

მაგნიტოჰიდროდინამიკური ტურბულენტობა პლაზმის წანაცვლებით დინებებში

გიორგი მამაცაშვილი^ა

ელ-ფოსტა: george.mamatsashvili@tsu.ge

^ა ფიზიკის დეპარტამენტი, ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტი, თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, თბილისი 0179, საქართველო

წანაცვლებით დინებებში ტურბულენტობის განვითარება და შენარჩუნება მეტად რთულ და ამავე დროს მნიშვნელოვან პრობლემას წარმოადგენს (მაგნეტო)-ჰიდროდინამიკასა და პლაზმის ფიზიკაში, რადგან ასეთი დინებები, ჩვეულებრივ, გვხვდება ლაბორატორიებში, საინჟინრო დანადგარებში (მაგ. ტოკომაკები) და ასევე ასტროფიზიკურ ობიექტებში (მაგ. აკრეციული დისკები, ვარსკვლავების შიგნით მბრუნავი პლაზმა, მზის ქარი და ა.შ.). გამომდინარე აქედან, პლაზმურ წანაცვლებით დინებებში მაგნეტოჰიდროდინამიკური ტურბულენტობის კვლევა წარმოადგენს თანამედროვე პლაზმის ფიზიკის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან მიმართულებას. ბოლო წლების გამოკვლევებმა აჩვენეს, რომ დინების წანაცვლებით გამოწვეული ტურბულენტობა ანიზოტროპულია და მისი დინამიკა სპექტრალურ სივრცეში უფრო მრავალფეროვანია, ვიდრე იზოტროპული ერთგვაროვანი ტურბულენტობა (კოლმოგოროვის თეორია). გამოირკვა, რომ ტურბულენტობის განვითარებას და შენარჩუნებას წმინდა ჰიდროდინამიკურ შემთხვევაში, როცა დინება მდგრადია მოდალური თეორიის მიხედვით, განაპირობებს წრფივი და არაწრფივი დინამიკის “ფაქიზი” ბალანსი. ტურბულენტობის ამ შედარებით ახალ თეორიას ეწოდება შემოვლითი (bypass) მექანიზმი და აღწერს სუბკრიტიკულ ტურბულენტობას მოდალურად მდგრად წანაცვლებით დინებებში. ამ მოხსენებაში მე აღვწერ, bypass მექანიზმის ფარგლებში, ასევე მაგნიტოჰიდროდინამიკური ტურბულენტობის დინამიკას დამაგნიტებული პლაზმის მოდალურად მდგრად წანაცვლებით დინებებში თანამედროვე რიცხვითი მეთოდების (სიმულაციების) გამოყენებით. ჩვენ მიერ დეტალურად იქნა შესწავლილი განვითარებული ტურბულენტობის სპექტრალური დინამიკის სპეციფიკა ტალღურ ვექტორთა ორგანზომილებიან სივრცეში, რომელიც განპირობებულია დინების წანაცვლებით. ვაჩვენეთ, რომ ტურბულენტური სპექტრი ანიზოტროპულია, მკვეთრად განსხვავდება ერთგვაროვანი და იზოტროპული ტურბულენტობის სპექტრისგან და ხასიათდება პირდაპირი კასკადის გარდა ასევე ტრანსვერსალური კასკადებით. წანაცვლებითი დინების ტურბულენტობაში ტრანსვერსალური კასკადის არსებობა წარმოადგენს ჩვენი კვლევის ერთ-ერთ ახალ შედეგს, რასაც აქამდე არ ექცეოდა სათანადო ყურადღება ლიტერატურაში. ჩვენ მიერ განხილული უფრო ზოგადი მიდგომა წანაცვლებით პლაზმურ დინებებში ტურბულენტობის აღწერისა ტალღურ ვექტორთა ორ- ან სამგანზომილებიან სივრცეში, კუთხური გასაშუალოების გარეშე, საშუალებას გვაძლევს მივიღოთ დეტალური ინფორმაცია როგორც ტურბულენტობის სპექტრის შესახებ, ასევე თუ რა მიმართულებით მიდის არაწრფივობის გამო ენერგიის კასკადები.