

განხილულია ფაკულტეტის საბჭოს
სხდომაზე ოქმი № 23-15/15, 16.06.2021 წ.

დამტკიცებულია აკადემიური საბჭოს სხდომაზე,
დადგენილება № 06-01/58, 14.07.2021 წ.

ფაკულტეტის საბჭოს სხდომის თავმჯდომარე,
დეკანი, ასოცირებული პროფესორი
_____ /ლ. თურმანიძე/

აკადემიური საბჭოს თავმჯდომარე, რექტორი,
ასოცირებული პროფესორი
_____ /მ. ხალვაში/

ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
BATUMI SHOTA RUSTAVELI STATE UNIVERSITY



ზუსტ მეცნიერებათა და განათლების ფაკულტეტი
FACULTY OF EXACT SCIENCES AND EDUCATION

**უმაღლესი განათლების III საფეხურის სადოქტორო საგანმანათლებლო
პროგრამა
„ფიზიკა“**

აკადემიური ხარისხი: ფიზიკის დოქტორი
ACADEMIC DEGREE – Doctor of Physics

პროგრამის მოცულობა: ბსუ-ს ფიზიკის სადოქტორო საგანმანათლებლო პროგრამის
ხანგრძლივობაა სამი სასწავლო წელი და მისი სასწავლო კომპონენტი მოიცავს 60
კრედიტს.

პროგრამის ხელმძღვანელები:
ბსუ-ს პროფესორი ნუგზარ ლომიძე
ბსუ-ს ასოცირებული პროფესორი ლალი კალანდაძე
სტუ-ს პროფესორი, ბსუ-ს საპატიო დოქტორი პაატა კერვალიშვილი

I. პროგრამის სახელწოდება, საფეხური, კვალიფიკაცია, მოცულობა, სწავლების ენა

საგანმანათლებლო პროგრამის სახელწოდება: ფიზიკა

განათლების საფეხური: უმაღლესი განათლების მესამე საფეხური/დოქტორანტურა

კვალიფიკაცია/მისანიჭებელი აკადემიური ხარისხი: ფიზიკის დოქტორი

პროგრამის მოცულობა: სადოქტორო საგანმანათლებლო პროგრამის სასწავლო კომპონენტი შეადგენს - 60 კრედიტს

სწავლების ენა: ქართული

II. პროგრამაზე მიღების წინაპირობები

სადოქტორო პროგრამაზე დაიშვება მაგისტრის ან მასთან გათანაბრებული აკადემიური ხარისხის მქონე პირი. უცხო ქვეყნის მოქალაქის პროგრამაზე დაშვება ხდება საქართველოს კანონმდებლობით დაშვებული წესით.

დოქტორანტობის კანდიდატს კონკურსში მონაწილეობისათვის მოეთხოვება:

- სადოქტორო კვლევითი პროექტის მოკლე ანოტაცია და სავარაუდო სამეცნიერო ხელმძღვანელის თანხმობა;
- ინგლისური ენის არანაკლებ B2 დონეზე ცოდნა;
- ქართული ენის B2 დონის დამადასტურებელი სერტიფიკატი ან ბსუ-ში გამოცდის ჩააბარება ქართულ ენაში (იმ კანდიდატისათვის, რომლისთვისაც ქართული ენა მშობლიური არ არის და სურს სწავლა ქართულენოვან პროგრამაზე);

დოქტორანტობის კანდიდატი გადის გასაუბრებას დარგობრივ საგამოცდო კომისიასთან. კონკურსის შემთხვევაში უპირატესობა ენიჭება სპეციალობის გამოცდის (გასაუბრების) შედეგებს. დოქტორანტურაში მისაღები საგამოცდო საკითხები და ლიტერატურა წარმოდგენილია დანართ 1-ზე.

კონკურსში გამარჯვებული დოქტორანტობის კანდიდატთან ფორმდება ხელშეკრულება უნივერსიტეტში დადგენილი წესის მიხედვით, რომლის შემდეგ უნივერსიტეტის რექტორი, შესაბამისი ფაკულტეტის დეკანის წარდგინებით, გამოსცემს დოქტორანტურაში კანდიდატის ჩარიცხვის ბრძანებას.

III. პროგრამის მიზნები

დოქტორანტურა არის აკადემიური უმაღლესი განათლების მესამე საფეხური, სასწავლო და კვლევითი კომპონენტების ერთობლიობა, რომელიც მიზნად ისახავს სამეცნიერო კადრების მომზადებას და სრულდება დოქტორის აკადემიური ხარისხის მინიჭებით.

ფიზიკის სადოქტორო პროგრამა მიზნად ისახავს ხელი შეუწყოს დოქტორანტის ინტელექტუალურ ზრდას, აკადემიური და სამეცნიერო მუშაობის გააქტიურებას, საერთაშორისო აკადემიურ და სამეცნიერო სივრცეში ჩართვას, ახალი ცოდნის შექმნასა და დანერგვისათვის ხელის შეწყობას და მთავრდება ფიზიკის დოქტორის აკადემიური ხარისხის მინიჭებით.

პროგრამის მიზნები:

ა) მოამზადოს თანამედროვე მოთხოვნების შესაბამისი კომპეტენციების ფიზიკის დოქტორი, რომელიც შეძლებს რთული და წინააღმდეგობრივი იდეების დამოუკიდებლად განვითარებას და შესაბამისი მიდგომების შემუშავებას კომპლექსური პრობლემების გადაჭრისათვის სწორი და ეფექტური გადაწყვეტილების დამოუკიდებლად მიღებას, სამეცნიერო კვლევების შესრულებას და კვლევის შედეგების პრაქტიკაში დანერგვას მულტიდისციპლინურ ან ინტერდისციპლინურ კონტექსტში.

ბ) უზრუნველყოს ფიზიკის დოქტორის თეორიული და პრაქტიკული მომზადება და მისი ჩამოყალიბება სპეციალისტად, რომელსაც აქვს მიკრო, ნანო და ფემტო ტალღების მიღების, გავრცელების, გამოყენების, მათი ცოცხალ და/ან არაცოცხალ მატერიაზე ზემოქმედების, მატერიის მახასიათებელი სტატისტიკური პარამეტრების ევოლუციური ცვლილებების და სხვ. შესახებ უახლოეს მიღწევებზე დამყარებული ცოდნა, რაც არსებული ცოდნის გაფართოების ან/და ინოვაციური მეთოდების გამოყენების საშუალებას მისცემს.

გ) უზრუნველყოს დოქტორანტის ჩართვა საერთაშორისო ინტელექტუალურ სივრცეში, მის მიერ შემუშავებული ინოვაციური კვლევითი მეთოდებისა და მიდგომების ასახვა საერთაშორისო რეფერირებად პუბლიკაციებში და გავრცელება აკადემიური კეთილსინდისიერების პრინციპების დაცვით, კვლევის შედეგებისა და ახალი ცოდნის დასაბუთებულად, არგუმენტირებულად და შესაბამისი ფორმით წარდგენა-გადაცემა საერთაშორისო და ადგილობრივ დონეზე გამართულ თემატურ დისკუსიებში.

IV. პროგრამის აქტუალობა და ამოცანები

„ველი - მატერია - ველი“ პროცესების შესწავლა სხვადასხვა კომპლექსურ ან/და ცოცხალ გარემოში წარმოადგენს თანამედროვე ფიზიკის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ამოცანას. იგი მჭიდროდაა დაკავშირებული ფიზიკის სხვადასხვა მიმართულებებთან, როგორცაა: რადიოფიზიკა, პლაზმის ფიზიკა, ატმოსფეროს ფიზიკა, წყლიანი გარემოს, ატმოსფეროსა და დედამიწის ფენების ზონდირება და სხვა. ამ მიმართულებებს აქვთ დიდი პრაქტიკული გამოყენება სხვადასხვა სფეროში, როგორებიცაა: რადიო პელენგაცია, რადიო ნავიგაცია, ატმოსფეროს დიაგნოსტიკა, გაბნეული ელექტრომაგნიტური ტალღების სტატისტიკური პარამეტრების გამოთვლა, კომპლექსური გარემოს გამოსახულების ვიზუალიზაცია და რიცხვითი მოდელირება. დღეისათვის ელექტრომაგნიტური ტალღების გამოყენების არეალი საკმაოდ დიდია (კავშირის დამყარება, ინფორმაციის გადაცემა, გარემოს მონიტორინგი და ა.შ.). გარემოს ელექტრომაგნიტური ფონი ტექნიკური პროგრესის პროპორციულად იზრდება. ცხადია, ამის გამო, კიდევ უფრო აქტუალური ხდება ელექტრომაგნიტური უსაფრთხოების პრობლემა. პრობლემის აქტუალობაზე მეტყველებს ის ფაქტიც, რომ მსოფლიოს ისეთ ქვეყნებში, როგორცაა აშშ, იტალია, ფინეთი, საფრანგეთი, დიდი ბრიტანეთი, გერმანია, იაპონია და სხვა. შემუშავებული იქნა გრძელვადიანი პროგრამები ეკოლოგიური სისტემისა და ელექტრომაგნიტური უსაფრთხოების თაობაზე.

ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი და აქტუალური საკითხია ატმოსფეროს ზედა ფენების ზონდირება ელექტრომაგნიტური ტალღებით; თავის მხრივ, მნიშვნელოვანია ატმოსფეროს თავისებებურებათა გავლენის გათვალისწინება მეტრული და სანტიმეტრული დიაპაზონის ტალღების გავრცელებაზე. რეალური გარემო არაერთგვაროვანი გარემოა. გარემოს არაერთგვაროვნება შეიძლება გამოწვეული იყოს სხვადასხვა სტატისტიკური ფაქტორებით (წნევა, ტემპერატურა, გარდატეხის მაჩვენებელი სიჩქარის ფლუქტუაციები და სხვა). ამიტომ რეალურ გარემოში ელექტრომაგნიტური ტალღების გავრცელებაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს გარემოს სტატისტიკური ფაქტორები, რომლებიც განაპირობებენ მრავალჯერადი გაბნევის ეფექტს. მრავალჯერადად გაბნეული ელექტრომაგნიტური ტალღების სტატისტიკური მახასიათებლების შესწავლას კი განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა აქვს, როგორც დედამიწის ზედაპირის ზედა ფენების შესწავლისას (ტროპოსფერო, იონოსფერო), აგრეთვე მდგრადი და ეფექტური რადიოკავშირის რეალიზაციისას. როგორც ცნობილია, ტურბულენტობა ატმოსფეროში იწვევს გარდატეხის მაჩვენებლის სწრაფ ფლუქტუაციებს. ცხადია ატმოსფერული ეფექტები გავლენას ახდენს მდგრადი რადიოკავშირის ხარისხის უზრუნველყოფაზე, შემოსაზღვრავს რა სანტიმეტრულ და უფრო მოკლე ტალღებზე მომუშავე დიდი ანტენების გარჩევისუნარიანობას. ციფრული რადიოლოკატორების შექმნამ და ტელესაკომუნიკაციო სივრცეში ფართო სიხშირულ ზოლიანი ზონდირებადი სიგნალის დანერგვამ მნიშვნელოვნად გაზარდა ინტერესი ამ პრობლემისადმი. რადიოლოკაციური სისტემების სიზუსტისა და გაზომვების შესაძლებლობების გაზრდა პირდაპირ დაკავშირებულია ზონდირებული სიგნალის სტრუქტურის სირთულესა და სიხშირული ზოლის გაფართოებასთან. ამ საკითხთან დაკავშირებით ბსუ–ს ფიზიკის დეპარტამენტის თანამშრომლები: პროფ. ნ.ლომიძე და პროფ. ჟ.დიასამიძე ჩართული იყვნენ საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მიერ დაფინანსებულ სამეცნიერო საგრანტო პროექტში:

- **2006-2008.** საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის სამეცნიერო საგრანტო პროექტი „გაბნეული ელექტრომაგნიტური ტალღების სტატისტიკური მახასიათებლების შესწავლა და ტალღური პროცესები ტურბულენტურ ატმოსფეროში“ (GNSF/ST06/5-023, ხელმძღვანელი პროფესორი გიორგი ჯანდიერი, web-page: www.gsnf.ge).

თანამგზავრული, მობილური, ფიჭური და ოპტიკურ ბოჭკოვანი მრავალმომხმარებლიანი ტელეკომუნიკაციური სისტემების განვითარების გამო, განსაკუთრებულ ყურადღებას იპყრობს ისეთი ფართოსიხშირულ ზოლიანი სიგნალები, როგორცაა სიგნალები გაფართოებული სპექტრით, როდესაც სასარგებლო სიგნალის სიხშირული ზოლი შეიძლება იყოს გაცილებით ფართო დეტექტირებული სიგნალის სიხშირულ ზოლთან შედარებით. მრავალი ტელეკომუნიკაციური სისტემისათვის მნიშვნელოვანია ის გარემოება, რომ მათ შეეძლოთ ინფორმაციის გადაცემა ერთდროულად რამდენიმე მომხმარებლისათვის ერთი და იგივე არხით. ამ მიზნით გამოიყენება რამდენიმე მეთოდი, მაგალითად:

მზიდი სიგნალის სიხშირული მოდულაცია (გადამცემი არხის სიხშირული დაყოფის მეთოდი), მზიდი სიგნალის ფაზური მოდულაცია ან მზიდი სიგნალის ფსევდო შემთხვევითი მოდულაცია. საკომუნიკაციო სისტემებისადმი ზრდადი მოთხოვნების პირობებში აქტუალური გახდა მრავალმომხმარებლიანი სისტემების შექმნის საკითხი. ყველა შემთხვევაში, საჭიროა უზრუნველყოფილი იქნას მაღალი ხარისხის კავშირი შედარებით დიდ მანძილზე, ისე, რომ არ დაირღვეს საკომუნიკაციო სივრცეში საყოველთაოდ მიღებული სტანდარტები. აღმოჩნდა, რომ ამ ტიპის ამოცანების გადაწყვეტა შესაძლებელია თუ კავშირგაბმულობის სისტემები ფართოხოლიანი სიხშირული დიაპაზონის სიგნალების მიღება-გადაცემაზე იმუშავენ. ამ თემატიკას მიეძღვნა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მიერ დაფინანსებული საგრანტო პროექტი:

- **2013-2014.** შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი. დოქტორანტურის საგრანტო პროგრამა. „მოდულირებული სიგნალები დისპერსიულ გარემოში“ (№358, ფიზიკის სადოქტორო პროგრამის სტუდენტი მირანდა ხაჯიშვილი, web-page: www.rustaveli.org.ge).

აქტუალობას იძენს ამოცანა სიგნალისა და გარემოს დისპერსიული მახასიათებლების ენერგეტიკულ დანაკარგებს შორის კავშირის დადგენის შესახებ, აღსანიშნავია, რომ ამ მიმართულებით პირველად განხორციელდა ექსპერიმენტული კვლევა, რომელიც ითვალისწინებდა მიმღებ-გადამცემი ექსპერიმენტული მაკეტის შექმნას. ასე მაგალითად, ფსევდო შემთხვევითი მოდულირებული სიგნალების დამახინჯება განპირობებულია გარემოს სიხშირული დისპერსიით. დამახინჯება ვლინდება სიგნალის მოძვლების ფორმაზე და სიგნალის ფაზური და ჯგუფური სიჩქარეების ცვლილებაზე. დადგინდა, რომ სიგნალის დამახინჯება და *Ssignali/Sxmauri* თანაფარდობის სიდიდე დამოკიდებულია გავრცელების მანძილზე და მუშა სიხშირეზე. ამ თემატიკას მიეძღვნა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მიერ დაფინანსებული საგრანტო პროექტი:

- **2013-2016.** შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი. სამეცნიერო საგრანტო პროექტი „გარემოს რადიო სპექტრალური დიაგნოსტიკა სიგნალისა და გარემოს დისპერსიულ მახასიათებლებს შორის კორელაციური ურთიერთკავშირის საფუძველზე“ (FR/640/6-110/12, ხელმძღვანელი ასოცირებული პროფესორი იზოლდა ჯაბნიძე, web-page: www.rustaveli.org.ge).

წყალში ნავთობპროდუქტების აღმოჩენისა და გამოკვლევისათვის ფართოდ გამოიყენება სპექტრალური ოპტიკური მეთოდები, რომელთა პრინციპული უპირატესობა სხვა მეთოდებთან არის მათი ექსპრეს-დიაგნოსტიკა და დისტანციურობა. ექსპრეს-დიაგნოსტიკა გულისხმობს ოპტიკური მეთოდებით წყლის ნავთობით გაჭუჭყიანების სწრაფად აღმოჩენას, რათა შესაძლებელი გახდეს გაჭუჭყიანების წყაროების დროულად აღმოფხვრა და შეძლებისდაგვარად გაჭუჭყიანების წყაროების ლიკვიდაცია (იგულისხმება ტანკერები, ტერმინალი და სხვა). ოპტიკურ მეთოდებს შორისაც არის განსხვავება. ერთ-ერთ მათგანს წარმოადგენს ლაზერული ფლუორესცენციის მეთოდი. ბუნებაში არსებობს მრავალი ორგანული ნაერთი, რომლებიც ოპტიკური აღგზნების შემდეგ განსაკუთრებულ თვისებებს ავლენენ, იწყებენ გამოსხივებას – ფლუორესცენციას. ეს ორგანული ნაერთები პირობითად იყოფა ოთხ კლასად, ესენია: ფოტოსინთეზირებადი ნივთიერებები – ფიტოპლანქტონები, ამინომჟავები, წყლის ჰუმუსები ნივთიერებები, ნავთობი და ნავთობპროდუქტები. ამრიგად, წყლიან გარემოში ყოველთვის არსებობს და ფლუორესცენციურებს გახსნილი ორგანული ნივთიერებები. მათი ფლუორესცენციის სიგნალი ქმნის ფონს ნავთობის ფლუორესცენციის სიგნალზე და მნიშვნელოვნად აფერხებს ნავთობის აღმოჩენას. ერთდროულად მიიღება ფლუორესცენციის სპექტრები, რომლებიც ასახავენ როგორც ნავთობიდან, ასევე სხვა ორგანული ნაერთებიდან მიღებული სიგნალების სპექტრებს. არსებობს ამ სპექტრების განცალკევების სხვადასხვა გზა, მაგრამ არც ერთი მათგანი არ არის სრულყოფილი. სწორედ ამის გამო საჭიროება მოითხოვს ნავთობისა და ნავთობპროდუქტების გარდა დამატებით ორგანული ნაერთების ფლუორესცენციის სპექტრების გამოკვლევას. გაცილებით მარტივია წყალში მყარი შეტივტივებული ნაწილაკებისა და მინარევების აღმოჩენა და მათი კონცენტრაციის განსაზღვრა. მოცემული თემის ფარგლებში ბსუ-ს ფიზიკის დეპარტამენტში შესრულდა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მიერ დაფინანსებული საგრანტო პროექტები:

- **2009-2012.** საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის სამეცნიერო საგრანტო პროექტი “ბათუმის პორტის აკვატორიის ეკოლოგიური მონიტორინგი ლაზერული სპექტროსკოპიის მეთოდით და ტალღური პროცესების შესწავლა რეალურ გარემოში” (GNSF/ST08/5-451, სამეცნიერო ხელმძღვანელი პროფესორი ნუგზარ ლომიძე, web-page: www.gsnf.ge).
- **2015-2018.** შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი. სამეცნიერო საგრანტო პროექტი: „ოპტიკურად მკვრივი, შემთხვევითი ფაზური ეკრანის ფლუორესცენციული მახასიათებლების რაოდენობრივი და გაბნეული ლაზერული გამოსხივების ინტენსივობის კორელაციური ფუნქციის სტატისტიკური მომენტების სპექტრალური ანალიზი“ (FR/152/9-240/14, სამეცნიერო ხელმძღვანელი პროფესორი ნუგზარ ლომიძე, web-page: www.rustaveli.org.ge).

ამჟამად, სადოქტორო პროგრამის ფარგლებში მუშავდება ორი საკვლევი თემა:

- ნივთიერების ოპტიკური თვისებების კვლევა ადაპტიური ნახევარგამტარული CCD ფოტო დეტექტორით რეგისტრირებული სიგნალის პროგრამულ-აპარატურული მართვის საფუძველზე (თემაზე მუშაობს დოქტრანტი ჯაბა შაინიძე)
- გაზნეული ლაზერული გამოსხივების ინტენსივობის კორელაციური ფუნქციის სტატისტიკური მომენტების სპექტრალური ანალიზი (თემაზე მუშაობს დოქტრანტი რევაზ თურმანიძე)

სადოქტორო პროგრამის ფარგლებში შესაძლებელია განხორციელდეს კომპლექსური, ეკოლოგიური და ფუნდამენტური კვლევები, რომლებიც მნიშვნელოვანია, როგორც გლობალურად, ასევე განსაკუთრებით საქართველოს რეალობაში. ერთ-ერთი ასეთი ამოცანაა „ოპტიკურად მკვრივი, შემთხვევითი ფაზური ეკრანის ფლუორესცენციული მასხაიათებლების რაოდენობრივი (ექსპერიმენტული) კვლევა და ფუნდამენტურ ანალიზი“. ამოცანა ითვალისწინებს შემთხვევითი ფაზური ეკრანის გავლით მიღებული ლაზერული გამოსხივების ინტენსივობის კორელაციური ფუნქციის სტატისტიკური პირველი და მაღალი რიგის მომენტების გამოანგარიშებას ანალიზური და რიცხვითი მოდელირების საფუძველზე, კორელაციური ფუნქციის გაუსური და დიფუზიური მოდელებისათვის. ფაზური ეკრანის ქვეშ, როგორც ექსპერიმენტულ ნაწილში, ასევე ფუნდამენტური კვლევებისას, ვგულისხმობთ კიუვეტაში მოთავსებულ სინჯებს, როგორებიცაა: სასმელი წყალი, ზღვის წყალი, ფლუორესცენციული თვისებების მქონე თხევადი კრისტალი და ა.შ. შემთხვევითი ფაზური ეკრანის სტატისტიკური მომენტების რაოდენობრივი ანალიზის საფუძველზე განხორციელდება ფლუორესცენციული სიგნალის ანალიზი. შესწავლილი იქნება საყრდენ სიგნალსა და ფლუორესცენციულ სიგნალს შორის ფაზათა ძვრა, როგორც შემთხვევითი ფაზური ეკრანის სტატისტიკური მომენტების ფუნქცია. კვლევის მეთოდოლოგია შემდეგში მდგომარეობს: კიუვეტაში მოთავსებულ ნიმუშს ვასხივებთ ფაზა მოდულირებული (ჰარმონიული) სინათლით (წყაროს მოდულირება განხორციელდება ოპტიკური მოდულაციის გზით). ერთმანეთს ვადარებთ წყაროს საყრდენ სიგნალს და ნიმუშის გავლით ნაწილობრივ კოჰერენტული ტალღების კორელირებით მიღებულ სიგნალს. რადგან გამოსხივების სპექტრი აგვიანებს შთანთქმის სპეტრის მიმართ, ამიტომ გამოსხივებული სიგნალი დაყოვნებულია ფაზით დაცემული სინათლის მიმართ. აქამდე არსებულ ფაზურ ფლუორიმეტრებში მოდულაციის სიხშირეთა რაოდენობა შემოსაზღვრული იყო ორი ან სამი ფიქსირებული მნიშვნელობით, რადგან ტექნიკური პრობლემები ზღუდავდნენ ისეთი ხელსაწყოების შექმნას, რომლითაც შესაძლებელი იქნებოდა მოდულაციის სიხშირეთა ვარირება, მხოლოდ გარკვეულ ხელსაყრელ პირობებში მოდულაციის სიხშირეთა ფიქსირებული მნიშვნელობებისათვის შეიძლება მივიღოთ ფლუორესცენციის მიღევის კომპონენტები ჰეტეროგენულ სისტემაში, საყრდენ - საბაზისო სიგნალსა და ნიმუშის გავლით მიღებულ კორელირებად (ფლუორესცენციულ) სიგნალის ფაზებს შორის კორელაციური კავშირის დადგენის გზით. გადაღებული სპექტრების ანალიზით, ნაჩვენებია იქნება, რომ შემთხვევითი ფაზური ეკრანის მოდელზე აგებული ფაზური ფლუორიმეტრი რამდენიმე მილიწამით სწრაფია სტრობოსკოპულ მეთოდზე დაფუძნებულ ფლუორიმეტრთან შედარებით.

განახლებადი ენერგეტიკა ძირითადად მზის გამოსხივებას უკავშირდება. მზის ენერჯის ათვისება, უპირველეს ყოვლისა, დამოკიდებულია ტექნოლოგიური პროცესების განვითარებაზე. სადოქტორო პროგრამის ფარგლებში ვითარდება სადოქტორო თემა, რომლის ერთ-ერთი მიზანია ფოტოელექტრული გარდამქმნელი სისტემებისა და გარემოს დიაგნოსტიკის პრობლემების ეფექტურობის გაზრდის პირობების შესწავლა. განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს სინათლის წყაროს დეტექტირებას გარემოს, მათ შორის, ფაზური ეკრანის გავლით. ფაზური ეკრანი წარმოადგენს ოპტიკურად მკვრივ გარემოს, რომლის მახასიათებლების მოდელირება შესაძლოა გახდეს ახალი ტიპის, სწრაფი და ეფექტური ნახევარგამტარული დეტექტორების შექმნის საფუძველი. კერძოდ, პოლიკრისტალური ნახევარგამტარული დეტექტორების მახასიათებლების გამოკვლევით (ვოლტ-ამპერული მახასიათებელი, მოკლე ჩართვის დენი, უქმი სვლის ძაბვა, მქ და სხვა), რიცხვითი და სიმულაციური მოდელირებით, შესაძლოა მნიშვნელოვანი წვლილის შეტანა განახლებადი ენერგეტიკის სფეროში.

მნიშვნელოვანია ამოცანები, რომლებიც შეეხება მაგნიტურ მასალების სრულიად ახალი თვისებების კვლევას. მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყნებში ინტენსიურად მიმდინარეობს მაგნიტური ნივთიერებების ექსპერიმენტული და თეორიული კვლევა, რომელთა ბაზაზე იქმნება ახალი მასალები. ამ მიმართულებით ინტენსიური კვლევის მიზანს წარმოადგენს მიკროსტრუქტურისა და შემადგენლობის ურთიერთგავლენის შესწავლა ნანოჰეტეროსტრუქტურების მაგნიტურ, მაგნიტო-ოპტიკურ და ოპტიკურ თვისებებზე. შესწავლილი მასალების ნანოკრისტალურ მდგომარეობაში გადასვლისას ხდება მისი თვისებების მნიშვნელოვანი ცვლილებები. აქტუალურია მაგნიტო-ოპტიკური კვლევის ექსპერიმენტული მეთოდები, რომლებიც საშუალებას იძლევა ასეთი მასალების შინაგანი ელექტრონული სტრუქტურისა და მათში მაგნიტური ურთიერთქმედებების შესწავლის საფუძველს. კვლევის ოპტიკური და მაგნიტო-

ოპტიკური მეთოდები არის ერთ-ერთ ყველაზე მარტივი, ეფექტური და ინფორმაციული ნანოსტრუქტურებისა და თანამედროვე მასალების შესწავლისათვის.

ცალკე აღნიშნავს იმსახურებს ოპტიკური სპექტროსკოპიის მეთოდების განვითარება ნანოსისტემების, მათ შორის ნანობიომედიცინის კვლევისათვის. კიდევ უფრო აქტუალური ხდება რეზონანსული ოპტიკური სპექტრომეტრიის საშუალებით პათოგენური მიკროორგანიზმების შესწავლა და ასევე ვირუსული ნანობიომედიცინის ვიზუალიზაციის სიხშირის განსაზღვრა, ინსტრუმენტული შესაძლებლობების განვითარება. თეორიული და მოდეულ-სიმულაციური კვლევების ფართო და საიმედო მონაცემთა ბაზის შექმნა, სავარაუდო საიდენტიფიკაციო ალგორითმების მოდიფიცირება ან/და შექმნა, საშუალებას გვაძლევს კონკრეტული ნანოსისტემების უნიკალური სიხშირული მახასიათებლის (მაგალითად, ე.წ. თითის ანაბეჭდის მსაგავსი) დაფიქსირება განხორციელდეს. კვლევები ამ მიმართულებით გულისხმობს, ოპტიკური სპექტროსკოპიის და დამატებით მისი ახალი არაწრფივი მეთოდების (ლაზერული სრული რხევების გენერაცია) გამოყენებით სხვადასხვა ნანობიომედიცინის თვისებების შესწავლას.

ასევე უნდა გამოვყოთ, ლაზერულ-პლაზმური წყაროების თეორიულ-ექსპერიმენტული კვლევები მათი ტექნოლოგიური გამოყენებისათვის. მოცემული თემატიკის ფარგლებში განხილული იქნება შემდეგი საკითხები: გრძივი აჩქარებული ელექტრული ველის შესწავლა ლაზერულ-პლაზმურ ელექტრონულ ამაჩქარებლებში; ლაზერები თავისუფალ ელექტრონებზე და მათი გამოყენება ნანოსისტემების კვლევებში; ულტრამოკლე პიკო-ფემტო ლაზერული სისტემების თეორიული და სიმულაციური კვლევა; ლაზერული პლაზმის თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევები; მასის გადატანის მოვლენების შესწავლა ლაზერული სხივის ველში; ლაზერულ-პლაზმური სისტემების განვითარება და გამოყენება აერო-კოსმოსურ ინდუსტრიაში; ლაზერულ-პლაზმური ტექნოლოგიების გამოყენება ზესუფთა ნანომასალების მისაღებად.

ზემოთ მოცემული საკვლევო თემები შესაძლო სადისერტაციო შრომების მცირე ჩამონათვალია, რომელიც შეიძლება შესრულდეს საგანმანათლებლო პროგრამის ფარგლებში. მითუმეტეს, რომ მოცემულია მხოლოდ ის საკვლევო თემები, რომლებიც ამავე დროს წარმოადგენს ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ფიზიკის დეპარტამენტის აკადემიური პერსონალის სამეცნიერო ინტერესებს. თუმცა რასაკვირველია, სადოქტორო პროგრამის ფარგლებში შესაძლებელია შესრულდეს ისეთი კვლევებიც რომლებიც წარმოადგენს დოქტორის აკადემიური ხარისხის მაძიებლის ან მისი დამსამუშებლის ინტერესებს, სადოქტორო პროგრამის ფარგლებში საქართველოს ან უცხოეთის სხვა აკრედიტირებული უმაღლესი სასწავლებლებიდან კომპეტენტური მეცნიერის (მეცნიერთა ჯგუფის) მოწვევის გზით.

ზემოთ ჩამოთვლილია მხოლოდ ის ამოცანები და საკვლევო პრობლემები, რომლებიც მუშავდებოდა და ამჟამადც მუშავდება ფიზიკის სადოქტორო პროგრამის ფარგლებში და არ წარმოადგენს სრულ ჩამონათვალს. ზოგადად ფიზიკის დოქტორის აკადემიური ხარისხის მაძიებელმა შესაძლოა თავისი კვლევის თემა დაუკავშიროს შემდეგ თემატიკას:

- შემთხვევითად-არაერთგვაროვანი და ხორკლიანი ფენის სითბური გამოსხივება.
- ტალღური პროცესები შემთხვევითად-არაერთგვაროვანი გარემოს დისკრეტულ არაერთგვაროვნებებზე.
- ელექტრომაგნიტური ტალღების გაბნევა შემთხვევითად-არაერთგვაროვანი გარემოს დიელექტრიკული შეღწევადობის ფლუქტუაციების მქონე არაერთგვაროვნებებზე.
- ტალღური პროცესები შემთხვევითად-არაერთგვაროვანი გარემოს შემომფარგვლელ ხორკლიან ზედაპირზე.
- ტალღური პროცესები სტატისტიკურად უსწორმასწორო ზედაპირზე.
- გარემოს არაერთგვაროვნებისა და სტატისტიკური მახასიათებლების გავლენა რადიოსიგნალის გავრცელებაზე;
- მრავალჯერად გაბნეული ელექტრომაგნიტური ტალღების სტატისტიკური მახასიათებლების შესწავლა ტროპოსფეროს, სტრატოსფეროს ან/და იონოსფეროს სიმაღლეებზე
- ტურბულენტური ატმოსფეროს ქვედა ფენების დიაგნოსტიკა იმპულსური სიგნალებისა და ელექტრომაგნიტური ტალღების სტატისტიკური მახასიათებლების შესწავლის საფუძველზე.
- იმპულსური სიგნალების დროითი სტრუქტურისა და სპექტრის შესწავლა.
- თხევადი გარემოს დიაგნოსტიკისა და მონიტორინგის ეფექტური და ექსპრესული ოპტიკური მეთოდების გამოკვლევა.
- ოპტიკურად მკვრივი შემთხვევითი ფაზური ეკრანის სტატისტიკური მახასიათებლების გამოკვლევა.

- მაგნიტური მასალების მაგნიტო-ოპტიკური და ოპტიკური თვისებების შესწავლა.
- ოპტიკური სპექტროსკოპიის მეთოდების განვითარება ნანოსისტემების, მათ შორის ნანობიოობიექტების კვლევისათვის.
- ლაზერულ-პლაზმური წყაროების თეორიულ-ექსპერიმენტული კვლევები მათი ტექნოლოგიური გამოყენებისათვის.

ეს ჩამონათვალი, რა თქმა უნდა, არასრულია და შესაძლებელია მისი გავრცობა/სრულყოფა საკვლევი თემიდან გამომდინარე მეტი კონკრეტიკის სიცხადის შეტანის შემდეგ. ამ საკითხების კვლევა ბსუ-ს ფიზიკის დეპარტამენტში დაიწყო 1996-1997 წლებიდან და დასტურდება პროგრამის განმხორციელებელი პერსონალის CV-ით.

V. სამეცნიერო სიახლე

სამეცნიერო სიახლეს განსაზღვრავს დოქტორის აკადემიური ხარისხის მამიებლის მიერ შერჩეული **სადოქტორო თემატიკა**, რომელიც სადოქტორო პროგრამის მიზნებიდან და შინაარსიდან გამომდინარე საკმაოდ მრავალფეროვანია და **შეიძლება მოიცავდეს რამდენიმე მონათესავე სფეროს კერძოდ, რადიოფიზიკას, მაგნიტური მოვლენების ფიზიკას, ატმოსფეროს ფიზიკას, ლაზერულ ფლუორესცენციას და სპექტროსკოპიას და სხვა**. თითოეული საკვლევი თემის სამეცნიერო სიახლე რა თქმა უნდა განისაზღვრება სადოქტორო ნაშრომით.

ზოგადად შეიძლება ითქვას, რომ სადისერტაციო თემების სიახლე მდგომარეობს დასმული ამოცანების ორიგინალურობაში, კვლევების ადეკვატური მეთოდების გამოყენებაში და მიღებულ კონკრეტულ შედეგებში. სიახლეები აისახება ადგილობრივ და საერთაშორისო რეფერირებად ჟურნალებსა და საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის მასალებში.

VI. სწავლის შედეგები

კრიტერიუმები	კომპეტენციები
<p>1. ცოდნა და გაცნობიერება</p>	<p>1.1. ახდენს კლასიფიცირებას მიკრო, ნანო და ფემტო ტალღების მიღების, გავრცელების, გამოყენების, მათი ცოცხალ და/ან არაცოცხალ მატერიაზე ურთიერთ ზეგავლენის, მატერიის მახასიათებელი სტატისტიკური პარამეტრების ევოლუციური ცვლილებების და სხვ. უახლესი მიღწევების შესახებ, ასახვას მათ სამეცნიერო კვლევით შრომებში, მათ შორის რეფერირებად/რეცენზირებად პუბლიკაციებში, კრიტიკული გააზრების, ნაწილობრივ გადაფასებისა და ინოვაციური მეთოდების შემუშავების გზით.</p> <p>1.2. ახდენს იდენტიფიცირებას სწავლება-სწავლის თანამედროვე მიმართულებების, კვლევის მეთოდების და სტრატეგიების, შეფასების თანამედროვე პრინციპებისა და კრიტერიუმების შესახებ; აცნობიერებს არსებული ცოდნის გაფართოებისა და გადაფასების, სისტემური და კრიტიკული გააზრების საჭიროებას ისეთი სამეცნიერო მიმართულებებში, როგორცაა: რადიო პელენგაცია, რადიო ნავიგაცია, ატმოსფეროს მონიტორინგი, დიაგნოსტიკა და ელექტრომაგნიტური უსაფრთხოება, სამედიცინო ვიზუალიზაცია, განახლებადი ენერგეტიკა, ციფრული კავშირგაბმულობა და სხვა.</p>
<p>2. უნარი</p>	<p>2.1. პრინციპების დაცვით გეგმავს, ახორციელებს და ზედამხედველობას უწევს ინოვაციურ კვლევებს რადიო პელენგაციის, რადიო ნავიგაციის, ატმოსფეროს მონიტორინგის, დიაგნოსტიკის და ელექტრომაგნიტური უსაფრთხოების, სამედიცინო ვიზუალიზაციის, განახლებადი ენერგეტიკის, ციფრული კავშირგაბმულობის და სხვ. მიმართულებებში საერთაშორისო რეფერირებადი პუბლიკაციისათვის აუცილებელი სტანდარტის დონეზე.</p> <p>2.2. აანალიზებს რთულ და წინააღმდეგობრივ იდეებს და იღებს ეფექტურ გადაწყვეტილებებს არგუმენტირებული დასკვნების საფუძველზე.</p> <p>2.3. შეიმუშავებს/განავითარებს ახალ მეთოდოლოგიურ მიდგომებს და ეფექტურად გადასცემს პროფესიულ საზოგადოებას მათ შორის უცხო ენაზე.</p>
<p>3. პასუხისმგებლობა და ავტონომიურობა</p>	<p>3.1. ახორციელებს და წერს უახლეს მიღწევებზე დამყარებულ კვლევით პროექტებს, აკადემიური კეთილსინდისიერების პრინციპების დაცვით, ინოვაციური, დამოუკიდებლობის მაღალი ხარისხით;</p> <p>3.2. წარმართავს საკუთარი და სხვების პროფესიულ საქმიანობას, განვითარებაზე ორიენტირებულ ღონისძიებებს ან/და საგანმანათლებლო საქმიანობას დამოუკიდებლობის მაღალი ხარისხით.</p>

VII. პროგრამის მიზნების რუკა

პროგრამის მიზნები	პროგრამის სწავლის შედეგები						
	1.1	1.2	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2
ა) მოამზადოს თანამედროვე მოთხოვნების შესაბამისი კომპეტენციების ფიზიკის დოქტორი, რომელიც შეძლებს რთული და წინააღმდეგობრივი იდეების დამოუკიდებლად განვითარებას და შესაბამისი მიდგომების შემუშავებას კომპლექსური პრობლემების გადაჭრისათვის სწორი და ეფექტური გადაწყვეტილების დამოუკიდებლად მიღებას, სამეცნიერო კვლევების შესრულებას და კვლევის შედეგების პრაქტიკაში დანერგვას მულტიდისციპლინურ ან ინტერდისციპლინურ კონტექსტში.				✓		✓	✓
ბ) უზრუნველყოს ფიზიკის დოქტორის თეორიული და პრაქტიკული მომზადება და მისი ჩამოყალიბება სპეციალისტად, რომელსაც აქვს მიკრო, ნანო და ფემტო ტალღების მიღების, გავრცელების, გამოყენების, მათი ცოცხალ და/ან არაცოცხალ მატერიაზე ზემოქმედების, მატერიის მახასიათებელი სტატისტიკური პარამეტრების ევოლუციური ცვლილებების და სხვ. შესახებ უახლოეს მიღწევებზე დამყარებული ცოდნა, რაც არსებული ცოდნის გაფართოების ან/და ინოვაციური მეთოდების გამოყენების საშუალებას მისცემს.	✓	✓					
გ) უზრუნველყოს დოქტორანტის ჩართვა საერთაშორისო ინტელექტუალურ სივრცეში, მის მიერ შემუშავებული ინოვაციური კვლევითი მეთოდებისა და მიდგომების ასახვა საერთაშორისო რეფერირებად პუბლიკაციებში და გავრცელება აკადემიური კეთილსინდისიერების პრინციპების დაცვით, კვლევის შედეგებისა და ახალი ცოდნის დასაბუთებულად, არგუმენტირებულად და შესაბამისი ფორმით წარდგენა-გადაცემა საერთაშორისო და ადგილობრივ დონეზე გამართულ თემატურ დისკუსიებში.			✓		✓		

VIII. სწავლის შედეგების მიღწევის მეთოდები

პროგრამის განხორციელებისას სწავლის შედეგების მისაღწევად გამოყენებული იქნება სწავლება/სწავლის შემდეგი მეთოდები და აქტივობები: ვერბალური ანუ ზეპირსიტყვიერი; დისკუსია, დებატები; დემონსტრირება; პრაქტიკული მუშაობის მეთოდი; ქმედებაზე ორიენტირებული სწავლება; პრობლემაზე დაფუძნებული სწავლება; სიტუაციის ანალიზი; წყაროს ანალიზი; პრეზენტაცია; წერიტი მუშაობის მეთოდი; ელექტრონული რესურსით სწავლა/სწავლება; კოოპერაციული სწავლება/მუშაობა გუნდთან ერთად; წერიტი დავალება; პროექტის შემუშავება და პრეზენტაცია და სხვა.

IX. სტუდენტის ცოდნის შეფასების სისტემა

დოქტორანტის ცოდნის შეფასება ხორციელდება განათლებისა და მეცნიერების მინისტრის 2007 წლის 5 იანვრის №3 ბრძანებისა და ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის აკადემიური საბჭოს 2015 წლის 8 ოქტომბრის №111 დადგენილებით დამტკიცებული „ბსუ-ს სასწავლო პროცესის მარეგულირებელი წესი“-ს შესაბამისად.

დოქტორანტის ცოდნის შეფასება ყოველ სასწავლო კურსში/მოდულში ხორციელდება 100-ქულიანი სისტემით, რომელიც წარმოადგენს შუალედური და დასკვნითი შეფასებების ჯამს (შუალედური შეფასება - მაქსიმუმ 40 ქულა, შუალედური გამოცდა - 20 ქულა, დასკვნითი გამოცდა - 40 ქულა).

შეფასების თითოეულ კომპონენტში გამოსაყენებელი შეფასების მეთოდები, კრიტერიუმები და შესაბამისი ქულის დაგროვების წესი განისაზღვრება სასწავლო კომპონენტის სილაბუსით, რომელიც შესაბამისობაშია სასწავლო კურსის სწავლის შედეგებთან.

გამოცდაზე დაშვების წინაპირობა:

შუალედური შეფასების მინიმალური კომპეტენციის ზღვარი არის 35% (60 ქულის შემთხვევაში - 21 ქულა), ხოლო დასკვნითი გამოცდის მინიმალური კომპეტენციის ზღვარი - 50% (40 ქულის შემთხვევაში - 20 ქულა).

გამოცდა - 40 ქულა.

გამოცდა შეიძლება ჩატარდეს წერიითი ან ზეპირი ფორმით. საგამოცდო ბილეთი შეიძლება მოიცავდეს ღია ტესტს, დახურულ ტესტს, თეორიულ საკითხებს ან პრაქტიკულ ამოცანებს.

საბოლოო შეფასება - 100 ქულა

ცალკეულ სასწავლო დისციპლინაში სტუდენტის საბოლოო შეფასება გამოიყვანება აკადემიური აქტივობის, რეიტინგული შეფასებისა და გამოცდის შედეგების ჯამით.

საბოლოო შეფასება განისაზღვრება შემდეგი რანჟირებით: A, B, C, D, E, FX, F.

ECTS-ის შეფასება ითვალისწინებს 5 სახის დადებით შეფასებას და ორი სახის უარყოფით შეფასებას.

დადებითი შეფასება:

- (A) – ფრიადი, მაქსიმალური შეფასების 91-100 ქულა;
- (B) – ძალიან კარგი, მაქსიმალური შეფასების 81-90 ქულა;
- (C) – კარგი, მაქსიმალური შეფასების 71-80 ქულა;
- (D) – დამაკმაყოფილებელი, მაქსიმალური შეფასების 61-70 ქულა;
- (E) – საკმარისი, მაქსიმალური შეფასების 51-60 ქულა.

უარყოფითი შეფასება:

- (FX) – ვერ ჩააბარა, მაქსიმალური შეფასების 41-50 ქულა. სტუდენტს ჩაასაბარებლად მეტი მუშაობა სჭირდება და ეძლევა დამოუკიდებელი მუშაობით დამატებით გამოცდაზე ერთხელ გასვლის უფლება;
- (F) – ჩაიჭრა, მაქსიმალური შეფასების 40 ქულა და ნაკლები. სტუდენტის მიერ ჩატარებული სამუშაო არ არის საკმარისი და მას საგანი ხელმეორედ აქვს შესასწავლი.

დოქტორანტის სემინარის შეფასება:

სასწავლო კომპონენტის ფარგლებში დოქტორანტი ვალდებულია მოამზადოს ორი სემინარი: დარგში და ქვედარგში, რომელიც ეძღვნება დარგის/ქვედარგის უახლოეს მიღწევებს, მეთოდებს, მიდგომებს ან/და დარგის ცალკეული საკითხის ზოგიერთი ცოდნის უახლეს ასპექტებს. დოქტორანტის სასემინარო ნაშრომი არ უნდა იყოს დისერტაციის შემადგენელი ნაწილი. სემინარი დარგში თემა შეირჩევა სამეცნიერო ხელმძღვანელთან/ხელმძღვანელებთან კონსულტაციით. სემინარის თემას ირჩევს დოქტორანტი აკადემიური რეგისტრაციის პერიოდში. დოქტორანტი მუშაობის პროცესში კონსულტაციებს გადის სამეცნიერო ხელმძღვანელთან/ხელმძღვანელებთან.

სემინარის შეფასება ხდება 100 ქულიანი სისტემით (60 ქულა- შინაარსობრივი მხარე და 40 ქულა - პრეზენტაცია). დოქტორანტი სემინარის ჩატარებამდე 10-15 კალენდარული დღით ადრე, სასემინარო ნაშრომს წარუდგენს სამეცნიერო ხელმძღვანელს, რომელიც აფასებს სასემინარო ნაშრომის შინაარსობრივ მხარეს შემდეგი კრიტერიუმებით:

- პრობლემის ფორმულირება - 10 ქულა;
- პრობლემის გადაწყვეტის მეთოდების იდენტიფიკაცია - 10 ქულა;
- მიღებული შედეგების სანდოობა - 20 ქულა;
- მსჯელობა და არგუმენტირებული დასაბუთება - 20 ქულა

მაქსიმალური შეფასება - 60 ქულა.

სემინარის პრეზენტაციაზე წარსადგენად, აუცილებელი წინაპირობა არის სასემინარო ნაშრომის შინაარსობრივი მხარის შეფასება მინიმუმ 31 ქულით.

სასემინარო ნაშრომის პრეზენტაციას, დისკუსიაში მონაწილეობას (15–25 წუთი) აფასებს რექტორის ბრძანებით შექმნილი კომისია (არანაკლებ 3 პირი, მათ შორის სამეცნიერო ხელმძღვანელი). დოქტორანტის სემინარის პრეზენტაცია ფასდება კომისიის თითოეული წევრის მიერ შემდეგი კრიტერიუმებით:

- სემინარის ფორმალური მხარე - 10 ქულა
- პრობლემის ფორმულირება - 10 ქულა
- არგუმენტირებული მსჯელობა და დასაბუთება - 10 ქულა
- შედეგები და დასკვნები - 10 ქულა

სულ მაქსიმალური შეფასება - 40 ქულა

პროფესორის ასისტენტობის შეფასება:

პროფესორის ასისტენტობა წარმოადგენს სასწავლო კომპონენტს, რომლის მიზანია დოქტორანტისათვის სრულფასოვანი სასწავლო-სამეცნიერო საქმიანობისათვის მზაობის ჩამოყალიბება, სწავლისა და სწავლების მეთოდების სასწავლო პროცესში გამოყენება, სასწავლო მასალებზე (სილაბუსი, საგამოცდო მასალები, სასწავლო ლიტერატურა და სხვა) მუშაობის უნარ-ჩვევების განმტკიცება. პროფესორის ასისტენტობა არის დოქტორანტის სასწავლო კომპონენტი ასისტენტობის ხელმძღვანელს წარუდგენს ანაგარიშს შესრულებული სამუშაოს შესახებ, თანდართული ფორმის შესაბამისად, რომელიც დეტალურადაა წარმოდგენილი სილაბუსში და უზრუნველყოფს შესაბამისი შეფასების უწყისის გაფორმებას და ფაკულტეტის ადმინისტრაციისათვის წარდგენას (განთავსდება დოქტორანტის პირად საქმეში). პროფესორის ასისტენტობა ფასდება 100-ქულიანი სისტემით. 51-ზე ნაკლები ქულის მიღების შემთხვევაში დოქტორანტი ითვლება ჩაჭრილად.

დოქტორანტის კოლოქვიუმი:

სადოქტორო პროგრამაზე სწავლის პერიოდში გათვალისწინებულია ორი კოლოქვიუმის ჩატარება, რომელიც წარმოადგენს სადოქტორო პროგრამის სამეცნიერო კომპონენტს. კოლოქვიუმი არის დოქტორანტის სადისერტაციო ნაშრომის ნაწილი, რომლის მომზადება მიზნად ისახავს:

- დარგის უახლეს მიღწევებზე დამყარებული ცოდნის არეალის გაფართოებას;
- დარგის ინოვაციური კვლევის მეთოდოლოგიის დამოუკიდებლად შემუშავებასა და სრულყოფას;
- კოლოქვიუმის თემის შესახებ სამეცნიერო ლიტერატურის კრიტიკულ გააზრებას;
- პრეზენტაციის უნარისა და დისკუსტის ხელოვნების განვითარება-სრულყოფას;
- სამეცნიერო პუბლიკაციის მომზადებას რეფერირებადი ჟურნალისათვის.

დოქტორანტი კოლოქვიუმის დაცვამდე 10-15 კალენდარული დღით ადრე სადოქტორო პროგრამის ხელმძღვანელს წარუდგენს კოლოქვიუმის ბეჭდურ და ელექტრონული ვერსიას, რომელიც გადაეცემა შესაბამისი აკადემიური ხარისხის/კვალიფიკაციის მქონე პირს (რეცენზენტს) და სამეცნიერო ხელმძღვანელს. კოლოქვიუმი მოიცავს დოქტორანტის მოხსენებას, რეცენზიისა და სამეცნიერო ხელმძღვანელის დასკვნის წარდგენასა და დისკუსიას. კოლოქვიუმის შედეგის შესახებ დეპარტამენტის საოქმო გადაწყვეტილება ინახება დოქტორანტის პირად საქმეში და ეცნობება დოქტორანტს. კოლოქვიუმი გაფორმებული უნდა იქნეს შემდეგი მოთხოვნების შესაბამისად:

ა) ნაშრომის ტექნიკური პარამეტრები: ზღვრული მოცულობა - 50-60 გვ.

ბ) ნაშრომს თან უნდა ერთვოდეს გამოყენებული ლიტერატურის ჩამონათვალი;

კოლოქვიუმი გაფორმებული უნდა იყოს შემდეგი წესით: ფურცლის ზომა - A/4; ტექსტი აკრეფილი უნდა იყოს 12-იანი შრიფტით, შრიფტის სახეობა - sylfaen; სტრიქონებს შორის მანძილი - 1,5; გვერდის საზღვრები: მარცხნიდან 3 სმ., მარჯვნიდან - 1 სმ., ზემოდან - 2,5 სმ., ქვემოდან - 2,5 სმ.

სადისერტაციო ნაშრომის წინასწარი განხილვა (აპრობაცია):

1. სადოქტორო პროგრამით გათვალისწინებული კრედიტების (სასწავლო და სამეცნიერო კომპონენტის) შესრულების შემდეგ (არაუგვიანეს მე-6 სემესტრის ბოლოს), შესაბამის დეპარტამენტში ხდება სადისერტაციო ნაშრომის წინასწარი განხილვა (აპრობაცია).

2. დოქტორანტი აპრობაციამდე 10-15 კალენდარული დღით ადრე შესაბამის დარგობრივ დეპარტამენტს წარუდგენს სადისერტაციო ნაშრომის 2 ბეჭდურ და ელექტრონული ვერსიას. ნაშრომის შეფასების მიზნით დეპარტამენტი გამოყოფს შესაბამისი კვალიფიკაციის, დოქტორის აკადემიური ხარისხის მქონე ორ რეცენზენტს (პირებს, რომლებთანაც დოქტორანტს არა აქვს საერთო კვლევა და ინტერესი, რაც დაკავშირებულია სადისერტაციო ნაშრომთან).

3. აპრობაცია მოიცავს დოქტორანტის მოხსენებას, რეცენზიებისა და სამეცნიერო ხელმძღვანელის დასკვნის წარდგენას, დისკუსიას და შეფასებას (დადებითი - დაშვება საჯარო დაცვაზე ან უარყოფითი - ნაშრომის დაბრუნება გადასამუშავებლად/ხარვეზების გასასწორებლად).

4. აპრობაციაზე უარყოფითი შეფასების მიღების შემთხვევაში ნაშრომი ხარვეზის აღმოსაფხვრელად უბრუნდება დოქტორანტს მომდევნო სემესტრის განმავლობაში გადამუშავებისა და ხელახალი წარდგენის მიზნით, ხოლო დადებითი შეფასებისას დოქტორანტი ვალდებულია შესაბამისი შენიშვნების გათვალისწინებით აპრობაციიდან არა უგვიანეს 6 თვისა დასრულებული სადისერტაციო ნამუშევარი წარუდგინოს სადისერტაციო საბჭოს.

5. აპრობაციის შედეგების შესახებ საოქმო გადაწყვეტილება ინახება დოქტორანტის პირად საქმეში.

სადისერტაციო ნაშრომის საჯარო დაცვაზე წარდგენის წინაპირობა:

სადისერტაციო ნაშრომის საჯარო დაცვაზე წარდგენის აუცილებელი პირობაა მინიმუმ სამი სამეცნიერო პუბლიკაცია, რომელიც უნდა იყოს დაბეჭდილი ან დასაბეჭდად მიღებული საზღვარგარეთის ან ადგილობრივ რეფერირებად/რეზენცირებად ჟურნალში, მათ შორის ერთი მათგანი აუცილებლად უნდა იყოს გამოცემული Web of Science (Clarivate Analytics), ERIH PLUS (European Reference

Index of the Humanities), Scopus ბაზებში ინდექსირებულ მაღალრეიტინგულ რეფერირებად/რეცენზირებად სამეცნიერო ჟურნალებში.

სადისერტაციო ნაშრომის შეფასება:

სადისერტაციო ნაშრომის დაცვის კომისიის წევრების მიერ დისერტაციის შეფასება ხდება კონფიდენციალურად, ასქულიანი სისტემით. დისერტაციის საბოლოო შეფასებისათვის სადისერტაციო ნაშრომის დაცვის კომისიას გამოყავს ქულათა საშუალო არითმეტიკული, რომელსაც შეუფარდებს შეფასებას შემდეგი სისტემის მიხედვით:

- 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) – საშუალო დონის ნაშრომი, რომელიც წაყენებულ ძირითად მოთხოვნებს აკმაყოფილებს;
- ე) დამაკმაყოფილებელი (rite) – შედეგი, რომელიც, ხარვეზების მიუხედავად, წაყენებულ მოთხოვნებს მაინც აკმაყოფილებს;
- ვ) არადამაკმაყოფილებელი (insufficient) – არადამაკმაყოფილებელი დონის ნაშრომი, რომელიც ვერ აკმაყოფილებს წაყენებულ მოთხოვნებს მასში არსებული მნიშვნელოვანი. დოქტორანტს უფლება ეძლევა ერთი წლის განმავლობაში წარადგინოს გადამუშავებული სადისერტაციო ნაშრომი. ხარვეზების გამო;
- ზ) სრულიად არადამაკმაყოფილებელი (sub omni canone) – შედეგი, რომელიც წაყენებულ მოთხოვნებს სრულიად ვერ აკმაყოფილებს.

სადისერტაციო დაცვამდე, დაცვის და შემდგომ პროცედურებს განსაზღვრავს ბსუ-ს სადისერტაციო საბჭოს დოქტორანტურის დებულება და ზუსტ მეცნიერებათა და განათლების ფაკულტეტის სადისერტაციოს საბჭოს დებულება.

X. დასაქმების სავარაუდო სფეროები

პროფესიული მოღვაწეობის სფეროები:

- სამეცნიერო-კვლევითი; პრაქტიკული; ექსპერიმენტული.

პროფესიული მოღვაწეობის ობიექტები:

- ბუნებისმეტყველებისა და მომიჯნავე პროფილის სამეცნიერო-კვლევითი და საწარმოო ორგანიზაციები, ფირმები, კერძო კომპანიები, საინვესტიციო და სამეცნიერო ტექნიკური ფონდები, კავშირგაბმულობისა და საბანკო სისტემები, ეკონომიკის მართვის სისტემები და სხვა.
- საგანმანათლებლო დაწესებულებები;
- სახელმწიფო ორგანოები (განსაკუთრებით საჭაერო-თავდაცვითი და სპეციალური დანიშნულების სახელმწიფო სამსახურები)

XI. პროგრამაზე ჩასარიცხ სტუდენტთა რაოდენობა:

სადოქტორო პროგრამის ფარგლებში ერთდროულად შეიძლება სწავლობდეს არაუმეტეს სამი დოქტორის აკადემიური ხარისხის მაძიებლისა.

XII. პროგრამის სტრუქტურა:

პროგრამის სასწავლო კომპონენტი მოიცავს 60 კრედიტს: მათ შორის 30 კრედიტი სავალდებულო კურსები, ხოლო 30 - არჩევითი. არჩევით კურსთაგან დოქტორანტმა აუცილებლად უნდა აირჩიოს მინიმუმ 20 კრედიტი სპეციალობის არჩევითი კურსებიდან სადოქტორო დისერტაციის თემატიკიდან გამომდინარე, ხოლო დარჩენილი 10 კრედიტი შეუძლია შეავსოს, როგორც სპეციალობის, ასავე საუნივერსიტეტო კურსებით, ან კიდევ საქართველოს/უცხოეთის აკრედიტირებული უმაღლესი სასწავლებლის სასწავლო კურსით ან გაიაროს პრაქტიკა სამეცნიერო-კვლევით დაწესებულებაში. სხვა აკრედიტირებულ სასწავლებელში სასწავლო კურსის გავლის, ან სპეციალისტის მოწვევის შემთხვევაში, პროგრამის ფარგლებში ერთჯერადად გაფორმდება ხელშეკრულება.

სასწავლო კომპონენტის სავალდებულო კურსები მოიცავს პროფესორის ასისტენტობას I/II (ჯამში 10 კრედიტი) და დოქტორანტის სემინარს დარგში/ქვედარგში (ჯამში 10 კრედიტი).

სამეცნიერო კომპონენტი მოიცავს დოქტორანტის ორ კოლოკვიუმს და სადისერტაციო ნაშრომის შესრულებას.

სასწავლო გეგმა

№	კომპონენტი	სასწავლო კურსის კოდი	წინაპირობის კოდი	კრედიტების რაოდენობა	საათების რაოდენობა	საკონტაქტო	მათ შორის						კრედიტების განაწილება სემესტრების მიხედვით						
							ლექ.	ჯგ. მუშ. / პრაქტიკული	ლაბ.	პრაქტიკა	შუალედური გამოცდა	დასვნილი გამოცდა	დამოუკ.	I სემესტრი	II სემესტრი	III სემესტრი	IV სემესტრი	V სემესტრი	VI სემესტრი
სავალდებულო კურსები				30	750	70	37	27	0	0	2	4	680	10	10	10	0	0	0
1	სწავლების თანამედროვე მეთოდები Modern Teaching Methods	D1140101001		5	125	30	13	14			1	2	95	5					
2	მეცნიერული კვლევის საფუძვლები Fundamentals of Scientific Research	D114020201		5	125	30	14	13			1	2	95	5					
3	სემინარი დარგში Seminar in the field	D1140105002		5	125	5	5						120		5				
4	სემინარი ქვედარგში Seminar in the subfield	D1140105003		5	125	5	5						120			5			
5	პროფესორის ასისტენტობა I	D1140105004	D1140101001	5	125								125		5				
6	პროფესორის ასისტენტობა II	D1140105005	D1140101001	5	125								125			5			
სპეციალობის არჩევითი კურსები (სავალდებულოა არჩეული იქნას მინიმუმ 20 კრედიტის მოცულობით)				30	750								760	10	10	10	0	0	0
7	წყლიანი გარემოს დიაგნოსტიკა ლაზერული სპექტროსკოპიით Diagnostics of Water Media by the Laser Spectroscopy Method	D1140105006		10	250	60	28	14	15		1	2	190						
8	სიგნალები დისპერსიულ არაერთგვაროვან გარემოში Signals in a dispersive inhomogeneous medium	D1140105007		10	250	60	28	19	10		1	2	190						
9	მზისა და ამინდის რადიოფიზიკა Solar and Weather RadioPhysics	D1140105008		10	250	60	29	28			1	2	190						

10	გაბნეული ელექტრომაგნიტური ტალღების სტატისტიკური მახასათებლების შესწავლა ტურბულენტურ ანიზოტროპულ დაჯახებად პლაზმურ გარემოში Research of Statistical Characteristics of Scattering Electromagnetic Waves at Propagation in Turbulent Non-Isotropic Collisional Plasma Layer	D1140105009	10	250	60	29	28			1	2	190						
11	თანამედროვე მაგნიტოპტიკა Modern Magneto-optics	D1140105010	10	250	60	29	28			1	2	190						
12	თანამედროვე ფიზიკის ექსპერიმენტული მეთოდები Experimental Methods of Modern Physics	D1140105011	10	250	60	29	28			1	2	190						
საუნივერსიტეტო არჩევითი კურსები																		
13	სოციალური ფსიქოლოგია დოქტორანტებისათვის Social Psychology for Doctoral Students	D11400302009	5	125	30	15	12			1	2	95						
14	ინფორმაციულ-საკომუნიკაციო ტექნოლოგიები კვლევა/სწავლებაში და ელექტრონული კურსების შექმნა Information-Communication Systems Research/in Study and Creation of Electronic Courses	D1140103001	5	125	30		27			1	2	95						
სასწავლო კომპონენტის მოცულობა			60	1500	250	124	111	0	0	5	10	1440	20	20	20	0	0	0

საგანმანათლებლო პროგრამა დოქტორანტს სთავაზობს სპეციალობის იმ სასწავლო კურსების ჩამონათვალს, რომლებიც შეესაბამება პროგრამის განმახორციელებელი პერსონალის სამეცნიერო ინტერესებს. თუმცა, ის შეიძლება სრულყოფილი იქნას დოქტორანტის მიერ შერჩეული სადოქტორო თემატიკიდან გამომდინარე, რისთვისაც სადოქტორო პროგრამის ფარგლებში არ გამოვრიცხავთ აკადემიური პერსონალის მოწვევას ბსუ-ს სხვა დეპარტამენტებიდან ან/და საქართველოს ან უცხოეთის სხვა უმაღლესი სასწავლებლებიდან, ან კიდევ შესაძლებელია ერთჯერადად გაფორმებული ხელშეკრულების ფარგლებში დოქტორანტი მივლენილი იქნას საქართველოს ან საზღვარგარეთის აკრედიტირებულ უმაღლეს დაწესებულებაში ან პრაქტიკის ობიექტში კონკრეტული სასწავლო კურსის ან პრაქტიკის გასავლელად. სპეციალობის არჩევითი კურსები ემსახურება ფიზიკის დოქტორის აკადემიური ხარისხის მაძიებლის სადოქტორო თემის სრულყოფას. სადოქტორო პროგრამის ფარგლებში გათვალისწინებულია მინიმუმ 20 კრედიტის არჩევა სპეციალობის არჩევითი კურსებიდან. საჭიროების შემთხვევაში დოქტორანტს შეუძლია აირჩიოს სასწავლო კურსი საუნივერსიტეტო სივრციდან.

XIII. სწავლის შედეგების მიღწევის დონე სასწავლო კურსების მიხედვით

№	სასწავლო კურსი	სწავლის შედეგი													
		1. D1140101001 - სწავლების თანამედროვე მეთოდები	2. D114020201 - მეცნიერული კვლევის საფუძვლები	3. D1140105002 - სემინარი დარგში	4. D1140105003 - სემინარი ქვედარგში	5. D1140105004 - პროფესორის ასისტენტობა I	6. D1140105005 – პროფესორის ასისტენტობა II	7ა. D1140105006 – წვლილი გარემოს დაცვის სტრატეგიაში და ლაზერული სპექტროსკოპიით	8ა. D1140105007 - სიგნალები დისკრსიულ არაერთგვაროვან გარემოში	9ა. D1140105008 - მზისა და ამინდის რადიოფიზიკა	10 ა. D1140105009 - გაბნეული ელექტრომაგნიტური ტალღების სტატისტიკური მახასიათებლების შესწავლა ტერმინალურ ანთროპოლოგიულ დაჯახებად აღაზრდულ გარემოში	11ა. D1140105010 თანამედროვე მაგნიტობატეხა	12ა. D1140105011 თანამედროვე ფიზიკის ექსპერიმენტული მეთოდები	13ა. D11400302009 – სოციალური ფსიქოლოგია დოქტორანტიტისთვის	14ა. D1140103001 - ინფორმაციულ-საკომუნიკაციო ტექნოლოგიები კვლევა/სწავლებაში და ელექტრონული კურსების შექმნა
1.	ცოდნა და გაგნობიერება														
1.1	ახდენს კლასიფიცირებას მიკრო, ნანო და ფემტო ტალღების მიღების, გავრცელების, გამოყენების, მათი ცოცხალ და/ან არაცოცხალ მატერიაზე ურთიერთ ზეგავლენის, მატერიის მახასიათებელი სტატისტიკური პარამეტრების ევოლუციური ცვლილებების და სხვ. უახლესი მიღწევების შესახებ, ასახვას მათ სამეცნიერო კვლევით შრომებში, მათ შორის რეფერირებად/რეცენზირებად პუბლიკაციებში, კრიტიკული გააზრების, ნაწილობრივ გადაფასებისა და ინოვაციური მეთოდების შემუშავების გზით.			1	2			3	3	3		3	3		
1.2	ახდენს იდენტიფიცირებას სწავლება-სწავლის თანამედროვე მიმართულებების, კვლევის მეთოდების და სტრატეგიების, შეფასების თანამედროვე პრინციპებისა და კრიტერიუმების შესახებ; აცნობიერებს არსებული ცოდნის გაფართოებისა და გადაფასების, სისტემური და კრიტიკული გააზრების საჭიროებას სამეცნიერო მიმართულებებში, როგორცაა: რადიო პეუნგაცია, რადიო ნავიგაცია, ატმოსფეროს მონიტორინგი, დიაგნოსტიკა და ელექტრომაგნიტური უსაფრთხოება, სამედიცინო ვიზუალიზაცია, განახლებადი ენერჯეტიკა, ციფრული კავშირგაბმულობა და სხვა.	1	2			2	3							2	2
2.	უნარი														
2.1	პრინციპების დაცვით გეგმავს, ახორციელებს და			1	2	2	3	3	3	3		3	3	3	2

	ზედამხედველობას უწევს ინოვაციურ კვლევებს რადიო პელენგაციის, რადიო ნავიგაციის, ატმოსფეროს მონიტორინგის, დიაგნოსტიკის და ელექტრომაგნიტური უსაფრთხოების, სამედიცინო ვიზუალიზაციის, განახლებადი ენერგეტიკის, ციფრული კავშირგაბმულობის და სხვ. მიმართულებებში საერთაშორისო რეფერირებადი პუბლიკაციისათვის აუცილებელი სტანდარტის დონეზე.														
2.2	აანალიზებს რთულ და წინააღმდეგობრივ იდეებს და იღებს ეფექტურ გადაწყვეტილებებს არგუმენტირებული დასკვნების საფუძველზე.	1	1	1	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	
2.3	შეიმუშავებს/განავითარებს ახალ მეთოდოლოგიურ მიდგომებს და ეფექტურად გადასცემს პროფესიულ საზოგადოებას მათ შორის უცხო ენაზე.			1	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	
3.	პასუხისმგებლობა და ავტონომიურობა														
3.1	ახორციელებს და ნერგავს უახლეს მიდწევებზე დამყარებულ კვლევით პროექტებს, აკადემიური კეთილსინდისიერების პრინციპების დაცვით, ინოვაციური, დამოუკიდებლობის მაღალი ხარისხით;	1	1	1	2	2	3	3	3	3	3	3	3		
3.2	წარმართავს საკუთარი და სხვების პროფესიულ საქმიანობას, განვითარებაზე ორიენტირებულ ღონისძიებებს ან/და საგანმანათლებლო საქმიანობას დამოუკიდებლობის მაღალი ხარისხით.							3	3	3	3	3	3		

შენიშვნა: 1 - გაცნობა; 2 - გაღრმავება; 3 - განმტკიცება

XIV. სწავლის შედეგების განაწილების გეგმა სასწავლო კურსებისა და სემესტრების მიხედვით

სემესტრი	დოქტორანტის სასწავლო კომპონენტის სწავლის შედეგები						
	1.1	1.2	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2
I		1; 2		1; 2	2	1	
II	3; 7ა/8ა/9ა/10ა/11ა/12ა	5	3; 5; 7ა/8ა/9ა/10ა/11ა/12ა/13ა/14ა	3; 5; 7ა/8ა/9ა/10ა/11ა/12ა	3; 5; 7ა/8ა/9ა/10ა/11ა/12ა	3; 5; 7ა/8ა/9ა/10ა/11ა/12ა	7ა/8ა/9ა/10ა/11ა/12ა
III	4; 7ა/8ა/9ა/10ა/11ა/12ა	6	4; 6; 7ა/8ა/9ა/10ა/11ა/12ა/13ა/14ა	4; 6; 7ა/8ა/9ა/10ა/11ა/12ა	4; 6; 7ა/8ა/9ა/10ა/11ა/12ა	4; 6; 7ა/8ა/9ა/10ა/11ა/12ა	7ა/8ა/9ა/10ა/11ა/12ა
IV							
V							
VI							

შენიშვნა: ცხრილში მითითებული ნომრები შეესაბამება სასწავლო კურსების რიგით ნომერს სასწავლო გეგმის მიხედვით.

სიმბოლოების აღნიშვნები:

„ა“ - მიუთითებს სპეციალობის არჩევით კურსებს;

„/“ - მიუთითებს სემესტრში ასარჩევი სასწავლო კურსებიდან ერთ-ერთს.

XV. სწავლის შედეგების შეფასების გეგმა

პროგრამის სწავლის შედეგები	სწავლის შედეგების შეფასების მეთოდები	სამიზნე ნიშნულები	მონაცემთა შეგროვება	ანალიზის შედეგების განზოგადების და გაუმჯობესების გზები
1.1 1.2	<p>პირდაპირი მეთოდები:</p> <ul style="list-style-type: none"> • დისკუსია • დემონსტრირება • პრეზენტაცია • ელექტრონული სწავლება • პროექტი • შუალედური და დასკვნითი გამოცდები 	<p>დოქტორანტის სასწავლო კომპონენტი შესრულებულად ჩაითვლება თუ ის შეძლებს განვითარებაზე ორიენტირებული მინიმუმ ერთი ღონისძიების (სამეცნიერო პიკნიკი, კონფერენცია და ა.შ.) ან/და მინიმუმ ორი საგანმანათლებლო საქმიანობის (პრაქტიკული, ჯგუფში მუშაობა) დაგეგმვას და განხორციელებას დამოუკიდებლობის მაღალი ხარისხით.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • სასწავლო პროცესის მონიტორინგი • საგამოცდო მასალების მონიტორინგი და ანალიზი • სტუდენტთა გამოკითხვის მასალები • კურსდამთავრებულთა გამოკითხვის მასალები 	<ul style="list-style-type: none"> • სასწავლო კურსების და პროგრამის სწავლის შედეგების გადახედვა და კორექტირება გაუმჯობესების მიზნით; • სასწავლო გეგმის სრულყოფა და მოდერნიზება
2.1 2.2 2.3	<p>პირდაპირი მეთოდები:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ქმედებაზე ორიენტირებული სწავლება • პრობლემაზე დაფუძნებული სწავლება • პრეზენტაცია • წერილობითი დავალება • სემინარი • შუალედური და დასკვნითი გამოცდები 	<p>დოქტორანტის კვლევითი კომპონენტი შესრულებულად ჩაითვლება თუ ის შეძლებს:</p> <p>ა) აკადემიური კეთილსინდისიერების პრინციპების დაცვით, ინოვაციური, უახლეს მიღწევებზე დამყარებული მინიმუმ სამი სამეცნიერო პუბლიკაციის დაბეჭდვას ან დასაბეჭდად მომზადებას საზღვარგარეთის ან ადგილობრივ რეფერირებად/რეზენცირებად ჟურნალში, მათ შორის ერთი მათგანის გამოცემოცემას Web of Science (Clarivate Analytics), ERIH PLUS (European Reference Index of the Humanities), Scopus ბაზებში ინდექსირებულ მაღალრეიტინგულ რეფერირებად/რეცენზირებად სამეცნიერო ჟურნალებში;</p> <p>ბ) სადოქტორო დისერტაციის წარდგენას აპრობაციაზე (წინასწარი დაცვა) და დადებითი შეფასების მიღებას.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • დამსაქმებელთა გამოკითხვის მასალები • სტუდენტთა აკადემიური მოსწრების ანალიზი • პროფესორ მასწავლებელთა სასწავლო და სამეცნიერო საქმიანობის შეფასების მასალები 	<ul style="list-style-type: none"> • სწავლა/სწავლებისა მეთოდების სრულყოფა და მოდერნიზება • სტუდენტთა შეფასების მეთოდების დახვეწა • პროგრამის განმხორციელებელი პერსონალისათვის განმავითარებელი შეხვედრების ორგანიზება
3.1 3.2	<p>არაპირდაპირი მეთოდები:</p> <ul style="list-style-type: none"> • კურსდამთავრებულთა გამოკითხვა • დამსაქმებელთა გამოკითხვა • აქტიურ სტუდენტთა გამოკითხვა • გარე შეფასებები • პროგრამის სტატისტიკური მაჩვენებლები: დასაქმების და სწავლის გაგრძელების 	<p>სადოქტორო დისერტაციის წარდგენას აპრობაციაზე (წინასწარი დაცვა) და დადებითი შეფასების მიღებას.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • პროგრამის ექსპერტიზა • სასწავლო კურსების და სასწავლო მასალების ექსპერტიზა 	<ul style="list-style-type: none"> • პროგრამის განმხორციელებელი პერსონალის ტრენინგ კურსებში მონაწილეობის წახალისება • ცვლილებების ინიცირება, განხილვა და დანერგვა

	<p>მაჩვენებლები; პროგრამის დამთავრების ან/და სტატუსის შეჩერების/ შეწყვეტის მაჩვენებლები; შემდეგ საფეხურზე სწავლის გაგრძელების მაჩვენებელი</p> <ul style="list-style-type: none">• სხვა (Peer) უნივერსიტეტებთან შედარება• კურსდამთავრებულთა კარიერული წინსვლის და სხვა მიღწევების მაჩვენებლები			
--	--	--	--	--

დოქტორანტურაში მისაღები გამოცდის საკითხები სპეციალობაში და ლიტერატურა

კონკურსის შემთხვევაში, უნივერსიტეტის დოქტორანტურის დებულების შესაბამისად ტარდება გამოცდა სპეციალობაში. ქვემოთ მოცემულია საგამოცდო საკითხები დოქტორანტურაში შემსვლელთათვის.

1. წრფივი რხევითი სისტემები. მატერიალური წერტილის მცირე რხევები. თავისუფალი რხევები. მიღწევი რხევები.
2. იძულებითი რხევები. რეზონანსის მოვლენა.
3. გაუსის თეორემა. სტოქსის თეორემა. მათი გამოყენება მარტივი წყაროს ელექტრული და მაგნიტური ველების გამოთვლისას.
4. მაქსველის განტოლებათა სისტემები (ინტეგრალური და დიფერენციალური სახით). სასაზღვრო პირობა ორი გარემოს გამყოფ საზღვარზე.
5. ელექტრული და მაგნიტური ველის დამაბულობების გამოსახულებები სკალარული და ვექტორული პოტენციალების საშუალებით.
6. უწყვეტობის განტოლება დიფერენციალური და ვექტორული ფორმით.
7. ელექტრომაგნიტური ტალღის განტოლება ვაკუუმში. ბრტყელი მონოქრომატული ტალღები და მათი თვისებები. ელექტრომაგნიტური ტალღების პოლარიზაცია.
8. სინათლის გავრცელება ნივთიერებაში. დისპერსია. ფაზური და ჯგუფური სიჩქარეები. გარდატეხის კომპლექსური მაჩვენებელი.
9. ელექტრომაგნიტური ტალღების დიფრაქცია (ჰიუგენს-ფრენელისა და ფრაუნჰოფერის მიახლოება).
10. ფიზიკური სიდიდეები და ოპერატორები კვანტურ მექანიკაში.
11. კვანტური სისტემის მდგომარეობა. ტალღური ფუნქცია. სტატისტიკური ოპერატორი.
12. მოძრაობის რაოდენობის მომენტის ოპერატორები. ორბიტალური, სპინური და სრული მომენტები. ელექტრონის მაგნიტური მომენტი.
13. პაულის პრინციპი. მისი ზუსტი და მიახლოებითი ფორმულირება.
14. ნაწილაკი ცენტრალურ ველში. წყალბადის ატომის სპექტრები.
15. ტალღური პაკეტის გავრცელება ნაწილობრივ დიპერსირებად გარემოში. დისპერსიის თეორემა. დისპერსიის პირველი და მეორე მიახლოება.
16. დარტყმითი ტალღების ფორმირება და ევოლუცია არადისპერსირებად და დისპერსირებად გარემოებში.
17. სუსტი არაწრფივი დისპერსიის გავლენა ტალღურ პროცესებზე ბიურგესის განტოლება.
18. სუსტი არწრფივი დისპერსიის გავლენა ტალღურ პროცესებზე. კორტევეგა დე ფრიზის განტოლება.

ლიტერატურა:

- [1] Ishimaru A. Wave propagation and scattering in random media. Oxford University Press, ISBN 0-7803-3409-4, 1997.
- [2] Richard J.Sasiela. Electromagnetic wave propagation in turbulence. Springer-Verlag, ISBN 3-540-57619-3, 1994
- [3] Rytov S.M., Kravtsov, Yu.A., Tatarsky, V.I. Introduction to statistical radiophysics. Part 2 Random fields. Science, 1978.
- [4] Tatarskii V.I. Wave propagation in a turbulent medium. McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, 1961.
- [5] Gary D.E., Hunford G.J. Radio Spectral Diagnostics. Solar and Space Weather RadioPhysics. pp. 71- 87. 2008, Science, 1967.
- [6] Felsen L.B., Marcuvitz N. Radiation and Scattering of Waves. New Jersey, 1973.
- [7] Papas Ch. Theory of Electromagnetic wave Propagation. Dover Publication, Inc, New York, 2016.
- [8] Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. Москва, «Наука», 1982.
- [9] Виноградова М.Б., Руденко О.В., Сухоруков А.П. Теория волн. – М.: Наука, 1979.
- [10] Уезеи Д.Ж. Линейные и нелинейные волны, 1974.

ადამიანური და მატერიალური რესურსი

ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ინფრასტრუქტურა და ტექნიკური აღჭურვილობა უზრუნველყოფს ფიზიკის საბაკალავრო/სამაგისტრო/სადოქტორო საგანმანათლებლო პროგრამით გათვალისწინებული სწავლის შედეგების მიღწევას. უნივერსიტეტს აქვს სასწავლო პროცესისათვის საჭირო ინვენტარით აღჭურვილი სასწავლო აუდიტორიები, ლაბორატორიები, ინტერნეტ ქსელში ჩართული კომპიუტერული კლასები. უნივერსიტეტი საგანმანათლებლო პროგრამებს უზრუნველყოფს, აგრეთვე, სპორტული ბაზებით, საკონფერენციო დარბაზებით, პრაქტიკის ბაზებით, საუნივერსიტეტო ბიბლიოთეკით, ელექტრონული საბიბლიოთეკო რესურსებით:

- ScienceDirect (<https://www.sciencedirect.com/>)
- Scopus (<https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>)
- EBSCO Publishing (<https://www.ebsco.com/academic-libraries>)
- Cambridge University Press (<https://www.cambridge.org/core>)
- Royal Society Journals Collection (<http://royalsocietypublishing.org>)

და სხვა.

(დამატებითი ინფორმაცია საბიბლიოთეკო რესურსების შესახებ იხილეთ ბმულზე <https://bsu.edu.ge/sub-15/page/2-174/index.html>)

პროგრამის განხორციელებას ხელს უწყობს 5 სასწავლო ლაბორატორია, რომელიც ბსუ-ს ფიზიკის დეპარტამენტთან არსებობს. ესენია:

1. **მექანიკის ლაბორატორია** - უზრუნველყოფს სტუდენტთა აღჭურვას შემდეგი უნარებით: მექანიკაში ექსპერიმენტული სამუშაოების დაგეგმვის, ჩატარების და ანალიზის უნარი, ექსპერიმენტის ცდომილების განსაზღვრა; თეორიული და ექსპერიმენტული მონაცემების სინთეზის და დასკვნის უნარი მექანიკური პროცესებისა და/ან მოვლენების შესახებ.
2. **მოლეკულური ფიზიკის ლაბორატორია** - უზრუნველყოფს სტუდენტთა აღჭურვას შემდეგი უნარებით: მოლეკულური ფიზიკისა და თერმოდინამიკის კანონების პრაქტიკაში გამოყენების უნარი კონკრეტული ამოცანების ამოხსნისას; გამზომი ხელსაწყოებისა და ლაბორატორიული აღჭურვილობის სათანადოდ გამოყენების უნარი; ექსპერიმენტის ორგანიზებისა და ჩატარების უნარი; შედეგების დამუშავებისა და ანალიზის უნარი.
3. **ელექტრომაგნეტიზმის ლაბორატორია** - ლაბორატორია უზრუნველყოფს სტუდენტთა აღჭურვას შემდეგი უნარებით: ელექტრომაგნეტიზმის თეორიისა და კანონების პრაქტიკაში გამოყენების უნარი; ელექტროგამზომი ხელსაწყოების (მულტიმეტრები, ოსცილოგრაფები, კვების მართვადი წყაროები, სიგნალების გენერატორები და სხვა.) გამოყენების უნარი.
4. **ოპტიკის ლაბორატორია** - უზრუნველყოფს სტუდენტთა აღჭურვას შემდეგი უნარებით: ოპტიკური მოვლენების ირგვლივ თეორიული და ექსპერიმენტალური მონაცემების მოძიების, შეგროვების, ანალიზის, სინთეზის, დამუშავებისა და სათანადოდ დასკვნის უნარი; ოპტიკური და ოპტიკურ-ელექტრონული ხელსაწყოების, ფოტომეტრული ხელსაწყოების, ოპტო-სამედიცინო ტექნიკის, ლაზერის, კავშირის ოპტიკური სისტემების, გარემოს დაბინძურების ეკოლოგიური მონიტორინგის კომპლექსური ოპტიკური სისტემების გამოყენების უნარი.
5. **რადიოფიზიკის ლაბორატორია** - უზრუნველყოფს სტუდენტთა აღჭურვას შემდეგი უნარებით: რადიო სიგნალებისა და რადიოელექტრონული მოწყობილობების, სიგნალების დამუშავების, სპექტროსკოპიის, სიგნალების გენერირების, გაძლიერების, მოდულაცია-დემოდულაციის და სხვა. თეორიული ცოდნის პრაქტიკაში გამოყენების უნარი; საკვლევი ობიექტის შესახებ (ატმოსფერო, წყალი, ცოცხალი გარემო, ფლორა და სხვა) ექსპერიმენტული მონაცემების მოძიება, შეგროვება, ანალიზი, სინთეზი და დამუშავება; პრობლემის იდენტიფიცირებისა და გადაწყვეტის უნარი კვლევის რადიოფიზიკური მეთოდებით. ლაბორატორიაში 2006 წლიდან სრულდება სამეცნიერო საგრანტო პროექტები, კერძოდ: რადიოფიზიკის ლაბორატორიის ბაზაზე შესრულდა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მიერ დაფინანსებული 3 მსხვილბიუჯეტური

სამეცნიერო საგრანტო პროექტი, საგრანტო პროექტების ფარგლებში ლაბორატორია აღჭურვილია თანამედროვე ციფრული ლაბორატორიული ტექნიკით.

საგანმანათლებლო პროგრამის განხორციელებას უზრუნველყოფს ფიზიკის დეპარტამენტის, პედაგოგიურ მეცნიერებათა დეპარტამენტის, სოციალურ მეცნიერებათა დეპარტამენტის, სამართლისა და საჯარო მმართველობის დეპარტამენტის და კომპიუტერული მეცნიერებათა დეპარტამენტის 4 პროფესორი, 5 ასოცირებული პროფესორი, 2 მოწვეული პროფესორი, მათ შორის ბსუ-ს საპატიო დოქტორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის პროფესორი და 2 მოწვეული უფროსი მასწავლებელი:

1. **პაატა კერვალიშვილი**, პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ბსუ-ს საპატიო დოქტორი;
2. **ჟუჟუნა დიასამიძე**, ემერიტურ პროფესორი - ბსუ-ს ზუსტ მეცნიერებათა და განათლების ფაკულტეტის, ფიზიკის დეპარტამეტი;
3. **ნუგზარ ლომიძე**, პროფესორი - ბსუ-ს ზუსტ მეცნიერებათა და განათლების ფაკულტეტის, ფიზიკის დეპარტამეტი;
4. **ლელა თავდგირიძე** - პროფესორი, ბსუ-ს ზუსტ მეცნიერებათა და განათლების ფაკულტეტის პედაგოგიურ მეცნიერებათა დეპარტამენტი;
5. **გურამ ჩაგანავა** - პროფესორი, ბსუ-ს იურიდიული და სოციალურ მეცნიერებათა ფაკულტეტის სოციალურ მეცნიერებათა დეპარტამენტი;
6. **მურმან გორგოშაძე** - პროფესორი, ბსუ-ს იურიდიული და სოციალურ მეცნიერებათა ფაკულტეტის სამართლისა და საჯარო მმართველობის დეპარტამენტი;
7. **ომარ ნაკაშიძე**, ასოცირებული პროფესორი - ბსუ-ს ზუსტ მეცნიერებათა და განათლების ფაკულტეტის, ფიზიკის დეპარტამეტი;
8. **იზოლდა ჯაბნიძე**, ასოცირებული პროფესორი - ბსუ-ს ზუსტ მეცნიერებათა და განათლების ფაკულტეტის, ფიზიკის დეპარტამეტი;
9. **ლალი კალანდაძე**, ასოცირებული პროფესორი - ბსუ-ს ზუსტ მეცნიერებათა და განათლების ფაკულტეტის, ფიზიკის დეპარტამეტი;
10. **ზაურ გამიშიძე**, ასოცირებული პროფესორი - ბსუ-ს ზუსტ მეცნიერებათა და განათლების ფაკულტეტის, ფიზიკის დეპარტამეტი;
11. **ზაზა დავითაძე**, ასოცირებული პროფესორი - ბსუ-ს ზუსტ მეცნიერებათა და განათლების ფაკულტეტის, კომპიუტერულ მეცნიერებათა დეპარტამეტი;
12. **კახა მახარაძე** - ფიზიკის დოქტორი (პოსტდოქტორანტი) - ბსუ-ს ზუსტ მეცნიერებათა და განათლების ფაკულტეტის ფიზიკის დეპარტამენტი;
13. **მირანდა ხაჯიშვილი** - ფიზიკის დოქტორი (პოსტდოქტორანტი) - ბსუ-ს ზუსტ მეცნიერებათა და განათლების ფაკულტეტის ფიზიკის დეპარტამენტი.