



დოქტორანტურის საგანმანათლებლო პროგრამა

პროგრამის სახელწოდება

მათემატიკა

Mathematics

ფაკულტეტი

ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტი

Informatics and Control Systems Faculty

პროგრამის ხელმძღვანელი/ხელმძღვანელები

სრული პროფესორი, ალექსი კირთაძე

მისანიჭებელი კვალიფიკაცია

მათემატიკის დოქტორი

Doctor of Mathematics

მიენიჭება საგანმანათლებლო პროგრამის არანაკლებ 180 კრედიტის შესრულების შემთხვევაში

პროგრამის მოცულობა კრედიტებით

180 კრედიტი

სწავლების ენა

ქართული

პროგრამის მიზანი

თანამედროვე ტექნოლოგიურ და ინდუსტრიულ პროცესებში ფართოდ გამოიყენება რთული სტრუქტურის დრეკადი კომპოზიტური მასალები და არსებითად განსხვავებული ფიზიკური თვისებების მქონე მასალებისგან შედგენილი კონსტრუქციები. ასეთი კომპოზიტური მასალებისა და კონსტრუქციების კლასს მიეკუთვნება ჰემიტროპული დრეკადი მასალები, ორი ან რამდენიმე დრეკადი მასალისგან დამზადებული ნარევები, მეტალურ-კერამიკული კომპოზიტები და მათი სხვადასხვა კომპოზიციები. ექსპერიმენტულმა გამოკვლევებმა დაადასტურა, რომ ასეთ კომპოზიტებსა და კონსტრუქციებს აღმოაჩნდათ ისეთი მექანიკური თვისებები, რაც არ გვხვდება დრეკადობის კლასიკურ თეორიაში. ფრიად მნიშვნელოვანია, რომ ანალოგიური თვისებები მჟღავნდება სხვადასხვა ტიპის სხეულებში, როგორც მიკრო – ატომურმოლეკულურ დონეზე (კვარცი, ბიოლოგიური მოლეკულები, ძვლების მოლეკულარული სისტემები), ასევე მაკრო დონეზე (სპირალური, სჭვალის ტიპის, ბოჭკოვანი და თხელი მემბრანული ტიპის ჩართვების

შემცველი კომპოზიციები, პლასტიკატები, ნანომასალები და სხვა).

ამიტომ ასეთი მასალების მათემატიკური მოდელების შედგენას, გამოკვლევას და გაანალიზებას შესაბამისი მექანიკური, თერმული, ელექტრული, მაგნიტური და სხვა ფიზიკური თვისებების დადგენის მიზნით თეორიულ მნიშვნელობასთან ერთად დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. კერძოდ, ფრიად დიდი თეორიული ინტერესის საგანს წარმოადგენს შესაბამისი მათემატიკური ამოცანების კორექტულობის (ამონახსნთა არსებობის, სიგლუვის, ერთადერთობისა და მდგრადობის) შესწავლა და ადეკვატური გამოთვლითი ალგორითმების შექმნა პრაქტიკული გამოყენების მიზნით.

სამეცნიერო ლიტერატურაში ასეთი ზოგადი ტიპის სამგანზომილებიანი შერეული სასაზღვრო საკონტაქტო ამოცანების თეორია ბზარის ტიპის დეფექტების შემცველი რთული კომპოზიტიური სხეულებისათვის არ არის დამუშავებული.

ასევე სხვადასხვა მოვლენებს სწავლობს სისტემების ზოგადი თეორიაც. ის შეისწავლის სხვადასხვა მოვლენების გამომწვევ ფაქტორებს შორის ფორმალურ ურთიერთდამოკიდებულებებს, იკვლევს გარედან მოქმედი პირობების შედეგად მათ ცვლილებებს დროში და სივრცეში. ამა თუ იმ მოვლენაზე დაკვირვების შედეგები აიხსნება მხოლოდ მისი გამომწვევი ფაქტორების ურთიერთქმედებით. ამ ფაქტორებს შორის ზოგი გარეგანი ხასიათისაა, ზოგი კი – შინაგანი. შინაგანი ფაქტორების ურთიერთდამოკიდებულებები ერთობლიობაში ქმნიან სისტემას. აღნიშნული თეორიის გამოსაკვლევ ობიექტს წარმოადგენს სწორედ ასეთი სისტემები და ამ თეორიის ძირითადი ამოცანაა შეისწავლოს სისტემების ფუნქციონირების კანონზომიერებები. შევნიშნოთ, რომ სისტემების ზოგადი თეორიის ელემენტებს შორის განსაზღვრულია გარკვეული შინაგანი კავშირები, ამიტომ ამ თეორიის ფუნდამენტური დებულებების განხილვას მივყავართ ლოგიკისა და სიმრავლეთა თეორიის ძირითად პრინციპებთან, უსასრულო კომბინატორიკის, გრაფთა თეორიის, სიმრავლეთა და ფუნქციათა ზომადობის საკითხებთან.

დინამიკური და კვაზიდინამიკური სისტემები წარმოადგენენ ზოგადი სისტემების თეორიის ერთერთ მიმართულებას. ამ თეორიისათვის ძირითად ამოცანას წარმოადგენს არსებობისა და ერთადერთობის საკითხის შესწავლა სხვადასხვა ფაზურ სივრცეებში. ცნობილია, რომ დინამიკური სისტემების არსებობის საკითხი უშუალოდ უკავშირდება უსასრულო კომბინატორიკის ცნობილ დებულებას (კერძოდ, ჩვეულებრივი დიფერენციალური განტოლების ლოკალური ამონახსნის არსებობის კოში-პეანოს თეორემა ექვივალენტურია კენიგის ლემის გარკვეული სუსტი ფორმის). დინამიკური და კვაზიდინამიკური სისტემების ერთადერთობა პირდაპირ კავშირშია ასეთი სისტემების მეტრიკული ტრანზიტულობის, ანუ დინამიკური და კვაზიდინამიკური სისტემების ერგოდულობის საკითხებთან. თავის მხრივ ერგოდული თეორიის შექმნა გამპირობებული იყო სტატისტიკური მექანიკის პრობლემური საკითხების განხილვის აუცილებლობით და შესაბამისი თვისებების შესასწავლად. მეორეს მხრივ, სიმრავლეთა ზომადობის ძირეული საკითხი უშუალოდ უკავშირდება უსასრულო თამაშთა თეორიის ფუნდამენტურ ცნებებსა და მეთოდებს (მაგალითად, შტეინჰაუზ-მიჩელსკის დეტერმინირების აქსიომას მომგებიანი სტრატეგიის არსებობის შესახებ, ბანახ-მაზურის უსასრულო თამაშს ღერძზე და სხვ.). ალბათობის თეორიისა და მათემატიკური სტატისტიკის ბევრ ამოცანას მივყავართ ფუნქციათა და სიმრავლეთა ზომადობის საკითხების გამოკვლევასთან დინამიკური და კვაზიდინამიკური სისტემების კლასების მიმართ, ხოლო არაზომადი სიმრავლის არსებობა ასეთი სისტემების მიმართ დაკავშირებულია ამორჩევის აქსიომის არათვლად ფორმასთან.

დინამიკური და კვაზიდინამიკური სისტემების არსებობისა და ერთადერთობის საკითხი შესწავლილია ბევრი კლასიკური სივრცისათვის (მაგალითად, არაცარიელი კომპაქტური მეტრიკული სივრცეებისათვის, ლოკალურად კომპაქტური ტოპოლოგიური ჯგუფებისათვის, სასრულგანზომილებიან ევკლიდეს სივრცისათვის და სხვ.).

ბუნებრივია, საინტერესოა ანალოგიური საკითხების გამოკვლევა უსასრულოგანზომილებიანი სივრცეებისათვის. ასეთი სივრცეებში დინამიკური და კვაზიდინამიკური სისტემებისათვის სტანდარტული მეთოდების გამოყენება ვერ ხერხდება იმის გამო, რომ აღნიშნულ სივრცეებში არ არსებობს ყველა პარალელური ძვრების მიმართ დინამიკური და კვაზიდინამიკური სისტემა. ამიტომ ბუნებრივი გახდა დინამიკური და კვაზიდინამიკური სისტემების არსებობის პრობლემის გამოკვლევა უსასრულოგანზომილებიანი სივრცეებისათვის იმ პირობით, რომ ან ფაზური სივრცის გარდაქმნათა ჯგუფის როლში განხილული ყოფილიყო გარკვეული ყველგან მკვრივი ქვესივრცე ან ასეთ სივრცეებში აგებული ყოფილიყო ლებეგის ზომის ანალოგები. აქვე შევნიშნოთ, რომ დინამიკური და კვაზიდინამიკური სისტემების არსებობისა და ერთადერთობის საკითხების კვლევაში მნიშვნელოვანი ფაქტორია ჯგუფური სტრუქტურის გათვალისწინება.

და ბოლოს, ბოლო ათეული წლების განმავლობაში მეცნიერების განვითარების საფეხურებმა აჩვენა, რომ დისკრეტული სტრუქტურების სხვადასხვა თვისებების კვლევა მნიშვნელოვანია როგორც ზუსტ, საბუნებისმეტყველო და ტექნიკური დარგების (ფიზიკა, ბიოლოგია, ქიმია, მედიცინა, საინჟინრო და სხვ), ასევე ჰუმანიტარული დარგების (ეკონომიკა, სოციოლოგია, იურისპოდენცია, და სხვ.) შემდგომი სრულყოფისათვის. ამ თეორიების საკითხების კვლევის პროცესში არსებითად გამოიყენება დამხმარე სიმრავლურ-თეორიული მეთოდები, ჯგუფთა თეორიის ელემენტები და სხვა. აქედან გამომდინარე დისკრეტული სტრუქტურები უშუალოდ დაკავშირებულია ისეთ დარგებთან, როგორცაა: ალბათობის თეორია, ალგორითმების თეორია, კომბინატორული გეომეტრია, ქსელური ნაკადების თეორია, ოპტიმალური მართვის თეორია, უსასრულო კომბინატორიკა და სხვ. ამიტომაც მსოფლიოს მაღალგანვითარებულ ქვეყნებში დიდი ყურადღება ექცევა დისკრეტული სტრუქტურების თვისებების შესწავლას. დისკრეტული სტრუქტურების შესწავლა და გამოყენება მნიშვნელოვანია როგორც სასკოლო, ასევე, რა თქმა უნდა, უმაღლესი მათემატიკის სასწავლო კურსებში. მათემატიკაში ხშირია შემთხვევები, როცა ელემენტალური ამოცანების ამოხსნა დაკავშირებულია გარკვეულ სირთულეებთან. ხშირ შემთხვევებში, კი ასეთი ამოცანები რჩება ამოუხსნელ პრობლემად. ამ თვალსაზრისით ბევრი სასკოლო ამოცანა წარმოადგენს მეცნიერულ ინტერესს. არსებითია, რომ მათემატიკის ასეთ მიმართულებაში ტერმინები „სასკოლო“ და „უმაღლესი“ არ არის გამიჯნული. მათემატიკაში სწორედ ასეთ კონცეპტუალური მიდგომების რეალიზაცია ხდება დისკრეტული სტრუქტურების კვლევის სივრცეში. დისკრეტულ სტრუქტურებს ხშირ შემთხვევაში აქვთ თვალსაჩინო, ვიზუალური ხასიათი. ამავე დროს შევნიშნავთ, რომ წარმოდგენილი საკითხები მოითხოვს ტექნიკურ აპარატს, რომელიც უკავშირდება უწყვეტ სახეთა თვისებების გამოყენებას. კერძოდ, ალგებრულ წირთა და ზედაპირთა ღრმა თვისებების შესწავლას. განხილული იქნება ზემოთ მოყვანილი საკითხებისადმი მიდგომის ორი ასპექტი:

- 1) დისკრეტული სტრუქტურების და სისტემების, კერძოდ წერტილოვანი სიმრავლეების, თვისებების შესწავლისას უწყვეტი სახეების გამოყენება;
- 2) უწყვეტი სახეების შესწავლისას სიმრავლურ-თეორიული სტრუქტურების გამოყენება.

ჩვენ განვიხილავთ წერტილოვანი დისკრეტული სტრუქტურების ისეთ მნიშვნელოვან ობიექტებს, როგორცაა დისკრეტული სიმრავლეები და მათ ზოგიერთ ქვესიმრავლეებს მრავალგანზომილებიან ევკლიდურ სივრცეებში.

უნდა აღინიშნოს, რომ საკითხები, რომელიც დაკავშირებულია დინამიკური და კვაზიდინამიკური სისტემების არსებობისა და ერთადერთობის საკითხებთან სხვადასხვა ფაზურ სივრცეებში, არ არის ბოლომდე შესწავლილი.

ყოველივე ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, პროგრამის მიზანია ცოდნის გაღრმავება და მეცნიერული კვლევების ჩატარება შემდეგი მიმართულებებით:

- 1) რთული სტრუქტურის კერძოწარმოებულიან დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემებისათვის სასაზღვრო, სასაზღვრო-საკონტაქტო, შერეული, ჭრილის ტიპის და სხვა ამოცანების გამოკვლევა სხვადასხვა მათემატიკური მოდელებისათვის შესაბამისი მექანიკური, თერმული, ელექტრული, მაგნიტური და სხვა ფიზიკური თვისებების დადგენის მიზნით;
- 2) სხვადასხვა ფაზურ სივრცეებში დინამიკური და კვაზიდინამიკური სისტემების არსებობისა და ერთადერთობის საკითხთან დაკავშირებული ამოცანები;
- 3) შემთხვევითი პროცესებისა და მათთან ასოცირებული სტატისტიკური სტრუქტურების ზოგიერთი თვისების შესახებ;
- 4) დისკრეტული სტრუქტურები და მათი სიმრავლურ-თეორიული და კომბინატორული მახასიათებლები.

კერძოდ, განხილული იქნება შემდეგი ამოცანები:

შერეული და სასაზღვრო-საკონტაქტო ამოცანების გამოკვლევა რთული სტრუქტურის მქონე კომპოზიტური დრეკადი სხეულებისათვის. ბზარის ტიპის დეფექტების შემცველ მასალებში ძაბვების კონცენტრაციის ზონებისა და შესაბამისი სინგულარობების დადგენა, ასევე შერეული ამოცანებში ძაბვების სინგულარობების დადგენა იმ წირების მიდამოში, რომელთა გასწვრივაც იცვლება სასაზღვრო პირობის ტიპი;

დარბუს ტიპის სასაზღვრო ამოცანის გამოკვლევა ჰიპერბოლური სისტემების ერთი კლასისათვის არაწრფივი წყაროს წევრით. ამონახსნის არსებობისა და ერთადერთობის პირობების დადგენა. აგრეთვე იმ შემთხვევების გამოყოფა, როცა ამოცანას გააჩნია ფეთქებადი ამონახსნი;

სხვადასხვა უსასრულოგანზომილებიანი ტოპოლოგიური ვექტორული სივრცეების აღჭურვა ინვარიანტული და კვაზინვარიანტული ზომებით და ამ სივრცეებზე განსაზღვრული სხვადასხვა დინამიკური და კვაზიდინამიკური სისტემების ყოფაქცევის აღწერა აგებული ზომების ტერმინებში;

სხვადასხვა დაკვირვებადი სტოქასტური პროცესისათვის მისი აღმწერი სტატისტიკური სტრუქტურის აგება და მისი თვისებების შემდგომი კვლევა. კერძოდ, ამ პროცესის განმსაზღვრელი პარამეტრებისათვის სხვადასხვა სტატისტიკების აგება;

პროგრამაზე დაშვების წინაპირობა

მაგისტრის ან მასთან გათანაბრებული აკადემიური ხარისხის დიპლომი.
მხედველობაში მიიღება: სამეცნიერო პუბლიკაციების არსებობა; სამეცნიერო კონფერენციებში მონაწილეობა; სასწავლო/კვლევით საქმიანობასთან დაკავშირებული სხვა დოკუმენტები და მასალები (სერტიფიკატები, სიგელები, პატენტები და ა.შ.).
გასაუბრება საფაკულტეტო დროებით კომისიასთან.

სწავლის შედეგები/კომპეტენტურობები (ზოგადი და დარგობრივი)

ა) **ცოდნა და გაცნობიერება** – მათემატიკის უახლეს მიღწევებზე დამყარებული ცოდნა, რაც არსებული ცოდნის გაფართოებისა თუ ინოვაციური მეთოდების გამოყენების საშუალებას იძლევა (რეფერირებადი პუბლიკაციისათვის აუცილებელი სტანდარტის დონეზე). არსებული ცოდნის ხელახალი გააზრებისა და ნაწილობრივ გადაფასების გზით ცოდნის განახლებული ფარგლების გაცნობიერება;

ბ) **ცოდნის პრაქტიკაში გამოყენების უნარი** – ინოვაციური კვლევის დამოუკიდებლად დაგეგმვა, განხორციელება და ზედამხედველობა. ახლებური კვლევითი და ანალიტიკური მეთოდებისა და მიდგომების შემუშავება, რომლებიც ახალი ცოდნის შექმნაზე ორიენტირებული და აისახება საერთაშორისო რეფერირებად პუბლიკაციებში;

გ) **დასკვნის უნარი** – ახალი, რთული და წინააღმდეგობრივი იდეებისა და მიდგომების კრიტიკული ანალიზი, სინთეზი და შეფასება, რითაც ხდება ახალი მეთოდოლოგიის შემუშავება/განვითარების ხელშეწყობა; პრობლემის გადაჭრისათვის სწორი და ეფექტური გადაწყვეტილების დამოუკიდებლად მიღება;

დ) **კომუნიკაციის უნარი** – ახალი ცოდნის არსებულ ცოდნასთან ურთიერთკავშირში დასაბუთებულად და გარკვევით წარმოჩენა, ასევე საერთაშორისო სამეცნიერო საზოგადოებასთან თემატურ პოლემიკაში ჩართვა უცხოურ ენაზე;

ე) **სწავლის უნარი** – უახლეს მიღწევებზე დამყარებული ცოდნიდან გამომდინარე, ახალი იდეების ან პროცესების განვითარების მზაობა სწავლისა და საქმიანობის, მათ შორის, კვლევის პროცესში;

ვ) **ღირებულებები** – ღირებულებათა დამკვიდრების გზების კვლევა და მათ დასამკვიდრებლად ინოვაციური მეთოდების შემუშავება.

სწავლის შედეგების მიღწევის ფორმები და მეთოდები

- ლექცია პრაქტიკული სემინარი სამეცნიერო-თემატური სემინარი
- დამოუკიდებელი მუშაობა კვლევითი კომპონენტი დისერტაციის გაფორმება
- დისერტაციის დაცვა

სწავლების პროცესში რომელიმე კონკრეტული საკითხის შესწავლა შეუძლებელია მხოლოდ ერთი მეთოდით. პედაგოგს სწავლების პროცესში უხდება სხვადასხვა მეთოდის გამოყენება, ასევე ხშირ შემთხვევაში ადგილი აქვს მეთოდთა შერწყმას. სწავლების პროცესში მეთოდები ერთმანეთს ავსებს. საჭირო მეთოდს, კონკრეტული მიზნიდან და ამოცანიდან გამომდინარე, შეარჩევს პედაგოგი.

1. დისკუსია/დებატები – ინტერაქტიული სწავლების ერთ-ერთი ყველაზე გავრცელებული მეთოდია. დისკუსიის პროცესი მკვეთრად ამაღლებს სტუდენტთა ჩართულობის ხარისხსა და აქტიურობას. დისკუსია შესაძლებელია გადაიზარდოს კამათში და ეს პროცესი არ შემოიფარგლება მხოლოდ პედაგოგის მიერ დასმული შეკითხვებით. იგი უვითარებს სტუდენტს მსჯელობისა და საკუთარი აზრის დასაბუთების უნარს.

2. თანამშრომლობითი (cooperative) სწავლება – იმგვარი სწავლების სტრატეგიაა, სადაც ჯგუფის თითოეული წევრი ვალდებულია არა მხოლოდ თვითონ შეისწავლოს, არამედ დაეხმაროს თავის თანაგუნდელს საგნის უკეთ შესწავლაში. ჯგუფის თითოეული წევრი მუშაობს პრობლემაზე, ვიდრე ყველა მათგანი არ დაეუფლება საკითხს.

3. ჯგუფური (collaborative) მუშაობა – ამ მეთოდით სწავლება გულისხმობს სტუდენტთა ჯგუფურად დაყოფას და მათთვის სასწავლო დავალებების მიცემას. ჯგუფის წევრები ინდივიდუალურად ამუშავებენ საკითხს და პარალელურად უზიარებენ თავის მოსაზრებებს ჯგუფის დანარჩენ წევრებს. დასახული ამოცანიდან გამომდინარე შესაძლებელია ჯგუფის მუშაობის პროცესში წევრებს შორის მოხდეს ფუნქციების გადანაწილება. ეს სტრატეგია უზრუნველყოფს ყველა სტუდენტის მაქსიმალურ ჩართულობას სასწავლო პროცესში.

4. პრობლემაზე დაფუძნებული სწავლება (PBL) – მეთოდი, რომელიც ახალი ცოდნის მიღების და ინტეგრაციის პროცესის საწყის ეტაპად იყენებს კონკრეტულ პრობლემას.

5. ევრისტიკული მეთოდი – ფუძნება დასმული ამოცანის ეტაპობრივ გადაწყვეტას. ეს პროცესი სწავლებისას ფაქტების დამოუკიდებლად დაფიქსირებისა და მათ შორის კავშირების დანახვის გზით ხორციელდება.

6. შემთხვევების შესწავლა (Case study) – პედაგოგი სტუდენტებთან ერთად განიხილავს კონკრეტულ შემთხვევებს და ისინი ყოველმხრივ და საფუძვლიანად შეისწავლიან საკითხს.

7. გონებრივი იერიში (Brain storming) – ეს მეთოდი გულისხმობს თემის ფარგლებში კონკრეტული საკითხის/პრობლემის შესახებ მაქსიმალურად მეტი, სასურველია რადიკალურად განსხვავებული, აზრის, იდეის ჩამოყალიბებასა და გამოთქმის ხელშეწყობას. აღნიშნული მეთოდი განაპირობებს პრობლემისადმი შემოქმედებითი მიდგომის განვითარებას. მეთოდის გამოყენება ეფექტიანია სტუდენტთა მრავალრიცხოვანი ჯგუფის არსებობის პირობებში და შედეგა რამდენიმე ძირითადი ეტაპისგან:

- პრობლემის/საკითხის განსაზღვრა შემოქმედებითი კუთხით;
- დროის გარკვეულ მონაკვეთში საკითხის ირგვლივ მსმენელთა მიერ გამოთქმული იდეების კრიტიკის გარეშე ჩანიშვნა (ძირითადად დაფაზე);
- შეფასების კრიტერიუმების განსაზღვრა კვლევის მიზანთან იდეის შესაბამისობის დასადგენად;
- შერჩეული იდეების შეფასება წინასწარ გასაზღვრული კრიტერიუმებით;
- გამორიცხვის გზით იმ იდეების გამორჩევა, რომლებიც ყველაზე მეტად შეესაბამება დასმულ საკითხს;
- უმაღლესი შეფასების მქონე იდეის, როგორც დასახული პრობლემის გადაჭრის საუკეთესო საშუალების გამოვლენა.

8. როლური და სიტუაციური თამაშები – წინასწარ შემუშავებული სცენარის მიხედვით განხორციელებული თამაშები სტუდენტებს საშუალებას აძლევს სხვადასხვა პოზიციიდან შეხედონ საკითხს. იგი ეხმარება მათ ალტერნატიული თვალსაზრისის ჩამოყალიბებაში. ისევე როგორც დისკუსია, ეს თამაშებიც უყალიბებს სტუდენტს საკუთარი პოზიციის დამოუკიდებლად გამოთქმისა და კამათში მისი დაცვის უნარს.

9. დემონსტრირების მეთოდი – ეს მეთოდი ინფორმაციის ვიზუალურად წარმოდგენას გულისხმობს. შედეგის მიღწევის თვალსაზრისით ის საკმაოდ ეფექტიანია. ხშირ შემთხვევაში უმჯობესია მასალა ერთდროულად აუდიო და ვიზუალური გზით მოვაწოდოთ სტუდენტებს. შესასწავლი მასალის

დემონსტრირება შესაძლებელია როგორც მასწავლებლის, ასევე სტუდენტის მიერ. ეს მეთოდი გვეხმარება თვალსაჩინო გავხადოთ სასწავლო მასალის აღქმის სხვადასხვა საფეხური, დავაკონკრეტოთ, თუ რისი შესრულება მოუწევთ სტუდენტებს დამოუკიდებლად; ამავე დროს, ეს სტრატეგია ვიზუალურად წარმოაჩენს საკითხის/პრობლემის არსს. დემონსტრირება შესაძლოა მარტივ სახეს ატარებდეს.

10. **ინდუქციური მეთოდი** – განსაზღვრავს ნებისმიერი ცოდნის გადაცემის ისეთ ფორმას, როდესაც სწავლის პროცესში აზრის მსვლელობა ფაქტებიდან განზოგადებისაკენ არის მიმართული ანუ მასალის გადმოცემისას პროცესი მიმდინარეობს კონკრეტულიდან ზოგადისკენ.

11. **დედუქციური მეთოდი** – განსაზღვრავს ნებისმიერი ცოდნის გადაცემის ისეთ ფორმას, რომელიც ზოგად ცოდნაზე დაყრდნობით ახალი ცოდნის აღმოჩენის ლოგიკურ პროცესს წარმოადგენს ანუ პროცესი მიმდინარეობს ზოგადიდან კონკრეტულისაკენ.

12. **ანალიზის მეთოდი** – გვეხმარება სასწავლო მასალის, როგორც ერთი მთლიანის, შემადგენელ ნაწილებად დაშლაში. ამით მარტივდება რთული პრობლემის შიგნით არსებული ცალკეული საკითხების დეტალური გაშუქება.

13. **სინთეზის მეთოდი** – გულისხმობს ცალკეული საკითხების დაჯგუფებით ერთი მთლიანის შედგენას. ეს მეთოდი ხელს უწყობს პრობლემის, როგორც მთლიანის დანახვის უნარის განვითარებას.

14. **ვერბალური ანუ ზეპირსიტყვიერი მეთოდი.**

15. **წერითი მუშაობის მეთოდი** – რომელიც გულისხმობს შემდეგი სახის მოქმედებებს: ამონაწერებისა და ჩანაწერების გაკეთება, მასალის დაკონსპექტება, თეზისების შედგენა, რეფერატის ან ესეს შესრულება და სხვ.

16. **ლაბორატორიული მეთოდი** – გულისხმობს შემდეგი სახის მოქმედებებს: ცდების დაყენება, ვიდეომასალის, დინამიკური ხასიათის მასალის ჩვენება და სხვ.

17. **პრაქტიკული მეთოდები** – აერთიანებს სწავლების ყველა იმ ფორმას, რომელიც სტუდენტს პრაქტიკულ უნარ-ჩვევებს უყალიბებს. ამ შემთხვევაში სტუდენტი შეძენილი ცოდნის საფუძველზე დამოუკიდებლად ასრულებს ამა თუ იმ მოქმედებას, მაგალითად, საწარმოო და პედაგოგიური პრაქტიკა, სავლე მუშაობა და სხვ.

18. **ახსნა-განმარტებითი მეთოდი** – ეფუძნება მსჯელობას მოცემული საკითხის ირგვლივ. პედაგოგს მასალის გადმოცემისას მოჰყავს კონკრეტული მაგალითი, რომლის დაწვრილებით განხილვაც ხდება მოცემული თემის ფარგლებში.

19. **ქმედებაზე ორიენტირებული სწავლება** – მოითხოვს პედაგოგისა და სტუდენტის აქტიურ ჩართულობას სწავლების პროცესში, სადაც განსაკუთრებულ დატვირთვას იძენს თეორიული მასალის პრაქტიკული ინტერპრეტაცია.

20. **პროექტის შემუშავება და პრეზენტაცია** – პროექტზე მუშაობისას სტუდენტი რეალური პრობლემის გადასაჭრელად იყენებს შეძენილ ცოდნასა და უნარ-ჩვევებს. პროექტით სწავლება ამაღლებს სტუდენტთა მოტივაციასა და პასუხისმგებლობას. პროექტზე მუშაობა მოიცავს დაგეგმვის, კვლევის, პრაქტიკული აქტივობისა და შედეგების წარმოდგენის ეტაპებს არჩეული საკითხის შესაბამისად.

პროექტი განხორციელებლად ჩაითვლება, თუ მისი შედეგები თვალსაჩინოდ და დამაჯერებლად,

კორექტული ფორმით არის წარმოდგენილი. იგი შეიძლება შესრულდეს ინდივიდუალურად, წყვილებში ან ჯგუფურად; ასევე, ერთი საგნის ფარგლებში ან რამდენიმე საგნის ფარგლებში (საგანთა ინტეგრაცია); დასრულების შემდეგ პროექტი წარედგინება ფართო აუდიტორიას.

21. **ელექტრონული სწავლება (E-learning)** – გულისხმობს სწავლებას ინტერნეტითა და მულტიმედიური საშუალებებით. იგი მოიცავს სწავლების პროცესის ყველა კომპონენტს (მიზნები, შინაარსი, მეთოდები, საშუალებები და სხვ.), რომელთა რეალიზება ხდება სპეციფიკური საშუალებებით. ელექტრონული სწავლება არის სამი სახის:

- დასწრებული, როდესაც სწავლების პროცესი მიმდინარეობს პედაგოგისა და სტუდენტების საკონტაქტო საათების ფარგლებში, ხოლო სასწავლო მასალის გადაცემა ხორციელდება ელექტრონული კურსის საშუალებით;
- დისტანციური სწავლება გულისხმობს სასწავლო პროცესის წარმართვას პროფესორის ფიზიკური დასწრების გარეშე. სასწავლო კურსი თავიდან ბოლომდე დისტანციურად, ელექტრონული ფორმატით მიმდინარეობს;
- ჰიბრიდული (დასწრებული/დისტანციური) - სწავლების ძირითადი ნაწილი მიმდინარეობს დისტანციურად, ხოლო მცირე ნაწილი ხორციელდება საკონტაქტო საათების ფარგლებში.

სტუდენტის ცოდნის შეფასება

შეფასება ხდება 100 ქულიანი სისტემით.

დადებით შეფასებად ჩაითვლება:

- (A) - ფრიადი - მაქსიმალური შეფასების 91% და მეტი;
- (B) - ძალიან კარგი - მაქსიმალური შეფასების 81-90%;
- (C) - კარგი - მაქსიმალური შეფასების 71-80%;
- (D) - დამაკმაყოფილებელი - მაქსიმალური შეფასების 61-70%;
- (E) - საკმარისი - მაქსიმალური შეფასების 51-60%;

უარყოფით შეფასებად ჩაითვლება:

- (FX) - ვერ ჩააბარა - მაქსიმალური შეფასების 41-50%, რაც ნიშნავს, რომ სტუდენტს ჩასაბარებლად მეტი მუშაობა სჭირდება და ეძლევა დამოუკიდებელი მუშაობით დამატებით გამოცდაზე ერთხელ გასვლის უფლება.
- (F) - ჩაიჭრა - მაქსიმალური შეფასების 40% და ნაკლები, რაც ნიშნავს, რომ სტუდენტის მიერ ჩატარებული სამუშაო არ არის საკმარისი და მას საგანი ახლიდან აქვს შესასწავლი.

სადოქტორო ნაშრომის შეფასება ხდება 100 ქულიანი სისტემით:

ა) ფრიადი (*summa cum laude*) – შესანიშნავი ნაშრომი;

ბ) ძალიან კარგი (*magna cum laude*) – შედეგი, რომელიც წაყენებულ მოთხოვნებს ყოველმხრივ აღემატება;

გ) კარგი (*cum laude*) – შედეგი, რომელიც წაყენებულ მოთხოვნებს აღემატება;

დ) საშუალო (*bene*) – შედეგი, რომელიც წაყენებულ მოთხოვნებს ყოველმხრივ აკმაყოფილებს;

ე) დამაკმაყოფილებელი (*rite*) – შედეგი, რომელიც, ხარვეზების მიუხედავად, წაყენებულ მოთხოვნებს მაინც აკმაყოფილებს;

ვ) არადამაკმაყოფილებელი (*insufficenter*) – შედეგი, რომელიც წაყენებულ მოთხოვნებს მნიშვნელოვანი ხარვეზების გამო ვერ აკმაყოფილებს;

ზ) სრულიად არადამაკმაყოფილებელი (*sub omni canone*) – შედეგი, რომელიც წაყენებულ მოთხოვნებს სრულიად ვერ აკმაყოფილებს.

შეფასების ფორმები, მეთოდები, კრიტერიუმები და სკალები იხილეთ შესაბამის სილაბუსებში და სადოქტორო საგანმანათლებლო პროგრამის სასწავლო და კვლევითი კომპონენტების შეფასების წესში, იგი განთავსებულია უნივერსიტეტის ვებგვერდზე:

http://www.gtu.ge/study/scavleba/sadoqt_Sefas.pdf

დასაქმების სფერო

მათემატიკის, ინფორმატიკის, ეკონომიკის, საფინანსო, საინჟინრო, ბიოლოგიის, გეოფიზიკის, აერონავტიკის კვლევით ცენტრებში, ლაბორატორიებსა და ორგანიზაციებში, სადაც მიმდინარეობს მათემატიკური მეთოდებით მეცნიერებისა და ტექნიკის აღნიშნული დარგების პრობლემების კვლევა.

პროგრამის განხორციელებისათვის აუცილებელი ადამიანური და მატერიალური რესურსი

პროგრამა უზრუნველყოფილია შესაბამისი ადამიანური და მატერიალური რესურსით.

1. პროგრამა უზრუნველყოფილია უახლესი კომპიუტერული ტექნიკით, უწყვეტი ინტერნეტის ქსელით, ლაბორატორიებით, შესაბამისი სამეცნიერო და სასწავლო-მეთოდური ლიტერატურით. პროგრამა უზრუნველყოფილია სათანადო ინფრასტრუქტურით (სასწავლო ინვენტარი, ბიბლიოთეკა, ინტერნეტის ქსელში ჩართული კომპიუტერული კლასები, უწყვეტი ელექტროენერგია, გათბობის სისტემა, სველი წერტილები).

2. პროგრამა უზრუნველყოფილია მაღალკვალიფიციური პედაგოგიური კადრებით, რომელთაც აქვთ პროფესიული საქმიანობის გამოცდილება და პედაგოგიური საქმიანობის პარალელურად, ეწევიან ინტენსიურ სამეცნიერო-კვლევით მუშაობას.

პროგრამას მოემსახურებიან:

სრული პროფესორი – დავით ნატროშვილი;

სრული პროფესორი – შოთა ზაზაშვილი;

სრული პროფესორი – ლევან გიორგაშვილი;

სრული პროფესორი – სერგო ხარიბეგაშვილი;

სრული პროფესორი – ვლადიმერ ხოჭოლავა;

სრული პროფესორი – გოგი ფანცულაია;

სრული პროფესორი – შაქრო ტეტუნაშვილი;

სრული პროფესორი – ალექსი კირთაძე;

სრული პროფესორი – ალექსანდრე მესხი.

3. პროგრამის ხელმძღვანელის CV ახლავს დანართის სახით.

სადოქტორო საგანმანათლებლო პროგრამის სქემა

№	საგნის კოდი	სასწავლო და კვლევითი კომპონენტები	I წელი		II წელი		III წელი		სულ კრედიტები
			I სემესტრი	II სემესტრი	III სემესტრი	IV სემესტრი	V სემესტრი	VI სემესტრი	
		სასწავლო კომპონენტების სავალდებულო ელემენტები	20	10	15	15			60
1.	AWSRM07	აკადემიური წერა და სამეცნიერო კვლევის მეთოდები	5						5
2	TMS0007	სწავლების მეთოდები	5						5
3	-	პროფესორის ასისტენტობა		5					5
4.1	MMMP108	სადოქტორო პროგრამასთან დაკავშირებული სპეცკურსი „მათემატიკური ფიზიკის მოდელები და მეთოდები“	5						
4.2	MTIA208	სადოქტორო პროგრამასთან დაკავშირებული სპეცკურსი „ზომის თეორიის მეთოდების ზოგიერთი გამოყენება უსასრულო-განზომილებიან ანალიზში“	5						15
4.3	DQDS308	სადოქტორო პროგრამასთან დაკავშირებული სპეცკურსი „დინამიკური და კვაზიდინამიკური სისტემები“		5					
5	-	პირველი თემატური სემინარი			15				15
6	-	მეორე თემატური სემინარი				15			15
		კვლევითი კომპონენტი	10	20	15	15	30	30	120
1	-	სადისერტაციო კვლევის პროექტი/პროსპექტუსი - 1	10						10
2.	-	სადისერტაციო კვლევის პროექტი/პროსპექტუსი - 2		20					20
3.	-	თეორიული/ექსპერიმენტული კვლევა/კოლოკვიუმი - 1			15				15
4.	-	თეორიული/ექსპერიმენტული კვლევა/კოლოკვიუმი - 2				15			15
5.	-	თეორიული/ექსპერიმენტული კვლევა/კოლოკვიუმი - 3					30		30
6.	-	დისერტაციის დასრულება, დაცვა						30	30
ECTS კრედიტები		სემესტრში	30	30	30	30	30	30	180
		სასწავლო წელს	60		60		60		180

სწავლის შედეგების რუკა

№	საგნის კოდი	საგანი	ცოდნა და გაცნობიერება	ცოდნის პრაქტიკაში გამოყენების უნარი	დასკვნის უნარი	კომუნიკაციის უნარი	სწავლის უნარი	ღირებულებები
1	AWSRM07-L	აკადემიური წერა და სამეცნიერო კვლევის მეთოდები	X	X	X	X	X	X
2	TMS0007-L	სწავლების მეთოდები	X	X	X		X	
3	-	პროფესორის ასისტენტობა	X	X		X		X
4	MMMP108	მათემატიკური ფიზიკის მოდელები და მეთოდები	X	X			X	
5	MTIA208	ზომის თეორიის მეთოდების ზოგიერთი გამოყენება უსასრულო-განზომილებიან ანალიზში	X	X	X			
6	DQDS308	დინამიკური და კვაზიდინამიკური სისტემები	X		X		X	
7		პირველი თემატური სემინარი	X	X	X	X	X	X
8		მეორე თემატური სემინარი	X	X	X	X	X	X

პროგრამის სასწავლო გეგმა

№	საგანი	საათები	ECTS კრედიტი\ საათი	ლექცია	სემინარი (ჯგუფში მუშაობა)	პრაქტიკული	ლაბორატორიული	დამოუკიდებელი მუშაობა
1.	AWSRM07-L	აკადემიური წერა და სამეცნიერო კვლევის მეთოდები	5/135	45				90
2.	TMS0007-L	სწავლების მეთოდები	5/135	45				90
3.	MMMP108	მათემატიკური ფიზიკის მოდელები და მეთოდები	5/135	30	30			75
4.	MTIA208	ზომის თეორიის მეთოდების ზოგიერთი გამოყენება უსასრულო-განზომილებიან ანალიზში	5/135	30	30			75
5.	DQDS308	დინამიკური და კვაზიდინამიკური სისტემები	5/135	30	30			75

პროგრამის ხელმძღვანელი

ალექსი კირთაძე

ფაკულტეტის ხარისხის უზრუნველყოფის სამსახურის უფროსი

ზურაბ ბაიაშვილი

ფაკულტეტის დეკანი

ზურაბ წვერაიძე

მიღებულია

ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის საბჭოს სხდომაზე 2012 წლის 3 ივლისი ოქმი # 4

ფაკულტეტის საბჭოს თავმჯდომარე

ზურაბ წვერაიძე

შეთანხმებულია

სტუ-ს ხარისხის უზრუნველყოფის სამსახურის ხელმძღვანელი

გიორგი ძიძიგური