიური შემადგენლობა შენახვის დროს და ბოლოს. ხილი ინახებოდა KAX -ას ტიპის მაცივრებში 0-10° C და 80-90% ფარდობითი ტენიანობის პირობაში.

დადგინდა, რომ კალციუმის ქლორიდის 2% და ევკალიპტის ექსტრაქტის 1 % კომბინირებული ხსნარის ეფექტურობა დამახასიათებელია, როგორც ატმის და ნექტარინის, ასევე ბლის და მსხლის ჯიშებისთვის. შემცირებულია, როგორც მასაში კლება, ასევე ფიტოპათოგენური სახის დანაკარგები შენახვის ბოლოს. განსაკუთრებით საუკეთესო შედეგები მიღებული იქნა ნექტარინის ჯიშებში და მსხლის ჯიშებში მათი 42 დღით შენახვის დროს.

9. Development and theoretical justification of new storage methods of some stone fruits".

The specific share of imported fruits and their processing products in the domestic market of the country is quite high and reaches 70-80% during winter. While with locally produced fruit it is possible not only to satisfy the local market, but also to export it, which is naturally also justified from the economic point of view. In addition, losses in the process of raw storage reach 25-39%.

A biochemical-physiological study of newly introduced fruits in Georgia: peach, nectarine, plum and pear varieties and their storability was developed. The optimal concentration and exposure of the combined preparation of calcium chloride and eucalyptus extract during fruit storage were studied.

The storage periods and chemical composition of the following fruit varieties (3 varieties of cherry: "Cordia", "Regina", "Sweet Hardy"; 2 varieties of peaches: "Feimtime", "O-Henry". 2 varieties of nectarines: "Morsian", "Maxi-7", "Conference" and "Samaribo" varieties of pears) were studied during and at the end of storage. Fruits were stored in KAX-type refrigerators at 0-10° C and 80-90% humidity.

The positive effect of the combination of 2% calcium chloride and 1% eucalyptus extract was found on the storability for both peach and nectarine as well as plum and pear varieties. Both weight loss and phytopathogenic losses at the end of storage are reduced. Especially the best results were obtained in nectarine varieties and pear varieties when they were stored for 42 days.

10. "ხილის გადამუშავების პროდუქტების კვებითი ღირებულების სრულყოფა ზოგიერთი კენკროვანი კულტურიდან მიღებული ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებებით".

თანამედროვე პირობებში კაცობრიობის წინაშე მდგარ ერთერთ ყველაზე აქტუალურ პრობლემას დედამიწის მოსახლეობის კვების პროდუქტებით უზრუნველყოფა წარმოადგენს.

შესწავლილია ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებებით მდიდარი ველურად მზარდი ზოგიერთი კენკროვანი (კუნელი, მოცხარი) მცენარეული ნედლეული და მათი გამოყენებით ზოგიერთი ხილის გადამამუშავების პროდუქტების კვებითი ღირებულების სრულყოფა. ასევე შესწავლილია მათი ტექნოლოგიური მაჩვენებლები. მიღებულია მოცემული კენკროვანი კულტურებიდან ბუნებრივი დანამატები.

მზა პროდუქციაში განისაზღვრა ძირითადი სტანდარტული ხარისხობრივი (ორგანოლექტიკური და ფიზიკურ-ქიმიური) მაჩვენებლები. ორგანოლექტიკური მაჩვენებლების შესწავლამ გვიჩვენა, რომ დანამატს ჰქონდა ერთგვაროვანი, ფხვიერი კონსისტენცია და შესაბამისი კენკრისათვის დამახასიათებელი გემო და სუნი. დამზადებული პროდუქცია აკმაყოფილებდა ანალოგიური სახის პროდუქციაზე მოქმედი ნორმატიული დოკუმენტის მოთხოვნებს.

დამზადდა სხვადასხვა სახის პროდუქცია (საკვლევი ნიმუშები): დასპირტული ნაყენი და მორსი -კუნელისა და მოცხარის სახეობებისაგან, ხოლო ცუკატი, სასმელი, კომპოტი, ჟელე, მურაბა, კონფიტიური, პექტინის ნამზადი და საკონდიტრო ნაწარმი (პასტილა) _ წითელი და შავი მოცხარისაგან.

10. Improving the nutritional value of fruit processing products with biologically active substances obtained from some berry crops".

One of the most urgent problems in the modern world is providing the population with food products.

Some wild berry (hawthorn, currant) plant raw materials, rich in biologically active substances, and the improvement of the nutritional value of some fruit processing products using them have been studied. Their technological indicators are also studied. Natural supplements are obtained from the given berry crops.

The main standard qualitative (organoleptic and physico-chemical) indicators were determined in the final product. The study of organoleptic indicators showed us that the supplement had a uniform, loose consistency and a characteristic taste and smell for the corresponding berries. The manufactured products are suitable for the requirements of the normative document applicable to similar products.

Different types of products (research samples) were made: alcoholic tincture and morsis - from hawthorn and currant species, and candied fruit, drink, compote, jelly, jam, confit, pectin products and confectionery (pastilla) - from red and black currant.

