

**ვლადიმერ ჭავჭავანიძის სახელობის  
კიბერნეტიკის ინსტიტუტი**

**2018 წელს გაწეული სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობის ანგარიში**

სსიპ სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულების (ინსტიტუტის/ცენტრის) ან უნივერსიტეტთან არსებული დამოუკიდებელი სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულების (ინსტიტუტის/ ცენტრის) დასახელება:

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ვლადიმერ ჭავჭავანიძის სახელობის კიბერნეტიკის ინსტიტუტი

**1. სამეცნიერო პუბლიკაციები იმპაქტ-ფაქტორიან გამოცემებში:**

№	პუბლიკაციის ავტორი/ავტორები	ჟურნალი, ტომი, გვერდი	პუბლიკაციის დიგიტალური საიდენტიფიკაციო კოდი DOI
1	G. Donadze	Proceedings-Mathematical Sciences Vol 6 (2018)	<a href="https://doi.org/10.1007/s12044-018-0386-3">https://doi.org/10.1007/s12044-018-0386-3</a>
2	G. Donadze, T. Van der Linden	Journal of Homotopy and Related Structures	<a href="https://doi.org/10.1007/s40062-018-0225-3">https://doi.org/10.1007/s40062-018-0225-3</a>
3	George Jandieri, Akira Ishimaru, Banmali Rawat, Vladimir Gavrilenko, Oleg Kharshiladze	Progress in Electromagnetic Research C, vol. 84, p. 11-22, 2018	doi:10.2528/PIERC18030602
4	M. Mania and R. Tevzadze	Transactions of A. Razmadze Mathematical Institute, v.172, 3,429-439.	doi.org/10.1016/j.trmi.2018.08.003
5	B.Partsvania, T.Sulaberidze, A.Khuskivadze	Journal of Medical Biomedical And Applied Sciences. 6, 32-35	DOI: <a href="https://doi.org/10.15520/jmbas.v6i4.104">https://doi.org/10.15520/jmbas.v6i4.104</a>
6	ბ. ფარცვანია, გ. ქოჩიაშვილი, ა. ხუსკივაძე	Journal of Clinical and Experimental Oncology. 7. 35-42	10.4172/2324-9110.100020
7	J. MARKHULIA, SH. KEKUTIA, N. MITSKEVICH, V. MIKELASHVILI, L. SANEBLIDZE, N. LELADZE, Z. JABUA, L. SACARESCU, M. KRIECHBAUM, L. ALMÁSY.	Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures Vol.13, No.4, October-December 2018, p. 1081-1090.	<a href="http://www.chalcogen.ro/1081_MarkhuliaJ.pdf">http://www.chalcogen.ro/1081_MarkhuliaJ.pdf</a>
8	N.G. Margiani, G.A. Mumladze, Z.A. Adamia, A.S. Kuzanyan, V.V.	Physica C, Volume 548, 15 May 2018, pp. 86-89	<a href="https://doi.org/10.1016/j.physc.2018.02.025">https://doi.org/10.1016/j.physc.2018.02.025</a>

	Zhgamadze		
9	Di Nola. A., Grigolia. R., Lenzi. G	SOFT COMPUTING 1-7	<a href="https://doi.org/10.1007/s00500-018-3166-1">https://doi.org/10.1007/s00500-018-3166-1</a>
10	Gia Petriashvili, Lali Devadze, Andro Chanishvili, Cisana Zurabishvili, Nino Sepashvili, Nino Ponjavidze, Maria P. De Santo, and Riccardo Barberi.	Optical Materials Express Vol. 8, Issue 12, pp. 3708-3716, 2018	<a href="https://doi.org/10.1364/OME.8.003708">org/10.1364/OME.8.003708</a>
11	Gia Petriashvili, Mauro Daniel Luigi Bruno, Maria Penelope De Santo and Riccardo Barberi	Beilstein J. Nanotechnol. 9, 379–383, 2018	10.3762/bjnano.9.37
12	A.Chanishvili, N. Ponjavidze, G. Petriashvili, G. Chilaya, A. Jullien, U. Bortolozzo and S. Residori	De Gruyter Opt. Data Process. Storage, №4, pp.1-7, 2018.	DOI: <a href="https://doi.org/10.1515/odps-2018-0001">https://doi.org/10.1515/odps-2018-0001</a>
13	Zurab Vakhtang Wardosanidze <sup>1,2,*</sup> , Vladimir Andro Kuchukhidze <sup>3</sup> , Giorgi Levan Archuadze <sup>4</sup> , Anzor Georgi Inalishvili <sup>5</sup>	American Journal of Materials Research, Vol.5, No. 1, Publication Date: Feb. 12, 2018, Page: 1-4.	ISSN: 2375-3919
14	Zurab V. Wardosanidze	Asian Journal of Science and Technology Vol. 09, Issue, 10, pp. 8949-8954, October, 2018	ISSN: 0976-3376
15	Irakli Chaganava, Barbara Kilosanidze, George Kakauridze, Luis Oriol, Milagros Piñol, Alfredo Martinez-Felipe	„Induction of the vector polyphotochromism in side-chain azopolymers.” Journal of Photochemistry and Photobiology. A, Chemistry Elsevier, 354, 70–77 (2018).	<a href="https://doi.org/10.1016/j.jphotochem.2017.09.067">https://doi.org/10.1016/j.jphotochem.2017.09.067</a>
16	Barbara Kilosanidze, George Kakauridze, Irine Kobulashvili	“Pattern recognition based on analysis of the summary ellipse polarization state in the Fraunhofer diffraction region.” SPIE Proceedings, vol.10679, 10679-76 (2018).	<a href="https://doi.org/10.1117/12.2315376">https://doi.org/10.1117/12.2315376</a>
17	Miao Jiang, Hao Yu, Xiayu Feng, Yubing Guo, Irakli Chaganava, Taras Turiv, Oleg D. Lavrentovich, Qi-Huo Wei	„Liquid Crystal Pancharatnam–Berry Micro-Optical Elements for Laser Beam Shaping,” Advanced Optical Materials, p.1800961(2018).	<a href="https://doi.org/10.1002/adom.201800961">https://doi.org/10.1002/adom.201800961</a>
18	Irakli Chaganava, Roin Chedia,	“Study of the photoanisotropic properties of polarization-	<a href="https://doi.org/10.1117/12.2324568">https://doi.org/10.1117/12.2324568</a>

	Qi-Huo Wei	sensitive compositions based on organic chromophore salts with various alkali metals,“ Optical Manufacturing and Testing XII, SPIE Proceedings Volume 10742, p. 107421K (2018)	
19	В. И. Тарасашвили, С. С. Петрова, А. Л. Пурцеладзе, В. Г. Шавердова, Н. З. Оболашвили.	“Поляризационная память в фотоанизотропных средах для голографии на базе битуминозных материалов,” Оптика и спектроскопия, том 125, вып 4, с. 535-540 (2018)	DOI: 10.21883/OS.2018.10.46707.18-18
20	George Kakauridze, Barbara Kilosanidze, Teimuraz Kvernadze, Giorgi Kurkhuli	"Astropolarimetry with a new Polarization-holographic Imaging Stokes Polarimeter," Journal of Astronomical Telescopes, Instruments, and Systems (JATIS, ID#18052, under review), (2018).	
21	Barbara Kilosanidze, George Kakauridze, Irine Kobulashvili	”Photoanisotropic-copies-based pattern recognition system.” Applied Optics (ID#349989, under review), (2018).	
22	J. Maisuradze, L. Devadze, Sh. Akhobadze, Zh. Urcukhishvili, N. Sepashvili.	Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences, 2018, vol.12, N1 , pg. 64-69.	
23	Teimuraz Tsabadze, Archil Prangishvili	WSEAS Transactions on Mathematics V. 17, 2018, Art. #49, pp. 404-410	ISSN / E-ISSN: 1109-2769 / 2224-2880

## 2. სხვა პუბლიკაციები:

№	პუბლიკაციის ავტორი/ავტორები	ჟურნალი, ტომი, გვერდი	პუბლიკაციის დიგიტალური საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN
1	ნ. ფოკინა, ე. ხალვაში, მ. ელიზბარაშვილი	ქართული ელექტრონული სამეცნიერო ჟურნალი (ქესე): ფიზიკა, 2018, No. 1 (19), გვ. 86-96	ISSN 1512-1461 (იმფაქტ ფაქტორი: 0,6363 2013 წ.)
2	Gia Sirbiladze, Bezhan Ghvaberidze, Bidzina Matsaberidze, Guram	Bulleten of the Georgian Nacional Academy of Sciences .vol. 12, no. 1 ,	ISSN-0132-1447

	Mgeladze, George Bolotashvili, Zurab Modebadze.	45-53, 2018.	
3	G.Giorgadze, G.Khimshiashvili	Proc.I.Vekua Institute of Appl. Math. Vol.68, pp.8 -21, 2018	ISSN 1512-004X
4	V.Jikia	Proc.I.Vekua Institute of Appl. Math. Vol.68, pp.26-30, 2018	ISSN 1512-004X
5	ბ. ფარცვანია, ახუსკივაძე	კობოს კვლევის და თერაპიის მსოფლიო კონფერენცია, ვენეცია, იტალია, 06-07 სექტემბერი 2018.	Global Conference on Cancer Research & Therapy (GCCRT- 2018)
6	A.Jishiashvili, Z.Shiolashvili, N. Makhatadze, D.Jishiashvili, D.Kanchaveli, D. Sukhanov	Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures Vol. 13, No. 2, April-June 2018, pp. 535 - 542	ISSN: 1842-3582
7	D. Jishiashvili, A. Chirakadze, Z. Shiolashvili, N. Makhatadze, A. Jishiashvili, D. Kanchaveli, D. Sukhanov, V. Gobronidze	Journal of Low Dimensional Systems, 2018, v. 2 (1), pp.23-27.	ISSN 2308-068X
8	A. Chirakadze, D. Jishiashvili, Z. Buachidze, K. Gorgadze, Z. Shiolashvili, A. Jishiashvili, N. Mitagvaria, I. Lazrshvili.	Journal of Low Dimensional Systems, 2018, v. 2 (1), pp. 8-22.	ISSN 2308-068X
9	D. Jishiashvili, Z. Shiolashvili, A. Chirakadze, N. Makhatadze, V. Gobronidze, A. Jishiashvili, K. Gorgadze, D.Kanchaveli	NanoStudies, 2018, 14, pp. 36-39.	ISSN 1987-8826
10	N. G. Margiani, I. G. Kvartskhava, G. A. Mumladze, Z. A. Adamia	International Journal of Electrical and Computer Engineering, vol.12, pp.766-769	<a href="https://waset.org/publications/10009699/influence-of-sr-bo2-2-doping-on-superconducting-properties-of-bi-pb-2223-phase">https://waset.org/publications/10009699/influence-of-sr-bo2-2-doping-on-superconducting-properties-of-bi-pb-2223-phase</a>
11	Margiani N.G., Adamia Z.A., Mumladze G.A., Kvartskhava I.G	Materials: Intenational Scientific conference for the Actual Issues of	<a href="https://sdu.edu.az/en/announcements/83">https://sdu.edu.az/en/announcements/83</a>

		Applied Physics and Energy, pp.125-127	
12	Tariel Ebralidze, Nadia Ebralidze, Giorgi Mumladze	Journal of Modern Technology & Engineering, vol.3, N2	<a href="http://jomardpublishing.com/journals.aspx?lang=en&amp;id=1&amp;menu=8&amp;info=Journal%20of%20Modern%20Technology%20and%20Engineering%20/%20Editorial%20Board">http://jomardpublishing.com/journals.aspx?lang=en&amp;id=1&amp;menu=8&amp;info=Journal%20of%20Modern%20Technology%20and%20Engineering%20/%20Editorial%20Board</a>
13	ნ. ტყემალაძე, ვ. ჯიხვაჭილი, მ. ქურიძე, ტ. გავრილენკო, გ. მამულაშვილი.	მეცნიერება და ტექნოლოგიები. 1(727)–2018. 9–13.	ISSN 0130-7061
14	Laperashvili T.A., Kvitsiani O.R. and Lapherashvili D.L.	Georgian Engineering News, vol.85, No 1, pp.34-38	Fabrication of the nanostructured InP layer on GaP surface
15	თინათინ ლაფერაშვილი, ორესტ კვიციანი	მეცნიერება და ტექნოლოგიები 2018 N 2, გვ.33-45	ფოტო-ვოლტური მზის ელემენტების ეფექტურობის გაზრდის გზები
16	Barbara Kilosanidze, George Kakauridze, Irine Kobulashvili, Yuri Mshvenieradze.	“Polarization-Holographic-element-based-method for determining the complex birefringence distribution.” <u>OSA Publishing, Conference Papers, FiO/LS - 2018, JTU3A-17</u> , pp. JTU3A-17 (2018).	<a href="https://doi.org/10.1364/FIO.2018.JTu3A.17">https://doi.org/10.1364/FIO.2018.JTu3A.17</a>
17	Irakli Chaganava, Alfredo Martinez-Felipe, Irine Kobulashvili	„ <u>Comparative Characteristics of the Properties of Photoanisotropic Materials Composed with Covalent Bond and Electrostatic Interactions.</u> “ <u>OSA Publishing, Conference Papers, Frontiers in Optics, Paper # JTU3A-21 (2018)</u>	<a href="https://doi.org/10.1364/FIO.2018.JTu3A.21">https://doi.org/10.1364/FIO.2018.JTu3A.21</a>
18	Tariel Ebralidze, Nadia Ebralidze, Giorgi Mumladze	Journal of Modern Technology & Engineering, vol.3, N2	Baku, Jomard Publishing

#### 4. ეროვნული პატენტები

№	საპატენტო თემატიკის	გამომგონებელი/ები და	პატენტის საიდენტიფიკაციო
---	---------------------	----------------------	--------------------------

	სათაური	პატენტმფლობელი/ები	კოდი
1	გაზრდილი კრიტიკული დენის მქონე მაღალტემპერატურული ზეგამტარი კერამიკა	ნიკოლოზ მარგიანი, ნოდარ კეკელიძე, გიორგი მუმლაძე, ზურაბ ადამია, იამზე ქვარცხავა, ნათელა პაპუნაშვილი, ვახტანგ ჟღამაძე, მათა ბალახაშვილი	AU 2017 14630
2	ნადარეიშვილის მოწყობილობა პოლიმერული ნიმუშების ზონური გრადიენტული ან ჰომოგენური გაჭიმვისთვის	ლ. ნადარეიშვილი	14315/01 პატენტი P 6842 (გაცემის თარიღი 2018-05-07)

### 5. საერთაშორისო სამეცნიერო პროექტები

№	დაფინანსებული ორგანიზაცია/სამეცნიერო ფონდი, ქვეყანა	პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი	პროექტში ჩართული პერსონალი/როლი	პროექტის სათაური	პროექტის განხორციელების პერიოდი
1	საერთაშორისო სამეცნიერო ტექნოლოგიური ცენტრი ISTC	G-2188	ბ. ფარცვანია-სამეცნიერო ხელმძღვანელი თ.სულაბერიძე-მეცნიერი მკვლევარი. ქ. ჩუბინიძე - მეცნიერი მკვლევარი	პროსტატის კიბოს ვიზუალიზაცია განვითარების ადრეულ სტადიაზე	2016-2018წწ
2	STCU, Ukraine	#7089	A. Chirakadze – manager, D. Jishiashvili –key personnel Z. Buachidze –key personnel, K. Gorgadze –key personnel, Z. Shiolashvili –key personnel, A.Jishiashvili –key personnel, N. Mitagvaria –key personnel, I. Lazrishvili–key personnel.	Development and study of new nanomaterials for the self-regulated magnetic hyperthermia of cancer cells	2018-2020

### 6. შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მიერ დაფინანსებული პროექტები

№	პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი	პროექტში ჩართული პერსონალი/როლი	პროექტის სათაური	პროექტის განხორციელების პერიოდი
---	-------------------------------	---------------------------------	------------------	---------------------------------

1	FR/299/6-110/14	ენვერ ხალვაში – ხელმძღვანელი; ნატალია ფოკინა – ძირითადი შემსრულებელი; მაია ელიზბარაშვილი – ძირითადი შემსრულებელი	ძლიერად ანიზოტროპული ახალი მასალების – $La_{1-x}Me_xMnO_3$ (სადაც $Me = Ca, Pb, Sr$ ; $x$ არის $Me$ -ს დოპირების დონე), მაღალტექნოლოგიური შენაერთების ( $LaGa_{1-x}Mn_xO_3, KCuF_3, \dots$ ) და სპინ-ტრიპლეტური შენაერთების ელექტრონული სპინური რელაქსაციის და დინამიკის შესწავლა ნულოვან და სუსტ მუდმივ მაგნიტურ ველებში	2015/05/05-2018/05/05
2	FR 17-96	გ.გიორგაძე (ხელმძ.) გ.გულადაშვილი (მენეჯერი) გ.მაქაცარია (შემსრულებელი) ნ.მანჯავიძე (შემსრულებელი) ვ.ჯიქია (შემსრულებელი)	რიმან-ჰილბერტის ამოცანები რიმანის ზედაპირებზე და ჰოლომორფული ფიბრაციის ინვარიანტები	20.12.2017-20.12.2000
3	PhDF_2016_59 (დოქტორანტურის საგანმანათლებლო პროგრამების საგრანტო კონკურსი)	ჯ. მარხულია	ზოგიერთი ფერომაგნიტური ნანოსითხის ტექნოლოგია და ფიზიკური თვისებები	23.09.2016 02.11.2018
4	# YS17_15. ახალგაზრდა მეცნიერთა გრანტები, ნანოტექნოლოგიები და ნანომასალები	ვ. მიქელაშვილი	ბიოგამოყენების მაგნიტური ნანოსითხის სინთეზი პლაზმის გენერაციის გამოყენებით სითხეში	2017-2019
5	FR-217162	ა.ჭანიშვილი/ხელმძღვანელი, გ.პეტრიაშვილი/კოორდინატორი, ზ.ვარდოსანიძე/ძირ.შემსრ., ს.თავზარაშვილი/ძირ.შემსრ., რ.თხინვალი/ძირ.შემსრ.	ოპტიკური ინფორმაციის ჩაწერა თხევადი კრისტალის გამოსხივების თვისების ფოტომოდულაციის საფუძველზე	12.12.2016 – 11.12.2019
6	217330	გია პეტრიაშვილი/პროექტი ხელმძღვანელი, ცისანა ზურაბიშვილი პროექტის/	ახალი სახეობის კვლავჩამწერი ოპტიკური დამგროვებელი სპიროპირანით დოპირებული თხევადკრისტალური ორფენოვანი პოლიმერული ფირის	12. 12 2016 – 12.12. 2018

		კოორდინატორი, ლალი დევაძე, ნინო სეფაშვილი, ნინო ფონჯავიძე/პროექტის ძირითადი შემსრულებლები	საფუძველზე	
2018-20		1.ა.ჭირაქაძე-ხელმძღვანელი 2.ზ.შიოლაშვილი – შემსრულებელი 3.ნ.მახათაძე-შემსრულებელი 4.ა.ჯიშიაშვილი-შემსრულებელი 5.დ.ჯიშიაშვილი-შემსრულებელი 6.ზ.ბუაჩიძე—შემსრულებელი 7.ნ.მითაგვარია-შემსრულებელი 8.ი.ლაზრიშვილი-შემსრულებელი	კიბოს უჯრედების თვითრეგულირებადი (კიურის ტემპერატურით ლიმიტირებული) მაგნიტური ჰიპერთერმიისთვის ახალი ნაწარმის შექმნა და კვლევა	2018-2020

## 7. სხვა შედეგები:

### 7.1. პუბლიკაცია საერთაშორისო კონფერენციის მასალებში

№	პუბლიკაციის ავტორი/ები	კონფერენციის სახელწოდება და ჩატარების ადგილი	პუბლიკაციის დიგიტალური საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN
1	N. Fokina, E. Khalvashi, M. Elizbarashvili	6 <sup>th</sup> International Conference on Superconductivity and Magnetism; Antalya, Turkey	
2	G. Giorgadze	<b>Optimal Control and Differential Games.</b> Materials of the International Conference dedicated to the 110th anniversary of Lev Semenovich Pontryagin, Moscow, December 12–14, 2018	Control of quantum processing based on the three-level quantum system, pp.103-105 <b>ISBN 978-5-98419-082-4</b>
3	რევაზ თევზაძე, მიხეილ მანია.	საერთაშორისო კონფერენცია - „ალბათობის თეორიასა და მათემატიკურ სტატისტიკაში“, გ.მანიას 100 წლისთავისადმი მიძღვნილი.16-	doi.org/10.1016/j.trmi.2018.08.003



		18ივლისი, 2018, თბილისი,	
4	რევაზ თევზაძე	საქართველოს მათემატიკოსთა კავშირის IX ყოველწლიური საერთაშორისო კონფერენცია 2018, ბათუმი, 3-7, სექტემბერი	
5	Teimuraz Tsabadze, Archil Prangishvili	23 <sup>rd</sup> International Conference on Applied Mathematics AMATH'18, Bern, Switzerland	ISSN / E-ISSN: 1109-2769 / 2224-2880.
6	George Jandieri, Banmali Rawat	2018 Baltic URSI Symposium, Poznan, Poland	
7	George Jandieri, Banmali Rawat	2018 International Conference on Environment, Energy and Earth Science, Shanghai, China	
8	V. Mikelashvili, Sh. Kekutia, J. Markhulia, L. Saneblidze, Z. Jabua, M. Kriechbaum, L. Almasy.	Nano 2018. 5 <sup>th</sup> International Conference “Nanotechnologies“. November 19-22, 2018, Tbilisi, Georgia. p. 129-131.	ISBN 978-28-320-8
9	N. G. Margiani, I. G. Kvartskhava, G. A. Mumladze, Z. A. Adamia	ICSST 2018 : 20th International Conference on Superconductivity and Superconductor Technology, Barcelona, Spain	<a href="https://waset.org/publications/10009699/influence-of-sr-bo2-2-doping-on-superconducting-properties-of-bi-pb-2223-phase">https://waset.org/publications/10009699/influence-of-sr-bo2-2-doping-on-superconducting-properties-of-bi-pb-2223-phase</a>
10	A.Chanishvili, G.Petriashvili, N.Ponjavidze, S.TavzaraSvili, Z.Wardosanidze	<i>9-th Italian-Japanese Workshop on Liquid Crystals</i> , Pavia, Italy, September 17-20 2018.	
11	G.Petriashvili, L.Devadze, A.Chanishvili, Ts.Zurabishvili, N.Sepashvili, N.Ponjavidze, M.P.DeSanto, R.Barberi	<i>9-th Italian-Japanese Workshop on Liquid Crystals</i> , Pavia, Italy, September 17-20 2018.	
12	Maria P. De Santo, Gia Petriashvili, Mauro D.L.Bruno and Riccardo Barberi	45th German Liquid Crystal Conference in Luxembourg, University of Luxembourg (LU) 2018	
13	A.Chanishvili, G.Petriashvili, N.Ponjavidze, S.TavzaraSvili, Z.Wardosanidze	9-th Italian-Japanese Workshop on Liquid Crystals, Pavia, Italy, September 17-20 2018.	
14	Mauro D.L. Bruno, Gia Petriashvili, Maria P. De Santo, Riccardo Barberi and Gabiella Cipparrone	9-th Italian-Japanese Workshop on Liquid Crystals, Pavia, Italy, September 17-20 2018.	

15	Barbara Kilosanidze, George Kakauridze, Irine Kobulashvili “ <i>Pattern recognition based on analysis of the summary ellipse polarization state in the Fraunhofer diffraction region.</i> ”	SPIE Photonics Europe Symposium, Conference “Optics, Photonics, and Digital Technologies for Imaging Applications V”, Strasbourg, France (2018)	<a href="https://doi.org/10.1117/12.2315376">https://doi.org/10.1117/12.2315376</a>
16	Irakli Chaganava, Roin Chedia, Qi-Huo Wei “ <i>Study of the photoanisotropic properties of polarization-sensitive compositions based on organic chromophore salts with various alkali metals,</i> ”	SPIE Symposium Optical Engineering + Applications, Conference “Optical Manufacturing and Testing XII”. San Diego, California, USA (2018).	<a href="https://doi.org/10.1117/12.2324568">https://doi.org/10.1117/12.2324568</a>
17	Barbara Kilosanidze, George Kakauridze, Irine Kobulashvili, Yuri Mshvenieradze. “ <i>Polarization-Holographic-element-based-method for determining the complex birefringence distribution</i> ”	Frontier in Optics/ Laser Science, Washington, DC, USA (2018).	<a href="https://doi.org/10.1364/FIO.2018.JTu3A.17">https://doi.org/10.1364/FIO.2018.JTu3A.17</a>
18	Irakli Chaganava, Alfredo Martinez-Felipe, Irine Kobulashvili “ <i>Comparative characteristics of the properties of photoanisotropic materials composed with covalent bond and electrostatic interactions,</i> ”	Frontier in Optics/ Laser Science, Washington, DC, USA (2018).	<a href="https://doi.org/10.1364/FIO.2018.JTu3A.21">https://doi.org/10.1364/FIO.2018.JTu3A.21</a>

#### 7.4. წიგნების და სხვა ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

№	წიგნის/გამოცემის ავტორები	გამომცემლობა	წიგნის/გამოცემის საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN
1	ნ. ტყემალაძე, ვ. ჯიხვაშვილი, მ. ქურიძე, ტ. გავრილენკო, გ. მამულაშვილი.	თბილისი. ტექნიკური უნივერსიტეტი	ISSN 0130-7061

სსიპ სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულების (ინსტიტუტის/ცენტრის) ან უნივერსიტეტთან არსებული დამოუკიდებელი სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულების (ინსტიტუტის/ ცენტრის) სამეცნიერო ერთეულის დასახელება (პერსონალური შემადგენლობისა და ხელმძღვანელის მითითებით):

მათემატიკური კიბერნეტიკის განყოფილება

გ.გიორგაძე (განყ.ხელმძღვანელი)

რ.გრიგოლია, გ.ბოლოთაშვილი, მ.ელიზბარაშვილი, გ.დონაძე, ვ.ჯიქია, ნ.ტყემალაძე, ვ.ჟღამაძე, გ. ფრუიძე, რ.ლიპარტელიანი, ფ.ალშიბაია, ნ.ჩხიკვაძე, დ.გომაძე, მ.ქურიძე, ვ.ჯიხვაშვილი

## 1. პროგრამული დაფინანსებით შესრულებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები

### 1.1.

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1	მათემატიკა მათემატიკური ლოგიკა <b>გოედელ MV-ალგებრის მრავალსახეობის შესახებ</b>	2018 - 2020	რ. გრიგოლია - ხელმძღვანელი ვ. ოდიშარია - შემსრულებელი რ. ლიპარტელიანი - შემსრ. ფ. ალშიბაია - შემსრულებელი
2	საკონტროლო რეალიზაციების განსაზღვრის, თვისებრივი პარამეტრების შემთხვევაში მონაცემთა ბაზების კორექტირების ალგორითმების შემუშავება და სწავლებით სახეთა ამოცნობის სისტემის მოდიფიკაცია ბუნებრივი კატასტროფების პროგნოზისთვის. კიბერნეტიკა. სახეთა ამოცნობა.	2017-2021	ნ. ტყემალაძე (ხელმძღვანელი), ვ. ჯიხვაშვილი (შემსრულებელი), მ. ქურიძე (შემსრულებელი), გ. მამულაშვილი (შემსრულებელი), ტ. გავრილენკო (შემსრულებელი), რ. თხინვალი (კოორდინატორი)
3	თვისებრივი პარამეტრების რიცხვით მნიშვნელობებად გარდაქმნის სპეციფიკის	2018წ	

	<p>გათვალისწინებით მრავალჯერადი კორექტირების ალგორითმის შემუშავება</p>		
<p>გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2018 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>1. შემოღებულია ახალი ალგებრა <math>(A, \oplus, \otimes, *, \rightarrow, 0, 1)</math> - გოედელ <math>MV</math>-ალგებრა (<math>GMV</math>-ალგებრა), სადაც <math>(A, \oplus, \otimes, *, 0, 1)</math> <math>MV</math>-ალგებრაა, ხოლო <math>(A, \rightarrow, 0, 1)</math> არის გოედელის ალგებრა (ე. ი. ჰეკტინგის ალგებრა, რომელიც აკმაყოფილებს ტოლობას <math>(x \rightarrow y) \vee (y \rightarrow x) = 1</math>). <math>GMV</math>-ალგებრის კონგრუენციათა მესერი იზომორფულია სკოლემის <math>MV</math>-ფილტრების (სპეციალური <math>MV</math>-ფილტრების) მესერისა.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ნებისმიერი <math>GMV</math>-ალგებრა წარმოადგენს (როგორც მესერი) ბი-ჰეკტინგის ალგებრას.</li> </ul> <p>ეს შედეგი მნიშვნელოვანია თავისუფალი და პროექციული <math>GMV</math>-ალგებრის აღწერისა და დახასიათებისათვის, და აგრეთვე მისი დუალური ობიექტების აღსაწერად.</p> <p>2–3. გარდამავალ პერიოდში შემუშავებულია თვისებრივი პარამეტრების შემთხვევაში, მასწავლი ამოსაცნობისა და საკონტროლო რეალიზაციების ამოცნობის შედეგების გამოყენებით, მონაცემთა ბაზების მრავალჯერადი კორექტირების ალგორითმი. იგი შეიცავს ობიექტების მახასიათებელი პარამეტრების მნიშვნელობების ანუ ნიშან-თვისებების მახასიათებლების განსაზღვრას და მათ საფუძველზე ინფორმატიულობის ზომების გამოთვლას კლასებთან მიმართებაში.</p> <p><math>v</math>-რი კლასის ობიექტების მახასიათებელი <math>i</math>-ური ნიშან-თვისებებისთვის (<math>q_i</math>-სთვის) განვიხილავთ ორ შემთხვევას:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <math>q_i</math> ნიშან-თვისება ახასიათებს მხოლოდ <math>v</math>-რი კლასის ობიექტებს;</li> <li>2) <math>q_i</math> ნიშან-თვისება ახასიათებს <math>v</math>-სგან განსხვავებული კლასის (კლასების) ობიექტებსაც.</li> </ol> <p>ორივე შემთხვევაში მნიშვნელოვანია <math>v</math>-რი კლასის რამდენი ობიექტის რეალიზაცია შეიცავს <math>i</math>-ურ ნიშან-თვისებას, მეორე შემთხვევაში კი მნიშვნელოვანია ისიც, <math>v</math>-სგან განსხვავებული რამდენი კლასი და მათში შემავალი რამდენი ობიექტის რეალიზაცია შეიცავს <math>i</math>-ურ ნიშან-თვისებას. გარდა ამისა, მნიშვნელოვანია, თუ <math>v</math>-სგან განსხვავებული კლასების ობიექტების რამდენი რეალიზაცია არ შეიცავს <math>i</math>-ურ ნიშან-თვისებას. ზემოთქმულის გათვალისწინებით <math>q_i</math> ნიშან-თვისებისთვის <math>v</math>-რ კლასთან მიმართებაში, ანუ <math>q_{iv}</math> ნიშან-თვისებისთვის განვსაზღვრავთ შემდეგ ოთხ მახასიათებელს:</p> $A_{iv} = n_{iv} / n_v, B_{iv} = n_{iv} / N_i, N_i = \sum_{l=1}^L n_{il},$ $C_{iv} = \text{card}\left\{S_l \mid \left(n_{il} < \text{Ent} \frac{n_{iv}}{3}\right) \wedge \left(n_{il} < \text{Ent} \frac{n_l}{10}\right)\right\} / (L - 1),$ $D_{iv} = \text{card}\{G_d \mid q_i \notin G_d\} / (N - n_{iv}), v \neq l = \overline{1, L},$ <p>სადაც <math>n_{iv}</math> არის <math>i</math>-ურ ნიშან-თვისების შემცველი რეალიზაციების რაოდენობა <math>v</math>-რ კლასში, <math>n_v</math>- რეალიზაციების რაოდენობა <math>v</math>-რ კლასში, <math>N_i</math>- <math>i</math>-ურ ნიშან-თვისების შემცველი რეალიზაციების რაოდენობა ყველა კლასში, <math>L</math>- კლასების რაოდენობა, <math>S_l</math>- <math>l</math>-ური კლასი, <math>G_d</math>- <math>l</math>-ური კლასის <math>\tau</math>-რი</p>			

ობიექტის რეალიზაცია,  $N$  – რეალიზაციების რაოდენობა ყველა კლასში.

პირველი მახასიათებელი  $A_{iv}$  მიუთითებს რამდენად მნიშვნელოვანია  $i$ -ურ ნიშან-თვისება  $v$ -რ კლასთან მიმართებაში სხვა კლასებთან მიმართების გაუთვალისწინებლად.

მერე და მესამე მახასიათებლები  $B_{iv}$  და  $C_{iv}$  მიუთითებს, თუ რამდენად მნიშვნელოვანია  $i$ -ური ნიშან-თვისება სხვა კლასებთან მიმართების გათვალისწინებითაც.

ბოლო მახასიათებელი  $C_{iv}$  მინიშნებს აგრეთვე, თუ რამდენი  $l \notin v$  კლასია, რომელშიც შემავალი  $q_i$  ნიშან-თვისების შემცველი ობიექტების რეალიზაციების რაოდენობა –  $n_{il}$  ნაკლებია  $n_{iv}$  –სთან შედარებით და ამავე დროს  $l \notin v$  კლასში შემავალი რამდენი ობიექტის რეალიზაცია არ შეიცავს ან შეიცავს  $n_l$  –თან შედარებით  $i$ -ურ ნიშან-თვისების შემცველ მცირე რაოდენობის რეალიზაციას.

მეოთხე მახასიათებელი მიუთითებს, რომ  $l \notin v$  კლასების რამდენი ობიექტის რეალიზაცია არ შეიცავს  $i$ -ურ ნიშან-თვისებას ყველა კლასის იმ ობიექტების რეალიზაციებთან მიმართებაში, რომლებიც არ შეიცავს  $q_i$  –ს. ეს მიუთითებს იმ ფაქტზე, რომ მნიშვნელოვანია არა მარტო ის, თუ მისგან განსხვავებული კლასების რამდენი ობიექტის რეალიზაცია შეიცავს  $i$ -ურ ნიშან-თვისებას, არამედ ისიც, თუ რამდენი არ შეიცავს მას.

ამგვარად უნდა განისაზღვროს  $i$ -ური ნიშან-თვისების მახასიათებლები  $v$ -რ კლასებთან მიმართებაში. ამ მახასიათებლების განმარტებიდან გამომდინარე ისინი სხვადასხვა კლასის მიმართ მიიღებს სხვადასხვა მნიშვნელობებს. ეს ფაქტი განაპირობებს აუცილებლობას, რომ თითოეული კლასისთვის ცალ-ცალკე განისაზღვრება ეს მახასიათებლები.  $A_{iv}$ ,  $B_{iv}$ ,  $C_{iv}$ ,  $D_{iv}$  მახასიათებლები შეგვიძლია განვიხილოთ ვექტორის კომპონენტებად, ხოლო მათი კვადრატების ჯამი

$$\Phi_{iv} = A_{iv}^2 + B_{iv}^2 + C_{iv}^2 + D_{iv}^2$$

$i$ -ური ნიშან-თვისების ინფორმატიულობის ზომად  $v$ -რ კლასთან მიმართებაში, რომელსაც განვიხილავთ ამ თვისებრივი პარამეტრის რიცხვით მნიშვნელობად. ეს განპირობებულია იმით, რომ საერთოდ, პარამეტრების მნიშვნელობების (ნიშან-თვისებების) საფუძველზე განისაზღვრება მონაცემთა ბაზები, რომელთა გამოყენებითაც ხდება ახალი ობიექტების ამოცნობა. ობიექტების ამოცნობის სისწორე დამოკიდებულია სწორედ პარამეტრების მნიშვნელობების (ნიშან-თვისებების) ზომაზე. ეს ნიშნავს, რომ ნიშან-თვისებები და მათი ინფორმატიულობის ზომები ამოცნობის პროცესში ასრულებენ ერთსა და იმავე როლს. ამ ფაქტის გათვალისწინებით თვისებრივი პარამეტრების შემთხვევაში მიზანშეწონილია თვითონ პარამეტრების ინფორმატიულობის ზომების განხილვა მათ ფორმალურ (ხელოვნურ) მნიშვნელობებად, რომლებზედაც უკვე შეიძლება ყველა იმ მათემატიკური ოპერაციის ჩატარება, რომლებიც შესაძლებელია მხოლოდ რაოდენობრივი პარამეტრების მნიშვნელობებზე (რიცხვით ნიშან-თვისებებზე).

ვინაიდან ინფორმატიულობის ზომა განისაზღვრება კლასებთან მიმართებაში და შესაბამისად მოხდება რეალიზაციების კოდირება, ამიტომ შესაბამისად მიიღება კლასების რაოდენობის კოდირებული რეალიზაციების სიმრავლეები. ასევე მიიღება კლასების რაოდენობის შესაბამისი ცოდნისა და მონაცემთა ბაზები. ამგვარად ალგორითმი იძლევა საშუალებას თვისებრივი პარამეტრების მნიშვნელობებში ჩაწერილი ობიექტების შესაბამისი რეალიზაციები წარმოდგენილი იქნას რაოდენობრივი პარამეტრების მნიშვნელობების მიმდევრობების სახით, ასეთი მიდგომა საშუალებას მოგვცემს თვისებრივი პარამეტრების შემცველი საწყისი რეალიზაციების შემდგომი გარდაქმნისათვის გამოვიყენოთ ის მეთოდები და ალგორითმები, რომელთა გამოყენება შესაძლებელია მხოლოდ რაოდენობრივი პარამეტრების მნიშვნელობების შემცველი რეალიზაციების შემთხვევაში. აქედან გამომდინარე ჩვენს მიერ შემუშავებული სწავლებით სახეთა ამოცნობის სისტემა (სსას) თვისებრივი პარამეტრების შემთხვევაში იმუშავებს ისევე

როგორც ის მუშაობს რაოდენობრივი პარამეტრების დროს.

მრავალჯერადი კორექტირების ალგორითმის მიზანია მასწავლი ამოსაცნობი და საკონტროლო რეალიზაციების ამოცნობის შედეგებზე დაყრდნობით მოახდინოს მონაცემთა ბაზების კორექტირება, რაც ხელს შეუწყობს სსას-ს ახალი ობიექტების ამოსაცნობად გამოიყენოს კორექტირებული მონაცემთა ბაზები. კორექტირების ალგორითმი ითვალისწინებს 8 შემთხვევას ამოსაცნობ რეალიზაციებში მოცემულ ნიშან-თვისებებთან და მონაცემთა ბაზებთან მიმართებაში. ამავე დროს ითვალისწინებს მონაცემთა ბაზების კორექტირებას მანამ, სანამ სტაბილური არ გახდება ამოცნობილი ობიექტების შესაბამის კლასებთან მიკუთვნების ხარისხები და სსას-ის მუშაობის ეფექტურობა და ნდობის დეტექტორი.

თვისებრივი პარამეტრების მნიშვნელობების გარდაქმნას რიცხვით მნიშვნელობებად აქვს, როგორც თეორიული (მისი გამოყენება შეიძლება სხვა ამოცანობის სისტემაშიც), ისე პრაქტიკული მნიშვნელობა (შემოთავაზებული ალგორითმის სსას-ში ჩართვის შედეგად გაიზარდება სისტემის მუშაობის ეფექტურობა და ნდობის დეტექტორი, რაც აისახება შემდეგში ახალი ობიექტების ამოცნობის შედეგებზეც).

ამავე წელს ქვეპროგრამის შესაბამისად შექმნილია ჩვენს მიერ შემუშავებული სწავლებით სახეთა ამოცნობის სისტემის ინგლისური ვერსია, რაც შესაძლებლობას იძლევა სისტემა გამოიყენოს, როგორც ქართულ ენოვანმა ისე ინგლისურ ენოვანმა მომხმარებელმაც. ახალ ვერსიაში იგულისხმება, რომ მონაცემების დასახელება, განმარტებები (მომხმარებელისთვის საჭირო ინფორმაცია), როგორც საბოლოო, ისე შუალედური შედეგები და სხვები მოცემული იქნება ინგლისურ ენაზე.

- 1) თვისებრივი ნიშან-თვისებების შემცველი რეალიზაციების შემთხვევაში მონაცემთა ბაზების მრავალჯერადი კორექტირების ალგორითმის შემუშავება – ნ. ტყემალაძე.
- 2) თვისებრივი ნიშან-თვისებების მახასიათებლების განსაზღვრა და მათი ინფორმატიულობის ზომების გამოთვლა – ნ. ტყემალაძე, ვ. ჯიხვაშვილი.
- 3) თვისებრივი ნიშან-თვისებებში ჩაწერილი რეალიზაციების წარმოდგენა რიცხვითი მნიშვნელობების მიმდევრობების სახით ინფორმატიულ ზომებთან მიმართებაში – ნ. ტყემალაძე, მ. ქურიძე, გ. მამულაშვილი.
- 4) სწავლებით ამოცნობის სისტემის (სსას-ის) ინგლისური ვერსიის შექმნა – ვ. ჯიხვაშვილი, ტ. გავრილენკო, რ. თხინვალელი.

1.2.

№	დასრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1	მათემატიკა მათემატიკური ლოგიკა <b>მონადიკური სრულყოფილი MV-ალგებრები</b>	2017 -2018	რ. გრიგოლია - ხელმძღვანელი რ. ომანაძე - შემსრულებელი ვ. ოდიშარია - შემსრულებელი რ. ლიპარტელიანი - შემსრ. ფ. ალშიბაია - შემსრულებელი
დასრულებული კვლევითი პროექტის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი			

**ანოტაცია (ქართულ ენაზე)**

1. შემოდებულია ახალი მოდალური ეპისტემიკური ლუკასევიჩის ლოგიკა  $E\mathcal{L}_p$ , რომელიც მიღებულია  $\mathcal{L}$  ლუკასევიჩის უსასრულო ნიშნა ლოგიკისგან სრულყოფილი  $MV$ -ალგებრის  $\mathcal{L}_p$  ლოგიკისგან ერთი აქსიომის დამატებით, რომლის ენა გამდიდრებულია კვაზი-ცოდნის ოპერატორით და შესაბამისი აქსიომებით.

- $E\mathcal{L}_p$  ლოგიკის თეორემათა სიმრავლე რეკურსიულად გადათვლადია.

ამ დებულებიდან გამომდინარეობს, რომ მოდალური ეპისტემიკური ლუკასევიჩის ლოგიკა  $E\mathcal{L}_p$  ამოხსნადია.

**2. შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტით დაფინანსებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები**

2.1.

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1	რიმან-ჰილბერტის ამოცანები რიმანის ზედაპირებზე და ჰოლომორფული ფიბრაციის ინვარიანტები FR 17-96 მათემატიკა/ზუსტი და საბუნებისმეტყველო მეცნიერები	20.12.2017-20.12.2000	გ.გიორგამე(ხელმძღვანელი) გ.გულადაშვილი (მენეჯერი) გ.მაქაცარია (შემსრულებელი) ნ.მანჯავიძე(შემსრულებელი) გ.მაქაცარია(შემსრულებელი) ვ.ჯიქია (შემსრულებელი)
<p>გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2018 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>1. წერტილოვანი მუხტების წონასწორული მდგომარეობების შესწავლა მოხდა ოთხი განსაკუთრებული წერტილის მქონე ფუქსის ტიპის დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემების საშუალებით და დამტკიცდა, რომ წრფეზე განლაგებული ოთხი და ხუთი წერტილოვანი მუხტების წონასწორულ მდგომარეობას შეესაბამება ჰოინის განტოლების პოლინომიალური ამონახსნის ნულები. ანალოგიური კლასიკური ამოცანა სამეცნიერო ლიტერატურაში განხილული იყო ლოგარითმული პოტენციალისათვის. ჩვენ განვიხილეთ კულონური პოტენციალი, რადგან ამგვარი მოდელია განხილული ჩაჭერილი იონების ბაზაზე აგებული კვანტური რეგისტრის რეალიზაციისათვის. ამასთან ამოცანის დასმა და გადაწყვეტა მოხდა ე.წ. ელექტროდინამიკის შებრუნებული ამოცანის იდეოლოგიით.</p> <p>აღნიშნული ამოცანა არის გრანტით ფარგლებში გადაწყვეტილი ამოცანის გამოყენებითი ასპექტი და იგი არ შედის უშუალოდ გრანტით დასახული ამოცანების რიცხვში.</p>			

2.2.

№	დასრულებული (მრავალწლიანი)	პროექტის დაწყების და	პროექტში ჩართული პერსონალი
---	----------------------------	----------------------	----------------------------

	პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი	დამთავრების წლები	(თითოეულის როლის მიითითებით)
1	2	3	4
1	<p>ძლიერად ანიზოტროპული ახალი მასალების – <math>La_{1-x}Me_xMnO_3</math> (სადაც <math>Me = Ca, Pb, Sr</math>; <math>x</math> არის <math>Me</math>-ს დოპირების დონე), მაღალტექნოლოგიური შენაერთების (<math>LaGa_{1-x}Mn_xO_3</math>, <math>KCuF_3</math>, ...) და სპინ-ტრიპლეტური შენაერთების ელექტრონული სპინური რელაქსაციის და დინამიკის შესწავლა ნულოვან და სუსტ მუდმივ მაგნიტურ ველებში.</p> <p>ფიზიკური და ქიმიური მეცნიერებები/საბუნებისმეტყველო მეცნიერებები (6)</p> <p>რადიოფიზიკა, ფიზიკური ელექტრონიკა, აკუსტიკა (6-110)</p> <p>FR/299/6-110/14</p>	2015 - 2018	ენვერ ხალვაში –ხემდღვანელი; ნატალია ფოკინა –ძირითადი შემსრულებელი; მაია ელიზბარაშვილი – ძირითადი შემსრულებელი
2	<p>შოთა რუსთაველისა და უკრაინის ეროვნული სამეცნიერო ფონდების გრანტი (STCU-2016-04). N6297</p> <p>ინფორმატიკა/ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებები</p>	01.07.2017 – 31.12.2018	გ. სირბილაძე-ხელმძღვანელი, ბ.ღვამბერიძე-ძირ. შემსრულებ., ბ.მაცაბერიძე-ძირ. შემსრულებ., გ.მგელაძე-ძირ. შემსრულებ., გ.ბოლოთაშვილი-ძირ. შემსრ., ზ.მოდებაძე-ძირ. შემსრულებ.
<p>დასრულებული კვლევითი პროექტის 2018 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>1. განხორციელდა სპინ-ტრიპლეტური განრჩევადი ნაზი სტრუქტურის მქონე ძლიერად ანიზოტროპულ მოლეკულარულ კრისტალებში სპინური დინამიკის ზოგიერთი საკითხების თეორიული შესწავლა ნულოვან მუდმივი მაგნიტურ ველის პირობებში. სისტემის ძირითადი ჰამილტონიანი წარმოიდგინება კვადრატული ჰამილტონიანით <math>H_Q = D[S_z^2 - (1/3)S(S+1)] + E(S_x^2 - S_y^2) \equiv -XS_x^2 - YS_y^2 - ZS_z^2</math>, სადაც <math>D, E</math> ნულველოვანი გახლეჩის პარამეტრებია, ხოლო <math>S_x, S_y, S_z</math> – ელექტრონული სპინის პროექციაა ღერძებზე <math>x, y, z</math>, რომლებიც წარმოადგენენ კვადრატული ურთიერთქმედებით ტენზორის მთავარ</p>			



დერძებს. ამოცანის ამოსახსნელად გამოყენებული იქნა ერთგადასვლიანი ოპერატორების ფორმალიზმი [1]. მიღებული იქნა დამაგნიტების კომპონენტების თავისუფალი მოძრაობის განტოლებები, რისი საშუალებითაც დადგინდა ნიმუშის დამაგნიტების თავისუფალი მოძრაობის ხასიათი: მისი კომპონენტები  $M_x$ ,  $M_y$ ,  $M_z$ , როდესაც შექმნილია მათი არანულოვანი საწყისი მნიშვნელობები  $M_x(0)$ ,  $M_y(0)$ ,  $M_z(0)$ , ასრულებენ წრფივ რხევებს შესაბამისად  $x$ ,  $y$ ,  $z$  დერძების გასწვრივ და თან განსხვავებული რეზონანსული სიხშირეებით, როგორც ეს არის [2] გვ. 185 აღწერილ ექსპერიმენტშიც. ასევე მიღებული იქნა ცვლადი მაგნიტური ველით, რომელიც პოლარიზებულია ერთ-ერთი დერძის გასწვრივ ( $x, y, z$ ), გამოწვეული დამაგნიტების კომპონენტების იძულებითი რხევების განტოლებები, რომელთა დახმარებითაც მიღებული იქნა სპინ-ტრიპლეტური მდგომარეობების კომპლექსური დინამიური ამთვისებლობის ტენზორი.

სპინ-ტრიპლეტური განრჩევადი ნაზი სტრუქტურის მქონე ძლიერად ანიზოტროპულ მოლეკულარულ კრისტალებში შესწავლილი იქნა ასევე სპინ-მესერული რელაქსაცია, როდესაც იგი ხორციელდება ერთფონონური მექანიზმით. ვინაიდან მოცემულ შემთხვევაში საქმე გვაქვს მაკროსკოპულად დიდი რაოდენობა პარამაგნიტური ნაწილაკების სისტემასთან და ამასთანავე იმის გათვალისწინებით, რომ სპინურ სისტემაში წონასწორობა მყარდება უფრო სწრაფად ვიდრე სპინურ სისტემასა და მესერს შორის, გამოყენებული იქნა ზუბარევის მიერ შემუშავებული არაწონასწორობის სტატისტიკური ოპერატორის მეთოდი [3]. მიღებული იქნა ნაზი სტრუქტურის ცალკეული გადასვლის (1-2, 2-3, 1-3 გადასვლების) გრძივი სპინ-მესერული რელაქსაციის სიჩქარეებისათვის გამისახვლებები:

$$(T_1^{1-2})^{-1} = 2\hbar^{-4} \sum_{\alpha, \beta} L_{\alpha\beta} \left\{ \left( G_{\alpha\beta}^x \right)^2 (Y-Z)^2 + \left( G_{\alpha\beta}^y \right)^2 (Z-X)^2 + 2 \left( G_{\alpha\beta}^z \right)^2 (X-Y)^2 \right\}$$

$$(T_1^{2-3})^{-1} = 2\hbar^{-4} \sum_{\alpha, \beta} L_{\alpha\beta} \left\{ 2 \left( G_{\alpha\beta}^x \right)^2 (Y-Z)^2 + \left( G_{\alpha\beta}^y \right)^2 (Z-X)^2 + \left( G_{\alpha\beta}^z \right)^2 (X-Y)^2 \right\}$$

$$(T_1^{1-3})^{-1} = 2\hbar^{-4} \sum_{\alpha, \beta} L_{\alpha\beta} \left\{ \left( G_{\alpha\beta}^x \right)^2 (Y-Z)^2 + 2 \left( G_{\alpha\beta}^y \right)^2 (Z-X)^2 + \left( G_{\alpha\beta}^z \right)^2 (X-Y)^2 \right\}$$

სადაც  $G_{\alpha\beta}^{x,y,z}$  სპინ-ფონონური ბმის ტენზორის კომპონენტები;  $\alpha, \beta$  იღებენ მნიშვნელობებს  $x, y, z$ ;  $L_{\alpha\beta}$  კოეფიციენტი, რომელიც პროპორციულია მესერის ტემპერატურის.

ლიტერატურა:

1. R.R. Ernst, G. Bodenhausen, A. Wokaun, *Principles of Nuclear Magnetic Resonance in One and Two Dimensions* (Oxford, Clarendon Press, 1990) pp. 34-37
2. M. Schwoerer and H.C. Wolf, *Organic Molecular Solids* (Wiley-VCH, Weinheim, 2007) pp.177-214
3. И.В. Александров, Теория магнитной релаксации, Наука, Москва (1975)

2. თანამედროვე მსოფლიოში გადაწყვეტილების მიღების ინტელექტუალური ხელშემწყობი ტექნოლოგიები აქტიურად გამოიყენება ექსტრემალური და ანომალური პროცესების მართვის ისეთ სახელმწიფო სამსახურებში, რომლებიც უზრუნველყოფენ კატასტროფების, მიწისძვრების, ხანძრებისა და სხვა უბედური შემთხვევების, მასობრივი განადგურების იარაღის გამოყენების, ტერორისტული თავდასხმების შედეგად დაზიანებულ გეოგრაფიულ ზონებში არსებული სამხედრო, სამოქალაქო და სხვა ტიპის ობიექტების ოპტიმალური და უსაფრთხო მომარაგების მენეჯმენტს; სწრაფი რეაგირებისა და მოსახლეობისათვის უსაფრთხო დახმარების დაგეგმვას; საინფორმაციო და სატელეკომუნიკაციო ქსელების

ადდენა-განთავსებას და სხვა. ასეთი პროგრამული ტექნოლოგიები ქვეყნის კრიტიკული ინფრასტრუქტურის ინფორმაციული სისტემების მთავარი განმსაზღვრელი პროდუქტებია. ცხადია, ხსენებული ექსტრემალური მოვლენები ასოცირდება უდიდეს დანაკარგებსა და არსებული ინფრასტრუქტურის დაზიანებასთან, თუმცა მათი პროგნოზირება ძალიან რთულია. ასეთ შემთხვევებში საგანგებო მომსახურეობის ობიექტების სწრაფი და ოპტიმალური განთავსების პრობლემის გადაწყვეტისას ინტელექტუალური ხელშემწყობი ტექნოლოგიებით სარგებლობა გადამწყვეტ მნიშვნელობას იძენს, რათა მაქსიმალურად ავიცილოთ ახალი დანაკარგები, რომლებიც თან ახლავს ასეთ მოვლენებს. მომსახურეობის ცენტრებიდან დროული მომსახურეობის გაწევა დაზიანებულ გეოგრაფიული წერტილებში (მომხმარებლები) გადამწყვეტი ამოცანაა საგანგებო სიტუაციების მართვის სისტემაში. შესაბამისი სამეცნიერო კვლევითი აქტივობების განვითარებას ამ მიმართულებით მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია გადაწყვეტილების მიღების პრობლემატიკაში.

სისტემის მათემატიკური მოდელის შემავალი მონაცემები იქნება როგორც ობიექტური მონაცემები, ასევე ექსპერტული შეფასებანი. სისტემის გამომავალი მონაცემები კი უზრუნველყოფს ოპტიმალური გადაწყვეტილებების, ჩვენს შემთხვევაში ობიექტების ოპტიმალურად განთავსების პრობლემას.

ასეთი ტიპის პრობლემატიკაზე მუშაობისას, აქ მოყვანილი ექსტრემალური და განუზღვრელი გარემოსთვის, დეტერმინისტული თუ სტოქასტური მოდელების ბაზაზე აგებული სიმულაციური მრჩეველი ტექნოლოგიები ხშირად ვერ გვაძლევს სანდო და დასაჯერებელ რჩევებს და დამაკმაყოფილებელ შედეგებს საკვლევი ობიექტის სირთულის, წინააღმდეგობრივი, ბუნდოვანი და არასაკმარისი ინფორმაციის ან ობიექტური ინფორმაციის სიმცირის გამო. სისტემის სირთულის ზრდასთან ერთად ჩვენი შესაძლებლობა გავაკეთოთ სანდო დასკვნები ობიექტების ოპტიმალურ განთავსებაზე, გარკვეულ ზღვრამდე ეშვება, რომლის მიღმაც ინფორმაციის ისეთი მახასიათებლები, როგორცაა სიზუსტე და განუზღვრელობა, ურთიერთგამომრიცხავი ხდება. აუცილებელი ხდება შეფასებებში და ანალიზში ჩავართოთ ექსპერტთა ჯგუფები და მათი ცოდნა, რომლებიც მოდელის კონსტრუქციებში წარმოშობს ახალ, სუბიექტურ ფაზი-განუზღვრელობას. მოდელირების კლასიკურ მიმართულებათა პარალელურად მნიშვნელოვანია არამკაფიოობის (fuzziness) დაშვება. ასეთ შემთხვევაში აუცილებელია ექსპერტული ცოდნის ინჟინერიის ფაზი-მეთოდებისა და ფაზი-ლოგიკის გამოყენება, რაც შესაბამისი მაღალი ღირებულების ინტელექტუალური ტექნოლოგიების აგების შექმნას უზრუნველყოფს.

პროექტის ფარგლებში აგებულია პროგრამული უზრუნველყოფა ექსტრემალური და ანომალური პროცესების მართვის სახელმწიფო სამსახურებსა და კრიტიკულ ინფრასტრუქტურას საჭიროების შემთხვევაში მნიშვნელოვან გეოგრაფიულ პუნქტებში სწრაფი რეაგირების, მაღალი საიმედოობისა და დროული მომსახურეობის დაგეგმვის საშუალებას მისცემს მინიმალური რაოდენობა ცენტრებიდან. სისტემაზე მუშაობის პროცესში მომხმარებლებს შესაძლებლობა ექნებათ ინფორმაციის მიღების მიზნით ჩართონ დარგის ცნობილი ექსპერტები, რათა მათი ცოდნა გამოყენებული იყოს კონკრეტულ სიტუაციებში მაღალი რანჟირების ინდექსის მქონე მომსახურეობის ცენტრების შერჩევაში. შერჩევის პროცესში ასევე გათვალისწინებული იქნება მათი მოქმედების რადიუსში მომსახურეობის განხორციელების შესაძლებლობის ხარისხიც. მოდელის განვითარების თვალსაზრისით არსებობს პროექტის ამოცანების განზოგადოებების მრავალი პერსპექტივა, როგორც მათემატიკურ-მოდელური, ასევე ტექნოლოგიური მიმართულებით.

## 4. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

### 4.1. მონოგრაფიები/წიგნები

№	ავტორი/ავტორები	მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	ნ. ტყემალაძე, ვ. ჯიხვაშვილი, მ. ქურიძე, ტ. გავრილენკო, გ. მამულაშვილი.	სწავლებით სახეთა ამოცნობის სისტემაში საკონტროლო რეალიზაციის განსაზღვრის ერთი მიდგომის შესახებ, მეცნიერება და ტექნოლოგიები. 1(727)–2018. ISSN 0130-7061	თბილისი. ტექნიკური უნივერსიტეტი	9–13
2				
<p>ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>1. სწავლებით სახეთა ამოცნობის სისტემისთვის (ისევე როგორც სხვა ნებისმიერი სისტემისთვის) მნიშვნელოვანია, რომ სანამ იგი გამოიყენება პრაქტიკაში ახალი ობიექტების ამოსაცნობად, მანამ ობიექტების მასწავლი რეალიზაციებიდან უნდა განისაზღვროს საკონტროლო რეალიზაციები მათი შესაბამისი ობიექტების ამოსაცნობად.</p> <p>სტატიაში შემოთავაზებულია სწავლებით სახეთა ამოცნობის სისტემისთვის საწყისი მასწავლი რეალიზაციებიდან საკონტროლო რეალიზაციების განსაზღვრის ერთი მიდგომა, რომელშიც გამოყენებულია შემთხვევითი რიცხვები და მცოცავი კონტროლის პროცედურა. ამ მიზნით შემუშავებულია, როგორც საკონტროლო რეალიზაციების რაოდენობის გამოყოფის, ისე მასწავლი ამოსაცნობი რეალიზაციების რაოდენობის გამოყოფის სქემა მცოცავი კონტროლის მეთოდის გამოყენებით. ეს უკანასკნელი იძლევა საშუალებას შეიქმნას სხვადასხვა ცოდნისა და მონაცემთა ბაზები, რომელთა საფუძველზე მოხდება საკონტროლო რეალიზაციების ამოცნობა შესაბამის კლასთან მიკუთვნების ხარისხების გათვალისწინებით. ეს კი თავის მხრივ ხელს შეუწყობს მონაცემთა ბაზების კორექტირების შედეგად მათი ინფორმატიულობის გაზრდას, რაც აისახება ახალი ობიექტების შესაბამის კლასებთან მიკუთვნების ხარისხებისა და სისტემის ეფექტურობის გაზრდაზეც.</p>				

#### 4.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათაური, ISSN	ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	ნ. ფოკინა, ე. ხალვაში, მ. ელიზბარაშვილი	Anisotropic Evolution of the spin-triplet states at magnetic resonance conditions in the non-weak constant field: application of	ქართული ელექტრონული სამეცნიერო ჟურნალი (ქესჟ): ფიზიკა, 2018, No. 1 (19)	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი და ნიკო მუსხელიშვილის სახელობის	11

		single transition operators ; ISSN 1512-1461		გამოთვლითი მათემატიკის ინსტიტუტი	
2	G.Giorgadze, G.Khimshiashvili	Equilibria of point charges in a line segment ISSN 1512-004X	Proc.I.Vekua Institute of Appl. Math. Vol.68, pp.8 -21, 2018	თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი	15
3	G. Sirbiladze, B. Ghvaberidze, B. Matsaberidze G. Mgeladze, G. Bolotashvili, Z. Modebadze.	Fuzzy Choquet Integral Aggregations in Multi Objective Emergency Service Facility Location Problem. ISSN-0132-1447	Bulleten of the Georgian Nacional Academy of Sciences .vol. 12, no. 1 , 45-53, 2018.	თბილისი, საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის.	9
4	V.Jikia	The non nomogenous boundary value problem for CBV equation	Proc.I.Vekua Institute of Appl. Math. Vol.68, pp. 26-30, 2018	თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი	5

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1. ადრე ცნობილი ერთგადასასვლიანი ოპერატორების ფორმალიზმისა და ჩვენი ორიგინალური ანალიტიკური ტექნიკის გამოყენებით მივიღეთ მოძრაობის განტოლებები დამაგნიტების კომპონენტებისთვის, რომელიც დაკავშირებულია სპინ-ტრიპლეტური მდგომარეობების (სტმ) სპექტრის ცალკეულ გადასვლებთან მონოკრისტალში. ამავდროულად, ჩვენ ვარაუდობდით, რომ სტმ მქონე ნიმუშები მოთავსებულია ცვლად მაგნიტურ ველში და არა-სუსტ მუდმივ მაგნიტურ ველში, რომლის სიდიდე მეტია სტმ სპექტრის ნულველოვანი გახლეჩის მნიშვნელობაზე. თუმცა, მხოლოდ ნიმუშის სრული დამაგნიტების კომპონენტები, რომლებიც წრფივად დაკავშირებულია ერთგადასასვლიანი დამაგნიტების კომპონენტებთან, წარმოადგენენ დაკვირვებად სიდიდეებს. ჩვენ ვაჩვენეთ, რომ გარკვეული პირობების შესრულებისას, ნიმუშის სრული დამაგნიტების თავისუფალი მოძრაობა ერთ-ერთი გადასვლის აღზნების შემდეგ წარმოადგენს პრეცესიას აღზნებული გადასვლის სიხშირით ელიფსზე მუდმივი ველის მართობულ სიბრტყეში. ამასთან, დამაგნიტების ვექტორის კვადრატის აბსოლიტური მნიშვნელობა შეიცავს როგორც მუდმივ ნაწილს, ასევე ნაწილს, რომელიც ოსცილირებს აღზნებული გადასვლის გაორმაგებულ სიხშირეზე. იმავე პირობების შესრულებისას, როგორც თავისუფალი მოძრაობის შემთხვევაში, ნაჩვენებია დამაგნიტების პრეცესიის ელიფსური ხასიათი სტაციონალური ელექტრონული პარამაგნიტური რეზონანსის (ეპრ) დროს. სტმ-ის ცვლადი ველის მიმართ დინამიური ამთვისებლობის ტენზორი ჩაწერილია, როდესაც ადგილი აქვს რეზონანსული პირობის შერულებას ცალკეული კარგად გარჩევადი სტმ გადასვლისთვის. მიღებული ეპრ სპექტრის ანალიტიკური კუთხური დამოკიდებულება ხარისხობრივად ეთანხმება შესაბამის ექსპერიმენტულ შედეგებს.

2. სტატიაში შესწავლილია წრფეზე განლაგებული ჩაწერილი იონების წონასწორული მდგომარეობები ელექტროსტატიკის შებრუნებული ამოცანის იდეოლოგიით და გამოთვლილია წონასწორული მდგომარეობები ოთხი და ხუთი წერტილოვანი მუხტისათვის.

3. აგებულია ობიექტების განთავსების ამოცანის ახალი ფაზი-მოდელი. გამოყენებულია შოკეს ინტეგრალზე დაფუძნებული ფაზი-აგრეგირების ოპერატორი. განვითარებულია საგანგებო სიტუაციების ობიექტების განთავსების დაგეგმვის პარამეტრების შეფასების ექსპერტული ცოდნის წარმოდგენისა და ფორმირების ფაზი - მიდგომა. შექმნილია ახალი მიზნობრივი ფუნქცია, კერძოდ, ცენტრების შერჩევის არასაიმედოობის ინდექსის მინიმიზაცია. ეს კი მეორე მიზნობრივ ფუნქციასთან - შერჩეული ცენტრების გახსნის ჯამური ფასის მინიმიზაციასა და მესამე მიზნობრივ ფუნქციასთან - შერჩეულ ცენტრებში მომუშავე პერსონალის მინიმიზაციასთან ერთად ქმნის ობიექტების განთავსების მრავალკრიტერიუმთან ამოცანას. აგებული მოდელი ილუსტრირებულია საგანგებო სიტუაციაში დახმარების ობიექტების განთავსების დაგეგმვის სიმულაციურ მაგალითზე. კონკრეტულად კი, საგანგებო სიტუაციის შემთხვევაში თუ როგორ დაიგეგმოს სახანძრო სადგურების განთავსება კრიტიკული ინფრასტრუქტურის ობიექტების მოთხოვნების გათვალისწინებით.

4. სტატიაში შესწავლილია სასაზღვრო ამოცანა კარლემან-ბერს-ვეკუას რეგულარული განტოლების ამონახსნისათვის, როდესაც სასაზღვრო ფუნქციას კონტურზე აქვს ნულეები და პოლუსები. დადგენილია ამოხსნადობის პირობა და მიღებულია ამონახსნი ანალიზური ფორმით.

**5.4. სტატიები**

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათა-ური, დიგიტალური საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN	ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	G. Donadze	A proof of the Anderson-Badawi formula for n-absorbing ideals, <a href="https://doi.org/10.1007/s12044-018-0386-3">https://doi.org/10.1007/s12044-018-0386-3</a>	Proceedings-Mathematical Sciences, Vol 6 (2018)	Springer	6
2	G. Donadze, T. Van der Linden	A comonadic interpretation of Baues-Ellis homology of crossed modules <a href="https://doi.org/10.1007/s40062-018-0225-3">https://doi.org/10.1007/s40062-018-0225-3</a>	Journal of Homotopy and Related Structures	Springer	22
3	Di Nola A., Grigolia R. , Lenzi G.	<b>Topological spaces of monadic MV-algebras</b> <a href="https://doi.org/10.1007/s00500-018-3166-1">https://doi.org/10.1007/s00500-018-3166-1</a> <b>ISSN1432-7643</b>	<b>SOFT COMPUTING</b>	<b>Springer Berlin Heidelberg</b>	7

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1. 2012 წელს გამოქვეყნებულ შრომაში ანდერსონმა და ბადავმა შეისწავლეს n-შეწოვადი იდეალების სხვადასხვა საინტერესო თვისებები და წარმოადგინეს შემდეგი სამი ჰიპოთეზა:

ა) თუ I არის n-შეწოვადი იდეალი, მაშინ მისი რადიკალის n-ური ხარისხი ჩართულია I-ში;  
 ბ) ნებისმიერი n-შეწოვადი იდეალი არის მკაცრად n-შეწოვადი;  
 გ) თუ I არის n-შეწოვადი იდეალი, მაშინ I[x] აგრეთვე არის n-შეწოვადი.

ზემოთ აღნიშნულ შრომაში დამტკიცებულია პირველი ჰიპოთეზა. აგრეთვე დამტკიცებულია მესამე ჰიპოთეზა რადიკალური იდეალებისთვის.

2. სტატიაში აგებულია ჯვარედინი მოდულების ჰომოლოგიები კოეფიციენტებით აბელურ ჯვარედინ მოდულებში. როდესაც კოეფიციენტი ტრივიალურია, მაშინ ჩვენს მიერ აგებული ჰომოლოგიები ემთხვევა ბაუესის და ელისის ჰომოლოგიებს. აღმოჩნდა რომ ჯვარედინი მოდულების ჰომოლოგიებს გააჩნიათ საინტერესო თვისებები, მაგალითად ადგილი აქვს ჰობშილდ-სერის სპექტრალურ მიმდევრობას. ჰობშილდ-სერის სპექტრალურ მიმდევრობაზე დაყრდნობით ვაჩვენეთ რომ სუსტად ჰომოტოპიურად ექვივალენტურ ჯვარედინ მოდულებს გააჩნიათ იზომორფული ჰომოლოგიის ჯგუფები და მივიღეთ ახალი ზუსტი მიმდევრობები ბაუესის და ელისის ჰომოლოგიების მონაწილეობით. აგრეთვე ვაჩვენეთ რომ შესაძლებელია ბაუესის და ელისის ჰომოლოგიების ინტერპრეტაცია არააბელური წარმოებული ფუნქტორების საშუალებით. გარდა ამისა, ფუნქტორი რომლის არააბელური წარმოებულები ბაუეს-ელისის ჰომოლოგიებს იძლევა, აღმოჩნდა ბირხოფის რეფლექტურობის თვისების მატარებელი. ამის შედეგად ჩვენ მივიღეთ ჰოპფის ფორმულები ბაუეს-ელისის ჰომოლოგიებისთვის.

3. აგებულია კოვარიანტული ფუნქტორი  $\gamma$  მონადიკური MV-ალგებრების კატეგორიიდან Q-დისტრიბუციული მესერების, ე. ი. დისტრიბუციული მესერების კვანტორით, კატეგორიაში შემოღებული რ. სინიოლის მიერ. ყოველი მონადიკური MV-ალგებრებისთვის აგებულია დუალური ობიექტი QM-სივრცე; ეს ობიექტები ჰქმნიან სპექტრალური სივრცეების და Q-სივრცეების, რომელიც განვითარებული იყო რ. სინიოლის მიერ, სპეციალურ ქვეკატეგორიას.

**6. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა**

**6.1. საქართველოში**

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	ვ.ჯიქია	წრფივი შეუღლების არაერთგვაროვანი ამოცანის განსაკუთრებული შემთხვევა კარლემან-ვეკუას რეგულარული განტოლებისათვის	თსუ გმი სემინარის XXXII საერთაშორისო გაფართოებული სხდომები, 17-20 აპრილი, 2018 , თსუ გმი
2	გ.გიორგაძე	კომპლექსური სტრუქტურის დეფორმაცია და წანაცვლებიანი სასაზღვრო ამოცანები	თსუ გმი სემინარის XXXII საერთაშორისო გაფართოებული სხდომები, 17-20 აპრილი, 2018 , თსუ გმი

3	<i>რევაზ გრიგოლია, ანტონიო დი ნოლა, ჯაკომო ლენცი</i>	ELP ლოგიკის ამოხსნადობა	ი. ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი ზუსტი და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტი 2018, იანვარი
4	<i>რევაზ გრიგოლია, ანტონიო დი ნოლა, ჯაკომო ლენცი</i>	სრულყოფილი MV-ალგებრების LP ლოგიკის ამოხსნადობა	ი. ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი გამოყენებითი მათემატიკის ინსტიტუტი 2018, აპრილი

## 6. 2. უცხოეთში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	ნ. ფოკინა, ე. ხალვაში, მ. ელიზბარაშვილი	Anisotropic Evolution of the Spin-Triplet States under the Action of the Varying Fields and the Lattice in a Non-zero Constant Field	6 <sup>th</sup> International Conference on Superconductivity and Magnetism; Antalya, Turkey 29 აპრილი –4 მაისი, 2018
2	Болоташвили Г. Г.	Графы определяющие новое семейство фасет для многогранника линейных порядков.	08.07.–14.07. 2018 Г. Омск, Россия

მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)

სსიპ სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულების (ინსტიტუტის/ცენტრის) ან უნივერსიტეტთან არსებული დამოუკიდებელი სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულების (ინსტიტუტის/ ცენტრის) სამეცნიერო ერთეულის დასახელება (პერსონალური შემადგენლობისა და ხელმძღვანელის მითითებით):

**სტოქასტური ანალიზის და მათემატიკური მოდელირების განყოფილება.**

ფირანაშვილი ზურაბ, განყ. გამგე–მთ. მეცნიერი თანამშრომელი; თევზაძე რევაზ, მთ. მეცნიერი თანამშრომელი; ჯანდიერი გიორგი, მთ. მეცნიერი თანამშრომელი; სულაბერიძე თამაზ, მთ. მეცნიერი თანამშრომელი (0,5), ინსტიტუტის დირექტორი; ცაბაძე თეიმურაზ, მთ. მეცნიერი თანამშრომელი (0,5), სხირტლაძე ირაკლი, უფრ. მეცნიერი თანამშრომელი; ჩიქვინიძე ბესიკ, უფრ. მეცნიერი თანამშრომელი; ქადაგიშვილი ლივერი, უფრ. მეცნიერი თანამშრომელი; ალიმზარაშვილი ზურაბ, მეცნიერი თანამშრომელი; ბექაური ნაირა, მეცნიერი თანამშრომელი; ბაკურაძე როლანდ, მეცნიერი თანამშრომელი; ქარუმიძე გივი, მეცნიერი თანამშრომელი; ბერიკიშვილი ზაირა, მეცნიერი თანამშრომელი; კუტალია ცოტნე, მეცნიერი თანამშრომელი.

1. პროგრამული დაფინანსებით შესრულებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები

1.1.

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1	სტოქასტური ანალიზისა და მათემატიკური მოდელირების საკითხების კვლევა  მათემატიკა, ინფორმატიკა	2018–2021	ზურაბ ფირანაშვილი–პროექტის ხელმძღვანელი რევაზ თევზაძე–შემსრულებელი, გიორგი ჯანდიერი–შემსრულ., თეიმურაზ ცაბაძე–შემსრულ., თამაზ სულაბერიძე–შემსრულ., ირაკლი სხირტლაძე–შემსრულ., ბესიკ ჩიქვინიძე–შემსრულ., ზურაბ ალიმბარაშვილი–შემსრ., ნაირა ბექაური–შემსრ., გივი ქარუმიძე–შემსრ., ლივერი ქადაგიშვილი–შემსრ., ცოტნე კუტალია–შემსრ., როლანდ ბაკურაძე–შემსრ.
2	<p>გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2018 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>მიღებულია უიტეკერ–შენონ–კოტელნიკოვის ტიპის ახალი განზოგადებული საინტერპოლაციო ფორმულები, როგორც დეტერმინისტული ფუნქციებისთვის, ასევე სტოქასტური პროცესებისა და ველებისთვის. შესაბამისი საინტერპოლაციო მწკრივების კრებადობის სიჩქარის მნიშვნელოვნად აღემატება უიტეკერ–შენონ–კოტელნიკოვის მწკრივების კრებადობის სიჩქარეს. ასევე მიღებულია შესაბამისი ნაშთითი წევრების შეფასება.</li> <li>მოყვანილია საშუალო სარგებლიანობის მაქსიმიზაციის ამოცანის ამოხსნის წარმოდგენა პირდაპირი და შექცეული სტოქასტურ დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემის ამოხსნის საშუალებით. განხილულია ცენტრალური ბანკის მიერ საპროცენტო განაკვეთის რეგულირებით გაცვლითი კურსის მართვის ამოცანა იმ მიზნით, რომ კურსი მაქსიმალურად ახლოს იყოს არჩეულ ნიშნულთან. ამოცანა წარმოდგენილია, როგორც რობასტული სტოქასტური მართვის ამოცანა და მოცემულია ამ პრობლემის მოგვარების გზა. ამოცანის ამოხსნა საშუალებას მოგვცემს ჩავატაროთ ცენტრალური ბანკის ოპტიმალური სტრატეგიის საინტერესო ეკონომიკური ანალიზი.</li> <li>მოცემული <math>M</math> ლოკალური მარტინგალისათვის შესაბამისი სტოქასტური ექსპონენტა <math>E(M) = \exp(M - 0.5[M])</math> ასევე წარმოადგენს ლოკალურ მარტინგალს. მნიშვნელოვანია ვიცოდეთ თუ როდის არის</li> </ul>		



სტოქასტური ექსპონენტა თანაბრად ინტეგრებადი მარტინგალი, რადგან აღნიშნული ფაქტის გამოყენება შეიძლება მრავალი მიმართულებით, მაგალითად როდესაც გვინდა გირსანოვის გარდაქმნის შესრულება ახალი ალბათური ზომის შემოსაღებად. ჩვენ განვაზოგადეთ იაპონელი მათემატიკოსის კაზამაკის რამდენიმე შედეგი და ავაგეთ ისეთი კონტრმაგალითი, რომელიც არ აკმაყოფილებს ნოვიკოვ-კაზამაკის შერეულ პირობას, მაგრამ აკმაყოფილებს ჩვენს მიერ დამტკიცებულ საკმარის პირობას.

- გამოკვლეულია გაბნეული მაგნიტოჰიდროდინამიკული (მჰდ) და რადიოტალღების სტატისტიკური მახასიათებლები დედამიწის ატმოსფეროს ქვედა ფენებში და ტურბულენტურ დაჯახებად მაგნიტოაქტიურ ანიზოტროპულ იონოსფერულ პლაზმაში (შემოკლებით, „დაჯახებად პლაზმაში“) გავრცელებისას. განხილულია გლობალური პრობლემების: „გავრცელება ტურბულენტურ შთანთქმად გარემოებში“ და „კლიმატის ცვლილების“ მნიშვნელოვანი ამოცანები. **პრობლემის აქტუალობა** განისაზღვრება საკითხისადმი კომპლექსური მიდგომით რაც ითვალისწინებს მეცნიერების სხვადასხვა დისციპლინების გამოყენებას: რადიო ფიზიკა, პლაზმის ფიზიკა, ატმოსფეროს ფიზიკა, ჰიდროდინამიკა, სტატისტიკური ფიზიკა, გეოფიზიკა, მეტეოროლოგია, კერძო წარმოებულნი სტოქასტური დიფერენციალური განტოლებები და მათემატიკური ფიზიკა. ამით შესაძლებელი გახდა **ახლებურად წარმჩენილიყო პრობლემები და გავაფართოვებულიყო ცოდნის ჰორიზონტი დედამიწის ატმოსფეროში მიმდინარე პროცესების შესწავლაში**. კომპლექსური ანალიზური კვლევები და რიცხვითი გამოთვლები ჩატარდა ექსპერიმენტული მონაცემების გამოყენებით.
- შემუშავდა ჯგუფური გადაწყვეტილებათა მიღების ერთი მეთოდი, როდესაც ექსპერტთა შეფასებები წარმოდგენილია ფაზი სიმრავლეთა სახით. ნაგულისხმებია, რომ გადაწყვეტილებათა მიღების პროცესში ჩაბმულია ექსპერტების რამდენიმე ჯგუფი და, ამგვარად, მიიღება ფაზი სიმრავლეთა რამდენიმე სასრული ერთობლიობა. აღწერილია ჯგუფური გადაწყვეტილების საკმაოდ მარტივი მეთოდი, რომლის მეშვეობით ხორციელდება ექსპერტთა ფაზი შეფასებების გადაყვანა მარეზულტირებელ შეფასებაში. მოყვანილია აგრეთვე შემოთავაზებული მიდგომის რეალიზაციის ალგორითმი.
- 2018 წლის სამუშაო გეგმა ითვალისწინებდა ზოგიერთი ორთოგონალური მწკრივის რიმანის აზრით შეჯამებადობის საკითხის გამოკვლევას. კერძოდ, ცნობილია, რომ ნებისმიერი ჯამებადი ფუნქციის ფურიე-ლემბეის ტრიგონომეტრიული მწკრივი თითქმის ყველგან შეჯამებადია რიმანის აზრით, მოცემული ფუნქციისკენ. ანალოგიური ამოცანა ისმება ფურიე-ბესელის ორთოგონალური მწკრივის შემთხვევაში. გარკვეული შეზღუდვების პირობებში ბესელის ფუნქციის რიგზე და ასევე გარკვეული შეზღუდვების პირობებში მოცემული  $f$  ფუნქციისთვის დამტკიცდა, რომ ფურიე-ბესელის ორთოგონალური მწკრივი შეჯამებადია რიმანის აზრით  $f$  ფუნქციისკენ  $[0,1]$  სეგმენტზე. კერძოდ ადგილი აქვს შემდეგ თეორემას: თუ  $f$  ფუნქცია ჯამებადია  $[0,1]$  სეგმენტზე, გააჩნია მეორე რიგის წარმოებულნი შვარცის აზრით, ხოლო ბესელის ფუნქციის რიგი  $> -1/2$ , მაშინ მწკრივი შეჯამებადია  $f$  ფუნქციისკენ  $[0,1]$  სეგმენტზე რიმანის აზრით.

განხილულ იქნა ასევე კოტელნიკოვის 
$$\sum_{n=1}^{\infty} c_n \frac{\sin(x-n\pi)}{x-n\pi}$$
 მწკრივის რიმანის აზრით

შეჯამებადობის საკითხი. ცნობილია, რომ თუ  $c_n \downarrow 0$ , მაშინ მწკრივი ლოკალურად თანაბრად კრებადია რიცხვით ღერძზე. დამტკიცდა, რომ თუ პირობა  $c_n \downarrow 0$ , შეცვლილია უფრო სუსტი

პირობით  $c_n = O(n)$ , მაშინ მართებულია შემდეგი თეორემა: თუ  $c_n = O(n)$ , მაშინ კოტელნიკოვის მწკრივი შეჯამებადია რიმანის აზრით მთელ რიცხვით ღერძზე (მომზადდა სამეცნიერო სტატია გამოსაქვეყნებლად).

## 2.2.

№	დასრულებული (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1	„გაბნეული რადიოტალღების სტატისტიკური მახასიათებლების შესწავლა დედამიწის ატმოსფეროში“, სამეცნიერო მიმართულება: დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებები, FR/3/9-190/14	2015-2018	გიორგი ჯანდიერი (მენეჯერი), ჟუჟუნა დიასამიძე და მზია დიასამიძე (ძირითადი შემსრულებლები)
<p>დასრულებული კვლევითი პროექტის 2018 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>პროექტში გამოკვლეულია გაბნეული მაგნიტოჰიდროდინამიკული (მჰდ) და რადიოტალღების სტატისტიკური მახასიათებლები დედამიწის ატმოსფეროს ქვედა ფენებში და ტურბულენტურ დაჯახებად მაგნიტოაქტიურ ანიზოტროპულ იონოსფერულ პლაზმაში (შემოკლებით, „დაჯახებად პლაზმაში“) გავრცელებისას. პროექტში განხილულია გლობალური პრობლემების: „გავრცელება ტურბულენტურ შთანთქმად გარემოებში“ და „კლიმატის ცვლილების“ მნიშვნელოვანი ამოცანები. <b>პრობლემის აქტუალობა</b> განისაზღვრება საკითხისადმი კომპლექსური მიდგომით რაც ითვალისწინებს მეცნიერების სხვადასხვა დისციპლინების გამოყენებას: რადიო ფიზიკა, პლაზმის ფიზიკა, ატმოსფეროს ფიზიკა, ჰიდროდინამიკა, სტატისტიკური ფიზიკა, გეოფიზიკა, მეტეოროლოგია, კერძო წარმოებულნი სტოქასტური დიფერენციალური განტოლებები და მათემატიკური ფიზიკა. ამით შესაძლებელი გახდა <b>ახლებურად წარმჩენილიყო პრობლემები და გაგაფართოვებულიყო ცოდნის ჰორიზონტი დედამიწის ატმოსფეროში მიმდინარე პროცესების შესწავლაში</b>. კომპლექსური ანალიზური კვლევები და რიცხვითი გამოთვლები ჩატარდა ექსპერიმენტული მონაცემების გამოყენებით.</p> <p><b>პროექტის პირველი სიახლეა</b> პასიურ მინარევთა გადატანის ტურბულენტური დიფუზიის <b>ახალი სტატისტიკური თეორია</b> ატმოსფეროს ქვედა ფენებში. მიღებულია ეფექტური ტურბულენტური დიფუზიის კოეფიციენტის ანალიზური გამოსახულება, რომელშიც გათვალისწინებულია მოლეკულური და ტურბულენტური დიფუზიები. წარმოდგენილია პასიურ მინარევთა გადატანის <b>ვიდეო პრეზენტაციის ალგორითმი</b> წყაროდან სხვადასხვა მანძილებზე.</p> <p><b>პროექტის მეორე სიახლე იყო</b> გაბნეული „სწრაფი“ და „ნელი“ დაბალი სიხშირის</p>			

მაგნიტოჰიდროდინამიკული ტალღებისა და მრავალჯერად გაბნეული მაღალი სიხშირის რადიოტალღების სტატისტიკური მახასიათებლების კომპლექსური შესწავლა “დაჯახებად პლაზმაში”, როცა მხედველობაში მიიღება ელექტრონების კონცენტრაციისა და გარეშე მაგნიტური ველის ფლუქტუაციები (სიდიდითა და მიმართულებით). სხვადასხვა სპექტრისათვის ანალიზურად (მდორე შემოთების მეთოდით და გეომეტრიული ოპტიკის მიახლოებაში) და რიცხვობრივად იქნა შესწავლილი გაბნეული ჩვეულებრივი და არაჩვეულებრივი ტალღების ფაზისა და ამპლიტუდის ფლუქტუაციების კორელაციური ფუნქციები პოლარიზაციის გათვალისწინებით, გამოთვლილია მოსვლის კუთხეები ძირითად და პერპენდიკულარულ სიბრტყეებში, სცინტილაციის ინდექსი  $S_4$ , სტოქსის პარამეტრები, დეპოლარიზაციის კოეფიციენტები და ტალღური სტრუქტურული ფუნქციები. **მეორე რიგის სტატისტიკური მომენტები შეიცავენ:** ამოცანის გეომეტრიას, ფენის სისქეს, შთანთქმის კოეფიციენტს, დაცემის კუთხეს, კუთხეს გარეშე მაგნიტურ ველსა და ფენის საზღვრისადმი ნორმალს შორის, ელექტრონების კონცენტრაციის ფლუქტუაციების სივრცით-დროით მასშტაბებს და არაერთგვაროვნებების ანიზოტროპიის პარამეტრებს. **რიცხვითი გამოთვლები** ჩატარდა ელექტრონების კონცენტრაციის არაერთგვაროვნებების სხვადასხვა სპექტრალური ფუნქციისათვის, რომელიც დამახასიათებელია იონოსფეროს სხვადასხვა ფენისთვის. წარმოდგენილია გარეშე მაგნიტური ველის მიმართულების ფლუქტუაციებით გამოწვეული გაბნეული გამოსხივების ფაზური პორტრეტების ევოლუციის **ვიდეო პრეზენტაცია** “დაჯახებად პლაზმაში” ამოცანისათვის დამახასიათებელი სხვადასხვა განუზომელი პარამეტრისთვის. **პროექტის მესამე სიახლე იყო ჩვენს მიერ აღმოჩენილი „ორბურცობიანი ეფექტის“ ახალი თავისებურებების შესწავლა** რადიოტალღის დახრილად დაცემისას “დაჯახებად პლაზმაზე” დიფრაქციული ეფექტების გათვალისწინებით. მხედველობაში იქნა მიღებული ელექტრონების კონცენტრაციისა და გარეშე მაგნიტური ველის ფლუქტუაციები. განხილულია სივრცით სპექტრში ღრმულის ევოლუცია ელექტრონების კონცენტრაციის ფლუქტუაციების სხვადასხვა სპექტრისათვის “დაჯახებად პლაზმაში”.

**რიცხვითი გამოთვლები** შესრულდა კარგად აპრობირებული მეთოდებითა და ალგორითმებით; ESA, NASA და იონოსფერული სადგურების მონაცემთა ბაზების გამოყენებით. მიღებულ შედეგებს ექნებათ **პრაქტიკული გამოყენება** ეკოლოგიაში, დედამიწის დაკვირვებისას და რუქების შედგენაში, იონოსფეროსა და კოსმოსური პლაზმის ზონდირების პრინციპების დადგენაში, ნავიგაციასა და კომუნიკაციაში.

პროექტში მიღებული შედეგები გამოქვეყნდა რეცენზირებად სამეცნიერო ჟურნალებში და მოხსენეულია საერთაშორისო სიმპოზიუმებზე.

### 3. უცხოური გრანტებით დაფინანსებული სამეცნიერო პროექტები

#### 3.2.

№	დასრულებული (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი,	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

	დამფინანსებელი ორგანიზაცია/ სამეცნიერო ფონდი, ქვეყანა		
1	2	3	4
1	“Development and Application of Radio Waves Propagation in a Turbulent Collision Plasma”, ISTC G-2126, funded by USA.	2015-2018	George Jandieri (manager), Zhuzhuna Diasamidze (principle investigator), Maia Qutelia and Natalya Zhukova (both numerical calculations)
2	პროსტატის კიბოს ვიზუალიზაცია განვითარების ადრეულ სტადიაზე, სამედიცინო ბიოფიზიკა, G-2188, ISTC (საერთაშორისო სამეცნიერო ტექნოლოგიური ცენტრი)	2016-2018	ბ. ფარცვანია, სამეცნიერო ხელმძღვანელი; თ.სულაბერიძე- მეცნიერი მკვლევარი, ქ. ჩუბინიძე, მეცნიერი მკვლევარი
<p>დასრულებული კვლევითი პროექტის 2018 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>1. შესწავლილია გაბნეული ჩვეულებრივი და არაჩვეულებრივი რადიო ტალღების მეორე რიგის სტატისტიკური მომენტები ტურბულენტურ დაჯახებად მაგნიტოაქტიურ პლაზმაში გავრცელებისას, სადაც გამოყენებულია ჩვენს მიერ შემოთავაზებული ახალი მეთოდი, ხოლო რიცხვითი გამოთვლები ჩატარდა სტატისტიკური მონტე-კარლოს მეთოდით. ანალიზური გამოთვლებისას გამოყენებულ იქნა ელექტრონების კონცენტრაციის ფლუქტუაციების გაუსური და ხარისხობრივი სპექტრები, რომლებიც ექსპერიმენტზე დაიკვირვებიან რადარული და თანამგზავრზე დამონტაჟებული სისტემებით, ასევე მეტეოროლოგიურ-იონოსფერული ხელსაწყოებით. პლაზმური არაერთგვაროვნებების ფორმა დედმიწის იონოსფეროში წარმოადგენს ელიფსოიდს, რომლის ღერძებს შორის მანძილების ფარდობა განსაზღვრავს მის ანიზოტროპულობას. გამოვლენილია „ორბურცობიანი ეფექტის“ ახალი თავისებურებები ჩვეულებრივი და არაჩვეულებრივი რადიო ტალღების გავრცელებისას დაჯახებად იონოსფერულ პლაზმაში დიფრაქციული ეფექტების გათვალისწინებით. პირველ და მეორე მიახლოებებში მოდიფიცირებული მდორე შემოფოთების მეთოდის და სასაზღვრო პირობების გამოყენებით გამოთვლილია მეორე რიგის სტატისტიკური მომენტები და სივრცითი სპექტრის სიმძლავრე. ნაჩვენებია, რომ ღრმულის მიმართულება ემთხვევა წაგრძელებული პლაზმური არაერთგვაროვნებების მიმართულებას. პლაზმური არაერთგვაროვნებების ანიზოტროპული პარამეტრები არსებით გავლენას ახდენენ სივრცითი სპექტრის ფორმაზე. რიცხვითი გამოთვლები ჩატარდა გაუსური და ხარისხობრივი სპექტრებისთვის. წარმოდგენილია ვიდეო პრეზენტაცია „ორბურცობიანი ეფექტის“ ფორმირებისა მცირე და დიდ მასშტაბიანი პლაზმური არაერთგვაროვნებებისთვის..</p> <p><b>აღმოჩენილია ახალი სცინტილაციური ეფექტები</b> მაღალი სიხშირის ელექტრომაგნიტური ტალღების გავრცელებისას იონოსფერულ პლაზმაში. გამოვლენილია დედამიწაზე დაკვირვებადი დიფრაქციული სურათის ორი ასიმპტოტიკური ზონა: პირველი მათგანი ასოცირდება არასრულად განვითარებულ დიფრაქციასთან, ხოლო მეორე - სრულად განვითარებულ დიფრაქციასთან. შესაძვე ზონა ერთმანეთთან აკავშირება ამ ორ ზონას. მაგნიტური ველი გასწვრივ მიმართული პლაზმური არაერთგვაროვნებები არსებით გავლენას ახდენენ სცინტილაციის დონეზე სრულად განვითარებულ</p>			

დიფრაქციულ არეში: კოსმოსში და ატმოსფეროს ზედა ფენებში წარმოიშვება ნათებები, აღძრული სხვადასხვა სიხშირის ტალღები და გეომაგნიტური პულსაციები ვრცელდებიან დედამიწის ატმოსფეროში დაკოსმოსში. ძლიერი ნათებების ენერგია გადაეცემა პლაზმურ გარემოს, იზრდება მისი ტურბულენტობის ინტენსიობა და ტემპერატურა. **ეს ახალი საინტერესო სცინტილაციის ეფექტები გამოვავლინეთ იონოსფერის F ფენში.** მცირე სცინტილაციის დონე ასოცირდება დადებით და უარყოფით ინტენსიობის ფლუქტუაციებთან, იმ დროს როცა ძლიერი სცინტილაციები ასოცირდებიან დადებით ინტენსიობის ფლუქტუაციებთან.

ლოგარითმულ მასშტაბში აგებულია ნორმირებული სცინტილაციის დონის შესაბამისი მრუდები. ანიზოტროპული კოეფიციენტის გაზრდით სცინტილაციის დონე მატულობს როგორც არადიფრაქციულ ზონაში, ასევე გარდამავალ ზონაში. ამ უკანასკნელ ზონაში ოსცილაციებს ადგილი არა აქვს. **ნათებები გამოვლილია** სრულად განვითარებულ დიფრაქციის არეში წაგრძელებული არაერთგვაროვნებების სხვადასხვა ანიზოტროპიის კოეფიციენტებისთვის. ლოგარითმულ მასშტაბში აგებულია **ფაზის სცინტილაციის სპექტრის** ამსახველი მრუდები, სადაც გათვალისწინებულია მცირე მასშტაბიანი პლაზმური არაერთგვაროვნებების მოძრაობის სიჩქარეები. ნაჩვენებია, რომ ჩვეულებრივი და არაჩვეულებრივი ტალღების სცინტილაციის სპექტრები აკმაყოფილებენ **ე.წ.**

**„სტანდარტულ თანაფარდობებს“** - პირველი მინიმუმი მრავლდება  $(2)^{1/2}$ ,  $(3)^{1/2}$ ,  $(4)^{1/2}$  ...;

წაგრძელებული პლაზმური არაერთგვაროვნებების დახრილობის კუთხის ცვლილებით მაგნიტური ველის ძალწირების მიმართ სპექტრის მინიმუმები და მაქსიმუმები იცვლებიან. **ფაზის სცინტილაციის ინდექსი  $S_4$**  განსაზღვრავს ჩვეულებრივი და არაჩვეულებრივი ტალღების მიღების სისწრაფეს იონოსფერულ პლაზმაში გავრცელებისას ელექტრონების კონცენტრაციის ფლუქტუაციების ნებისმიერი სპექტრისთვის.

სინუსოიდური ტიპის ოსცილაციები დაიკვირვება სივრცითი სპექტრის სიმძლავრეში, რაც გამოწვეულია ფრენელის ფილტრაციის ეფექტით იმ პლაზმური არაერთგვაროვნებებისთვის, რომელთა ხაზოვანი მასშტაბი ნაკლებია ფრენელის რადიუსზე. სცინტილაციის დონის ცოდნა საშუალება იძლევა გამოვთვალოთ სივრცითი სპექტრის სიგანე (პირველი  $\nu_{1S}$  და მეორე  $\nu_{2S}$  მომენტებისთვის) და სცინტილაციის პერიოდი. თუ „ჩაყინული“ წაგრძელებული არაერთგვაროვნებები მოძრაობენ დაკვირვების წრფის პერპენდიკულარულად მთავარ სიბრტყეში (გარეშე მანტიური ველის ძალწირები) 100 მ/წმ სიჩქარით, პირველი მომენტი, რომელიც განსაზღვრავს სცინტილაციის სპექტრის სიგანეს (სცინტილაციის დონეს)  $\nu_{1S} \sim 10$  მილიჰერცის, პერიოდია 100 წმ და  $\nu_{1S} < \nu_{2S} = 104$  მილიჰერცი. პლაზმური არაერთგვაროვნებების მოძრაობისას მთავარ სიბრტყეში  $T_{1S} = (1 / \nu_{1S}) \sim 80$  წმ და  $\nu_{1S} < \nu_{2S} = 118$  მილიჰერცი.

ატმოსფეროს დაბინძურების კონტროლი დაკავშირებულია **მინარევების განაწილებასთან** (გაზებში, მცირე ზომის ნაწილაკები) ატმოსფეროში, რომლებიც ამოიფრქვევიან წყაროდან. ჰაერში მინარევთა კონცენტრაცია დამოკიდებულია: წყაროს სიმძლავრეზე, ქარის სიჩქარის მიმართულებაზე და დედამიწის ატმოსფეროს ფენის მდებარეობაზე, სადაც ხდება მინარევთა გადატანა. ნაჩვენებია, რომ წყაროდან ამოფრქვეული მინარევები ვრცელდებიან ჰაერში მუდმივად არსებული სხვადასხვა მასშტაბის გრიგალური სტრუქტურების მიერ. ჩვენ მიერ შემოთავაზებულია პასიურ მინარევთა გადატანის **ახალი სტატისტიკური მოდელი** ატმოსფეროს ქვედა ფენებში ეფექტური დიელექტიკული შეღწევადობის მეთოდისა და პიკარის იტერაციული მეთოდი გამოყენებით. სტოქასტური ფოკერ-პლანკის განტოლება შეიცავს მოლეკულურ დიფუზიურ კოეფიციენტებს და დაბინძურების წყაროს დეტერმინისტულ ფუნქციას. ჩვენ მიერ გამოთვლილი ეფექტური

დიფუზიის კოეფიციენტი წარმოდგენილია გასწვრივი და განივი დიფუზური კოეფიციენტებით ტურბულენტური ნაკადის მოძრაობის სიჩქარის მიმართ. რიცხვითი გამოთვლები ჩატარდა ESA და NASA-ს ექსპერიმენტულ მონაცემების გამოყენებით. განხილულ იქნა აგრეთვე შტილის შემთხვევა.

**ყველა რიცხვითი მონაცემი წარმოდგენილ იქნა ცხრილის სახით.** რიცხვითი მოდელირების იზოხაზები აღწერენ პასიურ მინარევთა განაწილებას ქარის სიჩქარის სხვადასხვა მნიშვნელობისთვის წყაროდან სხვადასხვა მანძილებზე. გლობულების ფორმირების დინამიკა, რომლებიც შეიცავენ მინარევებს, **წარმოდგენილია პირველად.** წყაროდან ამოფრქვევის შემდეგ სხვადასხვა კონცენტრაციის იზოხაზებს აქვთ ელიფსის ფორმა. ეს იზოხაზები წაგრძელებულია ქარის მიმართულებით. რიცხვითი მოდელირების ვიდეო პრეზენტაციამ აჩვენა, რომ წყაროდან დიდ მანძილებზე მინარევები გლობულების სახით განაწილებულია ატმოსფეროს დიდ არეში. გარკვეული დროის შემდეგ გლობულები წარიტაცებიან ნაკადის მიერ, გადაადგილდებიან ქარის გასწვრივ და ქრებიან (ანუ შეერევიან ატმოსფეროში). ყველა იზოხაზს შეესაბამება მინარევთა გარკვეული კონცენტრაცია, ისინი ხასიათდებიან გარკვეული ხაზოვანი და დროითი მასშტაბებით. **წარმოდგენილ იქნა პასიურ მინარევთა გადატანის და გლობულების წარმოშობის ვიდეო სურათი ატმოსფეროს ქვედა ფენებში.**

მცირე მასშტაბიანი არაერთგვაროვნებები გაუსურვი სპექტრით იწვევენ პოლარიზაციის ფლუქტუაციებს 20-50 მეგაჰერცი სიხშირეებისთვის. ფარადეის ეს ეფექტი, რომელიც დაკავშირებულია ფარადეის  $\theta_F$  კუთხესთან დაიკვირვება თანამგზავრებზე. ფარადეის ეფექტი გამოწვეული გარეშე მაგნიტური ველით ძირითადად განპირობებულია იმ სიხშირეთა დიაპაზონით, რომელიც აღემატება ელექტრონის გირო სიხშირეს. პოლარიზაციის სიბრტყის ბრუნვა გამოწვეულია ორი, წრიულად პოლარიზებული ტალღის ფაზათა სხვაობის უწყვეტი ცვლილებით. ჩვენ გამოვივალეთ 3 მეგაჰერცი სიხშირის რადიო ტალღის დეპოლარიზაციის ხარისხი იონოსფეროს F ფენში გავრცელებისას. ამ შემთხვევაში ფარადეის კუთხე ტოლია  $\theta_F = -0.01 L m^{-1}$  ( $L$  არის მანძილი რომელსაც ტალღა გადის არაერთგვაროვან პლაზმაში). ეს შედეგი სამართლიანია იმ შემთხვევაში, როცა კუთხე ტალღის გავრცელების მიმართულებასა და გარეშე მაგნიტურ ველს შორის მახვილია. ფარადეის კუთხის საშუალო კვადრატული გადახრა  $\langle \theta_F^2 \rangle$  გამოთვლილ იქნა ანალიზურად და რიცხვობრივად. ეს სტატისტიკური მახასიათებელი შეიცავს: ჩვეულებრივი და არაჩვეულებრივი ელექტრომანტიური ტალღების ფაზის ფლუქტუაციების დისპერსიებს და აგრეთვე მათ კორელაციურ ფუნქციას. რიცხვითი ანალიზი აჩვენებს, რომ მეტრული ტალღის სიგრძის რადიო ტალღებისთვის (3 მეგაჰერცი) ეს კუთხე დაახლოებით ტოლია  $7^0$ , რაც **თანხვედნაშია ექსპერიმენტთან.** ფარადეის კუთხის ნორმირებული დისპერსია არაწრფივად და დამოკიდებული პლაზმური არაერთგვაროვნებების დახრილობის კუთხეზე.

**გეომანტიური ველის ფლუქუაციები** არსებითად ვლინდებიან გეომანტიური ქარიშხლების დროს და ისინი **არსებით გალენას ახდენენ ამინდზე.** შემფოთების მეთოდის გამოყენებით ანალიზურად იქნა გამოთვლილი მაგნიტოაქტიურ პლაზმაში გაბნეული რადიო ტალღების სტატისტიკური მახასიათებლები გამოწვეული გარეშე მაგნიტური ველის ფლუქტუაციებით. გამოთვლებისას გამოვიყენეთ მარკოვის მიახლოება. მეორე რიგის სტატისტიკური მომენტების გამოთვლის ცდომება  $\sim ((\lambda L)^{1/2} / L)^{1/3}$  რიგისაა (სადაც  $L$  არის მანძილი, რომელსაც ტალღა გადის ტურბულენტურ მაგნიტოაქტიურ პლაზმაში). იონოსფეროში  $L$  -ის სიდიდე მერყეობს 50 კმ-დან რამდენიმე ასეულ კილომეტრამდე. ამიტომ ტალღებისთვის რამდენიმე ასეული მეგაჰერციდან და მაღლა მარკოვის მიახლოება სამართლიანია. **პირველად წარმოდგენილია ფაზური პორტრეტის ვიდეო - ფაზის**

ფლუქტუაციების კორელაციური ფუნქციის ევოლუცია, როცა გარეშე მაგნიტური ველი იცვლება მოდულითა და მიმართულებით, ამასთან მხედვლობაში მიიღებულია გეომეტრიული პარამეტრები რომლებიც ახასიათებენ მოცემულ ამოცანას.

დედამიწის ზედა ატმოსფეროში 130 კმ სიმაღლეზე და უფრო მაღლა გეომაგნიტური ველი და მისი გრადიენტები თამაშობენ მნიშვნელოვან როლს ტალღური პროცესების ფორმირებაში. იონოსფეროს E ფენში ტემპერატურისა და კუმშვადობის სტრატოფიკაციის ეფექტების უგულვებელყოფით მიიღება სამგანზომილებიანი დისპერსიული განტოლება რომელიც შეიცავს სამგანზომილებიანი ჰიდრომაგნიტური გრადიენტული პლანეტარული ტალღების **ახალ** ამონახსნებს. ასეთი ტალღები აღიძვრებიან დედამიწის ყველა განედზე. ორგანზომილებიანი პლანეტარული ტალღებისგან გასხვავებით, რომლებიც ვრცელდებიან მხოლოდ ჰორიზონალური მიმართულებით, სამგანზომილებიანი ნელი და სწრაფი ჰიდრომაგნიტური გრადიენტული ტალღები უმთავრესად ვრცელდებიან ვერტიკალური მიმართულებით, **რაც დასტურდება ზედა ატმოსფეროში ექსპერიმენტული დაკვირვებებით**. ამ ტალღების პარამეტრები მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული მზის მაგნიტურ აქტივობაზე. გამოვთვალეთ მათი ვერტიკალური ჯგუფური სიჩქარე. თუ მათ აქვთ დადებითი ენერგია, მაშინ ისინი ვრცელდებიან ატმოსფეროს ქვედა ფენებიდან ზევით, უარყოფითი ენერგიის შემთხვევაში კი პირიქით. **ამ ჰიდრომაგნიტურმა გრადიენტულმა ტალღებმა შეიძლება არსებითი გავლენა მოახდინოს კლიმატის ცვლილებებზე**.

ტემპერატურის სტრატოფიკაციის, დისიპაციისა და კუმშვადობის უგულვებელყოფით

მოკლეთალღიან მიახლოებაში ( $\lambda \leq 10^3$  კმ) ამპერის ელექტრომაგნიტური ძალის მოქმედებით

იონოსფეროს F- ფენში აღიძვრება **ალვენის ტიპის დაბალი სიხშირის ახალი**

**მაგნიტოჰიდროდინამიკული ტალღები**, რომლებიც **პირველად იქნა გამოვლენილი ჩვენს მიერ**; ამ ტალღებში ფაზურ და ჯგუფურ სიჩქარეებს აქვთ საწინააღმდეგო მიმართულებები: როცა ჯგუფური სიჩქარე მიმართულია ზევით, მაშინ ფაზური სიჩქარე მიმართულია ქვევით და პირიქით.

გეომეტრიული ოპტიკის მახლობლაში გამოვთვალეთ მეორე რიგის სტატისტიკური მომენტები ალვენის ტიპის დაბალი სიხშირის „სწრაფი“ და „ნელი“ მაგნიტოჰიდროდინამიკული

ტალღებისთვის ტურბულენტურ პლაზმურ ნაკადში გავრცელებისას. რიცხვითი გამოთვლები ჩატარდა ორბიტალური თანამგზავრებისა და EISCAT-ის არაკოჰერენტული რადარული

სისტემებით გაზომილ მონაცემებზე დაყრდნობით. **ენერგიის გაცვლა** ახალ შიგა ტალღებსა და

ტურბულენტურ პლაზმურ ნაკადს შორის დამოკიდებულია შემდეგ პარამეტრებზე: შინაგანი

ტალღის სიხშირეზე და ტალღურ რიცხვზე, ალვენის სიჩქარეზე, კუთხეებზე დაცემული ტალღის

ტალღური ვექტორის და ტურბულენტური პლაზმური ნაკადის საშუალო სიჩქარესა და გარეშე მაგნიტურ ველს შორის, პლაზმური არაერთგვაროვნებების სივრცით-დროით მასშტაბებზე, და

მანძილზე, რომელსაც ტალღა გადის იონოსფეროს F ფენში.

ანალიზმა გვიჩვენა, რომ **სწრაფი შინაგანი ტალღები** იონოსფეროს F ფენში გავრცელებისას სადაც

არსებობენ დიდ მასშტაბიანი პლაზმური არაერთგვაროვნებები, ტურბულენტური პლაზმური

ნაკადებიდან იღებენ ენერგიას, რითაც იზრდება მათი ამპლიტუდა და ენერგია; **ნელი შინაგანი**

**ტალღები** გადასცემენ ენერგიას პლაზმურ ნაკადებს, რითაც მცირდება ამ ტალღების ინტენსიობა.

წაგრძელებული პლაზმური არაერთგვაროვნებების დახრილობის კუთხის გაზრდით ენერგიის

ნაკადის სიმკვრივე მნიშვნელოვნად მცირდება; გაბნეული შინაგანი ტალღების დროითი სპექტრის

მაქსიმუმის წანაცვლება დამოკიდებულია პლაზმური ნაკადისა და შინაგანი ტალღების

გავრცელების მიმართულებებზე გარეშე მანიტური ველის ძალწირების მიმართ. **ეს ეფექტები შეიძლება გაიზომოს ექსპერიმენტზე**. ავგებულ იქნა ამ ტალღების ენერგიის ნაკადის სიმკვრივის

ფაზური პორტრეტები პოლარულ კოორდინატთა სისტემაში „ჩაყინული“ პლაზმური არაერთგვაროვნებების სხვადასხვა ანიზოტროპიის კოეფიციენტისა და დახრილობის კუთხეებისთვის. თუ წნევისა და ტემპერატურის სტრატეგიკაციას მხედველობაში არ მივიღებთ, **იონოსფეროს E ფენში (დინამო არეში, 80-150 კმ სიმაღლეზე)** გენერირდებიან შიგა ტალღები, რომლებიც გამწვეულია ორი გიროტროპული ძალის არსებობით: ჰოლის ეფექტით და ამპერის ელექტრომაგნიტური ძალით. თუ ნელ მაგნიტოჰიდროდინამიკულ ტალღებში გამოვყოფთ ელექტრომაგნიტურ ეფექტებს, ვუგულვებელყოფთ ჰიდროდინამიკურ ძალებს განზოგადებულ ომის კანონში, ჩვენ მივიღებთ დინამო ველისთვის სტოქასტურ დიფერენციალურ განტოლებას. შეშფოთების მეთოდის ამოყენებით გამოვიკვლიეთ მეორე რიგის სტატისტიკური მომენტები იონოსფეროს E დინამო არეში. გამოვითვალეთ დისპერსიები ექსპერიმენტულად დაკვირვებადი ხარისხობრივი სპექტრისთვის.

2. პროექტის მიზანი იყო ახალი არაინვაზიური, მარტივი სამედიცინო მოწყობილობის მოქმედი მოდელის შექმნა, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელი იქნება პროსტატის კიბოს ვიზუალიზაცია და დიაგნოსტიკა ადრეულ სტადიაზე. პროექტის მიზნად დასახული იქნა ახლო ინფრაწითელი გამოსხივების საშუალებით პროსტატის კიბოს დეტექტირება-ვიზუალიზაცია. შესწავლილ იქნა ამოცანები: 1. არაკიბოვანი პროსტატის ქსოვილში ინფრაწითელი სხივების შეღწევადობის გამოკვლევა გამავალ სხივებში. 2. არაკიბოვანი პროსტატის ქსოვილში ინფრაწითელი სხივების შეღწევადობის გამოკვლევა უკუგაბნეულ სხივებში. 3. არაკიბოვანი პროსტატის ქსოვილის ინფრაწითელი გამოსახულების კომპიუტერული დამუშავება, სათანადო სტატისტიკური მასალის მათემატიკური დამუშავების საფუძველზე, პროგრამის შექმნის მიზნით. 4. პროსტატის კიბოვანი ქსოვილების გამოკვლევა ინფრაწითელ სხივებში მათი ინფრაწითელი გამოსახულების მიღების მიზნით. 5. პროსტატის კიბოვანი ქსოვილის ინფრაწითელი გამოსახულების კომპიუტერული დამუშავება სათანადო სტატისტიკური მასალის მათემატიკური დამუშავების საფუძველზე. 6. პროსტატის კიბოვანი ქსოვილის გამოკვლევა პოლარიზებულ ინფრაწითელ სხივებში. 7. პროსტატის კიბოს დიაგნოზირების მოწყობილობის პროტოტიპის შექმნა.

არსებული მოწყობილობის მნიშვნელობა შემდეგია: ხელსაწყო საშუალებას იძლევა ხილული გახადოთ პროსტატის კიბოვანი წარმონაქმნი. ხელსაწყოს შესაძლებლობებშია რამდენიმე მილიმეტრი ზომის მქონე სიმსივნური წარმონაქმნის ვიზუალიზაცია. აღნიშნული ხელსაწყო საშუალებას მოგვცემს მიზნობრივად, ერთჯერადად შესრულდეს ბიოფსია და ადრეულ იქნას 1 ან 2 წერტილი, განსხვავებით არსებული ბიოფსიის მეთოდისა, სადაც აიღება 12 წერტილი პირველი ბიოფსიისას და 24 ან 48 წერტილის მომდევნო ბიოფსიების შეემთხვევაში.

**ამრიგად: შეიქმნა პროსტატის კიბოს ვიზუალიზაციის ხელსაწყოს მოქმედი მოდელი და კომპიუტერული პროგრამა.**

დამუშავებული და შექმნილი ხელსაწყოს მუშაობა შემოწმებულ იქნა იზოლირებულ პროსტატებზე. ხელსაწყო განაპირობებს პროსტატის კიბოს ვიზუალურ დეტექტირებას ინფრაწითელ სხივებში. ხელსაწყოს მუშაობა 2 შემთხვევაში შემოწმებულ იქნა უშუალოდ პაციენტებზე, მათი თანხმობის შედეგად.

#### 4. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში



#### 4. 2. სახელმძღვანელოები

№	ავტორი/ავტორები	სახელმძღვანელოს სახელწოდება, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	თეიმურაზ ცაბაძე	ფაზი ლოგიკის საფუძვლები, ISBN 978-9941-20-792-4 (PDF)	თბილისი, საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“	58
2				
<p>ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>სალექციო კურსის შესწავლის ძირითადი საგანია არამკაფიო (ფაზი) სიმრავლეების და მიმართებების თეორიის საფუძვლები. განხილულია კლასიკურ სიმრავლეთა და მიმართებათა თეორიის ელემენტები, მოცე მულია ფაზი სიმრავლეების განმარტებები, ნაირსახეობები, ყველა ძირითადი ოპერაცია, მოყვანილია ფაზი ლოგიკის ფუძემდებლის ლოტფი ზადეს განზოგადების პრინციპი. დეტალურად გარჩეულია ფაზი ოპერატორები: სამკუთხა ნორმები, სამკუთხა კონორმები, გას შუალოების ოპერატორები. მოცემულია ფაზი მიმართების განმარტება და ფაზი მიმართებების ნაირსახეობანი, მათი თვისებები და ოპერაციები ფაზი მიმართებების მესერზე. თეორიულ მსჯელობებს თან ახლავს პრაქტიკული მაგალითები და სავარჯიშოები, რომელთა ამოხსნები უფრო განამტკიცებს მიღებულ თეორიულ ცოდნას.</p> <p>გამოცემა განკუთვნილია ბაკალავრიატის, მაგისტრატურისა და დოქტორანტურის სტუდენტებისათვის. ის გამოადგება, აგრეთვე, ყველა სხვა დაინტერესებულ პირს.</p>				

#### 5. ზეკდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

##### 5.4. სტატიები

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათაური, დიგიტალური საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN	ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	Teimuraz Tsabadze, Irakli Chelidze	One Approach for Aggregation of Fuzzy Estimates of Several Groups of Experts, ISSN: 2313-0571	Int. Journal of Pure Mathematics, Vol. 5, 2018	North Atlantic University Union (NAUN) Journals <a href="http://www.naun.org/cms.action?id=18816">http://www.naun.org/cms.action?id=18816</a>	5
2	B.Partsvania, T.Sulaberidze A.Khuskivadze	<u>New method for enhancement of histopathological diagnosis of prostate cancer</u>	Journal of Medical Biomedical And Applied	ინდოეთი, <a href="http://jmbas.in/index.php/jmbas/contact">http://jmbas.in/index.php/jmbas/contact</a>	5

		<a href="https://doi.org/10.15520/jmbas.v6i4.104">doi.org/10.15520/jmbas.v6i4.104</a>	Sciences. 6, 104-111		
3	George Jandieri, Akira Ishimaru, Banmali Rawat, Vladimir Gavrilenko, Oleg Kharshiladze	<u>Statistical Moments and Scintillation Level of Scattered Electromagnetic Waves in the Magnetized Plasma</u> doi:10.2528/PIERC18030602	Progress in Electromagnetic Research C, vol. 84, p. 11-22, 2018	აშშ	12

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1. სტატიაში წარმოდგენილია ჯგუფური გადაწყვეტილებათა მიღების ერთი მეთოდი, როდესაც ექსპერტთა შეფასებები წარმოდგენილია ფაზი სიმრავლეთა სახით. ნაგულისხმებია, რომ გადაწყვეტილებათა მიღების პროცესში ჩაბმულია ექსპერტების რამოდენიმე ჯგუფი და, ამგვარად, მივიღებთ ფაზი სიმრავლეთა რამოდენიმე სასრულ ერთობლიობას. აღწერილია ჯგუფური გადაწყვეტილების საკმაოდ მარტივი მეთოდი, რომლის მეშვეობით ხორციელდება ექსპერტთა ფაზი შეფასებების გადაყვანა მარეზულტირებელ შეფასებაში. მოყვანილია აგრეთვე შემოთავაზებული მიდგომის რეალიზაციის ალგორითმი.

2. პროსტატის დიაგნოსტიკის იმიჯინგის თანამედროვე მეთოდები უაღრესად რთული და ნაწილობრივ ინვაზიურია. ამიტომ, პროსტატის კიბოს დიაგნოსტიკის მთავარი გამოწვევა მარტივი და არაინვაზიური მეთოდების შემუშავებაა. იმიჯინგი თამაშობს გამამწვეტ როლს პროსტატის კარციომას იდენტიფიცირებაში, ლოკალიზაციის დადგენასა და არაინვაზიურობაში. ამ სამუშაოში ჩვენ ვაჩვენებთ, რომ შესაძლებელია პოლარიზებული ინფრაწითელი გამოსხივება გამოყენებული იქნას პროსტატის კიბოს დეტექტირებისა და იმიჯინგისათვის. იმის გამო, რომ კიბოვან წარმონაქმნში გამავალი ინფრაწითელი სიხივების ინტენსივობა ნაკლებია არაკიბოვან ქსოვილში გამავალ ინტენსივობასთან შედარებით, კიბოვანი წარმონაქმნის დიფერენცირება შესაძლებელია როგორც მუქი არეებისა ნათელ ფონზე. მატემატიკური სტატისტიკის სათანადო მეთოდების გამოყენების საფუძველზე შექმნილი სპეციალურად დამუშავებული კომპიუტერული პროგრამა აანალიზებს და ამუშავებს განათებულობათა ინტენსივობებს გამოსახულებებში, ზომავს მათ ფარდობებს და განსაზღვრავს დაავადებულობის ხარისხს. მიღებული შედეგები იმედს გვაძლევს, რომ ასეთმა მიდგომამ შეიძლება მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანოს პროსტატის კიბოს დიაგნოსტიკაში მის ადრეულ სტადიაზე განვითარებისას.

3. გაზიარებულია გაზიარებული ჩვეულებრივი და არაჩვეულებრივი ელექტრომაგნიტური ტალღების სტატისტიკური მახასიათებლები დამაგნიტებულ პლაზმაში გლუვ შემფოთებათა მეთოდის გამოყენებით. მხედველობაშია მიღებული დიფრაქციული ეფექტები და პოლარიზაციის კოეფიციენტები. მიღებულია გაზიარებული გამოსხივების მეორე რიგის სტატისტიკური მომენტები ელექტრონული ფლუქტუაციის ნებისმიერი კორელაციის ფუნქციისთვის. მიღებულია სიმძლავრის სივრცული სპექტრის გაფართოვებისა და მისი მაქსიმუმის წანაცვლების გამოსახულებები. გამოთვლილია ტალღური სტრუქტურის ფუნქციები და მოსვლის კუთხე. გაანალიზებულია გაზიარებული გამოსხივების სცინტილაციის დონე ანიზოტროპიული პლაზმის ირეგულარობის მახასიათებელი სხვადასხვა პარამეტრისთვის იონოსფეროს F-უბნის შემთხვევაში. ექსპერიმენტული მონაცემების საფუძველზე ჩატარებულია სტატისტიკური მახასიათებლების რიცხვითი გათვლები სამგანზომილებიანი სპექტრალური ფუნქციისთვის, რომელიც შეიცავს ანიზოტროპულ გაუსის და ხარისხოვან სპექტრალურ ფუნქციებს.

6. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

## 6.1. საქართველოში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	რევაზ თევზაძე	გაცვლითი კურსის რობასტული მართვა	საქართველოს მათემატიკოსთა კავშირის IX ყოველწლიური საერთაშორისო კონფერენცია 2018, ბათუმი, 3-7 სექტემბერი
2	რევაზ თევზაძე	გაცვლითი კურსის რობასტული მართვა საპროცენტო განაკვეთის გამოყენებით	ილია ვეკუას სახელობის გამოყენებითი მათემატიკის ინსტიტუტის XXXII სემინარი, აპრილი, 2018, თბილისი
3	Besik Chikvinidze	An extension of the mixed Novikov-Kazamaki condition	16.07.2018-18.07.2018 Tbilisi
4	ბესიკ ჩიქვინიძე	ნოვიკოვ-კაზამაკის შერეული პირობის განზოგადება	26.09.2018-27.09.2018 თბილისი

მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)

3-4. მოცემული  $M$  ლოკალური მარტინგალისათვის შესაბამისი სტოქასტური ექსპონენტა  $E(M) = \exp(M - 0.5[M])$  ასევე წარმოადგენს ლოკალურ მარტინგალს. მნიშვნელოვანია ვიცოდეთ თუ როდის არის სტოქასტური ექსპონენტა თანაბრად ინტეგრებადი მარტინგალი, რადგან აღნიშნული ფაქტის გამოყენება შეიძლება მრავალი მიმართულებით, მაგალითად როდესაც გვინდა გირსანოვის გარდაქმნის შესრულება ახალი ალბათური ზომის შემოსაღებად. ჩვენ განვაზოგადეთ იაპონელი მათემატიკოსის კაზამაკის რამდენიმე შედეგი და ავაგეთ ისეთი კონტრმაგალითი, რომელიც არ აკმაყოფილებს ნოვიკოვ-კაზამაკის შერეულ პირობას, მაგრამ აკმაყოფილებს ჩვენს მიერ დამტკიცებულ საკმარის პირობას.

## 6. 2. უცხოეთში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	George Jandieri	Scintillation Effects of Scattered Electromagnetic Waves in the Ionospheric Plasma	14-17 May, 2018, Poznan, Poland
2	George Jandieri	Statistical Characteristics and Scintillation level of Scattered Radio Waves in the Magnetized Plasma	15-17 April, 2018, Shanghai, China
3	T. Tsabadze, I. Chelidze	One Approach for Aggregation of Fuzzy Estimates of Several Groups of Experts	International Conference on Applied Mathematics and Computational Physics (ICAMCS 2018), Budapest, Hungary, 2018
4	Teimuraz Tsabadze, Archil Prangishvili	One Method of Finding an Intergroup Consensus based on Triangular Fuzzy	23 <sup>rd</sup> International Conference on Applied Mathematics (AMATH'18),

		Numbers	Bern, Switzerland, 2018
მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)			

სსიპ სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულების (ინსტიტუტის/ცენტრის) ან უნივერსიტეტთან არსებული დამოუკიდებელი სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულების (ინსტიტუტის/ ცენტრის) სამეცნიერო ერთეულის დასახელება (პერსონალური შემადგენლობისა და ხელმძღვანელის მითითებით):

სახეთა ამოცნობის გამოყენებითი სისტემების განყოფილება

ლექავა გ. – განყ. ხელმძღვანელი, მთ. მეც. თან.; თავდიშვილი ო. – მთ. მეც. თან. (0,5); თოდუა თ. – მთ.მეც. თან. (0,5); კამკამიძე ი. მეც. თან.; მკრტიჩიანი ე. მეც. თან.; კანდელაკი მ. ინჟინერი; ვარდოსანიძე ა. ინჟინერი; ანანიაშვილი გ. უფრ. მეც. თან.; თხინვალი რ. – უფრ. მეც. თან.; ჯავახიშვილი ი. – მეც. თან.; დალაქიშვილი თ. – ინჟინერი; ოლიშვილი ბ. – ინჟინერი

## 1. პროგრამული დაფინანსებით შესრულებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები

### 1.1.

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1	მორალის ფენომენის კვლევა (კიბერნეტიკა, ხელოვნური ინტელექტის გამოყენებითი ასპექტები).	2018-2021	ლექავა გ. ხელმძღვანელი კამკამიძე ი. მკვლევარი ბერიკიშვილი ზ. მკვლევარი მკრტიჩიანი ე. მკვლევარი კანდელაკი მ. მკვლევარი ვარდოსანიძე ა. მკვლევარი ანანიაშვილი გ. მკვლევარი თხინვალი რ. მკვლევარი ჯავახიშვილი ი. მკვლევარი დალაქიშვილი თ. პროგრამისტი ოლიშვილი ბ. ექსპერიმენტის მომზადება
2	ჩაის შერჩევითი კრეფის რობოტული სისტემის დამუშავება და კვლევა		ლექავა გ. ხელმძღვანელი კამკამიძე ი. მკვლევარი ბერიკიშვილი ზ. მკვლევარი მკრტიჩიანი ე. მკვლევარი კანდელაკი მ. მკვლევარი

	(კიბერნეტიკა, ხელოვნური ინტელექტი პრაქტიკული დანიშნულების სის-ტემებში).	ვარდოსანიძე ა. მკვლევარი ჯავახიშვილი ი. მკვლევარი დალაქიშვილი თ. პროგრამისტი ოლიშვილი ბ. კონსტრუირება, ტექნ. დოკ.-ის მომზადება
<p>გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2018 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>ინდუქციური გამოყვანის აბსტრაქტული პროცესორის შესახებ წარმოდგენის საფუძველზე მიმდინარეობს კვლევა, რომლის მიზანია ისეთი ფენომენის ფორმალიზება, როგორცაა კონკრეტული სოციუმის მორალი. ამასთან მორალი განიხილება, როგორც მოცემული სოციუმის მდგრადობის გაზრდისა და მისი „კომფორტის ზონაში“ დატოვებაზე ორიენტირებული ამა თუ იმ გზით შემუშავებული ინდივიდის ქცევის წესების (აკრძალვების) გარედან არაკონტროლირებადი ერთობლიობა, რომლებსაც საკუთარი ნებით ემორჩილება (ან არ ემორჩილება) ეს ინდივიდი.</li> <li>მიმდინარეობდა შენობის რემონტის დროს მწყობრიდან გამოსული და გაფანტული სისტემებისა და კვანძების წესრიგში მოყვანა. მნიშვნელოვანი დრო და ძალისხმევა დაიხარჯა დაფინანსების მოძიებაზე, რაც აუცილებელია სისტემის (და ახალი კონცეფციის, რომელიც საფუძველად უდევს მის მუშაობას) რეალურ პირობებში (პლანტაციაში) გამოსაცდელად. დამუშავდა პროექტი და ხორციელდება საცდელი ნიმუშის სივრცული პოზიციონირების „ჭკვიანი“ კვანძის მექანიკური ნაწილის მოდერნიზაცია, რაც შეამცირებს ამ კვანძის გაბარიტებს და საიმედოს გახდის მის მუშაობას. (სამუშაოს ამჟამინდელი მდგომარეობის მეტნაკლებად სრული აღწერა მოცემულია სტატიაში „გ. ლუჟავა, ი. კამკამიძე, ზ. ბერიკიშვილი, ე. მკრტიჩიანი, მ. კანდელაკი, ა. ვარდოსანიძე, ბ. ოლიშვილი; ჩაის ფოთლის შერჩევითი კრეფის მექანიზაციის პრობლემის კვლევა. მეცნიერება და ტექნოლოგიები, 3(726)-2017)</li> </ol>		

1.2.

№	დასრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1	<p><b>მოტივაციური ფილტრები ქცევის მართვის (გადაწყვეტილების მიღების) მოდელებში</b> (კიბერნეტიკა, ხელოვნური ინტელექტის გამოყენებითი ასპექტები).</p>	2016-2018	<p>ლუჟავა გ. ხელმძღვანელი კამკამიძე ი. მკვლევარი ბერიკიშვილი ზ. მკვლევარი მკრტიჩიანი ე. მკვლევარი კანდელაკი მ. მკვლევარი ვარდოსანიძე ა. მკვლევარი ანანიშვილი გ. მკვლევარი თხინვალი რ. მკვლევარი ჯავახიშვილი ი. მკვლევარი</p>

			დალაქიშვილი თ. პროგრამისტი ოლიშვილი ბ. ექსპერიმენტის მომზადება
<p>დასრულებული კვლევითი პროექტის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>ინდუქციური გამოყვანის აბსტრაქტული პროცესორის შესახებ წარმოდგენის საფუძველზე განხორციელდა კვლევა, რომლის მიზანი იყო გადაწყვეტილების მიღების პროცესზე მოტივაციის - (გადაწყვეტილების მიმღები სისტემის (სუბიექტის) შიდა მდგომარეობაზე დამოკიდებული ფაქტორის) გავლენის მოდელირება. მოდელირება ხორციელდებოდა ე.წ. მოტივაციური ფილტრების შემოყვანის გზით, რომელთა მართვა ხდებოდა ინტერორეცეპტორებზე აღმრული სიგნალებით. კვლევის შედეგები გაგზავნილია ბრიტანელ პარტნიორთან და მიმდინარეობს ერთობლივი პუბლიკაციის მომზადება.</p>			

სსიპ სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულების (ინსტიტუტის/ცენტრის) ან უნივერსიტეტთან არსებული დამოუკიდებელი სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულების (ინსტიტუტის/ ცენტრის) სამეცნიერო ერთეულის დასახელება (პერსონალური შემადგენლობისა და ხელმძღვანელის მითითებით):

**ბიოკიბერნეტიკული სისტემების განყოფილება**

**სამეცნიერო ერთეულის ხელმძღვანელი:**  
ბესარიონ ფარცვანია ბიოლ. მეცნ დოქტორი.

**სამეცნიერო ერთეულის პერსონალური შემადგენლობა:**

ბესარიონ ფარცვანია – განყოფილების უფროსი  
თენგიზ ზორიკოვი – უფროსი მეცნ. თანამშრომელი  
თეიმურაზ გოგოლაძე – მეცნიერი თანამშრომელი  
ვერიკო ჯელაძე – მეცნიერი თანამშრომელი  
ქეთევან ჩუბინიძე – მეცნიერი თანამშრომელი  
ოთარ კვიციანიძე – წამყვანი ინჟინერი  
თამარ სურგულაძე – უფროსი ლაბორანტი  
მზია ჭავჭავანიძე – უფროსი ლაბორანტი  
გიორგი მამულაშვილი – პროგრამისტი

**1.პროგრამული დაფინანსებით შესრულებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები**

**1.1.**

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)

1	2	3	4
1	ნეირონის ინფორმაციული აქტივობათა გამოკვლევა ელექტრომაგნიტური სმოგის პირობებში ბიოკიბერნეტიკა.	2018-2020	ბ. ფარცვანია ხელმძღვანელი თ. სულაბერიძე, შემსრულებელი თ. გოგოლაძე, შემსრულებელი ქ.ჩუბინიძე შემსრულებელი ვ.ჯელაძე შემსრულებელი ზორიკოვი შემსრულებელი
2			
<p>გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2018 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>უკანასკნელი ათწლეულების განმავლობაში უაღრესად სწრაფად განვითარდა უმავთულო კომუნიკაციის საშუალებები 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. უმავთულო ტელეფონების გამოყენებაც. მობილური ტელეფონები ფუნქციონირებს 900 მეგაჰერცი და 1800 მეგაჰერცი სიხშირის ელექტრომაგნიტური ველებით (ემვ) (რადიო სიხშირის ინტევალი). Wi-Fi საშუალებებში გამოიყენება 2.4 გეგაჰერცი და 5 გეგაჰერცის სიხშირის ელექტრომაგნიტური ველები. ესაა ე.წ. მიკროტალღების სიხშირეთა ინტერვალი. უმავთულო ტელეფონები ფუნქციონირებენ 1900 მეგაჰერც სიხშირეზე. ადამიანის თუ ცხოველის ჯანმრთელობაზე ემვ-ბის უარყოფითი გავლენის შესწავლისადმი მრავალი სამეცნიერო კვლევა მიძღვნილი. მათ შორის ბევრი შრომა მიძღვნილი ამ ემვ-ბის ნერვულ სისტემაზე უარყოფითი ზემოქმედების გამოსაკვლევად. აქედან გამომდინარე, აშკარაა რომ თანამედროვე ცივილიზებული ადამიანი განუწყვეტლივ იმყოფება ამ ველების ერთობლივი ზემოქმედების ქვეშ.</p> <p>რადიო და მიკროტალღური სიხშირის ემვ-ბის ბიოლოგიურ ობიექტებზე ზემოქმედების შესწავლისას ძირითადად განიხილება ერთერთი რომელიმე სიხშირის ემვ-ს ბიოლოგიური ეფექტები. მაშინ როცა, შეიძლება ითქვას, რომ ჩვენ ვიმყოფებით ელექტრომაგნიტური სმოგის ზეგავლენის ქვეშ.</p> <p>რადგან ნეირონი წარმოადგენს ნერვული სისტემისა და კერძოდ ტვინის ძირითად ფუნქციურ ელემენტს. კვლევების განხორციელების შედეგად მიღებული ახალი ცოდნა ელექტრომაგნიტური სმოგის ცალკეულ ნეირონზე ზემოქმედების შესახებ შეიძლება გამოყენებული იქნას ემვ-ბის ბიოლოგიურ ობიექტებზე ზემოქმედების უსაფრთხო დოზების ჰარმონიზაციისათვის.</p> <p>რადიო სიხშირის ელექტრომაგნიტური ველები (ემვ) იწვევენ კიბოს წარმოქმნას: Hardell at all 2005, Anghileri at all 2005, Girgert at all 2008. სისხლის შემადგენლობის დარღვევას: Trosic and Busljeta 2006, Boutry and Arnetz 2007, ჰორმონული ბალანსის ცვლილებას: Koyu at all 2005, დნმ-ის ორმაგი კავშირის გახლეჩას: Lai and Singh 1996, Lai H., Singh N.P. 2005. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ამ ველების ზემოქმედება ნერვულ სისტემასა და ტვინზე: დიდი დოზით ეს ველები იწვევენ ტვინში ნეირონების დაზიანებას: Salford at all 2003, ენცეფალური ბარიერის დარღვევას: Salford at all 2010, კოგნიურ გაუარესებას: Nittby at all 2008 . განსაკუთრებით ძლიერია უარყოფითი გავლენა ბავშვებში, რაც გამოწვეულია მათი თავის მცირე ზომით უფროსებთან შედარებით და ქსოვილოვანი შემადგენლობით Wang at all 2006, Hirata at all 2007. ემვ-ბი იწვევენ ეეგ-ს ცვალებადობას Croft at all 2008. ემვ-ბი წარმოადგენენ ეპილეფსიის რისკ ფაქტორებს: Schus at all 2009. მრავალ სამუშაოში კვლევის ობიექტად გამოყენებული იყო ცხოველი. დადგენილია, რომ სხვადასხვა ინტენსივობის რადიო სიხშირის ემვ-ბი იწვევენ ცხოველების ქცევის შეცვლას: Lai 2004, Barnes 2006, ასევე ნანახია, რომ დასხივებულ ცხოველებს უქვეითდებათ მეხსილება: Lai 2004.</p>			

რადიო სიხშირის და მიკროტალღური სიხშირის ემვ-ბის ბიოლოგიური ეფექტები იყოფა სამ კატეგორიად. თერმული, ათერმული და არათერმული Lin 2011 . თერმულ ეფექტებისას ემვ ენერჯის შთანთქმის გამო ხდება ქსოვილის მოლეკულების გადატანითი და ბრუნვითი მოძრაობების კინეტიკური ენერჯის ზრდა და ამის შედეგად ქსოვილის გახურება. ათერმულ შემთხვევაში ემვ ენერჯია საკმარისია ბიოლოგიური ქსოვილის გასახურებლად, მაგრამ თერმორეგულატორული მექანიზმები ტემპერატურის გაზრდის საშუალებას არ იძლევიან. არათერმულ ეფექტების დროს კი ტემპერატურა არ იზდება და ადგილი აქვს რთული სახის ურთიერთობას ემვ-სა და ცოცხალი უჯრედების დიდ მოლეკულებს შორის, მაგალითად პროტეინების და დნმ Lin 2009. რადიო სიხშირის და მიკროტალღური ემვ-ბის ბიოლოგიურ ეფექტების მახასიათებლად აღებულია შთანთქმის კუთრი სიმძლავრე ე.წ. SAR, რაც ბიოლოგიური ქსოვილის მასის ერთეულის მიერ შთანთქმული სიმძლავრის ტოლია. იგი იზომება ვატ/კგ -ბით. SAR-თან პირდაპირ კავშირშია დასხივებული ქსოვილის ტემპერატურის მომატება.

ზოგადად, ემვ-ს ცოცხალ ორგანიზმზე გავლენა დამოკიდებულია ემვ-ს სიხშირეზე. ერთი და იმავე დიპაზონშიც კი, მაგალითად რადიო დიაპაზონში, ორი სხვა და სხვა სიხშირით - 835 მგჰც და 1900 მგჰც ემვ-ით ტვინის დასხივებისას 835 მგჰცერცისათვის SAR უდრიდა 5.0 ვატი/კგ-ს, ხოლო 1900 მგჰცერცისათვის SAR იყო 13,1 ვატი/კგ. აღსანიშნავია, რომ ორივე შემთხვევაში გამოსხივების სიმძლავრე ერთი და იგივე იყო Lin 2011.

ამრიგად, ემვ-ს ბიოეფექტების კვლევებში ძირითადად განიხილება განსაზღვრული სიხშირის ემვ-ს ბიოლოგიურ ობიექტზე ზემოქმედება, რათა შესწავლილ იქნას ემვ-ს შესაძლო მავნე ზემოქმედება ადამიანზე ან ცხოველზე.

უნდა აღინიშნოს, რომ რეალურ ცხოვრებაში იშვიათად გვხვდება მხოლოდ ერთი რომელიმე ემვ-ს გავლენა ცოცხალ ობიექტებზე. სატელევიზიო და რადიოანტენების, მობილური კავშირგაბმულობის საბაზო სადგურების, მილიონობით მობილური ტელეფონის, კომპიუტერების და მათი უმავთულო კავშირის საშუალებების, უკაბელო ტელეფონების, მიკროტალღური გამათბობლების, და მრავალი სხვა მოწყობილობის მიერ გამოსხივებული ემვ-ბი ქმნიან ელექტრომაგნიტურ სმოგს. მათ მიერ გენერირებული ემვ-ბის ზემოქმედება ადამიანზე (მის ნერვულ სისტემასა და ტვინზე) ხდება როგორც უშუალოდ სხეულის სიახლოვეს, მაგალითად მობილური ტელეფონების , უმავთულო ტელეფონის, ვალკი-ტოლკის (walkie-talkie ) და სხვათა გამოყენებისას, ისევე დისტანციურადაც, მაგალითად საბაზო სადგურების მიერ ემვ-ს გამოსხივება, ლოკალური ქსელების- ე.წ . ვაი-ფაი-ს (Wi-Fi) ემვ-ს გამოსხივება და მრავალი სხვა საშუალების გამოყენება. მაღალი ძაბვის ელექტროგადამცემი ხაზებისა და სამომხმარებლო დენის ქსელების მიერ გამოსხივებული უაღრესად დაბალი სიხშირის ელექტრომაგნიტური ველები ასევე მონაწილეობენ ამ სმოგის წარმოქმნაში. ელექტრომაგნიტური სმოგი ყოველდღიურად ძლიერდება. ახლო მომავალში გამოჩნდება ე.წ. უმძლოლო მანქანები (რობოტით მართვადი მანქანები). მათი სენსორები იმუშავებენ პროექტში შესასწავლ სიხშირეებზე.

ამრიგად, კვლევის მიზანია შესწავლილ იქნას სმოგის მავნარი ელექტრომაგნიტური ველების გავლენა ცალკეულ ნეირონზე.

ეს კვლევები ითხოვენ განსაკუთრებული ექსერიმენტული ბაზის მომზადებას;

1. ელექტრომაგნიტური ველების ბიოლოგიურ ეფექტების კვლევაში გადამწყვეტი მნიშვნელობა ენიჭება ერთვატოვანი ველების შექმნას. ასეთი სახის ელექტრომაგნიტური ველი შესაძლებელია ჩამოყალიბდეს მხოლოდ ტალღამტარ სისტემაში, რომელიც TEM CII-ის სახელითაა ცნობილი. თითოეული ცალკეული ამოცანისათვის საჭროა მისი შესაბამისი TEM CII -ს დამუშავება და შექმნა. მოცემულ პერიოდში



თეორიულად დამუშავდა და შემდეგ შეიქმნა (მეტალში) TEM Cell, რომელშიც მოხდება სხადასხვა სიხშირის ემვ-ბის ერთობლივი ზემოქმედების გამოკვლევა ნეიროზე.

TEM cell-ის მოდელირებისათვის დამუშავებული იქნა FDTD-ზე (აბრავიატურა-Finite-Difference Time-Domain) დაფუძნებული პროგრამული პაკეტი. TEM cell-ის გეომეტრია შეტანილია პროგრამაში. 3D გეომეტრიის სარედაქტირებო პროგრამა იქნა შეტანილი აპლიკაციაში. გენერირებული „ბადე“ საშუალებას იძლევა პროგრამულად ვიზუალურად იქნას კონსტრუირებული მთელი TEM cell და მასში ემვ გავრცელება და განაწილება. სეკტუმსა და კედლებს შორის აღზნება 1 ვოლტის ტოლია. წინაღობა R=50 ომი. ქვემოთ სურათზე ნაჩვენებია დამუშავებულ პროგრამაში TEM cell-ის მოდელირება.



სურათზე მოცემულია დამუშავებული და შექმნილი TEM cell -ის სურათი. TEM Cell-ის ელექტრომგნიტური მახასიათებლების გამოკვლევა მოხდა HP 8757A ავტომატურ ანალიზზე HP 8341B სინთეზატორი სვიპერის გამოყენებით.

Pin/Pout გამოითვლა ფორმულით:

$$\text{Pin/Pout} = 1 - [(KSW-1)/(KSW+1)]^2 = 4KSW/(KSW+1)^2$$

სადაც KSW (ან KSR) მდგრადი ტალღების კოეფიციენტი.

Pin არის TEM Cell-ში შემავალი სიმძლავრე,

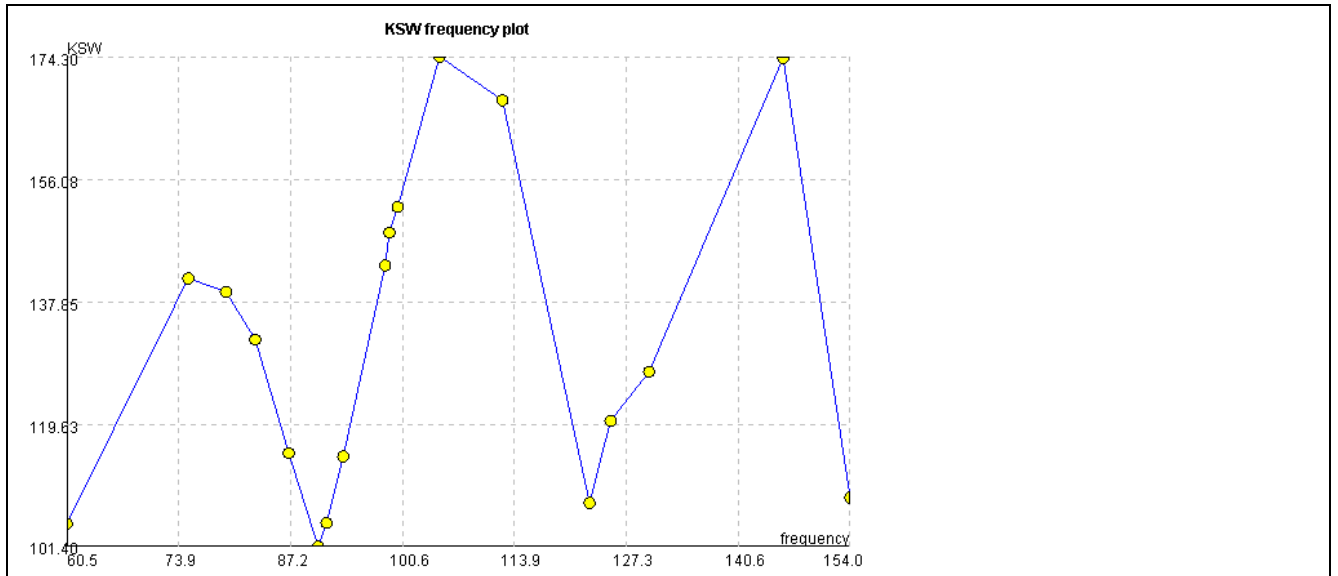
Pout არის TEM Cell-დან გამომავალი სიმძლავრე.

გაზომვების შედეგები:

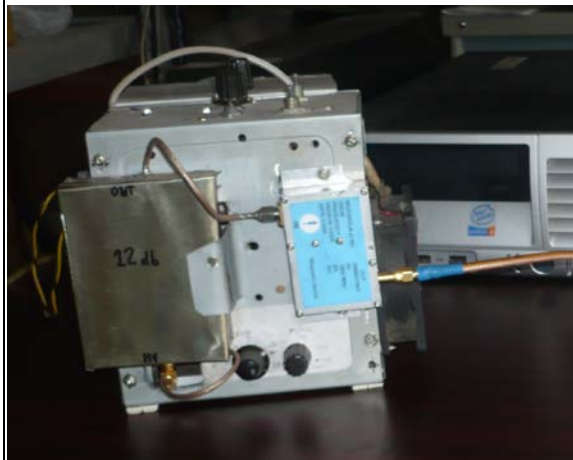
ცხრილი

სიხშირე მეგაჰერცებში	KSW	Pin/Pout
505	1,048	0,99
650	1,413	0,97
695	1,393	0,97

730	1,322	0,98
779	1,153	0,99
805	1,014	0,999
815	1,049	0,99
835	1,148	0,99
885	1,432	0,96
890	1,481	0,96
900	1,419	0,97
950	1,743	0,92
925	1,678	0,93
1050	1,316	0,98
1129	1,079	0,99
1154	1,205	0,99
1195	1,501	0,95
1200	1,274	0,98
1360	1,741	0,93
1440	1,087	0,99
1480	1,381	0,97
1530	1,911	0,90
1580	2,215	0,85
1680	1,468	0,95
1720	1,82	0,91
1760	1,42	0,97
1850	2,20	0,85
2000	1,118	0,99
2100	2,355	0,83
2270	1,80	0,98
2380	1,225	0,91



ამას გარდა, დამუშავდა და შეიქმნა გენერატორი რომელიც საშუალებას იძლევა გენერირედეს ემგ სიხშირეებით 900 მეგაჰერციდან 5 გიგაჰერცამდე როგორც განცალკევებულად, ასევე ერთობლივად.



დაბალსიხშირული ემგ-ბის მოდელირებისათვის დამუშავდა და შეიქმნა (მეტალში) ჰელჰოლცის კოეჭები, რომელშიც შესაძლებელი იქნება ნეირონის დასხივება 0 ჰერციდან 1კჰც სიხშირის ემგ-ბთ.

ქვემოთ სურათზე ნაჩვენებია დამუშავებული ჰელმჰოლცის კოეჭები.



ამას გარდა, შესწავლილ იქნა მსოფლიო თანამედროვე სამეცნიერო ლიტერატურა ელექტრომაგნიტური ველების ბიოლოგიური ეფექტების შესახებ.

### 3. უცხოური გრანტებით დაფინანსებული სამეცნიერო პროექტები

#### 3.2.

№	დასრულებული (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი, დამფინანსებელი ორგანიზაცია/ სამეცნიერო ფონდი, ქვეყანა	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1	პროსტატის კიბოს ვიზუალიზაცია განვითარების ადრეულ სტადიაზე, სამედიცინო ბიოფიზიკა, G-2188, ISTC (საერთაშორისო სამეცნიერო ტექნოლოგიური ცენტრი)	2016-2018	ბ. ფარცვანია, სამეცნიერო ხელმძღვანელი; თ.სულაბერიძე- მეცნიერი მკვლევარი, ქ. ჩუბინიძე, მეცნიერი მკვლევარი
დასრულებული კვლევითი პროექტის 2018 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული			

შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

პროსტატის კიბოსგან სიკვდილიანობას მეორე ადგილი უჭირავს მამაკაცებში ფილტვების კიბოთი სიკვდილიანობის შემდეგ მსოფლიოში. პროსტატის კიბოს ადრეულ სტადიაზე სიმპტომები არ გააჩნია. დიაგნოსტიკის არსებული მეთოდები უმეტეს შემთხვევაში ვერ ახერხებენ ადრეულ სტადიაზე კიბოს დადგენას. დიაგნოსტიკაში საბოლოო სიტყვა ეკუთვნის ბიოფსიას, მაგრამ როდესაც კიბოვანი წარმონაქმნის ზომა პატარაა, ბიოფსიის ნემსი ხშირ შემთხვევაში ვერ ხვდება დაავადებულ ქსოვილში და ამიტომ საჭირო ხდება რამდენიმეჯერ განმეორებითი ბიოფსიის აღება, რაც პაციენტის ტანჯვას და ალგუნებას იწვევს. იმიჯინგის ორი ძირითადი მეთოდი, მაგნიტო-რეზონანსული იმიჯინგი და პოზიტრონის ემისიის ტომოგრაფია ნაწილობრივ ინვაზიურებია. სირთულის გამო ეს მეთოდები მხოლოდ განსაკუთრებულ ძვირადღირებულ კლინიკებში გამოიყენება და არ ხერხდება მათი საყოველთაოდ გამოყენება ჩვეულებრივ კლინიკებში. ამასთანავე, ეს მეთოდები ყოველთვის ვერ ახდენენ მცირე ზომის კიბოვანი წარმონაქმნის დეტექტირებას. აქედან გამომდინარე, მოცემული პროექტის მიზანი იყო ახალი არაინვაზიური, მარტივი სამედიცინო მოწყობილობის მოქმედი მოდელის შექმნა, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელი იქნება პროსტატის კიბოს ვიზუალიზაცია და დიაგნოსტიკა ადრეულ სტადიაზე. აღნიშნული მიზანი ეფუძნებოდა ჩვენს ადრეულ გამოკვლევებს, რომლის შედეგადაც დადგინდა იქნა, რომ ახლო ინფრაწითელ გამოსხივებას უნარი აქვს განჭოლოს ბიოლოგიური ქსოვილი. გამომდინარე აქედან, პროექტის მიზნად დასახული იქნა ახლო ინფრაწითელი გამოსხივების საშუალებით პროსტატის კიბოს დეტექტირება-ვიზუალიზაცია. მიზნის მისაღწევად დაისახა ამოცანები: 1. არაკიბოვანი პროსტატის ქსოვილში ინფრაწითელი სხივების შეღწევადობის გამოკვლევა გამავალ სხივებში. 2. არაკიბოვანი პროსტატის ქსოვილში ინფრაწითელი სხივების შეღწევადობის გამოკვლევა უკუგაბნეულ სხივებში. 3. არაკიბოვანი პროსტატის ქსოვილის ინფრაწითელი გამოსახულების კომპიუტერული დამუშავება პროგრამის შექმნის მიზნით. 4. პროსტატის კიბოვანი ქსოვილების გამოკვლევა ინფრაწითელ სხივებში მათი ინფრაწითელი გამოსახულების მიღების მიზნით. 5. პროსტატის კიბოვანი ქსოვილის ინფრაწითელი გამოსახულების კომპიუტერული დამუშავება. 6. პროსტატის კიბოვანი ქსოვილის გამოკვლევა პოლარიზებულ ინფრაწითელ სხივებში. 7. პროსტატის კიბოს დიაგნოზირების მოწყობილობის პროტოტიპის შექმნა.

არსებული მოწყობილობის მნიშვნელობა შემდეგია: ხელსაწყო საშუალებას იძლევა ხილული გავხადოთ პროსტატის კიბოვანი წარმონაქმნი. ხელსაწყო შესაძლებლობებშია რამდენიმე მილიმეტრი ზომის მქონე სიმსივნური წარმონაქმნის ვიზუალიზაცია. აღნიშნული ხელსაწყო საშუალებას მოგვცემს მიზნობრივად, ერთჯერადად შესრულდეს ბიოფსია და აღებულ იქნას 1 ან 2 წერტილი, განსხვავებით არსებული ბიოფსიის მეთოდისა, სადაც აიღება 12 წერტილი პირველი ბიოფსიისას და 24 ან 48 წერტილის მომდევნო ბიოფსიების შემთხვევაში.

ამას გარდა, პროექტის შესრულების შედეგად, მიღებულ იქნა ახალი ცოდნა:

დადგენილია, რომ 1) ინფრაწითელ არეში პროსტატის ქსოვილიში საუკეთესო განჭოლვადობით ხასიათდება 840-850 ნმ ტალღის სიგრძის მქონე გამოსხივება; 2) ინფრაწითელი სხივების შეღწევადობა პროსტატის ქსოვილში სხვადასხვა კიბოვანი და არაკიბოვანი ქსოვილებისათვის. არაკიბოვან ქსოვილში ინფრაწითელი გამოსხივების შეღწევის სიღრმე მოცემული ტალღის სიგრძისათვის წრფივად არის დამოკიდებული ქსოვილის სისქეზე. იგივე დამოკიდებულება კიბოვანი ქსოვილისათვის არაწრფივია. 3) პროსტატექტომიის შედეგად მიღებულ პროსტატაში კიბოვანი ქსოვილის ოპტიკური სიმკვრივე გაცილებით მეტია, ვიდრე ამავე პროსტატის არაკიბოვანი ქსოვილის ოპტიკური სიმკვრივე. აქედან გამომდინარე, კიბოვანი ქსოვილის შესაბამისი არეს განათებულია ბევრად ნაკლებია არაკიბოვანი ქსოვილის შესაბამისი

არეგების განათებულობაზე და კიბოვანი არე დაიმზირება, როგორც მუქი ლაქა ნათელ ფონზე. 4. დადგენილ იქნა, რომ პროსტატის განათება ინფრაწითელი პოლარიზებული სხივებით აუმჯობესებს ინფრაწითელი გამოსახულების ხარისხს და ზრდის სიმკვეთრეს.

5) დამუშავებული კომპიუტრული პროგრამა მუშაობს როგორც ონლაინ, ასევე ოფლაინ რეჟიმებში; საშუალებას იძლევა გაზომილ იქნას აღნიშნული განთებულობათა ინტენსივობები და გამოთვლილ იქნას მათ ფარდობა. პროგრამის საშუალებით შესაძლებელია კიბოვანი ქსოვილის არაკიბოვანისგან გარჩევა როგორც ონლაინ, ასევე ოფლაინ რეჟიმებში.

ამრიგად: **შეიქმნა პროსტატის კიბოს ვიზუალიზაციის ხელსაწყო მოქმედი მოდელი და კომპიუტრული პროგრამა.**

დამუშავებული და შექმნილი ხელსაწყო მუშაობა შემოწმებულ იქნა იზოლირებულ პროსტატებზე. ხელსაწყო განაპირობებს პროსტატის კიბოს ვიზუალურ დეტექტირებას ინფრაწითელ სხივებში. ხელსაწყოს მუშაობა 2 შემთხვევაში შემოწმებულ იქნა უშუალოდ პაციენტებზე მათი თანხმობის შედეგად.

**5. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში**

**5.4. სტატიები**

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათა-ური, დიგიტალური საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN	ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	ბ. ფარცვანია, თ.სულაბერიძე, ა. ხუსკივაძე	New method for enhancement of histo-pathological diagnosis of prostate cancer doi.org/10.15520/jmbas.v6i4.104	Journal of Medical Biomedical And Applied Sciences. 6, 104-111	ინდოეთი, <a href="http://jmbas.in/index.php/jmbas/contact">http://jmbas.in/index.php/jmbas/contact</a>	5
2	ბ. ფარცვანია, გ. ქოჩიაშვილი, ა. ხუსკივაძე	Utilization of the Polarized Infrared Light for Prostate Cancer Visualization in Isolated Prostates 10.4172/2324-9110.100020	Journal of Clinical and Experimental Oncology. 7. 35-42	ლონდონი, გაერთიანებული სამეფო <a href="https://www.scitechnol.com/clinical-experimental-oncology.php">https://www.scitechnol.com/clinical-experimental-oncology.php</a>	4

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

პროსტატის ქსოვილების ჰისტომორფოლოგიური შემოწმება აუცილებელია რადიკალური პროსტატექტომის შემდეგ. მოცემულ სამუშაოში შევეცადეთ გამოგვეკვლია პოლარიზებული ინფრაწითელი სხივების გამოყენება ჰისტო-პათოლოგიური დიაგნოსტიკის გაძლიერებაში. ექსპერიმენტები ტარდებოდა იზოლირებულ პროსტატებზე. პროსტატის ინფრაწითელი გამოსახულებების მისაღებად გამოყენებული იყო 840-900 ნანომეტრის სინათლის წყაროები. ინფრაწითელი სხივების პოლარიზებისთვის გამოყენებულ იქნა პოლარიზაციული ფილტრები 700-12000 ნმ დიაპაზონში. CCD კამერის მატრიცაზე დაცემული პოლარიზებული სხივები გარდაიქმნება ელექტრულ სიგნალებად და გადაეცემა კომპიუტრს ხილული გამოსახულების მისაღებად. CCD კამერის მიერ მიღებულ ელექტრულ სიგნალს სპეციალური პროგრამა გარდაქმნის ხილულ

გამოსახულებად, რომელიც საშუალებას იძლევა გავარჩიოთ კიბოვანი წარმონაქმნი არაკიბოვანისაგან, ე.ი. ჯანმრთელი ქსოვილისაგან. ნაჩვენებია, რომ კიბოვან ქსოვილში გასული ინფრაწითელი გამოსხივების ინტენსივობა ნაკლებია, ვიდრე ჯანმრთელ ქსოვილში გასული ინტენსივობა, აქედან გამომდინარე კიბოვანი წარმონაქმნები ფორმირდება, როგორც მაღალი ოპტიკური სიმკვრივის არეები. ნაჩვენებია, რომ პოლარიზებული გამოსხივების გამოყენება ჰისტო-მორფოლოგიურ დიაგნოსტიკაში საშუალებას იძლევა მნიშვნელოვნად შემცირდეს გასასინჯი მასალის რაოდენობა და ამალდეს დიაგნოსტიკის ხარისხი.

პროსტატის დიაგნოსტიკის იმიჯინგის თანამედროვე მეთოდები უაღრესად რთული და ნაწილობრივ ინვაზიურია. ამიტომ, პროსტატის კიბოს დიაგნოსტიკის მთავარი გამოწვევა მატევი და არაინვაზიური მეთოდების შემუშავებაა. იმიჯინგი თამაშობს გადამწყვეტ როლს პროსტატის კარცინომას იდენტიფიცირებაში, ლოკალიზაციის დადგენასა და არაინვაზიურობაში. ამ სამუშაოში ჩვენ ვაჩვენებთ, რომ შესაძლებელია პოლარიზებული ინფრაწითელი გამოსხივება გამოყენებული იქნას პროსტატის კიბოს დეტექტირებისა და იმიჯინგისათვის. იმის გამო, რომ კიბოვან წარმონაქმნში გამავალი ინფრაწითელი სხივების ინტენსივობა ნაკლებია არაკიბოვან ქსოვილში გამავალ ინტენსივობასთან შედარებით, კიბოვანი წარმონაქმნის დიფერენცირება შესაძლებელია, როგორც მუქი არეებისა ნათელ ფონზე. სპეციალურად დამუშავებული კომპიუტერული პროგრამა აანალიზებს და ამუშავებს განათებულობათა ინტენსივობებს გამოსახულებებში, ზომავს მათ ფარდობებს და განსაზღვრავს დაავადებულობის ხარისხს. მიღებული შედეგები იმედს გვამძლეებს, რომ ასეთმა მიდგომამ შეიძლება მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანოს პროსტატის კიბოს დიაგნოსტიკაში მის ადრეულ სტადიაზე განვითარებისას.

## 6. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

### 6.1. საქართველოში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	ქ. ჩუბინიძე	ოქროს ნანონაწილაკებით და ფლუორესცენტული საღებარით კონსტრუირებული კალმოდულინი და პროსტატის მემბრანის სპეციფიური ანტიგენის პროტეინი, როგორც ბიოლოგიურ ქსოვილში კონტრასტული აგენტი (GOLD NANOPARTICLE AND FLUORESCENT DYE DECORATED CALMODULIN AND PROSTATE SPECIFIC MEMBRANE ANTIGEN PROTEINS AS THE CONTRAST AGENTS IN THE BIOLOGICAL TISSUES)	19-22 ნოემბერი, სტუ, ნანო 2018, თბილისი

მოხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)

## 6. 2. უცხოეთში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მომხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	ბ. ფარცვანია	ახალი ოპტიკური მოდალობა პროსტატის კიბოს ვიზუალიზაციისათვის <u>New optical modality for prostate cancer visualization</u>	11-13 თებერვალი 2018, ქ. ნოორდვიკი, ნიდერლანდები
2	ბ. ფარცვანია	პროსტატის კიბოს ვიზუალიზაციის შესაძლებლობა Possibility of the prostate cancer visualization	6-7 სექტემბერი, ვენეცია, იტალია.
მომხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)			

სსიპ სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულების (ინსტიტუტის/ცენტრის) ან უნივერსიტეტთან არსებული დამოუკიდებელი სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულების (ინსტიტუტის/ ცენტრის) სამეცნიერო ერთეულის დასახელება (პერსონალური შემადგენლობისა და ხელმძღვანელის მითითებით):

**გამოთვლითი ტექნიკის ელემენტებისა და ნანომასალების განყოფილება**

ჯიშიაშვილი დავით, განყ. გამგე - მთ. მეცნიერი თანამშრომელი; კეკუტია შალვა, მთ. მეცნიერი თანამშრომელი; შიოლაშვილი ზეინაბ - უფრ. მეცნიერი თანამშრომელი; მახათაძე ნინო - უფრ. მეცნიერი თანამშრომელი; გავრილენკო ტატიანა - მეცნიერი თანამშრომელი; მუმლაძე გიორგი - მეცნიერი თანამშრომელი (0,5 შტ.), სწავლ. მდივანი; ჯიშიაშვილი ალექსანდრე - უფრ. მეცნიერი თანამშრომელი; მიქელაშვილი ვლადიმერ - უფრ. მეცნიერი თანამშრომელი; მარხულია ჯანო - მეცნიერი თანამშრომელი; კვიციანი ორესტ - მეცნიერი თანამშრომელი; სანებლიძე ლიანა - მეცნიერი თანამშრომელი; სუხანოვი დიმიტრი - ასისტენტ-მკვლევარი

### 1. პროგრამული დაფინანსებით შესრულებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები

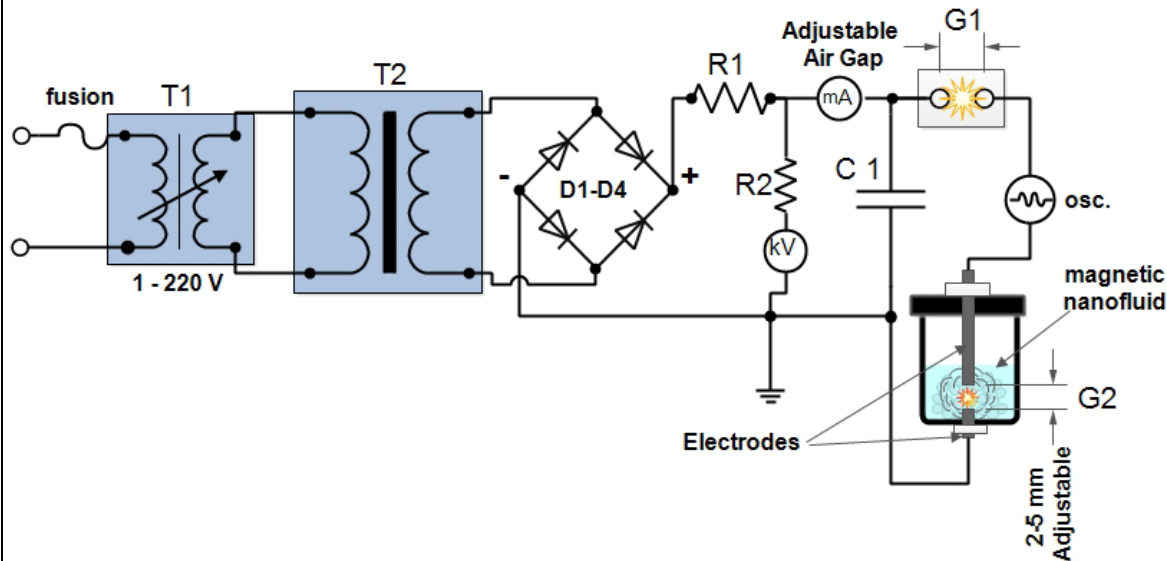
#### 1.1.

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4



1	<p>ელექტროჰიდრავლიკური განმუხტვების კვლევა სამედიცინო გამოყენების მაგნეტიტის ნანონაწილაკების შემცველ სითხეებზე.</p> <p>I ნაწილი. ნანოტექნოლოგიები და ნანომასალები, ბიო-გამოყენების მაგნიტური ნანოსითხის სინთეზი ელექტროჰიდრავლიკური ეფექტის გამოყენებით</p>	2018-2020	<p>შ. კეკუტია - ხელმძღვანელი, ვ. მიქელაშვილი - ძირითადი შემსრულებელი, ჯ. მარხულია - ძირითადი შემსრულებელი, ლ. სანებლიძე - ძირითადი შემსრულებელი, მ. ჭავჭავანიძე - ლაბორანტი</p>
2	<p>ახალი ნანომასალებისა და მათი მიღების ტექნოლოგიების შემუშავება ნანოხელსაწყოებში გამოყენების მიზნით</p>	2017-2022	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. დ. ჯიშიაშვილი-ხელმძღვ.</li> <li>2. ზ. შიოლაშვილი-შემსრულებ.</li> <li>3. ნ. მახათაძე-შემსრულებ.</li> <li>4. ა. ჯიშიაშვილი-შემსრულებ.</li> <li>5. დ. სუხანოვი-შემსრულებ.</li> </ol>
<p>გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2018 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>1. მაგნიტური ნანოსითხის სინთეზისას დიდი მნიშვნელობა ექცევა ნანონაწილაკების ზომების ჰომოგენურობას ანუ ადგილი უნდა ჰქონდეს მცირე გადახრას საშუალო ზომიდან, რომელიც ჩვენ შემთხვევაში უნდა იყოს 10-15 ნმ მასშტაბების თანაზომადი. დღეს არსებული დისპერგირების მეთოდები, როგორებიცაა ულტრაბგერითი დამუშავება და ცენტრიფუგირება ნაწილობრივ უზრუნველყოფენ დისპერსიის საშუალო ხარისხს. შესაბამისად უკვე ჩამოყალიბებული ნაწილაკების ზომების ჰომოგენიზაცია რთული პროცესია და საჭიროებს მაღალ ენერგიებს. მაღალი ხარისხის დისპერსიული ნანოსითხის მისაღებად ჩვენ მივმართავთ ელექტროჰიდრავლიკურ ეფექტს.</p> <p>იმპულსური ელექტროგანმუხტველი გამომსხივებლის მუშაობის პრონციპი ეფუძნება ელექტროჰიდრავლიკურ ეფექტს, რომელიც მიმართულია სითხეში გარღვევით გენერირებული დარტყმითი ტალღებისა და სხვა ზემომქმედი ფორმირებისაკენ. სითხეში ელექტრო განმუხტვა იწვევს რიგ კომპლექსურ მოვლენებს, როგორებიცაა: იონიზაცია და მოლეკულების რღვევა არხის პლაზმაში და მის გარეთ, განმუხტვის არხის სინათლის გამოსხივებას, დარტყმით ტალღებს, ინტენსიურ ულტრაბგერით გამოსხივებას, აირადი ბუშტუკების ფორმირებასა და პულსაციას, კავიტაციურ პროცესებს.</p> <p>ელექტროჰიდრავლიკური მეთოდის გამოყენება პირველად ჯერ კიდევ 1933 წელს დაიწყო, რომლის შემდეგაც მიმდინარეობდა მუშაობა მაღალეფექტური ჰიდრავლიკური დარტყმითი ტალღების მიღებისათვის. ბოლო წლებში ვხვდებით იუტკინის მიერ დახვეწილ მეთოდს მაღალი მარგი ქმედების კოეფიციენტის მიღების კუთხით [1]. დღევანდელ პრაქტიკაში ელექტროჰიდრავლიკურ მეთოდს დიდი გამოყენება აქვს მრეწველობის სხვადასხვა დარგში, მათ შორის სამთო გეოლოგიური სამუშაოებში.</p> <p>სამუშაოს სიახლეს ასევე წარმოადგენს ელექტროჰიდრავლიკური მეთოდით უკვე სინთეზირებული</p>			

ათეული ნანომეტრის სიდიდის ნანონაწილაკების დამუშავება. ამ მეთოდის არსი მდგომარეობს დახურულ ან ღია ჭურჭელში მოთავსებულ სითხეში განვახორციელოთ განმუხტვა განსაზღვრული იმპულსის მქონე ელექტრული მუხტით, რის შედეგადაც განმუხტვის ზონის ირგვლივ წარმოიქმნება ზემალაღი ჰიდრავლიკური წნევა, რომელიც ახდენს სითხეში უკვე სინთეზირებული ნანონაწილაკების ჰომოგენიზაციას.



სურ. 1. ელექტროჰიდრავლიკური დანადგარის პრინციპიალური სქემა.

ელექტროჰიდრავლიკური დანადგარის პრინციპიალური სქემა მოყვანილია სურ. 1-ზე. სქემა შედგება მძლავრი ტრანსფორმატორისაგან (T2), დიოდური გამმართველისა და კონდენსატორისაგან, აგრეთვე განმუხტვის მაფორმირებელი და სამუშაო შუალედებისაგან.

აუცილებელია კონდენსატორის შემონაფენებზე მოხდეს ენერჯის თანდათანობით დაგროვება და შემდგომ ერთიანად გამონთავისუფლება. განმუხტვის ელექტროდებზე რამდენიმე კილოვოლტი ძაბვის მოდებისას დენის იმპულსის ამპლიტუდა აღწევს ათობით ათას ამპერს, რაც უზრუნველყოფს სითხეში წნევის მეყსეულ და მნიშვნელოვან გაზრდას. ეს იწვევს ზებგერითი სისწრაფის დარტყმითი ტალღის ფორმირებას და სითხის მოცულობის გადაადგილების სისწრაფე აღწევს ასობით მეტრს წამში. რეზონანსული პროცესები და მძლავრი ინფრა და ულტრაბგერითი რხევები დამატებით ამუშავებს ნაწილაკებს, ცვლის ამ ნაწილაკების სორბციულ და ქიმიურ თვისებებს. განმუხტვის ელექტრომაგნიტური ველი ასევე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს გარემოს იონურ მახასიათებლებზე და შესაბამისად სითხეში მიმდინარე ფიზიკურ და ქიმიურ ცვლილებებზე.

ნანოსითხის ფიზიკური პარამეტრები, ელექტროდებს შორის მანძილი, განმუხტვის ელექტრული მახასიათებლები, იმპულსის ფრონტალური დახრილობა და სიხშირე ის პარამეტრებია, რომლებიც არის

ჩვენი კვლევის საგანი ჰომოგენური ნანომაგნეტიტის ხსნარის მისაღებად. რეზონანსული პროცესისას საჭიროა შევარჩიოთ მცირე განმუხტვის არხის ზონა, ისეთი მანძილი ელექტროდებს შორის და იმპულსის სიხშირე, რომ ინერციულმა პროცესებმა არ წარმოშოს შემდგომი აგლომერაცია და სხვა არასასურველი ეფექტები.

ზოგადად ქიმიური სინთეზისა და დამუშავების პროცესებში ავტომატიზაციის ელემენტების შემოტანა საშუალებას მოგვცემს პროდუქტის მასიურ და სწრაფ წარმოებისათვის ტექნოლოგიური პროცესისას – ქიმიური რეაგენტებიდან საჭირო შემადგენლობისა და მახასიათებლების სამედიცინო გამოყენების მაგნიტური ნანოსითხის შექმნამდე.

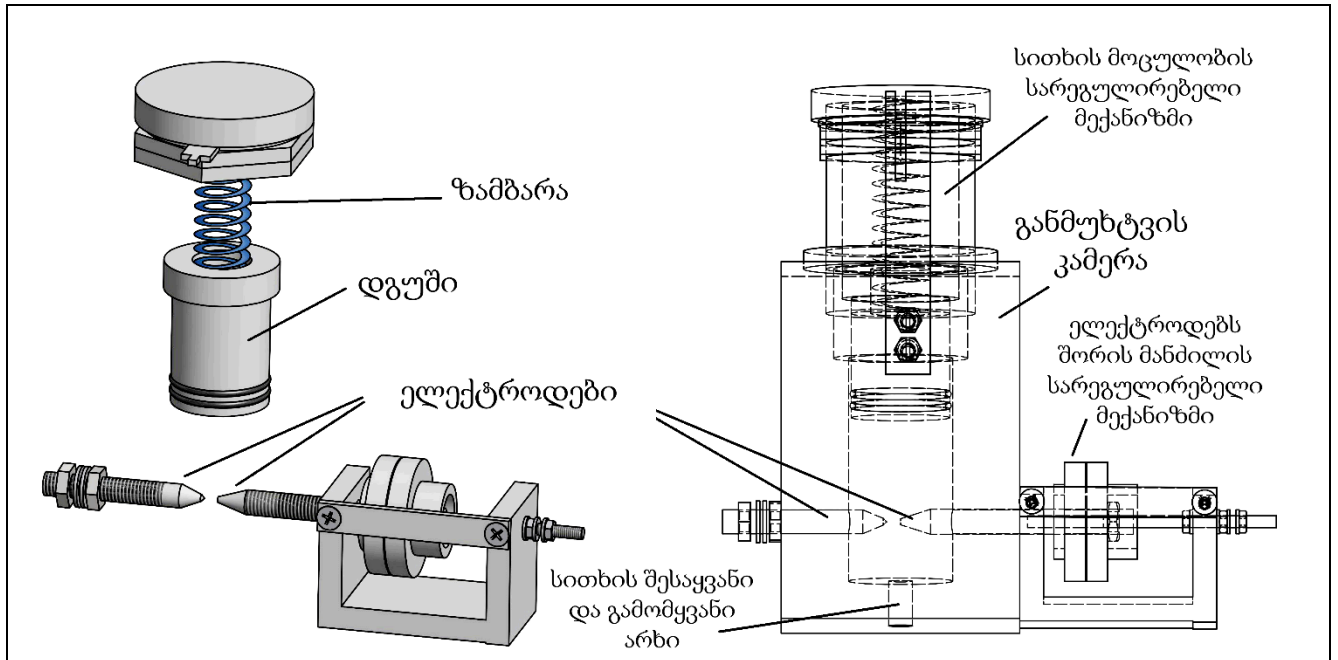
საფუძველი, რომელიც უზრუნველყოფს ელექტროჰიდრაულიკური ეფექტის მრავალფეროვან ტექნოლოგიურ გამოყენებას, არის კონტროლირებადი ზეხანგრძლივი ნაპერწკლური განმუხტვის მეთოდი სითხეებში [2,].

დამატებითი მაფორმირებელი საპაერო შუალედი საშუალებას გვაძლევს დავაგროვოთ ენერჯის გარკვეული რაოდენობა და იმპულსური გადაცემით თავიდან ავიცილოთ დამატებითი რხევითი პროცესები, შევქმნათ იმპულსის მკვეთრი ფრონტი, ავიცილოთ რკალურ განმუხტვაზე გადასვლა; ძირითად ელექტროდთაშორის შუალედში კვების წყაროდან მივიღოთ ნებისმიერი დასაშვები დენისა და ძაბვის მნიშვნელობა; მაფორმირებელი შუალედის სიგრძის რეგულირებით შევცვალოთ იმპულსის ფორმა და განმუხტვის ხასიათი სითხეში, ძირითადი განმუხტვის არეში. ზუსტად მაფორმირებელი შუალედი უზრუნველყოფს იმპულსის რეგულირებას და საშუალებას გვაძლევს გადავიდეთ უფრო მაღალ ძაბვებზე, ვიდრე ესაა სითხეში სამუშაო შუალედის განმუხტვის ძაბვა.

ასეთი წესით ელექტროჰიდრაულიკური დარტყმების შესაქმნელად შემოთავაზებული იქნა სქემა (სურ.1). კონდენსატორზე ძაბვა იმატებს და აღწევს იმ მნიშვნელობას, რომელზეც ხდება საპაერო შუალედის თავისთავადი გარღვევა და მთელი ენერჯია, რომელიც დაგროვილია კონდენსატორის შემონაფენებზე მეყსეულად გადაეცემა სამუშაო შუალედს, სადაც გამონთავისუფლდება მაღალი სიმძლავრის მოკლე ელექტრული იმპულსის სახით, შემდგომ პროცესი მოცემული ტევადობისა და ძაბვის პირობებში მეორდება სიხშირით, რომელიც დამოკიდებულია მკვებავი ტრანსფორმატორის სიმძლავრეზე.

სამუშაოს სიახლე და უნიკალურობა გამოიხატება იმაში, რომ მსოფლიო ლიტერატურაში ძალიან იშვიათად ვხვდებით ამ მეთოდის გამოყენებას კონკრეტულად მაგნიტური ნანოსითხის ან ნებისმიერი ნანოსხნარის ჰომოგენიზაციისათვის. არსებობს შრომები სასმელი წყლის ელექტროჰიდრაულიკურად დამუშავებაზე ბაქტერიების, სხვადასხვა ქიმიური კავშირების განადგურების კუთხით, მაგრამ არა მაგნიტური ნანოსითხის დამუშავებაზე.

**ელექტროჰიდრაულიკური ეფექტის თეორიული საკითხების დამუშავება და მორგება საკვლევი  
ობიექტის კვლევით ამოცანებთან**



სურ.2 ელექტროჰიდრავლიკური დანადგარის განმუხტვის კამერა

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის კიბერნეტიკის ინსტიტუტში ჩვენ აღვადგინეთ შექმნილი მარტივი ელექტროჰიდრავლიკური დანადგარი, რომელიც დიდი ხანია არ ფუნქციონირებდა და სამუშაოს ფარგლებში ჩავუტარეთ გარკვეული მოდერნიზაცია და მოვარგეთ ჩვენ საკვლევ სითხეებს. რამდენადაც საქმე ეხება ნანომასშტაბებს დანადგარი გაცილებით ნაკლები ენერგომომხმარებისა და მოხმარების სიმძლავრე შეესაბამება დაახლოებით 350 ვტ-ს და დანადგარი რეგულირდება ვოლტმეტრის, ოსცილოგრაფის მოწყობილობების ჩათვლით.

ჩვენს მიერ მოდერნიზებული ელექტროჰიდრავლიკური განმუხტვის კამერის სქემა მოყვანილი ნახ. 2-ზე. დანადგარი გათვლილია მაქ. 60 მლ სითხეზე. სითხის ჩასხმის შემდგომ სითხის მოცულობის სარეგულირებელი მექანიზმის მეშვეობით დგუში აღმოჩნდება სითხის ზედაპირზე, ისე, რომ ჰაერისათვის ადგილი აღარ დარჩეს. განმუხტვის კამერა დამზადებულია ორგანული მინისაგან და არის იზოლატორი. იმისათვის, რომ იგი არ დაზიანდეს გამნუხტვისას წარმოქმნილ წნევა შეკუმშავს ზამბარიან დგუშს. მთელი სითხე აღმოჩნდება დამუშავების ზონაში. თუ გვექნებოდა საჰაერო შუალედი სითხის ზემოთ, განმუხტვისას სითხე შეესხმებოდა კამერის კედლებს და დარჩებოდა დაუმუშავებელი შემდგომი განმუხტვებისას. გარდა მოცულობის სარეგულირებელი მექანიზმისა განმუხტვის კამერა შედგება ასევე ელექტროდებს შორის მანძილის სარეგულირებელი მექანიზმისაგან, ეს მექანიზმი უზრუნველყოფს ელექტროდების დაშორებას 0-დან 15 მმ-მდე. ეს მექანიზმი საჰაერო სანაპერწკლო შუალედის სარეგულირებელ მექანიზმთან ერთად საშუალებას გვაძლევს დავიჭიროთ განმუხტვის მაქსიმალური ეფექტურობის რეჟიმი, როდესაც მთელი კონდენსატორის ენერგია გადაეცემა განმუხტვის დეროებს სითხეში. შექმნილი ელექტროჰიდრავლიკური დანადგარი სრულ გამოყენებას ჰპოვებს უახლოვეს კვლევებში.

1. Юткин, Л.А. Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности / Л.А. Юткин. – Л. :

Машиностроение, 1986. – 253 с.

2. . Mikelashvili V, Kekutia Sh, Markhulia J and Saneblidze L. Application of Pulsed Arc Electrohydraulic Discharges for the Synthesis of PVA and Dextran coated Magnetic nanoparticles. Global Journal of Nanomedicine. **Volume 3, Issue 3, December 2017**, p. 001-006.

2. პროექტის პირველ მიზანს წარმოადგენს ნანომასალათა მიღების ტექნოლოგიის შემუშავება. მიმდინარე წლის განმავლობაში ძირითადი ყურადღება დაეთმო პიროლიზური ტექნოლოგიების შემუშავებას, რაც გულისხმობს ტემპერატურის გავლენით მიმდინარე სინთეზს აირადი წინაპროდუქტების შექმნისა და მათი საშუალებით ფუძემდებელ მასის გადატანასა და იქ ქიმიური რეაქციების შედეგად ნანომასალების მიღებას. ერთ-ერთ მთავარ პრობლემას ასეთი სინთეზისას წარმოადგენს რეაგენტების შერჩევას, რომლებიც საშუალებას მოგვცემენ ერთის მხრივ მივიღოთ წინასწარ შერჩეული საჭირო მასალის აქროლადი მოლეკულები, ხოლო მეორე მხრივ ხელს შეუწყობენ აირად ფაზაში ისეთი აქტიური რეაგენტების შექმნას, რომლებიც თერმოდინამიკურად მომგებიანი, სპონტანური (დიდი უარყოფითი გიბსის ენერჯის მქონე) ქიმიური რეაქციების ჩატარების შესაძლებლობას იძლევიან.

ჩატარდა თერმოქიმიური რეაქციების ანალიზი კომპიუტერული პროგრამა „HSC-Chemistry-6.0“-ისა და მასში არსებული თერმოდინამიკული მონაცემთა ბაზის გამოყენებით. მაგალითისთვის მოვიყვანთ, რომ გათვლების მიხედვით Ge და B-ის შემთხვევაში მომგებიანია NH აირადი მოლეკულების არეში ბორისა და გერმანიუმის ნიტრიდების წარმოქმნა მათ ოქსიდებთან შედარებით, ხოლო Ga და In-ის შემთხვევაში კი პირიქით, თერმოდინამიკულად მომგებიანია მათი ოქსიდებისა, და არა ნიტრიდების მიღება. ექსპერიმენტაბმა, რომლებიც გამიზნული იყო ნანომასალების მიღებაზე და რომელთა ჩატარებაც პროექტის მეორე მიზანს წარმოადგენდა, დადასტურა გათვლების სისწორე და სინთეზირებული იქნა ამ მასალების შესაბამისი ნაერთები.

ყურადღება გამახვილდა აგრეთვე სწრაფი თერმული გახურების პროცესებზე, რომელთა მეშვეობითაც შევძელით ბორის ნიტრიდის კრისტალურად მოწესრიგებული ნანოსისქის ფენების მიღება. აგრეთვე ვმუშაობდით მიკროტალღური სინთეზის ელემენტების დახვეწასა და დამუშავებაზე. მაგალითისთვის, ამ მეთოდით შევძელით მანგანუმისა და მისი ოქსიდის ნანომასალების მიღება. პროექტის მსვლელობისას გაკეთდა რამოდენიმე პუბლიკაცია, რომლებიც ზევითაა ჩამოთვლილი.

**2. შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტით დაფინანსებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები**

**2.1.**

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1	# YS17_15	2017-2019	პერსონალური პროექტი,

	<p>ახალგაზრდა მეცნიერთა გრანტები, ნანოტექნოლოგიები და ნანომასალები, ბიო-გამოყენების მაგნიტური ნანოსითხის სინთეზი პლაზმის გენერაციის გამოყენებით სითხეში</p>		<p>მენეჯერი ვლადიმერ მიქელაშვილი</p>
<p>გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2018 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>1. სუპერპარამაგნიტური რკინის ოქსიდის ნანონაწილაკების ბიოთავსებადობა და მაგნიტური თვისებები იდეალური ინსტრუმენტია ბიომედიცინაში ფართო გამოყენებისათვის.</p> <p>ბიოთავსებადი მაგნიტური ნანონაწილაკების წყალხსნარების წარმოების ძირითადი ტექნოლოგიური პრობლემაა მათ სინთეზზე და ხსნარში ნანონაწილაკების დისპერსიულობაზე კონტროლის განხორციელება.</p> <p>ნანონაწილაკების საჭირო დისპერსიულობის, დამცავი სურფაქტანტის გარსის და ბაქტერიოციდული თვისებების მისაღწევად, გამოიყენება სხვადასხვა მეთოდი, რომლებსაც გააჩნიათ გარკვეული ნაკლოვანებები (მაგ. საჭირო პროცესების ცალ-ცალკე ჩატარების აუცილებლობა). წინასწარმა კვლევებმა აჩვენეს, რომ ამ კუთხით პერსპექტიულია ქიმიური თანადალექვის მეთოდის განხორციელება პლაზმური განმუხტვის პირობებში, ამდენად საჭიროა ამ მეთოდის შემდგომი დამუშავება.</p> <p>პროექტის მთავარ მიზანია განვავითაროთ მარტივი, იაფი, ფართო წარმოების, ბიოაქტიური მოლეკულებით სტაბილიზირებული, ბიოთავსებადი, სუპერპარამაგნიტური რკინის ოქსიდის (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) ნანონაწილაკების წყალხსნარების სინთეზი. ამისათვის გამოვიყენებთ კონტროლირებად, პლაზმურ განმუხტვებს სითხეში პრეკურსორების ქიმიური თანადალექვის პროცესისას ან სინთეზის შემდგომ.</p> <p>შემოთავაზებული პროექტის ფარგლებში ჩვენ შევქმნით განმუხტველი ხელსაწყოს მოდერნიზებულ დანადგარს და გამოვიკვლევთ პლაზმური პროცესების გავლენას მიღებული კოლოიდური დისპერსიების სტრუქტურულ, მაგნიტურ და ოპტიკურ თვისებებზე, ასევე განვავითარებთ და ფოკუსირებას გავაკეთებთ მათ ბაქტერიოციდულ ეფექტზე სტაფილოკოკის უჯრედულ სტრუქტურაზე.</p>			

2.2.

№	<p>დასრულებული (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი</p>	<p>პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები</p>	<p>პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)</p>
1	2	3	4
1	<p>ზოგიერთი ფერომაგნიტური ნანოსითხის ტექნოლოგია და ფიზიკური თვისებები</p>	<p>23.09.2016 02.11.2018</p>	<p>ჯ.მარხულია (მენეჯერი, ძირითადი შემსრულებელი)</p>

	<p>1-საბუნებისმეტყველო</p> <p>1.3 ფიზიკური მეცნიერებანი (ატომური, მოლეკულური და ქიმიური ფიზიკა)</p> <p>2-ინჟინერია და ტექნოლოგიები</p> <p>2.10. ნანო-ტექნოლოგია (ნანო-მასალები (პროდუქცია და მახასიათებლები</p> <p>3- სამედიცინო და ჯანმრთელობის მეცნიერებები</p> <p>3.4 სამედიცინო ბიოტექნოლოგია</p> <p>PhDF2016_59</p>		
<p>დასრულებული კვლევითი პროექტის 2018 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p>			
<p>1. განხორციელებული სამეცნიერო პროექტის მიზანს წარმოადგენდა ქიმიური თანადალექვის მეთოდის სტანდარტული პროცედურის მოდიფიცირების გზით მაგნეტიტის (<math>Fe_3O_4</math>) ნანონაწილაკების შემცველი ფერომაგნიტური ნანოსითხის სინთეზი და ზოგიერთი ბიოთავსებადი ნივთიერების მოლეკულებით (ოლეინის მჟავა, პოლიეთილენ გლიკოლი, პოლივინილ ალკოჰოლი, ფოლიუმის მჟავა და სხვა) მისი სტაბილიზაცია, კერძოდ, მართვადი ქიმიური რეაქტორის მეშვეობითა და ცალკეულ შემთხვევებში სინთეზის ერთ-ერთ სტადიაზე ელექტროჰიდრაგლიკური ეფექტის გამოყენებით მაღალდისპერსიული, სედიმენტაციურად მდგრადი, მაგნიტური თვისებების მქონე ბიოსამედიცინო დანიშნულების რკინის ოქსიდის ნანონაწილაკების (რონნ) მიღება და სინთეზირებული ნანონაწილაკების ფიზიკურ-ქიმიური და ფარმაკოკინეტიკური მახასიათებლების შესწავლა.</p> <p>მიუხედავად იმისა, რომ ქიმიური თანადალექვის მეთოდი გამოირჩევა სიმარტივით, სიიფითა და მასშტაბური წარმოების შესაძლებლობით, მისი ძირითადი ნაკლია ის, რომ სათანადოდ ვერ ხერხდება რეაქციაში მორეაგირე ნივთიერებების კონცენტრაციების ერთგვაროვანი განაწილების, ასევე ნანონაწილაკების ნუკლეაციისა და კრისტალთა ზრდის კონტროლი, რაც საბოლოო ჯამში განაპირობებს სინთეზის არააღწარმოებადობასა და ნანონაწილაკების არამონოდისპერსიულობას.</p> <p>ზემოთქმულიდან გამომდინარე სამუშაოს ძირითად ამოცანას წარმოადგენდა ზემოაღნიშნული პროცესების კონტროლი და შედეგად რონნ-ის შემცველი ნანოსითხის სინთეზი და ნანონაწილაკების ზედაპირის მოდიფიცირება (სტაბილიზაცია) ავტომატიზირებული ტექნოლოგიური ხაზის მეშვეობით, რაც უზრუნველყოფს სინთეზის პროცესის აღწარმოებადობის, მასშტაბურობისა და ნანონაწილაკების მონოდისპერსიულობის ამაღლებას.</p> <p>პროექტის ფარგლებში შესრულდა გეგმა-გრაფიკით გათვალისწინებული ამოცანები და მიღწეული იქნა შემდეგი შედეგები:</p> <p>ჩვენს მიერ შემუშავებული მართვადი ქიმიური თანადალექვის ტექნოლოგიის, კერძოდ</p>			

ავტომატიზირებული ქიმიური რეაქტორის მეშვეობით, თანადალექვის რეაქციის პირობებისა და ეტაპების გათვალისწინებით, ასევე რეაქციის ოპტიმალური პარამეტრების შერჩევით განხორციელდა რონ-ის შემცველი მაღალდისპერსიული ნანოსითხის სინთეზი, რომელიც სტაბილიზირებული იქნა სხვადასხვა სახის ბიოთავსებადი ნივთიერების მოლეკულებით როგორცაა: ოლეინის მჟავა, პოლიეთილენ გლიკოლი (პეგ), პოლივინილ ალკოჰოლი, ფოლიუმის მჟავა. ფერომაგნიტური ნანოსითხის (ფმნს) სინთეზისას ცალკეულ შემთხვევებში მონოდისპერსიულობის გაზრდის მიზნით სინთეზის ერთ-ერთ სტადიაზე ჩვენ ვიყენებთ ელექტროჰიდრავლიკურ დამუშავებას. საგრანტო პროექტის ფარგლებში შესწავლილ იქნა ზემოაღნიშნული ტექნოლოგიით მიღებული რონ-ის (მაგნეტიტის) შემცველი და სხვადასხვა ბიოთავსებადი ზედაპირულად აქტიური მოლეკულებით (სურფაქტანტი, პოლიმერები) სტაბილიზირებული ფმნს-ს ოპტიკური და მაგნიტური მახასიათებლები, კრისტალური სტრუქტურა, ფაზური შემადგენლობა და ნანონაწილაკების მორფოლოგია, კვლევის ისეთი მეთოდების გამოყენებით, როგორცაა ოპტიკური სპექტროფოტომეტრია, სინათლის დინამიური გაბნევა, რენტგენული სხივების დიფრაქტომეტრია, ფურიე გარდაქმნის სპექტრომეტრია, მცირეკუთხოვანი რენტგენული სხივების გაბნევა, მცირეკუთხოვანი ნეიტრონული გაბნევა, გამჭოლ ელექტრონული მიკროსკოპია.

გარდა ამისა ასევე შესწავლილი იქნა მიღებული ნიმუშების ბიოსამედიცინო კუთხით გამოყენების პერსპექტიულობა, კერძოდ, რონ-ის ბაქტერიციდული თვისებები და კანცეროთერაპიული ეფექტი. ზემოთ ჩამოთვლილი კვლევები განხორციელდა როგორც საქართველოში (საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ილია ვეკუას სოხუმის ფიზიკა-ტექნიკის ინსტიტუტი) ისე საზღვარგარეთ - ევროპის კვლევით სამეცნიერო ცენტრებში (ვიგნერის სახელობის ფიზიკის კვლევით ცენტრი, უნგრეთი; საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა კვლევითი ცენტრი, უნგრეთი).

ჩატარებული კვლევების შედეგად დადგინდა იქნა, რომ ჩვენს მიერ სინთეზირებულ რონ-ს აქვთ შებრუნებული შპინელის კრისტალური სტრუქტურა მაგნეტიტისთვის დამახასიათებელი რენტგენოგრამული პიკებით, გამჭოლ ელექტრონული მიკროსკოპიით დადგინდა სინთეზირებული რონ-ის მორფოლოგია (ნანონაწილაკებს გააჩნიათ ოვალურში გარდამავალი სფერული ფორმები). მაგნიტომეტრულმა კვლევებმა უჩვენა, რომ ჩვენს მიერ სინთეზირებული რონ წარმოადგენენ მაგნეტიტის სუპერპარამაგნიტურ ნანონაწილაკებს, მაღალი ნაჯერი დამაგნიტებულობით (შემოუგარსავი რონ-ების ნაჯერი დამაგნიტებულობა 65-70 ემუ/გ, ხოლო სხვადასხვა სურთაქტანტით და ბიოთავსებადი პოლიმერით შემოგარსული ნანონაწილაკების - 40-55 ემუ/გ), დაიმზირა მიღებული ფმნს-ის მაგნიტური, სედიმენტაციური და ფარმაკოკინეტიკური თვისებების დამოკიდებულება ნანონაწილაკების შემომგარსველი ზედაპირულად აქტიური მოლეკულების ტიპზე, მათ კონცენტრაციაზე, სინთეზის პირობებზე და ეტაპებზე, ასევე მათი შემდგომი დამუშავების მეთოდებზე. კერძოდ დადგინდა, რომ სინთეზირებული მაგნეტიტის ნანონაწილაკების შემცველი ნანოსითხის ელექტროჰიდრავლიკური დამუშავება ცალკეულ შემთხვევებში ზრდის სედიმენტაციურ და აგრეგატულ მდგრადობას.

ჩვენს მიერ მიღებული რონ-ის შემცველი ნანოსითხების ბიოსამედიცინო კუთხით გამოყენების შესაფასებლად ასევე ჩატარდა ბაქტერიციდული კვლევები, რომლის თანახმად დადგინდა, რომ პეგ-ით შემოგარსულ  $Fe_3O_4$  ნანონაწილაკებს გააჩნიათ ბაქტერიციდული ეფექტი, ნაჩვენებია, რომ ეს ეფექტი დამოკიდებულია ბაქტერიების ზრდის ფაზაზე.

ასევე ჩვენს მიერ სინთეზირებული შემოუგარსავი და პეგ-ით შემოგარსული ფმნს-ს თავის წინამდებარე ჯირკვლის სიმსივნის მოდელზე *in vivo* კვლევებისას დამზერილ იქნა რონ-ს დადებითი თერაპიული ეფექტი, როგორც მონო, ასევე ქიმიოთერაპიულ პრეპარატ მიტოქსანტრონესთან კომბინაციაში ზრდის ამ უკანასკნელის ეფექტურობას. მიღებული შედეგები ადასტურებს კომბინირებული თერაპიის (მაგნიტური



ნანონაწილაკები + ქიმიოთერაპიული საშუალება) უპირატესობას მონოთერაპიასთან (მხოლოდ ქიმიოთერაპია) შედარებით და იძლევა იმედისმომცემ პერსპექტივას მაგნეტიტის ნანონაწილაკებით ონკოთერაპიის გასაუმჯობესებლად (ქიმიოთერაპიული საშუალების დოზის შემცირება, შესაბამისად გვერდითი ეფექტების შემცირება). ასევე შესწავლილია პოლიეთილენგლიკოლით სტაბილიზირებული მაგნიტური ნანონაწილაკების ბაქტერიციდული მოქმედება *Staphylococcus epidermidis* უჯრედულ კულტურებზე. საკვლევი ბაქტერიული კულტურა ხასიათდება ლორწოსა და ზედაპირული ბიოაფსკის წარმოქმნით, რაც აფერხებს ქრონიკული ჭრილობის შეხორცებას. მაგნიტური ნანონაწილაკების ტოქსიურობა შეფასებულია აგარის ზედაპირზე კოლონიების წარმოქმნითა და დათვლით, აგრეთვე დიფერენციალურ-სკანირებადი კალორიმეტრიის მეთოდით. დადგენილია, რომ საკვლევი მაგნიტური ნანონაწილაკების ბაქტერიულ უჯრედზე ზემოქმედების ინტენსიობა დამოკიდებულია პრეპარატის ზემოქმედების ხანგრძლივობაზე და ასევე, იმაზე თუ კულტურის ზრდის რომელ პერიოდში იქნა შეყვანილი პრეპარატი. ტოქსიური ზემოქმედების მიმართ უფრო მგრობიარე იყო ზრდის ლაგ-პერიოდში მყოფი *Staphylococcus epidermidis* კულტურა. მაგნიტური ნანონაწილაკების ხანგრძლივი ზემოქმედება იწვევს ლორწოს წარმოქმნის პროცესის დათრგუნვას, რაც შესაძლებელია ხელს უშლიდეს ზედაპირული ბიოაფსკების წარმოშობასაც. მიღებული შედეგები მიუთითებს ქრონიკული ჭრილობების მკურნალობისას მაგნიტური ნანონაწილაკების შესაძლო გამოყენებას.

საგრანტო პროექტის შესრულებისას მიღებული შედეგები წარმოდგენილი იქნა საზღვარგარეთ ორ საერთაშორისო კომფერენციაზე (PHYSICS '17 / International Conference on Physics and Natural Sciences FEBRUARY 17-18, 2017, ISTANBUL, თურქეთი და 17 International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2017 , 27 June - 6 July, 2017, ბულგარეთი) და Nano 2018. 5<sup>th</sup> International Conference “Nanotechnologies“. November 19-22, 2018, Tbilisi, Georgia. p. 129-131.

დაიბეჭდა ორი სამეცნიერო სტატია :

1) J. Markhulia, S. Kekutia, Z. Jabua, V. Mikhelashvili, I. Saneblidze. Chemical co-precipitation synthesis and characterization of polyethylene glycol coated iron oxide nanoparticles for biomedical applications; STEF92 Technology in 17th International Multidisciplinary Scientific geoconference SGEM2017, Nano, Bio and Green Technologies for a Sustainable Future, 2017, Vol. 17, Issue 61, 51-58 pp, DOI: 10.5593/sgem2017/61/S24.007, რომელიც ინდექსირდება სკოპუსის რეიტინგში.

2) J. Markhulia, Sh. Kekutia, N. Mitskevich, V. Mikelashvili, L. Saneblidze, N. Leladze, Z. Jabua, L. Sacarescu, M. Kriechbaum, L. Almasy, Synthesis and *in vivo* investigation of therapeutic effect of magnetite nanofluids in mouse prostate cancer model, Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures, Vol.13, No.4, October-December 2018, p. 1081-1090, ინდექსირდება ISI Thomson Reuters, Science Citation Index Expanded (also known as Scisearch), სკოპუსში.

3) შ. კეკუტია, ლ. სანებლიძე, ვ. სოხაძე, მ. აბულაძე, ე. ნამჩევაძე, ლ. ტაბატაძე, გ. თვაური, ვ. მიქელაშვილი, ჯ. მარხულია. პოლიეთილენგლიკოლით მოდიფიცირებული რკინის ოქსიდის მაგნიტური ნანონაწილაკების სინთეზი და *Staphylococcus epidermidis*-ის უჯრედულ კულტურებზე ბაქტერიციდული ზემოქმედების შესწავლა. საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის მაცნე, ქიმიის სერია. 2017, ტ. 43, №2, გვ. 247-254.

3. უცხოური გრანტებით დაფინანსებული სამეცნიერო პროექტები

3.1.

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი, დაფინანსებელი ორგანიზაცია/ სამეცნიერო ფონდი, ქვეყანა	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	კიბოს უჯრედების თვითრეგულირებადი (კიურის ტემპერატურით ლიმიტირებული) მაგნიტური ჰიპერთერმიისთვის ახალი ნაწარმების შექმნა და კვლევა. #7089. STCU, Ukraine,	2018-2020	1. -ა.ჭირაქაძე-ხელმძღვანელი 2.ზ.შიოლაშვილი - შემსრულებელი 3.ნ.მახათაძე-შემსრულებელი 4.ა.ჯიშიაშვილი-შემსრულებელი 5.დ.ჯიშიაშვილი-შემსრულებელი 6.ზ.ბუაჩიძე-შემსრულებელი 7.ნ.მითაგვარია-შემსრულებელი 8.ი.ლაზრიშვილი-შემსრულებელი
2	ევროპული კვლევითი მივლინების გრანტი, ნანოტექნოლოგიები, მასალათა კომპლექსური კვლევა რენტგენის და ნეიტრონული სხივებით, პროექტი # 20177016, (CERIC-ERIC ), იტალია,	2017-2019	ჯანო მარხულია - პროექტის წარმდგენი, ვლადიმერ მიქელაშვილი - მკვლევარი

1. პროექტის ფარგლებში უნდა შეგვემუშავებინა მაგნიტური ნაწარმების მიღების ტექნოლოგია. პროექტის შესრულების მოცემულ ეტაპზე დამუშავებულია Ni-Cu ნაწარმების მიღების ტექნოლოგია. ძირითად სიმნელეს წარმოადგენდა სპილენძისა და ნიკელის აირადი, აქროლადი წინაპროდუქტების მიღების საკითხები. სწორედ ეს წინაპროდუქტები იყო საჭირო Ni-Cu ნაწარმების მისაღებად მასიური წყარო-მასალებისგან. ტექნოლოგიის საფუძვლად აღებული პიროლიზი სხვადასხვა ნივთიერებების ორთქლში. საუკეთესო შედეგები მიღებული იყო ჰიდრაზინისა და ამონიუმის ქლორიდის გამოენებისას. გარდა პიროლიზისა, რომელიც მიმდინარეობდა რეზისტული გახურებით, გამოყენებული იყო მიკროტალღური გახურება. ამ ტექნოლოგიამ ჩვენი განსაკუთრებული ყურადღება დაიმსახურა მას შემდეგ, რაც მისი მეშვეობით შევძელით ბორის ნიტრიდის ნაწარმების მიღება.

გარდა ამისა, ჩატარდა სამუშაოები  $La_{1-x}Ag_xMnO_3$  ნანოფხვნილების მისაღებად. ჩვენ ვიყენებდით ლითონების ოქსიდების ( $Ag_2O$ ,  $La_2O_3$  and  $MnO_2$  ფხვნილები) თერმულ დამუშავებას, როგორც ჩვეულებრივ სითბურ, აგრეთვე მიკროტალღურ ღუმელებში. ექსპერიმენტების პირველ სერიაში ფხვნილების ნარევი მუშავდებოდა მშრალი ჰაერის, ჰიდრაზინის და  $N_2H_4+NH_4Cl$  (0.4ამონიმის ქლორიდი და 9 გ ოქსიდების ნარევი) გარემოში. მიღებული მასალა კვლავ იფქვებოდა და რენტგენული დიფრაქციის მეთოდით

ისაზღვრებოდა მისი შემადგენლობა და სტრუქტურა. ერთმანეთს ვადარებდით სხვადასხვა ნიმუშების ყველაზე უფრო ინტენსიური დიფრაქციული პიკების სიდიდეს. საუკეთესო შედეგები მიღებული იყო ჰიდრაზინში დამუშავებული ნიმუშებისთვის. ყველა მიღებული პიკი მიუთითებდა  $La_{1-x}Ag_xMnO_3$  ჰექსაგონალურ სტრუქტურაზე, მესრის პარამეტრებით  $a=0.5512nm$ ,  $c=0.1332nm$ . ლიტერატურული მონაცემების მიხედვით ეს პარამეტრები ეთანადება  $La_{0.9}Ag_{0.1}MnO_3$  შემადგენლობის მასალას. არავითარი ცვლილება არ შეინიშნებოდა ნანომასალის შედგენილობაში პროცესის დროის 8-დან 10 სთ-მდე გაზრდის შემთხვევაში.

ამჟამად დასრულდა პროექტის მხოლოდ ორი კვარტალი. დაგეგმილი სამუშაოები სრულდება გეგმა-გრაფიკის შესაბამისად.

2. კვლევითი პროექტის ფარგლებში ხორციელდება და განხორციელდება რკინის ოქსიდის სუპერპარამაგნიტური ნანონაწილაკების შემცველი სითხეების კვლევა რენტგენის და ნეიტრონული კვლევებით, სინათლის დინამიკური გაბნევისა და ზეტა პოტენციალის გაზომვებით, ასევე სტრუქტურა და განაწილება დადგინდება ელექტრონული გამჭოლი მიკროსკოპით. შემოუგრასავი და სტაბილიზირებული (სხვადასხვა ბიოაქტიური მოლეკულებით -დექსტრანი, პოლიეთილენ გლიკოლი (პეგ), პოლივინილალკოჰოლი (პვა) და სხვა) სუპერპარამაგნიტური რკინის ოქსიდის ნანონაწილაკები (სპრონ-ები) დახასიათდება სტრუქტურული (ტრანსმისიური/გამჭოლი ელექტრონული მიკროსკოპია (ტემ), მასკანირებული ელექტრონული მიკროსკოპია (მემ), რენტგენის დიფრაქცია(რდ), შემადგენლობა (ატომურ ადსორბციული მიკროსკოპია(ამ) , ოპტიკური (სპექტრომეტრი, ნანოსაიზერი), და მაგნიტური (მერხევი ნიმუშის მაგნიტომეტრით(მნმ) გაზომვებით. დაგეგმილია და ნაწილობრივ შესრულებული კომპლექსური კვევები, როგორცაა მცირე კუთხეების ნეიტრონული გაბნევა (მკნგ) და მცირე კუთხეების რენტგენული გაბნევა (მკრგ)

3.2.

№	დასრულებული (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი, დამფინანსებელი ორგანიზაცია/ სამეცნიერო ფონდი, ქვეყანა	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	ნანომავთულების გაზრდის ახალი ტექნოლოგიების შემუშავება და აირების ზემგრძნობიარე სენსორების დამზადება. 2- ინჟინერია და ტექნოლოგიები; 2.10. ნანო-ტექნოლოგია, #6204 STCU, Ukraine	2016-2018	1.დ. ჯიშიაშვილი –ხელმძღვანელი 2.ზ.შიოლაშვილი – შემსრულებელი 3.ნ.მახათაძე-შემსრულებელი 4.ა.ჯიშიაშვილი-შემსრულებელი 5.ა.ჭირაქაძე-შემსრულებელი 6.ლ.ჩხარტიშვილი—შემსრულებელ 7.გ.ჭონიშვილი-შემსრულებელი

პროექტის მსვლელობისას შეიქმნა ტექნოლოგიური დანადგარი, რომელიც საშუალებას იძლევა

მივიღოთ რეაქტორში  $2 \cdot 10^{-5}$  ტორი ვაკუუმი, მოვახდინოთ მასში საჭირო აირადი რეაგენტების შეყვანა, გავახუროთ ფუძემრე და წყარო მასალები შესაბამისად  $700$  და  $850^{\circ}\text{C}$ , გავზარდოთ მასში ნანომავთულები ან მოვახდინოთ მათი გამოწვა სხვადასხვა არესა და ტემპერატურაზე.

პროექტის მსვლელობისას, ნანომავთულთა სტრუქტურის, შედგენილობისა და თვისებების კვლევისთვის გამოვიყენეთ გამოვიყენეთ ისეთი ანალიტიკური მეთოდები, როგორცაა რენტგენული ფაზური ანალიზი, ატომურ-ძალური მიკროსკოპია, რასტრული და ტრანსმისიული ელექტრონული მიკროსკოპია, კათოდოლუმინესცენცია, ინფრაწითელი სპექტროსკოპია და სხვ.

განსაკუთრებული ყურადღება დაეთმო ინდიუმის ფოსფიდისა და ინდიუმის ოქსიდის ნანომავთულების მიღებას, ხოლო ბოლო კვარტალში ვმუშაობდით ბორისა და მისი ნიტრიდის ნანომასალების მიღებაზე.

პროექტის მსვლელობისას გაკეთდა სპეციალური სტენდი ნანომავთულთა არეზე დამზადებული აირის სენსორების გამოსაცდელად. აღნიშნული სტენდის მეშვეობით შესაძლებელია სენსორის გაზურება  $500^{\circ}\text{C}$ -დე, აირთა ნაზავების მომზადება, მათი ნაკადის შექმნა და სენსორის გამტარებლობის გაზომვა ათეული პიკომპერის სიზუსტით.

მიღებულია ინდიუმის ოქსიდის ნანომავთულებიანი გაზის სენსორის პარამეტრების შესახებ, რომლის მგრძობიარობამ ათეული ppm შეადგინა ამიაკის მიმართ.

#### 4. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

##### 4.4. სტატიები დიგიტალური საიდენტიფიკაციო კოდის (DOI) მითითებით

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათა- ური, დიგიტალური საიდენტიფიკაციო კოდი DOI	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	J. Markhuliaa, Sh. Kekutia, N. Mitskevich, V. Mikelashvili, L. Saneblidze, N. Leladze, Z. Jabua, L. Sacarescu, M. Kriechbaum, L. Almásy	ISSN: 1842-3582	Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures Vol.13, No.4, 2018, p. 1081-1090	რუმინეთი, ელექტრონული ჟურნალი	10

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1. სუპერპარამაგნიტური რკინის ოქსიდის შემცველი ნანოსითხეები, რომლებიც სტაბილიზირებული იქნა ბიოთავსებადი პოლიეთილენგლიკოლით (მოლეკულური წონა  $4000$  დალტონი) სინთეზირდა მოდიფიცირებული სტანდარტული სინთეზის ტექნოლოგიით, რომელიც მოიცავდა ერთ ტექნოლოგიურ ციკლში ქიმიური თანადალექვის ტექნოლოგიას ვაკუუმის გარემოში. მიღებული ნიმუშების მახასიათებლები გამოკვლეული იქნა რენტგენის დიფრაქციით (XRD), ფურიეს გარდაქმნის ინფრაწითელი სპექტროსკოპიით (FTIR), მცირე კუთხეების გაბნევის ნეიტრონებით (SANS) და

რენტგენის სხივებით (SAXS) , გამჭოლი ელექტრონული მიკროსკოპით (TEM) და ვიბრაციული ნიმუშის მაგნიტომეტრით (VSM). შემოუგარსავი და პოლიეთილენგლიკოლით სტაბილიზირებული მაგნიტური სითხეების თერაპევტიკული ეფექტი შესწავლილი იქნა თავის პროსტატის უჯრედის მოდელზე როგორც მონო, ისე კომბინირებული თერაპიით ანტიბიოტიკური მედიკამენტის - მიტოქსანტრონის მეშვეობით. თერაპევტიკული ეფექტი გამოკვეთილი იქნა მაგნიტის ნანონაწილაკებისა და მიტოქსანტრონის კომბინირებული მეთოდის გამოყენებისას.

#### 4.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათა- ური, ISSN	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	D. Jishiashvili, Z. Shiolashvili, A. Chirakadze, N. Makhatadze, V. Gobronidze, A. Jishiashvili, K. Gorgadze, D. Kanchaveli	Pyrolytic synthesis of boron nitride nanoflakes ISSN 1987-8826	NanoStudies, 2018, 14	თბილისი, საქართველო	4
<p>ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>1. ნაშრომის მიზანს შეადგენდა ბორის ნიტრიდის ნანოფენების სინთეზი. კვლევის აქტუალობას განაპირობებდა ის, რომ გრაფენის მონოატომური ფენების მსგავსად, ბორის ნიტრიდსაც გააჩნია უნარი შექმნას მონოატომური ან ფენოვანი ნანომასალა.</p> <p>წინასწარმა კვლევებმა გვიჩვენა, რომ ჩვენს მიერ ადრე შემუშავებული ჰიდრაზინის გამოყენებაზე დაფუძნებულ ტექნოლოგიას შეუძლია მოგვცეს ბორის ნიტრიდის ნანომასალის შექმნის შესაძლებლობა. აღნიშნულის შესაბამისად სინთეზირებული იქნა BN-ის ნანოფენები, რომლებიც შესწავლილი იყო ტრანსმისიული და რასტრული ელექტრონული მიკროსკოპით, მახასიათებელი რენტგენული გამოსხივების ანალიზითა და ინფრაწითელი სპექტროსკოპიის მეთოდებით.</p> <p>ჩატარებულმა კვლევებმა დაადასტურა ე.წ. h-BN-ის ნანოფენების მიღების შესაძლებლობა შემუშავებული ტექნოლოგიებით. ფენების სისქე ათეული ნანომეტრებისა იყო, ხოლო მათი სიგრძე და სიგანე ათეულობით მიკრომეტრს აღწევდა.</p>					

### 5. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

#### 5.4. სტატიები

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათა- ური, დიგიტალური	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
---	---------------------	-------------------------------------	--	--------------------------------------	------------------------

		საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN	ნომერი/ტომი		
1	A.Jishiashvili, Z.Shiolashvili, N. Makhatadze, D.Jishiashvili, D.Kanchavelia, D. Sukhanova	Synthesis of indium phosphide / zinc phosphate core-shell nanowires ISSN: 1842-3582	Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures Vol. 13, No. 2, April-June 2018,	რუმინეთი	8
2	D. Jishiashvili, A. Chirakadze, Z. Shiolashvili, N. Makhatadze, A. Jishiashvili, D. Kanchaveli, D. Sukhanov, V. Gobronidze	Growth of InP based composite nanowires ISSN 2308-068X	Journal of Low Dimensional Systems, 2018, v. 2 (1)	Azerbaijan, Baku State University	5
3	A. Chirakadze, D. Jishiashvili, Z. Buachidze, K. Gorgadze, Z. Shiolashvili, A. Jishiashvili, N. Mitagvaria, I. Lazrishvili.	New approaches to development of new nanomaterials for magnetic hyperthermia of cancer cells and perspectives of combined treatment of cancer in Georgia ISSN 2308-068X	Journal of Low Dimensional Systems, 2018, v. 2 (1)	Azerbaijan, Baku State University	15

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1. პუბლიკაციის მიზანს წარმოადგენდა მიგველო გული- გარსის ტიპის ნანომასალები ინდიუმის ფოსფიდისა და თუთიის ფოსფატის საფუძველზე. კვლევაში მოყვანილია ჩვენი გათვლები, რომლებიც ასაბუთებენ ფაზათა სეგრეგაციის თერმოდინამიკულ შესაძლებლობებს მოცემულ სისტემაში, რომელიც შეიცავს თუთიას, ინდიუმს, ფოსფორსა და ჟანგბადს. ექსპერიმენტალურ ნაწილში, ელექტრონულ მიკროსკოპული კვლევებით დადასტურა სწორედ ასეთი გული-გარსის ტიპის ნანომავთულების მიღების შესაძლებლობა. მახასიათებელი რენტგენული გამოსხივების ანალიზმა და ელემენტთა განაწილების რუკების შექმნამ კვლავ დაადასტურა ფაზათა სეგრეგაციის შედეგად გულისა და გარსისგან შედგენილი ერთგანზომილებიანი ნანოსტრუქტურის მიღება. აღსანიშნავია, რომ ნანომავთულთა ზრდის პროცესში ინდიუმის შემცველი წინაპროდუქტის მიწოდების შეწყვეტა იწვევს გულის ზრდის შეჩერებასა და გარსის მასალისგან შედგენილი ნანომილაკის ზრდას.

2. ნაშრომში შესწავლილია ინდიუმის ფოსფიდის ნანომავთულთა ზრდის პროცესი. ყურადღება გამახვილებულია აირადი წინაპროდუქტების შექმნაზე, მათი მეშვეობით მასალის ფუძემდებზე გადატანასა და იქ ნანომავთულთა სინთეზზე. აღმოჩნდა, რომ ინდიუმის გადატანა ხორციელდება მისი სუბოქსიდის,  $In_2O_3$ -ს საშუალებით, ხოლო ფოსფორის წყაროს წარმოადგენს კრისტალური InP, რომელიც გახურებისას თავად იშლება და გამოყოფს სინთეზისთვის საჭირო ფოსფორს.

ლიტერატურიდან ცნობილი იყო, რომ ატომარული წყალბადის თანაობისას InP-ს თერმული დაშლა მნიშვნელოვნად დაბალ ტემპერატურაზე მიმდინარეობს, ვიდრე ვაკუუმში. ჩვენს შემთხვევაში ატომარული წყალბადის წყაროს წარმოადგენდა ჰიდრაზინი, რომლის პიროლიზური დაშლის ერთ ერთ მცირე სიცოცხლის ხანგრძლივობის მქონე გარდამავალ პროდუქტსაც სწორედ ატომარული წყალბადი შეადგენს.

ნაჩვენები იყო, რომ ტექნოლოგიური პარამეტრების მიხედვით შესაძლებელია როგორც ZnS-ის მსგავსი სტრუქტურის, ისე ვიურტციტის სტრუქტურის მქონე InP-ს ერთგანზომილებიანი ნანოსტრუქტურების მიღება.

3. სამუშაოს მიზანს წარმოადგენდა საქართველოში მაგნიტური ჰიპერთერმიის გამოყენების შესაძლებლობებს ნანონაწილაკების გამოყენებით კიბოს მკურნალობის მიმართულებით. ამ მეტად პერსპექტიულ მეთოდში უმთავრესია ისეთი ნანონაწილაკების სინთეზი, რომელთა კიურის ტემპერატურა  $43^{\circ}\text{C}$ -ს არ აღემატება. ჩვენს მიერ ამ მიზნით სინთეზირდა Cu-Ni შენადნობის ნანონაწილაკები, რომლებიც შეიცავდნენ 75 ატ.% ნიკელსა და 25 ატ.% სპილენძს. ეს ნანონაწილაკები მივიღეთ ჰიდრაზინის არეში პიროლიზის გზით.

ნანონაწილაკების მისაღებად შესწავლილი იქნა ნიკელისა და სპილენძის აქროლადი კომპონენტების სინთეზის შესაძლებლობები. ნაჩვენები იყო, რომ სპილენძის მიღებისას ყველაზე ხელსაყრელია მისი ერთმაგი ოქსიდის გამოყენება. ჩვენს მიერ ნაჩვენებია, რომ ამ პირობებში შესაძლებელია საკმარისად სუფთა სპილენძის არა მარტო ნანო ზომების, არამედ ათეული მიკრომეტრის ზომის სპილენძის მიღება.

**სსიპ სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულების (ინსტიტუტის/ცენტრის) ან უნივერსიტეტთან არსებული დამოუკიდებელი სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულების (ინსტიტუტის/ ცენტრის) სამეცნიერო ერთეულის დასახელება (პერსონალური შემადგენლობისა და ხელმძღვანელის მითითებით):**

**კოჰერენტული ოპტიკისა და ელექტრონიკის განყოფილება**

მელიქიშვილი ზაზა – განყ. გამგე - მთ. მეცნიერი თანამშრომელი; ებრალიძე ტარიელ – მთ. მეცნიერი თანამშრომელი; მედოიძე თამაზ – მთ. მეცნიერი თანამშრომელი; მარგიანი ნიკოლოზ – მთ. მეცნიერი თანამშრომელი; ჯალიაშვილი ზაზა – მთ. მეცნიერი თანამშრომელი; პაპუნაშვილი ნათელა – უფრ. მეცნიერი თანამშრომელი; ადამია ზურაბ – უფრ. მეცნიერი თანამშრომელი (0,5); ბალახაშვილი მაია – უფრ. მეცნიერი თანამშრომელი (0,5); ქინქლაძე ვერიკო – უფრ. მეცნიერი თანამშრომელი; ებრალიძე ნადია – მეცნიერი თანამშრომელი; კუტალაძე ლია – მეცნიერი თანამშრომელი

## 1. პროგრამული დაფინანსებით შესრულებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები

### 1.1.

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1	კანის ოპტიკური არეკვლის სპექტროსკოპია <i>in vivo</i> დარგი: ფიზიკა მიმართულება: ბიოსამედიცინო ოპტიკა და სპექტროსკოპია	2018 - 2022	ზაზა მელიქიშვილი - პროექტის ხელმძღვანელი; თამაზ მედოიძე - ექსპერიმენტული კვლევა, მონაცემების ანალიზი; ზაზა ჯალიაშვილი - კომპიუტერული მოდელირება, მონაცემების ანალიზი; ვახტანგ ცერცვაძე (დოქტორანტი) - ექსპერიმენტული კვლევა, კომპიუტერული მოდელირება, ანალიტიკური გამოთვლები; სალომე ჩილაჩავა (ბაკალავრი) - დახმარება ექსპერიმენტულ კვლევაში და კომპიუტერულ მოდელირებაში
2	ბისმუტის სისტემის ზეგამტარი მასალის ელექტროფიზიკური თვისებების გაუმჯობესება ბორისა და ვერცხლის შემცველი დოპანტების კომბინირებული გამოყენებითა და დოპირებული მასალის ბაზაზე ზეგამტარი სადენების დამზადება-ტესტირება (კონდენსირებული გარემოს ფიზიკა, ზეგამტარობა)	2018-2022	ნიკოლოზ მარგიანი (პროექტის ხელმძღვანელი), გიორგი მუმლაძე (მკვლევარი-ფიზიკოსი, პროექტის მენეჯერი), იამზე ქვარცხავა (მკვლევარი-ტექნოლოგი), ვახტანგ ჟღამაძე (მკვლევარი-ფიზიკოსი), ზურაბ ადამია (მკვლევარი-ფიზიკოსი), მაია ბალახაშვილი (მკვლევარი-ტექნოლოგი), ნათელა მარგიანი (ლაბორანტი), ნინო მუმლაძე (ლაბორანტი)
3	მოლეკულური აგრეგაციები და ანიზოტროპიის ფოტონდუცირება ორგანულ ნაერთებში ოპტიკა, ანიზოტროპული გარემო	2018-2022	ტარიელ ებრალიძე (ხელმძღვანელი); ნადია ებრალიძე (მკვლევარი); გიორგი მუმლაძე (მკვლევარი)

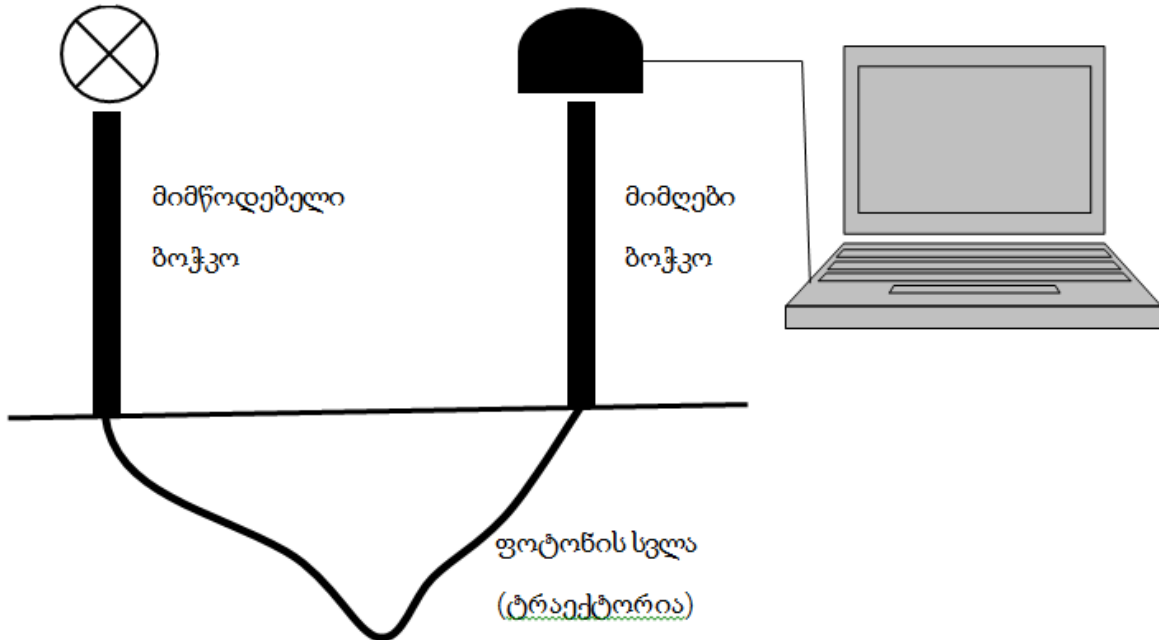


გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2018 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1.

### 1) ოპტიკური ორბოჭოვანი სპექტროსკოპული სისტემის მოქმედების პრინციპი

ადამიანის კანის ოპტიკური თვისებების შესასწავლად ვიყენებთ შემდეგი სახის სპექტროსკოპულ სისტემას:



მას ოპტიკური ორბოჭოვანი სპექტროსკოპული სისტემა ეწოდება. ეს არის ხელსაწყო, რომლის ძირითადი შემადგენელი ნაწილებია: ორი ოპტიკური ბოჭკო, სინათლის წყარო და სპექტროსკოპული დეტექტორი. ერთი ბოჭკო - მიმწოდებელი, სინათლის წყაროს უკავშირდება, მეორე - მიმღები კი სპექტროსკოპულ დეტექტორს, ხოლო ერთმანეთთან ბოჭკოები ბიოლოგიური ქსოვილით არიან დაკავშირებულნი. სინათლის წყაროსთან მომდინარე სინათლე სპექტრალური სიმკვრივით ხასიათდება [ვტ/ნმ], ხოლო მიმღები სიტემა მიღების დიაპაზონით - [ნმ], შესაბამისად სინათლის სიმძლავრე, რომელიც მიეწოდება ქსოვილს, მასში გავლის შემდეგ მიმღები ბოჭკოთი იკრიბება და სპექტროსკოპულ დეტექტორს მიეწოდება. სპექტროსკოპულ სისტემაში შემავალი სპექტრომეტრის ნებისმიერ ბინზე მოხვედრილი სინათლე ვატებში (ვტ) გამოისახება: [ვტ/ნმ][ნმ]=[ვტ].

„წყაროს“ ბოჭკოს მიერ მიწოდებული სიმძლავრე, რომელსაც  $R$  [ვტ]-ით ავღნიშნავთ, ბიოლოგიურ ქსოვილში გავლის შემდეგ მცირდება ამ ქსოვილში ტრანსპორტირების  $T$  [1/სმ<sup>2</sup>] ფაქტორით. ეს სიდიდე ბიოლოგიურ ქსოვილში ფოტონების დიფუზიას ახასიათებს. შესაბამისად „შემკრებ“ ბოჭკოსთან სინათლის ინტენსიობა (ნაკადის სიმკვრივე)  $F$  [ვტ/სმ<sup>2</sup>] შემდეგი გამოსახულებით გამოითვლება:

$$F = P_0 T \quad (1)$$

$T$ -ს სიდიდე დამოკიდებულია მიმწოდებელ და შემკრებ ბოჭკოებს შორის მანძილზე, ბიოქსოვილის ოპტიკურ თვისებებზე და ბოჭკო-ბიოქსოვილის საზღვარზე გარდატეხის მაჩვენებლებს შორის სხვაობაზე (მათ ფარდობაზე). როდესაც ბოჭკოები ძალიან ახლოს არიან ერთმანეთთან,  $T$ -ს მნიშვნელობის განსასაზღვრავად ვიყენებ მონტე კარლოს მეთოდს (სიმულაციებს), ხოლო თუ ბოჭკოების ცენტრებს შორის მანძილი აღემატება რამდენიმე მმ-ს, მაშინ  $T$ -ს გამოთვლა ხდება ანალიტიკურად, კერძოდ, გამოსხივების გადატანის განტოლების დიფუზური მიახლოებების გამოყენებით.

უპირატესობა ყველა შემთხვევაში მონტე კარლოს მეთოდს ვანიჭებთ, ვინაიდან ის ეფუძნება პირველ

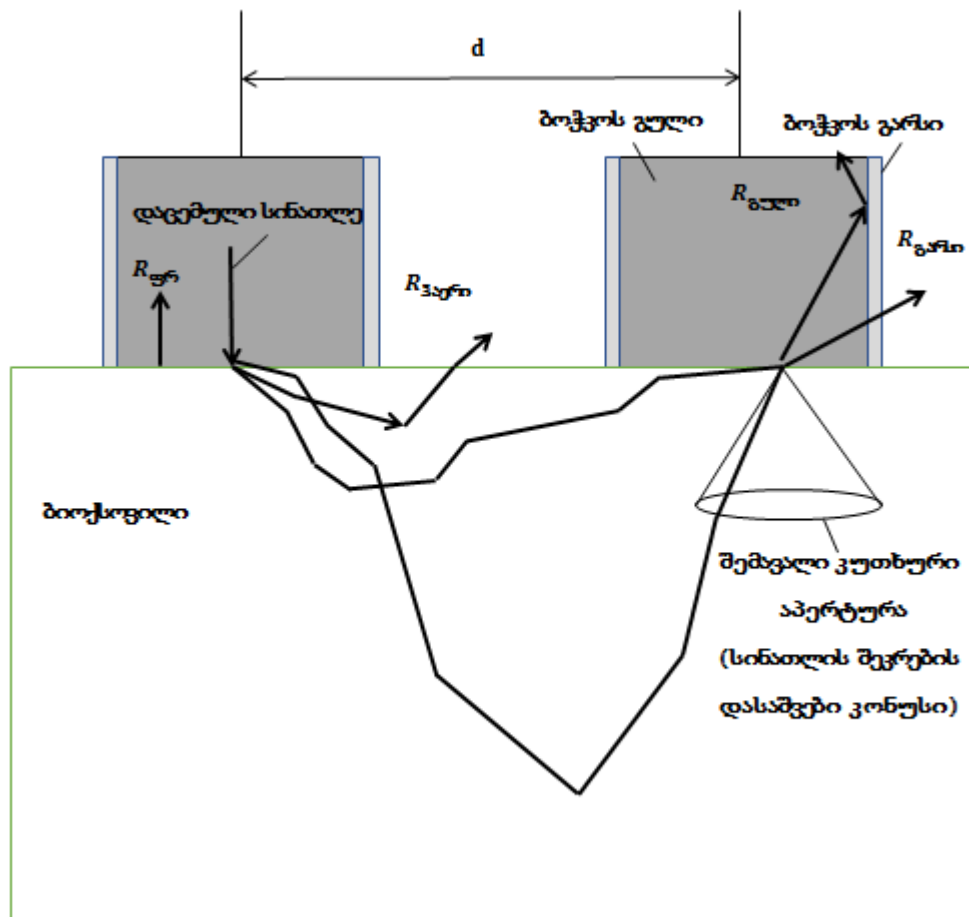
პრინციპებს და არ შეიცავს მიახლოებას (მოცემული კანის ოპტიკური მოდელისთვის). თუმცა ისიც გვესმის, რომ მცირე რაოდენობის იტერაციების დროს პასუხი დიდი ფლუქტუაციებით ხასითდება. მაგრამ იტერაციების რიცხვის გაზრდით, პრინციპში, შედეგი ნებისმიერი სიზუსტით შეგვიძლია მივიღოთ (დიდ რიცხვთა კანონი), მითუმეტეს იმ ეპოქაში, როდესაც კვანტური გამომთვლელი სინამდვილედ უნდა იქცეს. თუმცა არც ანალიტიკურ გამოთვლებზე ვამბობ უარს, მითუმეტეს თუ ის სწრაფად იძლევა პასუხს. ამასთან, მიახლოებული შედეგის ცოდნა ყოველთვის სასარგებლოა.

## 2) მიმღები ბოჭკოს ეფექტურობა

ქსოვილზე დაცემული სინათლის (ფოტონების) მხოლოდ ნაწილი ხვდება მიმღები ბოჭკოს ზედაპირზე, ან სხვა სიტყვებით - შემკრებ ზედაპირზე,  $A$  [სმ<sup>2</sup>]. შესაბამისად, შემკრებ ზედაპირის ეცემა სიმძლავრე

$$FA = P_0 TA \quad (2)$$

დეტალები ქვემოთ, ნახატზეა მოცემული.



ნახატზე მოცემულია ქსოვილში შესული ფოტონების ტრაექტორიები ჩვენი ორბოჭკოვანი სპექტრომეტრისათვის. ასეთ სისტემაში მხოლოდ ის ფოტონები ხვდებიან ფოტოდეტექტორზე, რომლებიც მიმღები ბოჭკოს ზედაპირს ეცემიან გარკვეული კუთხის საზღვრებში. ჩვენ მას რეგისტრაციის კუთხეს ვუწოდებთ. თავად რეგისტრაციის კუთხეს გეომეტრიულად ნახატზე მოცემული ცილინდრი განსაზღვს. ასევე ცხადია, რომ ვინაიდან ნახატზე სინათლის წყარო მიმღები ბოჭკოს მარცნივია, ამიტომ ფოტონები (სინათლის სხივები) მიმღები ბოჭკოს ზედაპირს ძირითადად მარცხნიდან დაეცემიან. სწორედ ამ მიზეზით ჩვენს შემთხვევაში მიღების კუთხის მხოლოდ მარცხენა ნახევარი იმუშავებს. ამრიგად, სინათლის მხოლოდ ის სხივები, რომლებიც მიმღები ბოჭკოს ზედაპირს რეგისტრაციის კუთხის ნახევარზე მცირე კუთხით

ეცემიან, სრული შინაგანი არეკვლის ხარჯზე ფოტოდეტექტორისაკენ გადაადგილდებიან ( $R_{\text{ფული}}$ ). ის სხივები კი, რომლებიც რეგისტრაციის ნახევარკუთხეზე დიდი კუთხით დაეცემიან მიმდები ბოჭკოს ზედაპირს, გარსის გავლით ბოჭკოს დატოვებენ ( $R_{\text{გარსი}}$ ).  $R_{\text{პაერი}}$  წარმოადგენს სინათლეს, რომელიც საერთოდ არ ეცემა მიმდები ბოჭკოს ზედაპირს და ქსოვილის ზედაპირის დატოვების შემდეგ ჰაერში გაიფანტება.  $R_{\text{ფრ}}$  გარდატეხის მაჩვენებლების განსხვავების გამო, ბოჭკო/ქსოვილი ზედაპირზე ფრენელის არეკვლას ითვალისწინებს. ამ ყოველფესთან ერთად სინათლე ასევე შეიძლება შთაინთქას ბიოქსოვილის მიერ. მოდით, იმ ფოტონების ფარდობით წილს, რომლებიც წარმატებით დეტექტირდებიან *შეკვრების ეფექტურობა* უწოდოთ. ცხადია, რომ ას არ ექნება განზომილება, ხოლო თავად სისიდე  $\eta$ -თი ავლნიშნოთ. შესაბამისად სპექტრომეტრის მიერ შეკვრილი სინათლის სიმძლავრე ასე გამოითვლება:

$$P_{\eta} = P_0 T A \eta \quad (3)$$

$\eta$ -ს მნიშვნელობა თითოეული ტალღის სიგრძისთვის დამოკიდებულია ბოჭკოს ზომებზე და ბიოლოგიური ქსოვილის ოპტიკურ თვისებებზე.

ამრიგად, მნიშვნელოვანია ყოველთვის გავითვალისწინოთ, რომ ქსოვილის გავლით მიმწოდებელი ბოჭკოდან მიმდებ ბოჭკოზე სინათლის გადაცემის ფუნქცია დამოკიდებულია, როგორც ქსოვილის სატრანსპორტო მახასიათებელზე,  $T$ , ასევე მიმდები ბოჭკოს მიერ სინათლის შეკვრების ეფექტურობაზე და ეს ორივე კი — ქსოვილის ოპტიკურ თვისებებზე.

### 3) ექსპერიმენტული დანადგარი

ჩვენი ოპტიკური ორბოჭკოვანი სპექტროსკოპული სისტემა აწყობილია სამი სხვის სტანდარტული, აქედან ორი - 3648 და ერთი - 2500 ხაზოვანი პიქსელის მქონე CCD-სპექტრომეტრის ბაზაზე. ესენია: Qwave-VIS (350-880 ნმ), Qwave-NIR (700-1040 ნმ) და Qmini-VIS (370-750 ნმ) (მწარმოებელი: „RGB Photonics,“ Germany). Qwave ტიპის სპექტრომეტრებისათვის თითოეულ სპექტრალურ ბინზე ჩაწერილი სპექტრის სიგანე, 200 მკმ შემავალი ხვრელისათვის 0.4 და 0.5 ნმ-ია, შესაბამისად. რაც შეეხება Qmini ტიპის სპექტრომეტრს, მასში გათვალისწინებულია დროზე დამოკიდებული სპექტრების გადაღებაც, რისთვისაც ბინების გაერთიანება და თითოეულ გაერთიანებულ ბინზე დაცემული სიმძლავრის გაზრდაა საჭირო. ამის გამო Qmini სპექტრომეტრის შემავალი ხვრელი 200 მკმ-დეა გაგანიერებული და შესაბამისად ერთ სპექტროსკოპულ ბინზე ჩაწერილი სპექტრის სიგანე 5 ნმ-ია.



VIS

NIR

VIS

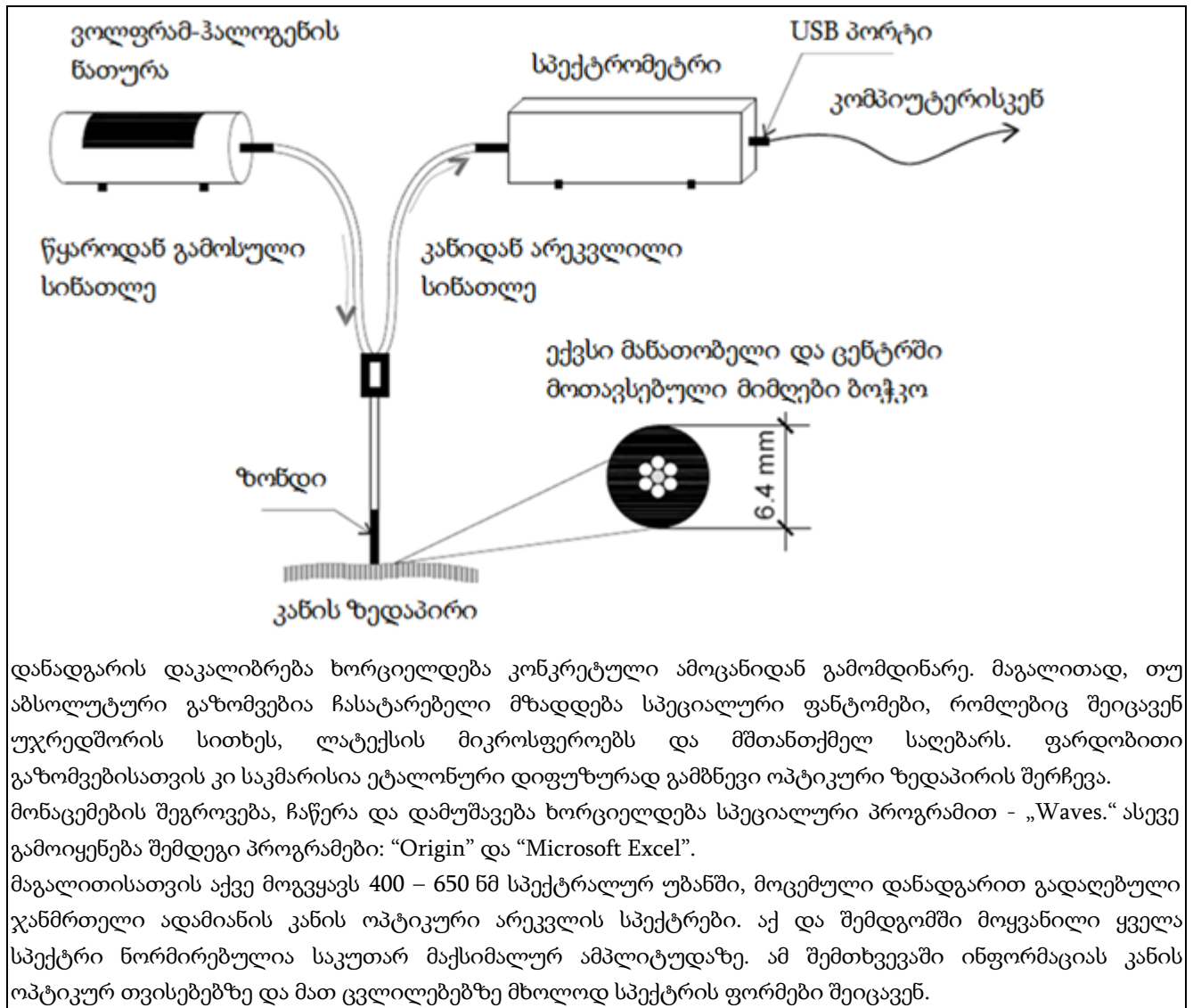
თეთრი სინათლის წყაროს წარმოადგენს ვოლფრამ-ჰალოგენის 20 ვტ. სიმბლავრის მქონე ნათურა ASB-W-020, რომლის სპექტრი 3100 კელვინი ტემპერატურის აბსოლუტურად შავი სხეულის სპექტრს შეესაბამება (მწარმოებელი: „Spectral Products,“ USA).

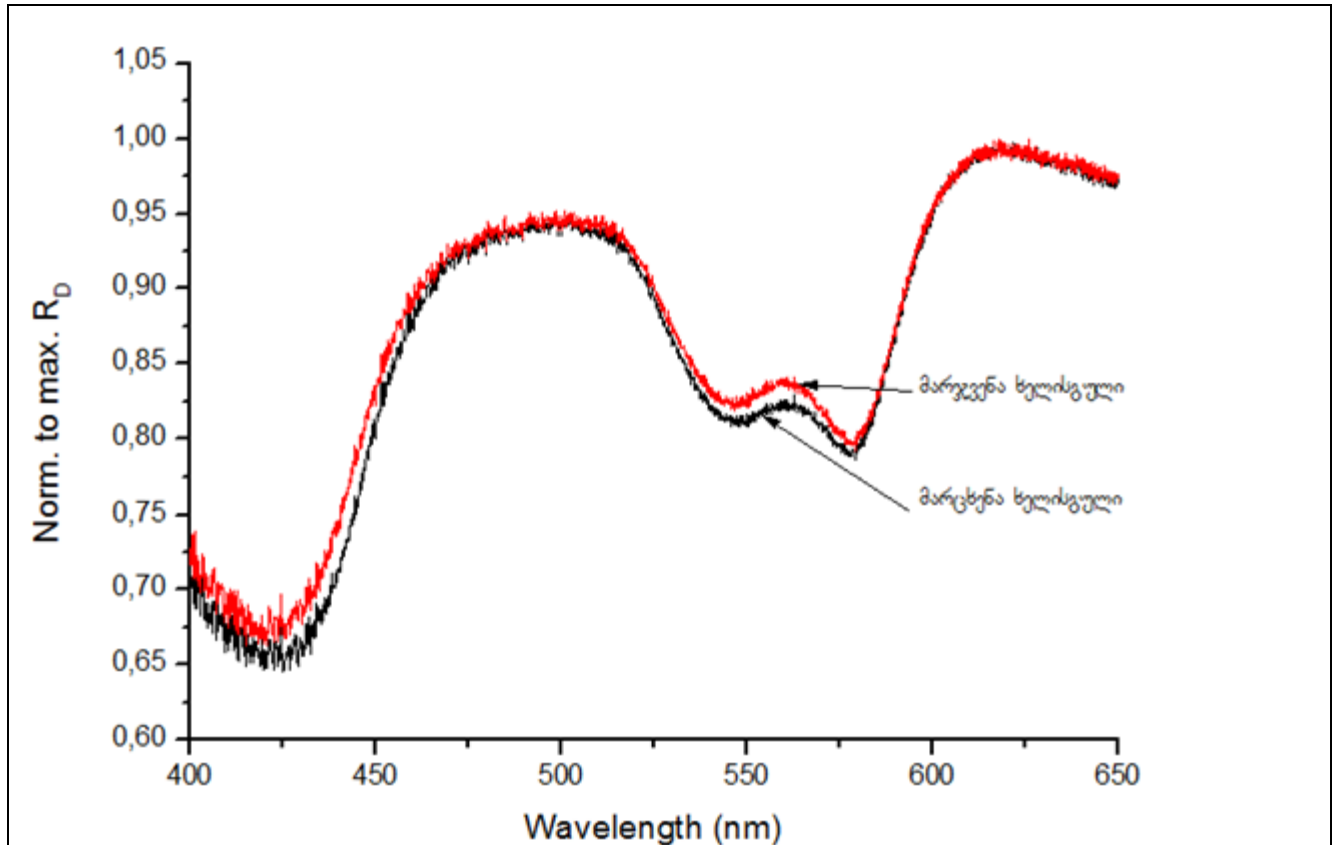


ორბოჭკოვანი ზონდის ნაცვლად ჩვენ ვიყენებთ გაცილებით უფრო ეფექტურ, არეკვლის სპექტროსკოპიისათვის სპეციალურად დამზადებულ შვიდბოჭკოვან ზონდს - R400-7-UV-VIS („Ocean Optics,“ USA) ექვსი მათგანი, ზონდის საკონტაქტო ზედაპირზე წრიულადაა განლაგებული, ექვსივე სინათლის წყაროს უკავშირდება და კანის ზედაპირს ანათებს, ხოლო ერთი ბოჭკო, რომელიც მანათობელი წრის ცენტრშია მოთავსებული, მიმღებ ბოჭკოს წარმოადგენს და სპექტრომეტრს უკავშირდება. თითოეული ბოჭკოს დიამეტრი 400 მკ.მ-ს ტოლია, ხოლო მანძილი მიმღები ბოჭკოს ცენტრსა და ნებისმიერი მანათობელი ბოჭკოს ცენტრებს შორის 450 მკ.მ-ია. ზონდი ქვემოთ ნახატზეა წარმოდგენილი.

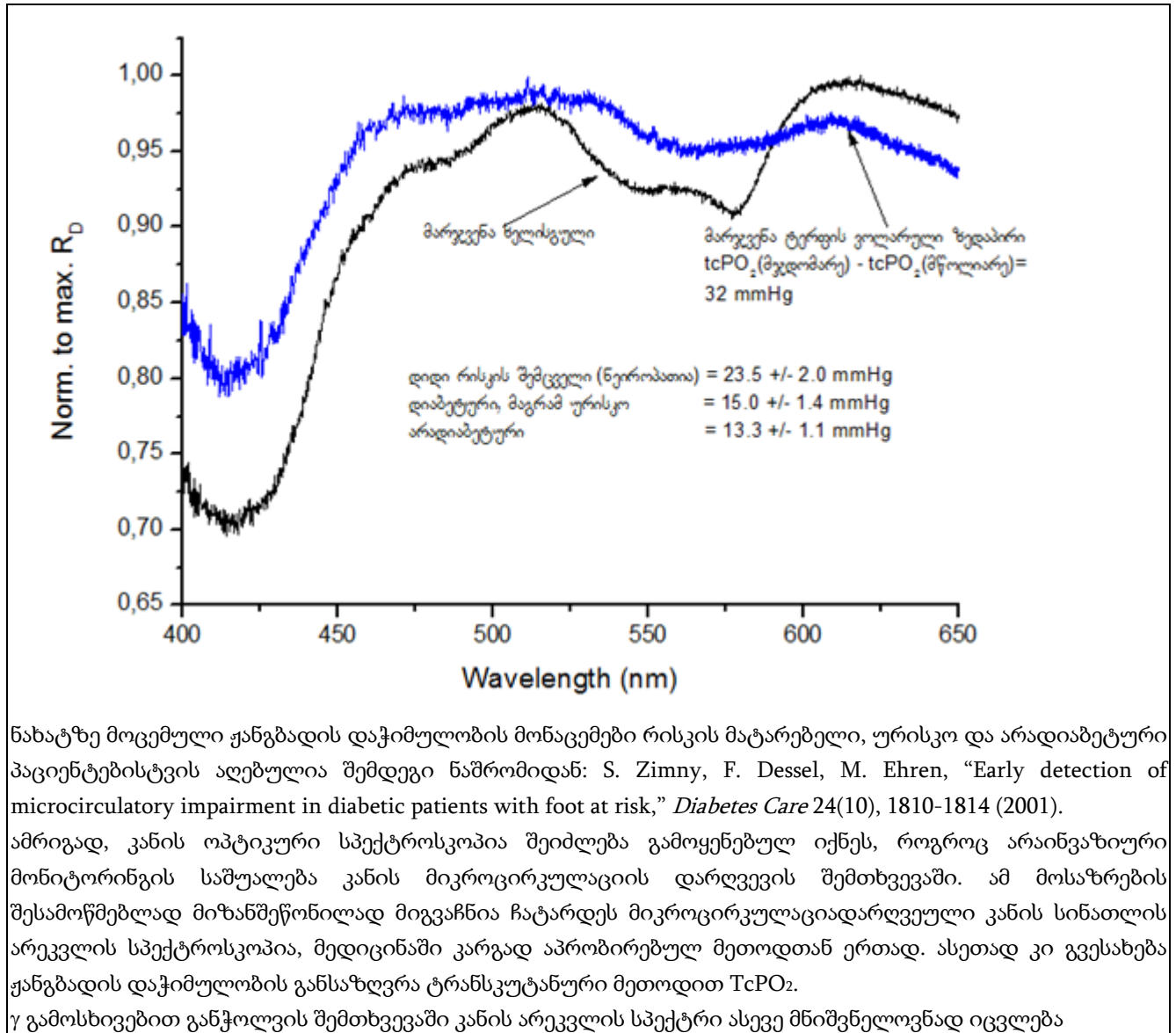


სრულად დანადგარი შემდეგ ნახატზეა წარმოდგენილი.





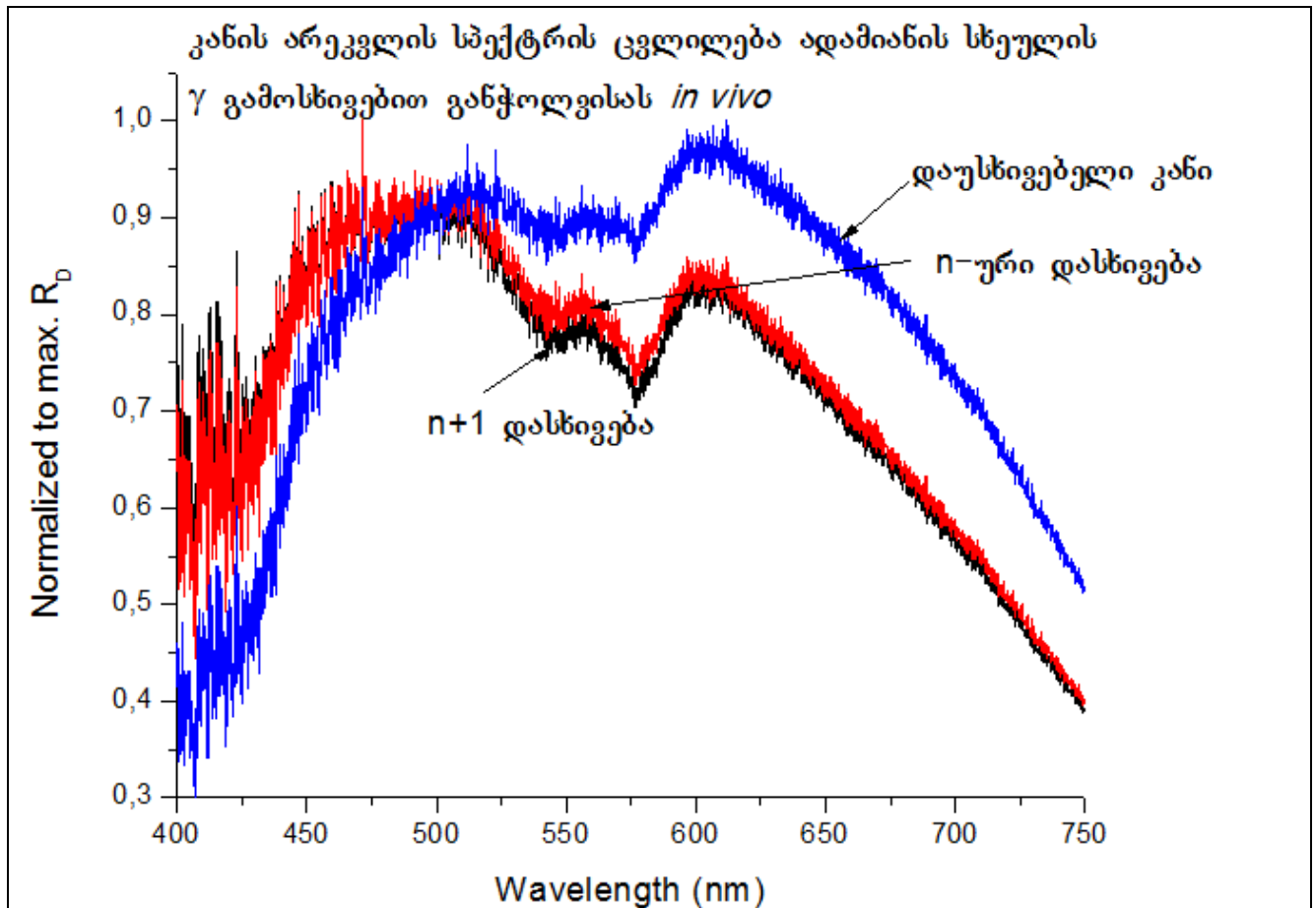
მოყვანილ სურათზე, 400 – 650 ნმ სპექტრალურ უბანში ძირითადი მშთანქმელები არიან მელანინი (დორსალური ზედაპირიდან არეკვლის შემთხვევაში), ოქსი- და დეოქიჰემოგლობინი, ჰემოგლობინის სხვა წარმოებულები (დამოკიდებულია პათოლოგიაზე), წყალი და ცხიმი. ძირითადი გამზნევა - კოლაგენი. სწორედ ეს ქრომოფორები ქმნიან კანის არეკვლის სპექტრს ოპტიკური გამოსხივების ხილულ უბანში. როგორც უკვე ავღნიშნეთ პათოლოგიის შემთხვევაში ნორმალური სპექტრის ფორმა უნდა შეიცვალოს. ნორმიდან გადახრის შემთხვევაში ეს ცვლილებები გადახრის „სიმძიმის“ პროპორციულად იცვლება. ეს ცვლილებები საგრძნობია. ამ მიზნით ქვემოთ მოყვანილია სურათები, რომელზეც ნათლად სჩანს თუ როგორ იცვლება კანის მიერ სინათლის არეკვლის სპექტრები სისხლის მიკროცირკულაციის დარღვევის და  $\gamma$  გამოსხივებით განჭოლის შემთხვევაში.



ნახატზე მოცემული ჟანგბადის დაჭიმულობის მონაცემები რისკის მატარებელი, ურისკო და არადიაბეტური პაციენტებისთვის აღებულია შემდეგი ნაშრომიდან: S. Zimny, F. Dessel, M. Ehren, "Early detection of microcirculatory impairment in diabetic patients with foot at risk," *Diabetes Care* 24(10), 1810-1814 (2001).

ამრიგად, კანის ოპტიკური სპექტროსკოპია შეიძლება გამოყენებულ იქნეს, როგორც არაინვაზიური მონიტორინგის საშუალება კანის მიკროცირკულაციის დარღვევის შემთხვევაში. ამ მოსაზრების შესამოწმებლად მიზანშეწონილად მიგვაჩნია ჩატარდეს მიკროცირკულაციადარღვეული კანის სინათლის არეკვლის სპექტროსკოპია, მედიცინაში კარგად აპრობირებულ მეთოდთან ერთად. ასეთად კი გვსახება ჟანგბადის დაჭიმულობის განსაზღვრა ტრანსკუტანური მეთოდით  $TcPO_2$ .

γ გამოსხივებით განჭოლვის შემთხვევაში კანის არეკვლის სპექტრი ასევე მნიშვნელოვნად იცვლება



ამრიგად, შესაძლებელია არა მხოლოდ დასხივებული და დაუსხივებელი სპექტრების, არამედ n- და (n+1)-ჯერ დასხივებული სპექტრების გარჩევა და აღწერა.

დეტალურად არის შემუშავებული (აქ არ მოგვყავს) კანის ოპტიკური არეკვლის სპექტრების გაზომვის პროტოკოლი, როგორც მიკროცირკულაციის დარღვევის, ასევე  $\gamma$  გამოსხივებით განჭოლვის შემთხვევაში. მიმდინარეობს კვლევები.

**მიმდინარე კვლევების შედეგები იგზავნება საერთაშორისო კონფერენციაში მონაწილეობის მისაღებად: ECBO 2019 — European Conferences on Biomedical Optics, June 23-27, 2019, Munich, Germany.**

2. 2018 წლის ეტაპის განმავლობაში ჩატარდა სტრონციუმის ბორატი  $\text{Sr}(\text{BO}_2)_2$  და ვერცხლის ნიტრატით  $\text{AgNO}_3$  დოპირებული ბისმუტიანი სისტემის Bi(Pb)-2223 მოცულობითი ნიმუშების კონცენტრაციული სერიების სინთეზი და კვლევა. დადგინდა სტრონციუმის ბორატის ოპტიმალური შედგენილობა, რომელიც განაპირობებს კრიტიკული დენის სიმკვრივის გაუმჯობესებასა და ზეგამტარი ფაზის წარმოქმნის მკვეთრ დაჩქარებას. ვერცხლის ნიტრატით დოპირებული ნიმუშების გაზომვებმა ცალსახად დაადასტურა, რომ არსებული ლიტერატურული მონაცემები ამ დოპანტის დადებითი ზეგავლენის შესახებ Bi(Pb)-2223 ზეგამტარის კრიტდენზე და ფაზარმოქმნაზე (დოპანტის  $>3$  წონითი % შემცველობისას) არ შეესაბამება რეალობას. ამჟამად მიმდინარეობს ვერცხლის ნიტრატის მცირე დოზით დოპირებული ნიმუშების კვლევა. ამ კვლევის ძირითადი მიზანია დადგინდეს, გააჩნია თუ არა ვერცხლის ნიტრატის დოპანტს უნარი-დამატებით გააუმჯობესოს ბორით დოპირებული Bi(Pb)-2223 სისტემის ელექტროფიზიკური თვისებები. ათვისებულ იქნა ზეგამტარი სადენების მიღების ტექნოლოგია და დამზადებულ იქნა მოკლე ზომის



სადენები. მათი პარამეტრების დადგენას ამ ეტაპზე აფერხებს სათანადო ექსპერიმენტალური ზაზის არქონა. სადენების კრიტდენის გასაზომად აუცილებელი აღჭურვილობის შექმნა გათვალისწინებულია ინსტიტუტის ბიუჯეტით და ველით, რომ მიმდინარე წლის დასრულებამდე დასრულდება შექმნის პროცედურა.

მიმდინარე კვლევების შედეგები იგზავნება საერთაშორისო კონფერენციაში მონაწილეობის მისაღებად: EUCAS 2019 - 14th European Conference on Applied Superconductivity, 1st-5th September 2019, SEC, Glasgow

2. შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტით დაფინანსებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები

## 5. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

### 5.4. სტატიები

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათა-ური, დიგიტალური საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლ ობა	გვერდებ ის რაოდენ ობა
1	Tariel Ebralidze, Nadia Ebralidze, Giorgi Mumladze	THE SELF-INDUCED ENSEMBLE OF PARTICLES AND ANISOTROPY PHOTOINDUCTION IN ORGANIC COMPOUNDS, <a href="http://jomardpublishing.com/UploadFiles/Files/journals/JTME/V3N2/EbralidzeT.pdf">http://jomardpublishing.com/UploadFiles/Files/journals/JTME/V3N2/EbralidzeT.pdf</a>	Journal of Modern Technology & Engineering, vol.3, N2	Baku, Jomard Publishing	4
2	N.G. Margiani, G.A. Mumladze, Z.A. Adamia, A.S. Kuzanyan, V.V. Zhgamadze	Influence of B4C-doping and high-energy ball milling on Phase Formation and Critical Current Density in (Bi,Pb)-2223 HTS, <a href="https://doi.org/10.1016/j.physc.2018.02.025">https://doi.org/10.1016/j.physc.2018.02.025</a>	Physica C, vol.548, pp.86-89, 2018	Amsterdam, Netherlands, Elsevier.	4
3	N. G. Margiani, I. G. Kvartskhava, G. A. Mumladze, Z. A. Adamia	Influence of Sr(BO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> Doping on Superconducting Properties of (Bi,Pb)-2223 Phase, <a href="https://waset.org/publication/s/10009699/influence-of-sr-">https://waset.org/publication/s/10009699/influence-of-sr-</a>	International Journal of Electrical and Computer Engineering Vol.12, No.10, pp.766–769, 2018	Turkey, The World Academy of Science, Engineering and	4

	bo2-2-doping-on-superconducting-properties-of-bi-pb-2223-phase		Technology (WASET)	
ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)				
<p>1. სტატიაში განხილული იყო ანიზოტროპიის ინდუცირება ორგანულ ნაერთებში, კერძოდ, აზოსადებარებით შედგენილ ჟელატინსა და პოლივინილის ფირში. ვიდეომიკროსკოპიისა და ოკულარული კამერით ფოტოგრაფირებით დადგინდა, რომ ფირის მზადების პროცესში, გამრობისას, აღიძრა პოლარიზაციული სენსიტივობის მიკრონაწილაკების ანსამბლი. ფირის დასხივებისას წრფივად პოლარიზებული სინათლით მივიღეთ ანიზოტროპიის ფოტონდუცირება „მარცვლოვანი“ ფორმით, სადაც აქტიური სინათლის ექსპოზიციის მიხედვით მოდულირდებოდა ანიზოტროპული არის ინტეგრალური ფართობი.</p> <p>2. სინთეზირებულ იქნა იქნა ბორის კარბიდით (B<sub>4</sub>C) დოპირებული (Bi,Pb)-2223 სისტემის ნიმუშების კონცენტრაციული სერია: Bi<sub>1.7</sub>Pb<sub>0.3</sub>Sr<sub>2</sub>Ca<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>y</sub>(B<sub>4</sub>C)<sub>x</sub>, x=0, 0.025, 0.040, 0.075, 0.125. გამოკვლეულ იქნა დოპანტის სხვადასხვა შემცველობის ზეგავლენა (Bi,Pb)-2223 ფაზის წარმოქმნაზე, მიკროსტრუქტურასა და ზეგამტარულ თვისებებზე. დადგინდა, რომ ბორის კარბიდით დოპირება მკვეთრად აუმჯობესებს პრეკურსორის ქიმიური აქტივობის უნარს და, შესაბამისად, აჩქარებს (Bi,Pb)-2223 მასალის წარმოქმნას. დოპირების შედეგად მიღწეულია კრიტიკული დენის დაახლოებით 3-ჯერ ამაღლება სტანდარტულ (არადოპირებულ) ნიმუშთან შედარებით (115 ა/სმ<sup>2</sup>-დან 350 ა/სმ<sup>2</sup>-დე). მიღებული შედეგების თანახმად, კრიტიკული დენის სიმკვრივე დამატებით მკვეთრად, 480 ა/სმ<sup>2</sup>-დე იზრდება პლანეტარულ წისქვილში გადაფქული ულტრადისპერსული პრეკურსორის გამოყენების შედეგად. არადოპირებული ნიმუშის გადაფქვა პლანეტარულ წისქვილში ამცირებს კრიტდენის სიმკვრივეს 45 ა/სმ<sup>2</sup>-დე. დოპანტის ოპტიმალური შემცველობის მეტი სიზუსტით დადგინდა და პლანეტარულ წისქვილში პრეკურსორების დამუშავების რეჟიმის დახვეწის შედეგად მოსალოდნელია ბორის კარბიდით დოპირებული (Bi,Pb)-2223 ფაზის წარმოქმნის შემდგომი დაჩქარება და კრიტდენის კიდევ უფრო მეტად ამაღლება.</p> <p>3. მყარფაზური რეაქციის მეთოდით სინთეზირებულ იქნა იქნა სტრონციუმის ბორატი-[Sr(BO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>] დოპირებული (Bi,Pb)-2223 სისტემის ნიმუშების კონცენტრაციული სერია: Bi<sub>1.7</sub>Pb<sub>0.3</sub>Sr<sub>2-x</sub>Ca<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>y</sub>[Sr(BO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>]<sub>x</sub>, x=0, 0.0375, 0.075, 0.15, 0.25 (Sr(BO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>-ის 0, 0.63, 1.3, 2.5, 4.2 წონითი %, შესაბამისად). ჩატარდა მიღებული ნიმუშების რენტგენოდიფრაქციული და მიკროსტრუქტურული (სკანირებადი ელექტრონული მიკროსკოპის გამოყენებით) კვლევა, გაიზომა მათი ტრანსპორტული თვისებები: კუთრი წინაღობის ტემპერატურული დამოკიდებულება და კრიტიკული დენის სიმკვრივე. მიღებული შედეგების თანახმად, სტრონციუმის ბორატი დოპირება განაპირობებს (Bi,Pb)-2223 ფაზის წარმოქმნის დაჩქარებასა და კრიტიკული დენის სიმკვრივის ზრდას 110 ა/სმ<sup>2</sup>-დან 340 ა/სმ<sup>2</sup>-დე. მიკროსტრუქტურული გაზომვების თანახმად, დოპირება იწვევს ზეგამტარ მარცვალთა შორის ბმების გაუმჯობესებას, რაც ზეგამტარი ფაზის წარმოქმნის დაჩქარებასთან ერთად განაპირობებს კრიტდენის სიმკვრივის მკვეთრ ზრდას. კვლევის შედეგების თანახმად, სტრონციუმის ბორატი განხილულ უნდა იქნას როგორც შესაფერისი დანამატი (Bi,Pb)-2223 სისტემის ზეგამტარი თვისებების გაუმჯობესების თვალსაზრისით. ამ დანამატის სრული პოტენციალის გამოვლენის მიზნით აუცილებელია მისი ოპტიმალური შემცველობის შემდგომი ძიება და დოპირებული ნიმუშების სინთეზის ტექნოლოგიური ციკლის დახვეწა.</p> <p>3. მიმდინარე საანგაროშო პერიოდში განხორციელდა ლაბორატორიის ხელსაწყო დანადგარების გადმოტანა დასაწყობებული ტერიტორიიდან, სადაც გადატანილი იყო მიმდინარე სარემონტო სამუშაოების დროს. ჩატარდა მათი ადგილზე მონტაჟი და ნაწილობრივ გაწყობა. გამოქვეყნდა ერთი</p>				

სამეცნიერო სტატია. მომზადდა და გამოსაქვეყნებლად გაიგზავნა სტატია იმპაქტ-ფაქტორიან ჟურნალში (გადაწყვეტილებას ველოდებით 2019 წელს.

## 6. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

### 6.1. საქართველოში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მომხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	V. G. Bregadze, I. G. Khutsishvili, T. G. Giorgadze, T. B. Khuskivadze, Z. G. Melikishvili	Absorption and fluorescence spectrometry for analysis of quality of DNA double helix	5th International Conference "Nanotechnologies" November 19 – 22, 2018, Tbilisi, Georgia
მომხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)			

### 6. 2. უცხოეთში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მომხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	N. G. Margiani, I. G. Kvartskhava, G. A. Mumladze, Z. A. Adamia	Influence of Sr(BO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> Doping on Superconducting Properties of (Bi,Pb)-2223 Phase	ICSST 2018 : 20th International Conference on Superconductivity and Superconductor Technology, Barcelona, Spain, October 29-30.
მომხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)			

სსიპ სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულების (ინსტიტუტის/ცენტრის) ან უნივერსიტეტთან არსებული დამოუკიდებელი სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულების (ინსტიტუტის/ ცენტრის) სამეცნიერო ერთეულის დასახელება (პერსონალური შემადგენლობისა და ხელმძღვანელის მითითებით):

ოპტიკურად მართვადი ანიზოტროპული სისტემების განყოფილება  
ხელმძღვანელი - ანდრო ჭანიშვილი

პერსონალური შემადგენლობა:

ნ. ფონჯავიძე; მ. არონიშიძე; ზ. ვარდოსანიძე; ი. ნახუცრიშვილი; გ. პეტრიაშვილი; ს. თავზარაშვილი; თ. ლაფერაშვილი; ო. გოგოლინი; ე. ციციშვილი; რ. ჯანელიძე; ი. ბლაგიძე; ვ. ედილაშვილი; გ. მშველიძე

## 1. პროგრამული დაფინანსებით შესრულებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები

### 1.1.

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მიხედვით	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მიხედვით)
1	2	3	4
1	ახალი ტიპის თხევადკრისტალური ლაზერების შემუშავება.  ფიზიკა, ოპტიკა	2014-2025	ა.ჭანიშვილი/ხელმძღვანელი, გ.პეტრიაშვილი/შემსრ., ზ.ვარდოსანიძე/შემსრ., ს.თავზარაშვილი/შემსრ., მ.არონიშვილი/შემსრ., ფონჯავიძე/შემსრ.
2	გარემოსადმი ადაპტირებული ტემპერატურულად მართვადი ჰკვიანი ფანჯრები	2018-2020	გია პეტრიაშვილი-პროექტის ხელმძღვანელი, ცისანა ზურაბიშვილი, ლალი დევაძე, ნინო სეფაშვილი, ნინო ფონჯავიძე-პროექტის ძირითადი შემსრულებლები
3	ვეიგერტის ეფექტის კვლევა აზოსაღებავებით დოპირებულ ქელატინის ფენებში	2018-2022	ზურაბ ვარდოსანიძე ანდრო ჭანიშვილი გია პეტრიაშვილი ნინო ფონჯავიძე სვეტლანა თავზარაშვილი მარინა არონიშვილი
4	კვანტურწერტილებიანი ნანოსტრუქტურირებული მასალა III-V ჯგუფის ნახევარგამტარების ბაზაზე	2018-2020	პროექტის ხელმძღვანელი თინათინ ლაფერაშვილი ძირითადი შემსრულებლები: ორესტ კვიციანი, დავით ლაფერაშვილი

გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2018 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1. წინა პერიოდებში შემუშავებული ქოლესტერულ თხევადკრისტალური (ქთკ) ნარევებისგან დამზადებულია სადებარდამატებელი თხევადკრისტალური ნარევები. გამოყენებულია სადებარები DCM და Nile Red (Exciton) და UVITEX (NIOPIK, მოსკოვი). დამზადებულია სხვადასხვა სისქის თხელფენოვანი ნიმუშები და შესწავლილია მათი ოპტიკური პარამეტრები. გაზომილია თხელი ფენების ლუმინესცენცია და შესწავლილია ლაზერული გენერაციის შესაძლებლობა. ექსპერიმენტალური გზით შერჩეულია ლაზერული სადებარების ოპტიმალური კონცენტრაციები. რადგან ჩვენი აღჭურვილობის Nd:YAG ლაზერი ძალიან ძველია და მისი ამუშავება ძნელი ამოცანაა, ძირითადი ტვირთი, როგორც დატუმბვის ლაზერს, დააწვა

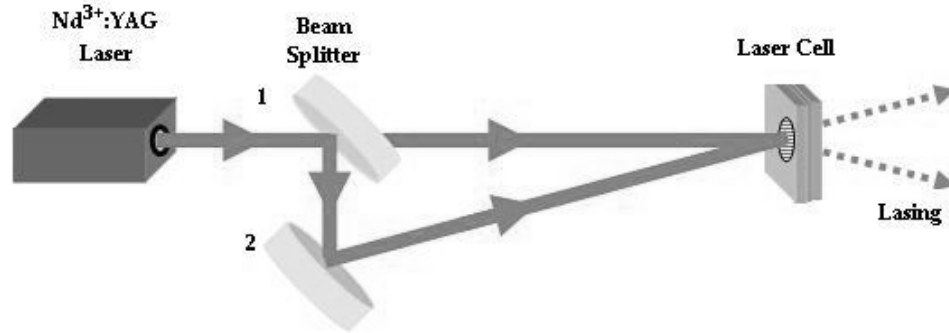
დაბალი სიმძლავრის მქონე აზოტის ლაზერს (337 ნმ, 100 მკვ). შერჩეულია ოპტიკური მასალები და დეტალები, რომლებიც არიან მაქსიმალურად გამჭვირვალე აზოტის ლაზერის ტალღის სიგრძეზე. აწყობილია შესაბამისი ოპტიკური სქემა. მიღებულია ლაზერული გენერაცია UVITEX-ჩამატებულ ქოლესტერულ თხევადკრისტალურ ფენაში აზოტის ლაზერით დატუმბვისას.

2. ქოლესტერული თხევადკრისტალური სტრუქტურების ბაზაზე შემუშავებულია ტექნოლოგია, რომლის საფუძველზე შესაძლებელია დამზადდეს “ჭკვიანი ფანჯრები.” ჭკვიანი ფანჯრები ადაპტირებულია გარემოს ტემპერატურაზე იმგვარად, რომ დაბალ ტემპერატურებზე გამჭვირვალეა და მზის სინათლე შემოდის შენობაში, ხოლო მაღალ ტემპერატურებზე აქვს უნარი გადაიქმნას სელექტიურ სარკედ, რომელიც არეკლავს მზის მიერ გამოსხივებულ ჭარბ ენერგიას. პროექტის მოცემულ ეტაპზე, საწყისი ნემატური მატრიცებისა და ოპტიკურად აქტიური დანამატების შერჩევის შედეგად დამზადებულია ქოლესტერული თხევადკრისტალური მინარეები და გამოკვლეულია მათი ოპტიკური, თერმო და ფოტოოპტიკური თვისებები.

3. ოპტიკურ-ინფორმაციული ტექნოლოგიების თვალსაზრისით, ერთ-ერთ პერსპექტიულ მიმართულებას წარმოადგენს ოპტიკური ინფორმაციის რეგისტრაცია და აღწარმოება ჰოლოგრაფიული მეთოდის გამოყენებით. ჰოლოგრაფიული მეთოდის პირველი ეტაპი გულისხმობს შუქმგრძნობიარე გარემოს ოპტიკური თვისებების მოდულაციას ორი (ან რამდენიმე) ურთიერთკოჰერენტული ტალღის ჯამური ინტერფერენციული ველის მეშვეობით. ბოლო ეტაპი გულისხმობს რეგისტრირებული ტალღის რეკონსტრუქციას ოპტიკური თვისებებით მოდულირებულ გარემოში (ჰოლოგრამაში) დიფრაქციის ხარჯზე. შესაბამისად, ერთის მხრივ ინტენსიურად მიმდინარეობს ახალი მარეგისტრირებელი მასალების მოძიება და კვლევა. მეორეს მხრივ მკვლევართა დიდი ყურადღება მიჰყრებოდა ჰოლოგრაფიული რეგისტრაციისა და აღწარმოების ახალი მიდგომების ძიებისაკენ და ახალი ტიპის ჰოლოგრაფიული სტრუქტურების შექმნისაკენ. აღნიშნულიდან გამომდინარე პრინციპულად შეგვიძლია დავუშვათ, რომ ორი (ან რამდენიმე) ტალღის ინტერფერენციული სურათის ზემოქმედების შედეგად (ე.ი. ჰოლოგრაფიული მიდგომით) მივიღოთ სივრცულად მოდულირებული ფოტოლუმინესცენცია და საბოლოოდ ლაზერული გენერაცია. ამ შემთხვევაში ლაზერული გენერაციის სივრცულად მოდულირებული ველი იქნება ინფორმაციის მატარებელი. ამიტომ, სამეცნიერო თემატიკის აქტუალობიდან გამომდინარე, მნიშვნელოვან გამოწვევად მიგვაჩნია წარმოვადგინოთ ქვეპროგრამა - **ოპტიკურად მართვადი სივრცულად მოდულირებული ლაზერული გენერაცია საღებავით დოპირებულ პოლიმერულ და თხევადკრისტალურ ფენებში.** სამუშაო ახალ პერსპექტივებს გააჩენს ოპტიკური ინფორმაციის რეგისტრაციის, რეკონსტრუქციისა და გადამუშავების, ლაზერული ფიზიკის, ჰოლოგრაფიის და სხვა მიმართულებებით. როგორც ცნობილია, ჰოლოგრაფიული სტრუქტურა (ჰოლოგრამა) წარმოადგენს პასიურ დიფრაქციულ ელემენტს, რომელიც ახორციელებს სინათლის ტალღის პასიურ ტრანსფორმაციას (დიფრაქციას). კერძოდ, ამ შემთხვევაში, ტალღური ფრონტის (ოპტიკური ინფორმაციის) რეკონსტრუქცია ხორციელდება გარედან დაცემული სინათლის ტალღის დიფრაქციის ხარჯზე.

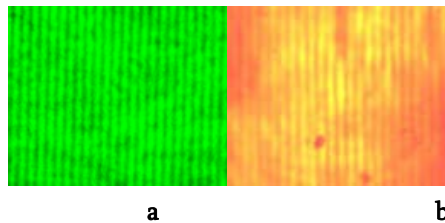
წარმოდგენილი სამუშაოს საკვლევ მიმართულებას წარმოადგენს ლაზერულად აქტიური ჰოლოგრაფიული სტრუქტურები. ლაზერულად აქტიურ ჰოლოგრაფიულ სტრუქტურებს ჩვენ ვუწოდებთ სტრუქტურებს, რომლებიც ოპტიკური ინფორმაციის რეკონსტრუქციას ახორციელებენ არა გარედან დაცემული სინათლის დიფრაქციის შედეგად, არამედ თვით ამ სტრუქტურების მიერ გენერირებული ლაზერული გამოსხივების საშუალებით. პირველი შედეგები ამ მიმართულებით მიღებული მიღებული იქნა **DCM (4-Dicyanomethylene-2-methyl-6-p-dimethylaminostyryl-4H-pyran)** საღებავით დოპირებულ ქოლესტერულ თხევადკრისტალურ ლაზერულ ფენაში და როდამინ **6G** საღებავით დოპირებულ, ოპტიკურ რეზონატორში მოთავსებულ, პოლივინილის სპირტის ფენაში. ოპტიკური დანადგარი შეესაბამებოდა ორი ბრტყელი

ტალღის ჰოლოგრაფიული რეგისტრაციის სქემას ელემენტარული ჰოლოგრამების (ჰოლოგრაფიული დიფრაქციული მესერების) მისაღებად (სურ. 1). ჩატარებული ექსპერიმენტისათვის გამოყენებულ იქნა  $\text{Nd}^{3+}:\text{YAG}$  ლაზერის გამოსხივების მეორე ჰარმონიკა. სხივგამყოფის (1,2 - სურ.1) მეშვეობით იგი იყოფა ორი თანაბარი ინტენსივობის კონად, რომელთა თანხვედრა ხდება ლაზერული უჯრედის, საღებავით დოპირებულ, ქოლესტერულ თხევად კრისტალური ან პოლიმერული ფენის სიბრტყეში (Laser Cell). ლაზერული ფენის აღზნებას (ოპტიკურ დატუმბვას), ახდენს ორი



სურ.1. ლაზერული უჯრედის ჰოლოგრაფიული აღზნების სქემა

ბრტყელი ტალღის ინტერფერენციული სურათი. შედეგად, ლაზერულ ფენაში მიიღება მიკროლაზერების ერთობლიობა (სურ. 2), რომლებიც ერთდროულად ასხივებენ და მათი გამოსხივების დიაგრამა მიმართულია ლაზერული ფენის მართობულად. საინტერესოა, რომ ანალოგიური სქემა გამოიყენება სპექტრულად გადაწყობად უკუკავშირის მქონე ლაზერებშიც ოპტიკური დატუმბვით, იმ განსხვავებით, რომ აღმზნებ ინტერფერენციულ ველში ინტენსივობა განაწილებულია ლაზერული გამოსხივების გასწვრივ.



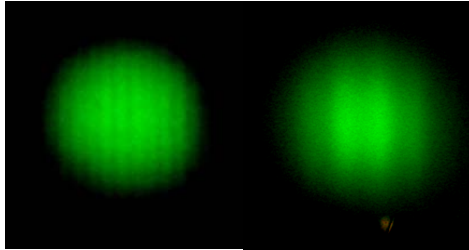
სურ.2. ინტერფერენციული სურათით აღზნების შედეგადმიღებული მიკროლაზერების ერთობლიობა ქოლესტერულ თხევადკრისტალურ (a) და პოლიმერულ (b) ფენებში

მიკროლაზერებს შორის მანძილი, ე.ი. ლაზერულად აქტიური, ჰოლოგრაფიული სტრუქტურის პერიოდი განისაზღვრება ფორმულით:

$$d = \frac{\lambda}{2 \sin \frac{\theta}{2}} \quad (1)$$

სადაც  $\theta$  აღმზნები კონების შეხვედრის კუთხეა,  $\lambda$  - აღმზნები (დატუმბვის) სინათლის ტალღის სიგრძე. ჰიუგენს-ფრენელის პრინციპის თანახმად, როდესაც მიღებული ცალკეული მიკროლაზერები ურთიერთკორელაციაშია, მაშინ მათი ერთობლივი გამოსხივება უნდა ქმნიდეს ჯამურ ველს, რომელიც პერიოდულ სტრუქტურაზე დიფრაქციის ანალოგიურია. სურ. 3 - ზე და სურ. 4 - ზე ნაჩვენებია გამოკვლეული ლაზერული უჯრედების მიერ გენერირებული ტალღური ველის სურათები აღმზნები

(ოპტიკური დატუმბვის) კონების შეხვედრის სხვადასხვა კუთხეებისათვის. მიღებული შედეგები იმის დადასტურებაა, რომ მიკროლაზერები ერთმანეთთან ურთიერთკორელაციაშია. სურ. 3 **a** და **b** შეესაბამება აღმზნები კონების შეხვედრის  $0.66^\circ$  და  $1.86^\circ$  კუთხეებს. როგორც ვხედავთ, ამ დროს გენერირებული ლაზერული გამოსხივების ველი მოდულირებულია სივრცულად და ანალოგიურია (1) ფორმულით განსაზღვრული, პერიოდულ სტრუქტურაზე დიფრაქციის შედეგად მიღებული სურათისა. ეს მოუთითებს რომ მოცემულ შემთხვევაში ადგილი აქვს აღმზნები სინათლის ტალღური ფრონტის რეკონსტრუქციას არა დიფრაქციის ხარჯზე, არამედ ლაზერული გენერაციის ხარჯზე. ამ დროს ადგილი აქვს ლაზერული გამოსხივების სივრცულ მოდულაციას, რომელიც ხორციელდება ოპტიკურად, ლაზერული ფენის განივად განაწილებული აღმზნებით (დატუმბვით). სურ.4-ზე ნაჩვენებია ანალოგიური კვლევის შედეგები როდამინ **6G**-ით დოპირებული პლიმერული ლაზერული

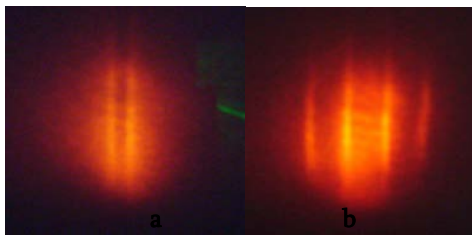


a

b

სურ. 3. გენერირებული ლაზერული გამოსხივების ველი **DCM** – ით დოპირებული ქოლესტერული თხევადკრისტალური ლაზერული უჯრედიდან ინტერფერენციული სურათით აღმზნების დროს (**a,b**)

უჯრედებისათვის. სურ. 4 **a** და **b** შეესაბამება აღმზნები კონების შეხვედრის  $0.45^\circ$  და  $0.9^\circ$  კუთხეებს. როგორც ვხედავთ, ორივე შემთხვევაში შედეგები თვისობრივად იდენტურია, რაც მიუთითებს ჩვენს მიერ ჩამოყალიბებული მიდგომის უნივერსალობაზე. სურ. 5 - ზე წარმოდგენილია მიღებული

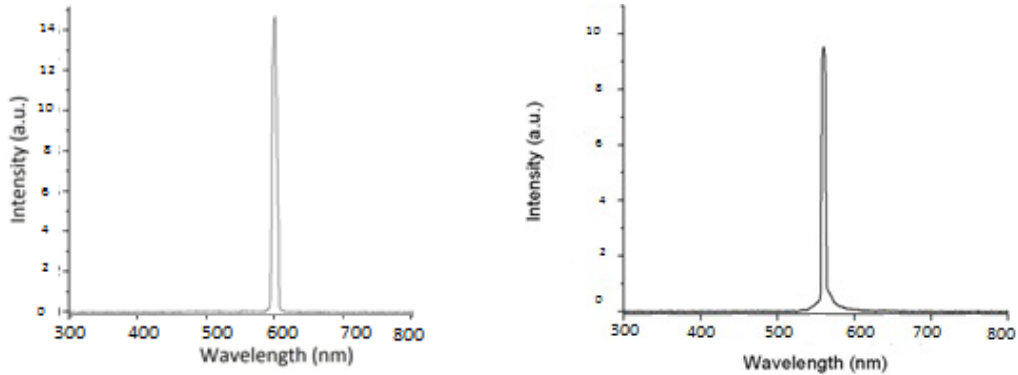


a

b

სურ.4. გენერირებული ლაზერული სინათლის ველი როდამინ **6G** - ით დოპირებული პლიმერული

ლაზერული უჯრედიდან ინტერფერენციული სურათით აღმზნების დროს (**a,b**)



ჰოლოგრაფიული სტრუქტურის მქონე ლაზერების გამოსხივების სპექტრები.

a

b

სურ.5. ჰოლოგრაფიული ლაზერული სტრუქტურების გამოსხივების სპექტრი **DCM** საღებავით დოპირებული ქოლესტერული თხევადკრისტალური და როდამინ **6G** საღებავით დოპირებული პოლივინილის სპირტის ფენებისათვის (a,b)

აღნიშნული მიდგომის საფუძველზე პროექტის ფარგლებში განხორციელდება ორგანოზომილებიანი ობიექტების სივრცული გამოსახულების ჰოლოგრაფიული რეკონსტრუქცია, არა დიფრაქციის, არამედ, ლაზერული უჯრედის საკუთარი ლაზერული გამოსხივების ხაეჯზე. ზოგადად, პროექტის მიზანია საღებავით დოპირებული ფენების საკუთარი ლაზერული გამოსხივების ოპტიკურად მართვადი სივრცული მოდულაციის საფუძველზე ოპტიკური ინფორმაციის რეკონსტრუქციის შესაძლებლობების თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევა.

შეგვიძლია ვთქვათ, რომ შემოთავაზებული მიდგომა საინტერესო სიახლეა და მოცემულ პროექტში დაგეგმილი კვლევები მნიშვნელოვან ნაბიჯებს გადაადგმევენებს როგორც მეცნიერებს ასევე ქვეყანას, ოპტიკურ-ინფორმაციული ტექნოლოგიების განვითარების თვალსაზრისით.

მიღებული ლაზერული სტრუქტურები სივრცულად განაწილებული გამოსხივებით წარმოადგენენ ახალი ტიპის ოპტიკურ მოწყობილობებს და მათ ანალოგები არ გააჩნიათ. მათში ერთდროულად შერწყმულია ლაზერისა და ჰოლოგრამის ფუნქციები, რაც მნიშვნელოვან წვლილს შეიტანს ოპტიკურ-ინფორმაციული ტექნოლოგიების განვითარებაში. ამ თვალსაზრისით სამუშაოს შედეგები სერიოზული სიახლეა როგორც ფუნდამენტური კვლევების თვალსაზრისით, ასევე გამოყენებითი ამოცანებისათვის. სამუშაო წარმოადგენს არა მარტო ახალ მიდგომას ოპტიკურ-ინფორმაციული ტექნოლოგიების თვალსაზრისით, არამედ ინიცირებას გაუკეთებს ახალ კვლევებს ჰოლოგრაფიის, ლაზერული ფიზიკის, სპექტროსკოპიის და ფოტონიკის საკითხებში. იგი ასევე საფუძველს ჩაუყრის ჰოლოგრაფიული **3-D** დისპლეების მიღების პერსპექტივებს. მიღებულ შედეგებს და ლაზერულად აქტიურ სტრუქტურებს ფართო პრაქტიკული გამოყენება ექნებათ კომერციალიზაციის თვალსაზრისითაც.

დადგენილია ვეიგერტის ეფექტის მექანიზმი აზოსაღებავებში, რომლის საფუძველზეც, ჰოლოგრაფიული ჩაწერის დინამიკის კვლევისას, დაკვირვებული იქნა თვითჩაწერის ფაქტი, როცა, უკვე რეგისტრირებულ ჰოლოგრამაში, ადგილი აქვს ხელმეორედ ჩაწერის ინიცირებას მხოლოდ ერთი სხივის მეშვეობით. მიღებულია ახალი ტიპის, სხვადასხვა ანიზოტროპიული სტრუქტურის მქონე, ჰოლოგრაფიული დიფრაქციული ოპტიკური ელემენტები: ზონური ფირფიტები და რასტრები, რომლებიც ახორციელებენ სინათლის ველის რთულ ტრანსფორმაციას, ხასისთდებიან ასიმეტრიულობით ცირკულარულად პოლარიზებული სინათლის გავრცელების მიმართულების მიმართ, ახორციელებენ გამოსახულებების

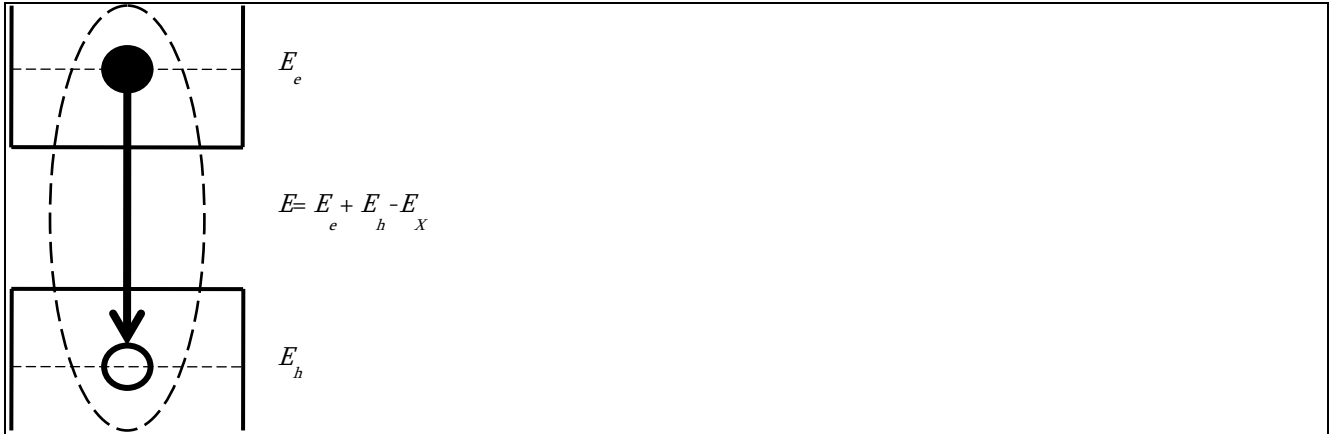


გარდაქმნის ოპერაციებს. მიღებულია ასევე ჰოლოგრაფიული ქირალური სტრუქტურები, რომლებიც იქცევიან როგორც ქოლესტერული თხევადკრისტალური ფენები, მაგრამ უპირატესობა აქვთ სტაბილურობის და სპექტრული მახასიათებლების თვალსაზრისით. განხორციელებულია წრფივი პოლარიზაციის სრული რეგისტრაცია და აღწარმოება ზოგად შემთხვევაში. განხორციელებულია პოლარიზაციულ ჰოლოგრაფიული ჩაწერა არაპოლარიზებული სინათლის მეშვეობით, რამაც მნიშვნელოვნად გაამარტივა ჰოლოგრაფიული ინტერფერომეტრიისა და ფოტოდრეკადობის ამოცანები.

განხორციელდა თხევადკრისტალური კომპონენტების, ოპტიკურად აქტიური დანამატების, პოლიმერული კომპონენტების და ლაზერული საღებავების ოპტიკური მახასიათებლების კვლევა და შერჩევა. ლაზერული უჯრედების დამზადება საღებავით დოპირებული თხევადკრისტალური და პოლიმერული ფენების საფუძველზე. პოლიმერული ლაზერული ფენების შთანთქმისა და გამოსხივების სპექტრული მახასიათებლების შესწავლა. წლიური ანგარიშის მომზადება.

ექსპერიმენტულად დადგენილია, რომ აზოსაღებავის მოლეკულები ჟელატინის ფენებში ხასიათდებიან უპირატესი მიმართულებით. ეს ნიშნავს რომ პოლარიზებული აქტინური სინათლის ზემოქმედებისას ხსენებული მასალა ხასიათდება გარკვეული არაერთგვაროვანი რეაქციით მოქმედი სინათლის ელექტრული ველის ვექტორის სხვა და სხვა ორიენტაციისათვის. შესაბამისად როგორც მასალის პოლარიზაციული მგრძობიარობა, ისე გამოწვეული ანიზოტროპული ეფექტი (ვეიგერტის ეფექტი) მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული აქტინური სინათლის პოლარიზაციის მდგომარეობაზე და დაცემის კუთხეზე. ეს მნიშვნელოვანი ფაქტორია პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ჩაწერისა და ადექვატური რეკონსტრუქციის ამოცანებში, რადგან სრულფასოვანი რეკონსტრუქციის მიღწევა შეიძლება ისეთი ოპტიკური სქემებისათვის, რომელნიც უზრუნველყოფენ სხივთა სვლას პარაქსიალურ მიახლოებაში. აზოსაღებავებით დოპირებულ ჟელატინისა და პოლივინილის სპირტის ფენებში დამზერილია საღებავის მოლეკულების უპირატესი მიმართულება და დადგენილია მისი გათვალისწინების შესაძლებლობები ადექვატური ჰოლოგრაფიული ჩაწერისა და აღწარმოებისათვის. განხორციელებული იქნა გამოსახულების ინვერსია და კონტრასტის გაძლიერება ჰოლოგრაფიულ-ფოტოგრაფიული მეთოდით.

4. ქვანტური წერტილი არის ნანოზომის ნახევარგამტარული კრისტალი. III-V ჯგუფის ნახევარგამტარების ბაზაზე დამზადებული ქვანტური წერტილების გამოყენების ძირითადი სფეროა ოპტოელექტრონიკა, ლაზერების ტექნოლოგია, ფოტოდეტექტორები, მზის ელემენტები, სპინტრონიკა, ქვანტური კომპიუტერი, მედიცინა და სხვა. ქვანტური წერტილები მზადდება ხელოვნურად სხვადასხვა ტექნოლოგიური მეთოდის გამოყენებით. ქვანტური წერტილებში ელექტრონების ენერგეტიკული განაწილების სპექტრი დისკრეტულია, ამიტომ კვანტურ წერტილებს ხშირად ხელოვნურ ატომებსაც უწოდებენ. ქვანტური წერტილი არის თანამედროვე ნახევარგამტარების ფიზიკის ფუნდამენტური კვლევების ძირითადი სამოდელო ობიექტი. ქვანტური წერტილის თეორიული მოდელის შექმნისას ენერგეტიკული სპექტრის მისაღებად გამოიყენებულია ჰარტრის მიახლოება [O. Stier, M. Grundmann, D. Bimberg, Phys. Rev. B **59**, 5688-5701 (1999)]

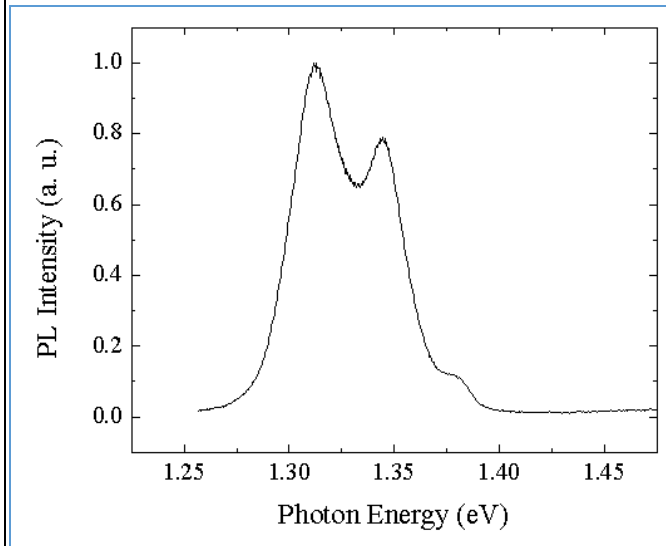


ნახ.1. ქწ-ის ზონური დიაგრამა,

ნახ.1-ზე ნაჩვენებია ქწ-ის ზონური დიაგრამა, სადაც  $E_e$  და  $E_h$  შესაბამისად ელექტრონის და ხვრელის ენერჯიაა, ხოლო კულონური ურთიერთქმედება გამოითვლება ფორმულით:

$$E_x = \iint \Psi_e^2(r_e) \Psi_h^2(r_h) \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0\epsilon_s |r_e - r_h|}$$

მაგალითად, InGaAs ქვანტური წერტილების ექსიტონური სპექტრი ნაჩვენებია ნახ.2. ზე- სადაც პიკები შესაბამებია  $1e-1h$ ,  $2e-2h$ ,  $3e-3h$  გადასვლებს



ნახ.2. InGaAs ქვანტური წერტილების ექსიტონური სპექტრი.

საანგარიშო პერიოდში შესწავლილი იყო ჩვენს მიერ დამზადებული InP და InGaP ნანოსტრუქტურირებული მასალის ფოტოსპექტრული მახასიათებლები, დადგენილია გალიუმის ფოსფიდის ზედაპირზე InP და InGaP ნანოკრისტალების ფორმირების მექანიზმი, შესწავლილია დამზადებული სტრუქტურების გამოყენების შესაძლებლობები ოპტიკური კავშირგაბმულობისა და ახალი თაობის მზის ელემენტებში.

III-V ჯგუფის შენაერთი გალიუმის ფოსფიდი (InP) არის პირდაპირზონიანი ნახევარგამტარი 1.344 ევ აკრძალული ზონით და 15 ნმ ექსიტონური ბორის რადიუსით. ის ხასიათდება ძლიერი გამოსხივებით ახლო

ინფრაწითელი ტალღების დიაპაზონში. InP ნანოკრისტალების ზომის შეცვლის გზით შესაძლებელია მასალის მიერ გამოსხივებული სინათლის ტალღის სიგრძის ცვლა მთელ ხილულ და ახლო ინფრაწითელ დიაპაზონში, ამან განაპირობა მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების განსაკუთრებული ინტერესი სხვადასხვა დანიშნულების ფოტოელექტრული მოწყობილობების შესაქმნელად.

InP კვანტური წერტილების ოპტიკური თვისებების კვლევა ინტენსიურად მიმდინარეობს ოპტიკურ კავშირგაბმულობის მოწყობილობებში გამოყენების მიზნით. ცნობილია, რომ GaAs/InP კვანტური წერტილების შემცველი სტრუქტურების ბაზაზე უკვე შექმნილია ოპტიკური ბოჭკოსათვის კრიტიკული (1.55 მკ) ტალღის სიგრძეზე მოქმედი ლაზერი, რომელიც ხასიათდება დაბალი ზღურბლის დენით, მაღალი ეფექტიანობით და თერმული სტაბილურობით.

საანგარიშო პერიოდში ჩვენს მიერ წარმოებული კვლევის შედეგები წარდგენილი იყო 2 საერთაშორისო კონფერენციაზე, და გამოქვეყნდა 2 სტატია, სადაც აღწერილია InP/GaP ნანო სტრუქტურირებული მასალის დამზადების ორიგინალური ტექნოლოგია და მათი ფოტოსპექტრული მახასიათებლები. კვლევის შედეგების საფუძველზე მომზადებულია 2 ნაშრომი სამეცნიერო ჟურნალებში გადასაცემად.

**2. შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტით დაფინანსებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები**

**2.1.**

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1	ოპტიკური ინფორმაციის ჩაწერა თხევადი კრისტალის გამოსხივების თვისების ფოტო-მოდულაციის საფუძველზე. ოპტიკა. FR-217162	12.12.2016 – 11.12.2019	ა.ჭანიშვილი/ხელმძღვანელი, გ.პეტრიაშვილი/კოორდინატორი, ზ.ვარდოსანიძე/მირ.შემსრ, ს.თავზარაშვილი/მირ.შემსრ, რ.თხინვალი/მირ.შემსრ,
<p>გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2018 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>1. ლუმინესცენციური საღებარების შთანთქმის და ლუმინესცენციის სპექტრებზე დაყრდნობით დამზადებული იყო ქოლესტერული ნარევები სხვადასხვა ლუმინესცენციური საღებარისთვის. სპექტრული მახასიათებლების გათვალისწინებით, შერჩეული იყო შემდეგი ხუთი საღებარი: KD-7, Nile Red, Oxazine-725 და ADC 680 HO და ამ საღებარებისთვის დამზადებული იყო ქოლესტერული ნარევები. დაცული იყო დამზადების შემდეგი პრინციპი: ქოლესტერული ნარევის სელექტიური არეკვლის პიკი უნდა მდებარეობდეს საღებარის შთანთქმის პიკის მაქსიმუმის არეში და არ უნდა გადაფარავდეს საღებარის გამოსხივების პიკს. ახალ დამზადებულ ქოლესტერულ თვ ნარევებში დამატებულ იქნა შესაბამისი</p>			

ლუმინესცენციური საღებარი. შესწავლილი იყო მიღებული საღებარდამატებული ქოლესტერული თვ ნარევების ოპტიკური თვისებები. ექსპერიმენტის ოპტიკური სქემა შეიცავდა ულტრაიისფერ შუქდიოდს, დიაფრაგმას, რომელიც აფიქსირებდა თვ ფენის დასხივების არეს, და სპექტროფოტომეტრს. დიაფრაგმის და სპექტროფოტომეტრის ფოტომიმლების განლაგების საშუალებით გამოიყოფებოდა გამოსხივება, რომელიც იყო მკაცრად პერპენდიკულარული ფენის სიბრტყისადმი. გაზომილი იყო მიღებული ნარევების გამოსხივების სპექტრები. რადგან ყველა გამოყენებულ ლუმინესცენციურ საღებარს აქვთ შთანთქმა ახლო ულტრაიისფერ არეში, აღზნების წყაროდ ჩვენ გამოვიყენეთ ულტრაიისფერი შუქდიოდი გამოსხივების ტალღის სიგრძით 370 ნმ. ამან მოგვცა საშუალება გაგვეზომა სხვადასხვა ქოლესტერული თვ ფენების გამოსხივების სპექტრები სინათლის წყაროების ინდივიდუალური შერჩევის გარეშე. ნაჩვენები იყო, რომ საღებარის დამატებამ თვ-ში არ იმოქმედა ნარევების თერმოოპტიკურ თვისებებზე. გაზომვები ტარდებოდა პიკის გრძელტალღოვან კიდეზე. ნარევების ფოტოოპტიკურ თვისებებზე საღებარის ზემოქმედების განსაზღვრის მიზნით გაზომილი იქნა სელექტიური არეკვლის პიკების წანაცვლება ფოტომგრძობიარე ნარევების დასხივებისას. ნაჩვენებია სელექტიური არეკვლის პიკის წანაცვლების სრული დამოუკიდებლობა ნარევი საღებარის არსებობაზე. ამგვარად, ამ ეტაპზე შეგროვილია ყველა საჭირო მონაცემები პროექტის შემდეგი ეტაპის დასაწყისისთვის.

## 2.2.

№	დასრულებული (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1	217330	2016-2018	გია პეტრიაშვილი/პროექტის ხელმძღვანელი, ცისანა ზურაბიშვილი პროექტის/კოორდინატორი, ლალი დევამე, ნინო სეფაშვილი, ნინო ფონჯავიძე/პროექტის ძირითადი შემსრულებლები
<p>დასრულებული კვლევითი პროექტის 2018 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>1. შემუშავებულია სპიროპირანით დოპირებული თხევადკრისტალური ქოლესტერული პოლიმერული ფირები, რომელთა საშუალებითაც შესაძლებელია საიდუმლო (დამიფრული) და გაყალბების საწინააღმდეგო ინფორმაციის მრავალჯერადი (დაახლოებით 70) ჩაწერა/წაშლა იმგვარად, რომ არ ხდება ჩაწერილი ინფორმაციის დეგრადირება. ოპტიკური გაზომვებისა და შესაბამისი მათემატიკური დათვლების შედეგად დადგინდა ჩაწერილი ინფორმაციის კონტრასტულობა, რომელიც ტოლია 23-ის. ჩვენს მიერ დამზადებული ფირები გამოირჩევიან მაღალი მგრძობიარობითა და ფერ-კონტრასტული მახასიათებლებით, არიან იაფი, მრავალჯერადი გამოყენების, არატოქსიკური და ტექნოლოგიურად მარტივად დასამზადებელი.</p> <p>მოცემული ფირებიდან ინფორმაციის ამოკითხვა შესაძლებელია თანამედროვე სმარტფონების გამოყენებით.</p>			

ჩვენს მიერ ჩატარებული კვლევების შედეგები ასახულია საერთაშორისო კონფერენციებში და გამოქვეყნებულია მაღალი იმპაქტ-ფაქტორის მქონე ( 2.56) საერთაშორისო ჟურნალში: “Optical Materials Express.”

#### 4. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

##### 4.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათა-ური, ISSN	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	Laperashvili T.A., Kvitsiani O.R. and Lapherashvili D.L.	Fabrication of the nanostructured InP layer on GaP surface	Georgian Engineering News, vol.85, No 1, pp.34- 38	Tbilisi	5
2	თინათინ ლაფერაშვილი, ორესტ კვიციანი	ფოტო-ვოლტური მზის ელემენტების ეფექტურობის გაზრდის გზები	მეცნიერება და ტექნოლოგიები 2018 N 2, გვ.33-45	თბილისი	12

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1. შესრულებულია III-V ჯგუფის ნახევარგამტარების ბაზაზე დამზადებული ნანომასალების ფიზიკური ბუნების, კვანტური წერტილების თვისებებისა და მათი გამოყენების შესაძლებლობების მოკლე მიმოხილვა. აღწერილია III-V ჯგუფის ნახევარგამტარების ნანოკრისტალების შემცველი ფენის დამზადების ორიგინალური ტექნოლოგია, რომელიც განსხვავდება კვანტური წერტილების გაზრდის სტრანსკი-კრასტანოვის და მარცვლოვანი ეპიტაქსიის ცნობილი მეთოდებისაგან და აგრეთვე, კოლოიდური კვანტური წერტილების ქიმიური სინთეზისაგან. შემოთავაზებულია გალიუმის ფოსფიდის ზედაპირზე ინდიუმის ფოსფიდის ნანოსტრუქტურირებული ფენის ფორმირების მექანიზმის ფენომენოლოგიური მოდელი.

2. განხილულია III-V ჯგუფის ნახევარგამტარების მნიშვნელობა ახალი თაობის ქვანტურწერტილებიანი მზის ელემენტების შესაქმნელად. აღწერილია მრავალგადასვლიანი და შუალედურზონიანი მზის ელემენტების მუშაობის ფიზიკური საფუძვლები. გაკეთებულია მზის ელემენტების ეფექტიანობის გაზრდისა და წარმოებული ენერჯის ფასის შესამცირებლად შესრულებული შრომების კრიტიკული ანალიზი. III-V ჯგუფის ნახევარგამტარების ბაზაზე დამზადებული ფოტომგრძნობიარე სტრუქტურების, კერძოდ, ფართოზონიანი ნახევარგამტარის - გალიუმის ფოსფიდის (GaP) ზედაპირზე ინდიუმის ფოსფიდის (InP) ან მათი მყარი ხსნარის (InGaP) ნანოკრისტალების გაზრდით მიღებული სტრუქტურების ფოტოელექტრული მახასიათებლების კვლევის საფუძველზე დადგინდა მათი გამოყენების შესაძლებლობა ახალი თაობის მზის ელემენტებში.

## 5. ბექდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

### 5.4. სტატიები

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათა-ური, დიგიტალური საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	A.Chanishvili, N. Ponjavidze, G. Petriashvili, G. Chilaya, A. Jullien, U. Bortolozzo and S. Residori	Photo-induced holographic recording in an optically active cholesteric liquid crystal layer DOI: <a href="https://doi.org/10.1515/odps-2018-0001">https://doi.org/10.1515/odps-2018-0001</a>	De Gruyter Opt. Data Process. Storage, №4, pp.1-7, 2018.	De Gruyter	7
2	Gia Petriashvili, Lali Devadze, Andro Chanishvili, Cisana Zurabishvili, Nino Sepashvili, Nino Ponjavidze, Maria P. De Santo, and Riccardo Barberi.	org/10.1364/OME.8.003708	Optical Materials Express Vol. 8, Issue 12, pp. 3708-3716, 2018	USA OSA Publishing	8
3	Gia Petriashvili, Mauro Daniel Luigi Bruno, Maria Penelope De Santo and Riccardo Barberi	10.3762/bjnano.9.37	Beilstein J. Nanotechnol. 9, 379–383, 2018	Germany Frankfurt am Main	4

#### ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

1. აღწერილია ინფორმაციის ოპტიკური ჩაწერის შესაძლებლობა ქოლესტერული თხევადი კრისტალის (თკ) ფენის გიროტროპიის სივრცული ფოტომოდულაციის საფუძველზე. გამოყენებულია ოპტიკური ფენის სისქე 7 მკმ, რაც თითქმის სამი რიგით ნაკლებია ლიტერატურაში აღწერილი საუკეთესო მასალის ანალოგიურ მაჩვენებელზე. ნაჩვენებია, რომ ჩვენს მიერ შემუშავებულ ფოტომგრძნობიარე გიროტროპულ თკ ფენას გააჩნია პრაქტიკულად ნულოვანი ოპტიკური ანიზოტროპია, რაც წარმოადგენს მის მნიშვნელოვან განსხვავებას სხვა ოპტიკურ მასალებთან შედარებით, რომლებიც ადრე გამოიყენებოდნენ. გამოყენებულია ფოტომგრძნობიარე ნემატიკებისა და არაფოტომგრძნობიარე ოპტიკურად აქტიური დანამატების ნარევი. სწორედ მათ საფუძველზე მიღებულ იქნა ძალიან მაღალი პარამეტრების მქონე სინათლით მართვადი გიროტროპული ქოლესტერული თკ ფენები. განისაზღვრა პოლარიზაციის სიბრტყის ბრუნვის კუთხეების დამოკიდებულება სინათლის ტალღის სიგრძეზე და თკ ფენის სისქეზე, და აგრეთვე გიროტროპული თვისებების დამოკიდებულება თკ სპირალის ბიჯზე. დადგენილი იყო, რომ საუკეთესო შედეგებს აჩვენებს თკ მასალა სპირალის ბიჯით 1.5 მიკრონი, როცა

მისი სისქე ოპტიკურ ფენაში შეადგენს 7 მიკრონს და წამკითხავი სხივის ტალღის სიგრძეა 650 ნმ. ნაჩვენებია, რომ დაშვებულია წამკითხავი სინათლის ტალღის სიგრძის ცვლილება სპექტრის ყვითელ-წითელი დიაპაზონის ფარგლებში. ჩაწერილია მესერები ულტრაიისფერი სინათლის მიერ შაბლონის (მასკის) და ჰოლოგრაფიული მეთოდებით. ჩაწერილი ინფორმაციის წაკითხვა ხორციელდება წრფივად პოლარიზებული სხივის მიერ. ამასთანავე ოპტიკური ფენა სრულად იზოტროპულია, რაც წარმოადგენს ჩვენს მიერ შემუშავებულ თვ მასალის განსაკუთრებულ თავისებურებას. შაბლონის მეთოდმა საშუალება მოგვცა ჩაგვეწერა მესერები პერიოდით 600 მკმ, ჰოლოგრაფიულმა კი - 120 მკმ.

2. შემუშავებულია სპიროპირანით დოპირებული თხევადკრისტალური ქოლესტერული პოლიმერული ფირები, რომელთა საშუალებითაც შესაძლებელია საიდუმლო (დაშიფრული) და გაყალბების საწინააღმდეგო ინფორმაციის მრავალჯერადი (დაახლოებით 70) ჩაწერა/წაშლა იმგვარად, რომ არ ხდება ჩაწერილი ინფორმაციის დეგრადირება. ოპტიკური გაზომვებისა და შესაბამისი მათემატიკური დათვლების შედეგად დადგინდა ჩაწერილი ინფორმაციის კონტრასტულობა, რომელიც ტოლია 23-ის. ჩვენს მიერ დამზადებული ფირები გამოირჩევიან მაღალი მგრძობიარობითა და ფერ-კონტრასტული მახასიათებლებით, არიან იაფი, მრავალჯერადი გამოყენების, არატოქსიკური და ტექნოლოგიურად მარტივად დასამზადებელი.

მოცემული ფირებიდან ინფორმაციის ამოკითხვა შესაძლებელია თანამედროვე სმარტფონების გამოყენებით. ჩვენს მიერ ჩატარებული კვლევების შედეგები ასახულია საერთაშორისო კონფერენციებში და გამოქვეყნებულია მაღალი იმპაქტ-ფაქტორის მქონე ( 2.56) საერთაშორისო ჟურნალში: "Optical Materials Express."

3. შემუშავებულია სამგანზომილებიანი (3D) სფერული მიკროლაზერები, რომელთა საშუალო ზომებია 30-50 მიკრომეტრი. მოცემული მიკროლაზერები წაერმოადგენენ ქოლესტერულ თხევადკრისტალურ მიკროსფეროებს, რომლებიც ინკორპორირებულნი არიან პოლიმერულ (პოლივინის სპირტი) მატრიცაში. ქოლესტერული თხევადი კრისტალის პოლიმერულ მატრიცაში მცირე რაოდენობით (< 1%) ჩამატებისა და შემდეგ ოთახის ტემპერატურაზე მორევის შედეგად მიღებული იქნა პოლიმერით კაფსულირებული ქოლესტერული თხევადკრისტალური ნარევი, რომელიც დაესხა მინაზე და გაიშალა თანაბრად. გაშრობის შედეგად (48 საათი) მიღებული იქნა თხევადკრისტალური მიკრო სფეროებით დოპირებული ფირი, რომელიც არის დრეკადი დამექსანკური დეფორმაციებისადმი მდგრადი. ჩამჭირხნავი ლაზერული დასხივების შედეგად მოხდა ქოლესტერული თხევადკრისტალური მიკროლაზერების აღზნება, რის შედეგადაც მიღებული იქნა სამგანზომილებიანი, მრავალზოიანი ლაზერული გამოსხივება. მოცემულ პოლიმერულ ფირზე ტემპერატურის ცვლილებით მოხდა ლასერული გამოსხივებების თანაბარი, უწყვეტი და შექცევადი გადაწყობა დაახლოებით 50 ნანომეტრის ფარგლებში.

## 6. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

### 6.2. უცხოეთში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მომხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	A.Chanishvili, G.Petriashvili,	LED Controlled Optical Activity of a	Pavia, Italy, September 17-20 2018

	N.Ponjavidze, S.TavzaraSvili, Z.Wardosanidze	Cholesteric LC Layer	
2	G.Petriashvili, L.Devadze, A.Chanishvili, Ts.Zurabishvili, N.Sepashvili, N.Ponjavidze, M.P.DeSanto, R.Barberi	2D Barcode Rewritable Media on the Basis of Spiropyran Doped Liquid Crystal Polymer Film	Pavia, Italy, September 17-20 <b>2018</b>
3	Tinatin Laperashvili <sup>*a</sup> , Orest Kvitsiani <sup>a</sup> , David Lapherashvili <sup>b</sup>	Nanostructured layer of InP on GaP surface Paper 10672-143	SPIE Photonics Europe, 22 - 26 April 2018, Strasbourg, France
4	Orest Kvitsiani, TinatinLaperashvili, Institute of Cybernetics (Georgia); Davit Lapherashvili, Georgian Technical Univ. (Georgia)	Indium phosphide nanostructures for solar cell application Paper 10672-161	SPIE Photonics Europe, 22 - 26 April 2018, Strasbourg, France
5	Tinatin Laperashvili, Orest Kvitsiani, Andro Tchanishvili, Vladimer Mikelashvili, David Lapherashvili, Georgian Technical Univ.	InGaP nanostructured layer on GaP surface <b>Paper</b> 10814-57	SPIE Photonics Asia, 11 - 13 October 2018, Beijing, China
მოსხენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)			

სსიპ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ვლადიმერ ჭავჭავანიძის სახელობის კიბერნეტიკის ინსტიტუტის ინფორმაციის ჰოლოგრაფიული ჩაწერისა და დამუშავების ლაბორატორია

ლაბორატორიის პერსონალური შემადგენლობა:

1. ბარბარა კილოსანიძე, ლაბორატორიის ხელმძღვანელი, აკად. დოქტორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი.
2. გიორგი კაკაურიძე, აკად. დოქტორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი.
3. ვლადიმერ ტარასაშვილი, აკად. დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი.
4. ვალენტინა შავერდოვა, აკად. დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი.
5. ანა ფურცელაძე, აკად. დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი.
6. ირაკლი ჩაგანავა, აკად. დოქტორი, მეცნიერი თანამშრომელი.
7. იური მშვენიერაძე, აკად. დოქტორი, მეცნიერი თანამშრომელი.
8. სვეტლანა პეტროვა, წამყვანი ინჟინერი.
9. ელენე ოსეპაიშვილი, უფროსი ლაბორანტი.
10. ირინე ქობულაშვილი, დოქტორანტი.

## 1. პროგრამული დაფინანსებით შესრულებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები

### 1.1.

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
---	--	--	--



	მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით		
1	2	3	4
1	<p><b>მაღალეფექტური პოლარიზაციულად-მგრძნობიარე მასალების მიღების ტექნოლოგიის მოდიფიცირება პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ელემენტების მისაღებად</b></p> <p>ფიზიკური და ქიმიური მეცნიერებები: 6-120 ოპტიკა, კვანტური ელექტრონიკა; 6-210 ქიმიური ფიზიკა.</p>	2017 - დღემდე	<p><b>გიორგი კაკაურიძე</b>, პროექტის ხელმძღვანელი; <b>ბარბარა კილოსანიძე</b> - თეორიული კვლევები და შედეგების დამუშავება; <b>ვლადიმერ ტარასაშვილი</b> - ექსპერიმენტული კვლევები; <b>ვალენტინა შავერდოვა</b> - ექსპერიმენტული კვლევები; <b>ანა ფურცელაძე</b> - თეორიული კვლევები; <b>ირაკლი ჩაგანავა</b> - პოლარიზაციულად მგრძნობიარე მასალების სინთეზი და კვლევა; <b>იური მშვენიერაძე</b> - ელექტრონიკის სპეციალისტი; <b>სვეტლანა პეტროვა</b> - ტექნოლოგი; <b>ელენე ოსეფაიშვილი</b> - ლაბორანტი; <b>ირინე ქობულაშვილი</b> - დოქტორანტი</p>
<p>გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2018 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>საანგარიშო პერიოდში ვმუშაობდით პოლარიზაციულად მგრძნობიარე მასალების მიღების, ლაბორატორიაში არსებული ტექნოლოგიების არსებითად გაუმჯობესებაზე მაღალეფექტური, მაღალსტაბილური და ერთგვაროვანი, ინდუცირებული ფოტონიზოტროპიის მაღალი მნიშვნელობის პოლარიზაციულად-მგრძნობიარე მასალების მიღებისათვის. გამოყენებული იქნა როგორც პოლიმერულ მატრიცაში შეყვანილი აზოქრომოფორების ბაზაზე შექმნილი მასალები, ასევე აზოპოლიმერები.</p> <p>აზოსაღებარების საფუძველზე პოლარიზაციულად მგრძნობიარე მასალებზე ჩვენს მიერ უკანასკნელ წლებში ჩატარებულ კვლევებში გამოვლინდა ფაქტორი, რომელიც მნიშვნელოვნად ახდენს მათ ფოტონიზოტროპულ თვისებებზე გავლენას. მასალის კომპონენტების (სინათლის მშთანთქმელი ცენტრებისა და პოლიმერული მატრიცის) მოლეკულური ურთიერთინტეგრაცია აღმოჩნდა პირდაპირ კავშირში არეებში სინათლით აღძვრად ორსხივტეხასთან. მოცემული ნაშრომი იხილავს მოლეკულურ ელექტროსტატიკური ძალებით ინტეგრირებულ პოლარიზაციულად-მგრძნობიარე მასალების კვლევის შედეგებს. ნაჩვენებია კვლევისათვის საგანგებოდ შერჩეული და დამზადებული ორგანული იონური ქრომოფორების შემცველი ოპტიკური არეების ფოტონიზოტროპული ყოფაქცევის ექსპერიმენტული მონაცემები, თითქმის ყველა ტუტე ლითონების მაგალითზე. ინდივიდუალურად შესწავლილი სინათლის მშთანთქმელი მარილების კათიონებად გამოყენებულნიენ: ლითიუმი (Li<sup>+</sup>), ნატრიუმი (Na<sup>+</sup>), კალიუმი (K<sup>+</sup>), ცეზიუმი (Cs<sup>+</sup>) და წყალბადი (H<sup>+</sup>) ხოლო მეორე მხრივ ანიონად კი იონოგენური ფუნქციური მეთილის წითელი მონოაზოსაღებარი. მიღებული სინათლის მშთანთქმელი ორგანული მარილები შეყვანილი იქნა ჰიდროფილურ პოლიმერულ მატრიცაში, რომელთანაც მათ გააჩნიათ კარგი ლიოფილური თავსებადობა (აფინობა). მიღებულ შუქმგრძნობიარე მასალებში ოპტიკური ანიზოტროპიის ინდუცირების</p>			

შესწავლისათვის გამოიკვლევა, როგორც აქტიური პოლარიზებული სინათლის მათზე მოქმედება სიმძლავრის ( $30 - 360 \text{ mW/cm}^2$ ) ასევე ტალღის სიგრძის ვარირებით ( $405 \text{ nm}$ ;  $445 \text{ nm}$  and  $532 \text{ nm}$ ), ასევე ამოკითხვისაც ( $532 \text{ nm}$  and  $635 \text{ nm}$ ) საკვლევი ნიმუშების სპექტრალური შთანთქმის მახასიათებლების შესაბამისად. ყოველი კომპოზიციისათვის ექსპერიმენტულად ვლინდება დასხივების ოპტიმალური პარამეტრები. მოყვანილია გამოკვლეული მასალების, როგორც ქრომოფორული კომპონენტების შთანთქმის სპექტრები ასევე მათ საფუძველზე მიღებულ მასალებში ფოტოანიზოტროპიის ინდუცირების კინეტიკური მრუდები (*I. Chaganava, R. Chedia, Qi-Huo Wei, Optical Manufacturing and Testing XII, SPIE Proceedings Vol. 10742, IK Editors: Ray Williamson; Dae Wook Kim; Rolf Rascher (2018); doi: 10.1117/12.2324568*).

ჩატარდა აზოსაღებარების მოლეკულებსა და პოლიმერულ მატრიცის მაკრომოლეკულებს შორის ურთიერთკავშირების გავლენის კვლევა მასალების ფოტოანიზოტროპულ-ფოტოგროტროპულ 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. მიღებულია ასევე მასალები წყალში ხსნადი პოლიმერული მატრიცის და წყალხსნადი საღებარების ქრომოფორული კომპონენტის ბაზაზე, რომლებშიც დაფიქსირდა ფოტოანიზოტროპიის მნიშვნელობის ზრდა. განსაზღვრულ იქნა მიღებული მასალების მახასიათებლები.

ჩვენ მიერ სინთეზირებული აზოსაღებარი MY-26 გამოყენებული იქნა სპეციალური თხევადკრისტალური მასალის მიღებისთვის. კენტის უნივერსიტეტის მკვლევარებმა ამ მასალის საფუძველზე შეიმუშავეს ფაზების მქონე თხევადკრისტალური მიკროპროცესორების პროექტირებისა და დამზადების ახალი მიდგომა სხივთა ფორმირების ამოცანებისათვის. აღნიშნული დაფუძვნებულია სნელის (Snell)-ის კანონის განზოგადოების გამოყენებაზე, რომელიც ეხება ფაზების სივრცული ვარიაციებს. ამასთან სამართავი ყალიბების მოლეკულური ოპრინტაცია მორგებულია თხევადკრისტალური მიკრო-ოპტიკური ელემენტებზე სხივის ინტენსიურობის პროფილის სიბრტყეზე ფორმირებისათვის, როგორც წრიული ასევე ოთხკუთხა კვეთის სექციების მქონე გაუსის ლაზერული გამოსხივებისათვის,  $\beta$  პარამეტრის 4-დან 42-ამდე ვარირების შესაძლებლობით. ნაჩვენებია, რომ ამგვარი სხივების მაფორმირებელი მიკრო-ოპტიკური ელემენტების დამზადება შესაძლებელია მაღალი გამტარუნარიანობითა და მაღალი გარჩევადობით ჩვენს მიერ ადრე შემუშავებული პლაზმონური მეტათარგების ფოტოჩამოყალიბების ტექნიკის გამოყენებით. ამ ინოვაციამ მოგვცა სხივებს შესანიშნავი ხარისხით უზრუნველყოფა: ნულოვან რიგებში გაჟონვის გარეშე 10-დან 600 მკმ დიამეტრის სხივები. ვინაიდან პლაზმონურ მეტათარგების ძალუძთ ნებისმიერი მოლეკულური ორიენტაციით კოდირება, ანუ ფაზის ნებისმიერი გეომეტრიული პროფილით, აქ შემოთავაზებულ მიდგომებს გააჩნიათ თხევადკრისტალური მიკრო-ოპტიკური ელემენტების წარმოების მაღალი პოტენციალი სადაც დგას ლაზერის სხივების რთული პროფილის შექმნისა და მართვის ამოცანების გადაჭრის აუცილებლობა. (*M. Jiang, Hao YU, Xiayu Feng, Y. Guo, I. Chaganava, T. Turiv, O. Lavrentovich, Qi-Huo*

WEI, *Advanced Optical Materials*, Vol. 6, Issue 19 (2018); doi: 10.1002/adom.201800961).

2	<p><b>ინოვაციური გამოსახულების სტოქსის სპექტროპოლარიმეტრი ასტრონომიისთვის</b></p> <p>ფიზიკური და ქიმიური მეცნიერებები: 6-120 ოპტიკა, კვანტური ელექტრონიკა; 6-210 ქიმიური ფიზიკა.</p>	2017 - დღემდე	<p><b>ზარზარა კილოსანიძე</b>, პროექტის ხელმძღვანელი; <b>გიორგი კაკაურიძე</b>, ექსპერიმენტული კვლევები ; <b>ირაკლი ჩაგანავა</b> - პოლარიზაციულად მგრძობიარე მასალების სინთეზი და კვლევა; <b>იური მშვენიერაძე</b> - ელექტრონიკის სპეციალისტი. თეიმურაზ კვერნაძე, გიორგი ქურხული, (<i>ილიას უნივერს., აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორია</i>).</p>
---	--	---------------	--

გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2018 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის საგრანტო პროექტის № AR/209/6-120/14 (2015-2017) შესრულებისას ჩვენ შევიმუშავეთ ინოვაციური ასტროპოლარიმეტრული მეთოდი და შევქმენით კომპაქტური, რეალურ დროში მომუშავე, მცირე ინსტრუმენტალური პოლარიზაციის მქონე უნივერსალური გამოსახულების სტოქსის სპექტროპოლარიმეტრი. სპექტროპოლარიმეტრში პოლარიზაციის მდგომარეობის სრული ანალიზისათვის (სტოქსის ოთხივე პარამეტრის განსაზღვრისათვის) გამოყენებულ იქნა ჩვენ მიერ შემუშავებული ინტეგრალური პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ელემენტი. 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 და დროის რეალურ მასშტაბში. ეს კი პროექტის ფარგლებში შექმნილი პროგრამული უზრუნველყოფის გამოყენებით საშუალებას იძლევა რეალურ დროში მივიღოთ ობიექტის გამოსახულებაში პოლარიზაციის მდგომარეობის განაწილების სურათი, მისი ფლუქტუაციების გათვალისწინებით.

საანგარიშო პერიოდში ჩატარდა სამუშაოები ასტროპოლარიმეტრის მახასიათებლების გაუმჯობესებისა და მისი სიზუსტის ამაღლებისთვის. მაღალეფექტური და სტაბილური პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული დიფრაქციული ელემენტების ჩასაწერად მოდიფიცირებულ იქნა პოლარიზაციულად მგრძობიარე მასალების მიღების ტექნოლოგია, პოლიმერული მატრიცისა და აზოქრომოფორის მოლეკულებს შორის კავშირის გაძლიერების გზით. განსაზღვრულ იქნა მიღებული მასალების მახასიათებლები. შეიქმნა ახალი მაღალეფექტური პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული დიფრაქციული ელემენტები. ჩატარდა სპექტროპოლარიმეტრის კალიბრება როგორც ლაბორატორიაში, ასევე ასტრონომიული დაკვირვების დროს. ჩატარდა ასტროპოლარიმეტრის გამოცდა სხვადასხვა ასტრონომიული ობიექტის დაკვირვების დროს აბასთუმნის ასტროფიზიკურ ობსერვატორიაში: მიღებულია ცვლადი პოლარიზაციის მდგომარეობის მქონე მზის წარმონაქმნების - სპიკულების პირველი პოლარიმეტრული გაზომვების შედეგები. ელემენტზე დიფრაქციის რიგების გაზომვის სიზუსტე შეადგენს 0.2%, ხოლო სტოქსის პარამეტრების მნიშვნელობების მიღების სიზუსტეა 0.4%.

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. (G. Kakauridze, B.Kilosanidze, T.Kvernadze, G.Kurkhuli. "Astropolarimetry with a new Polarization-holographic Imaging Stokes Polarimeter," *Journal of Astronomical Telescopes, Instruments, and Systems*, " JATIS, ID#18052, (2018) under review).

3	<p><b>კომპლექსური ორმაგისხივთტების განაწილების განსაზღვრის მეთოდი პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ელემენტის საფუძველზე</b></p> <p>ფიზიკური და ქიმიური მეცნიერებები: 6-120 ოპტიკა, კვანტური ელექტრონიკა; 6-210 ქიმიური ფიზიკა.</p>	დაწყების წელი: 2018	<p><b>ბარბარა კილოსანიძე</b> - პროექტის ხელმძღვანელი; <b>გიორგი კაკაურიძე</b> - ექსპერიმენტული კვლევა, ლაბორატორიული მოდელების შექმნა; <b>ირაკლი ჩაგანავა</b> - მასალების ნიმუშების შექმნა; <b>იური მშვენიერაძე</b> - ლაბორატორიული მოდელების ელექტრონული ნაწილის შექმნა; <b>ირინე ქობულაშვილი</b> - დოქტორანტი</p>
---	---	---------------------	---

გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2018 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

კომპლექსური ორმაგისხივთტების (წრფივი ორმაგისხივთტებისა და წრფივი დიქროიზმის) განსაზღვრისთვის არსებობს სხვადასხვა მეთოდი. თუმცა, არსებული მეთოდები, ზოგადად, მოითხოვებენ ნიმუშის ანიზოტროპიის ღერძების ორიენტაციის აპრიორი ცოდნა და უფრო მეტიც, ისინი შრომატევადია, ითხოვენ დიდ დროს და ოპერატორის მაღალ კვალიფიკაციას. აქედან გამომდინარე, სხვადასხვა მასალაში, მაგალითად, პოლიმერულ ფირებში, ბუნებრივი და ხელოვნური კრისტალები და ა.შ. წრფივი ორმაგისხივთტებისა და წრფივი დიქროიზმის განაწილების გაზომვის უფრო ტექნოლოგიური მეთოდების შემუშავება ძალზედ მნიშვნელოვანია.

სხვადასხვა მასალის ნიმუშებში კომპლექსური ორმაგისხივთტების (წრფივი ორმაგისხივთტებისა  $\Delta n$  და წრფივი დიქროიზმის  $\Delta n \tau$ ) განსაზღვრისთვის ჩვენ შევიმუშავეთ ახალი და მოხერხებული პოლარიმეტრული მეთოდი პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ელემენტის საფუძველზე, დიფრაქციის რიგებში ინტენსიობის განაწილების გაზომვის გზით, როდესაც მაზონდირებელი მონოქრომატული წრიულად პოლარიზებული სინათლის კონა ნიმუშში გავლისას დიფრაგირებს ელემენტზე. თუ ნიმუშში

გააჩნია ორმაგისხივთტეხა, მაშინ ნიმუშის გავლის შემდეგ მაზონდირებელი სინათლის კონა ხდება ელიფსურად პოლარიზებული.

გარდაქმნილი სინათლის კონა ხვდება პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიულ ელემენტს (*Kilosanidze B., Kakauridze G. "Polarization-holographic diffraction element for complete analysis of light," SPIE Proceedings, 2009, Vol. 7358*), რომელიც ფორმირებას უკეთებს ორ ორთოგონალურად ცირკულარულად პოლარიზებულ კონას ინტენსიობებით  $I_{+C}, I_{-C}$ , ორ წრფივად პოლარიზებულ კონას თანაბარი ინტენსიობით  $I_{45}$  აზიმუტით  $+45^{\circ}$  და ორი წრფივად პოლარიზებულ კონას თანაბარი ინტენსიობით  $I_{90}$  და აზიმუტით  $+90^{\circ}$  ასევე ნულოვან არადიფრაგირებულ კონას. პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ელემენტზე დიფრაქციის პროცესში ფორმირებული კონების ინტენსიობები საშუალებას იძლევიან მივიღოთ წრფივი ორმაგისხივთტეხისა და წრფივი დიქროიზმის განაწილება ნიმუშის ზედაპირზე. შექმნილია მეთოდის თეორიული მოდელი. მიღებულია განტოლებათა სისტემა  $\Delta n$  და  $\Delta n r$  განსაზღვრისათვის. გამოთვლისთვის გამოყენებულია Maple-ს პროგრამა. როგორც ნაჩვენებია თეორიულ მოდელში, ორმაგისხივთტეხის მნიშვნელობა დამოკიდებულია დიფრაგირებული კონების ინტენსიობების ფარდობაზე, მაზონდირებელი სინათლის ტალღის სიგრძის გათვალისწინებით. აღნიშნოთ რომ შესაძლებელია მივიღოთ ორმაგისხივთტეხის მნიშვნელობა სპექტრულ უბანში ნიმუშის მასალის შთანთქმის ზოლის გარეშე ( $\Delta n r \approx 0$ ). მაზონდირებელ კონათ ცირკულარულად პოლარიზებული სინათლის გამოყენება, ხსნის ანიზოტროპიის ღერძის ორიენტაციის აპრიორი ცოდნის აუცილებლობას, რაც ნიმუშის ზედაპირზე ორმაგისხივთტეხის ნებისმიერი რთული განაწილების სურათის განსაზღვრის საშუალებას იძლევა.

ექსპერიმენტული შესწავლისთვის გამოვიყენეთ პოლიმერული ფირები სხვადასხვა დიქროიდული საღებარებით და ოპტიკური პარამეტრების გრადიენტული განაწილებით. გამოყენებული იქნა ლაზერები ტალღის სიგრძით თითოეული მასალის შთანთქმის ზოლში, ასევე ამ ზოლის მიღმა.

არსებულ მეთოდებთან შედარებით კომპლექსური ორმაგისხივთტეხის განაწილების განსაზღვრის შემუშავებული მეთოდი უფრო ტექნოლოგიური და მარტივია და იძლევა გაზომვების ჩატარების საშუალებას კომპლექსური ორმაგისხივთტეხის ნებისმიერი რთული განაწილების შემთხვევაშიც. ეს მეთოდი საკმაოდ მგრძნობიარეა და საშუალებას იძლევა გამოვლენილი იქნეს ოპტიკური პარამეტრების მცირე ცვლილებებიც კი, მაგალითად, ტექნოლოგიის ხარვეზით გამოწვეული პოლიმერული ფირების წარმოების დროს.

<p>4</p>	<p>პოლარიზაციული მეხსიერების ფენომენი პოლარიზაციულ-ლუმინესცენტურ ჰოლოგრაფიაში: მარეგისტრირებელი არეები; მულტიპლექსური 3D ჰოლოგრამები; გამოყენების პერსპექტივა.  ფიზიკური და ქიმიური მეცნიერებები: 6-120 ოპტიკა, კვანტური ელექტრონიკა; 6-210 ქიმიური ფიზიკა.</p>	<p>დაწყების წელი: 2018</p>	<p><b>ვლადიმერ ტარასაშვილი</b> - პროექტის ხელმძღვანელი; <b>ანა ფურცელაძე</b> - თეორიული მოდელის შექმნა, მიღებული შედეგების ანალიზი; <b>ვალენტინა შავერდოვა</b> - მიღებული პოლარიზაციულად მგრძნობიარე არეების კვლევა; <b>სვეტლანა პეტროვა</b> - ტექნოლოგი, ორგანული საღებარის ბაზაზე არეების მიღება.</p>
----------	---	----------------------------	---

გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2018 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

გამოკვლეულია ბიტუმისშემცველი მასალის საფუძველზე მიღებული ლუმინესცენტური პოლარიზაციულად მგრძობიარე ჰოლოგრაფიული არეების ფოტოანიზოტროპული თვისებები. გამოვლენილია ლუმინესცენციის პოლარიზაციული მეხსიერების ეფექტი წრფივად პოლარიზებული აღზნების 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 კოპერენტული სინათლის გამოყენებით და გამოკვლეულია მისი პოლარიზაციული მახასიათებლები.

## 1.2.

№	დასრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1	<p><b>სახეთა ამოცნობის სისტემა ფოტოანიზოტროპული კოპიების საფუძველზე</b></p> <p>ფიზიკური და ქიმიური მეცნიერებები: 6-120 ოპტიკა, კვანტური ელექტრონიკა; 6-210 ქიმიური ფიზიკა.</p>	2015 - 2018	<p><b>ბარბარა კილოსანიძე</b> - პროექტის ხელმძღვანელი;</p> <p><b>გიორგი კაკაურიძე</b> - ექსპერიმენტული კვლევა, ლაბორატორიული მოდელების შექმნა;</p> <p><b>ირაკლი ჩაგანავა</b> - მასალების ნიმუშების შექმნა;</p> <p><b>იური მშვენიერაძე</b> - ლაბორატორიული მოდელების ელექტრონული ნაწილის შექმნა;</p> <p><b>ირინე ქობულაშვილი</b> - დოქტორანტი</p>

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

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის საგრანტო პროექტის № 04/06 და უკრაინის სამეცნიერო ტექნოლოგიური ცენტრის (STCU) საგრანტო პროექტის #6069 (2015-2017) ჩვენ შევიმუშავეთ სხვადასხვა ობიექტის გამოსახულების ამოცნობის ახალი პოლარიმეტრული მეთოდი, რომელიც ეფუძნება პოლარიზაციულად მგრძობიარე მასალაზე ობიექტების გამოსახულებების ფოტოანიზოტროპული კოპიების მიღებას და ფრაუნჰოფერის დიფრაქციის არეში ამ კოპიის მიერ ფორმირებული ჯამური ელიფსის პოლარიზაციის მდგომარეობის განსაზღვრას, პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ელემენტის გამოყენებით. ინტერგრალური ელიფსის პოლარიზაციის მდგომარეობის განსაზღვრისათვის გამოყენებულია მხოლოდ ერთი, ჩვენ მიერ შემუშავებული პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული

დიფრაქციული ელემენტი. დიფრაქციის ოთხი რიგის ინტენსიობების ერთდროული გაზომვა ფოტოდეტექტორების გამოყენებით საშუალებას იძლევა შემუშავებული ფორმულებისა და პროგრამული უზრუნველყოფის გამოყენებით განხორციელდეს ელიფსის პოლარიზაციის მდგომარეობის სრული ანალიზი (სტოქსის ოთხივე პარამეტრის განსაზღვრა). ჩატარდა შემოთავაზებული მეთოდის თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევა, განსხვავებული ობიექტებისათვის ამოსაცნობი გამოსახულების წანაცვლების, მასშტაბისა და კუთხური ორიენტაციის მიმართ ცვლილების დიაპაზონის განსაზღვრა, პროექტში შექმნილი ამომცნობი მოწყობილობის ლაბორატორიული მოდელის საშუალებით. გადაიჭრა შემდეგი ამოცანები: შემუშავდა ფოტოანიზოტროპული კოპიების გამოყენებით ობიექტების გამოსახულებების ამომცნობის თეორიული მოდელი; მაღალი რევერსიულობის მქონე და ფოტოანიზოტროპული კოპიების ჩაწერა/წაშლის მცირე დროებით მასალების მიღებისათვის მოდიფიცირებული იქნა პოლარიზაციულად მგრძობიარე მასალების მიღების ტექნოლოგია და განსაზღვრულ იქნა მიღებული მასალების მახასიათებლები; შეიქმნა ამომცნობი მოწყობილობის ლაბორატორიული მოდელი და შესაბამისი პროგრამული უზრუნველყოფა; ჩატარდა ამოსაცნობი ობიექტის წანაცვლების, მასშტაბისა და კუთხური ორიენტაციის მიმართ ინვარიანტულობის კვლევა; ჩატარდა სხვადასხვა ობიექტის გამოსახულების ამომცნობის კვლევა და შეიქმნა მონაცემთა ბაზა.

**საანგარიშო პერიოდში** გაგარძელდა კვლევები ამ მიმართულებით. ჩატარდა ფოტოანიზოტროპული კოპიების მიღებისათვის საჭირო პოლარიზაციულად მგრძობიარე მასალების მიღების ტექნოლოგიის მოდიფიკაცია. პოლიმერული მატრიცისა და აზოქრომოფორის მოლეკულების იმობილიზაციის გზით მიღებულია side-chain ტიპის მაღალეფექტური მასალები მაღალი მგრძობიარობით აქტინური პოლარიზებული სინათლის მიმართ, ინდუცირებული ანიზოტროპიის და გარჩევისუნარიანობის მაღალი მნიშვნელობებით, ასევე მაღალი რევერსიულობით. შემუშავებული კალიბრების ოპტიკური სქემის გამოყენებით ჩატარდა მიღებული პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ელემენტების კალიბრება, წინასწარგანსაზღვრული პოლარიზაციის მდგომარეობის მქონე სინათლის კონების გამოყენებით. ავამაღლეთ ელემენტზე დიფრაქციის რიგების გაზომვის სიზუსტე 0.2 %-მდე, ხოლო სტოქსის პარამეტრის მნიშვნელობების მიღების სიზუსტეა 0.4%-მდე.

განსაზღვრულია ინტეგრალური ელიფსის პოლარიზაციის მდგომარეობის ინფორმაციული ღირებულება. ფრაუნგოფერის დიფრაქციის არეში ფორმირდება ერთი ჯამური ინტეგრალური პოლარიზაციის ელიფსი, რომლის პოლარიზაციის მდგომარეობა ცალსახად განსაზღვრავს ობიექტს. ელიფსის პოლარიზაციის მდგომარეობის ინფორმაციული ღირებულება ძალზედ მაღალია, რამდენადაც ელექტრომაგნიტური ტალღის ძირითად მახასიათებლებს შორის პოლარიზაციის მდგომარეობა ინფორმაციულად ყველაზე ტევადი მახასიათებელია და განისაზღვრება ოთხი სტოქსის პარამეტრით, ხოლო დანარჩენი ძირითადი მახასიათებლები კი - ამპლიტუდა, ფაზა და სიხშირე, განისაზღვრებიან მხოლოდ ერთი პარამეტრით თითოეული.

გამოკვლეულია სტოქსის პარამეტრების ცვლილება სამგანზომილებიანი ობიექტების სხვადასხვა რაკურსით დაკვირვებისას. მიღებული შედეგები ასევე ცხადყოფს ინტეგრალური ელიფსის პოლარიზაციის მდგომარეობის ინფორმაციულ ღირებულებას.

ადრე ჩატარდა მეთოდის სიზუსტეზე მომქმედი ფაქტორების კვლევა და შეფასება სხვადასხვა სირთულის ობიექტების ამომცნობისას. გაირკვა, რომ ცდომილების ზრდა ძირითადად გამოწვეულია ორი ფაქტორით: ფოტოანიზოტროპული კოპიის მასალის სისქის არაერთგვაროვნებით, რაც გამოწვეულია მინაზე ემულსიური ფენის ხელით დასხმით, და ასევე ფოტოდეტექტორების ზედაპირული მგრძობიარობის არაერთგვაროვნებით, რაც იწვევს დამატებით ცდომილებას გაზომვებში. ამ ფაქტორების გათვალისწინებამ განაპირობა სიზუსტის შედარებითი ამაღლება.

შემოთავაზებული მეთოდის ძირითადი უპირატესობა მდგომარეობს ამოცნობისას ობიექტის მასშტაბის ცვლილების, წანაცვლებისა და კუთხური ორიენტაციის მიმართ მაღალი კრიტიკულობის მოხსნაში. შემოთავაზებული მეთოდი დღემდე არ იყო განხორციელებული და ობიექტების ამოცნობის ამოცანისადმი ასეთი მიდგომა ინოვაციურია და პერსპექტიული, და შეიძლება გამოყენებული იქნეს სხვადასხვა დანიშნულების ამომცნობი მოწყობილობების შესაქმნელად.

მიღებული შედეგები მოხსენებული იქნა SPIE Photonics Europe Symposium, Conference “Optics, Photonics, and Digital Technologies for Imaging Applications V”, Strasbourg, France (2018) და CLEO Pacific Rim Conference, Hong Kong (2018). გამოსაქვეყნებლად გაგზავნილია სტატია ჟურნალში Applied Optics (ID#349989, under review, 2018).

## 5. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

### 5.4. სტატიები

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათა-ური, დიგიტალური საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN	ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	Irakli Chaganava, Barbara Kilosanidze, George Kakauridze, Luis Oriol, Milagros Piñol, Alfredo Martinez Felipe	„Induction of the vector polyphotochromism in side-chain azopolymers.” <a href="https://doi.org/10.1016/j.jphotochem.2017.09.067">doi:10.1016/j.jphotochem.2017.09.067</a>	Journal of Photochemistry and Photobiology. A, Chemistry Elsevier, 354, 70–77 (2018).	ნიდერლანდები, Elsevier	8

#### ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

სტატია ეხება ჩვენ მიერ გამოვლენილ ვექტორული პოლიფოტოქრომიზმის მოვლენას, რომელიც დაიმზერება მთელ რიგ მასალებში. გამოვლენილი იქნა, რომ დასხივების სიმძლავრის სიმკვრივის ზრდასთან ერთად გამტარებლობის კინეტიკას ერთი და იგივე ნიმუშისათვის აქვს სხვადასხვა სახე და ნიმუშებში დაიმზირება ეფექტის ზრდა დასხივების სიმკვრივის ზრდასთან ერთად. მიღებული შედეგებიდან მჟღავნდება ექსპოზიციის ენერგეტიკული მინიმუმი მაზონდირებელი კონის მაქსიმალური გამჭვირვალობის მისაღწევად. ჩვენ ვივარაუდეთ, რომ მიღებულ მრუდებზე დამზერილი გამტარებლობის დაქვეითება დაკავშირებულია საცდელი კონის ინტერფერენციულ ჩაქრობასთან, რასაც ადგილი აქვს მასალაში გასული ჩვეულებრივი და არაჩვეულებრივი სხივებს შორის სვლათა სხვაობის გამოვლენისას საცდელი სხივის ექსპონირებულ ნიმუშში გავლის დროს. სვლათა სხვაობის სიდიდე დამოკიდებულია მასალის ფოტოდრეკადობის კოეფიციენტზე და ფოტომგძნობიარე ფენის სისქეზე. ამავდროულად შესაძლებელია გამოვავლინოთ ოპტიმალური სიმძლავრის სიმკვრივე თითოეული მასალისათვის, რომლის დროსაც ენერგეტიკული ექსპოზიცია იქნებქა მინიმალური. ეს კი საშუალებას გვაძლევს მოვახდინოთ მაღალეფექტური პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული დიფრაქციული მესერების ჩაწერის რეჟიმების ოპტიმიზირებას გამოყენებული მარეგისტრირებელი მასალისთვის.



2	Barbara Kilosanidze, George Kakauridze, Irine Kobulashvili	“Pattern recognition based on analysis of the summary ellipse polarization state in the Fraunhofer diffraction region.”  <a href="https://doi.org/10.1117/12.2315376">doi:10.1117/12.2315376</a>	In: Optics, Photonics, and Digital Technologies for Imaging Applications V, SPIE Proceedings, vol.10679, 10679-76 (2018).	ამერიკის შეერთებული შტატები, SPIE	8
---	--	--	---	---	---

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

სტატიაში წარმოდგენილია სხვადასხვა ობიექტის გამოსახულების ამოცნობის ახალი მეთოდი, რომელიც ეფუძნება პოლარიზაციულად მგრძობიარე მასალაზე ობიექტების გამოსახულებების ფოტოანიზოტროპული კოპიების მიღებას და ფრაუნჰოფერის დიფრაქციის არეში ამ კოპიის მიერ ფორმირებული ჯამური ელიფსის პოლარიზაციის მდგომარეობის განსაზღვრას. ელიფსის პოლარიზაციის მდგომარეობის სრული ანალიზისთვის (სტოქსის ოთხივე პარამეტრის განსაზღვრა) გამოყენებულია ჩვენ მიერ შემუშავებული პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული დიფრაქციული ელემენტი. მოყვანილია შემოთავაზებული მეთოდის თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები. შექმნილია სპეციალური პროგრამული უზრუნველყოფა. კოპიის მიღებისთვის გამოყენებულია მაღალი რევერსიულობის მქონე და ფოტოანიზოტროპული კოპიების ჩაწერა/წაშლის მცირე დროებით პოლარიზაციულად მგრძობიარე მასალები. შექმნილი ამომცნობი მოწყობილობის ლაბორატორიული მოდელი. ჩატარდა ამოსაცნობი ობიექტის წანაცვლების, მასშტაბისა და კუთხური ორიენტაციის მიმართ ინვარიანტულობის კვლევა. მაგალითისთვის მოყვანილია სხვადასხვა ობიექტის გამოსახულების ამოცნობის შედეგები.

3	Miao Jiang, Hao Yu, Xiayu Feng, Yubing Guo, Irakli Chaganava, Taras Turiv, Oleg D. Lavrentovich, Qi-Huo Wei	„Liquid Crystal Pancharatnam–Berry Micro-Optical Elements for Laser Beam Shaping,“  <a href="https://doi.org/10.1002/adom.201800961">doi:10.1002/adom.201800961</a>	<b>Advanced Optical Materials, p.1800961(2018).</b>	ამერიკის შეერთებული შტატები, Wiley	7
---	--	---	---	--	---

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

ლაზერის სხივთა ინტენსივობის პროფილის მართვას აქვს მოთხოვნა ინდუსტრიულ გამოყენებებში. ამ სტატიაში სხივთა ფორმირების ამოცანებისათვის წარმოდგენილია წინასწარ შემუშავებული ფაზების მქონე თხევადკრისტალური მიკროპროცესორების პროექტირებისა და დამზადების ახალი მიდგომა. აღნიშნული დაფუძნებულია სნელის (Snell)-ის კანონის განზოგადოების გამოყენებაზე, რომელიც ეხება ფაზების სივრცული ვარიაციებს. ამასთან სამართავი ყალიბების მოლეკულური ოპრიენტაცია მორგებულია თხევადკრისტალური მიკრო-ოპტიკური ელემენტებზე სხივის ინტენსიურობის პროფილის სიბრტყეზე ფორმირებისათვის, როგორც წრიული ასევე ოთხკუთხა კვეთის სექციების მქონე გაუსის ლაზერული გამოსხივებისათვის,  $\beta$  პარამეტრის 4-დან 42-ამდე ვარიაციის შესაძლებლობით. ნაჩვენებია, რომ ამგვარი სხივების მაფორმირებელი მიკრო-ოპტიკური ელემენტების დამზადება შესაძლებელია მაღალი გამტარუნარიანობითა და მაღალი გარჩევადობით ჩვენს მიერ ადრე შემუშავებული პლაზმონური მეტათარგების ფოტოჩამოყალიბების ტექნიკის გამოყენებით. ამ ინოვაციამ მოგვცა სხივებს შესანიშნავი ხარისხით უზრუნველყოფა: ნულოვან რიგებში გაჟონვის გარეშე 10-დან 600 მკმ დიამეტრის სხივები. ვინაიდან პლაზმონურ მეტათარგების ძალუძთ ნებისმიერი

მოლეკულური ორიენტაციით კოდირება, ანუ ფაზის ნებისმიერი გეომეტრიული პროფილით, აქ შემოთავაზებულ მიდგომებს გააჩნიათ თხევადკრისტალური მიკრო-ოპტიკური ელემენტების წარმოების მაღალი პოტენციალი სადაც დგას ლაზერის სხივების რთული პროფილის შექმნისა და მართვის ამოცანების გადაჭრის აუცილებლობა.

4	Irakli Chaganava, Roin Chedia, Qi-Huo Wei	“Study of the photoanisotropic properties of polarization-sensitive compositions based on organic chromophore salts with various alkali metals“  <a href="https://doi.org/10.1117/12.2324568">https://doi.org/10.1117/12.2324568</a>	Optical Manufacturing and Testing XII, SPIE Proceedings Vol. 10742, p. 107421K (2018)	ამერიკის შერთებული შტატები, SPIE	7
---	---	--	---	----------------------------------	---

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

აზოსაღებარების საფუძველზე პოლარიზაციულად მგრძობიარე მასალებზე ჩვენს მიერ უკანასკნელ წლებში ჩატარებულ კვლევებში გამოვლინდა ფაქტორი, რომელიც მნიშვნელოვნად ახდენს მათ ფოტოანიზოტროპულ თვისებებზე გავლენას. მასალის კომპონენტების (სინათლის მშთანთქმელი ცენტრებისა და პოლიმერული მატრიცის) მოლეკულური ურთიერთინტეგრაცია აღმოჩნდა პირდაპირ კავშირში არეებში სინათლით აღძვრად ორსხივტეხასთან. მოცემული ნაშრომი იხილავს მოლეკულურ ელექტროსტატიკური ძალებით ინტეგრირებულ პოლარიზაციულად-მგრძობიარე მასალების კვლევის შედეგებს. ნაჩვენებია კვლევისათვის საგანგებოდ შერჩეული და დამზადებული ორგანული იონური ქრომოფორების შემცველი ოპტიკური არეების ფოტოანიზოტროპული ყოფაქცევის ექსპერიმენტული მონაცემები, თითქმის ყველა ტუტე ლითონების მაგალითზე. ინდივიდუალურად შესწავლილი სინათლის მშთანთქმელი მარილების კათიონებად გამოყენებულიქენ: ლითიუმი (Li<sup>+</sup>), ნატრიუმი (Na<sup>+</sup>), კალიუმი (K<sup>+</sup>), ცეზიუმი (Cs<sup>+</sup>) და წყალბადი (H<sup>+</sup>) ხოლო მეორე მხრივ ანიონად კი იონოგენური ფუნქციური მეთილის წითელი მონოაზოსაღებარი. მიღებული სინათლის მშთანთქმელი ორგანული მარილები შეყვანილი იქნა ჰიდროფილურ პოლიმერულ მატრიცაში, რომელთანაც მათ გააჩნიათ კარგი ლიოფილური თავსებადობა (აფინობა). მიღებულ შუქმგრძობიარე მასალებში ოპტიკური ანიზოტროპიის ინდუცირების შესწავლისათვის გამოიკვლევა, როგორც აქტინური პოლარიზებული სინათლის მათზე მოქმედება სიმძლავრის (30 – 360 mW/cm<sup>2</sup>) ასევე ტალღის სიგრძის ვარირებით (405 nm; 445 nm and 532 nm), ასევე ამოკითხვისაც (532 nm and 635 nm) საკვლევი ნიმუშების სპექტრალური შთანთქმის მახასიათებლების შესაბამისად. ყოველი კომპოზიციისათვის ექსპერიმენტულად ვლინდება დასხივების ოპტიმალური პარამეტრები. მოყვანილია გამოკვლეული მასალების, როგორც ქრომოფორული კომპონენტების შთანთქმის სპექტრები ასევე მათ საფუძველზე მიღებულ მასალებში ფოტოანიზოტროპიის ინდუცირების კინეტიკური მრუდები.

5	В. И. Тарасашвили, С. С. Петрова, А. Л. Пурцеладзе, В. Г. Шавердова, Н. З. Оболашвили.	“Поляризационная память в фотоанизотропных средах для голографии на базе битуминозных материалов”  DOI: 10.21883/OS.2018.10.46707.18-18_	Оптика и спектроскопия, том 125, вып 4, с. 535-540 (2018)	რუსეთი, Изд-во Наука	6
---	--	--	---	----------------------	---

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)					
<p>გამოკვლეულია ბიტუმისშემცველი მასალის საფუძველზე მიღებული ლუმინესცენტური პოლარიზაციულად მგრძნობიარე ჰოლოგრაფიული არეების ფოტოანიზოტროპული თვისებები. გამოვლენილია ლუმინესცენციის პოლარიზაციული მეხსიერების ეფექტი წრფივად პოლარიზებული აღზნების 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.</p>					
6	George Kakauridze, Barbara Kilosanidze, Teimuraz Kvernadze, Giorgi Kurkhuli	"Astropolarimetry with a new Polarization-holographic Imaging Stokes Polarimeter"	Journal of Astronomical Telescopes, Instruments, and Systems (JATIS, ID#18052, under review, 2018).	ამერიკის შვერთებული შტატები, SPIE	16
ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)					
<p>წარმოდგენილია ინოვაციური გამოსახულებათა სტოქსის პოლარიმეტრი. პოლარიმეტრის ძირითად მანალიზებელ დეტალს წარმოადგენს ინტეგრალური პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული დიფრაქციული ელემენტი, რომელიც სინათლის პოლარიზაციის მდგომარეობის სრული ანალიზის ჩატარების საშუალებას იძლევა რეალურ დროში. ელემენტის ჩაწერისთვის შემუშავებული იქნა სპეციალური ჰოლოგრაფიული სქემა, რომელშიც გამოიყენება წრიულად და წრფივად პოლარიზებული კონები. ელემენტი ყოფს მასზე დაცემულ სინათლის კონას ორთოგონალურ წრიულ და წრფივ დიფრაქციულ რიგებად. დიფრაქციულ რიგების შესაბამის წერტილებში ან არეებში ინტენსიობების გაზომვა CCD კამერის მეშვეობით და მონაცემთა შემდგომი დამუშავების შედეგად ჩვენ მივიღეთ სტოქსის გამოსახულებები წერტილოვანი ან განფენილი სივრცული ობიექტების ვიწრო ან ფართე სპექტრულ დიაპაზონში. პოლარიმეტრის სპექტრული მუშა დიაპაზონია 500-1600 ნმ, დიფრაქციული ეფექტურობა 24%-ია ტალღის სიგრძისთვის 532 ნმ, 20% 635 ნმ-ის და 4% 450 ნმ-ის. ლაბორატორიული კალიბრების ტესტები მიღებული იქნა კვაზი-მონოქრომატული წერტილოვანი არაპოლარიზებული სინათლის წყაროსთვის, რომელიც შემდგომ პოლარიზებული იყო ცირცულარულად ან წრფივად ცნობილი პოლარიზაციის პარამეტრებით და პოლარიზაციის ხარისხით 100%. პოლარიმეტრის კალიბრებისთვის გამოიყენებოდა ავტორების მიერ შემუშავებული (კილოვანიძე ბ., კაკაურიძე გ. SPIE სამართალწარმოება, ტომი 8082-126, 2011) თეორიული მოდელი, სხვადასხვა დიფრაქციულ რიგებში ინტენსიობებისა და სტოქსის პარამეტრებს შორის კავშირი. ლაბორატორიულმა ტესტებმა და მზის სპიკულების პირველმა ასტრონომიულმა სპექტროპოლარიმეტრულმა დაკვირვებებმა აჩვენა, რომ ცდომილება <math>10^{-3}</math> რიგისაა.</p>					
7	Barbara Kilosanidze, George Kakauridze, Irine Kobulashvili	"Photoanisotropic-copies-based pattern recognition system."	Applied Optics (ID#349989, under review), (2018).		9
ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)					
<p>სტატიაში წარმოდგენილია სხვადასხვა ობიექტის გამოსახულების ამოცნობის ახალი პოლარიმეტრული მეთოდი, რომელიც ეფუძვნება პოლარიზაციულად მგრძნობიარე მასალაზე</p>					

ობიექტების გამოსახულებების ფოტოანიზოტროპული კოპიოების მიღებას და ფრაუნჰოფერის დიფრაქციის არეში ამ კოპიოს მიერ ფორმირებული ჯამური ელიფსის პოლარიზაციის მდგომარეობის განსაზღვრას, მხოლოდ ერთი, ჩვენ მიერ შემუშავებული პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ელემენტის გამოყენებით. ელემენტზე დიფრაქციის ოთხი რიგის ინტენსიობების ერთდროული გაზომვა ფოტოდეტექტორების გამოყენებით საშუალებას იძლევა შემუშავებული ფორმულებისა და პროგრამული უზრუნველყოფის გამოყენებით განხორციელდეს ელიფსის პოლარიზაციის მდგომარეობის სრული ანალიზი (სტოქსის ოთხივე პარამეტრის განსაზღვრა). მოყვანილია შემოთავაზებული მეთოდის თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები. განსხვავებული ობიექტებისათვის ამოსაცნობი გამოსახულების წანაცვლების, მასშტაბისა და კუთხური ორიენტაციის მიმართ ცვლილების დიაპაზონის განსაზღვრა, შექმნილი ამომცნობი მოწყობილობის ლაბორატორიული მოდელის საშუალებით. კოპიოს მიღებისთვის გამოყენებულია მაღალი რევერსიულობის მქონე და ფოტოანიზოტროპული კოპიების ჩაწერა/წაშლის მცირე დროებით პოლარიზაციულად მგრძნობიარე მასალები. ჩატარდა ამოსაცნობი ობიექტის წანაცვლების, მასშტაბისა და კუთხური ორიენტაციის მიმართ ინვარიანტულობის კვლევა. მოყვანილია სხვადასხვა ობიექტის გამოსახულების ამოცნობის მონაცემთა ბაზა.

8	Barbara Kilosanidze, George Kakauridze, Irine Kobulashvili, Yuri Mshvenieradze.	"Polarization- Holographic-element- based-method for determining the complex birefringence distribution"  <a href="https://doi.org/10.1364/FIO.2018.JTu3A.17">doi:10.1364/FIO.2018.JTu3A.17</a>	In: OSA Publishing, Conference Papers, FiO/LS - 2018, JTu3A, pp. JTu3A-17 (2018).	ამერიკის შეერთებული შტატები, ამერიკის ოპტიკის საზოგადოება (OSA)	2
---	--	--	---	---	---

ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

სტატიაში წარმოდგენილია ჩვენს მიერ შემუშავებული ახალი მოხერხებული პოლარიმეტრული მეთოდი სხვადასხვა მასალის ნიმუშებში ორმაგისხივთტებისა და წრფივი დიქროიზმის განაწილების განსაზღვრისათვის პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ელემენტის საფუძველზე. დიფრაგირებული კონების ინტენსიობების ფარდობის გაზომვის გზით, ნიმუშში გასული მონოქრომატული სინათლის კონის ელემენტზე დიფრაქციისას. 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 ქრომოფორის შთანთქმის ზოლში. მაგალითის სახით მოყვანილია ნიმუშების ფართზე ორმაგი სხივთტებისა და წრფივი დიქროიზმის განაწილება, სხვა და სხვა გრადიენტული ორიენტაციის რეჟიმებისათვის.

9	Irakli Chaganava, Alfredo Martinez- Felipe, Irine Kobulashvili	„Comparative characteristics of the properties of photoanisotropic materials composed with covalent bond and	In: OSA Publishing, Conference Papers, FiO/LS - 2018, JTu3A, pp. JTu3A- 21 (2018).	ამერიკის შეერთებული შტატები, ამერიკის ოპტიკის	2
---	---	---	--	---	---

	electrostatic interactions“ <a href="https://doi.org/10.1364/FIO.2018.JTu3A.21">https://doi.org/10.1364/FIO.2018.JTu3A.21</a>		საზოგადოება (OSA)
ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)			
სტატია წარმოადგენს ჩვენს მიერ შემუშავებული პოლარიზაციულად მგრძობიარე მასალების კვლევას. ნაჩვენებია ამ სინათლით მარეგისტრირებელი ორგანული არეების უპირატესობა, რომელიც შედგება როგორც კოვალენტური ბმების ასევე ელექტროსტატიკური ურთიერთქმედების მეშვეობით.			

## 6. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

### 6.2. უცხოეთში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მომხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	Barbara Kilosanidze, George Kakauridze, Irine Kobulashvili	Pattern recognition based on analysis of the summary ellipse polarization state in the Fraunhofer diffraction region	SPIE Photonics Europe Symposium, Conference “Optics, Photonics, and Digital Technologies for Imaging Applications V”, Strasbourg, France, April, 2018
2	Barbara Kilosanidze, George Kakauridze, Irine Kobulashvili	A new pattern recognition system using photoanisotropic phenomena in polarization-sensitive materials	CLEO Pacific Rim 2018 Conference, Hong Kong, July – August, 2018.
3	Irakli Chaganava, Roin Chedia, Qi-Huo Wei	Study of the photoanisotropic properties of polarization-sensitive compositions based on organic chromophore salts with various alkali metals	SPIE Symposium Optical Engineering + Applications, Conference “Optical Manufacturing and Testing XII”. San Diego, California, USA, August, 2018.
4	Barbara Kilosanidze, George Kakauridze, Irine Kobulashvili, Yuri Mshvenieradze	Polarization-Holographic-element-based-method for determining the complex birefringence distribution	Frontier in Optics/ Laser Science, Washington, DC, USA, September (2018).
5	Irakli Chaganava, Alfredo Martinez-Felipe, Irine Kobulashvili	<u>Comparative characteristics of the properties of photoanisotropic materials composed with covalent bond and electrostatic interactions</u>	Frontier in Optics/ Laser Science, Washington, DC, USA, September (2018).
მომხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)			

## სადისერტაციო ნაშრომი

№	დოქტორანტი	დისერტაციის სათაური	ხელმძღვანელი	
1	ირინე ქობულაშვილი	ობიექტის გამოსახულების ამოცნობის სისტემა ფოტოანიზოტროპული კოპიების საფუძველზე	ბარბარა კილოსანიძე	მე-3 კურსის დოქტორანტი

სსიპ სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულების (ინსტიტუტის/ცენტრის) ან უნივერსიტეტთან არსებული დამოუკიდებელი სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულების (ინსტიტუტის/ცენტრის) სამეცნიერო ერთეულის დასახელება (პერსონალური შემადგენლობისა და ხელმძღვანელის მითითებით):

ოპტიკურ-ქიმიურ კვლევათა ლაბორატორია

მაისურაძე ჯიმშერ - ლაბ. გამგე, მთ. მეცნიერი თანამშრომელი; ნადარეიშვილი ლევან - მთ. მეცნიერი თანამშრომელი; დევაძე ლალი - მთ. მეცნიერი თანამშრომელი; სეფაშვილი ნინო - უფრ. მეცნიერი თანამშრომელი; ზურაბიშვილი ცისანა - უფრ. მეცნიერი თანამშრომელი; ჩიკვაძე ნანა - უფრ. მეცნიერი თანამშრომელი; ფავლენიშვილი ინესა - მეცნიერი თანამშრომელი; შარაშიძე ლიანა - მეცნიერი თანამშრომელი; ახოზაძე შორენა - მეცნიერი თანამშრომელი

## 1. პროგრამული დაფინანსებით შესრულებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები

## 1.1.

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	2	3	4
1	ახალი ტიპის ჰიბრიდული სპიროპირანები (სპიროპრომენები) დამატებითი ცილით მოლეკულის ინდოლინურ ნაწილში ორგანული ქიმია; ფიზიკური ქიმია; ნანომასშტაბური მოვლენები	2018-2022	ჯიმშერ მაისურაძე (ხელმძღ.) ლალი დევაძე ცისანა ზურაბიშვილი ნინო სეფაშვილი ნანა ჩიკვაძე შორენა ახოზაძე ჟუჟუნა ურჩუხიშვილი
2	პოლიმერული და ნანოკომპოზიტური	2018-2021	ლევან ნადარეიშვილი (ხელმძღ.) მანანა არეშიძე (შემსრ)

გრადიენტული სისტემების ელექტროფიზიკური თვისებების კვლევა.		ინეზა ფავლენიშვილი (შემსრ) ლია შარაშიძე (შემსრ)
<p>გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის 2018 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>1. გრძელდებოდა კვლევები ფოტოაქტიური ნაერთების - სპიროპირანების ფოტოქრომული თვისებების ოპტიმიზაციის მიმართულებით. სამუშაოს საფუძვლად უდევს ჩვენს მიერ მიკვლეული და შესწავლილი ზოგიერთი სპიროპირანის ეფექტური ფოტომგრძობიარობის გაზრდა. თხევადკრისტალურ მატრიცაში ულტრაიისფერი (უი) სინათლით ფოტონდუცირების შედეგად წარმოქმნილი მეროციანინის მოლეკულები სტრუქტურირდება ნანონაწილაკებად – მიცელებად. წარმოქმნილი მიცელები ძირითად ხსნარს აღარიბებს მეროციანინის მოლეკულებით და თერმოდინამიკური წონასწორობის აღსადგენად იწყება სპიროპირანის მოლეკულების გადასვლა მეროციანინში. ფოტოქიმიურად წარმოქმნილ მეროციანინის მოლეკულებს ემატება თერმოდინამიკური წონასწორობის აღსადგენად წარმოქმნილი მოლეკულები. სისტემა შეფერვას აგრძელებს შინაგანი ენერჯის ხარჯზე, სხივური ენერჯის დახარჯვის გარეშე. ამ ნაერთით დოპირებული კომპოზიციის მიკროკაფსულირებით პოლიმერში, ჩვენს მიერ დამუშავებული ინოვაციური მეთოდით, მივიღეთ ოპტიკური თვისებების ფოტორეგულირების უნარის მქონე, მაღალი ფოტომგრძობიარობის და ენერჯის დამზოგავი პოლიმერული ფირები.</p> <p>ენერჯის ეს დანაზოგი ინფორმაციის დიდი მასივების ჩაწერისა და ამოკითხვისას საკმაოდ მნიშვნელოვანი ხდება, ამიტომ, ინფორმაციის ჩამწერი და გადამამუშავებელი გამოთვლითი ტექნიკის, თანამედროვე მოლეკულურ მანქანებში და სხვ., ფოტომგრძობიარე სისტემად მიზანშეწონილად მიგვაჩნია ასეთი პოლიმერული მასალის გამოყენება.</p> <p>კვლევის შედეგები მოხსენებული იყო: 5th International Conference "Nanotechnologies", November 19 – 22, 2018, Tbilisi, Georgia. Nano – 2018, Abstracts, p.42.</p> <p>სტატიის სახით გამოქვეყნდება ჟურნალში Nano Studies (biannual scientific journal published in Georgia).</p> <p>2. მაღალდისპერსიული ტექნიკური ნახშირბადით შევსებული ორიენტირებული პოლივინილის სპირტის თავისუფალი მოცულობა შესწავლილია ელექტრონული სპინური რეზონანსის სპინური სინჯის მეთოდით. ორიენტირებულ პოლიმერულ ფირებში აზოტქანგა სტაბილური რადიკალების პოლიმერულ მატრიცაში დიფუზიით შეყვანის შემდეგ აღნიშნული მეთოდის გამოყენებით გაანგარიშებულია ამ რადიკალების საკუთარი ღერძის გარშემო ბრუნვის კორელაციის დროები და შესაბამისად, მათი დიფუზიის კოეფიციენტები, რაც უშუალო კავშირშია პოლიმერულ მატრიცაში არსებული მიკროსიგარიელების მოცულობასთან. დადგენილია, რომ თავისუფალი რადიკალების კონცენტრაცია და მათი კორელაციის დროები ფირის ლოკალურ უბნებში დაბალია იმდენად, რამდენადაც მაღალია ფირის ორიენტირების (გაჭიმვის) ხარისხი. ეს პროცესები კარგად კორელირებენ ანალოგიურ მოვლენებთან დენგამტარი შემვსების (ტექნიკური ნახშირბადი) შემცველი იმავე ტიპის კომპოზიტებში. ამ შემთხვევაში სტაბილური რადიკალების დიფუზია პოლიმერულ მატრიცაში უფრო შეფერხებულია, ვიდრე სუფთა პოლიმერში - სტაბილური რადიკალების კორელაციის დროები და, შესაბამისად, დიფუზიის კოეფიციენტები მცირდება რადიკალებსა და შემვსების ნაწილაკთა შორის დამატებით ურთიერთქმედებათა გამო.</p> <p><b>შემუშავებულია</b> თერმოპლასტიკური პოლიმერების (ნანოკომპოზიტების) ერთღერძიანი მართვადი ზონური გრადიენტული გაჭიმვის მათემატიკური მოდელირება, რომლის საფუძველზე პოლიმერულ (კომპოზიტურ)</p>		

მასალაში შეიძლება ფარდობითი წაგრძელების წინასწარ დადგენილი განაწილების შექმნა, რაც იძლევა ფიზიკურ მექანიკური თვისებების მართვი საშუალებას. მომზადებულია სამეცნიერო სტატია (**New Method and Mathematical Modeling of Uniaxial Zonal Controlled Stretching for Manufacturing of Gradually and Homogeneously Oriented Polymers**), რომლის გაგზავნა განზრახულია სამეცნიერო ჟურნალში: Science and Technology of Advanced Matherials.

## 6. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

### 6.1. საქართველოში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მომხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	L.V. Devadze, J.P. Maisuradze, G.Sh. Petriashvili, Ts.I. Zurabishvili, N.O. Sepashvili, Sh.A. Akhobadze.	Highly Photosensitive and Radiant Energy-saving Molecular Switches	5 <sup>th</sup> International Conference "Nanotechnologies", November 19 – 22, 2018, Tbilisi, Georgia. Nano – 2018, Abstracts, p.42.
მომხსენების ანოტაცია (საჭიროა იმ შემთხვევაში, თუ მოხსენება ფორუმის მასალებში არ გამოქვეყნებულა)			