

დამტკიცებულია ცვლილებებით სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის აკადემიური საბჭოს მიერ  
(აკადემიური საბჭოს დადგენილება № 05/01- 351, 17.07.2017)

1. პროგრამის სახელწოდება - მყარი სხეულების ფიზიკა
2. მისანიჭებელი აკადემიური ხარისხი - ფიზიკის დოქტორი
3. პროგრამის მოცულობა- 180 (ECTS) კრედიტი, ხანგრძლივობა 6 სემესტრი, სემესტრში - 30 კრედიტი
4. სწავლების ენა - ქართული
5. სადოქტორო პროგრამის ხელმძღვანელი

სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის პროფესორი, სოხუმის ილია ვეკუას ფიზიკა-ტექნიკის ინსტიტუტის მთავარი მეცნიერ-თანამშრომელი, ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა დოქტორი - ვლადიმერ კირცხალია

## 6. სადოქტორო პროგრამაზე მიღების წინაპირობები

- მაგისტრის ხარისხი, ან მასთან გათანაბრებული ერთსაფეხურიანი სწავლების დიპლომი ფიზიკაში;
- შიდასაუნივერსიტეტო გამოცდა უცხო-ენაში (ინგლისური, გერმანული, ფრანგული, რუსული) - B2 დონე;
- გასაუბრება სპეციალობაში - (სასპეციალიზაციო დისციპლინა - **ფიზიკა**)
- კანონმდებლობით გათვალისწინებული სხვა შემთხვევები

## 7. პროგრამის მიზანი

სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მიერ სადოქტორო პროგრამის- „**მყარი სხეულების ფიზიკა**“ წარმოდგენა განპირობებულია სოხუმის უნივერსიტეტის მრავალწლიანი თანამშრომლობით სოხუმის ილია ვეკუას ფიზიკა-ტექნიკის ინსტიტუტთან (სფტი) ფიზიკის ისეთ მნიშვნელოვან დარგში როგორცაა მყარი სხეულების ფიზიკა და ემყარება ამ თანამშრომლობის მდიდარ გამოცდილებას. უკანასკნელი 10-15 წლის განმავლობაში მყარი სხეულების ფიზიკის მთავარ პრობლემად იქცა მცირემასშტაბიან აქტიურ ელემენტებსა და მათზე დაფუძნებულ მაღალტექნოლოგიურ ხელსაწყოებსა და მოწყობილობებში მიმდინარე პროცესების კვლევა მათი პროგნოზირებისა და მართვის შესაძლებლობების დადგენის მიზნით. ასევე განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება თერმოელექტრული შენადნობების მიღების ტექნოლოგიების სრულყოფის და მათ საფუძველზე მაღალეფექტური თერმოელექტრული მასალებისა და მოწყობილობების შექმნის პრობლემას. სოხუმის ილია ვეკუას ფიზიკა-ტექნიკის ინსტიტუტი ეყრდნობა რა ინსტიტუტის მდიდარ გამოცდილებას და მნიშვნელოვან მიღწევებს, ახორციელებს ინტენსიურ მეცნიერულ კვლევებს ორივე ამ მიმართულებით. ზემოთ აღნიშნული მოითხოვს ინსტიტუტის შევსებას ახალგაზრდა, პერსპექტიული მეცნიერ-თანამშრომლებით. სადოქტორო პროგრამის მიზანია საერთაშორისო სტანდარტების შესაბამისი, მაღალი კვალიფიკაციის მქონე სპეციალისტების მომზადება მყარი სხეულების ფიზიკაში და მათი ინსტიტუტში მოზიდვა, რათა გარანტირებული იყოს არსებული და სამომავლო გეგმების სათანადო დონეზე შესრულება. ამისათვის პირველ რიგში გამოყენებული იქნება სოხუმის ილია ვეკუას ფიზიკა-ტექნიკის ინსტიტუტის მატერიალურ-ტექნიკური ბაზა და საქართველოში ამ მიმართულებით არსებული სკოლის გამოცდილება, რომელიც აღიარებულია საერთაშორისო დონეზე.

## 8. პროგრამის შედეგი

**ცოდნა და გაცნობიერება** - გააჩნია ფუნდამენტური და უახლეს მიღწევებზე დამყარებული ცოდნა მყარი სხეულების ფიზიკის დარგში, რაც არსებული ცოდნის გაფართოებისა თუ ინოვაციური მეთოდების გამოყენების საშუალებას იძლევა. ფლობს ამ დარგის მკვლევარისთვის აუცილებელ უნარ-ჩვევებს, რომლებიც იძლევიან მყარი სხეულების ფიზიკაში რეფერირებადი საერთაშორისო პუბლიკაციისათვის აუცილებელი სტანდარტის დონეზე მუშაობის საშუალებას. ღრმად ერკვევა არსებულ პრობლემებში, გაცნობიერებული აქვს არსებული ცოდნის ხელახალი გააზრების, ნაწილობრივ გადაფასებისა და გადაჭრის გზები და მეთოდები.

- **ცოდნის პრაქტიკაში გამოყენების უნარი** - შეუძლია დამოუკიდებლად დაგეგმოს, ზედამხედველობა გაუწიოს და განახორციელოს ინოვაციური სამეცნიერო კვლევები მყარი სხეულებისა და ნახევარგამტარების ფიზიკაში, შეიმუშაოს ახლებური ორიგინალური კვლევითი და ანალიტიკური მეთოდები და მიდგომები, რაც ახალი ცოდნის შექმნაზე ორიენტირებული და აისახება საერთაშორისო რეფერირებად პუბლიკაციებში.
- **დასკვნის უნარი** - აქვს კრიტიკული ანალიზის და არგუმენტირებული დასკვნის გაკეთების უნარი, შეუძლია რთული და წინააღმდეგობრივი პრობლემების შეფასება და მათი გადაწყვეტისათვის სწორი და ეფექტური გადაწყვეტილებების დამოუკიდებლად მიღება.
- **კომუნიკაციის უნარი** - შეუძლია კოლეგებთან სამეცნიერო თემებზე მსჯელობა და დისკუსიის სწორად წარმართვა, უცხო ენაზე სამეცნიერო პუბლიკაციების სათანადოდ მომზადება და საერთაშორისო კონფერენციებზე და სიმპოზიუმებზე მოხსენებით გამოსვლა.
- **სწავლის უნარი** - შეუძლია ახალი ინფორმაციების და იდეების მოძიება და მათი გამოყენება საკუთარი სამეცნიერო-კვლევითი პრობლემების გადაჭრაში. უახლეს მიღწევებზე დამყარებული ცოდნიდან გამომდინარე, აქვს ახალი იდეების ან პროცესების განვითარების მზაობა სწავლისა და საქმიანობის, მათ შორის, კვლევის პროცესში.
- **ღირებულებები** - იცის ფიზიკის განვითარების ისტორია, მისი როლი და მნიშვნელობა კაცობრიობის ცივილიზაციის განვითარების საქმეში, კარგად იცის მყარი სხეულების ფიზიკის თანამედროვე პრობლემები, ესწრაფვის თავისი წვლილი შეიტანოს ქართული ფიზიკური სკოლის წარმატებაში. შეუძლია ღირებულებათა დამკვიდრების გზების კვლევა და მათ დასამკვიდრებლად ინოვაციური მეთოდების შემუშავება.

## 9. ინფორმაცია საგანმანათლებლო პროგრამის განხორციელებისათვის აუცილებელი ადამიანური და მატერიალურ-ტექნიკური რესურსების შესახებ

სასწავლო გეგმით გათვალისწინებული საგნების თეორიული ნაწილი წაიკითხება სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა და ჯანდაცვის ფაკულტეტისა და სფტი-ს მაღალკვალიფიციური თანამშრომლების მიერ, უნივერსიტეტის ბიბლიოთეკის, ინტერნეტრესურსებისა და პროგრამაში დასაქმებული აკადემიური პერსონალის პირადი ელექტრონული ბიბლიოთეკების გამოყენებით. ექსპერიმენტული კვლევითი სამუშაოები ძირითადად ჩატარდება სოხუმის ილია ვეკუას ფიზიკა-ტექნიკის ინსტიტუტში (სფტი), ინსტიტუტსა და სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტს შორის ურთიერთთანამშრომლობის შესახებ გაფორმებული მემორანდუმის საფუძველზე. მთავრობის გადაწყვეტილებით სფტი განთავსებულია ქ. თბილისში, მინდელის ქ. #7-ში განლაგებულ შენობა - ნაგებობებში საერთო ფართობით-4610 კვ. მ. ჩატარებული სარემონტო და სარეაბილიტაციო სამუშაოების შედეგად მომზადდა სამეცნიერო -კვლევითი, ლაბორატორიული და საწარმოო ფართები შესაბამისი ტექნოლოგიური უზრუნველყოფით (ელექტრო, გაზ და წყალმომარაგება) სფტი-ს სამეცნიერო-კვლევითი და საცდელ-ტექნოლოგიური ბაზის ჩამოყალიბება ხორციელდება ინსტიტუტის საკუთარი დამუშავებებით და ტექნიკური გადაწყვეტით შექმნილი, საერთაშორისო პროექტების დაფინანსებით შექმნილი და ივანე ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის და მაღალი ტექნოლოგიების ეროვნული ცენტრის მიერ გადმოცემული ხელსაწყო-დანადგარებითა და აპარატურით, კერძოდ:

- მეტალოგრაფიული მიკროსკოპი-MMP-4; მეტალოგრაფიული მიკროსკოპი-Microscope Eclipse LV-150; ინტერფერენციული მიკროსკოპი-МИИ-4; სისალის გამზომი მიკროინტენტორი-ИИМТ-3; რენტგენური დიფრაქტომეტრი-DPOH-3M; ჩოხრალსკის ტიპის კრისტალების გაზრდის დანადგარი; ზონური დნობის ღუმელი; სპეციალური დანიშნულების ინდუქციური ღუმელი კვარცის ვაკუუმური კამერით; მაღალსიხშირული გენერატორი; ბურთულეებიანი წისქვილი მასიური ნ/გ კრისტალებისგან ულტრადისპერსიული და ნანოზომების ფხვნილების მისაღებად (გერმანია); მაპოლირებელი დანადგარი-M-Prep 3<sup>TM</sup> 8 “Grinder/Polisher” (USA); პირდაპირი გაზურების ცხელი წნეხი; გრიგალური წისქვილი; შიგა ჭრის ალმასის დისკის დანადგარი (ლაბორატორიული); ნახევარგამტარული მასალების მონოკრისტალების ორიენტირებული ჭრის დაზგა- 240ST; თერმოელექტრული ბატარეის კომპუტაციური ფირფიტების დასაჭრელი მოწყობილობა (ლაბორატორიული); სვერული მიკრომლიფის დანადგარი კომპარატორით-И3А-2; მონოკრისტალების სახეხი დაზგა-ЖК- 1409 (3ც); ლაბორატორული დილატომეტრი ტევადური გადამწოდით; ავტომატური დილატომეტრი (დიფერენც. თერმული ანალიზატორი) - AD-DTA; გრეხითი რხევების პირობებში შინაგანი ხახუნის გამზომი ლაბორატორული დანადგარი; მცირეზომებიანი ნ/გ ნიმუშების 4-ზონდიდნი მეთოდით ელექტროფიზიკური მახასიათებლების განსაზღვრის ლაბორატორიული მოწყობილობა; ნახევარგამტარების თერმოელექტრული მახასიათებლების (ელ. გამტარობა, სითბოგამტარობა, ზეებეკის კოეფიციენტი) გაზომვის დანადგარი; თხევადფაზური ეპიტაქსის დანადგარი - C3348 06; მრავალფუნქციონალური მაღალვაკუუმური კამერა; წყალბადის გამწმენდი-ОКБ-8093; სპექტრომეტრი - Bekman UV-524om; სპექტრომეტრი - UKC-14; სპექტრომეტრი - ЛАФС; სპექტრომეტრი - IR-720; ეგზოელექტრონული ემისიის კვლევის კომპლექსი-УСУ-4; სიხშირემზომი - Ф 5035; ტუმბო ნორდი - 100 (2ც); ვაკუუმური დაფენის დანადგარი YBP 3M უხეთო ამოტუმბვის სისტემით (ტურბომოლეკულური ტუმბოებით TMH-200, TMH-500) და მათი მართვის ბლოკებით; კრიოსორბციული ტუმბო - (დამზადებული სფტი-ში) (4ც); კრიოსორბციული ტუმბოს გამოსაცდელი სტენდი კამერით, მართვის ბლოკით, გამზომ-მაკონტროლებელი აპარატურით; ფორვაკუუმური ტუმბო (5ც); დიფუზიური ტუმბო (3ც); ტურბომოლეკულური ტუმბო (2ც); ლაზერული გამომსხივებელი; ლაზერული გამომსხივებლის სიმძლავრის საზომი-ИКТ-1Н;

ნაწილაკების ათვლის სიჩქარის მზომი-УИИ2-2; სხვა გამზომი ხელსაწყოები (სიხშირმზომები, ოსცილოგრაფები, კომბინირებული ხელსაწყოები, ომეტრები, ციფრული ვოლტმეტრები, მაღალი სიზუსტის მილიამპერმეტრვოლტმეტრები, მანომეტრები, თერმოწყვილების USB მოდული, პირომეტრები, ვაკუუმური გადამწოდები, ანალიტიკური სასწორები და სხვა). მექანიკური საამქრო, აღჭურვილი საბურღი, სახარატო მღარავი ჩარხებით, ვალცით, მექნიკური წნეხით შესაბამისი ხელსაწყოებითა და ინსტრუმენტებით; დაბალტემპერატურული კვლევების უზრუნველსაყოფად თხევადი აზოტის ცისტერნა, დიუარები და ჰელიუმის კრიოსტატი.

ამავე დროს ინსტიტუტი აღჭურვილია თანამედროვე საინფორმაციო-საკომუნიკაციო საშუალებებით (ქსელში ჩართულია 40-მდე პერსონალური კომპიუტერი და შესაბამისი პერიფერიული მოწყობილობები).

აღნიშნული მატერიალურ-ტექნიკური ბაზა დაეთმობა დოქტორანტებს სამეცნიერო-კვლევითი ექსპერიმენტების ჩასატარებლად.

**CNCP-ს დაფინანსებით ხორციელდება კომერციული პროექტები, შეძენილია მაღალ-ტექნოლოგიური დანადგარები, რომლებიც გარდა საწარმოო დანიშნულებისა, გამოიყენებიან ინოვაციური ტექნოლოგიების შესაქმნელად.**

ადამიანური და მატერიალური რესურსებიდან გამომდინარე, სადოქტორო პროგრამაზე შესაძლებელია 5 დოქტორანტის მიღება.

## 10. კვლევითი კომპონენტი

სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მიერ წარდგენილი სადოქტორო პროგრამის „**მყარი სხეულის ფიზიკა**“ კვლევითი კომპონენტი განისაზღვრება სოხუმის ილია ვეკუას ფიზიკა-ტექნიკის ინსტიტუტის სამეცნიერო-კვლევითი თემატიკით, რომელიც ეყრდნობა რა ინსტიტუტის მდიდარ გამოცდილებას და მნიშვნელოვან მიღწევებს, უახლოეს წლებში აგრძელებს მუშაობას შემდეგი პრიორიტეტული მიმართულებებით:

- ნახევარგამტარული მასალათმცოდნეობა და ხელსაწყოთმშენებლობა;
- მაღალი ეფექტურობის ნახევარგამტარული მასალების მიღება და კვლევა;
- სითბოს სხვადასხვა წყაროზე მომუშავე სხვადასხვა დანიშნულების თერმოელექტრული ბატარეების და გენერატორების დამუშავება და შექმნა;
- ფოტოელექტრული წყაროების დამუშავება-დამზადება;
- ოპტოელექტრონული მოწყობილობების (ნახევარგამტარული ფოტოდიოდები, ტრანზისტორები, ფოტოდეტექტორები) შექმნა ინფორმაციის მიღების, დამუშავების, გადაცემის და მართვის ცპეციალური სისტემებისთვის;
- რადიაციული ტექნოლოგიებით (იონური იმპლანტაციით და ნეიტრონული დასხივებით) გაუმჯობესებული მექანიკური, ელექტროფიზიკური და რადიაციამედეგი თვისებების მასალების მიღება ლითონური და ნახევარგამტარული ხელსაწყო- მოწყობილობების შესაქმნელად;
- მაღალეფექტური კრიოგენული ტექნოლოგიებისა და დანადგარ-მოწყობილობების დამუშავება მათი მეცნიერებაში, მედიცინაში, მრეწველობასა და სოფლის მეურნეობაში გამოყენების მიზნით;

- მდგრადი სტრუქტურული თვისებებისა და მაღალტემპერატურული ზეგამტარული მახასიათებლების მქონე Y1-2-3 ტიპის კერამიკული კომპოზიციების მიღება და კვლევა;
- ფარული სახიფათო ობიექტების დეტექტირების და სპეციალური დანიშნულების ობიექტების მონიტორინგისა და დაცვის პროგრამულ აპარატული სისტემების დამუშავება სწრაფად განვითარებადი საინფორმაციო-საკომუნიკაციო ტექნოლოგიების (ICT) გამოყენებით;
- ბაზალტის ადგილობრივი ნედლეულისგან ბოჭკოს, ფიბრის, ულტრადისპერსიული ფხვნილების მიღებისა და მათგან კომპოზიციურ მასალა-ნაკეთობათა შექმნის ინოვაციური ტექნოლოგიების დამუშავება.

ზემოთ აღნიშნული კვლევების ფარგლებში ნანომოვლენებისა და ნანოტექნოლოგიების გამოყენებისა და განვითარების თვალსაზრისით შესრულებულია და შესრულებული იქნება შემდეგი პროექტები:

- იონიშპლანტირებული ახალი მასალების მიღება მიკრო და ნანოტექნოლოგიებისთვის;
- Si-Ge ნანოსტრუქტურული შენადნობების მიღება აფეთქებით კომპაქტირების ტექნოლოგიით და მათ ფუძეზე ენერგოეფექტური თერმობატარის შექმნა;
- ნანოზომების ნახევარგამტარული სტრუქტურების კვლევა და დამუშავება მაღალეფექტური ფოტოელექტრონების შექმნის ახალი ტექნოლოგიებისთვის;
- ინერტული ნანოფაზური ოქსიდებით დოპირებული ნანოსტრუქტურული მაღალეფექტური ზეგამტარი კერამიკების კვლევა და დამუშავება;
- ნანობიეკთა სტრუქტურული კონფიგურაციის მონიტორინგი ეგზო-ემისიური მეთოდის გამოყენებით;
- ლაზერული სხივებისა და ელექტრონული კონების ზემოქმედებით მყარი სხეულის ზედაპირზე ნანოსტრუქტურების მიღება და მათი მოდიფიცირება;
- n- და p- ტიპის  $\beta$ -რომბოედრული ბორის კრისტალებისა და ნანოზომებიანი სტრუქტურების დამუშავება და კვლევა;

ინსტიტუტში ამჟამად მიმდინარეობს 8 საერთაშორისო პროექტი (მათ შორის : 2- საპარტნიორო აშშ-თან, 4-დახურული ბირთვული ცენტრების ბრიტანული პროგრამის ფარგლებში (CNCP), 2-GNSF-ისა და STCU-ს ერთობლივი დაფინანსებით).

ინსტიტუტს ბოლო წლებში განსაკუთრებული საერთაშორისო მხარდაჭერა აქვს და განხილვის ეტაპზეა კიდევ რამდენიმე საპარტნიორო პროექტი. შესაბამისად, ინსტიტუტი თანამშრომლობს ისეთ აღიარებულ სამეცნიერო-კვლევით ცენტრებთან, როგორებიცაა: ლოს-ალამოსის, ლივერმორის, ბერკლის, ბრუკჰევენის ნაციონალური ლაბორატორიები (ა.შ.შ.), ოქსფორდის, კემბრიჯის უნივერსიტეტები და დიდი ბრიტანეთის რიგი ნაციონალური ლაბორატორიები და სამეცნიერო ცენტრები.

