

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტი

2015-2017 წლების სამეცნიერო კვლევების პროგრამის:

**მართვის თეორია, ტექნიკური სისტემებისა და მოწყობილობების
იდენტიფიკაცია, ოპტიმიზაცია და აგება, ინტელექტუალური
პროცესების მოდელირება**

სამეცნიერო საქმიანობის ანგარიში/ძირითადი თეორიული და
პრაქტიკული შედეგები

ინსტიტუტის ძირითადი მიმართულებების მიხედვით

მიმართულება – მართვის პროცესები

* სამეცნიერო ერთეულის ხელმძღვანელი;

**ოთარ ლაბაძე – ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, მთავარი მეცნიერი
თანამშრომელი**

* სამეცნიერო ერთეულის პერსონალური შემადგენლობა.

1. თ. საანიშვილი – ტ.მ.კ., უფროსი მეცნ.თანამშრომელი,
2. დ. ფურცხვანიძე – ტ.მ.კ., უფროსი მეცნ.თანამშრომელი,
3. ზ. ბუაჩიძე – ტ.მ.კ., უფროსი მეცნ.თანამშრომელი,
4. ლ. გვარამაძე – უფროსი მეცნ.თანამშრომელი,
5. მ. ცერცვაძე – ტ.მ.კ., უფროსი მეცნ.თანამშრომელი,
6. ვ. ბახტაძე – მეცნ.თანამშრომელი,
7. პ. სტავრიანიდი – მეცნ.თანამშრომელი,
8. თ. ხუციშვილი – ინჟინერი,
9. გ. კიკნაძე – ინჟინერი.

I. 1. საქართველოს სახელმწიფო ბიუჯეტის მიერ დაფინანსებული 2015-2017 წლების გეგმით შესრულებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტი

№	შესრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	2	3	4
1	<p>ინფორმაციის გარდაქმნის მოწყობილობების დამუშავება თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით.</p> <p>მეცნიერების დარგი და მიმართულება: ელექტრომაგნიტური გარდამქნელების დამუშავება მართვის სისტემებისათვის</p> <p>ამოცანა 1 სამპოზიციური დინამიური ობიექტის უკონტაქტო ადაპტური მართვის მიკროპროცესული სისტემის დამუშავება და გამოკვლევა.</p> <p>ამოცანა 2 კუთხური გადაადგილების 3D-ტიპის არაინერციული უკონტაქტო ნახევარსფერული ურთიერთინდუქციური პირველადი გარდამქმნელის დამუშავება და აგება</p> <p>ამოცანა 3 დიდი მუდმივი დენის ოპტოტრისტორული წყაროს –კალიბრატორის მართვის მოწყობილობის დამუშავება.</p>	ო.ლაბაძე	<p>თ. საანიშვილი დ. ფურცხვანიძე ზ. ბუაჩიძე ლ. გვარამაძე მ. ცერცვაძე ვ. ბახტაძე პ. სტავრიანიდი თ. ხუციშვილი გ. კიკნაძე</p>
<p>დასრულებული კვლევითი პროექტის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია</p> <p>ამოცანა 1. დამუშავებული სამპოზიციური დინამიური ობიექტის უკონტაქტო მართვის მიკროპროცესორული სისტემა უზრუნველყოფს ინდიკატორის ფუნქციური შესაძლებლობების გაფართოებას, მართველი იმპულსის მოხსნის შემდეგ გარდამავალი პროცესების რხევების რაოდენობის მნიშვნელოვან შემცირებას, მოძრავი მაგნიტის მართვის გაშვების, დამუხრუჭების და მომდევნო აჩქარების იმპულსების გამოყენების საშუალებით და დამატებითი გრაგნილის ამოქმედებას რხევების აქტიური დემფირების დროს, საინფორმაციო ხედის შეცვლის სწრაფქმედების გაზრდას, სამხედური ინფორმაციის შეცვლის საიმედოობას და ელექტროენერჯის ხარჯის მნიშვნელოვან შემცირებას.</p>			

სისტემა გამოიყენება ავტომატურ მართვასი, უპირატესად ინფორმაციის ამსახველ ელექტრომაგნიტურ ხელსაწყოებში და შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ტაბლოებში, ცვალებად საგზაო ნიშნებში, სარეკლამო ფარებში და ა. შ.

ამოცანა 2.

დამუშავდა კუთხური გადაადგილების 3D-ტიპის არაინერციული უკონტაქტო ნახევარსფერული ურთიერთინდუქციური პირველადი გარდამქმნელი, რომელიც უზრუნველყოფს სივრცეში ურთიერთორთოგონალურად და ნახევარსფეროს ზედაპირზე განთავსებულ სამ, ერთმანეთისაგან დამოუკიდებელ კოჭებში აღძრას ურთიერთინდუქციის ელექტრომაგნიტური ძალები, რომლებიც დამოკიდებული არიან აღმგნები კოჭას სივრცულ ადგილმდგომარეოდაზე.

კვლევის ჩასატარებლად დამზადებულია მოქმედი მაკეტი და ჩატარებულია ექსპერიმენტული გამოკვლევები, რომლებიც ადასტურებენ სიგნალების ცვლილების ასეთ ხასიათს. დამუშავებული 3D-ტიპის გარდამქმნელი შეიძლება გამოყენებული იქნეს, მაგალითად, მრავალსახსრული სამრეწველო რობოტის სამართავად, რომელზედაც, მიღებულია საავტორო მოწმობა.

ამოცანა 3

ჩატარებულია დიდი მუდმივი დენის მართვადი წყაროების მიმოხილვა და მოცემულია მათი შედარებითი კლასიფიკაცია. გამოვლენილია დიდი მუდმივი დენის წყაროების სხვადასხვა ტიპების თავისებურებანი და მათი დადებითი და უარყოფითი მხარეები; კლასიფიკაციის და კონკრეტული ამოცანების მოთხოვნების საფუძველზე გამოკვეთილია დიდი მუდმივი დენის წყაროს ქვეკლასის მუდმივი დენის კალიბრატორის პრაქტიკული რეალიზაციის ტირისტორების მართვის ფაზოიმიპულსურ მეთოდზე დაფუძნებული სისტემების სტრუქტურა; დამუშავებულია ტირისტორების ფაზოიმიპულსურ მეთოდზე დაფუძნებული სისტემების მართვის ბლოკის სხვადასხვა სტრუქტურები და მოყვანილია ანალოგურ, დისკრეტულ ელემენტებზე და მიკროკონტროლერებზე ტირისტორების მართვის სქემების პრაქტიკული რეალიზაცია; შესწავლილია მუდმივი დენის კალიბრატორის დატვირთვის დენზე მოქმედი აღმშფოთი ზემოქმედებები (ქსელის ძაბვა, სიხშირე, დატვირთვის წინააღმდეგობის ცვლილება, ტემპერატურა). განხილულია გამოსავალი მახასიათებლის მდგრადობის საკითხი სისტემაზე სხვადასხვა აღმშფოთი ზემოქმედებისას. ნაჩვენებია რომ უკუკავშირის შემოტანით შესაძლებელია ამ უარყოფითი მოვლენის კომპენსირება; აღწერილია მეტროპოლიტენის მატარებელში გამოყენებული დიდი დენის რელეების გაწყობისათვის განკუთვნილი, ოპტოტირისტორებზე აგებული, მოწყობილობა. ამ მოწყობილობას აქვს ერთნაირი მეტროლოგიური მახასიათებლები მეტროპოლიტენის მატარებელში გამოყენებული ყველა ტიპის დიდი დენის რელეების მიმართ.

II. 1. პუბლიკაციები

ა) საქართველოში

სტატიები

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათაური, ჟურნალის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/ კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	ო. ლაბაძე, ნ. ყავლაშვილი, ლ. გვარამაძე, პ. სტავრიანიდი, თ. საანიშვილი	უკუკავშირის გამოყენება ტირისტორების მართვის ფაზოიმპულსურ მეთოდზე დაფუძნებული დიდი მუდმივი დენის წყაროში. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	N21	თბილისი “პოლიგრაფი“ 2017	6
2	О. Лабадзе, П. Ставрианиди, Д. Пурцхванидзе, М. Церцвадзе, М. Ставрианиди	Робототехнический манипулятор საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	N21	თბილისი “პოლიგრაფი“ 2017	4
3	მ. გეგეჭკორი, ვ. ზახტაძე, მ. ცერცვაძე, ნ. ვარძიაშვილი	ინფორმაციის უსაფრთხოების საშიშრო- ებები, დაცვის მეთოდები და მათი კლასიფიკაცია. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	N21	თბილისი “პოლიგრაფი“ 2017	5

4	ა. ჭირაქაძე, ა. გიგინეიშვილი, ნ. ყავლაშვილი, ზ. ბუაჩიძე, მ. თაქთაქიშვილი, კ. გორგაძე	ზემადალსიხშირული დიაპაზონის რუპორული და სპირალური გამომსახვებლის გათვლა სასოფლო-სამეურნეო მავნებლების პოპულაციების კონტროლის დანადგარებში გამოსაყენებლად საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	N21	თბილისი “პოლიგრაფი“ 2017	6
5	ნ. ყავლაშვილი, ო. ლაბაძე, პ.სტავრიანიძე, ლ. გვარამაძე, თ. საანიშვილი, გ. კვიციანიძე	დენის ოპტოტორული კალიბრატორი გამომავალი ხაზოვანი მახასიათებელით საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	N°20	თბილისი „დამანი“ 2016	4
6	ო. ლაბაძე, ნ. ყავლაშვილი, მ. ცერცვაძე	სხვადასხვა ტიპის დინამიური ობიექტების მართვის ამოცანების გადაწყვეტა ინფორმაციის გარდაქმნის თანამედროვე პრინციპების გამოყენების საფუძველზე საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	N°20	თბილისი „დამანი“ 2016	10
7	ო. ლაბაძე, ნ. ყავლაშვილი, ლ. გვარამაძე, პ. ტავრიანიძე,	დიდი მუდმივი დენის წყარო ატვირთვის დენის წრფივი მახასიათებელით	N°20	თბილისი „დამანი“ 2016	7

	თ. საანიშვილი	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული			
8	ნ. დადიანი, დ.ფურცხვანიძე	მრავალსახსრული საწარმოო რობოტის კვანძთა მოძრაობის ტრაექტორიის ფორმირება და ოპტიმიზაცია კუბიური პოლინომებით საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	№20	თბილისი „დამანი“ 2016	4
9	დ.ფურცხვანიძე, ო. ლაბაძე, ვ. ბახტაძე	რობოტის სამართავი პროგრამის ჩაწერა მისი ჩამჭერის ხელით გადაადგილებისას საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	№20	თბილისი „დამანი“ 2016	5
10	ლევან გვარამაძე, ოთარ ლაბაძე, ნუგზარ ყავლაშვილი, პანაიოტ სტავრიანიძე, თამაზ საანიშვილი, გიორგი კიკნაძე	დიდი მუდმივი დენის კალიბრატორში დაგვიანების ციფრული ბლოკის რეალიზაცია დისკრეტულ ელემენტებზე. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	№19	თბილისი „უნივერსალი“ 2015	5

11	დავით ფურცხვანიძე, ოთარ ლაბაძე	შესახსვრის ტრაექტორიის ფორმირება და ოპტიმიზაცია მრავალსახსრული საწარმოო რობოტისათვის. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	№19	თბილისი „უნივერსალი“ 2015	3
12	დავით ფურცხვანიძე	სამგანზომილებიანი სივრცე დროის (ოთხგანზომილებიანი სივრცის) მოდელი. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	№19	თბილისი „უნივერსალი“ 2015	3
13	დავით ფურცხვანიძე, ნოდარ გძელიშვილი	ენერჯის ახალი წყაროების ძიების გზები. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	№19	თბილისი „უნივერსალი“ 2015	4
14	მერი გეგეჭკორი, ნინო ნარიმანიძე, ვერიკო ბახტაძე, თინათინ კაიშაური	Google Apps for Education-ის სერვისების გამოყენება სასწავლო პროცესში. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	№19	თბილისი „უნივერსალი“ 2015	4

III. 1. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

ა) საქართველოში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მომხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	<p>Н. В. Кавлашвили, П. Д. Ставрианиди, О. С. Лабадзе, Л. Л. Гварамадзе, Т. П. Саанишвили</p>	<p>Опотиристорный цифровой калибратор напряжения</p>	<p>აკად. ი. ფრანგიშვილის დაბადების 85 წლისთავისადმი მიძღვნილი საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია - „საინფორმაციო და კომპიუტერული ტექნოლოგიები მოდელირება, მართვა”. თბილისი, 2015 წ. 3-5 ნომბერი. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი</p>
2	<p>О. С. Лабадзе, Н. В. Кавлашвили, Л. Л. Гварамадзе, Т. П. Саанишвили</p>	<p>Адаптивная система управления параметрами искусственного микроклимата многоуровневого секционированного хранилища</p>	<p>აკად. ი. ფრანგიშვილის დაბადების 85 წლისთავისადმი მიძღვნილი საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია - „საინფორმაციო და კომპიუტერული ტექნოლოგიები მოდელირება, მართვა”. თბილისი, 2015 წ. 3-5 ნომბერი. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი.</p>

* სამეცნიერო ერთეულის დასახელება

ოპტიმალური მართვის პრობლემების განყოფილება

* სამეცნიერო ერთეულის ხელმძღვანელი

ვლადიმერ გაბისონია, ტექნ. მეცნ. კანდიდატი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი

* სამეცნიერო ერთეულის პერსონალური შემადგენლობა:

1. მინდია სალუქვაძე – მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, აკადემიკოსი
2. ბესარიონ შანშიაშვილი – მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, პროფესორი
3. სოსო გოგოძე – უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, ფიზ.-მათ. მეცნიერებათა კანდიდატი
4. ვიქტორ ხუციშვილი - უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, ფიზ.-მათ. მეცნიერებათა კანდიდატი
5. ნელი კილასონია – მეცნიერი თანამშრომელი, ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი
6. დალი სიხარულიძე - მეცნიერი თანამშრომელი
7. დუდუხანა ცინცაძე – მეცნიერი თანამშრომელი
8. ნუგზარ დადიანი - მეცნიერი თანამშრომელი, ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი
9. ქეთევან ოშიაძე – ინჟინერი

II. 1. საქართველოს სახელმწიფო ბიუჯეტის მიერ დაფინანსებული 2015-2017 წლების გეგმით შესრულებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტი

№	შესრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	2	3	4
1	მართვის სისტემების იდენტიფიკაციისა და ვექტორული ოპტიმიზაციის პრობლემური ამოცანების კვლევა თანამედროვე ინფორმაციული ტექნოლოგიების ბაზაზე. მართვის თეორია, მართვის სისტემების იდენტიფიკაცია, ოპტიმალური მართვა.	ბესარიონ შანშიაშვილი	ბესარიონ შანშიაშვილი მინდია სალუქვაძე ვლადიმერ გაბისონია სოსო გოგოძე ვიქტორ ხუციშვილი ნუგზარ დადიანი ნელი კილასონია დალი სიხარულიძე დუდუხანა ცინცაძე ქეთევან ოშიაძე

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

კვლევითი პროექტი მიზნად ისახავს მართვის სისტემების იდენტიფიკაციისა და ვექტორული ოპტიმიზაციის პრობლემური ამოცანების კვლევას.

მართვის სისტემების იდენტიფიკაციის მიხედვით, პროექტის ფარგლებში შესრულებული სამუშაო მოიცავს შემდეგ საკითხებს:

არასტაციონარული სისტემების იდენტიფიკაციის მეთოდების მიმოხილვა და ანალიზი, მრავალგანზომილებიანი არასტაციონარული დინამიკური სისტემების იდენტიფიკაციის მეთოდის შემუშავება გამოსავალის მიხედვით, არასტაციონარული დინამიკური სისტემების იდენტიფიკაციის ალგორითმის შემუშავება და ადეკვატურობის საკითხის გამოკვლევა, არაწრფივი სისტემების სტრუქტურული იდენტიფიკაციის მეთოდისა და ალგორითმის გამოკვლევა, არაწრფივი სისტემების სტრუქტურული მეთოდების მიმოხილვა და ანალიზი. არაწრფივი სისტემების სტრუქტურული იდენტიფიკაციის მეთოდის შემუშავება, არაწრფივი სისტემების სტრუქტურული იდენტიფიკაციის ალგორითმის შემუშავება და ადეკვატურობის საკითხის გამოკვლევა, არაწრფივი სისტემების სტრუქტურული იდენტიფიკაციის მეთოდისა და ალგორითმის გამოკვლევა, არაწრფივი სისტემების პარამეტრული იდენტიფიკაციის მეთოდების მიმოხილვა და ანალიზი, არაწრფივი სისტემების პარამეტრული იდენტიფიკაციის მეთოდის შემუშავება, არაწრფივი სისტემების პარამეტრული იდენტიფიკაციის ალგორითმის შემუშავება და ადეკვატურობის საკითხის გამოკვლევა, არაწრფივი სისტემების პარამეტრული იდენტიფიკაციის მეთოდისა და ალგორითმის გამოკვლევა.

მართვის თეორიის ერთ-ერთი ძირითადი მიმართულება – სისტემების იდენტიფიკაცია გულისხმობს ოპტიმალური მოდელის აგებას სისტემის ფუნქციონირების დროს მის შესავალ და გამოსავალ ცვლადებზე დაკვირვებების შედეგად მიღებული ინფორმაციის საფუძველზე. იდენტიფიკაციის სხვადასხვა ამოცანების გადაწყვეტა სისტემის სახეობისაგან დამოკიდებულებით, შეიძლება განხორციელდეს წრფივი, არაწრფივი, სტაციონარული ან არასტაციონარული მოდელებით სისტემის შესავალზე დეტერმინირებული ან სტოქასტური სიგნალების ზემოქმედებისას, რომელთა გამოყენება დამოკიდებულია სისტემის ფუნქციონირების პირობებზე.

პროექტის მიზნების მისაღწევად გამოყენებული იქნა ჩვეულებრივი დიფერენციალური განტოლებების კვლევის, მათემატიკური ანალიზის, უმაღლესი ალგებრის, ალბათობის თეორიის და მათემატიკური სტატისტიკის, გამოთვლითი მათემატიკის, იდენტიფიკაციისა და მართვის თეორიის, ვექტორული ოპტიმიზაციის, რხევების თეორიის მეთოდები. შემუშავებულია იდენტიფიკაციისა და ვექტორული ოპტიმიზაციის მეთოდებისა და ალგორითმების ეფექტურობა, გამოკვლეულია როგორც თეორიული ანალიზის, ისე მოდელირების დახმარებით.

ტექნიკური სისტემა თავისი ნორმალური ფუნქციონირების დროს ხასიათდება პარამეტრების ცვალებადობით დროში. ასეთი სისტემების წარმოდგენა სტაციონარული მოდელებით არ იძლევა პრაქტიკისათვის მისაღებ შედეგებს.

დინამიკური სისტემების წარმოდგენისას წრფივი არასტაციონარული მოდელები აღიწერებიან ცვლადპარამეტრებიანი წრფივი არაერთგვაროვანი ჩვეულებრივი დიფერენციალური განტოლებებით. იდენტიფიკაციის ამოცანების გადაწყვეტა გართულებულია იმ მათემატიკური სიმძნელებით, რომლებიც გვხვდება ცვლადკოეფიციენტებიანი დიფერენციალური განტოლებების ამოხსნის დროს. არასტაციონარული სისტემების იდენტიფიკაციის არსებული მეთოდების მიმოხილვისა და ანალიზის შედეგად განხორციელდა არსებული მდგომარეობის დაზუსტება არასტაციონარული სისტემების იდენტიფიკაციის ამოცანების კვლევის სფეროში. მოცემულ სამუშაოში არასტაციონარული წრფივი დინამიკური სისტემების პარამეტრული იდენტიფიკაციის ამოცანა დასმულია როგორც ჩვეულებრივი წრფივი ცვლადკოეფიციენტებიანი დიფერენციალური განტოლების კომის ამოცანის ამოხსნის გარკვეული აზრით შებრუნებული ამოცანა, სისტემის შესავალ და მდგომარეობის ცვლადებზე და პარამეტრებზე გარკვეული შეზღუდვების დროს. იგულისხმება, რომ მდგომარეობის ცვლადების პირდაპირი დაკვირვება არ არის შესაძლებელი და მათ შესახებ მსჯელობა შეიძლება გაზომვადი გამოსავალი ცვლადების საშუალებით გამოსავალი მატრიცის ცვლადი ელემენტების პირობებში. განხორციელდა არსებული მდგომარეობის დაზუსტება არასტაციონარული სისტემების იდენტიფიკაციის ამოცანების კვლევის სფეროში. შემუშავდა არასტაციონარული დინამიკური სისტემების იდენტიფიკაციის მეთოდი გამოსავალის მიხედვით. შემუშავებულია არასტაციონარული დინამიკური სისტემების იდენტიფიკაციის ალგორითმი და ჩატარდა ადეკვატურობის საკითხის გამოკვლევა. ჩატარდა არასტაციონარული სისტემების იდენტიფიკაციის მეთოდისა და ალგორითმის გამოკვლევა მეორე რიგის სისტემების მაგალითზე.

სისტემის შესახებ არსებული აპრიორული ინფორმაციის მიხედვით არჩევენ იდენტიფიკაციის სხვადასხვა ამოცანებს. სისტემის ადეკვატური მოდელის აგებისათვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს სტრუქტურული იდენტიფიკაციის ამოცანის წარმატებით გადაწყვეტას.

არაწრფივი სისტემების იდენტიფიკაციის დროს არაწრფივი მოდელებით შეიძლება გამოიყოს ძირითადად ორი ტენდენცია. პირველი მდგომარეობს კერძო სახის, უმთავრესად ბლოკურად ორიენტირებული მოდელების, ხოლო მეორე კი ზოგადი მოდელების, ძირითადად ვოლტერას და ვინერის ფუნქციონალური მწკრივებისა და კოლმოგოროვ-გაბორის უწყვეტი და დისკრეტული პოლინომების გამოყენებაში. კერძო მოდელების უპირატესობა გამოიხატება მათი გამოყენების სიმარტივით არაწრფივი სისტემების წარმოსადგენად.

მიდგომა არაწრფივი სისტემების სტრუქტურული იდენტიფიკაციის ამოცანის გადაწყვეტისადმი ძირითადად ხდება ზევით აღნიშნული ორი ტენდენციის პოზიციებიდან. თუმცა არსებობს სხვა მიდგომებიც აღნიშნული ამოცანის გადასწყვეტად.

ბლოკურად-ორიენტირებული მოდელებით სტრუქტურული იდენტიფიკაციისას ძირითადი შედეგები მიღებულია დისკრეტული მოდელებით იდენტიფიცირების დროს ან უწყვეტი მოდელებით ასეთი მოდელების სიმრავლის გარკვეულ ქვესიმრავლეებზე.

მოცემულ სამუშაოში განიხილება არაწრფივი დინამიკური სისტემების სტრუქტურული იდენტიფიკაციის ამოცანა უწყვეტ ბლოკურად-ორიენტირებული მოდელების უფრო „დიდ“ სიმრავლეზე სისტემის შესავალი პერიოდული სიგნალის დროს.

არაწრფივი სისტემების სტრუქტურული იდენტიფიკაციის ამოცანა დასმულია შედეგნაირად: ცნობილია მოდელთა და შესავალი სიგნალების კლასები და საჭიროა დამუშავებული იქნას მოდელის განსაზღვრის კრიტერიუმი მოდელთა კლასიდან. სტრუქტურული იდენტიფიკაციის ამოცანის ასეთი დასმა ეთანადება ლ. ზადეს მიერ შემოტანილ იდენტიფიკაციის კლასიკულ განმარტებას.

არაწრფივი სისტემების სტრუქტურული იდენტიფიკაციის ამოცანის გადაწყვეტისას არაწრფივი სისტემებისათვის მოდელის სტრუქტურის განსაზღვრა ხორციელდება უწყვეტი ბლოკურად-ორიენტირებული მოდელების სიმრავლეზე, რომლის ელემენტებია ჰამერშტეინისა და ვინერის მოდელების სხვადასხვა მოდიფიკაციები, კერძოდ, ჰამერშტეინის მარტივი და განზოგადებული მოდელები, ვინერის მარტივი, განზოგადებული და გაფართოებული მოდელები, ვინერ-ჰამერშტეინის მარტივი, განზოგადებული და გაფართოებული კასკადური მოდელები, ჰამერშტეინ-ვინერის მარტივი კასკადური მოდელი. ამასთან, სისტემის შესახებ აპრიორული ინფორმაცია გამოიყენება მოდელების სიმრავლის, ხოლო აპოსტერიორული ინფორმაცია მოდელის სტრუქტურის განსაზღვრისათვის მოდელების მოცემული სიმრავლიდან.

პროექტში დამუშავებულია არაწრფივი სისტემების სტრუქტურული იდენტიფიკაციის მეთოდი დამყარებულ რეჟიმში, როდესაც მოდელების შემადგენლობაში მყოფი არაწრფივი სტატიკური რგოლი აღიწერება მეორე ხარისხის პოლინომიალური ფუნქციით, ხოლო წრფივი დინამიკური რგოლები მდგრადია. სისტემის შესავალი $u(t)$ ნამდვილი პერიოდული ფუნქციაა პერიოდით T , რომლისთვისაც არსებობს აბსოლიტურად და თანაბრად კრებადი ფურიეს მწკრივი. ასეთი შესავალი სიგნალების კლასი მოიცავს სინუსოიდალურ სიგნალის გარდა ისეთ სიგნალებს, როგორც არიან, სიმეტრიული სამკუთხა იმპულსი, სიმეტრიული ტრაპეციული იმპულსი, ნახევრად სინუსოიდალური იმპულსი და სხვა.

მოდელთა კლასის თითოეული მოდელის გამოსავალი ცვლადის გამოსახულების მიღების დროს ნაჩვენებია, რომ არაწრფივი სტატიკური და წრფივი დინამიკური რგოლების გამოსასვლელებზე მიღებული ტრიგონომეტრიული მწკრივები კრებადია თანაბრად და აბსოლუტურად, და მიღებული მწკრივების კვადრატში აყვანისას და ერთმანეთზე გადამრავლებისას შეიძლება კომის წესით სარგებლობა.

მოდელების გამოსასვლელებზე მიღებული იძულებითი რხევების შესავალი სიგნალის მიმართ ფაზური წანაცვლების და ასევე ამ რხევების მუდმივი მდგენელის შესავალი სიგნალის პერიოდზე დამოკიდებულების მიხედვით მოდელის სტრუქტურის იდენტიფიკაციის დამუშავებული კრიტერიუმის მიხედვით შესაძლებელია გამოიყოს მოდელთა სიმრავლის ოთხი ქვესიმრავლე, კერძოდ ქვესიმრავლეები, რომელთა ელემენტებია: 1. ჰამერშტეინის მარტივი და განზოგადებული; 2. ვინერის (მარტივი და განზოგადებული) და ვინერ-ჰამერშტეინის კასკადური (მარტივი და განზოგადებული); 3. ვინერის და ვინერ-ჰამერშტეინის გაფართოებული მოდელები; 4. ჰამერშტეინ-ვინერის მარტივი კასკადური მოდელი, საკვლევი არაწრფივი სისტემის წარმოსადგენად.

შემუშავებული იდენტიფიკაციის მეთოდის საფუძველზე აგებული ალგორითმი გამოკვლეულია როგორც თეორიული ისე კომპიუტერული მოდელირების საშუალებით.

დამუშავებული მეთოდების სიზუსტე დამოკიდებულია სისტემის შესავალ-გამოსავალი ცვლადების გაზომვისა და მიღებული ექსპერიმენტალური მონაცემების მათემატიკური დამუშავების სიზუსტეზე. ცდომილებების თავიდან ასაცილებლად შემუშავებულია შესაბამისი რეკომენდაციები.

არაწრფივი სისტემების იდენტიფიკაციისას პერიოდული სიგნალებით რეკომენდირებულია დაგროვების მეთოდის გამოყენება, რომლის დროსაც გამოსავალი სიგნალის მნიშვნელობად დროის ყოველ მომენტში აიღება მისი მათემატიკური ლოდინის მნიშვნელობა მრავალჯერადი ცდების ჩატარებისას. მოდელის სტრუქტურის განსაზღვრის სიზუსტეზე შეიძლება გავლენა მოახდინოს აგრეთვე გამზომი ხელსაწყოების ინერციულობამ. ამიტომ, ექსპერიმენტის ჩატარების დროს რეკომენდირებულია ისეთი ხელსაწყოების გამოყენება, რომელთა ინერციულობა გაცილებით ნაკლებია საკვლევი სისტემის ინერციულობაზე.

პარამეტრული იდენტიფიკაციის ამოცანა წარმოადგენს სისტემების იდენტიფიკაციის ერთ-ერთ ძირითად ამოცანას მოდელის ცნობილი სტრუქტურის დროს.

არაწრფივი სისტემების პარამეტრული იდენტიფიკაციის ამოცანისადმი მიძღვნილია ნაშრომთა დიდი რაოდენობა, რომლებშიც ეს ამოცანა გადაწყვეტილია სხვადასხვა მიდგომით და სხვადასხვა მეთოდზე დაყრდნობით. არაწრფივი სისტემების ბლოკურად-ორიენტირებული მოდელებით წარმოდგენისას ამ მოდელების პარამეტრების იდენტიფიკაციის მეთოდების უმრავლესობა დამუშავებულია ჰამერშტეინის მარტივი მოდელისათვის. შედარებით მცირე რაოდენობა ნაშრომებისა ეძღვნება ვინერის მარტივი მოდელის პარამეტრების იდენტიფიკაციას. რაც შეეხება სხვა ბლოკურად-ორიენტირებული მოდელების პარამეტრების იდენტიფიკაციას, აქ წარმატებები უმნიშვნელოა და სულ რამოდენიმე ნაშრომის დასახელება შეიძლება ამ სფეროში. ეს შეიძლება აიხსნას იმ გარემოებით, რომ ბლოკურად-ორიენტირებული მოდელების უმრავლესობა, გარდა ჰამერშტეინის მოდელებისა, არაწრფივია პარამეტრების მიმართ, და ასევე, შესაფასებელი პარამეტრების დიდი რაოდენობით. ასე მაგალითად, ჰამერშტეინ-ვინერის მარტივი კასკადური მოდელისათვის, რომლის შემადგენლობაში მყოფი წრფივი დინამიკური ელემენტი აღიწერება m -ური რიგის ჩვეულებრივი დიფერენციალური განტოლებით, ხოლო არაწრფივი ელემენტები - n_1 და n_2 ხარისხის პოლინომიალური ფუნქციებით, შესაფასებელი პარამეტრების რიცხვი ტოლია: $n_1 + m + n_2 + 3$. ამის გამო, ასეთი სისტემების პარამეტრული იდენტიფიკაციის ამოცანის გადაწყვეტა ანალიზური სახით შესაძლებელია მხოლოდ ზოგიერთი დაბალი რიგის მოდელისათვის.

პროექტში განიხილება არაწრფივი სისტემების პარამეტრული იდენტიფიკაციის ამოცანა მათი წარმოდგენისას დაბალი რიგის ვინერ-ჰამერშტეინის მარტივი კასკადური მოდელით. პარამეტრული იდენტიფიკაციისათვის გამოიყენება გამოსავალი - იძულებითი რხევების გამოსახულებები დამყარებულ რეჟიმში სისტემის შესავალზე ჰარმონიული სიგნალის ზემოქმედებისას. იგულისხმება, რომ მოდელის წრფივი დინამიკური რგოლები წარმოიდგინება პირველი რიგის აპრიოდული რგოლებით, ხოლო არაწრფივი სტატიკური რგოლი აღიწერება მეორე ხარისხის პოლინომიალური ფუნქციით.

წრფივი სისტემებისათვის დამახასიათებელი სუპერპოზიციის პრინციპის გათვალისწინებით, მოდელის გამოსავალზე მიღებული იძულებითი რხევების აღმწერი გამოსახულებები მიღებულია დიფერენციალური განტოლებების ამოხსნის გზით. ექსპერიმენტის ჩატარებისას მიღებული იძულებითი რხევებისათვის ფურიეს აპროქსიმაციის გამოყენებისას ფურიეს კოეფიციენტების

შეფასებული მნიშვნელობების მათ თეორიულ მნიშვნელობებთან გატოლების გზით, მიღებულია ალგებრულ განტოლებათა სისტემები უცნობი პარამეტრების განსასაზღვრავად. პარამეტრების შეფასებები მიიღება აღნიშნული განტოლებათა სისტემებიდან უმცირესი კვადრატების მეთოდით:

$$c = \frac{\left(\sum_{i=1}^n a_{0i}\right)\left(\sum_{i=1}^n a_{0i}\omega_i^4\right) - \left(\sum_{i=1}^n a_{0i}\omega_i^2\right)^2}{A^2 n \left(\sum_{i=1}^n a_{0i}\omega_i^4\right) - A^2 \left(\sum_{i=1}^n a_{0i}\omega_i^2\right)}, \quad \hat{T}_1 = \sqrt{\frac{n \left(\sum_{i=1}^n a_{0i}\omega_i^2\right) - \left(\sum_{i=1}^n a_{0i}\right)\left(\sum_{i=1}^n a_{0i}\omega_i^2\right)}{n \left(\sum_{i=1}^n a_{0i}\omega_i^4\right) - \left(\sum_{i=1}^n a_{0i}\omega_i^2\right)}}.$$

$$\hat{T}_2 = \frac{\sum_{i=1}^n \left(a_{2i}\omega_i^3 \hat{T}_1^2 - 4b_{2i}\omega_i^2 \hat{T}_1\right) \left(a_{2i} - b_{2i} + a_{2i}\omega_i \hat{T}_1 + b_{2i}\omega_i^2 \hat{T}_1^2\right)}{\sum_{i=1}^n \left(a_{2i}\omega_i^3 \hat{T}_1^2 - 4b_{2i}\omega_i^2 \hat{T}_1\right)},$$

სადაც a_{ki}, b_{ki} ($k=1,2$), ($i=1,2,\dots,n$) - ფურიეს კოეფიციენტების მნიშვნელობაა ω_i სიხშირის დროს,

პარამეტრების შეფასების საიმედოება დამოკიდებულია სისტემის შესავალი და გამოსავალი სიგნალების გაზომვისა და ექსპერიმენტული მონაცემების მათემატიკურ დამუშავების სიზუსტეზე.

არაწრფივი სისტემების იდენტიფიკაციის დამუშავებული მეთოდების საფუძველზე შედგენილი ალგორითმის გამოკვლევა ჩატარებულია ასევე კომპიუტერული მოდელირების საშუალებით პროგრამული პაკეტის MATLAB-ის გამოყენებით.

ინდუსტრიალურ სისტემებში, მართვის თეორიაში მათემატიკური მოდელირების ამოცანებთან ერთად, ხშირად ვხვდებით ოპტიმიზაციის პრობლემებს, რომლებიც მოითხოვენ ერთზე მეტი რაოდენობის მიზნობრივი ფუნქციების გათვალისწინებას. აღნიშნული ფაქტი განაპირობებს მრავალმიზნობრივი ოპტიმიზაციის, ანუ ვექტორული ოპტიმიზაციის სტიმულირებას. მრავალმიზნობრივი პრობლემების მიმართ მკვეთრად მზარდი ინტერესი როგორც თეორიული, ისე პრაქტიკული გამოყენების პოზიციიდან, მოითხოვს იმ ერთიანი მიდგომის ფორმალიზაციას, რომელიც ერთ მხრივ გაითვალისწინებს უკვე არსებულ გარემოებებს, ხოლო მეორე მხრივ დასაბამს მისცემს ახალ შედეგებს მრავალმიზნობრივი ოპტიმიზაციის დარგში. ამ მხრივ შესრულებული პროექტი მოიცავს როგორც თეორიული, ასევე პრაქტიკული ტიპის ზოგადი მიდგომის შემდეგ საკითხებს: ვექტორული ოპტიმიზაციის ამოცანების შესწავლა განუზღვრელობის პირობებში, არაწრფივი სისტემების სტრუქტურული იდენტიფიკაციის ალგორითმის შემუშავება, ვექტორული ოპტიმიზაციის ამოცანებში ლიდერისა და მდევრის ამოცანისა და პირველი სვლის შესახებ საკითხის გამოკვლევა, ვექტორული ოპტიმიზაციის სხვადასხვა ტიპის მომხმარებელზე ორიენტირებული მეთოდების დამუშავების ფარგლებში იტერაციული არაინტერაქტიული ალგორითმის დამუშავება.

რიცხვითი მეთოდების დამუშავება, გადაწყვეტილების მიღების თეორია, როგორც ოპტიმიზაციის კლასიკური თეორიის ბუნებრივი და მნიშვნელოვანი განზოგადება, ინტენსიურად ვითარდება და იხვეწება მსოფლიოს მრავალ სამეცნიერო ცენტრში. საზოგადოდ, გადაწყვეტილების მიღება, ფართო აზრით, ნიშნავს არჩევანის განხორციელებას ალტერნატივათა სიმრავლეში, რომელიც

შეიძლება არ იყოს ერთგვაროვან ობიექტთა ერთობლიობა, ხოლო არჩევანის მიზანი, ანუ გადაწყვეტილების მიღების კრიტერიუმი, შეიძლება არ იყოს ერთადერთი, ურთიერთგამომრიცხავ მოთხოვნებს შეიცავდეს, ან დამოკიდებული იყოს წინასწარ გაუთვალისწინებად ფაქტორებზე.

ოპტიმიზაციის თეორია, როგორც გადაწყვეტილების მიღების ზოგადი თეორიის ქვემიმართულება, ფართოდ გამოიყენება მეცნიერებისა და ტექნიკის მრავალ დარგში, უმჯობესდება ძველი და იქმნება ახალი რიცხვითი მეთოდები პრაქტიკული ღირებულების მქონე ამოცანათა ფართო სპექტრისათვის.

პროექტის ფარგლებში ვექტორული ოპტიმიზაციის პრობლემური ამოცანების კვლევისათვის გამოყენებულია მრავალკრიტერიული ოპტიმიზაციის რიცხვითი მეთოდები. კერძოდ, გარკვეული აზრით, გონივრული კომპრომისული ამონახსნების მოძებნისათვის დამუშავდა ახალი რიცხვითი მეთოდები, რომლებშიც გათვალისწინებულია ან არ არის გათვალისწინებული ექსპერტის, ან ექსპერტთა ჯგუფის მონაწილეობა გადაწყვეტილების მიღების პროცესში. უპირატესობა ენიჭება რიცხვით ალგორითმებს ექსპერტის ან ექსპერტთა ჯგუფის მონაწილეობით, ანუ დიალოგურ პროცედურებს, რომელთა გამოყენებითაც ამონახსნის არჩევა ხორციელდება ექსპერტის ან ექსპერტთა ჯგუფის კომპიუტერთან დიალოგურ რეჟიმში.

ხელმისაწვდომი ლიტერატურის მიმოხილვიდან ჩანს, რომ ალტერნატივათა სტრუქტურირების პრობლემა სულ უფრო მზარდ მეცნიერულ ინტერესს იწვევს. ჩვენ მოვიყვანთ რამდენიმე მიდგომას ამ პრობლემის გადასაჭრელად.

გამოყენებითი მრავალკრიტერიული ანალიზის სასრული ამოცანების ამოსახსნელად არსებობს მთელი რიგი მეთოდი, რომლებიც განსაზღვრავს არაუარესი ამოხსნების სიმრავლეს და გმპ-ს (გადაწყვეტილების მიმღები პირი), აძლევს შესაძლებლობას მიიღოს საბოლოო გადაწყვეტილება. ერთერთი უძველესია წონითი კოეფიციენტების მეთოდი (N.O.Da Cunha , F.Polak, H.W.Kuhn, A.W Tucker) აქ ამოხსნები მიიღება სკალარული ამოცანის ამოხსნით. L.A.Zadeh, Zeleny-ს აქვთ მოყვანილი მრავალკრიტერიული სიმპლექს-მეთოდის ალგორითმი არაუარესი ამონახსნების მოსაძებნად. არაუარესი ამონახსნების სიმრავლის მოსაძებნად J.Cohon, D.Marks და Y.Y. Hames, W.A.Hall, H.T.Freedman იყენებენ ზღვართა მეთოდს კრიტერიული ფუნქციების სივრცეში.

ინტერაქტიური მეთოდებით უპირატესობა დგინდება სხვადასხვა ეტაპებზე. ავტორები R.Benayoun, J.De Montgolfier, J.Tergny , O.Lazitchev ნაბიჯ-ნაბიჯ ადგენენ უპირატესობას მეთოდით STEM(Step Method). D.E.Monarcji, C.C.Kisiel, L.Duckstein გვთავაზობენ მეთოდს SEMOPS(Sequential Multiple Objective Problem Solving).

სტოქასტიური მეთოდი გვთავაზობს გადაწყვეტილების მიღების კონცეფციას განუზღვრელობის პირობებში უპირატესობების ტერმინებში (Y.Y.Haimes, L.Duckstein, D.Monarchi, C.C.Kisiel). ავტორებმა A.Goicoechea, D.R.Hansen, L.Duckstein გააანალიზეს კრიტერიული ფუნქციის მნიშვნელობის მიღწევის ალბათობა მეთოდით PROTRADE(Probabilistic Trade-off Development). R.L.Keeny, Sichertman ხსნიან მრავალკრიტერიული გადაწყვეტილების მიღების ამოცანას "სარგებლობის თეორიით".A.A Charnes ,W.W.Cooper, F.W.Gembicki, Y.Y.Haimes და J.P.Ignizio მიზნობრივი პროგრამირების გამოყენებით აგებენ მოცემულ მიზანთან უახლოეს შესაძლო ამონახსნს. მეთოდი ELECTRA -ს შემაჯამებელი გრაფი მიიღება აწონილი უპირატესობის შეთანხმებულობის ხარისხის და გარკვეული მოქმედებების შეუთანხმებლობის წონის

შემოწმებით. B.Roy-ს მეთოდების შემდეგ ვერსიებში ELECTRE II(B.Roy,B.Bertier(1972), ELECTRE III,IV(B.Roy, J.C.Hugonnard მნიშვნელოვანი გაუმჯობესებებია სრული უპირატესობის დონის მიღწევაში. მეთოდი PROMETHEE (Preference Ranking Organization Enrichment Methods for Evaluation) იყო დამუშავებული J.P.Brans, P.A.Vincke-ს მიერ. ამ მეთოდში არსებული მოქმედებების ყველა წყვილი განიხილება ცალ-ცალკე თითოეული კრიტერიუმისათვის, ავტორები წარმოგვიდგენენ უპირატესობის ფუნქციებს. ისინი მათემატიკური ფუნქციებია, რომლებითაც გმპ-ს შეუძლიათ გამოხატონ თავისი უპირატესობის ინტენსიურობა და საზღვრები გარკვეულ კრიტერიუმებზე. ავტორებმა განავითარეს ამ მეთოდების ოთხი ვარიაცია: PROMETHEE I იძლევა ალტერნატივების ნაწილობრივ დალაგებას, PROMETHEE II- სრულ დალაგებას, PROMETHEE III - ინტერვალურ დალაგებას, ხოლო PROMETHEE IV გამოიყენება ალტერნატივათა უწყვეტი სიმრავლისათვის. რაც შეეხება ოპტიმიზაციის მრავალ მიდგომას და მათემატიკურ მოდელს (C.M. Brugha), გამოვყოფთ რამდენიმე მათგანს: PROMETHEE - ს გაფართოება არამკაფიო მათემატიკური პროგრამირებისათვის (A.S.Fernandez-Castro ,M.Jimenez), მრავალკრიტერიალური ანალიზის წარმოდგენა ხელოვნური ინტელექტის მეთოდებით (G.Balestra, Tsoukias), ბაიესის მიდგომა მრავალკრიტერიალური გადაწყვეტილების მიღებისათვის (R.Rajagopal, E.Del Castillo). საინტერესო მიდგომას სასრულ განზომილებიან ალტერნატივათა სიმრავლეებში ნაწილობრივი დალაგების შემოსაღებად გვაძლევენ სერბი მეცნიერები M. Žižović, N. Damljanović, V. Lazarević, N.Deretić და რუსი მეცნიერები Кандырин Ю.В., Сазонова Л.Т., Шкурина Г.Л.

პროექტში განხილულია უპირატესობის თანადობათა შემოტანის რამდენიმე განსხვავებული მეთოდი უსასრულო და სასრულგანზომილებიანი ალტერნატივათა სიმრავლის ნაწილობრივი დალაგებისათვის. პრაქტიკულ მაგალითზე შედარებულია T.Saaty-ს და M. Žižović, N. Damljanović, V. Lazarević, N.Deretić -ს მეთოდები.

განუზღვრელობის წარმოშობის წყაროებისა და მიზეზების შესასწავლად გამოიყოფა, როგორც ეკონომიკის, ასევე პოლიტიკური ფაქტორები. მნიშვნელოვანია იმის აღნიშვნა, რომ ხშირად სამართი პროცესის მიზნები შეიცავს ნუზღვრელობას (მიზანი თვალსაჩინო, ნათელი არ არის) და მათი ფორმალიზაცია, როგორც წესი სუბიექტურია, რადგან მოთამაშის (გადაწყვეტილების მიმღები პირი), მიერ ხდება ფორმულირება. ყურადსაღებია შემდეგი გარემოება: ცვლადებს შორის პროცესის ადეკვატური კავშირების დამყარება დიფერენციალური და (ან) ალგებრული განტოლებების სახით, ყოველთვის არ არის შესაძლებელი. ამოცანა, რომელიც დგება გმპ-ის წინაშე, პროექტში განხილულია განუზღვრელობის პირობებში ერთკრიტერიული მათემატიკური მოდელის, კერძოდ დალაგებული სამეულის სახით.

აღსანიშნავია, რომ ეკონომიკურ ლიტერატურაში აქტუალურია შემდეგი მოთხოვნა: ერთკრიტერიალურ ამოცანაში განუზღვრელობის პირობებში გადაწყვეტილება ოპტიმალურად უნდა დაკავშირდეს მოგების და რისკის მნიშვნელობებთან. კერძოდ, როცა ვაფასებთ მოგებასა და განუზღვრელობით გამოწვეულ რისკებს, მოთამაშე (გმპ) ირჩევს იმ სტრატეგიას, რომელიც მას აძლევს შესაძლო მაქსიმალურ მოგებას და იმავდროულად რისკის შესაძლო მინიმალურ დონეს. ფაქტიურად ეს ნიშნავს ერთკრიტერიალურ ამოცანის ორკრიტერიალურში გადასვლას:

$$\langle X, Y \{f(x,y), \Phi(x, y)\} \rangle (1),$$

სადაც გვაქვს ორი კრიტერიუმი: მოგების ფუნქცია $f(x, y)$ და რისკის ფუნქცია $\Phi(x, y)$. რისკის ფუნქციის სახე ასეთია:

$$\Phi(x, y) = \max_{z \in X} (f(z, y) - f(x, y)) \quad (2).$$

$$z \in X$$

ერთერთი მეთოდი განუზღვრელობის პირობებში მრავალკრიტერიალური ამოცანის ამოხსნის ფორმალიზაციისთვის არის “უნაგირა” წერტილის ანალოგი (დამუშავებული ჟუკოვსკი, სალუქვაძის მიერ) და ეწოდება “ვექტორული უნაგირა წერტილი”. ჟუკოვსკის და სალუქვაძის მიერ საანგარიშო პერიოდში განხილულია პარეტო-გარანტირებული წონასწორობის საკითხი კურნოს ამოცანაში, ნემის წონასწორობის სიტუაციის საკითხი ბერტანის მოდელში განუზღვრელობის არსებობისას, კურნოს ოლიგოპოლური მოდელი, ნემისა და ბერჟეს წონასწორობის პირობები. მრავალკრიტერიალურ ამოცანებში მოთამაშე (გმპ) ყოველთვის ცდილობს, შესაძლებლობის ფარგლებში, შეამციროს თავისი რისკი y განუზღვრელობის პირობებში. ცხადია, რომ მისთვის ყველაზე კარგია ნულოვანი რისკი. მნიშვნელოვანია გამოვყოთ შემთხვევა, როდესაც მოთამაშე განსაკუთრებულად ინფორმირებულია. ასეთი გარემოება გამოხატავს იმ ფაქტს, რომ მოთამაშის სტრატეგია მდგომარეობს ქმედების არჩევანში y განუზღვრელობის ცოდნის საფუძველზე. ასეთ შემთხვევაში მოთამაშის მოგების ფუნქცია დამოკიდებულია არა სუფთა სტრატეგია $x \in X$ -ზე, არამედ მოთამაშის მიერ არჩეულ $X(y)$ ქმედებაზე.

ამრიგად, რისკი ეს არის შესაძლებლობა იმისა, რომ რომელიმე სიდიდე გადაიხრება სასურველი მნიშვნელობიდან, ხოლო მისი შეფასება წარმოადგენს სხვაობას მოგების ფუნქციის სასურველ მაქსიმალურ მნიშვნელობასა და განუზღვრელობის გამო მის რეალიზებად მნიშვნელობას შორის. ამის შესაბამისად ერთკრიტერიალური ამოცანა განუზღვრელობის პირობებში შეიძლება ინტერპრეტირებული იქნას როგორც ერთი პირის თამაში ბუნების წინააღმდეგ. შედეგად ვღებულობთ ორკრიტერიალურ ამოცანას (1). Φ - რისკის ზომა ცალსახად განისაზღვრება მისი (2) მნიშვნელობებით.

სტატისტიკურ თამაშებში წონასწორობის სტრატეგიის გამოკვლევა პროექტში დასმულია მოთამაშეთა, კერძოდ ლიდერისა და მდევრის ამოცანის სახით და განხილულია საკითხი პირველი სვლის შესახებ. დამუშავებულია არანულოვანი ჯამის მქონე თამაშებში პირველი სვლის ალგორითმი.

ამ საკითხის კვლევისათვის შესწავლილი იქნა ე. წ. ნემის ამონახსნი და შტაკელბერგის სტრატეგია. ნემის ამონახსნის საილუსტრაციოდ განვიხილეთ რამდენიმე მარტივი ბიმატრიცული თამაში. მაგალითისათვის გამოვიყენეთ „პატიმრის დილემა“. ნემის სტრატეგია, რომელსაც მოთამაშეები იყენებენ ოპტიმალურობის აღწერისთვის, იცავს თითოეულ მოთამაშეს საკუთარი მიზნობრივი ფუნქციის შემდგომი გაუმჯობესებისგან. ლიდერ-მდევრის ქცევა პირველად განხილულ იქნა ეკონომისტ გ. შტაკელბერგის მიერ. ბუნებრივია ვივარაუდოთ, რომ ორი პირის არსებული თამაშისთვის $(X_1, X_2, f_1(x_1, x_2), f_2(x_1, x_2))$, ლიდერმა იცის გამარჯვების ორივე ფუნქცია f_1, f_2 და ამ ინფორმაციას იყენებს მდევრის რეაქციის წინასწარ განსაზღვრისთვის. მდევარი ლიდერის სტრატეგიას იღებს, როგორც ეკზოგენურად მოცემულს. ჩვეულებრივ ის არ აქცევს ყურადღებას ლიდერის გამარჯვების ფუნქციას და ცდილობს საკუთარი გამარჯვების მაქსიმიზირებას, გულისხმობს რა, რომ ლიდერის სტრატეგია დაფიქსირებულია. ამრიგად, ლიდერი, აქვს რა

პირველი სვლის უპირატესობა და ვარაუდობს, რომ მდევარი გამოიყენებს თავის ერთ-ერთ საუკეთესო პასუხს, მოძებნის საუკეთესო გადაწყვეტას.

კვლევის საფუძველზე მიღებული შედეგებით ვასკვნით, რომ შტაკელბერგის შემთხვევაში ლიდერი აღწევს ისეთივე, შესაძლოა კი გამარჯვების უფრო მაღალ ფუნქციას, ვიდრე ნეშის გადაწყვეტილების შემთხვევაში. შედეგად, თითოეული მოთამაშე ეცდება ითამაშოს შტაკელბერგის სტრატეგიით თავისი ლიდერობის შემთხვევაში და არა ნეშის სტრატეგიით. რაც შეეხება მდევარს, ზოგადად, არ შეიძლება ითქვას, შეძლებს თუ არა ის საუკეთესო გადაწყვეტილების მიღწევას, ვიდრე ნეშის შემთხვევაში. ეს კი წარმოადგენს საფუძველს გამოკვლეულ იქნას ამოცანა “ლიდერ-მდევრის” მოქმედება (ქცევა), განუზღვრელ სიტუაციაში. განუზღვრელობის არსებობა ლიდერისა და მდევრის სტრატეგიაში შეიძლება გამოწვეული იყოს მთელი რიგი ფაქტორებით, რომლებიც ახდენენ ზეგავლენას ეკონომიკური, ეკოლოგიური და სოციალური სისტემების ფუნქციონირებაზე.

პროექტის ფარგლებში მნიშვნელოვანი სამუშაო შესრულდა ვექტორული ოპტიმიზაციის სხვადასხვა ტიპის მომხმარებელზე ორიენტირებული მეთოდების განხილვის ფარგლებში, იტერაციული არაინტერაქტიული ალგორითმის დამუშავებით. მიუხედავად იმისა, რომ უმრავლეს შემთხვევაში, ინტერაქტიული მიდგომის უპირატესობა უდავოა, ჩვენი აზრით, გასათვალისწინებელია ზოგიერთი ასპექტი, რომელიც მხედველობაში უნდა იქნას მიღებული. კერძოდ: ახალი მეთოდების კონსტრუირებისას გათვალისწინებული უნდა იქნას პიროვნული ფაქტორი, ანუ გააზრებული იქნას, თუ რა ტიპის მომხმარებელზეა გათვლილი ესა თუ ის ალგორითმი. ინტერაქტიული ალგორითმი ეფექტურია იმ შემთხვევაში, როდესაც მომხმარებელი არის სპეციალისტი ტექნიკისა თუ ეკონომიკის იმ დარგში, სადაც წარმოიშვა ის პრაქტიკული პრობლემა, რომლის მათემატიკურ აღწერასაც წარმოადგენს განსახილველი ვექტორული ოპტიმიზაციის ამოცანა, თუმცა იმ შემთხვევაში, როდესაც მომხმარებელი კარგად იცნობს არა თავად პრაქტიკულ ამოცანას, არამედ მის მათემატიკურ მოდელს, ინტერაქტიული მიდგომის ეფექტურობა კლებულობს. ალგორითმი, რომელიც გათვალისწინებულია სწორედ ამ ტიპის მომხმარებელზე, არ მოითხოვს მომხმარებლის ჩარევას ამოცანის ამოხსნის პროცესში. ხაზგასასმელია, რომ ამასთან ალგორითმი იტერაციულია - ამონახსნების ეტაპობრივ დაზუსტებას ადგილი აქვს, მაგრამ ალგორითმის მიერვე, გმპ-ს ჩაურევლად, წინასწარდადგენილი შეფასებების პრინციპების საფუძველზე.

ვექტორული ოპტიმიზაციის დეტერმინირებული ამოცანაა:

$$\text{ვიპოვოთ } \max_{x \in D} Q(x), \quad D = \{x \in R^n : h_j(x) \geq 0, j = \overline{1, m}\}. \quad Q(x) \text{ ვექტორ-ფუნქციის კომპონენტებია}$$

კრიტერიუმები $q_i(x)$, $i = \overline{1, k}$, შეზღუდვებია $h_j(x)$, $j = \overline{1, m}$, და $x = (x_1, \dots, x_n)^T$ - საძიებელი ვექტორია.

ჩვენი ალგორითმი ზოგადად შემდეგნაირად აღიწერება:

საწყის ეტაპზე ერთკრიტერიული ამოცანების ამოხსნის საშუალებით გამოითვლება თითოეული ცალკეული კრიტერიუმის ოპტიმალური და ყველაზე უარესი მნიშვნელობები, შესაბამისად:

$q_i^0(x)$, $i=\overline{1,k}$ და $q_i^w(x)$, $i=\overline{1,k}$. იდეალური მანძილის მინიმიზაციის მეთოდის გამოყენებით გამოითვლება პირველი კომპრომისული ამონახსნი, სალუქვადის წერტილი, რომლის შესაბამისი კრიტერიუმების მნიშვნელობებია $q_i^l(x)$, $i=\overline{1,k}$. ამ საწყისი მნიშვნელობების გამოთვლის შემდეგ იწყება საკუთრივ იტერაციული პროცედურა: ყოველ l -ურ იტერაციაზე ხდება მიმდინარე ამონახსნებისათვის $q_i^l(x)$, $i=\overline{1,k}$, გარკვეული კოეფიციენტის გამოთვლა, რომელიც ასახავს კრიტერიუმის მიღებული მნიშვნელობის მიახლოებას შესაბამის ოპტიმალურ მნიშვნელობასთან. ეს კოეფიციენტებია:

$$ko_i^l = \frac{|q_i^0(x) - q_i^l(x)|}{|q_i^o(x) - q_i^w(x)|}, \quad i=\overline{1,k} \quad (1)$$

რის შემდეგაც ko_i^l კოეფიციენტების ურთიერთშედარების გზით ალგორითმი ახდენს მათ დაყოფას სამ სიმრავლედ ზრდადობის მიხედვით. შესაბამისი ინდექსთა ჯგუფები იქნება G_L^l , G_K^l , G_A^l . უმცირესი მნიშვნელობების მქონე კოეფიციენტების ko_i^l , $i=\overline{1,k}$, კრიტერიუმთა ინდექსების სიმრავლეს G_L^l მოცემული ალგორითმი აღიქვამს, როგორც იმ სიმრავლეს, რომლის შესაბამისი კრიტერიუმების მნიშვნელობები დასაშვებია გაუარესდეს, G_K^l -ს შემთხვევაში - უცვლელი დარჩეს, ხოლო G_A^l -ს შემთხვევაში - გაუმჯობესდეს. ამის შემდეგ, მსგავსად ყალიბდება მოდიფიცირებული ამოცანა:

$$\begin{aligned} & \min R(x), \\ & R(x) = \sum_{x \in \bar{D}} \sum_{i \in G_L^l} \left(\frac{q_i(x)}{q_i^0} - 1 \right)^2 + \sum_{i \in G_K^l} \left(\frac{q_i(x)}{q_i^l} - 1 \right)^2, \quad (2) \\ & \bar{D} = D \cap D^l, \quad D^l = \{x, q_i(x) \geq q_i^l(x), i \in G_L^l \cup G_A^l\}. \end{aligned}$$

ამოცანა (2)-ის ამონახსნი ჩაითვლება მიმდინარე ამონახსნად, გამოითვლება კრიტერიუმთა შესაბამისი მნიშვნელობები და ტარდება ახალი იტერაცია. ამონახსნის ძიების პროცესის შეწყვეტა ხდება ორი პირობის შემოწმების შედეგად: იმ შემთხვევაში, თუ (1) კოეფიციენტების ჯამი მოცემულ იტერაციაზე აღემატება წინა იტერაციაზე მიღებული კოეფიციენტების ჯამს, ან თუ მიღებული ამონახსნი ემთხვევა წინა იტერაციაზე მიღებულ ამონახსნს, პროცესი წყდება და მიღებული მიმდინარე ამონახსნები ჩაითვლება საბოლოო ამონახსნებად.

როგორც ზემოთ უკვე აღნიშნული იყო, მოცემული მეთოდი გათვალისწინებულია მომხმარებლის გარკვეულ ჯგუფზე. კერძოდ, ისეთი ტიპის მომხმარებელზე, რომლისთვისაც ამა თუ იმ მიზეზით ძნელი იქნება მეთოდთან ინტერაქტიულ რეჟიმში მუშაობა.

ვექტორული ოპტიმიზაციის ამოცანის ამოხსნისას ინტერაქტიულმა მიდგომამ საგრძნობლად გაზარდა საბოლოო შედეგის საიმედოობა მომხმარებლის თვალსაზრისიდან, მაგრამ, ამავე დროს, რამოდენიმე ახალი პრობლემაც წარმოშვა, რომელთაგან გამოვყოფთ ორს: ახალი მეთოდების

კონსტრუირებისას ახლა უნდა გათვალისწინებული იქნას პიროვნული ფაქტორი, ანუ გააზრებული იქნას თუ რა ტიპის მომხმარებელზეა გათვლილი ესა თუ ის ალგორითმი, და მეორე - მნიშვნელოვნად შეიცვალა სხვადასხვა მეთოდების ეფექტურობის შეფასებისა და ერთმანეთთან შედარების პრინციპები.

რაც შეეხება ინტერაქტიული მეთოდების ეფექტურობის შეფასებისა და მათი ერთმანეთთან შედარების პრობლემას, პიროვნული მომენტების შემოტანა (შესაძლო უზუსტობა ფორმულირებებში, ერთხელ უკვე მიღებული გადაწყვეტილებების შეცვლის სურვილი და სხვა), იწვევს მეთოდის შეფასების კლასიკური ფაქტორების, როგორებიცაა კრებადობა და კრებადობის სიჩქარე, გამოთვლებისათვის დახარჯული კომპიუტერული დრო და სხვა, მნიშვნელოვან გადახედვას საჭიროებს

ყოველივე ზემოთმოყვანილი ფაქტორების გათვალისწინებით, ჩვენს მიერ დამუშავებულია ვექტორული ოპტიმიზაციის ამოცანის ამოხსნისათვის შემდეგი ინტერაქტიული მეთოდი:

მეთოდი ორი ფაზისაგან შედგება. დასაწყისში ხდება გამოთვლა ზოგიერთი სიდიდეებისა, რომლებიც შემდგომ იქნება გამოყენებული ინტერაქტიულ პროცედურაში. ეს არის კრიტერიუმთა საუკეთესო და ყველაზე უარესი მნიშვნელობები და წონები π_i , $i = \overline{1, k}$, რომლებიც ახასიათებენ კრიტერიუმთა მნიშვნელოვნებას. წონების გამოთვლისათვის ვიყენებთ მიდგომას, რომელიც ჩამოყალიბებულია ნაშრომში Банаиюн Р., Ларичев О.И., де Монгольфые, Терни Ж. Линейное программирование с многими критериями. Метод ограничений. Автоматика и телемеханика. N 8. С.108-115. 1971.

მას შემდეგ, რაც წონები გამოთვლილია, ხდება k ცალი ერთკრიტერიული ამოცანის ამონახსნის პოვნა და თითოეული კრიტერიუმის ოპტიმალური ამონახსნების, ანუ ლოკალური ოპტიმუმების მიღება. ამავე არეზე გამოითვლება, აგრეთვე, თითოეული კრიტერიუმისათვის ყველაზე უარესი, ანუ მინიმალური მნიშვნელობები.

დამუშავებული ინტერაქტიული მეთოდის საფუძველზე შედგენილი იქნა იტერაციული ალგორითმი, რომელიც შედგება ხუთი ბიჯისაგან. შემოთავაზებული ალგორითმის ერთ იტერაციას აქვს შემდეგი სახე:

ბიჯი 0. მოსამზადებელი ეტაპი. გადაწყვეტილების მიმღები პირისაგან მოითხოვება კრიტერიუმთა წყვილ-წყვილად შედარება და მიღებული შედეგების საფუძველზე გამოითვლება წონები π_i , $i = \overline{1, k}$.

ბიჯი 1. პირველი კომპრომისული ამონახსნის პოვნა.

ბიჯი 2. ყოველ l -ურ იტერაციაზე მიმდინარე ამონახსნები q_i^l , $i = \overline{1, k}$, წარედგინება გმპ-ს, რომელმაც ამ შედეგების მიმართ თავისი დამოკიდებულება შემდეგნაირად უნდა გამოხატოს - მან უნდა დაყოს კრიტერიუმები სამ ჯგუფად.

ბიჯი 3. პროცესის დასრულებაზე შემოწმება.

ბიჯი 4. მოდიფიცირებული ამოცანის ამოხსნა.

ჩვენს მიერ წლების მანძილზე შექმნილი ვექტორული ოპტიმიზაციის მეთოდების საფუძველზე, სქემის დონეზე დამუშავებულია სისტემა, რომელიც დაეხმარება გმპ-ს (გადაწყვეტილების მიმღები პირი) აარჩიოს მისთვის ყველაზე შესაფერისი მეთოდი. სისტემა დიალოგის საშუალებით ავლენს იმ შესაძლებლობებს, რომლებიც გააჩნია გმპ-ს, რის შემდეგაც ავტომატურად იწყებს ამა თუ იმ მეთოდის გამოყენებას. მომავალში იგეგმება ამ სისტემის კომპიუტერული რეალიზაციის დამუშავება.

კვლევითი პროექტის საეტაპო საკითხების გარდა, განყოფილებაში შესრულდა მნიშვნელოვანი სამუშაოები ვექტორული ოპტიმიზაციის მიმართულებით:

1. დრეკად საყრდენზე (ვინკლერის მოდელი) განლაგებული ძელის (ეილერ-ბერნულის მოდელი) ოპტიმალური დიზაინის ამოცანის შესწავლა.
2. ტიპური ონლაინ სლოტის პარამეტრების იდენტიფიკაცია.
3. ალგორითმი ეფექტური მკურნალობის ტაქტიკის მისაღებად.

ამ საკითხების დეტალური აღწერა მოცემულია ინსტიტუტის ანგარიშში:

დრეკადი ძელის ოპტიმალური დიზაინი დამაბულობებზე შეზღუდვების პირობებში – ოპტიმალური დიზაინის არსებობა, ოპტიმალური დამიზნების და ექსპერტების პრობლემა (ამ საკითხზე მომზადებულია კომპიუტერული პროგრამა, რომელიც ცხრა ექსპერტის კომპენტენციაზე ინფორმაციის საფუძველზე ექსპერტთა ჯგუფის სხვადასხვა შემადგენლობისთვის ითვლის მცდარი გადაწყვეტილების მიღების ალბათობას. ამ პროგრამის საფუძველზე შესაძლებელია რიცხვითი ექსპერიმენტების ჩატარება), ტვირთების ტრანსპორტირების ოპტიმალური კომბინაციის შერჩევის ამოცანა, ეფექტური მკურნალობის მეთოდების განხილვისას წარმომოხილი მრავალკრიტერიული ოპტიმიზაციის ამოცანისთვის შესრულებულია მისი მათემატიკური ფორმალიზება და დიალოგურ რეჟიმში ამოხსნა, რადგან წონითი კოეფიციენტები საჭიროებს დაზუსტებას ამოხსნის პროცესში გადაწყვეტილების მიმღები პირის მიერ. მარტივი მაგალითის ამოსახსნელად ლოკალური კრიტერიუმის გამოყოფის მეთოდით ჩავწერეთ პროგრამა MATLAB-ში და მიღებულია ამოხსნა.

საანგარიშო პერიოდში კვლევითი შესრულებული სამუშაოს შედეგები ასევე წარმოდგენილია პუბლიკაციათა ჩამონათვალის და საერთაშორისო სამეცნიერო ფორუმებზე მონაწილეობის სახით.

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

ა) საქართველოში

სტატიები

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათაური, ჟურნალის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/ კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	მინდია სალუქვაძე, ვლადისლავ ჟუკოვსკი	პარეტო-გარანტირებული წონასწორობის შესახებ კურნოს ამოცანაში. სტუ არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	№19 2015	თბილისი „დამანი“	6
2	Besarion Shanshiashvili, Mindia Salukvadze, Vladimer Gabisonia, Nugzar Dadiani	Model validation at identification of linear dynamical systems with variable parameters. სტუ არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	#19 2015	თბილისი „დამანი“	8
3	ვიქტორ ხუციშვილი	მსროლელთა მოწინააღმდეგე გუნდებისათვის მიზნების არჩევის პრობლემა. სტუ არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	#19 2015	თბილისი „დამანი“	5
4	დალი სიხარულიძე	ტვირთების ოპტიმიზაცია ჯარიმების გათვალისწინებით	#19 2015	თბილისი „დამანი“	5

		სტუ არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული			
5	დუდუხანა ცინცაძე, ქეთევან ომიაძე	საფრენი აპარატის აეროდინამიკური მახასიათებლები. სტუ არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	#19 2015	თბილისი „დამანი“	4
6	B. Shanshiashvili, M. Salukvadze, V.Gabisonia	Estimation of system matrix at identification of linear dynamical non-stationary systems. Archil Eliashvili Institute of Control Systems of the GTU Tecnical University. Proceedings.	#20 2016	თბილისი „დამანი“	10
7	მინდია სალუქვაძე, ვლადისლავ ჟუკოვსკი	ნემის წონასწორობის სიტუაციის შესახებ ბერტრანის მოდელში განუზღვრელობის არსებობისას. მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	#20 2016	თბილისი „დამანი“	8
8	ვიქტორ ხუციშვილი	ტიპიური ონლაინ სლოტის პარამეტრების იდენტიფიკაცია. სტუ არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	#20 2016	თბილისი „დამანი“	7
9	დალი სიხარულიძე	მკურნალობის ტაქტიკის შერჩევა ექსპერტთა აზრის გათვალისწინებით სტუ არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების	#20 2016	თბილისი „დამანი“	4

		ინსტიტუტის შრომათა კრებული.			
10	ნელი კილასონია	კრიტიციუმა შედარებითი მნიშვნელოვნების ასახვა ვექტორული ოპტიმიზაციის ინტერაქტიულ მეთოდში. სტუ არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	#20 2016	თბილისი „დამანი“	5
11	ნუგზარ დადიანი დავით ფურცხვანიძე	მრავალსახსრული საწარმოო რობოტის კვანძთა მოძრაობის ტრაექტორიის ფორმირება და ოპტიმიზაცია კუბიური პოლინომებით. სტუ არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	#20 2016	თბილისი „დამანი“	3
12	ნუგზარ დადიანი ქეთევან ოშიაძე დუდუხანა ცინცაძე	ოპტიმიზაციის ზოგიერთი ამოცანის პროგრამული გადაწყვეტა. სტუ არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	#20 2016	თბილისი „დამანი“	6
13	მინდია სალუქვაძე, ვლადისლავ ჟუკოვსკი	კურნოს ოლიგოპოლური მოდელი. ნეშისა და ბერჟეს წონასწორობის პირობები. სტუ არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	#21 2017	თბილისი „დამანი“	7

14	ბესარიონ შანშიაშვილი, ბექა ჭელიძე	ვინერ-ჰამერშტეინის მოდელის პარამეტრების შეფასება სიხშირულ არეში სტუ არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	#21 2017	თბილისი „დამანი“	6
15	ვლადიმერ გაბისონია, ქეთევან კუთხაშვილი-	განრიგთა თეორიის ერთი კერძო ამოცანის შესახებ. სტუ არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	#21 2017	თბილისი „დამანი“	4
16	ვიქტორ ხუციშვილი	ვექტორული კრიტერიუმი ოპტიმიზაციისა და თამაშთა თეორიის ზოგიერთ მოცანაში. მსროლელთა გუნდების ბრძოლა. სტუ არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	#21 2017	თბილისი „დამანი“	4
17	დალი სიხარულიძე, ნუგზარ დადიანი	ალტერნატივათა ნაწილობრივი დალაგების ორი მეთოდის შედარება. სტუ არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	#21 2017	თბილისი „დამანი“	7
18	ნუგზარ დადიანი, ქეთევან ომიაძე, დუდუხანა ცინცაძე	ფურიეს მწკრივის კოეფიციენტების გამოთვლის ალგორითმის პროგრამული გადაწყვეტა Matlab-ის საშუალებით. სტუ არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის	#21 2017	თბილისი „დამანი“	4

		სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული			
19	კახაბერ თავზარაშვილი, ვლადიმერ გაბისონია, ქეთევან კუთხაშვილი	STEM სპეციალობებზე სწავლების თანამედროვე ტექნოლოგიები და პროგრამა Math-Bridge სტუ არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	#21 2017	თბილისი „დამანი“	4

II. 2. პუბლიკაციები:

ბ) უცხოეთში

სტატიები

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათაური, ჟურნალის/კრებულ ის დასახელება	ჟურნალის/კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	B.G.Shanshiashvili	Parameter identification of one class of non-stationary dynamic systems	Proceedings of the X International Conference “System Identification and Control Problems” Sicpro '15, 2015	Moscow, V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences	pp. 887-895
2	Prangishvili A., Shanshiashvili B., Tsveraidze Z.	Identification of nonlinear dynamic systems with feedback of manufacturing processes. IFAC-PapersOnLine.	Volume 49, Issue 12, Pages 1-1962, 2016	ScienceDirect	pp. 580-585
3	Shanshiashvili B., Prangishvili A.	Structure identification of continuous nonlinear dynamical systems. Procedia Computer Science.	Volume 112, Pages 1-2536, 2017,	ScienceDirect	pp. 1032-1043

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

ა) საქართველოში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	Besarion Shanshiashvili Mindia Salukvadse	Parameter Identification of One Class of Non-Stationary Systems	აკად. ი. ფრანგიშვილის 85 წლისთავისათვის მიძღვნილი საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია. თბილისი 3-5 ნოემბერი, 2015
2	იოსებ გოგოძე	დრეკად საყრდენზე განლაგებული ეილერ-ბერნულის ძელის ოპტიმიზაცია ძაბვებზე შეზღუდვის პირობებში	აკად. ი. ფრანგიშვილის 85 წლისთავისათვის მიძღვნილი საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია. თბილისი 3-5 ნოემბერი, 2015
3	В. Хуцишвили	Моделирование букмекерских коэффициентов в процессе теннисного матча	აკად. ი. ფრანგიშვილის 85 წლისთავისათვის მიძღვნილი საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია. თბილისი 3-5 ნოემბერი, 2015
4	Besarion Shanshiashvili	Identifikacion and modeling of one class of dynamic systems. Swedish-Georgia	Tbilisi, Georgia Abstract book. Tbilisi, 2015

ბ) უცხოეთში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	B.G.Shanshiashvili	Parameter identification of one class of non-stationary dynamic systems	26-29 January, 2015, Moscow, Russian, V.A. Trapesnikov. Instityte of Cintril Sciences.

			X International Conference "Systems Identification and Control Problems Sicro" 15
2	A.Prangishvili, B.Shanshiashvili, Z.Tsveraidze	Identification of nonlinear dynamic systems with feedback of manufacturing processes	June 28-30, 2016, Troyes, France. IFAC Conference on Manufacturing Modelling, Management, and Control, MIM '2016.
3	B.Shanshiashvili, A.Prangishvili.	Structure identification of continuous nonlinear dynamical systems	6-8 September 2017, Marseille, France. 21st International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems, KES-2017

* სამეცნიერო ერთეულის (დეპარტამენტი, ინსტიტუტი, განყოფილება, ლაბორატორია) დასახელება, სადაც შესრულდა პროექტი; -
მართვის სისტემებისა და მოდელირების განყოფილება.

* სამეცნიერო ერთეულის ხელმძღვანელი;
თამაზ ტროყაშვილი - ტექნიკურ მეცნიერებათა კანდიდატი.

* სამეცნიერო ერთეულის პერსონალური შემადგენლობა.
1. ურუშაძე გურამი - მეცნიერი თანამშრომელი,
2. შენგელია ნოდარი - უფროსი ინჟინერი,
3. გეგეჭკორი მერი - უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი,
4. დოლონაძე ნინო - ინჟინერი,
5. გვენცაძე გიორგი - ინჟინერი.

I. 1. საქართველოს სახელმწიფო ბიუჯეტის მიერ დაფინანსებული 2015-2017 წლების გეგმით შესრულებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტი

№	შესრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	2	3	4

1	<p>თემა: ჰესების სიხშირის რეგულატორების მართვის მოწყობილობის საცდელი ნიმუშის აგება და გამოცდა; მოძრავი მექანიზმების ხმაურის რხევების გამოყენების პრობლემის კვლევა მართვასა და დიაგნოსტიკაში. (2015-2017 წწ.)</p> <p>მეცნიერების დარგი - საინჟინრო მეცნიერება.</p> <p>სამეცნიერო მიმართულება - მართვა ტექნიკურ სისტემებში.</p>	<p>თ. ტროყაშვილი</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ურუშაძე გურამი, 2. შენგელია ნოდარი, 3. გეგეჭკორი მერი, 4. დოლონაძე ნინო, 5. გვენცაძე გიორგი.
<p style="text-align: center;">დასრულებული კვლევითი პროექტის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>განხილულია 50-500 კილოვატი სიმძლავრის ჰესებისათვის სიხშირის რეგულატორის საცდელი ნიმუშის აგება.</p> <p>აგებულია სტენდი - ჰიდროაგრეგატის მათემატიკური მოდელი, რომლის გამოყენებით შესაძლებელია სიხშირის რეგულატორის მართვის მოწყობილობის გამოცდა.</p> <p>ნაჩვენებია, რომ მართვის მოწყობილობისა და მოდელის საშუალებით ლაბორატორიულ პირობებში შესაძლებელია ჰიდროაგრეგატის მუშაობის დემონსტრირება: გარდამავალი პროცესების დინამიკა, სიხშირის რეგულირების სიზუსტე, სწრაფმოქმედება.</p> <p>წარმოდგენილი პროექტის მიხედვით აგებული სიხშირის რეგულატორის ფასი, თანაბარი ტექნიკური პარამეტრების მიხედვით, 40-50 % - ით ნაკლები იქნება უცხოურებთან შედარებით; ამავე დროს მოიხსნება ის რთული და ძვირადღირებული პრობლემა, რომელიც დაკავშირებულია უცხოური წარმოების რეგულატორების მომსახურებასა და შეკეთებასთან.</p> <p>ნაჩვენებია აგრეთვე, რომ ჰიდროაგრეგატის მათემატიკური მოდელის გამოყენებით - აგებული სტენდის საშუალებით, შესაძლებელია სხვადასხვა სიმძლავრის სიხშირის რეგულატორის მართვის მოწყობილობის გაწყობა, გამოცდა და შეკეთება, რასაც შეუძლია მნიშვნელოვანი ეკონომიური ეფექტის მოტანა.</p> <p>მუდმივი დენის ძრავის მაგალითზე გამოკვლეულია ხმაურის შედეგად აღძრული ბგერითი სიგნალების რხევები.</p> <p>გაზომვა ჩატარებულია მიკროფონის გამოყენებით. ამ რხევებიდან გამოყოფილია სიგნალის ძირითადი ჰარმონიკა 300 ჰერცი. ნაჩვენებია, რომ ეს სიხშირე იცვლება ძრავის ბრუნთა რიცხვის მიხედვით და დამოკიდებულება არის წრფივი.</p> <p>შერჩეულია ფილტრები და ჩატარებულია მათი შესაბამისი ანგარიში. ფილტრების დანიშნულებაა რთული რხევებიდან გამოყოს ძირითადი ჰარმონიკა.</p>			

ჩატარებულია გაზომილი რხევების ანალიზი და აგებულია შესაბამისი მოწყობილობები. ნაჩვენებია სქემა, რომლის მიხედვითაც შესაძლებელია ფილტრების გადაწყობა შესაბამის რეზონანსულ სიხშირეზე დიაპაზონში -160-240 ჰერცი.

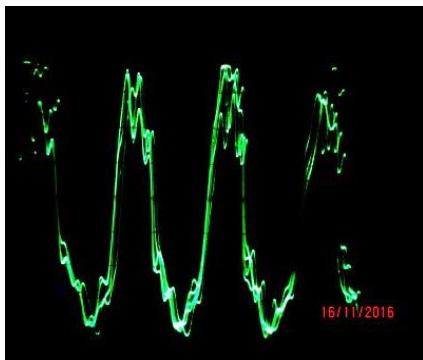
ხმაურის სიგნალების გამოყენება სხვადასხვა სახის მექანიზმების მართვაში მნიშვნელოვნად გაამარტივებს მართვის მოწყობილობის ალგორითმს, მის კონსტრუქციას და შეამცირებს ღირებულებას.

მუდმივი დენის ძრავის მაგალითზე განხილულია ბრუნთა რიცხვის (სიხშირის) სტაბილიზაციის ამოცანა. მეორე რიგის აქტიური ზოლოვანი ფილტრის გამოყენებით განსაზღვრულია ხმაურის ძირითადი სიხშირის სიდიდე. ხმაური გაზომილია მიკროფონის გამოყენებით. აგებულია მოწყობილობები Δf -ისა და მისი პირველი რიგის წარმოებულის განსაზღვრისათვის.

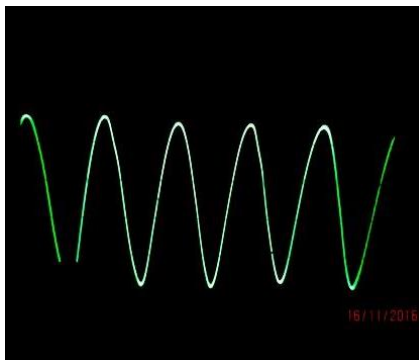
მუდმივი დენის ძრავის გამოყენებით აგებულია მაკეტი ამ ძრავის სტაბილიზაციისა და დიაგნოსტიკისათვის. მართვაში გამოყენებულია ძრავის ხმაურის ძირითადი სიხშირე f_0 , Δf და $\Delta f'$. შესაძლებელია მაკეტის მუშაობის დემონსტრირება ლაბორატორიულ პირობებში.



სურ.1



სურ.2



სურ. 3



სურ. 4

სურათზე 1 ნაჩვენებია სიხშირის რეგულატორის მართვის მოწყობილობა,

სურათზე 2 ნაჩვენებია ძრავის ხმაურის ოსცილოგრამა,
 სურათზე 3 ნაჩვენებია ძრავის ხმაურის ძირითადი მდგენელი,
 სურათზე 4 ნაჩვენებია ძრავის ხმაურისა და ძირითადი მდგენელის სხვაობის ოსცილოგრამა.
 ამ სხვაობის მიხედვით შესაძლებელია ძრავის დიაგნოსტიკა.

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

ა) საქართველოში

სტატიები

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათა-ური, ჟურნა- ლის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/ კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	თ.ტროყაშვილი, გ. ურუშაძე, ნ. შენგელია	„აქტიური ზოლოვანი ფილტრების გადაწყობისა და გამოყენების საკითხები“ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტი	№19	ქ. თბილისი, 2015 წ. გამომცემლობა „უნივერსალი“	4
2	თ.ტროყაშვილი	„მომრავი მექანიზმების მართვის საკითხები საკუთარი ხმაურის გამოყენებით“ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტი	#20	ქ. თბილისი, 2016 წ. სტამბა დამანი	3
3	თ.ტროყაშვილი	„ქართული ანბანის ხმოვანი ასოების წარმოშობისა და შედგენის ვერსია“	#21	ქ. თბილისი, 2017 წ.	5

		საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტი			
4	თ.ტროყაშვილი, გ. ურუშაძე, ნ. შენგელია	„ელექტრონული კამერტონი“ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტი	#21	ქ. თბილისი 2017 წ.	6

მიმართულება – ინფორმატიკა

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

ვლ. ჭავჭავანიძის სახ. მანქანური ინტელექტის პრობლემების განყოფილება

* სამეცნიერო ერთეულის ხელმძღვანელი;

მაია მიქელაძე

* სამეცნიერო ერთეულის პერსონალური შემადგენლობა.

ვადიმ რაძიევსკი – უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი

ნორა ჯალიაბოვა – მეცნიერი თანამშრომელი

გელა ბესიაშვილი – მეცნიერი თანამშრომელი

პაპუნა ქარჩავა – მეცნიერი თანამშრომელი

დიმიტრი რაძიევსკი – მეცნიერი თანამშრომელი

I. 1. საქართველოს სახელმწიფო ბიუჯეტის მიერ დაფინანსებული 2015-2017 წლების გეგმით შესრულებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტი

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

1	2	3	4
1	<p>სახელწოდება: სხვადასხვა დაავადებათა დიაგნოსტიკის, პროგნოზირებისა და მკურნალობის შერჩევის ამოცანათა გადასაწყვეტად განკუთვნილი ინტელექტუალური სისტემის შექმნა</p> <p>დარგი: ინფორმატიკა</p> <p>მიმართულება: ხელოვნური ინტელექტი, საინფორმაციო სისტემების მოდელები</p>	<p>მაია მიქელაძე</p>	<p>ვადიმ რაძიევსკი ნორა ჯალიაბოვა გელა ბესიაშვილი პაპუნა ქარჩავა დიმიტრი რაძიევსკი</p>

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

პროექტის მიზანს წარმოადგენდა სამედიცინო ინტელექტუალური სისტემის შექმნა, რომელიც ახორციელებს დაავადებათა დიაგნოსტიკას, პროგნოზირებას და ამის საფუძველზე ლეზიონებს გადაწყვეტილებას მკურნალობის შერჩევის შესახებ. ძირითადი სირთულე, რომელიც ჩნდება სამედიცინო ამოცანებში, არის პაციენტის მდგომარეობის შესახებ მონაცემთა არამკაფიობა, უზუსტობა, არასრულობა, სუბიექტურობა და თვით სამედიცინო ცოდნის არაკატეგორიულობა. აქედან გამომდინარე, კვლევის სტრატეგია მდგომარეობდა მონაცემების წარმოდგენის, ექსპერტული ცოდნის ამოღებისა და წარმოდგენის, პროგნოზირების და გადაწყვეტილების მიღების ადეკვატური მეთოდების შემუშავებაში და მათ საფუძველზე ინტელექტუალური სამედიცინო სისტემის შექმნაზე.

კვლევის პირველ ეტაპზე აუცილებელი იყო დიაგნოზირებადი სისტემის მდგომარეობათა აღწერის და მონაცემთა წარმოდგენის ადეკვატური მეთოდების შერჩევა/შემუშავება. ჩვენ მოვიძიეთ მონაცემები ისეთი დაავადებების შესახებ, რომლებიც განკუთვნილიან პირველადი თავის ტკივილების რიცხვს: შაკიკი და დამაბულობის ტიპის თავის ტკივილი. ამ დაავადებებს ახასიათებთ არა მხოლოდ ნიშან-თვისებათა სიმრავლე, არამედ მათი მრავალგვარობა: მრავალნიშნა/ბინარული, დისკრეტული/უწყვეტი, მკაფიო/არამკაფიო, რიცხვითი/ლინგვისტური. ერთერთი გამოსავალი ამ სიტუაციიდან არის ნიშნების ბინარიზაცია. ამისათვის შემუშავდა მონაცემების უნიფიკაციის მეთოდი ინტერვალებად დაყოფის, არამკაფიო სიმრავლეების და ლინგვისტური ცვლადის ცნების საფუძველზე, რომელიც ნებისმიერი ტიპის ნიშან-თვისების ბინარიზაციის საშუალებას იძლევა.

ბინარიზაციის შედეგად აღმწერი ნიშნების რაოდენობა მკვეთრად იზრდება, რაც ართულებს მათ დამუშავებას და ანალიზს. ჩვენ დავსახეთ შემდეგი ამოცანა: ნიშნების გამოკვლევა ინფორმატიულობის თვალსაზრისით და აღმწერი ნიშნების რაოდენობის შემცირება ნაკლებად ინფორმატიული ნიშნების ამოგდების ხარჯზე. აღმწერი ნიშნებისთვის შემოღებულ იქნა არსებითობის და დიფერენცირების თვისებები, რომელთა საფუძველზე განისაზღვრა ინფორმატიულობის ევრისტიული კრიტერიუმი როგორც ცალკეული ნიშნებისთვის, ასევე დიაგნოსტიკური წესებისთვის. შემუშავდა რაოდენობრივი ნიშნების ბინარიზაციის ალგორითმი,

რომელიც საშუალებას იძლევა მივიღოთ ნიშანთვისებების მნიშვნელობათა სიმრავლის დაყოფა ინფორმატიულ ინტერვალებად. ჩვეულებრივი ბინარიზაციისგან განსხვავებით ამ ალგორითმის გამოყენების შედეგად მიღებული ბინარული ნიშნების რაოდენობა მცირდება, ხოლო ინფორმატიულობა იზრდება.

შემდეგი ეტაპის მიზანს წარმოადგენდა ინტელექტუალური სისტემის ცოდნის ბაზის და დიაგნოსტიკის კომპონენტის აგება. სამედიცინო დიაგნოსტიკის ამოცანა განეკუთვნება არაფორმალიზებული ამოცანების რიცხვს. არაფორმალიზებული ამოცანების შემთხვევაში ინტელექტუალური საინფორმაციო სისტემის ეფექტურობა დიდწილად განპირობებულია მისი ცოდნის ბაზის სიმძლავრით. ეს, თავის მხრივ, მოითხოვს ცოდნის ამოღებისა და წარმოდგენის და, აგრეთვე, ახალი ცოდნის გამოყვანის ადეკვატური მეთოდების შემუშავებას. ჩვენს მიერ დამუშავებული იქნა შესაბამისი მეთოდები კონცეპტუალური მიდგომის და მიახლოებითი მსჯელობის მოდელების საფუძველზე.

ჩვენი ინტელექტუალური სისტემის ცოდნის ბაზა შეიცავს როგორც ფორმალურ, ასევე ევრისტიულ ცოდნას. ევრისტიული ცოდნის მოსაპოვებლად ჩვენ გამოვიყენეთ სახეთა გამოცნობის კონცეპტუალური მეთოდი, რაც დაავადების განზოგადებული აღწერის ჩამოყალიბების საშუალებას იძლევა. ევრისტიული ცოდნა მიიღება ლოგიკური ფუნქციების სახით სასწავლო ამონაკრეფის დამუშავების შედეგად. თითოეული ფუნქცია წარმოადგენს მდგომარეობათა კონკრეტული კლასის (დაავადების) განზოგადებულ აღწერას და გამოიყენება გამოსაცნობი ობიექტების ამა თუ იმ კლასისადმი მიკუთვნების განსახორციელებლად.

განზოგადების უფრო მაღალი დონის მისაღწევად ჩვენ განვიხილავთ მხოლოდ მაღალინფორმატიულ ნიშნებს და დიაგნოსტიკურ წესებს. ამისათვის თითოეული ნიშნისთვის და დიაგნოსტიკური წესისთვის განვსაზღვრეთ არსებითობის და დიფერენცირების თვისებები. ფაქტობრივად, არსებითობის თვისება - წესის დაფარვის არეა, ხოლო დიფერენცირების თვისება შეიძლება განვიხილოთ როგორც ამ წესის მიხედვით დასმული დიაგნოზის სარწმუნოობის ხარისხი. მაღალინფორმატიული ნიშნების და პრედიკატების გამოყოფის კრიტერიუმად ჩვენ ავიღეთ კვადრატული ფესვი ამ თვისებების ნამრავლიდან.

ვინაიდან განხილული მეთოდის შედეგად კლასების განზოგადებული აღწერები მიიღება ლოგიკური ფუნქციების სახით, ცოდნის წარმოდგენის მოდელად უფრო ხელსაყრელია პროდუქციული მოდელის გამოყენება. პროდუქციული მოდელი საკმაოდ ეფექტურად მუშაობს მონაცემების და ცოდნის არამკაფიობის, გაურკვევლობის და არასრულობის პირობებში. ამ შემთხვევაში გამოიყენება მიახლოებითი მსჯელობის სხვადასხვა მეთოდი. ჩვენს მიერ მიღებულ კლასის აღწერაში შემავალი თითოეული კონიუნქცია ხასიათდება სარწმუნოების ხარისხით. ამ შემთხვევაში მოსახერხებელია შორტლიფის სქემის გამოყენება.

რაც შეეხება ფორმალურ ცოდნას, ფორმალური ცოდნა წარმოადგენს ინფორმაციას დაავადებებსა და სიმპტომებს შორის არსებული დამოკიდებულებების შესახებ. ჩვენს ინტელექტუალურ სისტემაში ფორმალური ცოდნის წარმოდგენისთვის ვიყენებთ სემანტიკურ ქსელს არამკაფიო მიმართებებით. ქსელის თითოეულ რკალს მიეწერება წონითი კოეფიციენტი, რომელიც ასახავს სარწმუნოობის ხარისხს იმისა, რომ წვერო-დაავადება არის წვერო-სიმპტომის შესაძლო მიზეზი. ამ სემანტიკური ქსელის საშუალებით ჩვენ ვახორციელებთ მიზეზ-შედეგობრივ ანალიზს, რომელიც შედგება 2 ეტაპისგან: I ეტაპზე ხდება ჰიპოთეზის წამოყენება, ხოლო მე-2 ეტაპზე - ჰიპოთეზის შემოწმება.

უნდა აღინიშნოს, რომ ფორმალური ცოდნის კომპონენტი შეიძლება გამოყენებულ იქნას როგორც დიაგნოსტიკის დამოუკიდებელი კომპონენტი, ასევე როგორც ევრისტიული ცოდნის საფუძველზე მიღებული დასკვნის დაზუსტების კომპონენტი. ამ შემთხვევაში გამოიყენება მიზეზ-შედეგობრივი ანალიზის მეორე ეტაპი.

კვლევის ამ ეტაპზე აგრეთვე განხორციელდა მონაცემთა წარმოდგენის, ცოდნის ამოღებისა და წარმოდგენის და, აგრეთვე, რთული სისტემის მდგომარეობათა დიაგნოსტიკის მეთოდების პროგრამული რეალიზაცია C++ ენაზე. შედეგად აიგო ინტელექტუალური სისტემის ცოდნის ბაზა და დიაგნოსტიკის ქვესისტემა.

კვლევის შემდეგი ეტაპის მიზანს წარმოადგენდა პროგნოზირების არაფორმალიზებული ამოცანის გადასაწყვეტად განკუთვნილი მეთოდების შემუშავება და ინტელექტუალური სისტემის შესაბამისი ქვესისტემის აგება.

არსებობს პროგნოზირების მრავალი მეთოდი. ჩვენი ინტელექტუალური სისტემის ცოდნის ბაზა შეიცავს ფორმალურ ცოდნას – ინფორმაციას დაავადებებსა და სიმპტომებს შორის არსებულ დამოკიდებულებების შესახებ. ამ ცოდნის წარმოდგენისთვის გამოყენებულია მიზეზ-შედეგობრივი სემანტიკური ქსელი არამკაფიო მიმართებებით. ჩვენს მიერ შემოთავაზებულ იქნა პროგნოზირების მეთოდი, რომელიც იმის საშუალებას იძლევა, რომ მიზეზ-შედეგობრივი ქსელის გამოყენებით მოვახდინოთ ავადმყოფის მდგომარეობის პროგნოზირება ნ...ფიქსირებული ნაბიჯის შემდეგ.

პირველ ეტაპზე ხორციელდება “ცოდნის შევსება” მიზეზ-შედეგობრივი დამოკიდებულების ტრანზიტულობის და ტრანზიტული ჩაკეტვის ოპერაციის გამოყენებით. მიღებული გრაფის შესაბამისი მატრიცა ავლნიშნოთ C – თი. ვექტორი, რომელიც მიიღება საწყისი i -ური მდგომარეობის ვექტორის გამრავლებით C მატრიცაზე j -ურ ხარისხში, ასახავს j -ბიჯიან გადასვლებს i -ური ფიქსირებული მდგომარეობიდან ნებისმიერ მდგომარეობებში.

უწოდოთ აქტივიზირებული მიზეზ-შედეგობრივი ქსელის იმ წვეროებს, რომლებიც შეესაბამებიან კონკრეტული A ავადმყოფის სიმპტომებს. აქტივიზირებული წვეროებიდან გამოსული რკალები შეიძლება გადაიკვეთონ რომელიღაც სხვა წვეროებში. S_j წვეროში შემავალი

რკალების ჯამური რიცხვი იძლევა ამ წვეროს $W_{A,j}$ წონას, $W_{A,j} = \sum_{i \in A} c_{ij}$. მაქსიმალური წონის მქონე წვერო მიუთითებს ყველაზე სარწმუნო პროგნოზზე.

პროგნოზირების ამოცანა შეიძლება განვიხილოთ როგორც კლასიფიკაციის ამოცანა, რომელშიც კლასების როლში გამოდიან პროგნოზირებადი მონაცემები. ჩვენ მოვიპოვეთ ინფორმაცია თავის ტკივილის ქრონიფიკაციის ხელშემწყობი რისკ ფაქტორების და მათი პროგნოსტული მნიშვნელობების შესახებ. თუმცა რისკ ფაქტორები ხშირად მოქმედებენ კომპლექსურად. ამის გამო საჭიროა განისაზღვროს მათი ერთობლივი მოქმედების ხარისხი თავის ტკივილის ქრონიფიკაციის ალბათობაზე. ამ პრობლემის გადასაწყვეტად გამოყენებულ იქნა ნეირონული ქსელი, კერძოდ, ერთშრიანი პერსეპტრონი - პირდაპირი გავრცელების ერთშრიანი ქსელი ბინარული შესასვლელით და აქტივაციის ზღურბლური ფუნქციით.

ვინაიდან რისკ ფაქტორის არსებობის და არარსებობის გავლენა ხასიათდება სხვადასხვა დონით, ამიტომ თითოეულ პროგნოსტულ ფაქტორს შეუსაბამეთ ნეირონული ქსელის 2 ბინარული შესასვლელი - ფაქტორის არსებობა და არარსებობა.

ვინაიდან ჩვენ გვაქვს პროგნოზირების 3 კლასი: “ქრონიკულ ფორმაში გადასვლის საშიშროება არ არსებობს”, “არსებობს ქრონიკულ ფორმაში გადასვლის მაღალი რისკი” და “არსებული მონაცემები არაა საკმარისი სარწმუნო პროგნოზის გასაკეთებლად”, ჩვენი ნეირონული ქსელი შედგება 2 ნეირონისგან. პირველი ნეირონის გააქტიურება ნიშნავს, რომ არსებობს ქრონიკულ ფორმაში გადასვლის მაღალი რისკი; მე-2 ნეირონის გააქტიურება ნიშნავს, რომ ქრონიკულ ფორმაში გადასვლის საშიშროება არ არსებობს; თუ არცერთი ნეირონი არ გააქტიურდა, მაშინ არსებული მონაცემები არაა საკმარისი სარწმუნო პროგნოზის გასაკეთებლად. ქსელის სწავლება განხორციელდა პრეცედენტების საფუძველზე ერთშრიანი პერსეპტრონის სწავლების ალგორითმის გამოყენებით.

კვლევის ამ ეტაპზე აგრეთვე გადაწყდა ეფექტური მკურნალობის შერჩევის ამოცანა. მკურნალობის შერჩევის ამოცანის გადასაწყვეტად გამოვიყენეთ გადაწყვეტილების მიღების მრავალკრიტერიული მეთოდი, რომელიც დაფუძნებულია არამკაფიო სიმრავლეთა თეორიაზე.

ვთქვათ, გვაქვს n პრეპარატი. თითოეული პრეპარატის ეფექტურობა ფასდება ექსპერტის მიერ სხვადასხვა m კრიტერიუმის მიხედვით. შეფასება μ_{ij} წარმოადგენს j -ური წამლის ეფექტურობას i -ური კრიტერიუმის მიხედვით. თავის ტკივილის სამკურნალო პრეპარატის ასარჩევად ჩვენ გამოვიყენეთ შეფასების კრიტერიუმების 3 ჯგუფი: ძირითადი კრიტერიუმები (პრეპარატის მოქმედება თავის ტკივილის ხანგრძლივობაზე, ინტენსიურობაზე, შეტევების სიხშირეზე, პრეპარატის მოქმედების დაწყების დრო და პრეპარატის ტკივილგამაყუჩებელი ეფექტის ხანგრძლივობა), გვერდითი მოვლენები და უკუჩვენებები.

თითოეულ i -ურ კრიტერიუმს შეუსაბამეთ Q_i არამკაფიო სიმრავლე, რომელიც ასახავს წამლების ეფექტურობას ამ კრიტერიუმის მიხედვით. მაშინ Q სიმრავლე, რომელიც ასახავს წამლების ეფექტურობას ყველა m კრიტერიუმის მიხედვით, მიიღება როგორც Q_i არამკაფიო სიმრავლეების გადაკვეთა. რეკომენდირებული სამკურნალო პრეპარატის სახით უნდა არჩეულ იქნას ის წამალი, რომლის Q არამკაფიო სიმრავლისადმი მიკუთვნების ხარისხი მაქსიმალურია. ამ შემთხვევაში ეს წამალი უზრუნველყოფს მკურნალობის მაქსიმალურ ეფექტურობას ყველა კრიტერიუმის მიხედვით.

კვლევის ბოლო ეტაპზე განიხილებოდა მომხმარებლის ურთიერთობა სამედიცინო ინტელექტუალურ სისტემასთან შეზღუდულ ბუნებრივ ენაზე. ინტელექტუალური სისტემის ცოდნა წარმოდგენილია პროდუქციების მეშვეობით: პროდუქციის მარცხენა მხარეს გვაქვს სიმპტომების ჩამონათვალი, ხოლო მარჯვენა მხარეს - დიაგნოზი, რომელიც შეესაბამება მარცხენა მხარეს მოყვანილ სიმპტომებს. ამასთან პროდუქციის მარცხენა მხარე წარმოდგენილია წინადადებების ერთობლიობით შეზღუდული ბუნებრივი ენის გამოყენებით. დიაგნოსტიკის ჩატარებისას შემავალი მონაცემები უნდა შევადაროთ ყველა იმ მონაცემს, რომელიც მოთავსებულია პროდუქციის მარცხენა მხარეს. მონაცემების დამთხვევის შემთხვევაში სისტემა იძლევა დასკვნას - შესაბამისი პროდუქციაში მითითებულ დიაგნოზს.

ავადმყოფისგან მიღებული ჩივილები წარმოდგენილია ბუნებრივ ენაზე. იმისათვის, რომ შემავალი ინფორმაცია სისტემისთვის გასაგები იყოს, უნდა მოხდეს ამ ინფორმაციის კანონიზება. შემავალი ინფორმაციის კანონიზების მიზნით გამოიყენება სპეციალური სინონიმების ლექსიკონი. კანონიზების შედეგად შემავალი ყველა სიტყვა იქნება გასაგები კომპიუტერისთვის, მაგრამ სიტუაციის გამოცნობისთვის ეს არ არის საკმარისი. თუ შემავალ წინადადებაში სიტყვები იქნება

გადაადგილებული, ან იქნება მოყვანილი რაღაც დამატებითი სიტყვები, რაც არ არის გათვალისწინებული შესაბამისი პროდუქციის მარცხენა მხარის აღწერაში, სისტემა ინფორმაციას ვერ ამოიცნობს.

ამ პრობლემის გადასაწყვეტად შემუშავებულ იქნა გასაღები სიტყვების მეთოდი. სიტყვა წარმოადგენს გასაღებ სიტყვას იმ შემთხვევაში, თუ ამ სიტყვას შეიცავს პროდუქციის პირობით ნაწილში გამოყენებული წინადადების ერთი ნახევარი და მეორე ნახევარი არა, ე.ი. გასაღები სიტყვა ახორციელებს ამ წინადადების სიმრავლის დაყოფას ორ კლასად. თითოეული ქვეკლასი კიდევ დაიყოფა ორ კლასად ახალი გასაღები სიტყვის მეშვეობით და ასე შემდეგ. შედეგად ვღებულობთ ბინარულ ხეს, რომლის წვეროებს მიწერილი აქვს გასაღები სიტყვები, მარჯვენა შტოებს - იმ წინადადებების ნომრები, რომლებშიც გვხვდება შესაბამისი გასაღები სიტყვა, ხოლო მარცხენა შტოებს - იმ წინადადებების ნომრები, რომლებშიც არ გვხვდება ეს გასაღები სიტყვა. თითოეულ ტერმინალურ წვეროს შეესაბამება რომელიღაც ერთი წინადადება პროდუქციის პირობითი ნაწილიდან. თითოეული შემავალი წინადადება კანონიზების შემდეგ მოწმდება გასაღები სიტყვების და შესაბამისი ბინარული ხის მეშვეობით. შემოწმების შედეგად მიღწეული ტერმინალური წვერო მიგვითითებს პროდუქციაში გამოყენებულ იმ წინადადებაზე, რომელსაც შინაარსობრივად ემთხვევა შემავალი წინადადება.

საბოლოოდ განხორციელდა ყველა შემუშავებული მეთოდის პროგრამული რეალიზაცია C++ ენაზე და აიგო ინტელექტუალური სისტემის პროგნოზირების, მკურნალობის შერჩევის და შეზღუდულ ბუნებრივ ენაზე ურთიერთობის ქვესისტემები.

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

ა) საქართველოში

სტატიები

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათა-ური, ჟურნალის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	М. Микеладзе (მ.მიქელაძე)	Технологии Data Mining для анализа продаж в розничной торговле (Data Mining ტექნოლოგიები საცალო გაყიდვების ანალიზისთვის)	№7	თბილისი, „უნივერსალი“, 2017 წ	6

		გურამ თავართქილაძის სასწავლო უნივერსიტეტის სამეცნიერო შრომათა კრებული			
2	ვ.რაძიევსკი მ.მიქელაძე დ.რაძიევსკი	სამედიცინო დიაგნოსტიკის ინტელექტუალურ სისტემასთან ურთიერთობა შეზღუდულ ბუნებრივ ენაზე. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	№21	თბილისი, „??“, 2017 წ	6
3	ვ.რაძიევსკი მ.მიქელაძე ნ.ჯალიაბოვა დ.რაძიევსკი	გადაწყვეტილების მიღების მოდელები სამედიცინო დიაგნოსტიკის სწავლებად ინტელექტუალურ სისტემაში. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	№21	თბილისი, „??“, 2017 წ	6
4	Н. Джалябова (ნ. ჯალიაბოვა)	База знаний и ее использование для диагностики состояния сложного объекта (ცოდნის ბაზა და მისი გამოყენება რთული ობიექტის მდგომარეობის დიაგნოსტიკისთვის) საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	№21	თბილისი, „??“, 2017 წ	5

5	Д. Радзиевский (დ. რადიევსკი)	Автоматизация расчета весовых коэффициентов признаков заболевания для интеллектуальной системы диагностики первичных головных болей (პირველადი ტკივილის დაავადების დიაგნოსტიკის ინტელექტუალური სისტემისთვის ნიშნების წონითი კოეფიციენტების გამოთვლის ავტომატიზაცია) საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	№21	თბილისი, „??“, 2017 წ	5
6	მ. ხაჩიძე მ. ცინცაძე მ. არჩუაძე გ. ბესიაშვილი	კლასიფიკაციის ალგორითმები ქართული ენის დამუშავებაში საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	№21	თბილისი, „??“, 2017 წ	8
7	პ. ქარჩავა გ. ასანიშვილი კ. აბაშიძე ლ.სიხარულია	დიდი მონაცემების შენახვის ტექნოლოგიები საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	№21	თბილისი, „??“, 2017 წ	4
8	М.Микеладзе, В.Радзиевский, Г.Бесиашвили,	Задачи, методы и системы интел-лектуального ана-лиза данных в медицине.	№20	თბილისი, „დამანი“,	8

	Н.Джалибова, П.Карчава, Д.Радзиевский (მ. მიქელაძე, ვ. რაძიევსკი, გ. ბესიაშვილი, ნ. ჯალიაბოვა, პ. ქარჩავა, დ. რაძიევსკი)	(მონაცემთა ინტელექტუალური ანალიზის ამოცანები, მეთოდები და სისტემები მედიცინაში) საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული		2016 წ.	
9	М.Микеладзе (მ. მიქელაძე)	Технологии интеллектуального анализа данных и возможности их применения в экономике. (მონაცემთა ინტელექტუალური ანალიზის ტექნოლოგიები და მათი გამოყენების შესაძლებლობები ეკონომიკაში) გურამ თავართქილაძის სასწავლო უნივერსიტეტის სამეცნიერო შრომათა კრებული	№6	თბილისი, „უნივერსალი“, 2016 წ.	6
10	ვ.რაძიევსკი მ.მიქელაძე ნ.ჯალიაბოვა. დ.რაძიევსკი	მიზეზ-შედეგობრივი ცოდნის მოდელი სამედიცინო დიაგნოსტიკის ინტელექტუალურ სისტემაში. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	№20	თბილისი, „დამანი“, 2016 წ.	5
11	ვ.რაძიევსკი მ.მიქელაძე ნ.ჯალიაბოვა გ.ბესიაშვილი პ.ქარჩავა დ. რაძიევსკი	კონკრეტული ავადმყოფისთვის სამკურნალო პრეპარატების არჩევის ინტელექტუალური სისტემა. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელაშვილის მართვის	№20	თბილისი, „დამანი“, 2016 წ.	6

		სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული			
12	დ. რაძიევსკი	პირველადი თავის ტკივილის ინტელექტუალური სისტემის დიაგნოსტიკის პროგრამა. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	№20	თბილისი, „დამანი“, 2016 წ.	6
13	ვ. რაძიევსკი, მ. მიქელაძე	ცოდნის პროდუქციული მოდელები თავის ტკივილის პირველად დაავადებათა დიაგნოსტიკაში. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	№19	თბილისი, „უნივერსალი“, 2015 წ.	6
14	ვ. რაძიევსკი	პარალელური და თანამიმდევრული კლასიფიცირება სახეთა გამოცნობის და დიაგნოსტიკის ამოცანებში საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	№19	თბილისი, „უნივერსალი“, 2015 წ.	5
15	Н. Джалябова, Г. Бесиашвили (ნ. ჯალიაბოვა, გ. ბესიაშვილი)	Формирование базы знаний для медицинских систем (ცოდნის ბაზის ფორმირება სამედიცინო სისტემებისათვის) საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის	№19	თბილისი, „უნივერსალი“, 2015 წ.	6

		სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული			
16	Д. Радзиевский (დ. რადიევსკი)	Программа для ввода данных в экспертную систему диагностики первичных головных болей (პირველადი თავის ტკივილის დიაგნოსტიკის ექსპერტულ სისტემაში მონაცემთა შეტანის პროგრამა) საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	№19	თბილისი, „უნივერსალი“, 2015 წ.	6
17	პ. ქარჩავა თ. ბახტაძე, მ. გეგეჭკორი, მ. არჩუაძე.	ღრუბლოვანი კომპიუტინგის უსაფრთხოება საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	№19	თბილისი, „უნივერსალი“, 2015 წ.	4

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

ა) საქართველოში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	М.Микеладзе, В.Радзиевский, Г.Бесиашвили, Н.Джалябова, П.Карчава, Д.Радзиевский (მ. მიქელაძე, ვ. რადიევსკი, გ. ბესიაშვილი, ნ. ჯალიაბოვა, პ. ქარჩავა, დ. რადიევსკი)	Задачи, методы и системы интеллектуального анализа данных в медицине.	16 დეკემბერი, 2016 წ. თბილისი

		(მონაცემთა ინტელექტუალური ანალიზის ამოცანები, მეთოდები და სისტემები მედიცინაში) არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის დაარსების 60 წლისთავისადმი მიძღვნილი საიუბილეო სესია	
1	გ. ბესიაშვილი, პ. ქარჩავა	ცოდნის ბაზების ავტომატური კონსტრუირება. ივანე ჯავახიშვილის დაბადებიდან 140 წლისთავისადმი მიძღვნილი მეოთხე სამეცნიერო ყოველწლიური კონფერენცია ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებში	25-29 იანვარი, 2016 წ. თბილისი
2	მ. ხაჩიძე, მ. ცინცაძე, მ. არჩუაძე, პ. ქარჩავა	სამედიცინო ტექსტების საწყისი დამუშავება კლასიფიკაციის ამოცანისათვის. ივანე ჯავახიშვილის დაბადებიდან 140 წლისთავისადმი მიძღვნილი მეოთხე სამეცნიერო ყოველწლიური კონფერენცია ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებში	25-29 იანვარი, 2016 წ. თბილისი
3	მ. არჩუაძე, მ. ხაჩიძე, მ. ცინცაძე, გ. ბესიაშვილი,	სამედიცინო ჩანაწერების კლასიფიკაცია ელექტრონული სამედიცინო ბარათების სისტემისათვის. ივანე ჯავახიშვილის დაბადებიდან 140 წლისთავისადმი მიძღვნილი მეოთხე სამეცნიერო ყოველწლიური კონფერენცია ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებში	25-29 იანვარი, 2016 წ. თბილისი
4	М. Микеладзе, В. Радзиевский, Н. Джалябова, П. Карчава, Г. Бесиашвили, Д. Радзиевский.	Интеллектуальный анализ данных в задачах медицинской диагностики.	3-5 ნოემბერი, 2015 წ. თბილისი,

	(მ. მიქელაძე ვ. რაძიევსკი ნ. ჯალიაბოვა პ. ქარჩავა გ. ბესიაშვილი დ. რაძიევსკი)	(მონაცემთა ინტელექტუალური ანალიზი სამედიცინო დიაგნოსტიკების ამოცანებში) აკადემიკოს ი. ფრანგიშვილის დაბადების 85 წლისთავისადმი მიძღვნილი საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია “საინფორმაციო და კომპიუტერული ტექნოლოგიები, მოდელირება, მართვა”	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
5	Gela Besiashvili, Tamar Bliadze, Zurab Kochladze. (გ. ბესიაშვილი, თ. ბლიაძე, ზ. ქოჩლაძე)	Application of adaptive neural networks for the filtration of the spam. (ადაპტური ნეირონული ქსელის გამოყენება სპამის ფილტრაციისთვის) GCAI 2015 / Global Conference on Artificial Intelligence	October 16-19, 2015 Tbilisi Georgia

ბ) უცხოეთში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	M. Khachidze, M. Tsintsadze, M. Archuadze, G. Besiashvili	On Georgian Language Based Semantic Search “Engine” Algorithm Development Task International Scientific Conference eRA – 12	24-26 October, 2017 Athens, Greece
2	M. Khachidze, M. Tsintsadze, M. Archuadze, G. Besiashvili	Use of Classification Algorithms in Georgian Texts Processing International Scientific Conference eRA – 12	24-26 October, 2017 Athens, Greece
3	M. Khachidze, M. Tsintsadze, M. Archaudze, G. Besiashvili	Short Text Classification Application in Automated Workflow Management Systems	21- 23 September, 2016 Piraeus, Greece

		International Scientific Conference, eRA – 11The SynEnergy Forum	
--	--	--	--

- * სამეცნიერო ერთეულის (დეპარტამენტი, ინსტიტუტი, განყოფილება, ლაბორატორია) დასახელება, სადაც შესრულდა პროექტი;
ენობრივი და სამეტყველო სისტემების განყოფილება
- * სამეცნიერო ერთეულის ხელმძღვანელი;
გიორგი ჩიკოიძე – ფილოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორი
- * სამეცნიერო ერთეულის პერსონალური შემადგენლობა
ამირეზაშვილი ნინო – უფრ. მეცნ. თანამშრომელი, დოქტორანტი,
თუშიშვილი ალა – უფრ. მეცნ. თანამშრომელი, აკად. დოქტორი,
თუშიშვილი მიხეილი – უფრ. მეცნ. თანამშრომელი, აკად. დოქტორი,
ლორთქიფანიძე ლიანა – მთავარი მეცნ. თანამშრომელი, აკად. დოქტორი,
სამსონაძე ლიანა – უფროსი მეცნ. თანამშრომელი,
ჩუტკერაშვილი ანა – უფრ. მეცნ. თანამშრომელი, აკად. დოქტორი.

I. 1. საქართველოს სახელმწიფო ბიუჯეტის მიერ დაფინანსებული 2015-2017 წლების გეგმით შესრულებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტი

№	შესრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	2	3	4
1	ქართული წინადადების კომპიუტერული ანალიზი ინტერაქტიულ რეჟიმში (2015-2017)	გიორგი ჩიკოიძე	ნინო ამირეზაშვილი ლიანა ლორთქიფანიძე ლიანა სამსონაძე ანა ჩუტკერაშვილი მიხეილ თუშიშვილი ალა თუშიშვილი
დასრულებული კვლევითი პროექტის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)			
2015 წელს ჩატარდა მარტივი წინადადების სტრუქტურის კვლევა. ქართული გრამატიკის თავისებურების გათვალისწინებით, ქართული წინადადების სტრუქტურის ასაგებად გამოვიყენეთ			

„შრობრივი სინტაქსი“ (Van Valin et al. 1999). შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ეს მიდგომა ქართული ენისათვის სავსებით გამართლებულია. წლიური მუშაობის მეორე ნახევარი დაეთმო შინაარსის კომპონენტს, რომელიც კორელირებულია ერთობლივი გამონათქვამის ფარგლებში მარტივი წინადადების „სენტენციური პრიმიტივების“ მიმართებებში. მიდგომა გამოყოფს გამონათქვამში მიზეზ–შედეგობრივ და მიზნობრივ მიმართებებს შემადგენელ მარტივ წინადადებებს შორის. ამ მიმართებების კლასიფიკაციის საფუძველზე აიგო წარმომქმნელი სისტემა. პარალელურად მიმდინარეობდა მუშაობა ლექსიკონზე, რომელიც მოიცავს სისტემის ფუნქციონირებისათვის აუცილებელ და საჭირო ინფორმაციას. ვცადეთ ლექსიკური ფუნქციების (Мельчук 1974) „გადმოქართულება“ - ქართული ენისთვის მორგება, გამოვიყენეთ სინონიმური მწკრივების სქემა (Апресян 1995).

განიხილებოდა კიდევ ერთი ფუნდამენტალური ასპექტი: ენის ტექსტურ და აკუსტიკურ გამოხატულებას შორის, ანუ ტექსტსა და მეტყველებას შორის მიმართება. მიმდინარეობდა სამუშაოები დიალოგური სისტემის – “ტექსტი-მეტყველება” ალგორითმის დასაზუსტებლად.

2016 წელს კვლევის შედეგად წინადადების სხვადასხვა ფუნქციის მქონე ელემენტებად გამოიყო მისი სტრუქტურულ-სემანტიკური კომპონენტები, ანუ წინადადების წევრები, რომლებიც განსაზღვრავენ წინადადების სინტაქსურ სტრუქტურას. წინადადებაში სიტყვათა შორის არსებული მიმართებები იერარქიულია.

სიტყვებს შორის კავშირების იერარქია (ლუსიენ ტენიერის თეორიის მიხედვით) და მიმართულება განისაზღვრება პრედიკატის მოწესრიგებული აქტანტური სტრუქტურით. ყოველ ზმნას შეიძლება დაუკავშირდეს აქტანტების გარკვეული რაოდენობა. აქტანტები მოწესრიგებულ სიმრავლეს ქმნიან: I აქტანტი არის ქვემდებარე, II აქტანტი – პირდაპირი დამატება, III აქტანტი კი ირიბი დამატება.

ქართულ ენაში პრედიკატულ-აქტანტური მიმართებები განხილულია გ. ჩიკოიძის მონოგრაფიაში “Сетевое представление морфологических процессоров”. რიგ შემთხვევებში, თუ გვაქვს ინფორმაცია გვარის, გარდამავლობის და ზმნის სერიის შესახებ, შეიძლება ცალსახად განვსაზღვროთ შესაბამისი აქტანტების (ქვემდებარე, პირდაპირი დამატება, ირიბი დამატება) აუცილებელი ფორმები.

2016 წლის მეორე ნახევარი დაეთმო წინადადების სემანტიკურ კომპონენტს, რომელიც ეყრდნობა გამონათქვამის ფარგლებში მარტივი წინადადების „სენტენციურ პრიმიტივებს“ შორის მიმართებებს. შემუშავდა ქართული ენისთვის მორგებული ლექსიკური ფუნქციები. მათი მეშვეობით აღიწერა 400-მდე სალექსიკონო ერთეული, რომელიც შედგება სხვადასხვა მეტყველების ნაწილისგან. უნდა აღინიშნოს, რომ ეს ცოტა არ არის, რადგან ლექსიკური ფუნქციებით ენობრივ ერთეულთა აღწერა მეტად შრომატევადი და სკრუპულოზური სამუშაოა.

შემუშავდა ექსპერიმენტული განმარტებით-კომბინატორული ლექსიკონი. ლექსიკონი მრავალასპექტიანია და, ამავე დროს, მორფოლოგიური გენერატორის ფუნქციას ასრულებს, ანუ თითოეული სალექსიკონო ერთეულისგან აწარმოებს შესაბამის სრულ პარადიგმას. ლექსიკონი გამოიყენება ენობრივ ავტომატურ სისტემებში (ლექსიკური თარგმანი, დიალოგი კომპიუტერთან, ტექსტური კორპუსების ავტომატური ანოტირება და სხვა).

ჩამოყალიბდა წინადადების ანალიზის ალგორითმი:

ტექსტის სეგმენტაცია და პირველადი ანალიზი (დესკრიპტოგრაფი); მორფოლოგიური ანალიზი; კლაუზოგრაფი; სინტაქსური ანალიზი; სემანტიკური ანალიზი.

დესკრიპტოგრაფის – ტექსტის დაყოფის და პირველადი ანალიზის მოდულში შედის:

1. შემავალი ტექსტის დაყოფა სიტყვებად და დამყოფებად; 2. შემავალი ტექსტის დაყოფა წინადადებებად; 3. შემავალი ტექსტის დაყოფა აზნაცებად; 4. შემავალი ტექსტიდან სათაურებისა და შენიშვნების გამოყოფა; 5. შემავალ ტექსტში სახელისა და გვარის გარჩევა, როდესაც ისინი ინიციალებითაა ჩაწერილი; 6. შემავალ ტექსტში აბრევიატურის გარჩევა; 7. შემავალ ტექსტში უცხო ალფავიტის და ციფრებით ჩაწერილი ტექსტის გარჩევა; 8. შემავალ ტექსტში ანალიზური ფორმების, მეტაფორების, იდიომების, ფრაზეოლოგიური შესიტყვებების, სამეტყველო შტამპების და ფრაზეოსქემების გარჩევა.

დესკრიპტოგრაფის დანიშნულებაა შემავალი ტექსტის ისეთი სახით დამუშავება, რომ გამოსავალზე მივიღოთ ორი სვეტისაგან შედგენილი ცხრილი. პირველ სვეტში იქნება შემავალი ტექსტის გარკვეული ნაწილი, ხოლო მეორეში – მისი აღმწერი – დესკრიპტორი, რომლითაც ხასიათდება პირობითად დაყოფილი წინადადება.

მორფოლოგიური ანალიზის მოდულს მიეწოდება შემავალი ენის ლექსემები (სიტყვაფორმები). მორფოლოგიური პროცესორი დაადგენს შესაბამის ლექსიკურ ერთეულს და გრამატიკულ მახასიათებლებს. ანალიზატორი გამოსავალში იძლევა სიტყვის ნორმალურ (ამოსავალ) ფორმას, მეტყველების ნაწილს და მარკერების კონას. მორფოლოგიური გენერაციის დროსაც გამოიყენება გრამატიკული, ანალიზური ფორმების, იდიომების, ფრაზეოლოგიური შესიტყვებების, სამეტყველო შტამპების, ფრაზეოსქემების, საკუთარი და გეოგრაფიული სახელების ლექსიკონები თანდართული მინიპროცესორებით. გარდა ტრადიციული გრამატიკული მეტყველების ნაწილების აღმნიშვნელებისა, ჩვენ შემოვიღეთ სპეციფიკური მარკერები, რომლებიც, მორფოლოგიურ კატეგორიასთან ერთად, მიგვითითებენ გრამატიკული ლექსიკონისაგან განსხვავებული მორფოლოგიური ლექსიკონის ტიპზე.

კლაუზოგრაფის ძირითადი დანიშნულებაა წინადადებებად დაყოფილი ტექსტის შემდგომი დაყოფა სინტაქსურად გაუყოფად ერთეულებად – კლაუზებად (მინიმალური პრედიკაციის მქონე წინადადება) და ამ ერთეულების სიმრავლეში პირობითი იერარქიის დადგენა. კლაუზებად შეიძლება მოგვევლინოს რთულ წინადადებაში მთავარი და დამოკიდებული წინადადებები, მიმღეობიანი ან აბსოლუტივიანი კონსტრუქციები და სხვ. იერარქიული კავშირებით აღიწერება სინტაქსური დამოკიდებულება ერთი კლაუზისა მეორეზე. ასე მაგალითად, მიმღეობიანი კონსტრუქცია დაექვემდებარება კლაუზას, რომელშიც განსასაზღვრი სიტყვა იქნება. მაგალითად წინადადებაში: [[წითლად აელვარებული]1 მზე]2 [მთის წვერზე]3 ამოცურდა], მეორე კლაუზაში მიმღეობიანი კონსტრუქცია: წითლად აელვარებული დაექვემდებარება განსასაზღვრავ სახელს: მზე.

კლაუზებში წინადადების წვერების გაერთიანება ხდება სინტაქსური პროცესორით განსაზღვრული ჯგუფების მიხედვით. თითოეული ჯგუფი ექვემდებარება უნიკალურ სინტაქსურ წესს, რომელიც ჩვენს მიერაა შემუშავებული და აღწერილი.

სინტაქსური ანალიზატორის ფუნქციონირების ზოგადი სქემა თანმიმდევრული ბიჯებისაგან შედგება:

1. წინადადების დაყოფა სასვენი ნიშნებისა და მაერთებელი კავშირების მიხედვით საწყის სეგმენტებად; მიღებული მონაკვეთების გაერთიანება არსებითი სახელების, ზედსართავების, ზმნიზედების, მიმღეობების, ინფინიტივების ერთგვაროვანი თანმიმდევრობის შემთხვევაში; სეგმენტი-კლაუზების წვეროს და ტიპის განსაზღვრა;

2. კლაუზების შიგნით ანალიტიკური ფორმების აგება;
 3. კლაუზების შიგნით ლექსიკონების გამოყენებით იდიომების, ფრაზეოლოგიური შესიტყვებების, სამეტყველო შტამების, ფრაზეოლსქემების, საკუთარი და გეოგრაფიული სახელების აგება;
 4. კლაუზების შიგნით ერთგვაროვანი თანმიმდევრობებიდან მარტივი სინტაქსური ჯგუფების აგება სინტაქსური წესების გამოყენებით.
 5. აგებული მარტივი სინტაქსური ჯგუფებისათვის მორფოლოგიური ინტერპრეტაციის დადგენა;
 6. ერთმანეთის საზღვარზე განლაგებული კლაუზებისათვის სინტაქსური წესების გამოყენებით იერარქიის აგება;
 7. თითოეული იერარქიის წესების სხვადასხვა ინტერპრეტაციის შეფასება.
 8. თითოეული კლაუზის მორფოლოგიური ინტერპრეტაციისა და იერარქიის დონის გამოყენებით მთელი წინადადების სინტაქსური წესის აგება, სადაც წვერო იქნება მმართველი კლაუზის სინტაქსური ჯგუფის წვერო, ხოლო მასზე დამოკიდებული კლაუზა – მასში ჩართული სემენტის წვერო;
 9. თითოეული წინადადებისათვის სინტაქსური წესების სხვადასხვა ინტერპრეტაციის შეფასება.
- სემანტიკური ანალიზის შედეგია სემანტიკური სტრუქტურა, რომელიც შედგენილი იქნება ე.წ. სემანტიკური კვანძებისა და სემანტიკური მიმართებებისაგან. სინტაქსური ჯგუფების ერთი ნაწილი შეიძლება აისახოს სემანტიკურ კვანძებში, სხვა ნაწილი კი კვანძების ატრიბუტებში. გარდა ამისა, სემანტიკური სტრუქტურის პირველწყაროდ, რიგ შემთხვევებში, უნდა გამოყენებულ იქნას სხვადასხვა სახის ლექსიკონები: განმარტებით-კომბინატორული, მყარი კონსტრუქციების, თავისუფალი შესიტყვებების და სხვ., რომელთა გარეშე შეუძლებელი იქნება წინადადების სრულფასოვანი სინტაქსური ანალიზი. აქედან გამომდინარე, თემის შემდეგი ეტაპები აუცილებლად უნდა შეიცავდეს აღნიშნული ლექსიკონების კომპიუტერულ რეალიზაციას.
- საანგარიშო პერიოდში განიხილებოდა კიდევ ერთი ფუნდამენტური ასპექტი: მიმართება ენის ტექსტურ და აკუსტიკურ გამოხატულებას შორის, ანუ ტექსტსა და მეტყველებას შორის. მიმდინარეობდა სამუშაოები დიალოგური სისტემის - “ტექსტი-მეტყველება” ალგორითმის დასაზუსტებლად.
- 2017 წელი დაეთმო ქართული წინადადების კომპიუტერული ანალიზის სისტემის ინტერაქტიული რეჟიმის უზრუნველყოფას და მის პროგრამულ რეალიზაციას.
- ქართული წინადადების კომპიუტერული ანალიზისთვის შემუშავდა ავტომატური სინტაქსურ ანალიზატორი. სისტემა განკუთვნილია ქართულენოვანი ტექსტების ავტომატური სინტაქსური მონიშვნისთვის. მასში რეალიზებულია ქართული ენის მოდელის როგორც სინტაქსური, ისე მორფოლოგიური დონე.
- პროგრამას შესავალში მიეწოდება ტექსტური კორპუსი. მომხმარებელი გამოსავალში ღებულობს წინადადებებად დაყოფილ ტექსტს, სადაც თითოეულ სიტყვაფორმას მიწერილი აქვს მისი ამოსავალი ფორმა, მორფოლოგიური და სინტაქსური მახასიათებლები. სიტყვაფორმის სინტაქსურ მახასიათებლებს განაპირობებს ის მიმართებები, რომლებითაც სიტყვაფორმა დაკავშირებულია წინადადების ამა თუ იმ წევრთან.

ქართული ტექსტის სინტაქსური ანალიზის ლინგვისტურ მოდელს საფუძვლად დაედო დაქვემდებარებული კავშირების გრამატიკა.

სინტაქსური გარჩევის ხე წარმოდგენელია წინადადების სიტყვებს შორის ბინარული ურთიერთ ორიენტირებული კავშირებით. თითოეულ კავშირში მოცემულია მთავარი და არამთავარი სიტყვა.

იმისათვის, რომ შედეგად მიღებული გრაფი იყოს სინტაქსური გარჩევის ხე, სინტაქსური გარჩევის შედეგად თითოეულ სიტყვას მიეწერება კავშირის ის სახე, რომელშიც მოცემული სიტყვა არის არამთავარი ან მთავარი.

რაიმე კავშირში მთავრის სახით სიტყვის მონაწილეობა განსაზღვრავს მის სინტაქსურ როლს წინადადებაში და, შესაბამისად, მასზე დაქვემდებარებული ხის სინტაქსურ როლს მთლიანად. ყველა კავშირს აქვს თავისი სახელი, რომელიც აღნიშნავს მთავრის სინტაქსურ როლს.

თუ საქმე გვაქვს ელიფსისთან, ანუ გამოტოვებულია წინადადების რომელიმე წევრი, და მის მაგივრად ტექსტში გამოყენებულია ახალი ტოკენი, რომელიც არ არის სიტყვაფორმა, მაგრამ გარკვეული შინაარსის მატარებელია, (მაგალითად ტირე), მას მივუწერთ ტოკენის შინაარსის გამომხატველ სინტაქსურ მახასიათებლებს. მაგალითად, წინადადებაში: შეხედავ – გაგახსენდება, ტირე აღნიშნავს კავშირს და, ამიტომ მას მივუწერთ კავშირის შესაბამის ინფორმაციას.

სინტაქსური ანალიზის დროს ჩვენ ვყვრდნობით თეორიას, რომლის მიხედვით წინადადების ცენტრალური კვანძი არის პრედიკატი, ხოლო წინადადების სტრუქტურა ძირითადად განისაზღვრება მოცემული პრედიკატის შესაძლო აქტანტების (სუბიექტის, ობიექტის და მსგ.) მიხედვით. ყურადღება ექცევა ისეთი კონსტრუქციების გარჩევას, რომლებშიც პრედიკატი მართავს სხვა ზმნურ ფორმებს (მაგალითად მასდარს), და ასევე ერთგვაროვანი წევრების მქონე კონსტრუქციებს.

წინადადებაში ყოველი მომდევნო ერთგვაროვანი წევრი არამთავრის სახით წინას უერთდება და აქვს საკუთარი სახელდებული სინტაქსური როლი. ერთგვაროვან წევრებს შორის არსებული კავშირები და პუნქტუაციის ნიშნები (ტოკენები) შესაბამისად მარკირებულია და თავისი სინტაქსური როლით მიუერთდება წინადადების იმ წევრს, რომელიც დგას მის მარცხნივ.

როდესაც ვიწყებთ წინადადების სინტაქსურ ანალიზს, პირველ რიგში, მის წევრებს ვყოფთ იმის მიხედვით, თუ რომელ ჯგუფს ექვემდებარებიან ისინი – ქვემდებარის თუ შემასმენლის (ჯგუფის სახელის შერჩევა ხდება ხის საბოლოო წვეროდან გამომდინარე).

წინადადების სინტაქსური გარჩევის მოდულის შესავალს მიეწოდება მორფოლოგიური ანალიზის შედეგად ტეგირებული ტექსტი. გამოსავალზე სინტაქსურად ანოტირებული ტექსტი მიიღება.

წინადადების თითოეულ სიტყვაფორმას მარკერები შემდეგი თანმიმდევრობით მიეწერება: სიტყვის ნომერი წინადადებაში; სიტყვაფორმა; სიტყვაფორმის ნორმირებული ფორმა, ანუ ლემა; წინადადებაში მთავარი სიტყვაფორმის ნომერი; მოცემული სიტყვაფორმის მთავარ სიტყვაფორმასთან სინტაქსური კავშირის მარკერი; მოცემული სიტყვაფორმის გრამატიკული მახასიათებლების მარკერების კონა.

წინადადების სინტაქსური სტრუქტურის ასეთი სახით ჩაწერა გარკვეული წესების თანმიმდევრული დაცვით, საშუალებას გვაძლევს ჩავატაროთ უკუპროცესი, ანუ შესაძლებელია წინადადების სინტაქსური ხის აღდგენა.

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

№	პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	დამფინანსებელი ორგანიზაცია	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	2	3	4	5
	ქართული ენის კორპუსის სრული (მორფოლოგიური, სინტაქსური, სემანტიკური) ანოტირების სისტემა (25.04.13–24.04.16). ზუსტი და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებები, კომპიუტერული ლინგვისტიკა	შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი	გიორგი ჩიკოიძე	ლიანა ლორთქიფანიძე, ანა ჩუტკერაშვილი, ლიანა სამსონაძე, მერი გეგეჭკორი, ნინო ამირეზაშვილი, ნინო ჯავაშვილი, ალექსანდრე ჩადუნელი
დასრულებული პროექტის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)				
<p>1. პროექტი „ქართული ენის კორპუსის სრული (მორფოლოგიური, სინტაქსური, სემანტიკური) ანოტირების სისტემა“ განხორციელდა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის ენობრივი და სამეტყველო სისტემების განყოფილებაში. პროექტს ჰყავდა ექვსი ძირითადი შემსრულებელი.</p> <p>პროექტის მიზანი იყო პროგრამული ინსტრუმენტის შექმნა, რომლის დახმარებითაც შესაძლებელი იქნებოდა ტექსტური კორპუსების ნახევრადავტომატური ანოტირება მორფოლოგიურ, სინტაქსურ და სემანტიკურ დონეებზე. პროექტის ფარგლებში შემუშავდა ქართული ენის მორფოლოგიური, სინტაქსური და სემანტიკური ანალიზატორი. სუბკორპუსად, რომელზედაც გამოიცადა ქართული ენის სრული ანოტირების სისტემა, შეირჩა ჩვენი დროის გამოჩენილი ქართველი მწერლის ოთარ ჭილაძის პროზა.</p> <p>პროექტის ფარგლებში ანოტირებული კორპუსის დახმარებით შესაძლებელია:</p>				

- კონკრეტული სიტყვაფორმის მოძიება და კონკორდანსის სახით გამოტანა;
- სიტყვაფორმის ძიება ლემის მიხედვით;
- წყვეტილი ან უწყვეტი სინტაგმის მიხედვით სიტყვაფორმათა ჯგუფის ძიება;
- სიტყვაფორმების ძიება მორფოლოგიური მახასიათებლების მიხედვით;
- სხვადასხვა ლექსიკო-გრამატიკული სტატისტიკური მონაცემების მოპოვება;
- კონკორდანსიდან შერჩეული სტრიქონების ცალკეულ ფაილში შენახვა.

კორპუსის ტექსტი ანოტირებულია მორფოლოგიური, სინტაქსური და სემანტიკური მარკერებით, რომლებშიც ასახულია მწერლის ენის მორფოლოგიური, სინტაქსური და სემანტიკური სტრუქტურა. კორპუსში გამოიყო 655,811 სიტყვაფორმა და 97,155 სიტყვათხმარება. ტექსტში ყველა დონეზე ნაწილობრივ მოხსნილია ომონიმია.

კორპუსი განთავსებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ვებგვერდზე <http://geocorpora.gtu.ge/#/texts>.

კომპიუტერული ლინგვისტიკის განვითარებისა და მშობლიური ენის სათანადო დონისა და გავრცელების არის შესანარჩუნებლად, თანამედროვე ელექტრონული ენობრივი კორპუსების არსებობა მეტად მნიშვნელოვანი და პრიორიტეტული საშუალებაა. ის გვთავაზობს როგორც ენის სისტემურობის შემეცნებას (მოდელირება), ისე, მისი დღემდე შექმნილი კონკრეტული მასალის, კერძოდ, ლიტერატურული ძეგლების ასახვას, ფიქსირებას, შესწავლასა და მათ გამოყენებას ენობრივი სისტემის კვლევისა (ენის მოდელის აგება) და პრაქტიკული მიზნებისთვის (მთარგმნელობითი, დიალოგური, ენის მასწავლი კომპიუტერული სისტემები).

ზოგადად, რამდენადაც ანოტაცია მოიცავს ტექსტის ენის შესახებ ნებისმიერი სახის ანალიტიკურ ინფორმაციას, იმდენად წარმატებული ანოტირების შემდეგ ფასდაუდებელი მასალა გროვდება ენობრივი სისტემის კომპიუტერული მოდელების ასაგებად და სხვადასხვა ლინგვისტური ჰიპოთეზების შესამოწმებლად. ეს კი, ჩვენი აზრით, პროექტის ერთ-ერთ მნიშვნელოვანი შედეგია.

პროექტში განხორციელებული კვლევის საფუძველზე საერთაშორისო რეფერირებად ჟურნალებში გამოქვეყნდა ორი სტატია:

1. The Georgian Dialect Corpus: Problems and Prospects. "Historical Corpora. Challenges and Perspectives". Weg 5, 72070 Tübingen, Jost Gippert / Ralf Gehrke (eds.) (= CLIP, Vol. 5), 2015 Lortkipanidze L., Beridze M., Nadaraia D.

2. Dialect Dictionaries with the Functions of Representativeness and Morphological Annotation in Georgian Dialect Corpus. Theoretical Computer Science and General Issues. 10th International Tbilisi Symposium on Logic, Language, and Computation, TbiLLC 2013, Gudauri, Georgia, September 23-27, 2013, Revised Selected Papers. Publisher: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2015. Lortkipanidze L., Beridze M., Nadaraia D.

გიორგი ჩიკოიძის ავტორობით გამოიცა მონოგრაფია - წინადადების სტრუქტურის განმსაზღვრელი ერთეულების სემანტიკა, თბილისი, "უნივერსალი", 532 გვერდი, 2015. საერთაშორისო კონფერენციებზე წაკითხულ იქნა ცხრა მოხსენება.

2	ქართულ სიტყვათა ქსელის კომპაილერი – GeWordNet (28.04.15–28.04.17). ზუსტი და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებები, კომპიუტერული ლინგვისტიკა	შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი	ლიანა ლორთქიფანიძე	გიორგი ჩიკოიძე ანა ჩუტკერაშვილი, ლიანა სამსონაძე, მერი გეგეჭკორი, ნინო ამირეზაშვილი, ნინო ჯავაშვილი.
---	---	---	--------------------	--

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

ინტერნეტ-სივრცეში საძიებო სისტემების ინტელექტუალიზაცია მნიშვნელოვნად ზრდის ძიების სიჩქარესა და ხარისხს. დოკუმენტებში ძიებისას ბუნებრივ წინააღმდეგობას ქმნის სინონიმია (სხვადასხვა ცნების აღნიშვნა ერთი და იგივე სიტყვით ან ტერმინით) და პოლისემია (საერთო სემანტიკის მქონე ცნებების აღნიშვნა სხვადასხვა სიტყვით ან ტერმინით). ბოლო წლებში ეს პრობლემა ბევრი ენისთვის დაძლეულია სპეციალური ელექტრონული WordNet ტიპის თესაურუსების გამოყენებით.

ჩვენ მიერ შექმნილი GeWordNet-ი არის ერთგვარი ლექსიკური ონტოლოგია კომპიუტერულ მეცნიერებაში. მისი მიზანია ერთდროულად შექმნას ლექსიკონისა და თესაურუსის კომბინაცია, რომელიც ხელს შეუწყობს ტექსტის ავტომატური ანალიზის განხორციელებას და ხელოვნური ინტელექტის ამოცანების შესრულებას.

ლექსიკონი წარმოდგენილია ოთხი ქსელისაგან, რომლებშიც გაერთიანებულია ძირითადი მეტყველების ნაწილები: არსებითი სახელები, ზმნები, ზედსართავი სახელები და ზმნიზედები.

GeWordNet-ის უშუალო პოტენციური მომხმარებლები იქნებიან სხვადასხვა ინტერნეტ-საძიებო სისტემები (Google, Yandex, Yahoo და სხვ.), ქართული ენით დაინტერესებული სხვადასხვა დისციპლინარული სპექტრის მეცნიერები (ეთნოლოგები, ანთროპოლოგები, სოციოლინგვისტები, ლექსიკოგრაფები...), GeWordNet-ი, ისევე როგორც WordNet-ი სხვა ენებისთვის, პოპულარული იქნება საქართველოს სხვადასხვა უნივერსიტეტის ჰუმანიტარული ფაკულტეტების სტუდენტებში, საზღვარგარეთ მცხოვრები ქართველებისთვის და ქართული ენის შესწავლით დაინტერესებული ნებისმიერი პირისთვის.

WordNet თესაურუსი გამოიყენება:

- ინფორმაციის ძიებისას მომხმარებლის მოთხოვნის გასაფართოებლად პარადიგმატულად და სინტაგმატურად დაკავშირებული სიტყვების მეშვეობით. ასეთი სიტყვებია, მაგალითად, სინსეტის (SynSet – სინონიმური მწკრივი, რომელშიც გაერთიანებულია მსგავსი მნიშვნელობის მქონე სიტყვები) კომპონენტები, ან კონტექსტური ძიებისათვის საჭირო „ზმნა-აქტანტი“-ს ტიპის კავშირები;

- ფორმალური გრამატიკების ლექსიკონად, განსაკუთრებით ზმნების ვალენტობისა და არსებითი და ზედსართავი სახელების ამომწურავად აღწერისას;
- სპეციალიზებული ლექსიკონების (სამედიცინო, ეკონომიკური, გეოგრაფიული, ბიოლოგიური და სხვ.) შესადგენად;
- ენის სხვადასხვა ქვესისტემების (მაგალითად, დიალექტური ლექსიკონი) შესადგენად;
- სიტყვათა სინტაგმატური მიმართებების საშუალებით სიტყვების არაერთმნიშვნელოვნობის მოსახსნელად;
- ტექსტის ავტომატური დამუშავებისა და ინფორმაციული ძიების პროგრამულ დანართებში დოკუმენტების ფილტრაციისა და რუბრიკაციის ხარისხის გასაზრდელად;
- ჰიპერონიმული მიმართებების საფუძველზე აზრობრივად ახლო მდგომი ტექსტების განსაზღვრისთვის.

მომხმარებელს GeWordNet-ის გამოყენება შეუძლია თესაურუსის მართვისთვის შემუშავებული Web-სერვისის საშუალებით, რომელიც განთავსებულია მისამართზე: GeWordNet.gtu.ge

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

ა) საქართველოში

მონოგრაფიები

№	ავტორი/ავტორები	მონოგრაფიის სათაური	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	გიორგი ჩიკოიძე	წინადადების სტრუქტურის განმსაზღვრელი ერთეულების სემანტიკა	თბილისი, "უნივერსალი", 2015 წელი	532

სტატიები

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათაური, ჟურნალის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	გ. ჩიკოიძე	მიზეზ-შედეგობრივ მიმართებათა	№19	თბილისი, უნივერსალი, 2015	7

		როლბრივი ასახვა გამონათქვამის შინაარსში საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული			
2	ლ. ლორთქიფანიძე	ვექტორული სივრცის მოდელი და ქართულენოვანი ტექსტების დამუშავება საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	№19	თბილისი, უნივერსალი 2015	4
3	ნ. ჯავაშვილი	ლექსიკური ერთეული „კლდე“ განმარტებით- კომბინატორულ ლექსიკონში საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	№19	თბილისი, უნივერსალი 2015	6
4	გ. ჩიკოძე, ნ. ამირეზაშვილი, ლ. ლორთქიფანიძე, ლ. სამსონაძე, ა. ჩუტკერაშვილი, ნ. ჯავაშვილი	ლექსიკური ფუნქციები - კომბინატორული ლექსიკონის მნიშვნელოვანი კომპონენტი საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	№19	თბილისი, უნივერსალი 2015	7
5	გიორგი ჩიკოძე	სახელური ფრაზის (NP) როლბრივი სტრუქტურა	№19	თბილისი, უნივერსალი	4

		საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული		2015	
6	გიორგი ჩიკოიძე, ლიანა ლორთქიფანიძე	WordNet თესაურუსის სტრუქტურის მიხედვით ჰიპონიმური ხის ავტომატური ფორმირების ალგორითმი და პროგრამული რეალიზაცია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	№20	თბილისი, „დამანი“ 2016	9
7	გიორგი ჩიკოიძე	ტექსტის ანალიზი და გრამატიკული კატეგორიები საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	№20	თბილისი, „დამანი“ 2016	11
8	ნინო ამირეზაშვილი, ლია სამსონაძე, ნინო ჯავაშვილი	პარალელური კორპუსის ტიპები და მათი გამოყენების სფეროები. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	№20	თბილისი, „დამანი“ 2016	6

9	ლიანა ლორთქიფანიძე, მერი გეგეჭკორი	ლექსიკური ონტოლოგია – GeWordNet საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	№20	თბილისი, „დამანი“ 2016	5
10	ალა თუშიშვილი, რუდოლფ ერემიანი, მიხეილ თუშიშვილი	ქართული ტექსტის კომპილაციური სინთეზის ერთი ალგორითმის რეალიზაციის შესახებ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	№20	თბილისი, „დამანი“ 2016	4
11	გიორგი ჩიკოიძე	“სენტენციური პრიმიტივების” როლებრივ მიმართებებზე აგებული გამონათქვამის შინაარსის წარმოდგენა სტუ ჟურნალი “განათლება”	№1(15)	თბილისი, სტუ-ს გამომცემლობა 2016	5
12	გიორგი ჩიკოიძე	გამონათქვამის დომინანტური შრე საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	№ 21	თბილისი, “პოლიგრაფი” 2017	5
13	ნინო ჯავაშვილი	დერივატების შემცველი რთული სახელები ოთარ	№ 21	თბილისი, “პოლიგრაფი” 2017	6

		ჭილაძის ტექსტურ კორპუსში საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული			
14	ანა ჩუტკერაშვილი	ტექსტის გადაბმის საშუალებები, რემა და მისი ფუნქციები	№ 21	თბილისი, “პოლიგრაფი” 2017	5
15	ლიანა ლორთქიფანიძე	ქართველური ენების მორფოლოგიური ანალიზატორი საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	№ 21	თბილისი, “პოლიგრაფი” 2017	4
16	ლიანა სამსონაძე	სიტყვა “მიწის” აღწერა განმარტებით-კომბინატორული ლექსიკონისთვის საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	№ 21	თბილისი, “პოლიგრაფი” 2017	5
17	ნინო ამირეზაშვილი	პარალელური ტექსტის კონტექსტუალური ანალიზი საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის	№ 21	თბილისი, “პოლიგრაფი” 2017	5

		მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული			
18	ალა თუშიშვილი, მიხეილ თუშიშვილი	ქართული ტექსტის კომპილაციური სინთეზის ზოგიერთი თავისებურებების შესახებ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	№ 21	თბილისი, “პოლიგრაფი” 2017	4
19	ლიანა ლორთქიფანიძე, ლიანა კლოიანი, მანველ კლოიანი	ქართული ტექსტ-კორპუსი საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	№ 21	თბილისი, “პოლიგრაფი” 2017	5

II. 2. პუბლიკაციები:

ბ) უცხოეთში

სტატიები

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათაური, ჟურნალის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	Liana Lortkipanidze, Nino Amirezashvili, Ana Chutkerashvili,	Syntax Annotation of the Georgian Literary Corpus., Logic, Language, and Computation,	LNCS 10148	Springer Berlin, 2017	8

	Nino Javashvili, Liana Samsonadze.	11th International Tbilisi Symposium, TbiLLC2015, Tbilisi, Georgia, September 21-26, 2015, Revised Selected Papers.			
2	Lortkipanidze L., Beridze M., Nadaraia D.	The Georgian Dialect Corpus: Problems and Prospects. 10th International Tbilisi Symposium on Logic, Language, and Computation, TbiLLC 2013, Gudauri, Georgia, September 23-27, 2013, Revised Selected Papers	LNCS 8984	Springer Berlin, 2015	5
3	Lortkipanidze L., Beridze M., Nadaraia D.	Dialect Dictionaries with the Functions of Representativeness and Morphological Annotation in Georgian Dialect Corpus. 10th International Tbilisi Symposium on Logic, Language, and Computation, TbiLLC 2013, Gudauri, Georgia, September 23-27, 2013, Revised Selected Papers	Weg 5, 72070 (= CLIP, Vol. 5)	Tübingen 2015	5

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

ა) საქართველოში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
---	--------------------------------	--------------------	------------------------------------

1	ლორთქიფანიძე ლ.	ქართული კორპუსის სინტაქსური ტეგერი	ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მეორე საფაკულტეტო სამეცნიერო კონფერენცია ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებში. თბილისი, 2015 (რუსთაველის ფონდი)
2	ნ. ამირეზაშვილი, ლ. ლორთქიფანიძე, ლ. სამსონაძე, ა. ჩუტკერაშვილი, ნ. ჯავაშვილი	ქართული ენის გრამატიკული ონლაინ ლექსიკონი	„არნოლდ ჩიქობავას საკითხავები XXVI“. თსუ არნოლდ ჩიქობავას სახელობის ენათმეცნიერების ინსტიტუტი. თბილისი. 2015
3	მ. ბერიძე, ლ. ლორთქიფანიძე, დ. ნადარაია	ავტომატური და ნახევრადავტომატური მორფოლოგიური ანოტირების პრინციპისათვის ქართულ დიალექტურ კორპუსში	„არნოლდ ჩიქობავას საკითხავები XXVI“. თსუ არნოლდ ჩიქობავას სახელობის ენათმეცნიერების ინსტიტუტი. თბილისი. 2015
4	მ. ბერიძე, ლ. ლორთქიფანიძე, დ. ნადარაია	ქართული დიალექტური კორპუსის მორფოლოგიური ანოტირების კონცეფციისათვის	თსუ არნოლდ ჩიქობავას სახელობის ენათმეცნიერების ინსტიტუტის საერთაშორისო კონფერენცია ენა და თანამედროვე ტექნოლოგიები _ 2015. თბილისი. 2015 (რუსთაველის ფონდი)
5	ლ. ლორთქიფანიძე, ლ. სამსონაძე, ა. ჩუტკერაშვილი, ნ. ჯავაშვილი	ქართული ენის კომპიუტერული მოდელები	თსუ არნოლდ ჩიქობავას სახელობის ენათმეცნიერების ინსტიტუტის საერთაშორისო კონფერენცია ენა და თანამედროვე ტექნოლოგიები _ 2015. თბილისი.
6	ნ. ამირეზაშვილი, ლ. ლორთქიფანიძე, ლ. სამსონაძე, ა. ჩუტკერაშვილი, ნ. ჯავაშვილი	ქართული ლიტერატურული კორპუსის სინტაქსური ანოტირება	მეთერთმეტე საერთაშორისო სიმპოზიუმი „ენა, ლოგიკა, გამოთვლები“ (ILLC) თბილისი 2015 (რუსთაველის ფონდი)
7	ლ. ლორთქიფანიძე, ნ. ჯავაშვილი	WordNet თესაურუსის ტექნოლოგიის სტანდარტები	აკადემიკოს ი. ფრანგიშვილის დაბადების 85-ე წლისთავისადმი მიძღვნილი საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია «საინფორმაციო და კომპიუტერული ტექნოლოგიები, მოდელირება, მართვა». თბილისი. 2015 (რუსთაველის ფონდი)
8	ნ. ამირეზაშვილი, რ. ერემიანი,	ტექსტური ინფორმაციის დამუშავების ვექტორული	აკადემიკოს ი. ფრანგიშვილის დაბადების 85-ე წლისთავისადმი

	ლ. ლორთქიფანიძე	სივრცის მოდელის ალგორითმიზაცია	მიმღვნილი საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია «საინფორმაციო და კომპიუტერული ტექნოლოგიები, მოდელირება, მართვა». თბილისი. 2015
9	ლ. ლორთქიფანიძე, ნ. ამირეზაშვილი, ნ. ჯავაშვილი	GeWordNet – ქართული ენის ლექსიკური სისტემის მოდელი	IV საერთაშორისო კონფერენცია “ვერბალური კომუნიკაციური ტექნოლოგიები-2016”, 25-27 ნოემბერი, 2016. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისი (რუსთაველის ფონდი)
10	ლ. ლორთქიფანიძე	ქართული ენის GeWordNet ლექსიკონისთვის ჰიპონიმური ხის ავტომატური ფორმირების ალგორითმი	ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მესამე საფაკულტეტო სამეცნიერო კონფერენცია ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებში. 25-28 იანვარი, 2016, თბილისი (რუსთაველის ფონდი)
11	ლ. ლორთქიფანიძე, ნ. ჯავაშვილი	ჰიპონიმური ხის ავტომატური ფორმირება ქართულ GeWordNet-ში	სემიოტიკის VII საერთაშორისო კონფერენცია „ქაოსის და კოსმოსის სემიოტიკა“ 21-23 ოქტომბერი, ბათუმი, 2016. (რუსთაველის ფონდი)
12	N. Javashvili	Derivation Models According to Otari Tchiladze Text Corpus	Twelfth International Tbilisi Symposium on Language, Logic and Computation, 18-22 September, 2017 Lagodekhi, Georgia (რუსთაველის ფონდი)

სხვა აქტივობები:

განყოფილების ოთხი თანამშრომელი (გ. ჩიკოიძე, ლ. ლორთქიფანიძე, ნ. ჯავაშვილი, ა. ჩუტკერაშვილი) არის საერთაშორისო ფორუმის "ენა, ლოგიკა, გამოთვლები" საპროგრამო და საორგანიზაციო კომიტეტის წევრი. საანგარიშო წლებში ჩატარდა:

2015 წლის 21-26 სექტემბერს თბილისში მე-11 <http://events.illc.uva.nl/Tbilisi/Tbilisi2015/> და 2017 წლის 18-22 სექტემბერს ლაგოდეხში მე-12 საერთაშორისო სიმპოზიუმი „ენა, ლოგიკა, გამოთვლები“ <http://events.illc.uva.nl/Tbilisi/Tbilisi2017> .

2016 წელს გამოვიდა ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ჰუმანიტარულ მეცნიერებათა ფაკულტეტის ჟურნალი “ენათმეცნიერების საკითხები, სადაც დაბეჭდილია ენობრივი და სამეტყველო სისტემების განყოფილების უფროსის, გიორგი ჩიკოიძის მიერ ნათარგმნი ცნობილი მეცნიერის ვილჰელმ ფონ ჰუმბოლდტის მნიშვნელოვანი ნაშრომი “სხვადასხვა ეპოქის მიხედვით ენათა

განვითარების შედარებითი შესწავლა”, რომელიც წაკითხულია მოხსენებად 1820 წლის 29 ივნისს, ბერლინში.

განყოფილების უფროსი მეცნიერ-თანამშრომელი ანა ჩუტკერაშვილი არის საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის ახალგაზრდა მეცნიერთა საბჭოს წევრი და ახალგაზრდა მეცნიერთა ფონდის ერთ-ერთი დამფუძნებელი. მისი თანამონაწილეობით:

2015 წლის 14-15 მაისს თბილისში, 2016 წლის 26-28 თებერვალს ბაკურიანში, 2017 წლის 24-26 თებერვალს წყალტუბოში ჩატარდა ახალგაზრდა მეცნიერთა კონფერენცია.

2017 წლის 2-3 ნოემბერს საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის ახალგაზრდა მეცნიერთა საბჭომ და ახალგაზრდა მეცნიერთა განვითარების ფონდმა გამართა საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის 75 წლისთავისადმი, აკადემიის პრეზიდენტის – აკად. გიორგი კვესიტაძის 75 წლისთავისადმი და მეცნიერების მსოფლიო დღისადმი მიძღვნილი ახალგაზრდა მეცნიერთა ინტერდისციპლინური კონფერენცია.

მიმართულება – ენერგეტიკის პრობლემები

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

ვ. გომელაურის სახ. ენერგეტიკის პრობლემების განყოფილება

* სამეცნიერო ერთეულის ხელმძღვანელი;

თენგიზ მაგრაქველიძე

* სამეცნიერო ერთეულის პერსონალური შემადგენლობა.

**ნ. ბანცაძე, ხ. ლომიძე, მ. ჯანიკაშვილი, ი. არჩუაძე, ა. მიქაშაიძე, ც. შენგელია
ი. მანთიძე, ნ. მირიანაშვილი, ნ. გელიშვილი, ვ. ხათაშვილი**

I. 1. საქართველოს სახელმწიფო ბიუჯეტის მიერ დაფინანსებული 2015-2017 წლების გეგმით შესრულებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტი

№	შესრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	2	3	4
1	საქართველოს ელექტრო-სადგურების სტრუქტურის ოპტიმიზაციისა და ენერგე-	თ. მაგრაქველიძე	ნ. ბანცაძე ხ. ლომიძე მ. ჯანიკაშვილი

ტიკული დანადგარების ეფექტურობის ამაღლების პრობლემების გამოკვლევა		ი. არჩუაძე ა. მიქაშავიძე ც. შენგელია ი. მანთიძე ნ. მირიანაშვილი ნ. გმელიშვილი ვ. ხათაშვილი
--	--	--

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

პროექტით გათვალისწინებულია ორი ამოცანის გადაჭრა, რომელთაგან პირველი დაკავშირებულია საქართველოს ელექტროენერგეტიკული სისტემის ოპტიმალურად განვითარების, ხოლო მეორე - მაღალეფექტური ენერგოდანადგარების შექმნის პრობლემებთან.

ამოცანა1.

საქართველოს ეკონომიკის განვითარების პერსპექტივებისა და აბრეშუმის გზის მოსალოდნელი აღორძინების გათვალისწინებით შეფასებულია უახლოეს ათწლეულებში ელექტროენერგიაზე საქართველოს მოთხოვნილება და დასაბუთებულია ელექტროენერჯის გამომუშავების მკვეთრი ზრდის აუცილებლობა. გაანალიზებულია არსებული და მოსალოდნელი საერთაშორისო პროექტების როლი საქართველოს ელექტროენერგეტიკული სისტემის განვითარებაში.

მომიებული და გაანალიზებულია მონაცემები მსოფლიოში ენერგეტიკის განვითარების თანამედროვე ტენდენციებისა და დონის შესახებ. კერძოდ, წარმოდგენილია სტატისტიკური მონაცემები მაგენერირებელი სადგურების სიმძლავრეებისა და სტრუქტურის თაობაზე; სისტემატიზებული და გაანალიზებულია საქართველოს ენერგეტიკული რესურსების პოტენციალი.

საქართველო მდიდარია ჰიდროენერგეტიკული რესურსებით. ბოლო მონაცემებით ამ რესურსების თეორიული პოტენციალი შეადგენს დაახლოებით 220 მლრდ კვტ.სთ წელიწადში. აქედან, თანამედროვე პირობებში, ტექნიკურად შესაძლებელია ათვისებულ იქნეს დაახლოებით 90 მლრდ კვტ.სთ წელიწადში (ტექნიკური პოტენციალი), ხოლო ყველა მდინარის ჯამური ეკონომიკური პოტენციალი შეადგენს დაახლოებით 50 მლრდ კვტ.სთ წელიწადში.

საქართველოს გააჩნია ქვანახშირის საკმაოდ მნიშვნელოვანი მარაგი. საკმარისია აღინიშნოს, რომ ქვანახშირის საერთო მარაგი 1990 წლის შეფასებით შეადგენს დაახლოებით 1 მლრდ. ტონას. აქედან ქვანახშირის სამრეწველო მარაგი თავმოყრილია ტყიბულ-შაორისა და ტყვარჩელის აუზებში.

რაც შეეხება გაზის მარაგებს, შაჰდენიზ-თბილისი-ერზრუმის გაზსადენის სრული სიმძლავრით ამოქმედების შემდეგ, საერთაშორისო ხელშეკრულების თანახმად, საქართველოს შესაძლებლობა ექნება აღნიშნული მილსადენების ქვეყნის ტერიტორიაზე გატარების სანაცვლოდ ყოველწლიურად მიიღოს 1.5 მლრდ.მ³ გაზი. ამასთან საქართველოს შეუძლია დამატებით, სპეციალურ ფასებში (55 დოლ/1000 მ³-ზე), შეიძინოს 500 მლნ მ³ გაზი (თუმცა ამ 8-10 წლის წინ აღნიშნულ ხელშეკრულებაში შეტანილ იქნა სრულიად გაუმართლებელი ცვლილებები, რაც უარყოფითად იმოქმედებს

საქართველოს ენერგოსისტემის ფუნქციონირებასა და განვითარებაზე). ასევე, გარკვეული მოცულობის ბუნებრივ აირს საქართველო ღებულობს ჩრდილოეთ-სამხრეთის გაზსადენიდან (რუსეთი-სომხეთი).

საქართველოს გააჩნია არატრადიციული, განახლებადი ენერგეტიკული რესურსების საკმარისად დიდი მარაგი. მათ შორის:

უკანასკნელი მონაცემებით საქართველოს მცირე ჰიდროენერგეტიკული რესურსების ეკონომიკურად გამართლებული პოტენციალი შეიძლება შეფასდეს 8-10 მლრდ.კვტ.სთ/წ. ოდენობით. იმის გამო, რომ მცირე ჰიდროენერგოსადგურების მშენებლობის პერიოდი საკმაოდ ხანმოკლეა, თანამედროვე ეტაპზე მათზე აქცენტის გამახვილება ენერგოსისტემაში კრიზისული სიტუაციიდან სწრაფი გამოსვლის მიზნით სრულიად გამართლებულია.

ქარის ენერჯის სრული პოტენციალი შეადგენს 10^{12} კვტ.სთ/წ. აქედან რეალურად შეიძლება მივიღოთ 3-4 მლრდ.კვტ.სთ/წ ელექტროენერგია. ენერჯის არატრადიციული წყაროებიდან განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებს ქარის ენერჯის გამოყენების პერსპექტივები. ამასთან, მნიშვნელოვანია ის გარემოება, რომ აღნიშნული ენერჯის 2/3 მოდის შემოდგომა-ზამთრის სეზონზე, ანუ იმ პერიოდზე, როდესაც ელექტროენერჯის მოხმარება მაქსიმუმს აღწევს, ხოლო წყლის რაოდენობა მდინარეებში კი მინიმუმამდე მცირდება. ქარის სადგურებთან დაკავშირებით ძალზე მნიშვნელოვანი შეიძლება გამოდგეს შემდეგი გარემოება. როგორც ცნობილია, ენგურის, ტყიბულ-შაორის, ხრამ-ფარავანის კასკადებზე არის საუკეთესო ბუნებრივი პირობები ჰიდროაკუმულაციური სადგურების განსახორციელებლად. ასეთი სადგურების განხორციელების შემთხვევაში, ცხადია, მნიშვნელოვნად გაიზრდება როგორც ჰიდროელექტროსადგურებში გამოიმუშავებული პიკური ენერგია, ისე ამ სადგურების მანევრულობის ხარისხი. ჩვენი აზრით, ძალზე ეფექტური შეიძლება გამოდგეს აღნიშნულ ჰიდროაკუმულაციური სადგურების და ქარის სადგურების ერთობლივი მუშაობა.

უკანასკნელ წლებში განსაკუთრებული აქტუალობა შეიძინა ბიოენერჯის გამოყენებამ როგორც თბური, ისე ელექტრული ენერჯის მიღების თვალსაზრისით. ბიოენერჯის წყაროები საკმაოდ მრავალფეროვანია: მერქანი, მემცენარეობის, მეცხოველეობის, გადამამუშავებელი მრეწველობის ნარჩენები და სხვა.

მსოფლიოში არსებობს ბიომასაზე, მათ შორის, საყოფაცხოვრებო ნარჩენებზე, მომუშავე ელექტროსადგურები, რაც ბიომასის ელექტროენერგეტიკაში ეფექტურად გამოყენების პერსპექტივას ქმნის. მნიშვნელოვანია ისიც, რომ ბიომასა ეკოლოგიურად უფრო სუფთაა, ვიდრე სხვა ორგანული სათბობები.

რაც შეეხება მზის ენერჯიას, მისი ფართომასშტაბიანი გამოყენება ელექტროენერგეტიკაში ამ ეტაპზე ეკონომიკურად გაუმართებელია. ამასთან, მზის, ისევე როგორც გეოთერმული ენერგია შეიძლება გამოყენებულ იქნეს გათბობისა და ცხელ-წყალ მომარაგებისათვის, აგრეთვე თბურ ტუმბოს დანადგარებთან კომბინაციაში ტექნოლოგიური პროცესების სითბო-სიცივით მომარაგებისათვის.

ანალიზის საფუძველზე გაკეთებულია დასკვნა იმის შესახებ, რომ ელექტროენერგეტიკის განვითარებისას ძირითადი აქცენტი უნდა გაკეთდეს ჰიდროენერგორესურსების ათვისებაზე.

მნიშვნელოვანია, აგრეთვე, თბოელექტროსადგურების როლი. ამასთან ერთად, არატრადიციული ენერგეტიკული რესურსების ფართოდ ათვისება, ცხადია, ხელს შეუწყობს ენერგიაზე ქვეყნის მოთხოვნილების დაკმაყოფილებას ადგილობრივი ენერგორესურსებით.

ჩამოყალიბებულია ოპტიმიზაციის ამოცანა, რომლის გამოყენებითაც შეიძლება დადგენილ იქნეს მდინარეზე ასაშენებელი სადგურის ოპტიმალური სიმძლავრე თვეების მიხედვით მდინარის ხარჯის მკვეთრი ცვლილების პირობებში. ამოცანის ამოხსნის შედეგად შემოთავაზებულია ოპტიმალური სიმძლავრის დადგენის მეთოდი, რომელიც განსხვავდება დღეისათვის არსებულისაგან.

განალიზებულია მეცნიერული მიღწევები მზის, ბიომასის, წყალბადის ენერჯის ათვისების საქმეში და მათი მოსალოდნელი გავლენა ენერგეტიკის განვითარებაზე ახლო და შორეულ პერსპექტივაში.

საქართველოს ელექტროსადგურების სტრუქტურის ადრე დამუშავებულ მათემატიკურ მოდელში შეტანილია გარკვეული დაზუსტებები. სათანადო ოპტიმიზაციის ამოცანის ამოხსნის შედეგად დადგენილია ელექტროსადგურების ოპტიმალური სტრუქტურა, რომლის რეალიზაცია უზრუნველყოფს ელექტროენერჯით საქართველოს მოთხოვნილების დაკმაყოფილებას მომავალ ათწლეულებში.

შედგენილია ჩატარებული კვლევების ვრცელი სამეცნიერო ანგარიში, რომელშიც სხვა საკითხებთან ერთად წარმოდგენილია ჩვენ მიერ შემუშავებული რეკომენდაციები მაგენერირებელი ელექტროსადგურების ოპტიმალური სტრუქტურის შესახებ.

ამოცანა 2.

ჩატარებულია ლიტერატურული მონაცემების ანალიზი, რომლის საფუძველზეც ნაჩვენებია, რომ ხელოვნური ხაოიანობის გავლენა ვერტიკალურ ზედაპირზე ჩამომდინარე აფსკის თბოგაცემაზე პრაქტიკულად შეუსწავლელია.

დამუშავებულია ექსპერიმენტული დანადგარის სქემა სათანადო ელექტროკვებისა და გაზომვების სისტემებით.

ექსპერიმენტული მონაცემების დასამუშავებლად ჩამოყალიბებულია ალგორითმი და გამართულია შესაბამისი პროგრამა.

დამზადებულია ექსპერიმენტული დანადგარის ცალკეული კვანძები. კერძოდ, ექსპერიმენტული უბნები გლუვი და სხვადასხვა ტიპის ხაოიანობის მქონე ზედაპირებით (გამოყენებულია ლაბორატორიაში არსებული მასალები).

განხორციელებულია გლუვ და ხაოიან ზედაპირებზე ჩამომდინარე აფსკის თბოგაცემის საკვლევი ექსპერიმენტული დანადგარი სათანადო ელექტროკვებისა და გაზომვების სისტემებით. დანადგარი წარმოადგენს ღია კონტურს, რომლის ძირითადი კვანძებია: ექსპერიმენტული უბანი, სადაწნეო ავზი, საკომუნიკაციო მილები. საცდელ სითხედ გამოყენებულია ქსელის წყალი. წყლის ხარჯის გასაზომად გამოიყენება როტამეტრი. ექსპერიმენტული უბანი, რომელიც წარმოადგენს უჟანგავი ფოლადისაგან დამზადებულ მილს, ხურდება მასში დაბალი ძაბვის ელექტროდენის უშუალო გატარებით. ამ მიზნით გამოიყენება მარეგულირებელი ტრანსფორმატორი – PHO-250-10 და ძაბვის დამადაბლებელი ტრანსფორმატორი – OCY – 20. დენის ძალა და ძაბვის ვარდნა

ექსპერიმენტულ უბანზე იზომება თანამედროვე ციფრული ხელსაწყოებით – B7-21A. საცდელი მილის კედლისა და წყლის საშუალო ტემპერატურების გასაზომად გამოყენებულია ქრომელ-ალუმელის თერმოწყვილები. თერმოწყვილებში აღძრული ელექტრომამოძრავებელი ძალა იზომება ასევე – B7-21A ციფრული ხელსაწყოთი.

ექსპერიმენტებში უშუალო გაზომვებით განისაზღვრება: სითხის ხარჯი კონტურში - V , ექსპერიმენტულ მილში გამავალი დენის ძალა - I , ექსპერიმენტული მილის კედლის ტემპერატურა - t_3 , სითხის საშუალო ტემპერატურა - t_w . გაზომილი სიდიდეების მიხედვით განისაზღვრება: ხვედრითი თბური ნაკადი - q , თბოგაცემის კოეფიციენტი - α , რეინოლდსის კრიტერიუმი - Re და ნუსელტის კრიტერიუმი - Nu .

ექსპერიმენტები ჩატარდა გლუვი და სხვადასხვა ტიპის ხაოიანობის მქონე ზედაპირებისათვის რეინოლდსის კრიტერიუმის დიაპაზონში $700 \div 5000$.

ექსპერიმენტული მონაცემების დასამუშავებლად გამოყენებულ იქნა ჩვენ მიერ შედგენილი ალგორითმი და შესაბამისი პროგრამა.

ექსპერიმენტების შედეგად დადგენილია, რომ ორგანზომილებიანი, ღრმულებიანი და ქლიბისებური ხაოიანობის შექმნა ზედაპირზე განაპირობებს თბოგაცემის ინტენსიურობის მნიშვნელოვან ზრდას (დაახლოებით 2-ჯერ). ამასთან ერთად, ჩვენ მიერ გამოკვლეული კომბინირებული ხაოიანობის მქონე ზედაპირის თბოგაცემის ინტენსიურობა დაახლოებით 4-ჯერ აღემატება გლუვი ზედაპირის ანალოგიურ მაჩვენებელს.

აღნიშნულ შედეგებს გააჩნია როგორც თეორიული, ისე პრაქტიკული მნიშვნელობა.

უნდა აღინიშნოს, რომ პროექტით არ იყო გათვალისწინებული ხაოიანობის გეომეტრიული პარამეტრების (ხაოიანობის ელემენტების სიმაღლე, ბიჯი, ბიჯის ფარდობა სიმაღლესთან) გავლენა თბოგაცემის ინტენსიურობაზე. ამასთან, ექსპერიმენტები ჩატარდა რეინოლდსის რიცხვის შედარებით დაბალი მნიშვნელობების პირობებში.

ცხადია, სასურველია ამ მიმართულებით შემდგომი კვლევების ჩატარება, რისთვისაც საჭირო გახდება ექსპერიმენტული დანადგარის მოდერნიზაცია.

მეორე ამოცანის კვლევის შედეგები და რეკომენდაციები წარმოდგენილია ვრცელ სამეცნიერო ანგარიშში.

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

ა) საქართველოში

სტატიები

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათაური, ჟურნალის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/ კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	თ.მაგრაქველიძე, ვ.ჭიჭინაძე, ხ.ლომიძე, მ.ჯანიკაშვილი, ი.არჩუაძე	ელექტროსადგურის ოპტიმალური სიმძლავრის დადგენა მდინარის ჩამონა- დენის სეზონური ცვლილების გათვალისწინებით	ა.ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტი, შრომათა კრებული. №19	თბილისი “დამანი”. 2015 წ.	5
2	თ.მაგრაქველიძე, ა.მიქაშვიძე, ნ.ბანცაძე, ხ.ლომიძე, ც.შენგელია ი.მანთიძე	კედლის ზედაპირის ხაოიანობის გავლენა ცილინდრულ ჭურჭელში სითხის არევისათვის საჭირო სიმძლავრეზე	ა.ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტი, შრომათა კრებული. №19	თბილისი “დამანი”. 2015 წ.	6
3	ნ.მირიანაშვილი, ნ.გებელიშვილი, ვ.ხათაშვილი	თბური ტუმბოს დანადგარების გამო- ყენების პერსპექტივები საქართველოს ეროვნული მეურნეობის სხვადასხვა დარგში	ა.ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტი, შრომათა კრებული. №19	თბილისი “დამანი”. 2015 წ.	5
4	თ.მაგრაქველიძე, ა. მიქაშვიძე, ნ. ბანცაძე, ხ. ლომიძე, ნ.ლეკვეიშვილი	ხელოვნური ხაოიანობის გავლენა ვერტიკალურ ზედაპირზე ჩამომდინარე აფსკის თბოგაცემაზე	ა.ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტი, შრომათა კრებული. №20	თბილისი “დამანი”. 2016 წ.	6
5	ხ. ლომიძე, მ. ჯანიკაშვილი, ი. არჩუაძე	მცირე მდინარეებზე ასაშენებელი ჰიდროელექტროსადგურის სიმძლავრის დადგენისათვის	ა.ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტი,	თბილისი “დამანი”. 2016 წ.	5

			შრომათა კრებული. №20		
6	ნ. მირიანაშვილი, ნ. გპელიშვილი, ქ. ვეზირიშვილი- ნოზაძე, ვ. ხათაშვილი, თ. ნოზაძე, თ. წოწონავა- დურგლიშვილი	მზის ენერჯის გამოყენების ტენდენციები ევროპაში	ა.ელაიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტი, შრომათა კრებული. №20	თბილისი 2016 წ.	6
7	ქ. ვეზირიშვილი- ნოზაძე, ნ. მირიანაშვილი, ლ. პაპავა, მ. რაზმაძე	გეოთერმული ენერჯია - განვითარების ოპტიმალური შესაძლებლობების და მიმართულებების არჩევა	ჟურნალი „ენერჯია“. №2(78)	თბილისი 2016 წ.	6
8	ი.ჟორდანია, ნ.მირიანაშვილი, ქ.ვეზირიშვილი- ნოზაძე, ნ.გპელიშვილი, ვ.ბახტაძე, ვ.ხათაშვილი, თ.ნოზაძე, თ.წოწონავა- დურგლიშვილი	მზის ენერჯის პოტენცია- ლის გამოყენების პერსპექ- ტივები თბილისში	ჟურნალი „ენერჯია“. №2(78)	თბილისი 2016 წ.	7
9	თ.მაგრაქველიძე, ა.მიქაშავიძე, ხ.ლომიძე, ნ.ბანცაძე	თბოგაცემის ინტენსი- ფიკაცია ვერტიკალურ ზედაპირზე წყლის აფსკის ჩამოდინების დროს	ა.ელაიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტი, შრომათა კრებული. №21	თბილისი “დამანი”. 2017 წ.	6
10	თ.მაგრაქველიძე, ხ. ლომიძე, ა. მიქაშავიძე, მ.ჯანუკიანი, ი.არჩუაძე	საქართველოს ენერჯეტიკული უსაფრთხოების ზოგიერთი საკითხის შესახებ	ა.ელაიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტი, შრომათა კრებული. №21	თბილისი “დამანი”. 2017 წ.	9

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

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	თ. მაგრაქველიძე, ბ. ლომიძე, მ. ჯანიკაშვილი, ი. არჩუაძე	საქართველოს ელექტროენერგეტიკული სისტემის განვითარების შესახებ მსოფლიოში მიმდინარე ტენდენციების გათვალისწინებით.	საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია “ენერგეტიკა: რეგიონული პრობლემები და განვითარების პერსპექტივები. ქუთაისი, 2015წ. 23 – 25 ოქტომბერი
2	თ. მაგრაქველიძე, ნ. ბანცაძე, ა. მიქაშვიძე, ბ. ლომიძე, ც. შენგელია, ი. მანთიძე	ენერგეტიკული დანადგარების ეფექტურობის ამაღლება	საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია “საინფორმაციო და კომპიუტერული ტექნოლოგიები, მოდელირება, მართვა. თბილისი, 2015წ. 3-5 ნოემბერი
3	ქ. ვეზირიშვილი-ნოზაძე, ი. ჟორდანიას, თ. ნოზაძე, ნ. მირიანაშვილი, ზ. ლომსაძე, თ. წოწონავა-დურგლიშვილი	გეოთერმული წყლების ბაზაზე თხევადი სორბენტის გამოყენებით ჰაერის კონდიციონირების სისტემების შექმნა (ინგლისურ ენაზე).	საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია “თანამედროვე კვლევები და მათი გამოყე- ნების პერსპექტივები ქიმიაში, ქიმიურ ტექნოლოგიასა და მომიჯნავე დარგებში”. ურეკი, 2016 წ., 21-23 სექტემბერი,
4	ქ. ვეზირიშვილი-ნოზაძე, ი. ჟორდანიას, თ. ნოზაძე, ნ. მირიანაშვილი, ზ. ლომსაძე, თ. წოწონავა-დურგლიშვილი	არატრადიციული, განახლებადი რესურსები - ეკოლოგიური პრობლემების გადაჭრის ალტერნატივა	IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია “ენერგეტიკა: რეგიონული პრობლემები და განვითარების პერსპექტივები”. ქუთაისი, 2016წ. 29 ოქტემბერი

ბ) უცხოეთში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	თ. მაგრაქველიძე, ა. მიქაშვიძე, ნ. ბანცაძე, ხ. ლომიძე, ც. შენგელია ი. მანთიძე	სარევიანი აპარატის კედლის ხაოიანობის გავლენა თბოგაცემის ინტენსიურობასა და სიმძლავრის კოეფიციენტზე	მინსკის სითბოსა და მასის გადაცემის XV საერთაშორისო ფორუმი. 23-26 მაისი, 2016 წ. მინსკი

2017 წელს გამოვიდა ინსტიტუტის შრომათა მორიგი კრებული N21

ნ. ყავლაშვილი

სსიპ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის
დირექტორი