

**სადოქტორო პროგრამის სახელწოდება** – პლაზმის ფიზიკა და ასტროფიზიკა.

**მისანიჭებელი აკადემიური ხარისხი:** ფიზიკის დოქტორი/ Ph.D. in Physics

**სპეციალობა:** პლაზმის ფიზიკა/თეორიულ ასტროფიზიკა/Plasma Physic/Theoretical Astrophysic

**პროგრამის ხელმძღვანელები:**

აკადემიკოსი ნოდარ ცინცაძე

ფიზ.-მათ. მეცნ. დოქტ., სრ. პროფ. ვაჟა ბერეჟიანი

ფიზ.-მათ. მეცნ. დოქტ., სრ. პროფ. ნანა შათაშვილი

**სადოქტორო პროგრამის საკვალიფიკაციო დახასიათება:**

პროგრამა მოიცავს ელექტრომაგნიტური ტალღების დინამიკის შესწავლას მაგნიტო-რადიაციულ კომპლექსურ პლაზმებში, მდგრადობის ამოცანისა და არაწრფივი მოვლენების, განსაკუთრებით დისიპაციის მექანიზმების კვლევებს, არაწრფივი დინამიკის შესწავლას ე.წ. “მტრიან” პლაზმაში. ამგვარი კომპლექსური პლაზმა, მრავალკომპონენტური და ასევე მტვრიანი პლაზმა რეალიზდება როგორც ლაბორატორიულ დანადგარებში, ასევე ასტროფიზიკურ ობიექტებში. გამოყენებული იქნება თანამედროვე ანალიზური და რიცხვითი მეთოდები როგორც ჰიდროდინამიკურ, ასევე კინეტიკურ მოდელებში (რელატივისტური და არარელატივისტური მიდგომები შესაბამისად კონკრეტული ამოცანისა). ასეთი ტიპის ამოცანების კვლევა მნიშვნელოვანია გაცხელებისა და ნაწილაკთა /პლაზმური დინებების აჩქარების პრობლემების ამოსახსნელად, ენერგიების ტრანსფორმაციის, მდგრადობის, წონასწორობისა და მძლავრი გრიგალური ველების გენერირების მექანიზმებისა და პირობების განსასაზღვრავად თანამედროვე ლაბორატორიულ დანადგარებსა და ასტროფიზიკურ პირობებში.

**ა) პროგრამის მიზანი:** პროგრამის ძირითადი მიზანია საერთაშორისო სტანდარტების შესაბამისი, მაღალი კვალიფიკაციის მქონე სპეციალისტების მომზადება პლაზმის ფიზიკის და თეორიული ასტროფიზიკის სპეციალობებით. ამ პროცესში, პირველ რიგში გათვალისწინებული იქნება საქართველოში იმ სამეცნიერო სკოლების გამოცდილება, რომელთა წვლილიც აღიარებულია საერთაშორისო დონეზე და პრიორიტეტულ ხასიათს ატარებს. აღსანიშნავია მიღწევები ანდრონიკაშვილის ფიზიკის ინსტიტუტის პლაზმის ფიზიკის განყოფილებისა და თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტში (ნ. ცინცაძე, ვ. ბერეჟიანი, ნ. შათაშვილი, დ. ცხაკაია, გ. სურამლიშვილი, ჯ. ჯავახიშვილი, ს. ნანობაშვილი, დ. გარუჩავა, ს. მიქელაძე), სადაც აქტიურად მიმდინარეობდა და მიმდინარეობს კვლევები ელექტრომაგნიტური ტალღების გავრცელების ამოცანებზე სხვადასხვა ტიპის პლაზმაში, მძლავრი რელატივისტური პლაზმური კონებისა და ნაწილაკების აჩქარების ამოცანებზე, გრიგალური სტრუქტურების, დარტყმითი ტალღების, ძლიერი მაგნიტური ველების გენერირებასა და მაგნიტო-ჰიდროდინამიკურ ბემებზე ისეთი მნიშვნელოვანი ამოცანების ასახსნელად, როგორცაა არაერთგვაროვანი რეგულარული სტრუქტურების ფორმირება, დინებებისა და პლაზმური გროვების ფორმირება და დიდ-მასშტაბოვანი სიჩქარისა და მაგნიტური ველების გენერირება, პლაზმის გაცხელება როგორც ასტროფიზიკურ, ასევე ლაბორატორიულ პირობებში.

პროგრამით გათვალისწინებული კვლევების დროს აქცენტია გაკეთდება ახალგაზრდა სპეციალისტისათვის რიცხვითი თვლების წარმოების ჩვევების ჩამოყალიბებაზე, რათა გარდა მოცემული ფიზიკური სპეციალობებისა დახელოვნდეს სხვადასხვა ტიპის რიცხვითი თვლების კეთებაში.

**სადოქტორო პროგრამა წარმოდგენილი იქნება ორი ძირითადი მიმართულებით:**

1. **მდგრადობა და არაწრფივი ლანდაუს ჩაქრობა მაგნიტო-რადიაციულ კომპლექსურ პლაზმაში** (Stability and Nonlinear Landau Damping in a Magneto-Radiative Complex Plasma).

**კვლევების მიზანია:** დამუხტული ზედაპირის მდგრადობის ამოცანის შესწავლა მაგნიტო-რადიაციული მტვრიანი პლაზმისათვის და არამდგრადობის მექანიზმების დადგენა. ამ მექანიზმებიდან განსაკუთრებული ყურადღება მიექცევა ზედაპირის დამუხტულობასა და დისიპაციურ არამდგრადობებს გამოწვეულს რადიაციული ენერგიის ნაკადით. განხილული იქნება სითბური რადიაციის ზეგავლენა ჯინსის არამდგრადობაზე დამაგნიტებულ მტვრიან პლაზმაში გრავიტაციულ ველში (ასეთი

სიტუაცია ხშირად გვხვდება ასტროფიზიკურ პირობებში). განივი ელექტრომაგნიტური ველისათვის გაითვალისწინება არაწრფივი ლანდაუს ჩაქრობაც მოდულაციური არადმგრადობის შესასწავლად. ცალკე იქნება განხილული არაწრფივი ლანდაუს ჩაქრობის ამოცანა ელექტრონ-პოზიტრონული პლაზმისათვის, რაც მნიშვნელოვანია ასტროფიზიკური ობიექტების დინამიკის ამოცანებისათვის.

## **2. ელექტრომაგნიტური ტალღების მტვრიან პლაზმასთან ურთიერთქმედების სპეციფიური ხასიათის შესწავლა (A Specific Property of Electromagnetic Waves Interacting with Dusty Plasma).**

**კვლევის მიზანია:** მტვრის მარცვლების არაწრფივი ეკრანირების ამოცანის კვლევა ერთგვაროვან სრულიად იონიზებულ ელექტრონ-იონურ პლაზმაში. გამოიყვანება განტოლებათა სისტემა მტვრის მარცვლის დინამიკისათვის გადაუგვარებულ პლაზმაში და შემოთავაზებულ იქნება ახალი ტიპის ატომის არსებობა კარგად განსაზღვრული ატომური რადიუსით. ჩატარდება ულტრა-დაბალი სიხშირის მქონე რხევების აღზნების ამოცანების კვლევა. ასევე გათვალისწინებულია სოლიტონის აჩქარების ამოცანის შესწავლა მტვრიანი-სპირალური ტალღების არაწრფივი ლანდაუს ჩაქრობის გამო. აგებულ იქნება კინეტიკური არაწრფივი შრედიინგერის განტოლება არაწრფივი არალოკალური წევრით (დისიპაციის გათვალისწინებით). ნაჩვენები იქნება, რომ ასეთ პლაზმაში ელექტრომაგნიტური ტალღების გავრცელების პროცესი ძლიერ განსხვავდებულა ელექტრონ-პოზიტრონულ პლაზმასთან შედარებით. მაგალითად, მტვრიან მარცვლებზე პონდერომოტორული ძალა მოქმედებს როგორც უარყოფითი წნევა. ძირითადი ნაწილი ამ კვლევებისა მიმართული იქნება მარცვლების ლოკალიზაციის ამოცანისადმი ელექტრომაგნიტური ტალღების მიერ.

### **ბ) პროგრამის შედეგი:**

ი. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის “პლაზმის ფიზიკისა და ასტროფიზიკის” სპეციალიზის ფიზიკის დოქტორის აკადემიური ხარისხის მქონე პიროვნება უნდა იყოს ჩამოყალიბებული მეცნიერი, რომელსაც შეეძლება არა მარტო დამოუკიდებლად განაგრძოს სამეცნიერო მოღვაწეობა, არამედ იყოს კვალიფიციური პედაგოგიც. სახელდობრ, მას უნდა ჰქონდეს უნარი, რათა ბაკალავრიატის და მაგისტრატურის სტუდენტებს წაუკითხოს ლექციები საკმარისად მაღალ დონეზე. მომავალ დოქტორს შეეძლება მოღვაწეობა გააგრძელოს პლაზმის ფიზიკის, თეორიული ასტროფიზიკის მიმართულებების მქონე სამეცნიერო დაწესებულებაში, საქმიანობაში რომელშიც ინტენსიურად იქნება გამოყენებული რიცხვითი თვლები. მიღებული სამეცნიერო გამოცდილების გათვალისწინებით მომავალ დოქტორს უნდა შეეძლოს აწარმოოს მაღალი დონის სამეცნიერო კვლევა და გამოაქვეყნოს პუბლიკაციები მაღალ იმპაქტ ფაქტორიან საერთაშორისო სამეცნიერო ჟურნალებში, რაც საშუალებას მისცემს მონაწილეობა მიიღოს სხვადასხვა სახის საერთაშორისო პროგრამებში საზღვარგარეთის სასწავლო/სამეცნიერო ცენტრებთან ერთობლივად.

**სასწავლო კომპონენტი** იმისათვის, რომ დოქტორანტურის კურსის გავლის შემდეგ პიროვნება ჩამოყალიბდეს როგორც მაღალკვალიფიციური სპეციალისტი, აუცილებელია რათა მან გაიაროს შესაბამისი სპეციალური კურსები, ანუ დააგროვოს აუცილებელი რაოდენობის კრედიტები, ასევე იგი უნდა ფლობდეს ინგლისურ ენას სულ ცოტა B2 დონეზე.

**შენიშვნა:** შესაძლებელია სტუდენტები იყვნენ საქართველოს გარედანაც, მაშინ მათ ჩათვლებათ თავის ქვეყანაში სპეც-კურსების გავლისას და პროფესორთა ასისტირებისას მიღებული კრედიტები.

**სადოქტორო პროგრამის სპეციალური კურსების დასახელება (სტუდენტმა უნდა დააგროვოს 50 – 60 ESTC კრედიტი):**

1. სწავლების თანამედროვე მეთოდები – 10 კრედიტი (სავალდებულო);
2. საუნივერსიტეტო სასწავლო კურსები – 10 კრედიტი (არჩევითი);
3. პროფესორის ასისტენტობა – 10 კრედიტი (სავალდებულო);
4. სპეციფიკური დარგობრივი კურსი I: “რელატივისტური ასტროფიზიკური პლაზმა” - 10 კრედიტი (სავალდებულო);
5. სპეციფიკური დარგობრივი კურსი II: “კომპლექსური პლაზმა” – 10 კრედიტი (სავალდებულო);
6. დოქტორანტის კოლოკვიუმი I – 5 კრედიტი (სავალდებულო);
7. დოქტორანტის კოლოკვიუმი II – 5 კრედიტი (სავალდებულო).

## სამეცნიერო კვლევების მატერიალურ-ტექნიკური ბაზა

პროგრამის ფარგლებში დოქტორანტის განკარგულებაში იქნება

- სამაგიდო პერსონალური კომპიუტერები;
- გამოთვითი სუპერკომპიუტერი.
- ელექტრონული ბიბლიოთეკა და მონაცემთა ბაზები
- პროგრამული უზვრუნველყოფა (Matlab, IDL, C/C++, FORTRAN, Maple, etc.)

წარმოდგენილ პროექტში შეიძლება გაერთიანებული იყოს ორი დოქტორანტი ზემოთ მოყვანილი თემების მიხედვით.