



საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

# დისერტაცია

მაგისტრის ხარისხის მოსაპოვებლად

**ATLAS-ის დეტექტორის მიღწეული  
სისტემის გეოგრაფიული მოდელირება  
CATIA-ს ბაზაზე**

ავტორი: ჯაბა გიქოშვილი

ხელმძღვანელი: გ.მ.დ., პროფესორი  
ალექსანდრე შარმაზანაშვილი



გირივალი პლევების ევროპული ორგანიზაცია  
CERN, შენევა, შვეიცარია

2013 წელი

## რეზიუმე

### საპვლევო სფერო

დიდი ადრონული კოლაიდერი იგივე LHC არის ის პროექტი რომელიც მიზნად ისახავს დიდი ადრონული კოლაიდერის შექმნას. ის არის უდიდესი ამაჩქარებელი რომელიც შეიქმნა ნაწილაკების კვლევისა და აღმოჩენისათვის. იგი მდებაროებს CERN-ში. CERN-ი არის მსოფლიოში უდიდესი ლაბორატორია რომელიც მდებაროებს უნივარი ნაწილობრივ საფრანგეთის და ნაწილობრივ შვეიცარიის ტერიტორიაზე. მიზანია ექსპერიმენტულად დაამტკიცოს ჰარიკინის - არსებობა. რომლის არსებობაც იწინასწარმეტყველა შოტლანდიელმა პიზიკოსმა პიტერ ჰიგსმა 1964 წელს სტანდარტული მოდელის ჩარჩოებში.

ამაჩქარებელი კომპლექსი განთავსებულია როგორც მიწის ზემოთ ასევე მიწის ქვემოთ 100 მეტრის სიღრმეზე. CERN დაარსდა 1954 წელს, 29 სექტემბერს და თავდაპირველად 12 წევრი ქვეყანა ყავდა ამ მომენტითვის კი 20 ქვეყანა ყავს. CERN პროექტებში წევრი ქვეყნების გარდა მონაწილეობენ სხვა ქვეყნები და უნივერსიტეტები რომელთა რაოდენობა შეადგენს 38-ს. საქართველოც ამ 38 ქვეყანაში შედის. ცერნის სამუშაოების მთავარი მიზანია კველვა ძიება და პასუხის გაცემა სამყაროს შექმნაზე, ტექნოლოგიური განვითარება და განათლება.

ATLAS დეტექტორი ერთ-ერთია ოთხი მთავარი ექსპერიმენტიდან, რომელიც მიმდინარეობს დიდ ადრონულ კოლაიდერში. ექსპერიმენტი მიმდინარეობს ATLAS დეტექტორზე, რომელიც განუთვნილია პროტონების დაჯახების გამოსაკვლევად. ATLAS – დეტექტორის ზომებია: სიგრძე – 46 მეტრი, დიამეტრი 25 მეტრი, საერთო წონა დაახლოებით 7000 ტონა. პროექტში მონაწილეობს დაახლოებით 3000 მეცნიერი და ინჟინერი 38 ქვეყნის 170 უნივერსიტეტიდან და ლაბორატორიიდან.

## **აქტუალობა**

სადისერტაციო ნაშრომის თემა ეხება ატლასის დეტექტორის მიონური სისტემის გეომეტრიული მოდელირების ამოცანას. გეომეტრიული მოდელები ფართოდ გამოიყენება დაწყებული საინჟინრო ამოცანებით – კონსტრუირება, ინსტალაცია და დამთავრებული ფიზიკური პროცესების მოდელირებით. ფიზიკური პროცესების მოდელირება ანუ იგივე სიმულაცია ხორციელდება მონტე-კარლოს მეთოდით Geant4 რესურსის გამოყენებით. ამ დროს განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს დეტექტორის კომპონენტების სწორ აღწერებს, ანუ ისეთ მოდელებს რომლებსაც ერთმანეთში არ ექნებათ გადაფარვა (Overlap). წინააღმდეგ შემთხვევაში სიმულაციისას შეიძლება დაფიქსირდეს ისეთი სიტუაცია როდესაც ნაწილაკი მოექცევა გადაფარვის ზონაში. შედეგად Geant4 ვეღარ ახერხებს იმის გარკვევას თუ რომელ მოცულობას უნდა მიეკუთვნოს ნაწილაკის მოცემული მდებარეობა. შედეგად ეს იწვევს მოლიანი სიმულაციის ავარიულ გაჩერებას. ამრიგად, კონფლიქტებისაგან თავისუფალი გეომეტრიული სტრუქტურების აგება წარმოადგენს ატლასის ექსპერიმენტის აქტუალურ ამოცანას.

## სამუშაოს მიზანი

1. სხვადასხვა ბაზებში აღწერილი მიონური სისტემის გეომეტრიული სტრუქტურების ურთიერთშედარება და ახალი სტრუქტურების სინთეზი
2. არსებული გეომეტრიული სტრუქტურების ანალიზი და პრობლემური სტრუქტურების კორექცია CATIA მოდელირების რესურსის გამოყენებით

## დისერტაციის შინაარსი

პირველ თავში საუბარია დიდი ადრონული კოლაიდერის პროექტზე, მის მასშტაბურობაზე და დანიშნულებაზე. მის შემადგენელ კომპლექსზე, ატლასის ექსპერიმენტზე და ფიზიკურ პროცესებზე

რომელიც ატლასში ხდება, ატლასის დანიშნულებაზე. განხილულია ატლასი და მისი შემადგენელი დეტალები და კომპონენტები.

**მეორე თავში** საუბარია მიონური სისტემის გეომეტრიული მოდელირების ამოცანაზე. მიონურ სისტემაზე და მიონურის სისტემის შემადგენელ კომპონენტებზე. მიონურ სისტემაში მიმდინარე ფიზიკურ პროცესებზე და ჩემბერების დანიშნულებაზე. საუბარია მიონური სისტემის მექანიკურ სტუქტურაზე, მიონური სისტემის გეომეტრიულ მოდელზე. გეომეტრიული მოდელირების პლატფორმაზე. CATIA-ს დანიშნულებაზე და გამოყენებაზე, მის მოდულებზე. ამჟამად ცერნში გეომეტრიული მოდელირებისათვის გამოიყენება საინჟინრო პროგრამულ პაკეტი კაკეტებში აგებული გეომეტრიის კონვერტირება CATIA-ში.

**მესამე თავში** აღწერილია მიონური სისტემის ახალი გეომეტრიული სტრუქტურების სინტეზი. არსებობდა გეომეტრია რომელიც აგებული იყო AutoCAD-ში და არსებობდა გეომეტრია რომელიც აგებული იყო CATIA-ში. მოხდა ამ გეომეტრიების შედარება CATIA DMU Space Analisys-ის დახმარებით. მოხდა შედარების შედეგად უფრო დეტალური გეომეტრიის აღება რომელიც ორივე მოდელისათვის, TGC1 და TGC2 თვის აღმოჩნდა AutoCAD-ის მოდელი და მოხდა ამ დეტალური გეომეტრიის ნაკლებლი მონაკვეთების შევსება Smarteam მოდელიდან ანუ სინთეზი AutoCAD-ის მოდელსა და მოდელს შორის. პირველ ეტაპზე მოხდა ახალი TGC1-ის აგება, შემდეგ მოხდა მისი კონფლიქტებზე ანალიზი და ანალიზის მიხედვით კონფლიქტების გამოსწორება. შემდეგ ეტაპზე მოხდა ახალი TGC2-ის აწყობა და მისი გაწმენდა კონფლიქტებისაგან. საბოლოოდ მოხდა მიღებული ახალი TGC1 და TGC2 ის შემოტანა სტრუქტურაში და დასმა იმ პოზიციაზე რომელ პოზიციაზეც იდგა Smarteam-ის მოდელი.

**მეოთხე თავში** აღწერილია მიონური სისტემის მოდელების ანალიზი. კომპლექსურობის გამო მოხდა მთლიანი სტრუქტურის ცალ ცალკე სტრუქტურების ანალიზი. პირველ ეტაპზე მოხდა ბარელის სამაგრების სტრუქტურის ანალიზი CATIA DMU Space Analisys-ის დახმარებით. ანალიზის შედეგად აღმოჩნდი კონფლიქტების

გადახარისხება მოხდა და შემდგომ გადახარისხების მიხედვით გარკვეული ტიპის კონფლიქტების გამოსწორება მოხდა. გამოსწორებული კონფლიქტების და დატოვებული კონფლიქტების დაფიქსირება მოხდა ტექტურ დოკუმენტებში სახელებით “კონლიქტების გამოსწორება” და “დასაშვები კონფლიქტები”.

შემდეგ ეტაპზე მოხდა მიონის EC ჩემბერების ანალიზი. მათი დახარისხება და ანალიზის შედეგად აღმოჩენილი კონფლიქტების გამოსწორება. გამოსწორებული კონფლიქტების დაფიქსირება მოხდა შესაბამის დოკუმენტში.

მომდევნო ეტაპზე მოხდა მიონ ბარელ ჩემბერების ანალიზი. რადგანაც ეს სტრუქტურა დიდი კომპაქტურობით გამოირჩეოდა, მისი ანალიზი მოხდა ცალ-ცალკე სტრუქტურების სახით. მოხდა BOL სტრუქტურის ანალიზი. ანალიზის დაწყება მოხდა 12 და 14 სექტორებით, რომელიც წარმოადგენს ატლასის ფენების სექტორს. მოხდა კონფლიქტ ანაზღიზზე შემოწმება და ამ სტრუქტურაში აღმოჩენილი კონფლიქტები შიდა კონფლიქტებს წარმოადგენდა ამიტომაც მათი გამოსწორება არ მოხდა და დაფიქსირდა შესაბამის დოკუმენტში. შემდეგ მოხდა ამ სტრუქტურის შედარება Smartteam-ის მოდელებთან და ნაკლები კომპონენტების შევსება Smartteam-ის მოდელებიდან.

შემდეგ ეტაპზე მოხდა BOL სტრუქტურის ანალიზი 12 და 14 სექტორების გარეშე. აღმოჩნდა კონფლიქტები რომლებიც შიდა კონფლიქტები იყო.

მომდევნო ეტაპზე მოხდა BOS ანალიზი. აღმოჩნდა კონფლიქტები რომელიც გამოწვეული იყო ერთი და იგივე გეომეტრიის არსებობით სტრუქტურაში. მოხდა ზედმეტი მთლიანი კომპონენტების წაშლა და დარჩენილი სიცარიელის შევსება Smartteam-ის მოდელების მიხედვით.

მოხდა BMS ანალიზი. აქ აღმოჩენილი კონფლიქტებიც გამოწვეულია ერთი და იგივე გეომეტრიის არსებობით სტრუქტურაში. მოხდა მთლიანი კომპონენტების წაშლა და ცალკეული კომპონენტების დატოვება. დარჩენილი სიცარიელის შევსება Smartteam-ის მოდელების მიხედვით. ანალოგიურად მოხდა BML, BIL და BIS ანალიზი და გაფილტვრა.

მოხდა EIL4 სტრუქტურის ანალიზი. მისი დამჯერების გადატანა დამჯერ სტრუქტურებში და დარჩენილი ჩემბერების ანალიზი. აღმოჩენილი კონფლიქტები წრმოადგენენ კონფლიქტებს რომელიც გამოწვეულია ჩემბერების გადამბეჭდი მიღების გადაფარვით. მოხდა Part-იდან მათი გამოსწორება და ახალ კომპონენტად ჩასმა. მოხდა ასევე ჩემბერებისა და სხივების განცალკევება. დამჯერ სტურქტურებში აღმოჩენილი კონფლიქტები შიდა კონფლიქტებს წარმოადგენენ ამიტომ მხოლოდ მათი დაფიქსირება მოხდა შესაბამის დოკუმენტი.

ბოლო ეტაპზე მოხდა Alignment-სტრუქტურის ანალიზი. ამ სტრუქტურაში მოხდა EIL4 სტრუქტურის ჩემბერებიდან გამოცალკევებული სხივების ჩასმა. ამ სტრუქტურაში ანალიზის შედეგად აღმოჩნდა კონფლიქტები რომელიც ჩემ სამუშაოს ეხებოდა. ხდებოდა სამაგრების გადაფარვა. წაგშალე ზედმეტი კომპონენტი. საბოლოო შედეგები მთლიანი მიონ სტრუქტურის ანალიზის და სამუშაოს შესრულების დაფიქსირებულია დოკუმენტებში “კონფლიქტების გამოსწორება” და “დასაშვები კონფლიქტები”.

მიონური სისტემის შემადგენელი კომპონენტების, კერძოდ BIG Wheel სამაგრების აგება მოხდა Smarteam-ისა და AutoCAD-მოდელების სინთეზით და მივიღეთ დეტალური გეომეტრია, მაქსიმალურად გაწმენდილი კონფლიქტებისგან.

მიონური სისტემის თითოეული სტრუქტურის ანალიზი მოხდა CATIA DMU Analisis-ით, მოხდა კონფლიქტების გამოსწორება და სიცარიელის შევსება გეომეტრიით. შედეგად მივიღეთ გაფილტრული, სრულყოფილი და კონლიქტებისგან გაწმენდილი მიონ სტრუქტურა რომლის ჩასმაც მოხდა GCCEC ATLAS V1 ბაზაში.