თელავის იაკობ გოგებაშვილის სახელობის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

მარიამ ოხანაშვილი

მათემატიკის სწავლების ოპტიმალური ალგორითმების რეალიზების კომპიუტერული ტექნიკის კონცეპტუალური მოდელების ფორმირება

ინფორმატიკის დოქტორის აკადემიური ხარისხის
მოსაპოვებლად წარდგენილი დისერტაციის

ა ვ ტ ო რ ე ფ ე რ ა ტ ი

თელავი
2018

სამუშაო შესრულებულია სსიპ იაკობ გოგებაშვილის სახელობის თელავის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტის მათემატიკის, ინფორმატიკის და ფიზიკის დეპარტამენტში

სამეცნიერო ხელმძღვანელი: **სვიმონ ოხანაშვილი**

პედაგოგიკის მეცნიერებათა კანდიდატი
ასოცირებული პროფესორი

ოფიციალური შემფასებლები: **გურამ ჩაჩანიძე**

პედაგოგიურ მეცნიერებათა დოქტორი,
პროფესორი

იბრაიმ დიდმანიძე

ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა დოქტორი

დაცვა შედგება 2018 წლის "_______" __________________, _______ საათზე იაკობ გოგებაშვილის სახელობის თელავის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოს სხდომაზე:
კორპუსი ______ აუდიტორია _________

მისამართი: საქართველო, თელავი, 2200
ქართული უნივერსიტეტის ქუჩა N 1
ტელ: +995 350 27 24 01
დისერტაციის გაცნობა შეიძლება თელავის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ბიბლიოთეკაში და ვებ-გვერდზე : http://tesau.edu.ge

სადისერტაციო საბჭოს მდივანი ______________
პროფესორი ელიზბარ ელიზბარაშვილი

ნაშრომის საერთო დახასიათება

თემის აქტუალობა: დღეისათვის კომპიუტერული ტექნოლოგიების განვითარება და შესაძლებლობა ყოველ წუთს იცვლება და ვითარდება. დიდია მოთხოვნები კომპიუტერული პროგრამების შესწავლის და გამოყენების. სკოლებსა და უმაღლეს სასწავლებლებში ფართოდ გამოიყენება ციფრული ტექნოლოგიები საგანმანათლებლო პროცესში. მიუხედავად ასეთი მაჩვენებლისა, საქართველოს სკოლებში ჯერ-ჯერობით არ არის დაგეგმილი კომპიუტერული ტექნოლოგიებით მათემატიკის ამოცანების ამოხსნის ალგორითმების სწავლების კონცეფცია. რაც გვაძლევს საშუალებას, შევქმნათ მათემატიკური ამოცანების ალგორითმების დიდაქტიუკური მოდელი.

გაიზარდა მოთხოვნები კომპიუეტერული ტექნოლოგიების სპეციალისტებზე: პროგრამისტებზე, ქსელების ადმისტრატორებსა და ა.შ. იმისათვის, რომ მომავალმა სპეციალისტებმა საფუძვლიანად შეისწავლონ თანამედროვე ტექნიკის მართვის და გამოყენების წესები, აუცილებელია ისინი სკოლის ასაკიდანვე სწავლობდნენ როგორც კომპიუტერის გამოყენების წესებს, ასევე მისი სამუშაო პროგრამების შედგენისა და ამოცანების ამოხსნის ალგორითმებს. დღეს უკვე აღნიშნულ თემაზე მიმდინარეობს საუბარი საქართველოს მეცნიერებისა და განათლების სამინისტროში, სკოლებში ახალი საგნის - ალგორითმების და დაპროგრამირების ენების შემოღების შესახებ, რაც განაპირობებს ჩვენი თემის აქტუალობას.

კვლევის მიზანი: პრაქტიკული რეკომენდაციების შემუშავება, რომელიც ხელს შეუწყობს საჯარო სკოლებში მათემატიკის ამოცანების ამოხსნის ალგორითმების შედგენას და გამოყენებას.

კვლევის ობიექტი: საქართველოს ზოგადსაგანმანათლებლო საჯარო სკოლები.

კვლევის საგანი: საქართველოს ზოგადსაგანმანათლებლო საჯარო სკოლის მათემატიკის სახელმძღვანელოებში საინტერესო და რთული ამოცანების ამოხსნის ალგორითმის შედგენა.

კვლევის ჰიპოთეზა იმაში მდგომარეობს, რომ შემოთავაზებული მიდგომა შეიძლება გამოყენებული იყოს არა მარტო მათემატიკის, არამედ სხვა საგნების საკითხების სწავლებისას.

კვლევის ამოცანები.

- მათემატიკის სწავლების ვირტუალური გარემოს კონცეპტუალური მოდელის შემუშავება;
- საქართველოს ზოგადსაგანმანათლებლო საჯარო სკოლებში თანამედროვე კომპიუტერული მეთოდების გამოყენებით მათემატიკის ამოცანების ამოხსნის ალგორითმების შექმნა კონცეპტუალური მოდელის ფორმირებით, რომელიც დააკმაყოფილებს სკოლების მოთხოვნებს.
- რიცხვითი სისტემების ამოცაების ამოხსნის ალგორითმის პროგრამული კონვერტორების შექმნა

კვლევის მეთოდები: კვლევაში გამოყენებულია მათემატიკის ტრადიციული სწავლებისა და თანამედროვე კომპიუტერული სწავლების - ალოგორითმების შედგენისა და გამოყენების მეთოდები.

მეთოდოლოგიური საფუძვლები. კვლევის მეთოდოლოგიური საფუძველია:

- მათემატიკის ამოცანების სწავლების თეორიისა და პრაქტიკის ურთიერთდამოკიდებულობა და კავშირი;

- მათემატიკის ამოცანების ამოხსნის სწავლება ალგორითმის შედგენით და თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით;
- ახალი მიდგომების შემოღება მათემატიკის სწავლებისადმი, რომელშიც იგულისხმება ამოცანის ამოხსნის ალგორითმების შედგენა და მისი ჩაწერის კონცეპტუალური მოდელის შემუშავება.

ნაშრომის მეცნიერული სიახლე. საქართველოს ზოგადსაგანმანათლებლო საჯარო სკოლებში მათემატიკის სწავლების პროცესში ამოცანათა ამოხსნის უდიდესი ნაწილის გადაწყვეტა ყველგან ტრადიციული მეთოდის გამოყენებით მიმდინარეობს. დისერტაციაში დამუშავებულია მათემატიკის სახელმძღვანელოებში არსებული რთული და საინტერესო ამოცანების ამოხსნის ალგორითმის შედგენის კონცეპტუალური მოდელი, რომელიც რეალიზებულია რამდენიმე ამოცანის ამოხსნის მაგალითზე.

შესწავლილია საჯარო სკოლის მათემატიკის სახელმძღვანელოებში არსებული თემატიკა და მათი შესაბამისი ამოცანების ამოხსნის მეთოდები და პრობლემები.

ფორმირებული და მეცნიერულად დასაბუთებულია ამოცანათა ამოხსნის ალგორითმების შედგენის დიდაქტიკური კონცეპცია და მისი საგანმანათლებლო მნიშვნელობა.

კვლევის თეორიული მნიშვნელობა მდგომარეობს მათემატიკის ამოცანების ამოხსნის სწავლების ალგორითმების კონცეპტუალური მოდელის შემუშავებაში.

ნაშრომის პრაქტიკული მნიშვნელობა იმაში მდგომარეობს, რომ მათემატიკის სწავლება თანამედროვე ტექნოლოგიების და ალგორითმული ენების დახმარებით შესაძლებელია ისეთი პროგრამული სისტემის შექმნა, რომელთა ეფექტური გამოყენება შესაძლებელი იქნება ნებისმიერი მათემატიკის მასწავლებლისათვის.

კვლევის თეორიულ-მეთოდურ საფუძვლებს წარმოადგენს: კომპიუტერულ და განათლების მეცნიერებებში მოღვაწე მეცნიერ-პედაგოგების, პროგრამისტების, დიდაქტიკოსებისა და ფსიქოლოგების ნაშრომები. სადაც განხილულია მათემატიკური ამოცანების ამოხსნის ალგორითმები და მათი რეალიზების კოდები, როგორც სასწავლო დიდაქტიკური სისტემის საფუძვლები.

ნაშრომის მოცულობა და სტრუქტურა დისერტაცია შედგება, შესავლის, სამი თავის, დასკვნებისა და ლიტეატურისაგან. იგი მოიცავს კომპიუტერზე ნაბეჭდ 122 გვერდს, 15 ცხრილს, 5 სურათს, 11 ნახაზს და 94 დასახელების ლიტერატურის ჩამონათვალს. დისერტაციის ირგვლივ გამოქვეყნებულია 8 ნაშრომი.
ნაშრომის ძირითადი დებულებები მოხსენიებული და განხილულია საერთაშორისო კონფერენციებზე (იხ. ნაშრომების სია).

თავი I
მათემატიკის სწავლების თეორიული და პრაქტიკული ღირებულება

1.1. მათემატიკის სწავლების ზოგადი მიმოხილვა და სტრატეგიული მნიშვნელობა. ტერმინი მათემატიკა ბერძნული წარმოშობისაა და ქართულად „მეცნიერებას, ცოდნას, სწავლას“ ნიშნავს, ხოლო – მათემატიკოსი „სწავლის მოყვარულს“

ქვეყანას რიცხვები მართავენ, ამბობს პლატონი და არ შეიძლება რომ არ დაეთანხმო, რადგან ყველაფრის ზომას, ფორმას, რიტმსა და სიმეტრიას განსაზღვრავს რაღაც რიცხვი, რის გამოც სამყაროში ყოველი სიდიდე რიცხვით ან რიცხვთა

სისტემით გამოისახება, რომლებიც გამოთვლების, დაკვირვების ან გაზომვის შედეგად მიიღება.

თანამედროვე ეპოქაში მათემატიკა ფართოდ გამოიყენება ადამიანის საქმიანობის ყველა სფეროში, მეცნიერებასა და ტექნოლოგიებში, მედიცინაში, ეკონომიკაში, გარემოს დაცვასა და კეთილმოწყობაში, სოციალურ გადაწყვეტილებათა მიღებაში. აღსანიშნავია აგრეთვე მათემატიკის განსაკუთრებული როლი კაცობრიობის განვითარებასა და თანამედროვე ცივილიზაციის ჩამოყალიბებაში.

1.2. მათემატიკის ამოცანების ამოხსნის სწავლების თეორიულ-პრაქტიკული ასპექტები. მიუხედავად იმისა, რომ XXI-ე საუკუნე თანამედროვე ტექნოლოგიური რევოლუციის საუკუნედ არის აღიარებული, ჩვენ ყოველ ნაბიჯზე ვხდებით ისეთ მოსწავლეებს, რომლებსაც არ შეუძლიათ გამოიყენონ მათემატიკაში მიღებული თეორიული და პრაქტიკული უნარ-ჩვევები.

მათემატიკის ამოცანის ამოხსნის სწავლების თეორიულ-პრაქტიკული ასპექტი წარმაოდგენს ტექნოლოგიური პროცესის რეალიზების თანმიმდევრულ პროცესს, რაც მათემატიკურ განათლებში თანამედროვე ტექნოლოგიების წარმოჩენის ძირეული საფუძველია.

მათემატიკის სწავლების ერთ-ერთ ძირითად მეთოდად ითვლება თანამედროვე ტექნოლოგიებით სწავლების მეთოდი. რომელის არსიც არის შემოქმედებითი აზროვნების შესწავლა. თანამედროვე ტექნოლოგიების სწავლების მეთოდში იგულისხმება მათემატიკის ამოცანების ამოხსნის ალგორითმული მეთოდები და ხერხები, ასევე ამოცანების განხილვისას გათვალისწინებული უნდა იქნას ის სიტუაციები რომლებიც ეხება სტანდარტულ და არასტანდარტულ ამოცანების ამოხსნის ალგორითმის შედგენას.

1.3. მათემატიკის ამოცანების ამოხსნის ანალიზი და მათი პრაქტიკული დანიშნულება. საქართველოს ზოგადსაგანმანათლებოლო საჯარო სკოლის საბაზო და საშუალო საფეხურის კლასების მათემატიკის სახელმძღვანელოებში ამოვარჩიეთ სასწავლო თემები, რომლებიც მოითხოვს ამოცანის ამოსხნის ალგორითმის შედგენას. მართალია, სახელმძღვანელოში განხილული პრაქტიკულად ამოხსნილი ამოცანები მინიმალურ წარმოდგენას უქმნის მოსწავლეს, მაგრამ დაინეტრესებული მოსწავლეები ამ თემატიკის ირგვლივ უფრო მეტს მოითხოვენ.

ცნობილია, რომ მოსწავლეთა დიდ ნაწილს უჭირს მათემატიკის თეორიული მასალის სწავლა, ისინი ვერ ამტკიცებენ თეორემებს, არ იციან მათემატიკური ტერმინოლოგიის გამოყენება, მაგრამ ზოგჯერ ისინი კარგად ხსნიან პრაქტიკულ მაგალითებსა და ამოცანებს.

აუციებელია ზოგადსაგანმანათლებლო საჯარო სკოლის საბაზო და საშუალო საფეხურის კლასის მოსწავლეებმა მათემატიკის სახელმძღვანელოს გარდა გამოიყენონ დამხმარე ლიტერატურა და ინტერნეტ მათემატიკური სივრცე: ელ–წიგნები, მათემტიკური რედაქტორები, ენციკლოპედიები, ალგორითმები, აუდი–ვიდეო პროგრამები და სხვ.

ინტერნეტი საშუალებას იძლევა მოსწავლემ, მშობლებისა და მასწავლებლის დახმარების გარეშე დამოუკიდებლად მიიღოს ახალი ცოდნა, გაეცნოს სხვადსხვა თემებს, ამოცანებს და განივითაროს უნარები.

ჩვენი კვლევების შედეგად სასწავლო პროცესში მნიშვნელობა ენიჭება პრობლემის გადაწყვეტას ჯგუფურ მუშაობის დროს, რაც საშუალებას იძლევა დროის გარკვეულ მომენტში მოსწავლეებმა ერთობლივად იმსჯელონ, შეაჯერონ

ერთმანეთის აზრები და გარკვეული დასკვნები გამოიტანონ მოცემულ დავალებაზე. როცა ჯგუფური მუშაობა შეჯიბრობითობის ხასიათს ატარებს მაშინ მათი წარმატება დამოკიდებულია ჯგუფის თითოეულ წევრის პასუხისმგებობაზე და ჯგუფებში მოსწავლეთა შერჩევის წესზე.

თავი II
მათემატიკაში ამოცანების ამოხსნის სწავლების პრობლემები და დიდაქტიკური საფუძვლები.

2.1. მათემატიკის თეორიული და პრაქტიკული საკითხების სწავლება თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით. მათემატიკა ერთ-ერთი უძველესი მეცნიერებაა, რომელიც ეფუძნება აბსტრაგირებას, დედუქციურ მსჯელობას და სიმბოლურ ლოგიკას. ზოგჯერ მათემატიკას აღწერენ როგორც მეცნიერებას რიცხვების, გეომეტრიული ფიგურების და გარდაქმნების შესახებ. უფრო ფორმალური თვალთახედვით მათემატიკა სწავლობს აქსიომატურად განმარტებულ აბსტრაქტულ მათემატიკურ სტრუქტურებს.

მათემატიკის საწვლებაში ფართოდ გამოიყენება თანამედროვე ინფორმაციული ტექნოლოგიები, როგორც მეცნიერულ კვლევათა პროდუქტი, რომელიც არსებითად განსაზღვრავს სწავლების ხარისხსა და განათლების მომავალს. ამით საფუძველი ეყრება სამყაროს განვითარებისა და მასთან ადამიანის ადაპტაციის პირობებს. საინფორმაციო და კომუნიკაციური ტექნოლოგიების განვითარების პარალელურად ხდება მისი აქტიური ჩართვა სასწავლო პროცესში. იგი ხელს უწყობს მოსწავლეთა ჰარმონიულ განვითარებას და ინტეგრაციას საინფორმაციო საზოგადოებასთან. თანამედროვე საინფორმაციო ტექნოლოგიები ხელს უწყობს მოსწავლის მოტივაციის ამაღლებას, უნარებისა და სწავლის სურვილის ფორმირებას.

თანამედროვე საინფორმაციო ტექნოლოგიების დანერგვა სწავლებაში მასწავლებელს საშუალებას აძლევს თვისებრივად შეცვალოს სწავლების შინაარსი, მეთოდები და ორგანიზაციული ფორმები. საინფორმაციო ტექნოლოგიების დანერგვა მკვეთრად აჩქარებს სწავლების პროცესს და ამაღლებს მის ხარისხს, ახდენს სასწავლო დროის ეკონომიას. საგანმანათლებლო სისტემის თანამედროვე მოთხოვნები, ტექნიკური პროგრესი და ტექნოლოგიური პროცესები დიდ ზეგავლენას ახდენს განათლების არსებულ სისტემებზე. აქედან გამომდინარე, საჭიროა არსებულის ტრანსფორმაცია, მართვის ახალი ფორმებისა და ტექნოლოგიების, სწავლების მეთოდებისა და მიზნის მიღწევის გზათა ძიება.

2.2. პრობლემურ-მოდულური დიდაქტიკის საფუძველზე მათემატიკური ცოდნის შეთვისების კომპიუტერული დიაგნოსტიკა. მნიშვნელოვანია ელექტრონული სწავლების დიდაქტიკური კონცეფციის ჩამოყალიბება, რაც არის სპეციალისტების ფართო სპექტრის ერთობლივი კვლევის საგანი. მასში მონაწილეობა უნდა მიიღონ პედაგოგებმა, მეთოდისტებმა, ფსიქოლოგებმა, ინფორმაციული ტექნოლოგიების სპეციალისტებმა, რომელთა კვლევისა და მონაცემთა შეჯერების შედეგად ჩამოყალიბდება ელექტრონული სწავლების ერთიანი სტანდარტები.

ყოველდღიურად იზრდება სწავლებაში ელექტრონული სახელმძღვანელოებისა და დისტანციური სწავლების როლი. სასწავლო კურსებისა და სახელმძღვანელოების შექმნა და ორგანიზაცია ელექტრონული საშუალებების გამოყენებით მეტად რთულ ტექნოლოგიურ და მეთოდურ ამოცანას წარმოადგენს.

ელექტრონული სახელმძღვანელო წარმოადგენს კომპლექსური მნიშვნელობის სასწავლო პროგრამას, რომელიც უზრუნველყოფს სწავლების დიდაქტიკური პროცესის უწყვეტობასა და სისრულეს, გვაწვდის თეორიულ მასალასა და პრაქტიკულ სავარჯიშოებს, ახდენს მათემატიკურ და იმიტაციურ მოდელირებას და მიღებული ცოდნის კონტროლს, აქვს აგრეთვე საინფორმაციო – საძიებო ფუნქციაც. ელექტრონული სახელმძღვანელო შინაარსობრივად უნდა მოიცავდეს თემატურად დასრულებულ და სტრუქტურულად დალაგებულ სასწავლო მასალას. ელექტრონული სასწავლო – მეთოდური კომპლექსები მარტივი ფორმით უნდა ახორციელებდეს დამოუკიდებელი სწავლებისათვის საჭირო სრული სასწავლო მასალის, მათ შორის პრაქტიკული და ტესტური დავალებების მსწავლელისათვის მიწოდებას.

თავი III
მათემატიკის ამოცანების ამოხსნის ალგორითმები და მოდელები.

3.1 მათემატიკური ამოცანების ამოხსნის ალგორითმები და მათი ჩაწერის მეთოდები. განათლების სისტემაში მიმდინარე რეფორმამ ძირფესვიანად შეცვალა საჯარო სკოლებსა და უმაღლეს სასწავლებლებში საგანთა სწავლების თემატიკა, ხარისხი და მოთხოვნები.

განსაკუთრებით ყურადღება გამახვილდა მათემატიკისა და კომპიუტერული ტექნოლოგიების გამოყენების სწავლების სფეროზე. დღეისათვის სკოლის მათემატიკის საწავლო პროგრამებში შეტანილია ისეთი მათემატიკური თემები, რომელებსაც რეფორმამდე სათანადო ყურადღება არ ექცეოდა, ესენია: ნაშთთა თეორია, გრაფთა თეორია, ალბათობის თეორია და ალგორითმები. აღნიშნული თემები საინტერესოა, მაგრამ რთულია სასწავლებლად, რადგან მათემატიკის მასწავლებელთა დიდ ნაწილის უმაღლეს სასწავლებლებში სწავლის პერიოდში არ უსწავლიათ და დღესაც უჭირთ მისი შესწავლა და შემდეგ გადაცემა. აღნიშნული თემებიდან ჩვენ შემოგთავაზებთ ალგორითმებს და ნაშთა თეორიის ,,ახარისხების" საკითხს, რომელიც სასწავლო სახელმძღვანელოებში არ არის სათანადოდ განხილული და სწავლის პერიოდში იწვევს გარკვეულ უკმარისობის შეგრძნებას.

სიტყვა ალგორითმი მეთორმეტე საუკუნეში წარმოიშვა და მას შემდეგ მთელს მსოფლიოში გავრცელდა, იგი არის მოქმედებათა ერთობლიობის ზუსტი და სრული აღწერა, რომელთა მკაცრად განსაზღვრულ თანმიმდევრობით შესრულებას მივყევართ დასმული ამოცანის ამოხსნამდე.

ალგორითმის ცნებას უკავშირდებოდა მხოლოდ არითმეტიკული ოპერაციების { +, -, *, / } შესრულების წესს, ხოლო შემდეგ მისმა გაფართოვებამ, ამ სიტყვის გამოყენების მნიშვნელობა გაზარდა და იგი სხვადასხვა სახის ამოცანების ამოხსნის საჭირო მნიშვნელობის ერთობლიობის - გავრცელებული ინსტრუქციაა.

რეალურ სამყაროში ადამიანებს ხშირად უხდებათ სხვადასხვა ალგორითმების გამოყენება, შექმნა და შესრულება. მაგალითად ქუჩაზე გადასვლის დროს, ტანსაცმლის ჩაცმისას და ა.შ.

ალგორითმი შეიძლება შეასრულოს ადამიანმა, ცხოველმა, ფრინველმა და კომპიუტერმა. მთავარია მისი გამოყენების დროს მკაცრად იქნას დაცული ცალკეული პუნქტების შესრულების თანმიმდევრობა.

ალგორითმის ჩაწერის დროს შეიძლება გამოყენებელი იქნეს შემდეგი ხერხები: ალგორითმის ჩაწერა ბუნებრივ ენაზე, ცხრილის, ფორმულის, გრაფიკის, ბლოკ-სქემის სახით და ალგორითმულ ენაზე (Pascal, C, C++, C#, Java და ა.შ.).

3.2 მათემატიკის ამოცანების ამოხსნის სწავლების პრობლემების გადაჭრა ალგორითმების საშუალებით.

ინტერნეტის გამოყენების პროცესში მომხმარებელი ხშირად იღებს და გადასცემს ინფორმაციას. ამიტომ დღეისათვის ინფორმაციის დაცვას უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება. ინფორმაციის დაცვასა და გასაიდუმლოებას საკმაოდ საინტერესო ისტორია აქვს. აღსანიშნავია, რომ თავდაპირველად დამწერლობა წარმოადგენდა გასაიდუმლოებულ - კრიპტოგრაფიულ სისტემას, რადგან მას ფლობდნენ მხოლოდ რჩეული ადამიანები.

კრიპტოგრაფიის ისტორია პირობითად შეიძლება დაიყოს ოთხ ეტაპად:

1. გულუბრყვილო კრიპტოგრაფია;
2. ფორმალური კრიპტოგრაფია;
3. მეცნიერული კრიპტოგრაფია;
4. კომპიუტერული კრიპტოგრაფია.

სასკოლო მათემატიკის სახელმძღვანელოებში განხილულია ძველი რომის ერთ-ერთი უდიდესი პიროვნერბის და მხედართმთავრის - **იულიუს კეისარის** გულუბრყვილო კრიპტოგრაფია, რომლისთვისაც დამახასიათებელი იყო პრიმიტიული მეთოდები, რაც ნიშნავდა ინფორმაციის დაშიფრვისათვის გამოყენებული შიფრების დაყვანას მონო-ალფავიტურ გადანაცვლებაზე. პირველი ასეთი მაგალითი დაფიქსირებული მეთოდისა არის ცეზარის შიფრი, რომლის მიხედვით მოცემული ტექსტის ყოველ ასოს ცვლიდნენ სხვა ასოთი, რომელიც მოცემული ასოსაგან დაშორებული იყო ფიქსირებული რაოდენობის პოზიციით - ანბანის ყოველ სიმბოლოს შეესაბამებოდა გარკვეული რიგითი ნომერი – რიცხვი. მაგალითად, ანბანში მისი ადგილის შესაბამისი ნომერი. ტექსტის ყოველ სიმბოლოს ემატება ფიქსირებული რიცხვი, რომელსაც იგივე ანბანში შეესაბამება გარკვეული სიმბოლო.

აქვე აღწერილია თანამედროვე კრიპტოგრაფიის ის მიღწევები და ალგორითმები, რომლითაც სარგებლობენ კერძო და სახელმწიფო დაწესებულებები.

3.3 **მათემატიკის სწავლების კომპიუტერული მოდელი.** მათემატიკური მოდელირება წარმოადგენს მოსწავლის მიერ კომპიუტერული ტექნოლოგიების გამოყენებით გარე სამყაროს მოვლენების შეცნობის ერთ-ერთ ძირითად ინსტრუმენტს. მათემატიკური მოდელირების ქვეშ იგულისხმება ინფორმაციული ტექნოლოგიების გამოყენებით შესწავლილი კანონზომიერებანი და კავშირები. ეს შეიძლება იყოს მათემატიკური ამოცანების ალგორითმები პროგრამა-კოდის ფორმით გამოსახული.

მათემატიკური მოდელი ეს არის რეალური ობიექტის, პროცესის ან სისტემის მიახლოებითი წარმოდგენა, მათემატიკური ფორმულებით და ალგორითმებით გამოსახული, რომელებიც ინარჩუნებენ ორიგინალის თვისებებს. ეს მოდელები დაპროგრამირების ენის ალგორითმული კონსტრუქციების დახმარებით აღწერენ მათემატიკური ამოცანების ობიექტის, პროცესის ან სისტემის ძირითად თვისებებს, მათ პარამეტრებს, შიდა და გარე კავშირებს ალგორითმული კოდების საშუალებებით.

მათემატიკური მოდელირება სასკოლო განათლებაში ტექნიკური პროგრესის განუყოფელი ნაწილია, იგი არ უწევს კონკურენციას სხვა საგნის მიამრთულებებს, თუმცა მონაწილეობს ყველა სფეროში მიმდინარე შემოქმედებით კვლევებში.

საქართველოს ზოგადსაგანმანათლებლო საჯარო სკოლებში მოსწავლეთა მათემატიკური და ალგორითმული ცოდნის ჩამოყალიბება, ხელს უწყობს სხვადსხვა სახის უნარ - ჩვევების განვითარებას და ეროვნული სასწავლო გეგმით დასახული მიზნის მიღწევას.

მათემატიკაში ალგორითმების თემატიკის სწავლება ზრდის ამოცანების ამოხსნის ვიზუალიზაციას და მოდელირებას, ახდენს თვალსაჩინო-სანიმუშო აზროვნების განვითარებას მათემატიკური ცოდნის ათვისებაში.

მათემატიკის სწავლების პროცესში ამოცანების ამოხსნა - ალგორითმის შედგენა მოსწავლეებს უნვითარებს აზროვნების სხვადსხვა ფუნქციებს, აძლევს ახალ ცოდნას და თვალსაჩინოს ხდის ამოცანის ამოხსნას.

თანამედროვე საინფორმაციო - ტექნოლოგიების დახმარებით შესაძლებელია თვალსაჩინობა გაიზარდოს და უფრო ეფექტური გახდეს მულტიმედიური სისტემების გამოყენებით, რაც საშუალებას იძლევა სასწავლო გარემოს შექმნის პროცესში.

თანამედროვე ტექნოლოგიების განვითარებამ დიდი დახმარება გაუწია ტრადიციულ სწავლებას, დაინერგა ელექტრონული სწავლების კომპონენტები, რამაც მოსწავლეთა სასწავლო შემეცნებითი მოტივაცია აამაღლა და გაზრდა მათი ჩართულობის ხარისხი.

კომპიუტერის გამოყენების დროს შესაძლებელია შეიქმნას იმიტაციური მოდელები, რომელთა დახმარებით ხდება მათემატიკური ამოცანების ამოხსნა სპეციალური ალგორითმების შედგენით. ასეთი ალგორითმები აკეთებენ პროცესების ან სისტემების შემადგენელი მათემატიკის ამოცანების იმიტაციას, მათი სტრუქტურისა და თანმიმდევრობის შენარჩუნებით. იმიტაციური მოდელი საშუალებას იძლევა პირველადი მონაცემების მიხედვით მივიღოთ ინფორმაცია მათემატიკური ამოცანების ამოხსნის შესახებ თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენების საშუალებით დროის გარკვეულ მომენტში. შეიძლება ითქვას, რომ იმიტაციური მოდელი არის მათემატიკური ამოცანების ალგორითმული ამოხსნა თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით, რომელიც აკეთებს რეალურ იმიტაციას.

მათემატიკური მოდელირების ფართო გამოყნება საშუალებას იძლევა გაფართოვდეს გამოკვლევების საერთო დონე და ჩატარდეს ექსპერიმენტები. მათემატიკური მოდელი შეიძლება განიხილებოდეს, როგორც შემეცნების ახალი მეთოდი, რომელიც თავის თავში შეიცავს როგორც თეორიის, ასევე ექსპერიმენტის დადებით მხარეებს.

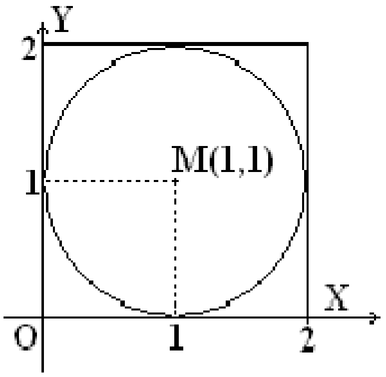
როგორც ცნობილია ტექნიკური ან მათემატიკური ამოცანა მიიღება პრობლემური სიტუაციის ჩამოყალიბებისა და მისი გადაწყვეტის ძიების პროცესში წინადადებების სახით, პრაქტიკული ან რაიმე თეორიული თვალსაზრისის მიხედვით და შემდეგ ითარგმნება მათემატიკურ ენაზე ამოცანის სახით და შემდეგ ხდება მისი ამოხსნა.

ამოცანის ამოხსნა ორი სახისაა: ბრმა ძიება, როცა უცნობია არჩეული ხერხის ვარგისიანობა და მეორე, როდესაც ცნობილია ამოხსნის გზა.

უნდა აღინიშნოს, რომ მათემატიკური მოდელის არსი მდგომარეობს რეალური პროცესების მათემატიკურ იმიტაციაში, რაც კომპიუტერის დახმარებით სრულდება. მას მაშინ მიმართავენ, როდესაც რეალური ექსპერიმენტი ძალზე

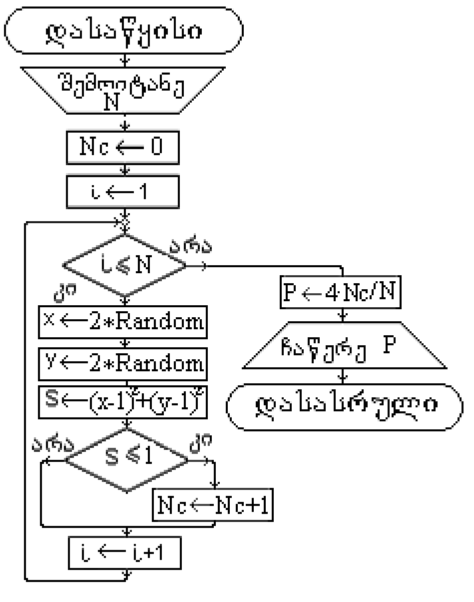
შრომატევადი, ძვირად ღირებული ან გარკვეულ რისკთან დაკავშირებული პროცესია.

როგორც ცნობილია პი რიცხვი არის წრეწირის სიგრძის შეფარდება თავისივე დიამეტრთან და იგი მუდმივი სიდიდეა ნებისმიერი წრეწირისათვის, ამიტომ კომპიუტერული ექსპერიმენტის №1 ერთ-ერთ საინტერესო იმიტაციურ მოდელს წარმოადგენს პი რიცხვის გამოთვლა მონტე-კარლოს მეთოდით. რომლის მიხედვით მართკუთხა კორდინატთა სისტემაში (სიბრტყეზე) იღებენ 2X2 კვადრატში ჩახაზულ



R=1 რადიუსის მქონე წრეწირს, რომლის ცენტრი მოთავსებულია M(1,1) წერტილში - კვადრატის დიაგონალების გადაკვეთის წერტილში.

მონტე-კარლოს მეთოდის იდეა ასეთია: შემთხვევით იღებენ N რაოდენობის წერტილს კვადრატის შიგნით, რომლის კორდინატებია (x;y). N_c – ავღნიშნოთ იმ (c=Circle) წერტილების რაოდენობა რომელიც წრეწირის შიგნით მოთავსდება, ანუ $(x-1)^2+(y-1)^2 \le 1$ იმისათვის, რომ წერტილები კვადრატის შიგნით მოთავსდეს აუცილებელია შესრულდეს პირობა $\begin{cases} 0 \le x \le 2 \\ 0 \le y \le 2 \end{cases}$, აქ x და y მიიღება შემთხვევითი რიცხვების გენერაციის ფუნქციის დახმარებით x=2*Random და y=2*Random, რომლებიც ღებულობენ მნიშვნელობებს (0;2) შუალედიდან. ამის შემდეგ დგინდება აღებული წერტილი წრეწილის შიგნით არის მოთავსებული, თუ წრეწირის გარეთ. შემდეგ ითვლიან წრეწირში მოხვედრილ წერტილთა რაოდენობას და შემდეგ ფართობთა შეფარდების პროპორციის მიხედვით $\frac{S_c}{S_s}=\frac{N_c}{N}$, სადაც $S_c=\pi\cdot R^2=\pi\cdot 1=\pi$, ხოლო $S_s=2\cdot 2=4$, ითვლიან პი რიცხვის გამოთვლას $\pi=\frac{4\cdot N_c}{N}$ ფორმულის დახმარებით. რომლის შესაბამის გამოთვლის ალგორითმასა და პროგრამის კოდს ექნება სახე.



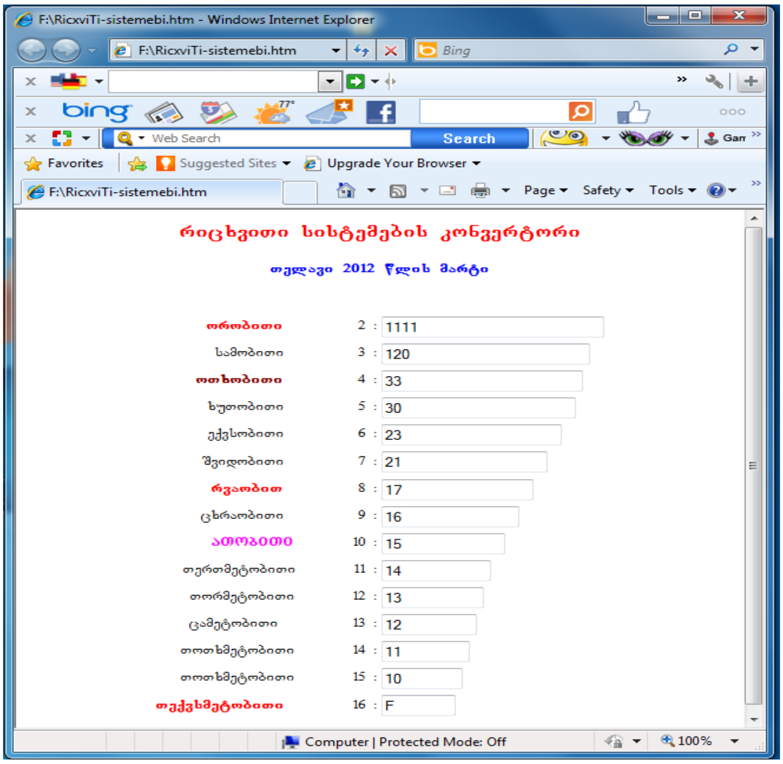

```
Program  monte-Karlo;
Uses crt;
 Var      i, n, nc : Longint;
              x, y, p : Real;
     Begin
        Randomize;   nc:=0;
      Write(‘შემოიტანე:  n=’ );
          Readln(n);
            For i:=1 to n do
               Begin
                  x:=2*Random;
                    y:=2*Random;
                      s:= sqr(x-1)+sqr(y-1);
                  If s<=1 Then nc:=nc+1 ;
                End;
          p:=4*nc/n;
      Writeln(‘Pi=’, p:15:13);
End.
```

ამრიგად, კომპიუტერული ექსპერიმენტების ჩატარების დროს დიდი ყურადღება ექცევა იმიტაციურ მოდელირებას, რაც გულისხმობს მათემატიკური მოდელის და კომპიუტერების შესაძლებლობის ეფექტურ გამოყენებას. კომპიუტერული ექსპერიმენტების ჩატარებისას მნიშვნელოვანია დაპროგრამირების ენის შერჩევა, რადგან ენა ხშირად ცვლის ამოცანის ამოხსნის ალგორითმის ჩაწერის სტრუქტურას.

ასევე საინტერესო შედეგი მივიღეთ ექსპერიმენტი №2, რომელშიც ასახულია თვლის სიტემები. ადამიანს უხსოვარი დროიდან უხდებოდა თავის გარშემო არსებული საგნების დათვლა. ადამიანები ითვლიდნენ ორობით, სამობით, ხუთობით, შვიდობით, ათობით, თორმეტობით, თექვსმეტობით, ოცობით, სამოცობით და ა.შ. ყოველი თვლის სისტემის წარმოშობას თავისი ისტორიული საფუძველი გააჩნია, მაგალითად, თვლის ათობითი სისტემა დაკავშირებულია ადამიანის ხელებზე განლაგებული თითების რაოდენობაზე. ხშირად მას „ზოოლოგიურ სისტემასაც" უწოდებენ. დღეისათვის განასხვავებენ თვლის პოზიციურ და არა პოზიციურ სისტემებს. თვლის პოზიციური სისტემებია: ორობითი, რვაობითი, თექვსმეტობითი, ათობითი და ა.შ., ხოლო არა პოზიციური სიტემაა რომაული და ეროვნულ ანბანური რიცხვითი სისტემები.

როგორც კვლევებმა გვიჩვენა, საჯარო სკოლების მათემატიკის მასწავლებელთან შეხვედრების, კონსულტაციების და გასაუბრების დროს აღმოჩნდა, რომ მასწავლებელთა 60%-ზე მეტს უჭირს ათობითი რიცხვების გადაყვანა თვლის სხვადსხვა სიტემებში. ამიტომ პედაგოგებისთვის ჩავატარეთ ტრენინგი - ,,რიცხვითი სისტემები და მათი ურთიერთ კავშირი" და სპეციალურად მათვის შევქმენით (2012 წელს) ,,რიცხვითი სისტემების კონვერტორი" რომელიც საშუალებას იძლევა დროის მცირე მონაკვეთში (ერთ წამში) ათობითი (ან სხვა ფუძიანი) რიცხვების გადაყვანა მოახდინოს ნებისმიერ ფუძის (2, 3, 4, . . . 13, 14, 15, 16) მქონე რიცხვთა სისტემაში. ამ კონვერტორის პროგრამა დაწერილია HTML და Java Script ენებზე, რომელიც საშუალებას იძლევა გაშვებული იქნეს ნებისმიერი ინტერნეტ ბრაუზერის გამოყენებით.

,,რიცხვითი სისტემების კონვერტორი"-ს აქვს შემდეგი სახე.



ხოლო მის კოდს HTML და Java Script ენაზე შემოკლებული ფორმით აქვს სახე

```
<HTML><HEAD>
<META content="text/html; charset=windows-1251" http-equiv=Content-Type>
<SCRIPT language=JavaScript>
 var hex = new Array("0", "1", "2", "3", "4", "5", "6", "7", "8",
                  "9", "A", "B", "C", "D", "E", "F");
   function CKparseInt(n, r) {
        for (var i = 0; i < n.length; ++i)
           if (n.charAt(i) >= r) {
               alert("Invalid digit");
              return 0;
            }
            if (isNaN(M = parseInt(n, r)))
           alert ("Secdomaa ricxviT simboloSi");
          return M;
         }
 function DecimaltoAnother(A, radix)
    {
      s = "";
       while (A >= radix)
        {
          s += hex[A % radix];
          A = Math.floor(A / radix);
         }
       return transpose(s += hex[A]);
    }
 function transpose(s)
     {
       N = s.length;
        for (i = 0,t = ""; i < N; i++)
        t += s.substring(N-i-1, N-i);
      return t;
     }
  function EvalAny(item, r)
    {
       M = CKparseInt(item.value, r);
        for (var i = 0, MyForm = document.forms[0]; i < MyForm.length; ++i)
       MyForm.elements[i].value = DecimaltoAnother(M,
MyForm.elements[i].name.substr(1,3));
     }
    </SCRIPT> . . .
```

ეს კონვერტორი გაგზავნილი იქნა საჯარო სკოლებში, მასწავლებლების და მოსწავლეების დასახმარებლად.

ექსპერიმენტი №3-ით მოხდა მოხალისე მოსწავლეების და მასწავლებლების ცოდნის შემოწმება ტესტირების დახმარებით, რომელშიც მათემატიკიდან შერჩეული იყო რამდენიმე თემა, მათშორის რიცხვითი სისტემები და ალგორითმები.

მოსწავლებთა ჯგუფი №1

N	მოსწავლის გ.ს.	1	2	3	4	5	6	7	8	სულ ქულა
		2	1	1	1	1	1	1	1	
1	ა	1	0	1	0	0	1	1	0	4
2	ა	0	1	1	0	0	1	1	0	4
3	გ	0	0	1	1	1	1	1	0	5
4	გ	0	0	0	1	1	1	0	1	4
5	ე	1	0	0	1	0	0	0	0	2
6	ე	0	0	0	0	1	1	0	1	3
7	ზ	0	0	1	1	0	0	1	0	3
8	თ	0	0	0	1	1	1	1	0	4
9	ი	1	0	0	0	0	0	1	0	2
10	კ	0	0	0	1	1	1	1	0	4
11	კ	0	0	0	0	1	1	0	0	2
12	კ	0	1	1	1	1	0	0	0	4
ჯგუფის საშუალო										**41**
მოსწრება		3	2	5	7	7	8	7	2	**41**
3,42		0,25	0,17	0,42	0,58	0,58	0,67	0,58	0,17	3,42

მოსწავლეთა ჯგუფიN2

N	მოსწავლის გ.ს.	1	2	3	4	5	6	7	8	სულ ქულა
		2	1	1	1	1	1	1	1	
1	ა	0	0	1	0	0	1	1	0	3
2	ბ	0	0	1	0	0	1	0	0	2
3	გ	1	0	1	1	1	1	0	0	5
4	ე	0	0	0	1	1	1	0	1	4
5	ე	1	0	0	1	0	0	0	0	2
6	ვ	0	0	0	0	1	1	0	1	3
7	ზ	1	0	0	1	0	0	1	0	3
8	თ	0	0	0	1	1	1	1	0	4
9	თ	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	ი	0	0	0	1	1	1	0	0	3
11	ი	1	0	0	0	1	1	0	0	3
12	ტ	0	0	0	1	1	0	0	0	2
ჯგუფის საშუალო										**34**
მოსწრება		4	0	3	7	7	8	3	2	**34**
2,83		0,33	0,00	0,25	0,58	0,58	0,67	0,25	0,17	2,83

ტესტირება ჩატარდა სპეციალური ბილეთბის მიხედვით. ბილეთის განსხვავებული ვარიანტით.
ტესტირება ჩატარდა ოთხი მუნიციპალიტეტის საჯარო სკოლებში. შერჩეული იქნა ოთხი განსხვავებული ჯგუფი (2 მოსწავლეები და 2 მასწავლებლების). აქ განვიხილოთ მოსწავლეების ჯგუფები, სადაც პირველ და მეორე ჯგუფში მონაწილეობდა 12-12 მოსწავლე (10-12 კლასებიდან).
პირველ ჯგუფში საშუალო მოსწრება იყო 3,42 ქულა, ხოლო მეორე ჯგუფში 2,83 ქულა. ორივე ჯგუფში მაქსიმალური ქულა იყო 5 ხოლო მინიმალური ნული. თითოეულ მოსწავლეს ტესტირების დროს უნდა მიეღო მაქსიმუმ 9 ქულა სინამდვილეში მიიღეს მაქსიმუმ 5 და მცრე ქულები. ჯგუფების საშუალო მოსწრება იყო 3,42 და 2.83 რაც ძალიან მცირეა.

კომპიუტერული ექსპერიმენტის ზოგად სქემას ასე განიხილავენ:
პრობლემა → ამოცანა → მოდელი → ალგორითმი → პროგრამა (კოდი) → ვიზუალიზაცია →ტესტირება → სასაზღვრო პირობების დადგენა.

დისერტაციის ძირითადი შედეგები გამოქვეყნებულია შემდეგ სამეცნიერო ნაშრომებში

1. გელოვანი, ნ., ოხანაშვილი, მ., ყურაშვილი, ნ., ელიზბარაშვილი, მ., 2012, -23 სექტემბერი, „რიცხვითი სისტემების კონვენტორი“ ნანობაშვილი, ქ., ჩაჩანიძე, გ., (რედ), II საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია, კომპიუტინგი/ინფორმატიკა, განათლების მეცნიერებები, მასწავლებლის განათლება, მოხსენებათა თეზისები, (გვ. 32,33), ბათუმი.
2. ოხანაშვილი, ს., ოხანაშვილი, მ., 2016 წ, 1-3 ოქტომბერი, „ინფორმაცია უსაფრთხო ინტერნეტ სივრცეში“, IV საერთაშორისო-სამეცნიერო კონფერენცია კომპიუტინგი/ინფორმატიკა, განათლების მეცნიერებები, მასწავლებილის განათლება, ნანობაშვილი, ქ., (რედ); ჩაჩანიძე, გ., (რედ), საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია, (გვ. 144-147), თბილისი.
3. ოხანაშვილი, ს., ოხანაშვილი, მ., 2014 წ. 17-19 ოქტომბერი, „მათემატიკის ამოცანების ამოხსნის ალგორითმები მოსწავლეთა ჯგუფური მუშაობისთვის“ დალაქიშვილი. გ., (რედ), III საერთაშორისო-სამეცნიერო კონფერენცია კომპიუტინგი/ინფორმატიკა, განათლების მეცნიერებები, მასწავლებლის განათლება. მოხსენებათა თეზისები, (გვ. 117) ბათუმი.
4. ოხანაშვილი, მ., ოხანაშვილი, ს., 2012 წ, 21-23 სექტემბერი, „პი რიცხვის მნიშვნელობის გამოთვლა კომპიუტერის დახმარებით“, ნანობაშვილი, ქ., ჩაჩანიძე, გ., (რედ), II საერთაშორისო-სამეცნიერო კონფერენცია კომპიუტინგი/ინფორმატიკა, განათლების მეცნიერებები, მასწავლებლის განათლება, მოხსენებათა თეზისები, (გვ. 75-77) ბათუმი.
5. ოხანაშვილი, ს., ოხანაშვილი, მ., 2011წ. 20-22 მაისი, „პრობლემურ-მოდულური დიდაქტიკის საფუძველზე მათემატიკური ცოდნის შეთვისების კომპიუტერული დიაგნოსტიკა“, აკადემიკოს ჩოგოვაძე, გ., (რედ) საერთაშორისო სამეცნიერო ტექნიკური კონფერენცია „მართვის ავტომატიზირებული სისტემები და თანამედროვე საინფორმაციო ტექნოლოგიები“ , (გვ. 189 – 190) თბილისი
6. ოხანაშვილი, ს., ოხანაშვილი, მ., გელოვანი, ნ., 2011 წ. „ნაშთთა თეორიის სწავლება Excel პროგრამის საშუალებით“, სემიკინა, ი., (რედ), საერთაშორისო-

სამეცნიერო კონფერენცია, კომპიუტერული მეცნზიერება, განათლების მენეჯმენტი, სწავლების თანამედროვე ტექნოლოგიები, (გვ. 338 – 343) თბილისი.
7. Okhanashvili, S., Okhanashvili, M., Okhanashvili, IA, –2016, 23-27 May, „REQUIREMENTS IN TEST DESIGN”, XXVII Internatinal Conference PROBLEMS OF DECISION MAKING UNDER UNCERTAINTIES (PDMU – 2016) (გვ. 127-128), Tbilisi-Batumi, Georgia.
8. Оханашвили С., Оханашвили М., 2014, „Сложностъ алгоритмов“, Part II - Mathematics and ICT application sphere. New training technologies. (გვ. 34-38), Ганджа.

სადისერტაციო ნაშრომის დასკვნები და რეკომენდაციები

1. შევისწავლეთ და გავაანალიზეთ ზოგადსაგანმანათლებლო საჯარო სკოლებში მათემატიკის სწავლების პროგრამები და თემები და ის ძირითადი მოთხოვნები, რასაც საქართველოს მეცნიერების და განათლების სამინისტრო მოითხოვს მათემატიკის სწავლებას სკოლის რეფორმის ფარგლებში.
2. გამოვლენილია მათემატიკის ამოცანების სასწავლო მიზნები, კვლევისა და განვითარების პრობლემები და ის მთავარი მდგენელი, როგორებიცაა სწავლების თანმიმდევრული აგება, მოსწავლის პასუხების ინტელექტუალური ანალიზი და ინტელექტუალური ხელშეწყობა მათემატიკის ამოცანების ამოხსნისას.
3. გაანალიზებულია მათემატიკის სწავლებაში ალგორითმისა და მისი რეალიზების პროგრამული კოდის ძირითადი მეთოდური ფუნქციები და შესაძლებლობა.
4. შესწავლიალია სიტემატურობისა და თანმიმდევრობის დიდაქტიკური პრინციპი ასათვისებელი მასალის ლოგიკური კავშირის განხორციელებისას.
5. ჩამოვაყალიბეთ ზოგადსაგანმანათლებლო საჯარო სკოლების მათემატიკის ამოცანების ამოხსნის ალგორითმების შედგენის და სწავლების მეთოდები.
6. დავამუშავეთ მატემატიკური ამოცანების ამოხსნის ალგორითმის შედგენის მეთოდი, რომელიც აპრობირებულია მათემატიკის და ინფორმატიკის კურსის სწავლების პროცესში.
7. გაანალიზებულია მათემატიკის სწავლებაში ალგორითმისა და მისი რეალიზების პროგრამული კოდის ძირითადი მეთოდური ფუნქციური შესაძლებლობა.
8. შემუშავებულია ელექტრონული სასწავლო მასალების მომზადების ალგორითმული და პრაქტიკული სავარჯიშოების შედგენის მეთოდური რეკომენდაციები.
9. შემუშავებულია ახალი მიდგომა მათემატიკის ამოცანების ამოხსნის ალგორითმების სწავლებისადმი ვირტუალური გარემოს და მულტიმედია საშუალებების ინტეგრირების კონცეპტუალური მოდელი, რაც გულისხმობს სწავლების ვირტუალურ გარემოს შინაარსობრივ, ორგანიზებულ და ტექნოლოგიური კომპონენტების მჭიდრო ინტეგრირებას კომპიუტერული სისტემის სხვადასხვა საინფორმაციო საშუალებებთან.
10. ჩატარებულია მათემატიკის სწავლების თეორიული და პრაქტიკული ამოცანების გამოყენების ანალიზი. ნაჩვენებია, რომ ალგორითმის და კომპიუტერული პროგრამების სისტემის გამყენება, როგორც მათემატიკის სწავლებისა და ხარისხის ამაღლების საშუალებას აქვს დიდი პერსპექტივა.

11. დავამუშავეთ მათემატიკის სასწავლო კურსის იმ ამოცანათა ამოხსნის ალგორითმის სწავლების შინაარსობრივი და მეთოდური უზრუნველყოფის კომპლექსი, რომელიც მოიცავს: მეთოდურ რჩევებს მასწავლებლებისათვის. ამოცანათა ამოხსნის ალგორითმის შედგენის ნიმუშებს და მეთოდურ მითითებებს. კომპიუტერულ ალგორითმულ პრაქტიკულ ნიმუშებს და პროგრამულ-კონვერტორებს, რომელიც შესაბამისობაშია მათემატიკის კურსში შეტანილ სხვადასხვა მასალებთან: შევადგინეთ და გავმართეთ კომპიუტერული პროგრამები მათემატიკის სხვადასხვა ტიპის ამოცანების ამოხსნის რეალიზებისათვის.

Telavi State University of Iakob Gogebashvili

With the right of manuscripts

Mariam Okhanashvili

Formation of Conceptual Models of Computer Techniques for Realizing the Optimal Algorithms for Teaching Mathematics

THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR THE ACADEMIC DEGREE OF DOCTOR OF COMPUTER SCIENCE

A B S T R A C T

Telavi

2018

The work is done at the Department of Mathematics, Informatics and Physics of the Faculty of Exact and Natural Sciences of Iakob Gogebashvili Telavi State University

Scientific Head: **Svimon Okhanashvili**
Candidate of Pedagogical Sciences
Associate Professor

Official assessors: **Guram Chachanidze**
Doctor of Pedagogical Sciences,
Professor

Ibraim Didmanidze
Doctor of Physics and Mathematical Sciences

Protection will be held at the Dissertation Board of the Faculty of Exact and Natural Sciences of Iakob Gogebashvili Telavi State University, at ___, ______________, _____________ of 2018 year:
Corpus ___ Audience ________

Address: Georgia, Telavi, 2200
Georgian University Street N1
Tel: +995 350 27 24 01

The dissertation can be acquainted with the library and website of Iakob Gogebashvili Telavi State University http://tesau.edu.ge

Secretary of the Dissertation Board ________ Professor Elizbar Elizbarashvili

General Characteristics of the Thesis

Actuality of the topic: At present day, the development and possibility of computer technology is changing and developing every minute. Requirements for computer programs are studied and used. Digital technologies are widely used in schools and higher educational institutions. Despite this indicator, the Georgian schools do not yet have the concept of teaching algorithms to solve mathematical tasks with computer technologies. Which allows us to create a mathematical model of the algorithms diagrammatic model. Requirements for computer technology specialists: programmers, network administrators, etc. In order for future specialists to study the rules of management and use of modern techniques, it is necessary to study the rules of computer use as well as the algorithms for drawing up their work programs and tasks. Today the topic of the discussion is about introduction of new subject - algorithms and programming languages in the Ministry of Science and Education of Georgia, which leads to the actuality of our community.

Reason of the research: Elaboration of the practical recommendations that will help to develop and use algorithms for solving mathematical tasks in public schools.

Object of the research: General public schools of Georgia

Subject of the research: Creating algorithms for solving interesting and complex tasks in mathematical textbooks of general public school of Georgia.
Research hypothesis: It is to suggest that the proposed approach can be used not only in mathematics but also in teaching other subjects.

- **Research tasks.**
- Developing a conceptual model of virtual environment of math learning;
- Creating algorithms for solving mathematical tasks using modern computer technologies in general public schools of Georgia by forming a conceptual model that will satisfy schools' requirements.

Research methods: The study uses methods of composing and using mathematical traditional teaching and modern computer learning - algorithms.

Methodological basics. The methodological basis for the research is:

- Relationship and interaction of teaching theory and practice of mathematical tasks;
- Learning to solve mathematical tasks by compiling algorithm and using modern technologies;
- Introduction of new approaches to mathematics teaching, which involves drawing up the algorithms for solving the task and developing the conceptual model of its recording.

Scientific novelty of the work.

The solution of most of the tasks in mathematics learning in general public schools of Georgia is being implemented using traditional methods everywhere. In the dissertation the conceptual model of compiling algorithm for solving complex and interesting tasks in mathematical textbooks is developed, which is realized on the example of solving several tasks.

The topics in the public school mathematical textbooks and the methods and problems of solving the relevant tasks have been studied.

The formative and scientifically substantiated conceptual concept of compiling algorithms of solving tasks and its educational significance.

Theoretical significance of the research is to develop the conceptual model of teaching algorithms for the solution of mathematical tasks.

Practical meaning of the work is that math training with the help of modern technologies and algorithmic languages is the creation of a software system that can be effective for any math teacher.

Theoretical-methodological basis of research is: Works of scientists, programmers, diagnoses and psychologists working in computer and education sciences. Where algorithms for solving mathematical tasks and their realization codes as the basis of the teaching theatrical system.

The volume and structure of the work: The thesis is composed of three introductions, conclusions and literature. It includes 122 printed pages, 15 tables, 5 pictures, 11 drawings and 94 types of literature. 8 works published around the dissertation.
The main provisions of the thesis are referred to and discussed in international conferences (see papers list).

Chapter I

Theoretical and practical value of mathematics teaching

1.1 General overview of mathematics teaching and strategic importance. The term mathematics is Greek origin and means "learning science, knowledge, learning" in Georgian, and mathematician "learning amateurs".

The country is ruled by number, says Platon and it cannot be agreed, because the size, shape, rhythm and symmetry of everything is determined by the number, which is the number one in the universe or system of numbers in the world that are obtained by result of calculation, observation or measurement.

In modern times, mathematics is widely used in all areas of human activity, science and technology, medicine, economics, environmental protection and wellness, social decision making. It is also worth mentioning that the role of mathematics is in the development of humanity and the establishment of modern civilization.

1.2. Theoretical and practical aspects of teaching mathematical tasks. Despite the fact that the XXI century is a century of modern technological revolution, we take every step towards the students who can not use mathematical theoretical and practical skills.

The theoretical-practical aspect of the task of solving mathematical tasks is a consistent process of realization of technological processes, which is the root cause of modern technologies in mathematical education.

The method of teaching modern technologies is considered one of the main methods of mathematics. The essence of which is the study of creative thinking. The methodology of modern technologies involves algorithmic methods and methods of mathematical tasks, as well as consideration of the tasks that should be addressed in situations where the algorithm of solving standard and nonstandard tasks is concerned.

1.3. Analysis of the solution of mathematical tasks and their practical purpose. In the basic and secondary level classes of mathematical textbooks of the general public educator public school, we have taken up the study topics that require the creation of the algorithm of the program. While practically solved tasks discussed in the textbook give minimal representation to the pupil, but the enrolled students demand more on these topics.

It is noteworthy that most students find it difficult to study the theoretical material of mathematics, they can not claim theories, they do not know mathematical terminology, but sometimes they clearly reflect practical examples and tasks.

Students of basic and secondary grades of secondary public school should use the help of literature and Internet mathematical space: e-books, mathematical editors, encyclopedias, algorithms, audio and video programs, etc.

The Internet allows the learner to get new knowledge independently, get familiar with different topics, tasks and skills without the help of parents and teachers.

As a result of our research, the importance of the learning process is to solve the problem during group work, which allows students to jointly discuss the thoughts of each other and make some conclusions on the given assignment. When group work is characterized by competition, their success depends on the responsibilities of each member of the group and the selection of pupils in groups.

Chapter II

Problems of teaching solving tasks in mathematics and didactic basics.

2.1. Theoretical and practical teaching of mathematics by using modern technologies: Mathematics is one of the oldest science that is based on abstraction, deductive reasoning and symbolic logic. Sometimes mathematics is described as the science of numerals, geometric shapes and transformations. In more formal perspectives, mathematics studies acciomically defined abstract mathematical structures.

Mathematics is widely used in modern information technologies, as a scientific research product that essentially defines the quality of education and future education. This creates grounds for the development of the world and human adaptation conditions. In parallel to the development of information and communications technologies, it is actively involved in the learning process. It promotes harmonious development and integration of students with information society. Modern Information Technologies facilitates raising motivation of the student, developing the skills and learning desires.

Introduction of modern information technologies in teaching the teacher allows the teacher to change the contents of the teaching, methods and organizational forms. Implementation of information technologies sharply accelerates the teaching process and raises its quality, saving time for the study time. The modern requirements of the educational system, technical progress and technological processes greatly influence the existing systems of education. Therefore, there is a need for transformation of existing ones, new forms of management and technologies, learning methods and the way to achieve the goal.

2.2. Computer diagnosis of mathematical knowledge based on problematic modular diagnosis. It is important to establish a theatrical concept of e-learning, which is the subject of a wide range of specialists' joint research. Teachers, methodists, psychologists, IT specialists have to participate in it, which will be able to establish unified standards of e-learning as a result of research and data compilation.

Every day, the role of electronic textbooks and distance learning is increasing. Creation of training courses and manuals and organization is a very complex technological and methodical task using electronic means. The electronic manual is a comprehensive learning curriculum that provides the continuity and completeness of the teaching process, providing theoretical material and practical exercises, math and imitation modeling and control of the obtained knowledge, as well as the information-search function. The electronic manual should contain content of the material completed and structured. E-learning - Methodological complexes should be simplified to provide complete teaching materials, including practical and test tasks for independent learning.

Chapter III

Algorithms and models of solving mathematical tasks.

3.1 Algorithms for solving mathematical tasks and their recording methods.

The ongoing reforms in the education system have changed the quality, demands and requirements of teaching at public schools and higher education institutions.

Particular attention was paid to the field of teaching mathematics and computer technology. At present mathematical learning programs are included in mathematical themes, which did not take adequate attention to reform, such as: balance theory, the graph theory, the probability theory and the algorithms. These topics are interesting, but it is difficult to study because they did not learn during higher studies in the majority of mathematics teachers and now it is difficult to study and then transfer. From these topics we will offer you the algorithms and the question of the "Balance theory", which is not properly reviewed in the textbooks and causes a sense of failure.

The word algorithm originated in the twelfth century and since then spread throughout the world, it is an accurate and complete description of the combination of actions that are strictly determined by the sequence before the solution of the proposed task.

The concept of algorithm was only related to the rules of execution of arithmetic operations, **{ +, -, *, / }** and then its expansion has increased the importance of the use of this word and it is the common order of the universal importance of different tasks.

People in real world often have different algorithms to use, create and execute. For example, when crossing up in the street, dressing up, etc.

Algorithm can be performed by humans, animals, poultry and computer. The main thing to do is to keep the sequence of fulfillment of certain points strictly protected.

The following algorithms can be used to write: algorithms in the natural language, table, formula, graphics, block-scheme and algorithmic language (Pascal, C, C ++, C #, Java, etc.).

3.2 Solving the problem of solving mathematical tasks through algorithms.

The user often takes and transmits information in the use of the Internet. Therefore, protection of information is of great importance today. The protection and secrecy of information is quite interesting. It is noteworthy that the script was originally a secret-cryptographic system, because it was only a favorite of people.

Cryptography history can be divided into four stages:

1. Naive cryptography;
2. Formal cryptography;
3. Scientific cryptography
4. Computer cryptography.

Examples of school mathematics include the naive cryptography of Julius Caesar, one of the oldest personalities of old Rome and primitive methods that characterized the use of encryption of information used for encryption of information on mono-alphabetic shifts. The first such example is the Caesar cipher, which according to which each letter of the text is replaced by another letter that is distant from the given letter to the fixed number of the letters corresponding to each symbol number - the number. For example, the corresponding number of its place in the alphabet. Each symbol of the text is added to the fixed number, which has some characters in the same alphabet.

It also describes the achievements and algorithms of modern cryptography that use private and state institutions.

3.3 **Mathematical modeling of mathematics teaching.**

Mathematical modeling is one of the main instruments of learning of the external world by using computer technologies. Under mathematical modeling, it is understood that the regularities and connections studied by information technologies are used. This may be the algorithms of mathematical tasks depicted in the program-code form.

Mathematical model is an approximate representation of a real object, process or system, mathematical formulas and algorithms, which retain the original characteristics. These models describe the basic features of the object, process or system of the mathematical tasks, their parameters, internal and external links through the algorithmic codes of the program with the help of algorithmic programming.

Mathematical modeling is an integral part of technical progress in school education, it does not compete with other subjects, but participates in the current creative research in all areas.

Establishment of mathematical and algorithmic knowledge of pupils in general public schools of Georgia facilitates the development of different faculties and achieving the objective of the National Curriculum.

The teaching of the algorithms in mathematics increases the visualization and simulation of the tasks of development, the development of visible-minded thinking in mathematical knowledge.

Solving tasks in mathematics teaching process - Creating Algorithm makes learning different functions of thinking, gives new knowledge and visualization to solve the problem.

With the help of modern information technology, visualization can be increased and more efficiently using multimedia systems that enable the development of the learning environment.

The development of modern technologies greatly assisted traditional teaching, introduced electronic learning components, which enhanced students' learning cognitive motivation and increased their engagement quality.

Using computer simulators can be created simulated models, with the help of mathematical tasks by special algorithms. Such algorithms are imitating the processes of mathematical compositions or systems, maintaining their structure and sequencing. An imitation model allows us to obtain information on the mathematical tasks using the modern technologies at a certain point in time. It can be said that the imitation model is the algorithmic solution of mathematical tasks using modern technologies that make real imitation.

A wide selection of mathematical modeling allows the general level of research to be expanded and conduction of the experiments. The mathematical model can be considered as a new method of cognition that includes the positive aspects of the theory and the experiment.

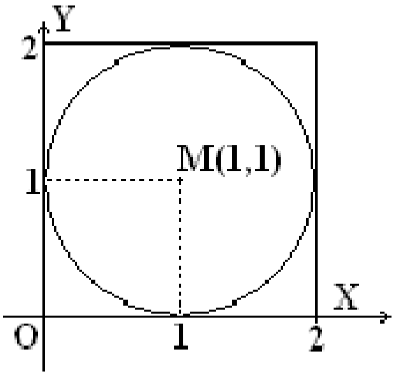
As it is known, the technical or mathematical task is to take into account the problem of formulating a solution and solving it in propositions, practical or any theoretical point of view and then translates into a mathematical language and then solved it.

The solution of the task is two: blind search when the chosen method is suitable and the second when the path is solved.

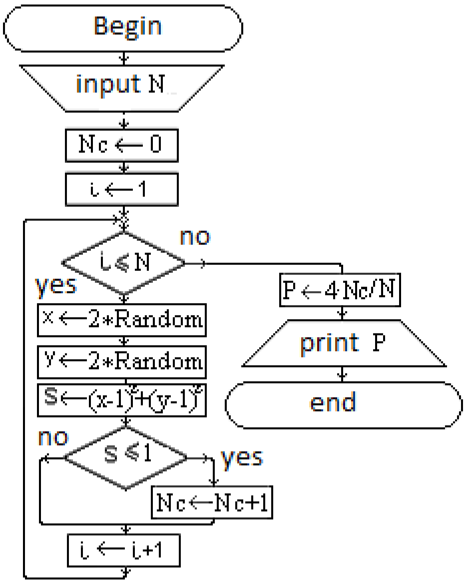
It should be noted that the essence of the mathematical model lies in the mathematical imitation of real processes that is accomplished with computer support. It applies when real experimentation is very laborious, expensive, or a risky process.

As it is known, the Pi is the ratio of the length of the circumference to its own diameter and is the constant value for any circle, so one of the interesting imitation models of the computer experiment is the # 1 calculation by the Monte-Carlo method. According to which

In the rectangular corridor system (plane), the R = 1 circumferential radius of the 2x2 squared, the center of which is located in the M (1,1) point - the square diagonal crossing point.



The idea of the Monte-Carlos is as follows: accidentally take the N number of squares inside the square, whose coordinates (x;y). Nc - Note the number of c = Circle points in the circle that is $(x-1)^2 + (y-1)^2 \le 1$, in order to place the points inside the square it is necessary to fulfill the condition, $\begin{cases} 0 \le x \le 2 \\ 0 \le y \le 2 \end{cases}$, where x and y are obtained by random numbers With the help of the processing function x = 2 * Random and y = 2 * Random, which takes the values (0; 2) from the middle. Then it is determined that the starting point is placed inside the circle if outside the circumference. Then count the number of points in the circle and the proportion of the area $\frac{S_c}{S_s} = \frac{N_c}{N}$, where the $S_c = \pi \cdot R^2 = \pi \cdot 1 = \pi$, and $S_s = 2 \cdot 2 = 4$, are calculated by calculating the Pi-number with the help of the formula $\pi = \frac{4 \cdot N_c}{N}$. Whose algorithm and program code of the corresponding calculation will have the look.



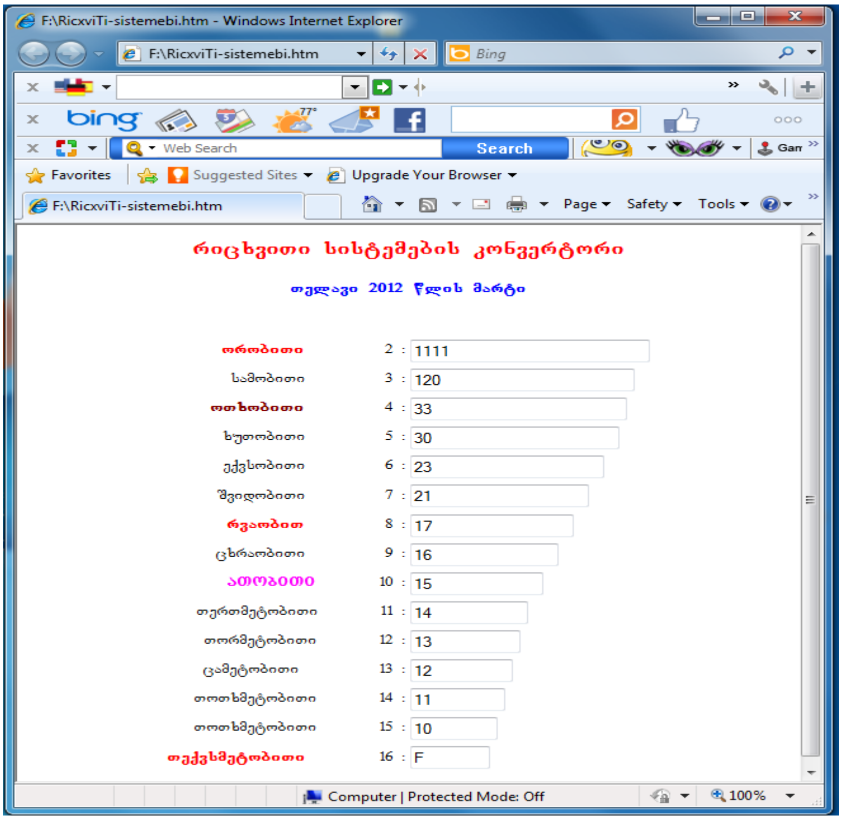

```
Program  Monte-Karlo;
Uses crt;
 Var      i, n, nc : Longint;
             x, y, p : Real;
      Begin
        Randomize;   nc:=0;
       Write('input:  n=' );
          Readln(n);
            For i:=1 to n do
              Begin
                 x:=2*Random;
                   y:=2*Random;
                     s:= sqr(x-1)+sqr(y-1);
                 If s<=1 Then nc:=nc+1 ;
               End;
           p:=4*nc/n;
       Writeln('Pi=', p:15:13);
End.
```

Thus, while carrying out computer experiments great attention is paid to imitation modeling, which implies effective use of mathematical models and computers. While implementing computer experiments, it is important to select a programming language, because the language often changes the structure of the algorithm of the task of solving the problem.

Also interesting results were obtained by Experiment No. 2, which reflects the systems. Humans were counting on the things around the time of their existence. Humans were counted in biodiversity, trials, five, seven, twelve, sixteen, twenty, sixty, etc. Every system believes that the origin of the system has its own historical basis, for example, the decimal system is connected to the number of fingers on the human hands. Often it is called "zoological system". Today they distinguish between positions and positions of position. There are tactical systems: binary, eighty, hexadecimal, decimal and so on, but not a fixed system of Roman and national alphabet numerical systems.

As studies show, during meetings, consultations and interviews with the math teacher of public schools, it is found that more than 60% of teachers find it difficult to move decimal numbers in different systems. So for the teachers we conducted training - "Numerical Systems and their Relationship Union" and created especially for them (in 2012 year) "Numerical Systems Converter" which allows to transfer decimal (or other fossil) numbers in a short period of time (in one second) 2, 3, 4, 13, 14, 15, 16) in the number system. This converter program is written in HTML and Java Script languages that allow it to be used by any internet browser.

The "Numeric Converter" has the following look.



Experiment No. 3 was conducted to test the knowledge of volunteer pupils and teachers with the help of testing, in which several topics were selected from mathematics, including numerical systems and algorithms. Testing was conducted according to special tickets. Ticket with a different option.

The testing was conducted in four municipal public schools. Four different groups (2 pupils and 2 teachers) were selected. Here are the groups of pupils, where 12-12 pupils took part in the first and second groups.

Group # 1 of pupils

N	Pupil's G.S.	1	2	3	4	5	6	7	8	Total sum
		2	1	1	1	1	1	1	1	
1	A	1	0	1	0	0	1	1	0	4
2	B	0	1	1	0	0	1	1	0	4
3	C	0	0	1	1	1	1	1	0	5
4	D	0	0	0	1	1	1	0	1	4

5	E	1	0	0	1	0	0	0	0	2
6	F	0	0	0	0	1	1	0	1	3
7	G	0	0	1	1	0	0	1	0	3
8	H	0	0	0	1	1	1	1	0	4
9	I	1	0	0	0	0	0	1	0	2
10	J	0	0	0	1	1	1	1	0	4
11	J	0	0	0	0	1	1	0	0	2
12	J	0	1	1	1	1	0	0	0	4
Group average to attain										**41**
		3	2	5	7	7	8	7	2	**41**
3,42		0,25	0,17	0,42	0,58	0,58	0,67	0,58	0,17	3,42

Group # 2 of pupils

N	Pupil's G.S.	1	2	3	4	5	6	7	8	Total sum
		2	1	1	1	1	1	1	1	
1	A	0	0	1	0	0	1	1	0	3
2	B	0	0	1	0	0	1	0	0	2
3	C	1	0	1	1	1	1	0	0	5
4	D	0	0	0	1	1	1	0	1	4
5	D	1	0	0	1	0	0	0	0	2
6	E	0	0	0	0	1	1	0	1	3
7	F	1	0	0	1	0	0	1	0	3
8	J	0	0	0	1	1	1	1	0	4
9	J	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	H	0	0	0	1	1	1	0	0	3
11	H	1	0	0	0	1	1	0	0	3
12	I	0	0	0	1	1	0	0	0	2
Group average to attain										**34**
		4	0	3	7	7	8	3	2	**34**
2,83		0,33	0,00	0,25	0,58	0,58	0,67	0,25	0,17	2,83

In the first group the average attendance was 3.42 points and the second group was 2,83 points. The maximum score in both groups was 5 and the minimum zero.
The general scheme of computer experiments is as follows:

Problem →task → model → algorithm → program (code) → visualization → testing the boundary conditions.

The major results of the dissertation are published in the following scientific works

1. Gonovani, N., Okhanashvili, M., Kurashvili, N., Elizbarashvili, M., 2012, September 23, "Numerological Conventor Convention" Nanobashvili, K., Chachanidze, G., (Red), II International Scientific Conference, Computing / Informatics, Education Sciences, Teacher Education, Theses of Reports, (p. 32,33), Batumi.
2. Okhanashvili, S. Okhanashvili, M., 2016, 1-3 October, Information on Safe Internet Space, IV International Scientific Conference Computing / Informatics, Education Sciences, Teacher Education, Nanobashvili, K., (Red); Chachanidze, G., (Red), International Scientific Conference (pp. 144-147), Tbilisi.
3. Okhanashvili, S., Okhanashvili, M., 2014 17-19 October, "Algorithms for solving mathematical tasks for group work of students" Dalakishvili. G. (Red), III International Scientific Conference Computing / Informatics, Education Sciences, Teacher Education. Theses of the reports, (p. 117) Batumi.
4. Okhanashvili, M., Okhanashvili, S., September 21-23, 2012, "Calculate the value of the PI number with the help of computer", Nanobashvili, K., Chachanidze, G., (Red), II International Scientific Conference Computing / Informatics, education sciences, teacher education; Theses of the reports, (pp. 75-77) Batumi.
5. Okhanashvili, S., Okhanashvili, M., 2011 20-22 May, "Computer Diagnostics for Mathematical Knowledge Based on Problematic Modular Identification", academician Chogovadze, G. (Red) International Scientific Technical Conference "Automated Systems of Management and Modern Information Technologies" (pp. 189 - 190) Tbilisi.
6. Okhanashvili, S. Okhanashvili, M., Gelovani, N., 2011"Study of balance theory through the Excel program", Semikina, I. (Red), International Scientific Conference, Computer Science, Education Management, Modern Technologies of Teaching (pp. 338 - 343) Tbilisi.
7. Okhanashvili, S., Okhanashvili, M., Okhanashvili, IA, –2016, 23-27 May, „REQUIREMENTS IN TEST DESIGN", XXVII Internatinal Conference PROBLEMS OF DECISION MAKING UNDER UNCERTAINTIES (PDMU – 2016) (გვ. 127-128), Tbilisi-Batumi, Georgia.
8. Оханашвили С., Оханашвили М., 2014, „Сложностъ алгоритмов", Part II - Mathematics and ICT application sphere. New training technologies. (p. 34-38), Ganja.

Conclusions and recommendations of the dissertation work

1. Studied and analyzed math training programs and topics in general public schools and the basic requirements that the Ministry of Education and Science of Georgia require for math training in school reform.

2. Objectives of study of mathematical tasks, research and development problems, and the main determinant, such as constructive teaching, intellectual analysis of student answers and intellectual promotion in mathematical tasks are identified.

3. The basic method and functionality of the algorithm and its realization software code in mathematics training is analyzed.

4. The principle of determinism and sequencing is studied in the implementation of the logical connection of the material.

5. We established the algorithms for the study of mathematical tasks of general public schools and teaching methods.

6. We have developed methods for compiling algorithms of solving mathematical tasks that are approved in the course of mathematics and informatics.

7. The basic methodology of the algorithm and its realization software code is analyzed in mathematics training.

8. Methodological recommendations for compiling algorithmic and practical exercises for preparation of electronic learning materials have been developed

9. A new approach has been developed to introduce a virtual model of virtual environment and multimedia integration into the algorithms of mathematical tasks, which implies introducing the virtual environmental content of the organizational and technological components of the computer system with various infectious means.

10. Analysis of the theoretical and practical tasks of mathematics teaching is conducted. It is shown that the installation of algorithm and computer software is a great perspective for math learning and quality improvement

11. We have developed a complex and methodological support complex for teaching algorithms to solve the math training course, which includes: methodological advice for teachers, samples of the algorithm for solving tasks and methodical instructions, computer algorithmic practices and software-converter compatible with various materials included in the mathematics course: we have introduced and implemented computer programs for realizing different types of tasks of mathematics.