

სსიპ შოთა რუსთაველის ეროვნულ სამეცნიერო ფონდს

გრანტის მიმღები წამყვანი ორგანიზაციის ხელმძღვანელის,  
არჩილ ფრანგიშვილი

(სახელი, გვარი)

მისამართი:

თბილისი, კოსტავას ქუჩა  
77

საკონტაქტო ტელეფონის ნომერი:

2 36 51 52

პროექტის სამეცნიერო  
ხელმძღვანელის,  
ლევან ნადარეიშვილი

(სახელი, გვარი)

მისამართი: თბილისი, ანტონოვსკაიას ქუჩა 9, ბინა 57

საკონტაქტო ტელეფონის ნომერი:

2 39 38

15

## გ ა ნ ც ხ ა დ ე ბ ა

წარმოგიდგენთ

გამოყენებითი კვლევებისათვის სახელმწიფო სამეცნიერო  
გრანტის #30/30

(მიუთითეთ კონკურსის სახელწოდება და ხელშეკრულების ნომერი)

საგრანტო  
პროექტის

ახალი ტიპის ფუნქციურად გრადიენტული პოლიმერული  
მასალების მიღება და მათ საფუძველზე ოპტიკური  
ელემენტების დამზადება

(საგრანტო პროექტის სახელწოდება)

საბოლოო ანგარიშს.

/გრანტის მიმღები წამყვანი ორგანიზაციის ხელმძღვანელის ხელმოწერა და  
ბეჭედი

/ \_\_\_\_\_

/პროექტის სამეცნიერო ხელმძღვანელის ხელმოწერა/ \_\_\_\_\_

თარიღი: 22. 05. 2015

## საბოლოო პროგრამული ანგარიში

### 1. ზოგადი ინფორმაცია

საგრანტო ხელშეკრულება №30/30

საანგარიშო პერიოდი № 24.04.2013 – 24.04.2015

საგრანტო პროექტის სახელწოდება	ახალი ტიპის ფუნქციურად გრადიენტული პოლიმერული მასალების მიღება და მათ საფუძველზე ოპტიკური ელემენტების დამზადება
საგრანტო პროექტის სამეცნიერო ხელმძღვანელი	ახალი ტიპის ფუნქციურად გრადიენტული პოლიმერული მასალების მიღება და მათ საფუძველზე ოპტიკური ელემენტების დამზადება
საგრანტო პროექტის მენეჯერი საკონტაქტო ინფორმაცია	
ბუღალტერი საკონტაქტო ინფორმაცია	ლ. კურახჩაშვილი
გრანტის მიმღები წამყვანი ორგანიზაცია	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
თანამონაწილე ორგანიზაცია	
საანგარიშო პერიოდის ვადები	24.აპრილი, 2013 – 24 აპრილი, 2015
საანგარიშო პერიოდით განსაზღვრული ტრანშის ოდენობა	206 400 (ორასექვსიათას ოთხასი) ლარი
გრანტის მთლიანი ოდენობა	206 400 (ორასექვსიათას ოთხასი) ლარი
საგრანტო პროექტის ხანგრძლივობა	24 თვე

გრანტის მიმღები წამყვანი ორგანიზაციის ხელმძღვანელის ხელმოწერა და ბეჭედი:

საგრანტო პროექტის ხელმძღვანელის ხელმოწერა:

თარიღი: 22.05. 2015

## 2. პროგრამული ანგარიში

#	დასახული ამოცანები	განხორციელებული ამოცანების მოკლე აღწერა	განხორციელებული ამოცანების შესრულების ამსახველი ანგარიშგების მასალების ნუსხა		ფაქტობრივად შესრულებული ამოცანების შესაბამისობა გეგმიურ ამოცანებთან. ამოცანების ნაწილობრივ შესრულების ან არშესრულების შემთხვევაში - მიზეზების განმარტება
			განხორციელებული ამოცანების შესრულების დამადასტურებელი დოკუმენტი/ანგარიშზე თანდართული მასალები	მასალები, რომლებიც ინახება ორგანიზაციაში	
1.	იხილე I, II, III და IV პერიოდების პროგრამული ანგარიშები	_იხილე I, II, III და IV პერიოდების პროგრამული ანგარიშები	იხილე I, II, III და IV პერიოდების პროგრამული ანგარიშები	იხილე I, II, III და IV პერიოდების პროგრამული ანგარიშები	იხილე I, II, III და IV პერიოდების პროგრამული ანგარიშები

## კვლევის შემაჯამებელი მოკლე ანგარიში

### 1. სამეცნიერო პროექტის მიზნები, ამოცანები და მიღწეული შედეგები ( მოცემულ გრაფაში მიუთითეთ განხორციელებული სამეცნიერო პროექტის მიზნები, ამოცანები და პროექტის განხორციელების შედეგები არაუმეტეს 2 გვერდისა)

პროექტის მიზანი იყო ახალი ტიპის ფუნქციურად გრადიენტული პოლიმერული მასალების მიღების ტექნოლოგიის შემუშავება და ამ მასალების საფუძველზე ოპტიკური ელემენტების დამზადება. პროექტის მეცნიერული საფუძველია პროექტის ავტორთა მიერ ჩამოვყალიბებული კონცეფცია თერმოპლასტიკური პოლიმერების ახალი სტრუქტურული მდგომარეობის - გრადიენტულად ორიენტირებული მდგომარეობის (გომ) შესახებ. შემუშავდა გრადიენტულად ორიენტირებული პოლიმერების - ახალი ტიპის ფუნქციურად გრადიენტული პოლიმერული მასალების მიღების ინოვაციური მეთოდი - მართვადი ერთდერძიანი გრადიენტული ორიენტაცია, რომელიც უზრუნველყოფს ფარდობითი წაგრძელების/ ორიენტაციის ხარისხის წინასწარ შერჩეულ განაწილებას ნიმუშის შერჩეულ უბანში. დაპროექტდა და დამზადდა გრადიენტული ზონური გაჭიმვის მანქანა, რომელსაც არ მოეპოვება ანალოგი. დავამზადეთ გრადიენტულად ორიენტირებული პოლიმერები (ფირების სახით) სამივე პარამეტრის წინასწარ შერჩეული მნიშვნელობებით. გრადიენტული ფირების ბაზაზე დამზადდა პროექტით დაგეგმილი ოპტიკური ელემენტები.

ჩვენ შევიმუშავეთ ახალი მოხერხებული პოლარიმეტრული მეთოდი ოპტიკური პოლიმერული მასალების, მათ შორის გრადიენტული პოლიმერული მასალების ნიმუშებში ორმაგისხივთტებისა და წრფივი დიქროიზმის განაწილების განსაზღვრისათვის „C” ტიპის პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული მესერის საფუძველზე, დიფრაგირებული კონების ინტენსიობების ფარდობის გაზომვის გზით, ნიმუშში გასული მონოქრომატული სინათლის კონის დიფრაქციისას პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიულ მესერზე. შემუშავდა თეორიული მოდელი და დამზადდა შესაბამისი დანადგარის ლაბორატორიული მოდელი. თეორიული მოდელის თანახმად, შესაძლებელი გახდა ორმაგი სხივთტებისა და წრფივი დიქროიზმის ცალ-ცალკე განსაზღვრა: ორმაგისხივთტების განსაზღვრისათვის გამოვიყენეთ სინათლის კონა ტალღის სიგრძით შთანთქმის ზოლის გარეთ, წრფივი დიქროიზმის განსაზღვრისათვის კი გამოვიყენეთ სინათლის კონა ტალღის სიგრძით, რომელიც მდებარეობს ფირის ქრომოფორის შთანთქმის ზოლში. ჩატარდა ნიმუშების ფართზე ორმაგისხივთტების და წრფივი დიქროიზმის განაწილების რაოდენობრივი განსაზღვრა სხვადასხვა გრადიენტული ორიენტაციის რეჟიმებისათვის.

გაჭიმული პოლიმერული ფირების საფუძველზე შეიქმნა სხვადასხვა ტიპის პოლარიზაციული ოპტიკური ელემენტები.

ორმაგისხივთტეხის ერთგვაროვანი განაწილების მქონე პოლივინილის სპირტის ფირების საფუძველზე მიღებული იქნა ფსევდოდეპოლარიზატორები. ჩვენ გამოვიყენეთ 30 მიკრონის სისქის ფირები, 100% თანაბარი გაჭიმვით  $90C^{\circ}$  -ზე და შემდგომი თანაბარი გაციებით. დეპოლარიზატორის ნიმუშებში გასული სინათლის სტოქსის პარამეტრების და პოლარიზაციის ხარისხის (DoP) რეალურ დროში განსასაზღვრავად შემუშავებულ იქნა დანადგარი ჩვენ მიერ შექმნილი პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ელემენტის საფუძველზე. განსაზღვრული იქნა ფსევდო დეპოლარიზატორის დეპოლარიზების უნარის დამოკიდებულება თანაბრად გაჭიმული პოლიმერული ფირების შრეების რაოდენობისაგან (6 ფენის შემთხვევაში მიღებულია DoP  $\approx 2\%$ ).

ერთდერძიან, გრადიენტულად ორიენტირებული პოლიმერული ფირების საფუძველზე მიღებული იქნა კომპენსატორების ანალოგიური ელემენტები. ამგვარ ფირებში აღიძვრება შესაბამისად ორმაგისხივთტეხის გრადიენტი. ორმაგისხივთტეხის ისეთი მნიშვნელობის მიღწევას, რომელიც შეესაბამება გამშუქებელი სინათლის ტალღის სიგრძის მთელი რიცხვის ტოლი სვლათა სხვაობას ჩვეულებრივ და არაჩვეულებრივ სხივებს შორის, ფირში აღიძვრება ინტერფერენციული ზოლები, რომელთა დამზერა შესაძლებელია შეჯვარებულ პოლარიზატორებს შორის.

ერთდერძიანი ორიენტირებული პოლიმერული ფირის საფუძველზე ჩვენ შევქმენით  $\lambda/4$  და  $\lambda/2$  ტალღური ფაზური ფირფიტების პოლიმერული ანალოგები. გამოყენეთ ფირების უბნები, რომლებიც გვადლევდნენ  $\pi/2$  ფაზათა სხვაობას სინათლისათვის ტალღის სიგრძით 635 ნმ, 532 ნმ და 473 ნმ. ასევე შერჩეული იყო ფირების ისეთი უბნები, რომლებიც იძლეოდნენ ფაზათა სხვაობას  $\pi$  -ს ამავე ტალღის სიგრძეებზე. ტალღის ეს სიგრძეები შერჩეული იყო როგორც ლაზერების გავრცელებული ტალღების სიგრძეები. ჩატარდა ჩვენ მიერ მიღებული და ქარხნის ფაზური ფირფიტების ხარისხის შედარება და მიღებულია ხარისხის კარგი დამთხვევა და უფრო მეტიც ზოგიერთ ჩვენ მიერ მიღებულ ფირფიტებს აქვთ უკეთესი მახასიათებლები ქარხნულთან შედარებით.

დიქროიზმის და ორმაგისხივთტეხის გრადიენტის მქონე ამრეკლი ელემენტების მისაღებად ჩვენ გამოვიყენეთ ორიენტირებული პოლივინილის ფირები შესაბამისი სისქის, წრფივი დიქროიზმის და ორმაგისხივთტეხის სიდიდეებით, რომლებიც თავსდებოდა სპეციალური მეტალიზირებული, ამრეკლავი პოლიმერული ფირის ზედაპირზე. ამგვარად, მიღებული იქნა დიქროიდული ამრეკლი ნახევარტალღოვანი და მეოთხედტალღოვანი ფაზური ფირფიტები, ასევე ამრეკლი კომპენსატორი ორმაგისხივთტეხის გრადიენტული განაწილებით.

ულტრაბგერის მდგარი ტალღის საშუალებით თხევადი პოლიმერიზებად მასალაში ჩაწერილი იქნა სტაბილური და დინამიური ანიზოტროპული პროფილის დიფრაქციული მესერები და განსაზღვრული იქნა მათი მახასიათებლები.

პოლარიზაციული ოპტიკური ელემენტების შექმნა გაჭიმული პოლიმერული ფირების საფუძველზე ქმნის რეალურ პერსპექტივას შეიცვალოს ძვირად ღირებული კრისტალური მცირე აპერტურის მქონე პოლარიზაციული ოპტიკური ელემენტები იაფი, ნებისმიერი დიდი აპერტურის მქონე პოლიმერული ფირის ელემენტებით.

## 2. მივლინება

### 2.1 პროექტის ფარგლებში განხორციელებული მივლინება ქვეყნის შიგნით

№	პერიოდი	მივლინების ადგილი	ამსახველი მასალა	შემსრულებელი
1	-	-	-	-

### 2.2 პროექტის ფარგლებში განხორციელებული მივლინება ქვეყნის გარეთ

№	პერიოდი	მივლინების ადგილი	ამსახველი მასალა	შემსრულებელი
1	20.02.2015 – -28.02.2015	ქ. პარიზი, საფრანგეთი	მგზავრობის ბილეთები; სასტუმროში ცხოვრების დამადასტურებელი ქვითარი	ლევან ნადარეიშვილი
2	20.02.2015 – -28.02.2015	ქ. პარიზი, საფრანგეთი	მგზავრობის ბილეთები; სასტუმროში ცხოვრების დამადასტურებელი ქვითარი	ზარზარა კილოსანიძე

### 3. პუბლიკაცია

3.1 პროექტის ფარგლებში საერთაშორისო რეფერირებად, რეცენზირებად სამეცნიერო ჟურნალებში გამოქვეყნებული შრომები

№	თარიღი	ნაშრომის სახელწოდება	ჟურნალის სახელწოდება	გამომცემლობა	შემსრულებელი
1	2015	Graded Orientation of the Linear Polymers.	<b>International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial and Mechatronics Engineering, 2015, Vol. 9, No. 2, p. 251-256.</b>	ელექტრონული ჟურნალი.	Levan Nadareishvili, Roland Bakuradze, Barbara Kilosanidze, Nona Topuridze, Liana Sharashidze, Ineza Pavlenishvili.
2	2015	New Method for Determining the Distribution of Birefringence and Linear Dichroism in Polymer Materials Based on Polarization-Holographic Grating.	<b>International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial and Mechatronics Engineering, 2015, Vol. 9, No. 2, p. 257-261.</b>	ელექტრონული ჟურნალი	Barbara Kilosanidze, George Kakauridze, Levan Nadareishvili, Yiru Msveneradze.
3	2015	Gradually Oriented State of the Linear Polymers.	<b>High-Performance Polymers for Engineering-Based Composites. Section 1. Applications of Polymer Chemistry and Promising Technologies. Ed. O.</b>	Apple Academic Press, Inc. USA.	Levan Nadareishvili, Roland Bakuradze, Nona Topuridze, Liana Sharashidze, Inesa Pavlenishvili.



			Mukbaniani, M. Abadie, T. Tatrishvili.		
4	2015	Method of Obtaining of Gradually Oriented Polymer Films.	<b>High-Performance Polymers for Engineering-Based Composites. Section 1. Applications of Polymer Chemistry and Promising Technologies.</b> Ed. O. Mukbaniani, M. Abadie, T. Tatrishvili.	Apple Academic Press, Inc. USA.	L. Nadareishvili, R. Bakuradze, N. Topuridze, L. Sharashidze, I. Pavlenishvili.

3.2 პროექტის ფარგლებში ადგილობრივ რეფერირებად, რეცენზირებად სამეცნიერო ჟურნალებში გამოქვეყნებული შრომები

№	თარიღი	ნაშრომის სახელწოდება	ჟურნალის სახელწოდება	გამომცემლობა	შემსრულებელი
1	2014	Some Regularities of Linear Polymer's Oriented State Formation.	<b>Georgia Chemical Journal. 2014, Vol. 14, No. 1, p. 48-55.</b>	„უნივერსალი“. თბილისი, 0179, ი. ჭავჭავაძის გამზ. 19	L. Nadareishvili, R. Bakuradze, N. Topuridze, L. Sharashidze, I. Pavlenishvili.

3.3 პროექტის ფარგლებში საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის სრულ მოხსენებათა კრებულებში გამოქვეყნებული შრომები

№	თარიღი	ნაშრომის სახელწოდება	სამეცნიერო კონფერენციის სახელწოდება	გამომცემლობა	შემსრულებელი
1	2015	Graded Orientation of the Linear Polymers.	<b>XIII International Conference on Polymers 23-24 February, 2015, Paris</b>	International Science Index. WASET.org. pp.1352-1357	Levan Nadareishvili, Roland Bakuradze, Barbara Kilosanidze, Nona Topuridze, Liana Sharashidze, Ineza Pavlenishvili.
2		New Method for Determining the Distribution of Birefringence and Linear Dichroism in Polymer Materials Based on Polarization-Holographic Grating.	<b>XIII International Conference on Polymers 23-24 February, 2015, Paris</b>	International Science Index. WASET.org. pp.1340-1344	Barbara Kilosanidze, George Kakauridze, Levan Nadareishvili, Yiru Msveneradze.

3.4 პროექტის ფარგლებში ადგილობრივ სამეცნიერო კონფერენციის სრულ მოხსენებათა კრებულებში გამოქვეყნებული შრომები

№	თარიღი	ნაშრომის სახელწოდება	სამეცნიერო კონფერენციის სახელწოდება	გამომცემლობა	შემსრულებელი
-	-	-	-	-	-

3.5 პროექტის ფარგლებში გამოქვეყნებული წიგნები, მონოგრაფიები, ბროშურები

№	თარიღი	ნაშრომის სახელწოდება	გამომცემლობა	შემსრულებელი
1	-	-	-	-

3.6 პროექტის ფარგლებში გამოსაქვეყნებლად გადაცემული სტატიები ან გამოსაქვეყნებლად მომზადებული სტატიები

№	თარიღი	ნაშრომის სახელწოდება	ჟურნალის სახელწოდება	გამომცემლობა	შემსრულებელი
1	-	-	-	-	-

### 3.7 პროექტის ფარგლებში მიღებული პატენტი

№	თარიღი	პატენტის სახელწოდება	გამოყენების სფერო
1	2016 -	<b>GE P 2016 6509 B</b> ნადარეიშვილის მოწყობილობა პოლიმერული ნიმუშების გასაჭიმად	პოლიმერების მექანიკური მახასიათებლების განსაზღვრა. ორიენტირებული პოლიმერული და კომპოზიციური მასალების მიღება -

### 3.8 პროექტის ფარგლებში მომზადებული პროდუქტი (ელექტრონული, ვებგვერდი, კომპაქტდისკი და სხვ.)

№	ამსახველი მასალა	შემსრულებელი
1	-	-

\* ვებ-გვერდის არსებობის შემთხვევაში მიუთითეთ ელექტრონული მისამართი.

## 4. კონფერენციები, სემინარები, პრეზენტაციები

### 4.1 პროექტის ფარგლებში საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციებში/სემინარებში მონაწილეობა ან მათი ორგანიზება

№	თარიღი	კონფერენციის, სემინარის დასახელება	მოხსენების სათაური	შემსრულებელი და მისი როლი	ჩატარების ადგილი
1	23-24 თებერვალი, 2015	<b>XIII International Conference on Polymers</b>	Graded Orientation of the Linear Polymers.	ლ. ნადარეიშვილი, მომხსენებელი	ქ. პარიზი, საფრანგეთი

2	23-24 თებერვალი, 2015	<b>XIII International Conference on Polymers</b>	New Method for Determining the Distribution of Birefringence and Linear Dichroism in Polymer Materials Based on Polarization-Holographic Grating.	ბ. კილოსანიძე	ქ. პარიზი, საფრანგეთი
---	--------------------------	--	---	---------------	-----------------------

4.2 პროექტის ფარგლებში ადგილობრივი სამეცნიერო კონფერენციებში/სემინარებში მონაწილეობა ან მათი ორგანიზება.

№	თარიღი	კონფერენციის, სემინარის დასახელება	მოხსენების სათაური	შემსრულებელი და მისი როლი	ჩატარების ადგილი
1	1-4 September, 2013	<b>Third International Caucasian Symposium on Polymers &amp; Advanced Materials</b>	Gradually Oriented State of Polymers	L. Nadareishvili (speaker), R. Bakuradze, N. Topuridze, L. Sharashidze, I. Pavlenishvili.	Tbilisi, Georgia
2	1-4 September, 2013	<b>Third International Caucasian Symposium on Polymers &amp; Advanced Materials</b>	New Method of Obtaining of Gradually Oriented Polymeric Films	L. Nadareishvili (speaker), R. Bakuradze, N. Topuridze, L. Sharashidze	Tbilisi, Georgia

4.3 პროექტის ფარგლებში განხორციელებული სადემონსტრაციო დღე./პრეზენტაცია

№	თარიღი	ჩასატარებელი აქტივობის დასახელება	შემსრულებელი და მისი როლი	ჩატარების ადგილი
---	--------	-----------------------------------	---------------------------	------------------

1	24 აპრილი, 2014	შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის 30/30 გრანტის ფარგლებში I და II პერიოდში მიღებული შედეგების პრეზენტაცია.	მომხსენებლები: ლევან ნადარეიშვილი (პროექტის ხელმძღვანელი); ბარბარა კილოსანიძე (შემსრულებელი)	ქ.თბილისი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ვ.ჭავჭავანიძის სახ. კიბერნეტიკის ინსტიტუტი
2	24 აპრილი, 2015	შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის 30/30 გრანტის ფარგლებში მიღებული შედეგების პრეზენტაცია.	მომხსენებლები: ლევან ნადარეიშვილი (პროექტის ხელმძღვანელი); გიორგი კაკაურიძე (შემსრულებელი)	ქ.თბილისი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ვ.ჭავჭავანიძის სახ. კიბერნეტიკის ინსტიტუტი

პროექტის სამეცნიერო ხელმძღვანელი ლევან ნადარეიშვილი	წამყვანი ორგანიზაციის ხელმძღვანელი არჩილ ფრანგიშვილი
--	---

თარიღი 22. 05. 2015



საგრანტო პროექტის ხელშეკრულების ნომერი - 30/30

პროექტის ხელმძღვანელის სახელი და გვარი - ლევან ნადარეიშვილი  
წამყვანი ორგანიზაცია - საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ვლ.ჭავჭავაძის სახ.  
კიბერნეტიკის ინსტიტუტი

1. პროექტის განხორციელების ( მიმდინარეობის) მოკლე აღწერა:

შემუშავდა ახალი ტიპის ფუნქციურად გრადიენტული პოლიმერული მასალების მიღების ინოვაციური მეთოდი - მართვადი ერთღერძიანი გრადიენტული ორიენტაცია, რომელიც უზრუნველყოფს ფარდობითი წაგრძელების/ ორიენტაციის ხარისხის წინასწარ შერჩეულ განაწილებას ნიმუშის შერჩეულ უბანში. გრადიენტული ორიენტაცია განხორციელდა ორი გზით: იზოტროპულ ნიმუშზე შერჩეული არაჰომოგენურობის მქონე მექანიკური ველის მოქმედებით და გრადიენტული ზონური გაჭიმვით. დაპროექტდა და დამზადდა გრადიენტული ზონური გაჭიმვის მანქანა, რომელსაც არ მოეპოვება ანალოგი. დავამზადეთ გრადიენტულად ორიენტირებული პოლიმერები (ფირების სახით) სამივე პარამეტრის წინასწარ შერჩეული მნიშვნელობებით. გრადიენტული ფირების ბაზაზე დამზადდა პროექტით დაგეგმილი ოპტიკური ელემენტები. შევიმუშავეთ ახალი პოლარიმეტრული მეთოდი ოპტიკური პოლიმერული მასალების, მათ შორის გრადიენტული პოლიმერული მასალების ნიმუშებში ორმაგისხივთტებისა და წრფივი დიქროიზმის განაწილების განსაზღვრისათვის. დამზადდა შესაბამისი დანადგარის ლაბორატორიული მოდელი. ჩატარდა ნიმუშების ფართზე ორმაგი სხივტების და წრფივი დიქროიზმის განაწილების რაოდენობრივი განსაზღვრა სხვადასხვა გრადიენტული ორიენტაციის რეჟიმებისათვის. გაჭიმული პოლიმერული ფირების საფუძველზე შეიქმნა სხვადასხვა ტიპის პოლარიზაციული ოპტიკური ელემენტები. ორმაგისხივთტების ერთგვაროვანი განაწილების მქონე პოლივინილის სპირტის ფირების საფუძველზე მიღებული იქნა ფსედოდეპოლარიზატორები. დეპოლარიზატორის ნიმუშებში გასული სინათლის სტოქსის პარამეტრების და პოლარიზაციის ხარისხის რეალურ დროში განსაზღვრავად შემუშავებულ იქნა დანადგარი ჩვენ მიერ შექმნილი პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ელემენტის საფუძველზე. განსაზღვრული იქნა ფსევდოდეპოლარიზატორის დეპოლარიზების უნარის დამოკიდებულება თანაბრად გაჭიმული პოლიმერული ფირების შრეების რაოდენობისაგან. ერთღერძიან გრადიენტულად ორიენტირებული პოლიმერული ფირების საფუძველზე მიღებული იქნა კომპენსატორების ანალოგიური ელემენტები. ერთღერძიანი ორიენტირებული პოლიმერული ფირის საფუძველზე ჩვენ შევქმენით  $\lambda/4$  და  $\lambda/2$  ტალღური ფაზური ფირფიტების პოლიმერული ანალოგები. ჩატარდა ჩვენ მიერ მიღებული და ქარხნის ფაზური ფირფიტების ხარისხის შედარება და მიღებულია ხარისხის კარგი დამთხვევა და უფრო მეტიც ზოგიერთ ჩვენ მიერ მიღებულ ფირფიტებს აქვთ უკეთესი მახასიათებლები ქარხნულთან შედარებით. დიქროიზმის და ორმაგისხივთტების გრადიენტის მქონე ამრეკლი ელემენტების მისაღებად



გამოვიყენეთ ორიენტირებული პოლივინილის ფირები შესაბამისი სისქის, წრფივი დიქროიზმის და ორმაგისხივთტების სიდიდებით, რომლებიც თავსდება სპეციალური მეტალიზირებული, ამრეკლავი პოლიმერული ფირის ზედაპირზე. ამგვარად, მიღებული იქნა დიქროიდული ამრეკლი ნახევარტალღოვანი და მეოთხედალღოვანი ფაზური ფირფითები, ასევე ამრეკლი კომპლესატორი ორმაგისხივთტების გრადიენტული განაწილებით. ულტრაბგერის მდგარი ტალღის საშუალებით თხევადი პოლიმერიზებად მასალაში ჩაწერილი იქნა სტაბილური და დინამიური ანიზოტროპული პროფილის დიფრაქციული მესერები და განსაზღვრული იქნა მათი მახასიათებლები.

კვლევის შედეგები წარდგენილ იქნა ოთხ საერთაშორისო კონფერენციაზე და გამოქვეყნდა ხუთი სამეცნიერო სტატიის სახით. შეტანილია ერთი განაცხადი გამოგონებაზე (2016 წელს მიღებულ იქნა პატენტი გამოგონებაზე).

პოლარიზაციული ოპტიკური ელემენტების შექმნა გაჭიმული პოლიმერული ფირების საფუძველზე ქმნის რეალურ პერსპექტივას შეიცვალოს ძვირად ღირებული კრისტალური მცირე აპერტურის მქონე პოლარიზაციული ოპტიკური ელემენტები იაფი, ნებისმიერი დიდი აპერტურის მქონე პოლიმერული ფირის ელემენტებით.

## 2. პროექტის შედეგი და ეფექტი:

პროექტის განხორციელებით მიღებული ძირითადი შედეგებია:

- შემუშავდა ფუნქციურად გრადიენტული პოლიმერული მასალების მიღების ინოვაციური მეთოდი - მართვადი ერთღერძიანი გრადიენტული ორიენტაცია;
- გრადიენტული ორიენტაცია ხორციელდება ორი ტექნიკური მიდგომით: იზოტროპულ ნიმუშზე შერჩეული არაჰომოგენურობის მქონე მექანიკური ველის მოქმედება და გრადიენტული ზონური გაჭიმვა.
- მართვადი გრადიენტული ორიენტაციით მიღებულია ახალი ტიპის ფუნქციურად გრადიენტული პოლიმერული მასალები სამივე პარამეტრის (ორიენტაციის ხარისხის/ფარდობითი წაგრძელების ცვლილების დიაპაზონი, განფენილობა და პროფილი) წინასწარ შერჩეული მნიშვნელობებით;
- დაპროექტდა და დამზადდა გრადიენტული ზონური გაჭიმვის მანქანა;
- დამზადდა გრადიენტულად ორიენტირებული პოლიმერები (ფირების სახით) სამივე პარამეტრის წინასწარ შერჩეული მნიშვნელობებით;
- შემუშავდა ახალი პოლარიმეტრული მეთოდი ოპტიკური პოლიმერული მასალების, მათ შორის გრადიენტული პოლიმერული მასალების ნიმუშებში ორმაგისხივთტებისა და წრფივი დიქროიზმის განაწილების განსაზღვრისათვის;
- დამზადდა შესაბამისი დანადგარის ლაბორატორიული მოდელი;
- ორიენტირებული პოლიმერული ფირების საფუძველზე შეიქმნა სხვადასხვა ტიპის პოლარიზაციული ოპტიკური ელემენტები.
- ორმაგისხივთტების ერთგვაროვანი განაწილების მქონე პოლივინილის სპირტის ფირების საფუძველზე მიღებული იქნა ფსევდოდეპოლარიზატორები.

- დეპოლარიზატორის ნიმუშებში გასული სინათლის სტოქსის პარამეტრების და პოლარიზაციის ხარისხის რეალურ დროში განსასაზღვრავად შემუშავებულ იქნა დანადგარი ჩვენ მიერ შექმნილი პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ელემენტის საფუძველზე.
- განსაზღვრული იქნა ფსევდო დეპოლარიზატორის დეპოლარიზების უნარის დამოკიდებულება თანაბრად გაჭიმული პოლიმერული ფირების შრეების რაოდენობისაგან.
- ერთლერძიან გრადიენტულად ორიენტირებული პოლიმერული ფირების საფუძველზე მიღებული იქნა კომპენსატორების ანალოგიური ელემენტები.
- ერთლერძიანი ორიენტირებული პოლიმერული ფირის საფუძველზე დამზადდა  $\lambda/4$  და  $\lambda/2$  ტალღური ფაზური ფირფიტების პოლიმერული ანალოგები.
- ჩატარდა ჩვენ მიერ მიღებული და ქარხნული ფაზური ფირფიტების ხარისხის შედარება. დადგინდა ხარისხის კარგი დამთხვევა, ხოლო რიგ შემთხვევებში ჩვენ მიერ მიღებული პროდუქციის უპირატესობა;
- მიღებული იქნა დიქროიდული ამრეკლი ნახევარტალღოვანი და მეოთხედტალღოვანი ფაზური ფირფიტები და ამრეკლი კომპენსატორი ორმაგისხივთების გრადიენტული განაწილებით;
- ულტრაბგერის მდგარი ტალღის საშუალებით თხევადი პოლიმერიზებად მასალაში ჩაწერილი იქნა სტაბილური და დინამიური ანიზოტროპული პროფილის დიფრაქციული მესერები და განსაზღვრული იქნა მათი მახასიათებლები.  
გრადიენტული ზონური გაჭიმვის მოწყობილობით უნივერსალური სტანდარტული გამოსაცდელი მანქანების აღჭურვა არსებითად გააფართოებს მათ ფუნქციურ შესაძლებლობებს, რაც იძლევა კვლევის შედეგების კომერციალიზაციის შესაძლებლობას.
- პოლარიზაციული ოპტიკური ელემენტების შექმნა ორიენტირებული პოლიმერული ფირების საფუძველზე ქმნის რეალურ პერსპექტივას შეიცვალოს ძვირად ღირებული კრისტალური მცირე აპერტურის მქონე პოლარიზაციული ოპტიკური ელემენტები იაფი, ნებისმიერი დიდი აპერტურის მქონე პოლიმერული ფირის ელემენტებით.

### 3. განხორციელებული პროექტის გავლენა მიმართულების სფეროზე ან მის განვითარებაზე:

ფუნქციურად გრადიენტული პოლიმერული მასალების მიღების ინოვაციური მეთოდის შემუშავება - მართვადი ერთლერძიანი გრადიენტული ორიენტაციის ტექნიკური გადაწყვეტა - უნიკალური მეცნიერული და ტექნოლოგიური შედეგია. გრადიენტული ორიენტაციის მეთოდი ემყარება ზოგადად ხაზობრივი პოლიმერების იძულებითი მაღალელასტიურობის თვისებას. ამიტომ იგი არ იფარგლება საწყის ნივთიერებათა ვიწრო ასორტიმენტით. შემოთავაზებული მეთოდით ინდივიდუალური პოლიმერებისთვის მიიღწევა მასალის სტრუქტურის გრადიენტი - ანუ ორიენტაციის ხარისხის გრადიენტი, ხოლო პოლიმერული კომპოზიტების

შემთხვევაში ქიმიური შედგენილობის გრადიენტი. ეს იძლევა ახალი ფუნქციურად გრადიენტული მასალების დამზადების უაღრესად ფართო შესაძლებლობებს არამარტო ოპტიკური, არამედ პრაქტიკულად ნებისმიერი თვისების გრადიენტით (ელექტრული, მაგნიტური, აკუსტიკური, მექანიკური, თერმული, სორბციული და ა.შ.). ზემოთ აღნიშნულის საფუძველზე მიგვაჩნია, რომ მართვადი ერთდერძიანი გრადიენტული ორიენტაციის მეთოდი იმპულსს მისცემს კვლევების ახალი მიმართულებების ჩამოყალიბებას და მნიშვნელოვნად გააართოვებს გრადიენტული მასალათმცოდნეობის კვლევის არეალს.

პროექტის ხელმძღვანელი : ლევან ნადარეიშვილი

(სახელი და გვარი)