

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის  
ნ. მუსხელიშვილის სახელობის  
გამოთვლითი მათემატიკის ინსტიტუტის  
სამეცნიერო და სამეცნიერო-საორგანიზაციო  
საქმიანობის 2003 წლის

ა ნ გ ა რ ი შ ი

# 1. შესავალი

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ნ. მუსხელიშვილის სახელობის გამოთვლითი მათემატიკის ინსტიტუტის 2003 წლის სამეცნიერო კვლევითი მუშაობის გეგმა შედგებოდა 16 თემისაგან, რომლებიც გაერთიანებული იყო საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ფუნდამენტური კვლევის 5 პრიორიტეტულ მიმართულებაში. სახელდობრ, 3 თემა მუშავდებოდა მათემატიკური ანალიზის (1.1.1) მიმართულებით, 2 თემა – ალბათობის თეორიისა და მათემატიკური სტატისტიკის (1.1.5) მიმართულებით, 6 თემა – გამოთვლითი მათემატიკის (1.1.7) მიმართულებით, ერთი თემა – პროგრამირება და კომპიუტერიზაციის საკითხები, კომპიუტერული ლოგიკა, ახალი ინფორმაციული ტექნოლოგიების (1.2.2) მიმართულებით და ერთი თემა – მონაცემთა და ცოდნის ბაზების შექმნა და მათი საერთაშორისო ქსელში ინტეგრირების (1.2.5) მიმართულებით. 3 თემა მუშავდებოდა საინციტივო-საძიებო სამუშაოების ჩარჩოებში. საანგარიშო პერიოდში დასრულდა 2 თემა. 14 თემაზე მუშაობა გრძელდება.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ნ. მუსხელიშვილის სახელობის გამოთვლითი მათემატიკის ინსტიტუტი ქვეყნის წამყვანი ორგანიზაციაა ფუნქციონალურ სივრცეებში ალბათური განაწილებების თეორიისა და შემთხვევით პროცესთა თეორიის ზოგადი ამოცანების კვლევის, აგრეთვე გამოთვლითი მათემატიკისა და პროგრამირების ფუნდამენტური პრობლემების განვითარების, გამოთვლითი მეთოდებისა და კომპიუტერების გამოყენების მეთოდური და მეთოდოლოგიური პრობლემების მიმართულებებით.

1995 წლიდან ინსტიტუტი ჩართულია კომპიუტერული ქსელებისა და ტელეკომუნიკაციის სფეროში “ნატოსა” და დამოუკიდებელ სახელმწიფოთა თანამეგობრობის ქვეყნებს შორის პარტნიორობის პროგრამაში. ინსტიტუტში შექმნილი საერთო სააკადემიო კომპიუტერული ქსელი 1996 წლიდან ჩართულია ტელეკომუნიკაციურ საინფორმაციო საერთაშორისო ქსელში (internet). ინსტიტუტის ინტერნეტის ცენტრი თანმიმდევრულად აფართოებს თავის საქმიანობას აკადემიის ინსტიტუტების ინტერნეტში ჩართვის მიმართულებით. ცენტრი აგრძელებს ინტერნეტის საინფორმაციო რესურსების შესწავლას და საძიებო პროგრამული უზრუნველყოფის ათვისებას. გარდა ამას, ცენტრი უზრუნველყოფს აკადემიის ინსტიტუტების ელექტრონული ფოსტის შეუფერხებელ მუშაობას.

საანგარიშო პერიოდში ინსტიტუტის 36 თანამშრომელი მონაწილეობას იღებდა საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის გრანტებით გათვალისწინებული პროექტების შესრულებაში.

## 2. უმნიშვნელოვანესი სამეცნიერო მიღწევების მოკლე დახასიათება

საანგარიშო წელს საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ნ. მუსხელიშვილის სახელობის გამოთვლითი მათემატიკის ინსტიტუტში მნიშვნელოვანი შედეგებია მიღებული ფუნქციონალურ სივრცეებში ალბათური განაწილებებისა და შემთხვევით პროცესთა თეორიის ზოგადი ამოცანების გადაწყვეტის, გამოთვლითი მეთოდების დამუშავებისა და რიცხვითი რეალიზაციის, გამოთვლითი მანქანების და სისტემების პროგრამული უზრუნველყოფის დამუშავების მიმართულებით.

ჩამოვთვალოთ ზოგიერთი მათგანი:

- დამტკიცებულია სამი მწკრივის კრებადობის შესახებ კოლმოგოროვის თეორემის ანალოგი ბანახის სივრცეში მნიშვნელობების მქონე ზომად ასახ-

ვითა მიმდევრობის სუსტ ტოპოლოგიაში კრებადობის შემთხვევისათვის და მიღებულია პროხოროვ-ბრუნკის თეორემის უსასრულოგანზომილებიანი ვარიანტი.

- შესწავლილია გრეხვის ამოცანები ბინარული ნარევით შედგენილი მასალისგან დამზადებული ძელისათვის. ცხადი სახით აგებულია ძაბვისა და გადაადგილების კომპონენტები. ამოხსნილია ნეიმანის ამოცანა ელიფსური კვეთის მქონე ძელისათვის.
- ლოკალურად კომპაქტურ აბელის ჯგუფებზე განხილულია ფუნქციათა კლასი, რომელიც წარმოადგენს ლიფშიცის კლასის ფუნქციათა განზოგადობას. შესწავლილია ამ კლასის ფუნქციათა მიახლოების საკითხი მთელი ექსპონენციალური ფუნქციების ანალოგების საშუალებით.

### **3. 2003 წელს დამთავრებული თემების უმნიშვნელოვანესი მეცნიერული შედეგები**

#### **ა) საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის სამეცნიერო კვლევითი მუშაობის 2003 წლის გეგმით გათვალისწინებული სამუშაოები**

##### **1.1.1. მათემატიკური ანალიზი**

შესწავლილია ერთი ტიპის მცირე პარამეტრზე დამოკიდებული ჩვეულებრივი დიფერენციალური განტოლების ამოხსნების განშტოება.

შესწავლილია არაწრფივი ინტეგრალური ოპერატორები სპეციალურ ფუნქციათა სივრცეში.

ლოკალურად კომპაქტურ აბელის ჯგუფებზე განხილულია ფუნქციათა კლასი, რომელიც წარმოადგენს ლიფშიცის კლასის ფუნქციათა განზოგადობას. შესწავლილია ამ კლასის ფუნქციათა მიახლოების საკითხი მთელი ექსპონენციალური ფუნქციების ანალოგების საშუალებით.

##### **1.1.5. ალბათობის თეორია და მათემატიკური სტატისტიკა**

დამტკიცებულია სამიმწკრივის კრებადობის შესახებ კოლმოგოროვის თეორემის ანალოგი ბანახის სივრცეში მნიშვნელობების მქონე ზომად ასახვათა მიმდევრობის სუსტ ტოპოლოგიაში კრებადობის შემთხვევისათვის.

განხილულია სიმეტრიულ განაწილებათა ერთი კლასი ჰილბერტის სივრცეში.

##### **1.1.7. გამოთვლითი მათემატიკა**

შესწავლილია ფრეშეს სივრცეში მოცემული ოპერატორული განტოლების მიახლოებითი ამოხსნის ალგორითმი.

მიმდინარეობდა 2001-2002 წლებში დამუშავებული და გამოკვლეული სასრულ-სხვაობიანი სქემების მანქანურ რეალიზაციასთან დაკავშირებული სამუშაოები. ამ ეტაპზე შესრულებულია პროგრამული უზრუნველყოფის ძირითადი ნაწილი.

გრძელდებოდა ლოგისტიკური განტოლების ფიზიკური შინაარსის შესწავლა. ამ მიმართულებით და მასთან დაკავშირებული საკითხების ირგვლივ მიღებული იქნა ზოგიერთი ახალი შედეგი.

გრძელდებოდა ე.წ. დისკრეტულ-განსაკუთრებულობათა ტიპის მოდიფიცირებული სააპროქსიმაციო სქემების შესწავლა მათი კრებადობის, სიზუსტისა და დაფუძნებადობის თვალსაზრისით. აღნიშნული სქემები შექმნილია ინსტიტუტის თანამშრომელთა მიერ და აქვე დამუშავებულია მათზე დაფუძნებული გამოთვლითი ალგორითმების თეორია. ნაჩვენებია შესაბამისი ალგორითმების ეფექტურობა (სათანადო შეფასებებისა და რიცხვითი ექსპერიმენტების შედეგების საფუძველზე) კონკრეტულ ამოცანათა მანქანური რეალიზაციის თვალსაზრისით. განსაკუთრებული მნიშვნელობა ამ მიმართულებით ენიჭება რიცხვით ალგორითმებს ზოგიერთი კლასის სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა მიახლოებით ამოხსნის ჭრილში.

შესწავლილია რამდენიმე კონკრეტული ამოცანა მეორე რიგის ელიფსური ტიპის კერძოწარმოებულებიანი დიფერენციალური განტოლებებისათვის. მოცემულია შესაბამისი გამოყენებები გრძივი ძალით გაჭიმვისა და წყვილძალით გრეხვის ამოცანებში ბინარული ნარევით შედგენილი მასალისაგან დამზადებული ძელისათვის. ცხადი სახით აგებულია ძაბვისა და გადაადგილების კომპონენტები. ამოხსნილია ნეიმანის ამოცანა ელიფსური კვეთის მქონე ძელისათვის.

ე.წ. დაზუსტებული თეორიით შესწავლილია დრეკადი გარსების დეფორმაციის ზოგიერთი ამოცანა, როდესაც სიხისტე ცვალებადია.

შემუშავებულია ლაპლასის განტოლებისათვის დირიხლეს ე.წ. განზოგადოებული ამოხსნის აგების რიცხვითი ალგორითმები ფუნდამენტურ ამოხსნათა მეთოდის ბაზაზე. შესაბამისი ამოცანებისათვის განვითარებულია, აგრეთვე, ალბათური მეთოდების გამოყენების ზოგიერთი საკითხი.

გარკვეული კლასის არაკანონიკური მრავლადბმული არეებისათვის (სწორ-ხაზოვანი და რკალისებრი ჭრილებით) შესწავლილია ჰოლომორფულ ფუნქციათა თეორიის ზოგიერთი სასაზღვრო ამოცანა. ამოხსნები აგებულია კვადრატურებში, რომლებიც კოშის ტიპის ინტეგრალებს შეიცავენ. დასახელებულია მიღებული შედეგების მყარი ტანის მექანიკაში გამოყენების კონკრეტული შემთხვევები.

აგებულია კონკრეტული რიცხვითი სქემები ნახევარსიბრტყეზე ხისტ შტამპთა სისტემის მოქმედების ერთი ამოცანისათვის, რომელიც მნიშვნელოვან პრაქტიკულ ინტერესს წარმოადგენს. მიღებული შედეგები ჩამოყალიბებულია დასრულებული ალგორითმული სახით და რეალიზებულია კომპიუტერზე.

მატლახის გარემოში შექმნილია პროგრამა, რომელიც საშუალებას გვაძლევს ცვლადბიჯიანი იტერაციული პროცესები გამოვიყენოთ დამატებითობით და ვარიაციული ამოცანების მიახლოებითი ამოხსნისათვის, როდესაც ადგილი აქვს სხვადასხვა ტიპის ცდომილებებს, კერძოდ განხილულია აბსოლუტური და ფარდობითი შემთხვევითი ცდომილებები, როდესაც ცდომილებები ცენტრირებულია. დისპერსია პირველ შემთხვევაში შემოსაზღვრულია, მეორეში კი იგი მცირდება გრადიენტის ნორმის კვადრატის რიგით. გამოთვლების შედეგები ადასტურებს ადრე მიღებული შეფასებების სამართლიანობას, ე.ი. ცდომილებების გამო მეთოდი იკრიბება რეალურად უკვე არა შეუღლებული გრადიენტების, არამედ უსწრაფესი გრადიენტული დამუშავების სიჩქარით.

უსასრულო თამაშების ერთი კლასისათვის შემოთავაზებულია მატრიცული თამაშებით მიახლოების საკითხი, ფაქტობრივად ეს არის ხელის მეტრიკით სტრატეგიათა სივრცეებში  $\varepsilon$ -ბადეების აგება. მატრიცულ თამაშთა ამოხსნის გასულ წელს დამუშავებული იტერაციული პროცესი დაპროგრამებულია. დაპროგრამებულია იმავე იდეაზე დაფუძნებული წრფივი პროგრამირების ამოცანის ამოხსნის ალგორითმი.

საქართველოს აგრო-სამრეწველო კომპლექსის ეკონომიკისა და მართვის სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტთან ერთად დამუშავდა რესპუბლიკის სასოფლო-სამეურნეო წარმოების ოპტიმალური პერსპექტიული განვითარების გეგმა 2010 წლისათვის. აგებულია დინამიური ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელი, შეგროვდა და დამუშავდა საწყისი ინფორმაცია. მოხდა მოდელის პრაქტიკული რეალიზება. შედეგები მოწონებულია დარგის ექსპერტების მიერ.

დადგენილია საქართველოში სექციანობის სტატისტიკური მახასიათებლები კლიმატური რაიონების მიხედვით.

მიღებულია ემპირიული დამოკიდებულება სექციანობასა და ადგილმდებარეობის სიმაღლეს შორის როგორც რესპუბლიკისათვის, ასევე დასავლეთ და აღმოსავლეთ საქართველოსათვის ცალკე-ცალკე.

დადგენილია სექციანობის ტრენდების თავისებურებანი რეგიონებისათვის. კახეთში და სამხრეთ საქართველოში ელჭექიანი დღეების ტრენდები საკონტროლო ტერიტორიებთან შედარებით არ დაიკვირვება, მაშინ როცა სექციანი დღეების რაოდენობა საკონტროლო ტერიტორიებთან შედარებით იმატებს. ეს მატება სავარაუდოდ დაკავშირებულია საქართველოში ატმოსფეროს ანტროპოგენურ დატვიწივასთან.

## 1.2.2. პროგრამირება და კომპიუტერიზაციის საკითხები, კომპიუტერული ლოგიკა, ახალი ინფორმაციული ტექნოლოგიები

შეიქმნა მასწავლი კურსები: “დაპროგრამირების ენების C და C++-ის მასწავლი კურსი”, “დაპროგრამირების ენა Perl-ის მასწავლი კურსი”, “დაპროგრამირების ენა Visual C++-ის მასწავლი კურსი”, “დაპროგრამირების ენა Pascal-ის მასწავლი კურსი”, “მასწავლი-მაკონტროლებელი სისტემა მონაცემთა ბაზების თეორიის ასათვისებლად” და მასწავლი კურსი “ინფორმატიკისა და ინფორმაციული ტექნოლოგიების საფუძვლები”.

WEB-გვერდებზე მასწავლი კურსების წარმოდგენის ფორმა განისაზღვრა სამი განყოფილებისაგან: პირველ განყოფილებაშია თეორიული ნაწილი თავისი სარჩევით და შესაბამისი ტექსტებით. მეორე განყოფილებაში მოთავსებულია სავარჯიშო ნაწილი.

მასწავლი კურსები გაფორმებულია სხვადასხვაფერად მცოცავი რეკლამით და მთელ ეკრანზე რთული ტრაექტორიით მოძრავი “მორბენალი სტრიქონით”.

ინსტიტუტში შეიქმნა ბუღალტერიის ავტომატიზაციის პროგრამა, რომელიც დაინერგა მეცნიერებათა აკადემიის შემდეგ ინსტიტუტებში: მეტალურგიის ინსტიტუტი, გეოლოგიის ინსტიტუტი, ხელნაწერების ინსტიტუტი, აკადემიის ბიბლიოთეკა.

## 1.2.4. მონაცემთა და ცოდნის ბაზების შექმნა და მათი საერთაშორისო ქსელში ინტეგრირება

საანგარიშო წელს ინსტიტუტში გრძელდებოდა მუშაობა თემაზე: „ქ. თბილისის ქუჩებსა და სკვერებში ადგილობრივი და კულტვირებული, ეკონომიკური მნიშვნელობის ენდემური და რელიქტური ხეებისა და ბუჩქების შესწავლა კონსერვაციის მიზნით და მათი მონაცემთა ბაზის შექმნა” (თემის აღრიხლელი სათაური შეიცვალა საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმის 2003 წლის 10 ივლისის დადგენილების შესაბამისად). 2003 წლის გეგმის მიხედვით გათვალისწინებული იყო სახეობათა საინგერნეგო ბაზის დამუშავება. გამომდინარე ფუნქციებიდან საინგერნეგო ბაზა მოიცავს: სახეობათა ოჯახების, ოჯახებში შემავალი გვარებისა და მათში გაერთიანებული სახეობების, შესაბამისი მახასიათებელი ინ-

ფორმაციებისა და სასტატუსე ჯგუფების მასივებს. თითოეულ დასახელებულ მასივთან ერთობა შესაძლებელია როგორც ინდივიდუალურ, ასევე ჯგუფური და ერთიანი გადათვალთვლების რეჟიმებში. ინდივიდუალური მიმართვის დროს, საოჯახო ვარიანტის შემთხვევაში, ვირჩევთ გვარსა და სახეობას ერთად, ანდა ცალკე გვარსა და ცალკე სახეობას, რის შემდეგაც ვირჩევთ სახეობის მახასიათებელ ინფორმაციას. ერთიანი ინფორმაციული გადათვალთვლების რეჟიმში, როგორც ცალკეული ოჯახის, ასევე ყველა ოჯახის ერთიანად გადათვალთვლებისას, შესალებელია ოჯახების, გვარების, სახეობებისა და მათი მახასიათებელი ინფორმაციების უწყვეტად გადათვალთვლების განხორციელება.

ანალოგიურად, სასტატუსე ვარიანტის შემთხვევაში, საინტერნეტო ბაზა უზრუნველყოფს როგორც ცალკეული სასტატუსე ჯგუფების, ასევე ერთობლივად ყველა სასტატუსე ჯგუფის სახეობითი მასივების გადათვალთვლებას. რაც შეეხება ამ ვარიანტში მახასიათებელი ინფორმაციის მასივის გადათვალთვლებას, ეს პროცედურა პრაქტიკულად ძნელად რეალიზებად პროცედურას წარმოადგენს, რაც განპირობებულია სახეობათა მრავალსტატუსიანობით და აქედან გამომდინარე, სახეობების ერთი და იგივე მახასიათებელი ინფორმაციების მრავალჯერადი გამეორებებით. უნდა შევნიშნოთ, რომ ამჟამად ბაზა შეიცავს 11 სასტატუსე ველს, სახეობათა მასივი მოიცავს 200 ერთეულს და ხშირ შემთხვევაში ცალკეული სახეობის სტატუსთა რაოდენობა 5-6 აღწევს. გამომდინარე ზემოთ თქმულიდან, სასტატუსე ვარიანტის შემთხვევაში მახასიათებელი ინფორმაციის გადათვალთვლების რეალურ ვარიანტად მიჩნეულია მხოლოდ ინდივიდუალური რეჟიმი.

საანგარიშო პერიოდში მონაცემთა ძირითად ბაზას დაემატა საკონსერვაციო ველი, რამაც განაპირობა შესაბამისი კორექტივების შეტანა ბაზის მართვის ფუნქციებში:

მონაცემთა ბაზაში გაუქმებული იქნა 11 „იხილე“ – ს ტიპის მახასიათებელი ინფორმაცია და დამუშავდა მათი შემცვლელი ფორმატები;

ძირითადი ბაზა შეივსო გამწვანებასთან დაკავშირებული ინფორმაციით;

საინტერნეტო ბაზაში შეტანილია ასზე მეტი სახეობის სურათი;

დამუშავდა საბაზო ლექსიკონი.

## ბ) საძიებო-საინიციატივო სამუშაოები

გამოკვლეულია სიბრტყეზე განსაზღვრული ერთი სახის ინტეგრირ-დიფერენციალური განტოლება.

ინფორმაციისა და კოდირების თეორიის გამოყენებით დამუშავდა სინერგეტიკის ინფორმაციული საფუძვლები, რაც მდგომარეობს სხვადასხვა დარგის ამოცანების ერთიანი მიდგომით გადაჭრაში. ამ ამოცანების ამოსახსნელად ძირითადად გამოყენებულია კოდირების თეორიის მათემატიკური აპარატი. დამუშავდა ორი საკითხი – ერთი საქონლის ბაზრის მაგალითზე დაპირისპირებულ მხარეთა გარიგებისა და ინტელექტუალურ სისტემებში ცოდნის წარმოდგენის ინფორმაციული მოდელები.

განხორციელდა შემთხვევითი ორობითი თანრიგების გენერატორის მიერთება კომპიუტერთან და შეიქმნა შესაბამისი დრაივერი.

## გ) საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის გრანტებით შესრულებული სამუშაოები

გრანტი №1.16.02. შემთხვევითი ვექტორების გადანაცვლებები, მწკრივების უპირობო კრებადობა და დიდ რიცხვთა გაძლიერებული კანონები (ხელმძღვანელი: აკადემიკოსი ნ. ვახანია. შემსრულებელთა რაოდენობა – 8. თემა დასრულდა)

საანგარიშო პერიოდში მიღებულია პროხოროვ-ბრუნკის თეორემის უსასრულოგანზომილებიანი ანალოგი. შემუშავებულია ნებისმიერ ბანახის სივრცეში ერთეულოვანი ნორმის მქონე ნიშან-ინვარიანტული წყვილების აგების ალგორითმი.

**გრანტი №1.17.02. ფუნქციონალური განტოლებები ანალიზურ ფუნქციათა თეორიის რიცხვით სქემებში** (ხელმძღვანელი: ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი ჯ. სანიკიძე. შემსრულებელთა რაოდენობა – 9. თემა დასრულდა)

საანგარიშო პერიოდში შესრულებულ იქნა შემდეგი ხასიათის სამუშაოები:

- დამუშავებული და შესწავლილია დისკრეტულ განსაკუთრებულობათა ტიპის რიცხვითი სქემები სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა ერთი კლასისათვის, რომლებზეც მიიყვანება ანალიზურ ფუნქციათა თეორიის ზოგიერთი მნიშვნელოვანი ამოცანა. მოცემულია სათანადო გამოყენებები რიცხვითი რეალიზაციით.
- დამუშავებულია არაწრფივ განტოლებათა (ჩვეულებრივი და კერძოწარმოებულებიანისათვის) ველის თეორიაში გამოყენების თეორიული საკითხები. ამ მიმართულებით აღიწერება როგორც მოცემული, ასევე მათი ალგებრულად შეუღლებულ განტოლებებიც. მიღებული შედეგები, კერძოდ, იძლევა მუხტის არსებობის გარკვეულ თეორიულ დახასიათებას.
- შექმნილი და რეალიზებულია რიცხვითი სქემები დირიხლეს ამოცანისათვის ფუნდამენტალურ ამოხსნათა მეთოდის საფუძველზე.
- ბინარული ნარეგების შემთხვევაში ცხადი სახით აგებულია ძაბვისა და გადაადგილების კომპონენტების გამოსახულებები.
- გარკვეული კლასის არაკანონიკური არეებისათვის (სწორხაზოვანი და რკალისებრი ჭრილებით) შესწავლილია ანალიზურ ფუნქციათა თეორიის ზოგიერთი სასაზღვრო ამოცანა. ამოხსნები აგებულია ცხადი სახით კოშის ტიპის ინტეგრალებში.
- განხილული და შესწავლილია დრეკადი გარსების დეფორმაციის ამოცანები იმ შემთხვევისათვის, როდესაც წონასწორობის განტოლებები წარმოდგენილია გარსების დეფორმაციული მდგომარეობის აღმწერი პარამეტრების მეშვეობით.
- შესწავლილია დრეკადი ნახევარსიბრტყისა ორი ხისტი შტამპის (ასევე, შტამპთა სისტემის) ურთიერთქმედების საკონტაქტო ამოცანა. ამოხსნა შტამპების სხვადასხვა ფუძეების შემთხვევებში მოცემულია კოშის ტიპის და ამავე ტიპის სინგულარული ინტეგრალების გამოყენებით. მიღებულია რიცხვითი შედეგები (პროგრამული და კომპიუტერული რეალიზაციით) სათანადო კვადრატურული ფორმულების საფუძველზე.

საანგარიშო პერიოდში მომზადდა სამეცნიერო შრომები, რომელთა ნაწილი უკვე გამოქვეყნდა.

**გრანტი №1.18.02. პროგრამირების ენების ქართულენოვანი სახელმძღვანელოების განთავსება ინტერნეტის ვებგვერდებზე** (ხელმძღვანელი: ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა კანდიდატი, მ. ფხოველიშვილი. შემსრულებელთა რაოდენობა – 5. თემა დასრულდა)

განსაზღვრული იქნა WEB-გვერდებზე მასწავლი კურსების წარმოდგენის ფორმა და ამ ფორმით შეიქმნა სხვადასხვა მასწავლი კურსები. WEB-გვერდებზე

მასწაველი კურსების წარმოდგენის ფორმა განისაზღვრა სამი განყოფილებისაგან: პირველ განყოფილებაშია თეორიული ნაწილი, მეორე განყოფილებაშია მოთავსებული სავარჯიშო ნაწილი, ხოლო მესამეში – პროგრამირების ენების C/C++-ის მასწაველი კურსი. გრანტის თემატიკით გამოქვეყნდა ერთი სტატია.

**გრანტი №1.19.02. ოპერაციათა კვლევის დეტერმინებულ და სტოქასტურ ამოცანათა ამოხსნის გამოთვლითი მეთოდების დამუშავება** (ხელმძღვანელი: ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა კანდიდატი, ა. ჟუჟუნაშვილი. შემსრულებელთა რაოდენობა – 5. თემა დასრულდა)

საანგარიშო პერიოდში შესრულებულ იქნა შემდეგი ხასიათის სამუშაოები:

- უსასრულო თამაშების ზოგიერთი კლასის ოპტიმალურ სტრატეგიათა პოვნის მიახლოებითი მეთოდის დამუშავება. დინამური პროგრამირების მეთოდი გამოყენებულია დროის რამდენიმე მომენტის შერჩევის თამაშისათვის. ამ თამაშის მოგების ფუნქციის მნიშვნელობის გამოსათვლელად შედგენილია რეკურენტული დამოკიდებულება. ოპტიმალური სტრატეგიების განსაზღვრის ზოგადი მეთოდი ცნობილია, მაგრამ მოგების ფუნქციის მნიშვნელობის პოვნისათვის ჩვენს მიერ შემოთავაზებული მიახლოებითი მეთოდი ეფექტური საშუალებაა ასეთი ტიპის ამოცანებისათვის (მხედველობაში გვაქვს მრავალბიჯიანი თამაშები).
- განხილული უპირობო მინიმუმის მოძებნის ამოცანები მიეკუთვნება ე.წ. SC-1 კლასს, ანუ ისეთ ამოხსნეილ ამოცანათა კლასს, რომელთათვისაც მიზნის ფუნქციის გრადიენტი ნახევრად გლუვია, მაგრამ არადიფერენცირებადი. წინასწარ დასახელებული სიზუსტით ასეთი ამოცანების ამოხსნისათვის პარამეტრების დაგენა დაფუძნებულია ორ შეფასებაზე: პირველი, შეუღლებულ გრადიენტთა მეთოდი იკრიბება გეომეტრიული პროგრესიის სიჩქარით, რომლის მნიშვნელია  $q = \frac{k-1}{k+1}$ , სადაც  $k$  არის კვადრატული ფესვი განპირობებულობის რიცხვიდან, და მეორე, იგივე მეთოდის კრებადობა არის  $n$ -ბიჯიანი კვადრატული კრებადობა, სადაც  $n$  არის ამოცანის განზომილება, ე.ი. შეუღლებულ გრადიენტთა  $n$  ბიჯი ტოლფასია ნიუტონის მეთოდის ერთი ბიჯისა. პროცესი რეალიზებულია მატლაბის გარემოში შექმნილი პროგრამის საშუალებით.

**გრანტი №1.20.02. დირიხლეს ბრტყელი ამოცანის ალბათური ამოხსნის ალგორითმის და პროგრამული უზრუნველყოფის დამუშავება ლაპლასის განტოლებებისათვის არაგლუვი საზღვრების შემთხვევაში** (ხელმძღვანელი: ტექნიკურ მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი ა. ჩადუნელი. შემსრულებელთა რაოდენობა – 2. თემა დასრულდა)

დირიხლეს ბრტყელი ამოცანის ამოხსნა სასრულ-სხვაობიანი სქემების გამოყენებით არაგლუვი კონტურებით შემოსაზღვრული არეების შემთხვევაში, როგორც ცნობილია, გარკვეულ სიძნელეებთან არის დაკავშირებული. ეს გამოიხატება არეს შიგა და საზღვრისპირა სინგულარულ წერტილებში განსხვავებული გამოთვლების ჩატარების აუცილებლობით. კერძოდ, განსხვავებული ბიჯის და კონფიგურაციის ბადეების აგებით და შესაბამისი გამოთვლების ჩატარების შემთხვევით. შესაბამისად, აღნიშნული ამოცანის კვლევას მონტე-კარლოს მეთოდის გამოყენებით არსებითი მნიშვნელობა აქვს, კერძოდ, დირიხლეს ბრტყელი ამოცანის ალბათურ ამოხსნას დიფუზიური პროცესის გამოყენებით.



სტატისტიკური ცდის მეთოდი (მონტე-კარლოს მეთოდი) ფართოდ გამოიყენება გამოთვლითი მათემატიკის ამოცანების ალბათური ამოხსნისათვის. შესაბამისად, ყოველი კერძო ამოცანისათვის სრულდება შემთხვევითი პროცესის აგება, რომლის მახასიათებელი პარამეტრები ამ ამოცანის საძებნი სიდიდეების იდენტიურია. საძებნი სიდიდეების მიახლოებითი განსაზღვრისათვის სრულდება შემთხვევით პროცესსზე დაკვირვება და მისი სტატისტიკური მახასიათებლების მიახლოებითი გამოთვლა, რაც საძებნი სიდიდეების ტოლია. კერძოდ, საძებნი სიდიდე შეიძლება რომელიმე შემთხვევითი პარამეტრის მათემატიკური მოლოდინის ტოლი იყოს. ამ შემთხვევაში მონტე-კარლოს მეთოდით საძებნი სიდიდის განსაზღვრისათვის საჭიროა რაღაც ურთიერთდამოუკიდებელი ცდის სერიიდან შესრულდეს შემთხვევითი პარამეტრის  $N$ -ჯერადი ამორჩევა და მათი საშუალო მნიშვნელობის გამოთვლა. დიდ რიცხვთა კანონის თანახმად  $N$ -ის საკმაოდ დიდი მნიშვნელობისათვის მიღებული შედეგი, ერთთან მიახლოებული ალბათობით, გაუტოლდება საძებნი სიდიდეს.

სინამდვილეში, კონკრეტულ საკვლევ პროცესს შეუთანადებენ შესაბამის გამარტივებულ ხელოვნურ პროცესს, რომლის მახასიათებელი პარამეტრები უახლოვდება საძებნი პროცესის პარამეტრებს და რომლის მოდელირებაც შესაძლებელია განხორციელდეს კომპიუტერში. კერძოდ, მონტე-კარლოს მეთოდით სასაზღვრო ამოცანის ამოხსნის შესატყვისი პროცესი არის ბროუნის მოძრაობა და შესაბამისად უნდა განხორციელდეს დიფუზიური პროცესის მოდელირება კომპიუტერში.

დიფუზიური პროცესი სიბრტყეზე მიიღება ჩვეულებრივი დიფერენციალური განტოლებათა სისტემის ამოხსნით, რომლის ვექტორულ ფორმას ასეთი სახე აქვს:

$$\frac{dX}{dt} = A(X)X + B(X)\frac{dW}{dt}, \quad W = (\omega_1(t), \omega_2(t)),$$

სადაც  $W(t)$  ორი დამოუკიდებელი პროცესია, რომელთა წარმოებულები წარმოადგენენ “თეთრ ხმაურს”, ხოლო  $A(X)$  და  $B(X)$  მატრიცები ზოგადად დამოკიდებული არიან ცვლადებზე

$$A(X) = \begin{pmatrix} a_{11}(x_1, x_2) & a_{12}(x_1, x_2) \\ a_{21}(x_1, x_2) & a_{22}(x_1, x_2) \end{pmatrix}, \quad B(X) = \begin{pmatrix} b_{11}(x_1, x_2) & b_{12}(x_1, x_2) \\ b_{21}(x_1, x_2) & b_{22}(x_1, x_2) \end{pmatrix}.$$

მატრიცა  $B(X)$  სიმეტრიულია და არაუარყოფითი.

განტოლების ამოხსნა  $X(t) = \{x_1(t), x_2(t)\}$  განსაზღვრავს მარკოვის პროცესს, რომლის მახასიათებელ ოპერატორს ასეთი სახე აქვს

$$L \equiv b_{11}(x_1, x_2) \frac{\partial^2}{\partial x_1^2} + 2b_{12}(x_1, x_2) \frac{\partial^2}{\partial x_1 \partial x_2} + b_{22}(x_1, x_2) \frac{\partial^2}{\partial x_2^2} + a_{11}(x_1, x_2) \frac{\partial}{\partial x_1} + a_{12}(x_1, x_2) \frac{\partial}{\partial x_2} + a_{22}(x_1, x_2).$$

ასეთ პროცესს ეწოდება დიფუზიური პროცესი  $L$  მახასიათებელი ოპერატორით.

ამგვარად, თუ გვაქვს შემთხვევითი პროცესის გენერატორი, რომელიც გვაძლევს ორ დამოუკიდებელ შემთხვევით სიდიდეს  $\omega_1(t)$ ,  $\omega_2(t)$ , და ისინი განაწილებულნი არიან როგორც “თეთრი ხმაური”, დიფუზიური პროცესი  $\{x_1(t), x_2(t)\}$  მიიღება, როგორც ზემოთ მოცემული განტოლების ამოხსნის კოორდინატების თანმიმდევრობა. ამ შემთხვევაში, საძებნი ფუნქცია  $u(x_1, x_2)$  სასრული ცალკეობული არის შიგნით, რომელიც დირიხლეს ამოცანის ალბათური ამოხსნაა ლაპლასის განტოლებისათვის ფიქსირებულ  $(x_1^0, x_2^0)$  წერტილში, წარმოადგენს საზღვრის ფუნქციის მნიშვნელობების საშუალო არითმეტიკულს დიფუზიური პროცესის მი-

ერ საზღვრის გადაკვეთის წერტილებში. მიდგომის სიახლე მდგომარეობს მარკოვის გადასვლის ფუნქციის ფორმირებისას “თეთრი ხმაურის” გამოყენებაში.

ვიპოვოთ უცნობი ფუნქცია  $u(x_1, x_2)$  რომელიც მოცემულ  $D$  არეში აკმაყოფილებს განტოლებას:

$$Lu=0$$

და რეგულარულ  $G$  საზღვარზე ღებულობს მოცემულ სასაზღვრო მნიშვნელობას  $\varphi(x_1, x_2)$ . მაშინ  $u(x_1, x_2)$  საძებნი ფუნქციის მნიშვნელობა  $D$  არის  $(x_1^0, x_2^0)$  წერტილში განისაზღვრება როგორც  $\varphi(x_1, x_2)$  საზღვრის ფუნქციის მათემატიკური მოლოდინი დიფუზიური პროცესის მიერ საზღვრის გადაკვეთის შემთხვევით წერტილებში, როცა სტარტის ადგება ხდება ყოველთვის საწყისი წერტილიდან.

ამოცანის ამოხსნის ალგორითმი ასე ჩამოყალიბდება:

1. ამოცანის განზომილების დასახელება  $n = 1, 2, \dots$ .
2. ნორმალური განაწილების შემთხვევითი  $\omega_1(t), \omega_2(t)$ , ვექტორების გენერირება ნულოვანი მათემატიკური მოლოდინით და ერთის ტოლი დისპერსიით.
3. საზღვრის ფუნქციის კოორდინატების დაყენება.
4. საძებნი ფუნქციის განსაზღვრის  $k$  წერტილების რაოდენობის დადგენა და მათი კოორდინატების განსაზღვრა,  $k=1, 2, \dots$ .
5. პირველი წერტილის მითითება, რომელშიც იწყება საძებნი ფუნქციის განსაზღვრა და მომდევნო წერტილის ფიქსირება, რომელშიც გადავა პროცესი თვლის დამთავრების შემდეგ.
6. ქვანტირების ბიჯის განსაზღვრა.
7. დიფუზიური პროცესის რეალიზაცია დროში განაწილებული  $\{x_1(t), x_2(t)\}$  დამოუკიდებელი ნაზრდების გენერირების ბაზაზე.
8. საზღვრის გადაკვეთის ფიქსირება? (კი, არა).
  - ა) არა, გადასვლა მე-6-ე პუნქტზე და პირველი ციკლის შეკვრა.
  - ბ) კი, გადაკვეთის წერტილის დამახსოვრება და ამ წერტილში საზღვრის ფუნქციის განსაზღვრა.
9. მიმდინარე სათვლელი-საწყისი წერტილისათვის მათემატიკური მოლოდინის გამოთვლა.
10. შესრულდა დიფუზიური პროცესის რეალიზაციის საერთო რაოდენობა  $N$ ? (კი, არა)
  - ა) არა, გადასვლა მე-5-ე პუნქტზე და მეორე ციკლის შეკვრა.
  - ბ) კი, შემდგომ სათვლელ წერტილში გამოთვლების გაგრძელება.
11. შესრულდა გამოთვლები მე-4-ე პუნქტში მითითებულ ყველა წერტილში? (კი, არა)
  - ა) არა, გადასვლა მე-4-ე პუნქტზე, მესამე ციკლის შეკვრა და საძებნი ფუნქციის განსაზღვრა არის მომდევნო წერტილში.
  - ბ) კი, მოცემული არის ყველა მითითებულ წერტილში განსაზღვრული საძებნი ფუნქციის მნიშვნელობების გამოტანა.
12. გაჩერება.

მოცემული ალგორითმის მიხედვით შეიქმნა დირიხლეს ბრტყელი ამოცანის ალბათური ამოხსნის პროგრამული უზრუნველყოფა ლაპლასის განტოლებით-სათვის სხვადასხვა კონფიგურაციის მრავალკუთხედების შემთხვევაში (კვადრატის, წესიერი მრავალკუთხედი).

აღნიშნული თემის შესახებ გაკეთდა მოხსენება VI საერთაშორისო სემინარზე “მეცნიერება და გამოთვლები”, მოსკოვი, 15-17 სექტემბერი, 2003.

გრანტი №1.21.02. განზოგადებული სპლანური ალგორითმები და მათი აგება არაკორექტული ამოცანებისათვის (ხელმძღვანელი: ფიზიკა-მათემატიკის მეც-

ნიერებათა კანდიდატი, დ. ზარნაძე. შემსრულებელთა რაოდენობა – 1. თემა დასრულდა)

შესწავლილია ისეთი ამოცანების მიახლოებითი ამოხსნები, რომელთა მიახლოებით ამონახსნებს ვეძებთ საუკეთესო მიახლოების ელემენტის (Best approximate solution) სახით სასრულგანზომილებიან ქვესივრცეში ან სასრულკოგანზომილებიან ქვესივრცეში საუკეთესო მიახლოების ელემენტის საშუალებით. კლასიკურ შემთხვევებში ასეთია უმცირეს კვადრატთა და რიტცის მეთოდები, სადაც მიახლოებით ამონახსნებს ვეძებთ სასრულგანზომილებიან ქვესივრცეებში, ხოლო სპლაინური ალგორითმების შემთხვევაში სასრულკოგანზომილებიან ქვესივრცეში საუკეთესო მიახლოების ელემენტის საშუალებით.

შემოყვანილია განზოგადებული სპლაინური ალგორითმისა და განზოგადებული ცენტრალური ალგორითმის ცნება და შესწავლილია ასეთი ალგორითმები სხვადასხვა ამოცანებისათვის. სახელდობრ, განზოგადებული სპლაინური ალგორითმის ასაგებად საჭიროა ფრეშეს სივრცის სასრულკოგანზომილებიან ქვესივრცეში ძლიერი საუკეთესო მიახლოების ელემენტის არსებობის დამტკიცება, ანუ ასეთი ქვესივრცეების ძლიერად პროქსიმალობა. ასევე განზოგადებული ცენტრალური ალგორითმის ასაგებად საჭიროა, რომ ამ ქვესივრცეს გააჩნდეს ორთოგონალური დამატება. ასეთი ამოცანები შესწავლილია დიფერენცირებად ლოკალურად კვადრატით ინტეგრებადი ფუნქციების სივრცეში.

კერძოდ, ფრეშეს სივრცეში მოცემული განტოლებებისათვის მტკიცდება განზოგადებული სპლაინური ალგორითმის არსებობა სხვადასხვა განტოლებებისათვის. მაგალითად,  $Au=f$  განტოლებისათვის, სადაც  $A:H \rightarrow H$  არის თვითშეუღლებული და დადებითად განსაზღვრული ოპერატორიანი განტოლება ჰილბერტის  $H$  სივრცეში სუფთად წერტილოვანი სპექტრით, ნაჩვენებია, რომ ამ განტოლების შევიწროებისათვის  $D(A^\infty)$  ფრეშეს სივრცეში გაფართოებული რიტცის მეთოდი და განზოგადებული სპლაინური ალგორითმი ერთ და იგივე შედეგს იძლევა და ასეთი ალგორითმი არის განზოგადებული ცენტრალური. ასევე აგებულია განზოგადებული ცენტრალური ალგორითმი არაკორექტული თვითშეუღლებული და დადებითად განსაზღვრული კომპაქტურ ოპერატორიანი განტოლებისათვის ჰილბერტის  $H$  სივრცეში სუფთად წერტილოვანი სპექტრით და ისეთი განტოლებებისათვის, რომლებიც უშვებენ სინგულარულ დაშლას. მიღებული შედეგები გადაცემულია გამოსაქვეყნებლად.

**გრანტი №1.22.02. კლიფორდის ალგებრების მატრიცული წარმოდგენა და მისი გამოყენება** (ხელმძღვანელი: ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა დოქტორი, ნ. კანდელაკი. შემსრულებელთა რაოდენობა – 3. თემა დასრულდა)

როგორც ცნობილია, კლიფორდის ალგებრები წარმოადგენენ ფუნქტორს კვადრატული ფორმების კატეგორიიდან ასოციატურ ალგებრების კატეგორიაში, ამდენად, ისინი წარმატებით გამოიყენებიან ალგებრულ ტოპოლოგიაში, კერძოდ  $K$ -ფუნქტორის აგებისას. გასული საუკუნის 80-90 წლებში აკადემიკოს ნ. ვახანიას თაოსნობითა და ხელმძღვანელობით საფუძველი ჩაეყარა კლიფორდის ალგებრების უშუალო და პირდაპირ შესწავლასა და გამოყენებებს ფუნქციონალურ სივრცეებში სიმეტრიული განაწილების, კერძოდ უსარულკოგანზომილებიან ჰილბერტის სივრცეებში, კლასიფიკაციის და აღწერათა საქმეში და ამ მიმართულებით მნიშვნელოვანი შედეგები იქნა მიღებული – ბოლომდე გაანალიზებული იქნა გაუსის განაწილებები კომპლექსური და კვადრეზონული სიმეტრიების მიმართ. აღმოჩნდა, რომ განმსაზღვრელია აქ კლიფორდის ალგებრათა მატრიცული წარმოდგენები ჰილბერტის სივრცის ოპერატორთა ალგებრებში. კიდევ უფრო

მაღალი რიგის გაუსის ინვარიანტული ზომების შესწავლა მოითხოვს იმის დასაბუთებას, რომ ოპერატორები, რომელთა მიმართაც აღნიშნული განაწილებები ინვარიანტულნი არიან, სწორედ კლიფორდის ალგებრების წარმომქმნელებია. ეს საკითხი წარმატებით იქნა გადაჭრილი წარმოდგენილ თემაში. მიღებული მატრიცული წარმოდგენების უპირატესობა არის ის, რომ თვალნათლივ მოჩანს მათი სტრუქტურა და აგებულება უსასრულოგანზომილებიან ჰილბერტის სივრცეში მოქმედი ორთოგონალური ოპერატორებით. ეს გაკეთდა გასულ 2002 წელს. კერძოდ, კონსტრუქციულად აიგო კვადრატული ფორმების შესაბამისი კლიფორდის ალგებრების მატრიცული წარმოდგენები სასრულ და უსასრულოგანზომილებიან მოდულებისათვის, იმ რგოლებისათვის, რომელთა მახასიათებელი 2-ის ტოლი არა არის. მიღებული შედეგები გადაცემულია გამოსაქვეყნებლად.

2003 წელს გეგმის მიხედვით გათვალისწინებული იყო აგებულ წარმოდგენათა გამოყენება სიმეტრიების შესწავლის მიმართებით. სისტემატურად არის შესწავლილი სეპარაბელურ ჰილბერტის სივრცეში მნიშვნელობების მქონე გაუსის ისეთი შემთხვევითი ვექტორები, რომლებიც აკმაყოფილებენ სიმეტრიულობის სხვადასხვა პირობებს. საკითხის შესწავლისას მეტად მნიშვნელოვანი როლი ითამაშა სწორედ წინა წელს მიღებულმა მატრიცულმა წარმოდგენებმა. ასე მაგალითად, აღმოჩნდა, რომ კომპლექსური გაუსის შემთხვევითი ვექტორები ბუნებრივად არიან დაკავშირებულნი დირიხლეს ცნობილ L-მწკრივებთან. მეტად საინტერესოა ამ მიმართებით მაღალი რიგის სიმეტრიების განხილვაც, რაც თავისთავად დამოუკიდებელ კვლევის ობიექტს წარმოადგენს. გაუსის განაწილებებსა და დირიხლეს მწკრივებს შორის კავშირი გაფორმებულია სტატიის სახით და გადაცემულია გამოსაქვეყნებლად.

**გრანტი №123.02. არაწრფივი განტოლებების საკუთრივი ფუნქციები და მათი განშტოების საკითხები** (ხელმძღვანელი: ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა დოქტორი, ჯ. ზერაგია. შემსრულებელთა რაოდენობა – 1. თემა დასრულდა)

საანგარიშო წელს შესწავლილი იქნა ორ პარამეტრზე დამოკიდებული არაწრფივი ჩვეულებრივი დიფერენციალური განტოლების ამოხსნების განშტოების საკითხები და მათი გამოყენება ღეროს განივ-გრძივი ღუნვის მდგრადობის გამოკვლევის საკითხებში. მიღებული შედეგები უკვე გამოქვეყნდა.

**გრანტი №124.02. დანჟუას  $n$ -ჯერადი ფართო ინტეგრალის დესკრიპციული თეორია** (ხელმძღვანელი: ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა დოქტორი, დ. გოგუაძე. შემსრულებელთა რაოდენობა – 1. თემა დასრულდა)

კარგად ცნობილია, რომ დანჟუას მარტივი ფართე ინტეგრალისათვის ფუნდამენტური მნიშვნელობა აქვს დანჟუა-ხინჩინის თეორემას, რომელიც ამტკიცებს, რომ ზომად ფუნქციას, რომელიც არის VBG-ფუნქცია რაიმე სიმრავლეზე, აპროქსიმატიულად წარმოებადია თითქმის ყველგან ამ სიმრავლეზე (იხ. C. Carac, Теория интеграла. ИИЛ, Москва, 1949, გვ. 321). შემდეგ მტკიცდება, რომ ნებისმიერი ფუნქცია, რომელიც არის ACG-ფუნქცია E სიმრავლეზე, არის აგრეთვე VBG-ფუნქცია ამ სიმრავლეზე. ამიტომ დანჟუა-ხინჩინის თეორემის თანახმად ნებისმიერი ფუნქცია, რომელიც არის ACG-ფუნქცია ზომად სიმრავლეზე, აპროქსიმატიულად წარმოებადია თითქმის ყველგან ამ სიმრავლეზე. სწორედ ეს თეორემა წარმოადგენს დანჟუას ფართე ინტეგრალის დესკრიპციული თეორიის გასაღებს.

ჩვენს მიერ  $n$ -ცვლადის ფუნქციისათვის შემოყვანილია VBG-ფუნქციის ცნება და დამტკიცებულია დანჟუა-ხინჩინის თეორემის სრული ანალოგი  $n$ -ცვლა-

დის ფუნქციისათვის. ამის შემდეგ მტკიცდება, რომ ყოველი  $n$ -ცვლადის ACG-ფუნქცია რაიმე სიმრავლეზე არის აგრეთვე VBG-ფუნქცია ამ სიმრავლეზე. მაშასადამე,  $n$ -ცვლადის ყოველი ზომადი ფუნქცია, რომელიც ACG-ფუნქციაა E სიმრავლეზე, აპროქსიმირებად წარმოებადია თითქმის ყველგან ამ სიმრავლეზე.

შემდეგ მტკიცდება თეორემა, რომელიც გვაძლევს კრიტერიუმს იმისათვის, რომ მოცემული ფუნქცია ეკუთვნოდეს ACG კლასს. ამ თეორემიდან გამომდინარეობს, რომ უწყვეტი ფუნქცია, რომელიც აპროქსიმირებად წარმოებადია  $n$ -განზომილებიანი სეგმენტის ყველა წერტილში, გარდა, შესაძლებელია, წერტილებისა, რომლებიც მდებარეობენ კოორდინატთა ღერძების პარალელური წრფეების თვლად რაოდენობაზე, აუცილებლად წარმოადგენს თავისი აპროქსიმირებადი წარმოებულის დანაშაუას  $n$ -ჯერად განუსაზღვრელ ინტეგრალს.

$n$ -ცვლადის  $f$  ფუნქციას ვუწოდებთ დანაშაუას ფართე აზრით ინტეგრებადს,  $n$ -განზომილებიან I სეგმენტზე, თუ არსებობს ისეთი ACG-ფუნქცია  $F$ , რომ  $F$  ფუნქციის აპროქსიმირებადი წარმოებულის უდრის  $f$  ფუნქციას თითქმის ყველგან  $n$ -განზომილებიან I სეგმენტზე.

ამგვარად, დანაშაუას ფართე ინტეგრალი საესებით წყვეტს პირველყოფილი ფუნქციის აღდგენის საკითხს მისი აპროქსიმირებადი წარმოებულის მიხედვით.

**გრანტი №1.34.02. ახალი საინტერნეტო ტექნოლოგიების შემუშავება, ათვისება და დანერგვა (ხელმძღვანელი: ტექნიკურ მეცნიერებათა კანდიდატი, ლ. კიკნაძე. შემსრულებელთა რაოდენობა – 10. თემა დასრულდა)**

– მნიშვნელოვნად გაუმჯობესდა ჩვენი კომპიუტერული ქსელისა და აკადემიის სერვერის ფუნქციონირება, ოპერაციული სისტემის – Red Hat Linux 8.0-ი ვერსიის გამოყენების წყალობით.

სერვერზე გაფართოვდა FTP ბიბლიოთეკა, რომლითაც აქტიურად სარგებლობენ ჩვენი აბონენტები, ახალ-ახალი ანტივირუსის პროგრამებისა და თანამედროვე ბროუზერების თავის კომპიუტერებში გადაწერით.

– ამოქმედებულია ქართული მართლწერის შემმოწმებელი ვებ-სერვისი, რომელიც აგებულია გექსტში მცდარი სიტყვების აღმოჩენისა და ასეთი სიტყვისათვის შესაბამისი ალგორითმიული გასწორებული ვარიანტების შემოთავაზებით - სპელჩეკერების პრინციპზე. იგი განხორციელებულია ორიგინალური და რთული მექანიზმებით, სადაც გამოყენებულია კლიენტ-სერვერული ტექნოლოგიები.

– ჩატარდა აქტიური მუშაობა მონაცემთა ბაზების დამთავრებისა და ახლების შექმნის მიმართულებით. მუდმივ მეთვალყურეობას მოითხოვს დინამიური ინფორმაციის მქონე მონაცემთა ბაზები, განსაკუთრებით ჩვენი მთავარი ვებსაიტი: [www.acnet.ge](http://www.acnet.ge), რომელიც სისტემატიურად კორექტირდება სხვადასხვა ცვლილებებისა და დამატებების შესაგნანად. გაგრძელდება ჟურნალ “მომბისა” და ჟურნალ “მეცნიერება და ტექნოლოგიები” –ს განთავსება ჩვენს ვებსაიტში. გარდა ამ ჟურნალებისა, დაემატა ინგლისურენოვანი ჟურნალები: Chemistry, Biology, Radiation Studies.

– დამთავრდა და ინტერნეტში განთავსდა სწავლულ ექსპერტთა საბჭოს (სეს) მიერ შემუშავებული დებულებები, წესდებები და დარგების ნომენკლატურის ცხრილები. ინფორმაციის ნაკლებობის გამო, კერძოთ ჰუმანიტარულ და ტექნიკურ დარგებში ჟურნალების ნუსხათა დაუდგენლობის გამო, მისი საინტერნეტო მისამართი [www.acnet.ge/news](http://www.acnet.ge/news) ჯერ არაა გავრცელებული.

– შეიქმნა აგრეთვე ვებ-გვერდი, რომელიც მიეძღვნა ჩვენი აკადემიის ინსტიტუტების მიერ შესრულებული “მნიშვნელოვანი გამოყენებითი ხასიათის თემატიკის” ამსახველი საინფორმაციო ბლოკი აკადემიის საწარმოო ძალებისა და ბუნებრივი რესურსების კომისიის მიერ წარმოდგენილი მონაცემების ბაზაზე. მისამართია [www.acnet.ge/apply](http://www.acnet.ge/apply)

– შეიქმნა და ინტერნეტში განთავსდა ქართულენოვანი სასწავლო ლექციები “ინტერნეტი დამწყებთათვის” რომელიც შესდგება სამი ნაწილისაგან: ახალბელასათვის, შედარებით გამოცდილი მომხმარებლისათვის და ინტერნეტში ძიების ხერხების ათვისებისათვის.

### 3. ჯილდოები და პრემიები, კონფერენციები, საერთაშორისო სამეცნიერო თანამშრომლობა

ინსტიტუტის დირექტორი, აკადემიკოსი ნიკოლოზ ვახანია 2003 წელს არჩეული იქნა საერთაშორისო განახლების ორგანიზაციის (World Innovation Foundation) წევრად. WIF-ს ხელმძღვანელობს ნობელის პრემიის ლაურეატი, ამერიკელი პროფესორი ჯერომ კარლი. WIF-ის მისია საკმაოდ მრავალმხრივია და ძირითადად მიმართულია მსოფლიოს მშვიდობიანი განვითარების საქმეში მეცნიერთა მონაწილეობის გაფართოებისაკენ.

მათემატიკაში ფუნდამენტალური წვლილისათვის, მრავალწლიანი ნაყოფიერი სამეცნიერო მოღვაწეობისა და სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის განვითარებისათვის გაწეული მნიშვნელოვანი ღვაწლისათვის ინსტიტუტის ანალიზის გამოთვლითი მეთოდების განყოფილების გამგე, ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი ჯემალ სანიკიძე 2003 წელს დაჯილდოვდა რუსეთის ფედერაციის გამოყენებით მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის (НАН РФ) უმაღლესი ჯილდოთი - რუსეთის ფედერაციის გამოყენებით მეცნიერებათა აკადემიის მედლით. НАН РФ წარმოადგენს თანამედროვე რუსეთის ერთ-ერთ მძლავრ და მაღალ ავტორიტეტულ აკადემიას, რომელიც თავის რიგებში აერთიანებს თითქმის ყველა გამოყენებითი დარგის გამოჩენილ მეცნიერს.

2003 წლის აგვისტოში მინსკში გაიმართა გამოთვლითი მათემატიკის საერთაშორისო კომიტეტის სხდომა, რომლის მუშაობაში მონაწილეობა მიიღო პროფესორმა ჯემალ სანიკიძემ (საქართველოდან ამ კომიტეტის წევრია აკადემიკოსი ნ. ვახანია და პროფესორი ჯ. სანიკიძე).

2003 წლის იანვარში ნიუ იორკში ამერიკის მათემატიკური საზოგადოების სამეცნიერო სხდომის მუშაობაში მონაწილეობა მიიღო აკადემიკოსმა ნიკოლოზ ვახანიამ, რომელმაც წაიკითხა ინსტიტუტის სწავლულ მდივანთან, ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა დოქტორ ვახტანგ კვარაცხელიასთან თანაავტორობით მომზადებული მოხსენება.

2003 წლის ივლისში უკრაინაში ჩატარდა საერთაშორისო სიმპოზიუმი თემაზე: «Метод Дискретных Особностей В Задачах Математической Физики», რომლის საორგანიზაციო კომიტეტის წევრი იყო და პლენარული მოხსენებით გამოვიდა პროფესორი ჯემალ სანიკიძე.

2003 წელს ესპანელი კოლეგების მიწვევით სამეცნიერო მივლინებით მადრიდისა და ვიგოს სახელმწიფო უნივერსიტეტებში ორჯერ იმყოფებოდა ინსტიტუტის წამყვანი მეცნიერ-თანამშრომელი, ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა დოქტორი ვაჟა ტარიელაძე. თანამშრომლობის შედეგად ამ პერიოდში ესპანელ კოლეგებთან თანაავტორობით შესრულდა და გამოსაქვეყნებლად გადაიცა ოთხი ნაშრომი შემდეგ ჟურნალებში: Proceedings of the American Mathematical Society, Journal of the London Mathematical Society, Vietnam Journal of Mathematics, Acta Mathematica Vietnamica (ნაშრომები მიღებულია გამოსაქვეყნებლად), რომლებშიც განხილული და შესწავლილი საკითხები წარმოადგენს საინსტიტუტო მეცნიერული თემატიკის ნაწილს.

2003 წლის პირველ ნახევარში ამერიკელი კოლეგების მიწვევით ინსტიტუტის წამყვანი მეცნიერ-თანამშრომელი, ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა დოქტორი

ტორი სერგო ჩობანიანი იმყოფებოდა მიჩიგანის სახელმწიფო უნივერსიტეტში სამეცნიერო-პედაგოგიური მუშაობის ჩასატარებლად. ამ პერიოდში ამერიკელ კოლეგებთან თანაავტორობით შესრულდა და გამოსაქვეყნებლად გადაეცა ჟურნალ Theoretical Probability-ს ერთი ნაშრომი (ნაშრომი მიღებულია გამოსაქვეყნებლად). მასში განხილული და შესწავლილი საკითხები წარმოადგენს საინსტიტუტო მეცნიერული თემატიკის ნაწილს. გარდა ამისა, ს. ჩობანიანი მიჩიგანის სახელმწიფო უნივერსიტეტის სტატისტიკისა და ალბათობის დეპარტამენტში მოხსენებით გამოვიდა ცნობილი მეცნიერის ა. სკოროხოდის სემინარზე. მოხსენების სათაური იყო: “Easy proof of Gaposhkin’s SLLN for weakly stationary sequences”.

საანგარიშო წელს ინსტიტუტის თანამშრომლებმა მონაწილეობა მიიღეს საქართველოში ჩატარებულ სხვადასხვა სამეცნიერო ღონისძიებაში: ა. კოლმოგოროვის დაბადების 100 წლისთავისადმი მიძღვნილ საერთაშორისო კონფერენციაზე ალბათობის თეორიაში, საერთაშორისო კონფერენციაზე ფუნქციათა თეორიაში, ა. რაზმაძის სახელობის მათემატიკის ინსტიტუტში გამართულ საშემოდგომო სკოლა-სემინარში, აფხაზეთის სახელმწიფო უნივერსიტეტში გამართულ კონფერენციაში ალბათობის თეორიასა და მათემატიკურ სტატისტიკაში, თბილისის ივ. ჯავახიშვილის სახელობის სახელმწიფო უნივერსიტეტში აკად. ვ. კუპრაძის დაბადების 100 წლისთავისადმი მიძღვნილ საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციაში, ა. რაზმაძის სახელობის მათემატიკის ინსტიტუტში შესაბამის თარიღთან დაკავშირებულ სიმპოზიუმში, VI საერთაშორისო სემინარზე “მეცნიერება და გამოთვლები”, (ნ. ვახანია, ვ. კვარაცხელია, ს. ჩობანიანი, ვ. ტარიელაძე, ბ. მამფორია, ა. შანგუა, ზ. ერგემლიძე, გ. ჭელიძე, დ. უგულავა, ჯ. ზერავია, გ. ხატიაშვილი, ჯ. სანიკიძე, გ. სილაგაძე, გ. ქუთათელაძე, ზ. ხუხუნაშვილი, ა. ჩადუნელი, მ. ზაქრაძე, ზ. თაბაგარი).

#### 4. სამეცნიერო-საორგანიზაციო საქმიანობა

2003 წლის ბოლოსათვის საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ნ. მუსხელიშვილის სახელობის გამოთვლითი მათემატიკის ინსტიტუტში მუშაობს 115 თანამშრომელი.

საანგარიშო პერიოდში ჩატარდა სამეცნიერო საბჭოს 8 სხდომა, რომლებზეც განხილული იყო სხვადასხვა სამეცნიერო და სამეცნიერო-საორგანიზაციო საკითხები.

ამჟამად ინსტიტუტში 42 მეცნიერ-თანამშრომელია. მათ შორის უმცროსი მეცნიერ-თანამშრომელია 3, მეცნიერ-თანამშრომელი - 6, უფროსი მეცნიერ-თანამშრომელი - 13, წამყვანი მეცნიერ-თანამშრომელი - 5, მთავარი მეცნიერ-თანამშრომელი - 1, მეცნიერ-კონსულტანტი - 4, განყოფილების გამგე - 6, ლაბორატორიის გამგე - 1. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრია 1, მეცნიერებათა დოქტორია 11, ხოლო მეცნიერებათა კანდიდატი - 30. ინსტიტუტის ასპირანტურაში ირიცხება 1, ხოლო სამეცნიერო ხარისხის მაძიებელად ირიცხება 3.

ინსტიტუტში მუდმივად მუშაობს სხვადასხვა სამეცნიერო სემინარები, რომლებსაც ხელმძღვანელობენ აკადემიკოსი ნ. ვახანია, პროფესორები ჯ. სანიკიძე, ა. ჩადუნელი, ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა დოქტორი ნ. კანდელაკი, ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა კანდიდატები მ. ფხოველიშვილი, ჯ. გიორგობიანი, მეცნიერ-კონსულტანტი ა. ტორონჯაძე.

საანგარიშო წელს ინსტიტუტის მეცნიერ-თანამშრომელთა მეცნიერული პროდუქტიულობა განისაზღვრა შემდეგი ციფრებით: რესპუბლიკის და უცხოეთის სხვადასხვა სამეცნიერო ჟურნალებში გამოქვეყნდა 30 სტატია. გამოსაქვეყნებ-

ლად მიღებულია 5, გადაცემულია ან მომზადებულია გამოსაქვეყნებლად 18 სტატია (ეს მონაცემები ავტორების დასახელებით ანგარიშს თან ერთვის).

ინსტიტუტთან არსებულ სადისერტაციო საბჭოზე Ph.M 01.05 N2 დებულების თანახმად დისერტაციის დაცვა წარმოებს ორი სპეციალობით: 01.01.05 – ალბათობის თეორია და მათემატიკური სტატისტიკა და 01.01.07 – გამოთვლითი მათემატიკა. გარდა ამისა, აღნიშნულ საბჭოზე შესაძლებელია დისერტაციის დაცვა პროგრამირების სპეციალობითაც ერთჯერადი დაცვის უფლების გამოყენებით. საანგარიშო წელს დაცული იქნა ხუთი დისერტაცია: ერთი სადოქტორო დისერტაცია ალბათობის თეორიისა და მათემატიკური სტატისტიკის სპეციალობით და ოთხი საკანდიდატო დისერტაცია, მათ შორის ერთი - ალბათობის თეორიისა და მათემატიკური სტატისტიკის სპეციალობით და სამი - გამოთვლითი მათემატიკის სპეციალობით.

საანგარიშო წელს ინსტიტუტის თანამშრომლები (ჯ. სანიკიძე და ს. ჩობანიანი) იყვნენ ხუთი დისერტაციის (2 სადოქტორო და 3 საკანდიდატო) ოპონენტები. ჯ. სანიკიძის ხელმძღვანელობით დაცული იქნა ერთი საკანდიდატო დისერტაცია.

მუშაობს ინსტიტუტთან არსებული ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამოყენებითი მათემატიკისა და კომპიუტერულ მეცნიერებათა ფაკულტეტის გამოთვლითი მანქანების მათემატიკური უზრუნველყოფის კათედრის ფილიალი, სადაც უნივერსიტეტის სტუდენტები ისმენენ სხვადასხვა სპეცურსს, გადიან პრაქტიკას და ასრულებენ საკურსო და სადიპლომო სამუშაოებს.



## 5. ინსტიტუტის თანამშრომელთა მიერ 2003 წელს გამოქვეყნებული და მომზადებული სამეცნიერო ნაშრომების სია

1. **Ergemlidze Z., Shangua A., Tarieladze V.** Sample behavior and laws of large numbers for Gaussian random elements. *Georgian Math. J.*, 10, 4, 2003, 637-676.
2. **Castejon A., Corbacho E., Tarieladze V.** On continuity of general exhaustive set functions, *Vietnam J. Math.*, 31, 4, 2003, 465-473.
3. **Tarieladze V., Vidal R.** Strong minimality of Gaussian-summing norm, *Acta Math. Vietnamica*, 28, 2, 2003, 225-240.
4. **Chelidze G., Kvaratskhelia V., Ninidze K.** On one method of finding of sign invariant pair of elements in normed spaces. *Bull. Georgian Acad. Sci.*, 168, 3, 2003.
5. **Tarieladze V.I., Vidal R.** Strong minimality of Gaussian-summing norm, *Acta Math. Vietnamica*, 28, 2, 2003, 225-240.
6. **Toronjadze A., Kipshidze Z., Ananiashvili G., Zhuzhunashvili A.** Application of Game theory to a stock market model. *Bull. Georgian Acad. Sci.*, 168, 1, 2003, 28-30.
7. **Mamporia B.** On existence and uniqueness of a strong solution of stochastic differential equations in a Banach space. *Bull. Georgian Acad. Sci.*, 167, 2, 2003, 223-226.
8. **Mamporia B.** On existence of the stochastic integral in a Banach space. *Bull. Georgian Acad. Sci.*, 168, 3, 2003.
9. **მამფორია ბ., შანგუა ა.** სტოქასტური ინტეგრალის არსებობის შესახებ ბანახის სივრცეში. *Intelecti*, 2, 16, 2003, 16-20.
10. **მამფორია ბ., შანგუა ა., ხუსუნაშვილი ზ.** პრობოროვის დიდ რიცხვთა კანონის უსასრულოგანზომილებიანი ანალოგის აღწერა კოვარიაციული ოპერატორის საშუალებით. *Intelecti*, 2, 16, 2003, 20-23.
11. **Shangua A.** Some remarks on weak convergence on a Banach space. *Bull. Georgian Acad. Sci.*, 168, 2, 2003, 14-15.
12. **Зерагия Д.** О бифуркации форм равновесия оси стержня при его продольно-поперечном изгибе. *Функциональные пространства. Дифференциальные операторы. Тезисы докладов Международно конференции посвященной 80-летию член-корр. РАН Л.Д. Кудрявцева. Москва, 2003, 168-169.*
13. **Зерагия Д.** К асимптотике решений одной математической модели устойчивости стержня и распределенной нагрузки. *Функциональные пространства. Дифференциальные операторы. Тезисы докладов Международно конференции посвященной 80-летию член-корр. РАН Л.Д. Кудрявцева. Москва, 2003, 168-169.*
14. **Gogvadze D.F.** About the notion of semiring of sets. *Math. Notes*, 74, 3-4, 2003, 346-351.
15. **ზარნაძე დ.** განზოგადოებული საინტეგრპოლაციო სკლაინის შესახებ დიფერენცირებად ლოკალურად ინტეგრებად ფუნქციების სივრცეში. *ინტელექტი*, 2, 16, 2003.
16. **Саникидзе Д.Г., Мирианашвили М.Г.** Сингулярные интегральные уравнения в численных конформных отображениях. *Вестник Харьковского университета, серия «Матем. модел., информац., технол.»*, 590, 1, 2003, 213-218.
17. **Demetrashvili N.** Approximation of Riemann Function of second order linear differential equation of elliptic type. *Bull. Georgian Acad. Sci.*, 168, 3, 2003, 435-437.
18. **Деметрашвили Н.** О приближенном вычислении функции Римана для дифференциального уравнения эллиптического типа. *Intelecti*, 3, 17, 2003, 11-14.
19. **Деметрашвили Н., Жужунашвили А.** О двухступенчатом методе решения некоторых нелинейных уравнений. *Intelecti*, 3, 17, 2003, 15-18.

20. **Абрамидзе Е. А.** Напряженное состояние гибких слоистых круговых цилиндрических оболочек переменной жесткости по уточненной теории. Прикл. Механика, 2, 2003, 1-8.
21. **Хухунашвили З., Шангуа А.** Алгебраический анализ логистического уравнения. Интелект, 2, 16, 2003, 34-35.
22. **Koblishvili N., Tabagari Z., Zakradze M.** On reduction of the Dirichlet generalized boundary value problem to an ordinary problem for a harmonic function. Proc. A. Razmadze Math. Inst., 132, 2003, 89-102.
23. **Iamanidze T., Losaberidze M., Ninidze K., Silagadze G.** Schemes of numerical realization of the problems of the interaction between a system of two rigid stamps and elastic semi-plane Bull. Georgian Acad. Sci., 168, 1, 2003, 24-27.
24. **Нинидзе К.Р., Лосаберидзе М., Силагадзе Г.** О схемах численной реализации некоторых задач давления системы штампов на упругую полуплоскость. Вестник Харьковского Национального Университета, 590, 2003, 155-160.
25. **Саникидзе З.Д., Микадзе О.И., Булия Б.П., Майсурадзе Н.И., Кватадзе З.А.** Кинетика высокотемпературного окисления малолегированного хрома. Georgian Engineering News, Tbilisi, 1, 2003, 145-147.
26. **Koblishvili N., Tabagari Z., Zakradze M.** On Reduction of the Dirichlet Generalized Boundary Value Problem to an Ordinary Problem for Harmonic Function. Proc. A. Razmadze Math. Inst., 132, 2003, 93-106.
27. **Criado F., Gachechiladze T., Jorjiashvili N., Khvedelidze Z., Meladze H., Sanchez J., Sirbiladze G., Tsertsvadze G.** Theory of Connectivity and Representative Activity Chains in the Problem of Decision-making Concerning Earthquake Possibility. Int. J. Gen. Syst., 32, 2, 2003, 103-121.
28. **Criado F., Chanturia A., Jgamadze N., Meladze H., Skhirtladze N.** Mathematical Modelling of Wreck Events Originated by Dam Collapse. Int. J. Comp. Math., 80, 8, 2003, 999-1018.
29. **Gordeziani D., Meladze H., Avalishvili G.** On One class of Nonlocal in Time Problems for First order Evolution Equations. J. Comput. Appl. Math., 88, 2003, 66-78.
30. **არჩვაძე ნ., ფხოველიშვილი მ.** უნივერსალური დაპროგრამების საკითხები მეცნიერება და ტექნოლოგიები, 7-9, 2003, 49-52.
31. **Martin-Peinador E., Tarieladze V.** A property of Dunford-Pettis type in topological groups. მიღებულია გამოსაქვეყნებლად ჟურნალში "Proc. Amer. Math. Soc.", 132, 6, 2004, 3563-3566.
32. **Bruguera M., Martin-Peinador E., Tarieladze V.** Eberlein-Smulyan theorem for topological groups. მიღებულია გამოსაქვეყნებლად ჟურნალში "J. London Math. Soc".
33. **Chobanyan S., Levental S., Mandrekarv V.** Prokhorov blocks and strong law of large numbers under rearrangements. Manuscript. 1-30, 2003. მიღებულია გამოსაქვეყნებლად ჟურნალში "J. Theor. Prob."
34. **Chatladze T., Kandelaki N., Ugulava D.** Gaussian distribution and Dirichlet series. მიღებულია გამოსაქვეყნებლად ჟურნალში "Proc. A. Razmadze Math. Inst. "
35. **Саникидзе Д.Г., Мирианашвили М.Г.** Approximation schemes for singular integrals and there application to some boundary problems. მიღებულია გამოსაქვეყნებლად ჟურნალში "Comp. Meth. In Appl. Math."
36. **Челидзе Г.З.** Об одном свойстве пространства  $l_p$ . გადაცემულია გამოსაქვეყნებლად ჟურნალში "Функциональный Анализ и его Приложения"
37. **Chobanyan S., Levental S., Salehi H.** Gaposkin Strong Law of Large Numbers for Weakly Stationary Sequences. მომზადებულია გამოსაქვეყნებლად.
38. **Канделаки Н., Чантладзе Т., Угулава Д.** О некоторых матричных алгебрах Клиффорда. მომზადებულია გამოსაქვეყნებლად ჟურნალში "Georgian Math. J."

39. **Зарнадзе Д.** Самосопряженные операторы в пространствах Фреше и некорректные задачи. მომზადებულია გამოსაქვეყნებლად ჟურნალში “Invers and Ill-posed Problems”.
40. **Саникидзе Д.Г., Мирианашвили М.Г.** О некоторых схемах типа дискретных вихрей для численного решения одного класса сингулярных интегральных уравнений с замкнутыми контурами. მომზადებულია გამოსაქვეყნებლად ჟურნალში “Дифференциальная уравнения”.
41. **Koblishvili N., Tabagari Z., Zakradze M.** On One Model of Reduction of the Diriclet Generalized Problem to Ordinary Problem for Harmonic Function in Engineering. მომზადებულია გამოსაქვეყნებლად.
42. **Chaduneli A., Tabagari Z., Zakradze M.** A method of Probabilistic Solution to the Ordinary and Generalized plane Dirichlet problem for the Laplace equation. მომზადებულია გამოსაქვეყნებლად.
43. **Banakh T., Corbacho E., Plichko A., Tarieladze V.** Automatic continuity and linearity of directional derivatives. მზადდება გამოსაქვეყნებლად.