ანგარიშის ფორმა №1

2021 წელს გაწეული საქმიანობის წლიური სამეცნიერო ანგარიში

სსიპ - საქართველოს ევგენი ხარაძის ეროვნული ასტროფიზიკური ობსერვატორიის

(სამეცნიერო ერთეულის დასახელება)

1. **მზისა და მზის სისტემების განყოფილება** (1-6 პროექტები)
2. **გალაქტიკებისა და ვარსკვლავების განყოფილება** (7-11 პროექტები)
3. **თეორიული ასტროფიზიკისა და კოსმოლოგიის განყოფილება** (12-14 პროექტები)

1. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები (სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის გეგმა)

1. მზის ატმოსფეროს მაგნიტოსეისმოლოგია და მზის ამინდი (ასტროფიზიკა, მზის ფიზიკა და მზე-დედამიწა კავშირები)

2019-2023 წწ.

თეიმურაზ ზაქარაშვილი - პროექტის ხელმძღვანელი, განსაზღვრავს ჯგუფის კვლევების ძირითად მიმართულებებს;
ვასილ კუხიანიძე - გეგმავს და ახორციელებს დაკვირვებითი მონაცემების დამუშავებაში;
ბიძინა შერგელაშვილი - გეგმავს და ახორციელებს თეორიულ მოდელირებასა და დაკვირვებითი მონაცემების დამუშავებაში;
დავით ქურიძე - გეგმავს და ახორციელებს თეორიულ მოდელირებასა და დაკვირვებითი მონაცემების დამუშავებაში;
გიორგი რამიშვილი - გეგმავს და ახორციელებს დაკვირვებითი მონაცემების დამუშავებაში;
ირაკლი მღებრიშვილი - მონაწილეობს დაკვირვებითი მონაცემების დამუშავებაში;
სალომე ბაგაშვილი - მონაწილეობს დაკვირვებითი მონაცემების დამუშავებაში;
თამარ გაჩეჩილაძე - მონაწილეობს თეორიულ მოდელირებაში;
ზურაბ ვაშალომიძე - მონაწილეობს დაკვირვებითი მონაცემების დამუშავებაში;
ეკა გურგენაშვილი - მონაწილეობს დაკვირვებითი მონაცემების დამუშავებაში;
გულსუნ დუმბაძე - მონაწილეობს დაკვირვებითი მონაცემების დამუშავებაში;
მარიამ ალბექიონი - მონაწილეობს თეორიულ მოდელირებაში;
ალექსანდრე თაქთაქიშვილი - თეორიული კვლევები.

2. მზის მაგნიტური წარმონაქმნების განედური განაწილების და მზის დიფერენციული ბრუნვის მახასიათებლების დროითი ვარიაციების თავისებურებების შესწავლა (ასტროფიზიკა, მზის ფიზიკა)

2019-2023 წწ.

ბიძინა ჩარგეიშვილი - პროექტის ხელმძღვანელი;
დარეჯან ჯაფარიძე - მონაცემთა მოძიება და ანალიზი;

თენგიზ მძინარიშვილი - სტატისტიკური მეთოდების განვითარება და გამოვლენილი შედეგების ანალიზი;
ნათელა ოღრაპიშვილი - მონაცემთა მოძიება და ანალიზი;
ქეთევან ჩარგეიშვილი - მონაცემთა დამუშავების მეთოდიკა;
თამარ წინამძღვრიშვილი - (დოქტორანტი) მონაცემთა მოძიება და ანალიზი;
თამარ პაატაშვილი - (დოქტორანტი) მონაცემთა ანალიზი.

3. **ქვედა და ზედა ატმოსფერო-იონოსფეროში მიმდინარე დინამიური და სტრუქტურული ცვლილებების მონიტორინგი და თეორიული კვლევა სხვადასხვა ჰელიო-გეოფიზიკურ პირობებში (ატმოსფეროს ფიზიკა)**

2019-2023 წწ.

გოდერძი დიდებულიძე - პროექტის ხელმძღვანელი, განსაზღვრავს ჯგუფის კვლევების ძირითად მიმართულებებს;
მაია თოდუა - მონაცემთა დამუშავება და დამზერითი სამუშაოები;
ლევან ლომიძე - მონაცემთა დამუშავება და დამზერითი სამუშაოები;
გიორგი ჯავახიშვილი - მონაცემთა დამუშავება და დამზერითი სამუშაოები;
ლექსო ტორიაშვილი - დამხმარე მკვლევარი;
სერგო დანიკი - დამხმარე;
ვიქტორ მაიერი - დამხმარე;
ვალენტინა ამბარცუმიანი - დამხმარე.

4. **მზის სისტემის შერჩეულ ობიექტთა ფიზიკური მახასიათებლების შესწავლა და მათი მონიტორინგი (ასტროფიზიკა, ახლო კოსმოსი)**

2019-2023 წწ.

რევაზ ჭიღლაძე - პროექტის ხეელმძღვანელი, დაკვირვებები, მონაცემთა დამუშავება და სტატისტიკური ანალიზი;
ოთარ კვარაცხელია - დაკვირვებები, მონაცემთა დამუშავება და სტატისტიკური ანალიზი;
რომან ივანიძე - დაკვირვებები, მონაცემთა დამუშავება;
გივი ქიმერიძე - დაკვირვებები, მონაცემთა დამუშავება.

5. **დედამიწასთან მოახლოებადი ასტეროიდების ფიზიკური და დინამიკური მახასიათებლების შესწავლა (ასტროფიზიკა, ახლო კოსმოსი)**

2019-2023 წწ.

რაგული ინასარიძე - პროექტის ხელმძღვანელი, უფროსი მეცნიერთანამშრომელი, საერთაშორისო პროგრამების GAIA (ევროპული კოსმოსური სააგენტო), ISONI (საერთაშორისო სამეცნიერო ოპტიკური ქსელი) და GRANDMA -ს კოლაბორაციების წევრი, დამკვირვებელი. მის მოვალეობაში შედის დაკვირვებითი მასალის დამუშავება, კოლაბოლაციის ფარგლებში სტატიების მომზადება რეფერირებადი ჟურნალებისთვის და მოხსენებების მომზადება შიდა და საერთაშორისო კონფერენციებისთვის;
ვოვა აივაზიანი - ასისტენტ დამკვირვებელი, GRANDMA კოლაბორაციის წევრი, ამუშავებს დაკვირვებით მასალას;
გივი კაპანაძე - ასისტენტ დამკვირვებელი - GRANDMA კოლაბორაციის წევრი, ახდენს დაკვირვებითი მასალის დამუშავებას;
დათა დათაშვილი - GRANDMA კოლაბორაციის წევრი, დამკვირვებელი, ამუშავებს დაკვირვებით მასალას და ასევე მის მოვალეობაში შედის დაკვირვების პროგრამული უზრუნველყოფა;

გულნაზი ინასარიძე - ლაბორანტი, პროექტის ხელმძღვანელის მიერ წინასწარ მომზადებული ღამის დაკვირვების პროგრამას აცნობს მორიგე დამკვირვებელს და დაკვირვების შედეგად მიღებულ მასალას აღრიცხავს და ახარისხებს.

6. **ტალღების ყოფაქცევის მონიტორინგი ქრომოსფეროს ნატიფი სტრუქტურის-სპიკულებისა და პროტუბერანცების დინამიკური და სპექტროპოლარიმეტრული მახასიათებლების განსაზღვრის საფუძველზე მზის ზედა ატმოსფეროში (ასტროფიზიკა, მზის ფიზიკა)**

   2019-2023 წწ.

ვაჟა ყულიჯანიშვილი - პროექტის ხელმძღვანელი, განსაზღვრავს ჯგუფის კვლევების ძირითად მიმართულებებს;
ელდერ ხუციშვილი - მონაცემთა დამუშავება და დამხმერითი სამუშაოები;
ვლადიმერ კახიანი - მონაცემთა დამუშავება და დამხერითი სამუშაოები;
თეიმურაზ კვერნაძე - მონაცემთა დამუშავება და დამხერითი სამუშაოები;
დავით ხუციშვილი - მონაცემთა დამუშავება და დამხერითი სამუშაოები;
გიორგი ქურხული - მონაცემთა დამუშავება და დამხერითი სამუშაოები;
რუსუდან აფრიამაშვილი - დამკვირვებელი, ლაბორანტი;
ალა გრიგორიანი - დამკვირვებელი, ლაბორანტი.

7. **ევოლუციის სხვადასხვა ეტაპზე მყოფი ვარსკვლავების დაკვირვებები და კომპლექსური კვლევა (ასტროფიზიკა, ვარსკვლავთ ასტრონომია)**

   2019-2023 წწ.

ნინო ყოჩიაშვილი - პროექტის ხელმძღვანელი, დაკვირვებები, მონაცემების ანალიზი, სტატიებისა და საკონფერენციო მოხსენებების მომზადება;
რეზო ნაცვლიშვილი - დაკვირვებები, მონაცემთა ინტერპრეტაცია, სტატიების მომზადებაში მონაწილეობა;
სოფია ბერაძე - (დოქტორანტი) დაკვირვებები, მონაცემთა ინტერპრეტაცია, მოდელირება, სტატიების მომზადებაში მონაწილეობა;
მანანა ვარდოსანიძე - დაკვირვებები, მონაცემთა ინტერპრეტაცია, სტატიებისა და საკონფერენციო მოხსენებების მომზადებაში მონაწილეობა;
ედუარდ ჯანიაშვილი - დაკვირვებები, მონაცემთა ინტერპრეტაცია, სტატიების მომზადებაში მონაწილეობა;
თამარ ურუშაძე - დაკვირვებები, მონაცემთა დამუშავება და ინტერპრეტაცია, სტატიების მომზადებაში მონაწილეობა.

8. **გალაქტიკათა აქტიური გულების გამოსხივების შესწავლა მაღალ ენერგიებზე (ასტროფიზიკა, გარეგალაქტიკური ასტრონომია)**

   2019-2023 წწ.

ბიძინა კაპანაძე - პროექტის ხელმძღვანელი, დაკვირვებითი მასალის დამუშავება–ანალიზი + თეორიული ინტერპრეტაცია; სამეცნიერო სტატიების, ასტრო–ტელეგრამების მომზადება–გამოქვეყნება; Target of Opportunity ტიპის თანამგზავრულ დაკვირვებებზე განაცხადების მომზადება, წარდგენა და მიღების შემდგომი მენეჯმენტი; საკვლევ ობიექტთა სიკაშკაშის მონიტორინგი; კვლევითი თემის სხვა წევრთა მიერ შესრულებულ სამუშაოებში (დაკვირვებითი მასალის დამუშავება–ანალიზი და მათემატიკური მოდელირება) თანამონაწილეობა და მათ მიერ მიღებული შედეგების გადამოწმება–გაკონტროლება; ექსპერიმენტული შედეგების თეორიული ინტერპრეტაცია; ურთიერთობა უცხოელ კვლევით პარტნიორებთან და ახალი კავშირების მოძიება; კონფერენციებში მონაწილეობა და კვლევის შედეგების საფუძველზე პრეზენტაციების წარდგენა);

სერგო კაპანაძე - (დოქტორანტი) დაკვირვებითი მასალის დამუშავება, თანამონაწილეობა ექსპერიმენტული შედეგების თეორიული ინტერპრეტაციასა და სტატიების მომზადებაში, კონფერენციებში მონაწილეობა და კვლევის შედეგების საფუძველზე პრეზენტაციების წარდგენა;
ალექსანდრე ღურჭუმელია - (დოქტორანტი) ამოცანის შესრულებასთან დაკავშირებული მათემატიკური მხარის უზრუნველყოფა, მოდელირების წარმოება და კოდების შექმნა იმ მეთოდებისათვის, რომელთა გამოყენება ხდება სიკაშკაშის ცვალებადობის ხასიათის გამოსავლენად და დროითი მასშტაბების გამოსათვლელად, მრავალსიხშირული ცვალებადობის დროში წანაცვლებების დასადგენად, გამოსხივების სრული სპექტრული განაწილების მოდელირებისათვის და ა.შ (C++-ის, პითონისა და მათლაბის გამოყენებით). ასევე მონაწილეობს ექსპერიმენტული შედეგების თეორიულ ინტერპრეტაციაში (პროფ. ოლეგ ხარშილაძესთან ერთად, რომელიც ოფიციალურად არ წარმოადგენს პროექტის წევრს, მაგრამ არის ზოგიერთი ჩვენი პუბლიკაციის თანაავტორი), კონფერენციებში მონაწილეობა და კვლევის შედეგების საფუძველზე პრეზენტაციების წარდგენა.

9. იშვიათი ტიპის ვარსკვლავთა მოძიება და კვლევა (ასტროფიზიკა, ვარსკვლავთ ასტრონომია)

2019-2023 წწ.

გვარამაძე ვასილი - პროექტის ხელმძღვანელი, შემსრულებელი.

10. გალაქტიკების განაწილებით ფარული ენერგიის თვისებების შესწავლა; (ასტროფიზიკა, გარეგალაქტიკური ასტრონომია, კოსმოლოგია)

2019-2023 წწ.

ლადო სამუშია - პროექტის ხელმძღვანელი, შემსრულებელი.

11. შერჩეული აქტიური გალაქტიკების შესწავლა მრავალზოლოვანი მონიტორინგის მეშვეობით (ასტროფიზიკა, გარეგალაქტიკური ასტრონომია)

2019-2023 წწ.

ომარ კუტანიძე - პროექტის ხელმძღვანელი, დაკვირვებითი მასალის დამუშავება;
ლორან სიგუა - დაკვირვებითი მასალის დამუშავება;
მარიამ ნიკოლაშვილი - დაკვირვებითი მასალის დამუშავება;
სოფიო კურტანიძე - (დოქტორანტი), დაკვირვებითი მასალის დამუშავება.

12. კოსმოსური მაგნიტური ველების წარმოშობა, ევოლუცია და დაკვირვებითი გამოვლინებები (ასტროფიზიკა, კოსმოლოგია)

2019-2023 წწ.

თინათინ კახნიაშვილი - ხელმძღვანელი, თეორიული კვლევა;
ოლგა ავსაჯანიშვილი - თეორიული კვლევა და რიცხვითი თვლები;
სალომე მჭედლიძე - თეორიული კვლევა და რიცხვითი თვლები.

13. **ასტროფიზიკური დინებები და არაწრფივი დინამიკა (ფიზიკა, ასტროფიზიკა)**

2019-2023 წწ.

გიორგი ჩაგელიშვილი - პროექტის ხელმძღვანელი, თეორიული კვლევა და სამეცნიერო კვლევების პროგრამა;
რევაზ ჭანიშვილი - თეორიული და რიცხვითი კვლევა;
ალექსანდრე თევზაძე - თეორიული და რიცხვითი კვლევა;
გიორგი მამაცაშვილი - თეორიული და რიცხვითი კვლევა;
ელენე უჩავა - თეორიული და რიცხვითი კვლევა.

14. **პულსარებისა და სხვა კომპაქტური ობიექტების გამოსხივების შესწავლა და მოდელირება (ფიზიკა, ასტროფიზიკა)**

2019-2023 წწ.

გიორგი მელიქიძე - პროექტის ხელმძღვანელი, თეორიული კვლევა;
ზაზა ოსმანოვი - თეორიული კვლევა.

კვლევითი პროექტის 2021 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

მზისა და მზის სისტემების განყოფილების (1-6 პროექტები) კვლევები მოიცავს მზის შინაგანი სტრუქტურის და მაგენტიზმის, დიფერენციალური ბრუნვის პარამეტრების, მზის ატმოსფეროში და კორონაში მიმდინარე დინამიკური და თერმოდინამიკური პროცესების, პლანეტათაშორისი სივრცის, მზის ქარის, შიდა და გარე ჰელიოსფეროს, დედამიწის და სხვა პლანეტების ატმოსფეროს და მაგნიტოსფეროს, მზის და კოსმოსური ამინდის, მზისეული და გალაქტიკური კოსმოსური სხივების, ასტეროიდების და კომეტების შესწავლას თანამედროვე დაკვირვებითი ტექნოლოგიების (როგორც ადგილობრივი, ასევე, საერთაშორისო ქსელებში მონაწილეობით) და თეორიული მეთოდების გამოყენებით. აღნიშნული საკითხები გარკვეული თანმიმდევრობით არის გადანაწილებული შემდეგ ექვსი სამეცნიერო კვლევით პროექტში, რომელთაც ახორციელებენ შესაბამისი ახალგაზრდა და გამოცდილ მეცნირერთაგან დაკომპლექტებული სამეცნიერო კვლევითი ჯგუფები: **მზის ატმოსფეროს მაგნიტოსეისმოლოგია და მზის ამინდი (პროექტი 1)** პროექტის ფარგლებში 2021 წელ განხორციელდა გეგმით გათვალისწინებული ამოცანების გარკვეული ნაწილი. 2022 წლისთვის იგეგმება მზის და კოსმოსური ამინდის მიმართულებით კონკრეტული ამოცანების გადაწყვეტა, რაც მზის მაგნიტურ წარმონაქმნებში და პლანეტათაშორის სივრცეში დინამიკური მოვლენების შესწავლას შეეხება. **მზის მაგნიტური წარმონაქმნების განედური განაწილების და მზის დიფერენციული ბრუნვის მახასიათებლების დროითი ვარიაციების თავისებურებების შესწავლა (პროექტი 2)** პროექტის ფარგლებში 2021 წელს განხორციელდა გეგმით გათვალისწინებული ამოცანების გარკვეული ნაწილი. 2022 წლისთვის იგეგმება მზის სტატისტუკური მახასიათებლების მიმართულებით კონკრეტული ამოცანების გადაწყვეტა, რაც მზის მაგნიტურ წარმონაქმნების წარმოშობის და განაწილების შესწავლას შეეხება. **ქვედა და ზედა ატმოსფერო-იონოსფეროში მიმდინარე დინამიური და სტრუქტურული ცვლილებების მონიტორინგი და თეორიული კვლევა სხვადასხვა ჰელიოგეოფიზიკურ პირობებში (პროექტი 3)** პროექტის ფარგლებში 2021 წელს განხორციელდა გეგმით გათვალისწინებული ამოცანების გარკვეული ნაწილი. 2022 წლისთვის იგეგმება ქვედა და ზედა ატმოსფეროს კვლევების მიმართულებით კონკრეტული ამოცანების გადაწყვეტა რაც დედამიწის ატმოსფეროში და მაგნიტოსფეროში მიმდინარე დინამიკური მოვლენების შესწავლას შეეხება. **მზის სისტემის შერჩეულ ობიექტთა ფიზიკური მახასიათებლების შესწავლა და მათი მონიტორინგი (პროექტი 4)** პროექტის ფარგლებში 2021 წელს განხორციელდა გეგმით გათვალისწინებული ამოცანების გარკვეული ნაწილი. 2022 წლისთვის იგეგმება მზის

სისტემის კვლევების მიმართულებით კონკრეტული ამოცანების გადაწყვეტა რაც პლანეტებზე და სხვა შერჩეულ ობიექტებზე მიმდინარე დინამიკური მოვლენების შესწავლას შეეხება. **დედამიწასთან მოახლოებადი ასტეროიდების (დმა) შესწავლა (პროექტი 5)** პროექტის ფარგლებში 2021 წელ განხორციელდა გეგმით გათვალისწინებული ამოცანების გარკვეული ნაწილი. 2022 წლისთვის იგეგმება ასტეროიდების კვლევების მიმართულებით კონკრეტული ამოცანების გადაწყვეტა, რაც დედამიწასთან მოახლოებადი ასტეროიდების მონიტორინგს და მოძრაობის ტრაექტორიების შესწავლას შეეხება. **ტალღების ყოფაქცევის მონიტორინგი ქრომოსფეროს ნატიფი სტრუქტურის-სპიკულებისა და პროტუბერანცების დინამიკური და სპექტროპოლარიმეტრული მახასიათებლების განსაზღვრის საფუძველზე მზის ზედა ატმოსფეროში (პროექტი 6)** პროექტის ფარგლებში 2021 წელ განხორციელდა გეგმით გათვალისწინებული ამოცანების გარკვეული ნაწილი. 2022 წლისთვის იგეგმება მზის ქრომოსფეროს კვლევების მიმართულებით კონკრეტული ამოცანების გადაწყვეტა, რაც ქრომოსფერული ტალღური დინამიკის შესწავლას შეეხება.

2021 წელს განყოფილების მიერ შესრულდა დაგეგმილი სამუშაო მრავალი მიმართულებით. მაღალ იმპაქტ ფაქტორიან საერთაშორისო რეფერირებად გამოცემებში გამოქვეყნებულ იქნა **21** სამეცნიერო ნაშრომი, არარეფერირებად გამოცემებში - 2 ნაშრომი, ასევე, გამოქვეყნდა 14 ასტროცირკულარი. განყოფილების თანამშრომლები 10 მოხსენებით წარსდგნენ უცხოეთში და 1 მოხსენებით საქართველოში ორგანიზებულ კონფერენციებზე. დასრულდა 5 სსიპ - შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მიერ მხარდაჭერილი პროექტი.

გალაქტიკებისა და ვარსკვლავების განყოფილების (7-11 პროექტები) კვლევები მოიცავს ევოლუციის სხვადასხვა ეტაპზე მყოფი ვარსკვლავების დაკვირვებებს და კომპლექსურ კვლევას, გალაქტიკათა აქტიური გულების გამოსხივების შესწავლას, იშვიათი ტიპის ვარსკვლავთა მოძიებასა და შესწავლას, გალაქტიკების განაწილებით ფარული ენერგიების შესწავლასა და მრავალზოლოვანი მონიტორინგის მეშვეობით აქტიური გალაქტიკების შესწავლას. 2021 წლის განმავლობაში ჩატარებული კვლევითი სამუშაოები სრულ შესაბამისობაშია გეგმით გათვალისწინებული ამოცანების შესრულებასთან. მაღალ იმფაქტ ფაქტორიან საერთაშორისო რეფერირებად გამოცემებში გამოქვეყნებულ იქნა **8** სამეცნიერო ნაშრომი, არარეფერირებად გამოცემებში **3** ნაშრომი, ასევე გამოქვეყნდა 3 კატალოგი და გაიგზავნა 5 ასტროტელეგრამა. განყოფილების თანამშრომლები 1 მოხსენებებით წარსდგნენ უცხოეთში. განყოფილების თანამშრომლები სსიპ - შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის დაფინანსებით ასრულებენ 1 პროექტს.

თეორიული ასტროფიზიკისა და კოსმოლოგიის განყოფილების (12-14 პროექტები) კვლევები მოიცავს კოსმოსური მაგნიტური ველების წარმოშობის, ევოლუციისა და დაკვირვებითი გამოვლინებების შესწავლას, ასტროფიზიკური დინებებისა და არაწრფივი დინამიკის კვლევას და პულსარებისა და სხვა კომპაქტური ობიექტების გამოსხივების შესწავლასა და მოდელირებას. 2021 წელს ჩატარებული სამუშაოები შეესატყვისებოდა გეგმიური ამოცანების შესრულებას. მაღალ იმპაქტ ფაქტორიან საერთაშორისო რეფერირებად გამოცემებში გამოქვეყნებულ იქნა **21** სამეცნიერო ნაშრომი, ასევე არარეფერირებად გამოცემებში **8** ნაშრომი. განყოფილების თანამშრომლები 12 მოხსენებებით წარსდგნენ უცხოეთში. სსიპ - შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის დაფინანსებით სრულდება 2 პროექტი, ასევე, 2 პროექტი სრულდება უცხოური გრანტებით.

საანგარიშო პერიოდში ობსერვატორიის პროდუქტიულობა რაოდენობრივი შეფასებით არის შემდეგი:

- პუბლიკაციები რეფერირებად გამოცემებში - 50;
- პუბლიკაციები არარეფერირებად გამოცემებში - 14;
- კატალოგი - 3;
- სამეცნიერო ტელეგრამა - 5;
- ასტროცირკულარი - 14;
- სამეცნიერო ფორუმებში მონაწილეობა - 23;
- სსიპ - შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტი (დასრულდა) – 5;
- სსიპ - შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტი (გარდამავალი) – 3;
- უცხოური გრანტი - 2;
- გამოიცა ყოველწლიური ასტრონომიული კალენდარი.

2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები

1. **მზის ატმოსფეროს მაგნიტოსეისმოლოგია და მზის ამინდი (ასტროფიზიკა, მზის ფიზიკა და მზე-დედამიწა კავშირები)**

   2019-2023 წწ.

თეიმურაზ ზაქარაშვილი - პროექტის ხელმძღვანელი, განსაზღვრავს ჯგუფის კვლევების ძირითად მიმართულებებს;
ვასილ კუხიანიძე - გეგმავს და ახორციელებს დაკვირვებითი მონაცემების დამუშავებაში;
ბიძინა შერგელაშვილი - გეგმავს და ახორციელებს თეორიულ მოდელირებასა და დაკვირვებითი მონაცემების დამუშავებაში;
დავით ქურიძე - გეგმავს და ახორციელებს თეორიულ მოდელირებასა და დაკვირვებითი მონაცემების დამუშავებაში;
გიორგი რამიშვილი - გეგმავს და ახორციელებს დაკვირვებითი მონაცემების დამუშავებაში;
ირაკლი მღებრიშვილი - მონაწილეობს დაკვირვებითი მონაცემების დამუშავებაში;
სალომე ბაგაშვილი - მონაწილეობს დაკვირვებითი მონაცემების დამუშავებაში;
თამარ გაჩეჩილაძე - მონაწილეობს თეორიულ მოდელირებაში;
ზურაბ ვაშალომიძე - მონაწილეობს დაკვირვებითი მონაცემების დამუშავებაში;
ეკა გურგენაშვილი - მონაწილეობს დაკვირვებითი მონაცემების დამუშავებაში;
გულსუნ დუმბაძე - მონაწილეობს დაკვირვებითი მონაცემების დამუშავებაში;
მარიამ ალბექიონი - მონაწილეობს თეორიულ მოდელირებაში;
ალექსანდრე თაქთაქიშვილი - თეორიული კვლევები.

ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ანოტაცია

სტატიების რაოდენობა რეფერირებულ ჟურნალებში:
გამოქვეყნებული - 13 (1-Space Science Reviews, 1-MNRAS, 7-A&A, 1-JGR, 3-ApJ)
მიღებული - 1 (1 A&A)
გაგზავნილი - 3 (2 A&A, 1 Frontiers)

- როსბის ტალღები მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ დედამიწის ატმოსფეროსა და ოკეანეების დინამიკაში. ეს ტალღები ასევე მნიშვნელოვანია სხვადასხვა ასტროფიზიკური ობიექტისთვის როგორიცაა მზის ატმოსფერო და წიაღი, ასტროფიზიკური დისკები, სწრაფად მბრუნავი ვარსკვლავები, პლანეტების და ეგზოპლანეტების ატმოსფეროები. სტატია მიმოიხილავს როსბის ტალღების დაკვირვებით და თეორიულ

ასპექტებს სხვადსხვა დროით და სივრცულ მასშტაბებში სხვადასხვა ასტროფიზიკური ობიქტებისთვის. განხილულია როსბის ტალღებისა და მათთან დაკავშირებული არამდგრადობების ფიზიკური როლი მზის და ვარსკვლავების მაგნიტურ აქტიურობაში, ასტროფიზიკური დისკებში იმპულსის მომენტის გადატანაში, პლანეტების ფორმირებასა და სხვა ასტროფიზიკურ მოვლენებში. განხილულია ასტროფიზიკური როსბის ტალღების მომავალი თეორიული და დაკვირვებითი კვლევების მიმართულებები. გამოქვეყნდა Space Science Review-ში.

- ცნობილია, რომ ჰიდროდინამიკური სამკუთხა ჯეტები ანტისიმეტრიულ კინკ არამდგრადებოას განიცდიან. მაგნიტური ველის დამატება შესაძლოა იწვევს ამ არამდგრადობის სტაბილურობას. მაგნიტური ველები და ჯეტები არიან მზის ატმოსფეროს შემადგენელი ნაწილები, ამიტომ ზოგიერთ ადგილას ჯეტები შესაძლოა არამდგრადები გახდნენ. ამ სტატიის მიზანია მაგნიტურ ველებს შორის მოქცეული სამკუთხა ჯეტების არამდგრდაობის შესწავლა და მათი დაკავშირება მზის ატმოსფეროში დამზერილ მოვლენებთან. ჯეტების საზღვრებთან ანალიზური ამონახსნების სასაზღვრო პირობების გამოყენებით მიღებულია დისპერსიული თანაფარდობა, რომელიც ამოხსნილია ანალიზური და რიცხვითი მეთოდებით. ამოცანა ასევე ამოხსნილია სრული რიცხვითი მეთოდებით მზის მეორე ტიპის სპიკულებისთვის. ნაპოვნია რომ მაგნიტოჰიდროდინამიკური სამკუთხა ჯეტების არამდგრადობა დამოკიდებულია ალვენის მახის რიცხვზე და შიდა და გარე სიმკვრივეების ფარდობაზე. კინკ არამდგრადობის ზრდის დრო არის 6-15 წუთი პირველი ტიპის სპიკულებისთვის და 5-60 წამი მეორე ტიპის სპიკულებისთვის, რაც დაკვირვებებით მიღებულ შედეგებს ემთხვევა. რიცხვითი დათვლები აჩვენებენ რომ განივი კინკ იმპულსი 1 წუთზე ნაკლებ დროში იწვევს ჯეტის დაშლას მეორე ტიპის სპიკულებისთვის. ამგვარად დინამიური კინკ არამდგრადობა იწვევს მაგნიტური ჯეტების სრულ დაშლას და შესაბამისად ჯეტების გაქრობას. გამოქვეყნდა Astronomy and Astrophysics-ში.
- ქრომოსფერო უდიდეს როლს თამაშობს ენერგიის და მასის გადატანაში მზის ატმოსფეროს გასწვრივ. სტატია მიმოიხილავს მაგნიტოჰიდროდინამიკური ტალღების და არამდგრადობების როლს ქრომოსფეროს სტრუქტურებსა მაგნიტურ მილებში. ჩვენ განვიხილავთ ტალღების და არამდგრადობების დაკვირვებების მნიშვნელოვან ასპექტებს, ასევე პლაზმის გაცხელების მექანიზმებს. ასევე განხილულია მომავალი კვლევების მიმართულებები. გამოქვეყნდა Journal of Geophysical Research-ში.
- რიცხვითი დათვლების საშუალებით შევისწავლეთ სითბოგამტარობის და გამოსხივებითი გაციების ეფექტების გავლენა მზის ჯეტების ფორმირებასა და ევოლუციაზე. ჩვენ ვრთავთ სიჩქარის იმპულსს მზის ქრომოსფეროში და ვითვლით მის გავრცელებას და ჯეტის წარმოქმნას ქრომოსფეროდან კორონაში. სითბოგამტარობის დამატება იწვევს უფრო მოკლე და ცხელ ჯეტებს ვიდრე ადიაბატური შემთხვევა. მეორეს მხრივ გამოსხივების დამატება აციებს ჯეტებს . რიცხვიტი დათვლებით მიღებული ჯეტები გვანან დაკვირვებულ მაკროსპიკულებს. გარდა ამისა იმპულსი აღძრავს კვაზიპერიოდულ დარტყმით ტალღებს , რომლებიც იწვევენ სპიკულების პარაბოლურ ტრაექტორიებს. გამოქვეყნდა MNRAS-ში.
- მზე ჩვენი უახლოესი ვარსკვლავია, რომელიც მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ჩვენი პლანეტის სასიცოცხლო პირობებზე. სხვადასხვა კოსმოსური მისიებიდან მიღებული სრული გამოსხივების დაკვირვებები აჩვენებენ, რომ მზის სიკაშკაშე ცვალებადია და მერყეობს რამდენიმე წუთიდან რამდენიმე წლამდე, რაც გამოწვეულია მზის მაგნიტური ველის ეფექტებით. ცნობილი 11 წლიანი ციკლის გარდა მზის აქტიურობაში უფრო მოკლე 150-200 დღიანი პერიოდებიც დაიკვირვება, რომლებიც რიეგერის ტიპის ციკლების სახელითაა ცნობილი. მისი არსებობა თითქმის 40 წელია ცნობილია და ბევრი ამოუცნობი თვისებებით ხასიათდება. ეს პერიოდული ცვლილება მხოლოდ ძლიერი მაგნიტური ველის მქონე სტრუქტურებში ჩანს, ამიტომ ის შესაძლოა დაკავშირებულია მზის წიაღის მაგნიტურ ველში არსებულ როსბის ტალღებთან. კვლევის ფარგლებში შევისწავლეთ მზის სრული გამოსხივება 23-24 ციკლებში SOHO/VIRGO ს დაკვირვებებიდან. შედარებისათვის გამოვიყენეთ SATIRE-S-ის მოდელი, რომელიც წარმოადგენს მზის სრული გამოსხივების რეკონსტრუქციას სხვადასხვა მონაცემების გამოყენებით და იწყება 1974 წლიდან. ამ მოდელის საშუალებით შევძელით მზის გამოსხივებაში ლაქებისა და ფოკულების კონტრიბუციის ცალცალკე შესწავლაც. მონაცემთა ანალიზის შედეგად 23 ციკლში ვიპოვეთ 180 და 115 დღიანი მოკლე ციკლები, ხოლო 24 ციკლში 170 და 145 დღე. ზოგი პერიოდი

ჩანდა მზის ლაქებშიც და ფოკულებშიც, მაგრამ არ ჩანდა სრულ გამოსხივებაში, რადგან სავარაუდოდ ეს ორი კომპონენტი ერთმანეთს აქრობდა. როსბის ტალღების დისპერსიული თანაფარდობისა და დაკვირვებული მოკლე ციკლების საშუალებით მაგნიტური ველი შევაფასეთ 10-15 კგ. ეს მეთოდი შესაძლოა ძალიან მნიშვნელოვანი აღმოჩნდეს სხვა მზის ტიპის ვარსკვლავების აქტივობის შესაფასებლად. გამოქვეყნდა Astronomy and Astrophysics-ში.

- ჩვენ შევისწავლეთ დაბალ სიხშირული რხევები მზის აქტიურ რეგიონებში. ამისათვის გამოვიყენეთ მზის დინამიკური ობსერვატორიის ფოტოსფეროს მაგნეტოგრამები და ჩავატარეთ რამოდენიმე აქტიური რეგიონის დროითი სერიების ანალიზი. ჩვენი მიზანი არის შევისწავლოთ არის თუ არა გრძელ-პერიოდიანი რხევები აქტიურ რეგიონებში, და თუ არის, მაშინ როგორია მათი სპექტრული პათერნები. სურათის დამუშავების მომენტების მეთოდის გამოყენებით დავამუშავეთ აქტიური რეგიონის ფართობების, დახრის კუთხეების და უნიშნო რადიალური მაგნიტური ნაკადის დროითი სერიები. აქტიური რეგიონის ფართობებისა და რადიალური მაგნიტური ნაკადის ფურიე ანალიზმა აჩვენა, რომ არსებობს 2-დან 20 საათამდე გრძელ პერიოდიანი რხევები, რომლებიც ემთხვევიან სუპერგრანულაციის სიცოცხის ხანგრძლივობას. მაგრამ დახრის კუთხემ არ აჩვენა რაიმე სახის რხევები. როგორიც არ უნდა იყოს ამ რხევების ბუნება, ისინი უნდა იყვნენ ენერგეტიკულად დაკავშირებული მზის ზედაპირზე კონვექციურ მოძრაობებთან. შესაძლო ინტერპრეტაცია შეიძლება იყოს აქტიური რეგიონის მაგნიტური ველის მრავალმასშტაბიან ჰიდრომაგნიტოდინამიკურ რხევების სხვადასხვა ტიპებთან, რაც, სავარაუდოდ, კავშირშია სუპერგრანულაციის უჯრედების ბრუნვის დამახასიათებელ დროით მასშტაბებთან. რადიალური მაგნიტური ნაკადის მონაცემებში რხევების არსებობა შეიძლება დაკავშირებული იყოს ნაკადის პერიოდულ აღმოცენებასთან ან მისი გაქრობის პროცესებთან. გამოქვეყნდა Astronomy and Astrophysics-ში.
- შესწავლილ იქნა მცირე ზომის დინებების ცალკეული შემთხვევები მზის კორონალურ აქტიურ რეგიონში. ამ მიზნით განვავითარეთ სპეციალური სტატისტიკურად დასაბუთებული მოდელი კორონალურ მაგნიტურ მარყუჟების უკიდურეს ულტრაიისფერ გამონასახებში ინტენსივობის შემკვრივების აღმოჩენის და მისი გადაადგილების მიყოლების მოდელი. აღნიშნული მოდელის გამოყენებით აღმოვაჩინეთ და გავზომეთ მცირე ზომის ინტენსივობის ცენტროიდის გადაადგილების სიჩქარე და მოვახდინეთ მათი კლასიფიკაცია შემდეგი კატეგორიების მიხედვით: ქვებგერითი, ბგერითი, ზებგერითი და ტრანსბგერითი. აღნიშნული კლასიფიკაცია მოხდა სტატისტიკურად დამოწმებული სიჩქარეების მიმართებით ლოკალურ ბგერით სიჩქარესთან. წარმოდგენილი კვლევა წარმოადგენს საფუძველს აღნიშნული მცირე მოძრაობების დიდი რაოდენობით შესასწავლად მზის მაგნიტურ მარყუჟებში. გამოქვეყნდა Astronomy and Astrophysics-ში.
- პროტუბერანცის არამდგრადობის გამომწვევი პროცესი და შესაბამისად თანმდევი კორონული მასის ამოფრქვევა (CME) სრულად არ არის შესწავლილი. კორონული წვიმის წვეთების სახით პროტუბერანცის პლაზმის ვარდნას ფოტოსფეროს გასწვრივ, თანსდევს მისი მასის საგრძნობი შემცირება. საბოლოო ჯამში ზევით მიმართული ლორენცის ძალა აჭარბებს გრავიტაციულ ძალას, რაც პროტუბერანცის არასტაბილურობის წინამორბედია.ჩვენ ანალიზი ჩავუტარეთ 2011-2012 წლებში SDO და STEREO-ს კოსმოსური თანამგზავრებით დაკვირვებულ სამ სხვადასხვა პროტუბერანცს. დაკვირვებული სამივე მოვლენის შემთხვევაში, პროტუბერანცის სტრუქტურიდან მასიური კორონული წვიმის წვეთების ვარდნას თან ახლდა რამდენიმე ათეულ საათში პროტუბერანცის არამდგრადობა და CME-ს ამოფრქვევა. დაკვირვებებმა აჩვენა რომ 18-28 საათიანი კორონული წვიმის შედეგად პროტუბერანცმა იწყო ზევით ასვლა, რაც მასის კარგვასთან იყო დაკავშირებული. პროტუბერანცის ასვლა დაკავშირებულია ორ: საწყისი ნელი ასვლის ფაზასა და თანმდევი სწრაფი ასვლის ფაზასთან. სწრაფი ფაზა წარმოდგენილია პროტუბერანცის დესტაბილიზაციით და თანმდევი CME-ს ამოფრქვევით. ნელი ასვლის ფაზა დიდი ალბათობით დაკავშირებულია კორონული წვიმით გამოწვეულ მასის ნელ კარგვასთან. ჩვენ ვვარაუდობთ, რომ ნელი ასვლის ფაზა გამოიწვია გრავიტაციულ და ლორენცის ძალას შორის წონასწორობის დარღვევამ, რაც წვიმის შედეგად მასის კარგვით არის გამოწვეული. მეორეს მხრივ სწრაფი ასვლის ფაზა დაკავშირებულია მაგნიტურ არამდგრადობასთან ან გადაერთებასთან, რაც პროტუბერანცის არამდგრადობის წინა პირობაა. პროტუბერანცის ერთი საყრდენის გასწვრივ ჩვენი შეფასებით დაახლოებით 20%-

იანი მასის კარგვა შეინიშნებოდა. რაც სიმეტრიული (პროტუბერანცის ორივე საყრდენიდან გამომდინარე) დანაკარგის შემთხვევაში პროტუბერანცის მასის 40 %-იან დანაკარგს გვაძლევდა. თუ სამომავლო ანალიზი აჩვენებს პროტუბერანცის და კორონული წვიმის მსგავს კავშირს, შესაძლებელია კორონული წვიმის გამოყენება პროტუბერანცის არამდგრადობის და შემდგომი CME-ის ამოფრქვევის პროგნოზირებისთვის. ეს ხელს შეუწყობს კოსმოსური ამინდის კომპონენტების უფრო დეტალურ შესწავლასა და წინასწარმეტყველებას. გამოქვეყნდა Astronomy and Astrophysics-ში.

- გამოკვლეული იქნა ფოტოსფეროს ხაზებში სპექტრული ასიმეტრიების წარმოქმნა ანთების მოდელებში. სხვადასხვა ენერგიის გამოსხივების ჰიდროდინამიკური სიმულაციების საშუალებით მიღებული სპექტრული ხაზების ანალიზი აჩვენებს, რომ ასიმეტრიები წარმოიქმნება ანთებების დროს მაღალი სიჩქარის პლაზმური დინებების გამო. შესაბამისად, ეს ასიმეტრიები შეიძლება გამოვიყენოთ სიჩქარეების და ენერგიის გადატანა/დისიპაციის დიაგნოსტიკისთვის. გამოქვეყნდა The Astrophysical Journal-ში.
- შევისწავლეთ მზის ფოტოსფეროს მცირე ზომის მაგნიტური ელემენტების მაგნიტური ველი და დინამიკა ტელესკოპ გრეგორზე მიღებული დაკვირვებების საშუალებით. დაკვირვებები მოიცავს რკინის ფოტოსფერული ინფრაწითელი ხაზის (1.5 მიკრონი) სტოკსის პროფილების ანალიზს. ანალიზი და ინტერპრეტაციის შესრულებულია სტატისტიკური მეთოდებით და ინვერსიული რიცხვითი კოდების გამოყენებით. გამოქვეყნდა Astronomy and Astrophysics-ში.
- გამოვიკვლიეთ სპიკულების (ქრომოსფეროს მცირე მასშტაბის სტრუქტურების) მაგნიტური ველი. გაზომვები ჩატარებული შვედური მზის ტელესკოპით მიღებული სპექტროპოლარიმეტრული დაკვირვებებიდან. გაზომილი წრიულად პოლარიზებული გამოსხივებით და სუსტი ველის მიახლოების მეთოდით გაიზომა სპიკულების მაგნიტური ველის გასწვრივი (დამკვირვებლის მიმართ) კომპონენტი. გამოქვეყნდა Astronomy and Astrophysics-ში.
- შევისწავლეთ სპიკულების თერმოდინამიკური პარამეტრები. ჩვენ შევქმენით მზის სპიკულების ნახევრად ემპირიული მოდელები გამოსხივების ტრანსპორტის ინვერსიული კოდი NICOLE-ის ახალი ვერსიით. ამან საშუალება მოგვცა შეგვესრულებინა სპიკულების პირველი დიაგნოსტიკა ინვერსიული ალგორითმებით. გამოქვეყნდა The Astrophysical Journal-ში.
- დიფერენციალური ბრუნვა მაგნიტური დინამოს მნიშვნელოვანი ინგრედიენტია და შესაბამისად დიდი გავლენა აქვს მზისა და ვარსკვლავების აქტივობაზე. მზის ზედაპირული განედური დიფერენციალური ბრუნვა კარგად არის შესწავლილი მზის ლაქების, კაშკაშა წერტილებისა და სხვა მაგნიტური ელემენტების პირდაპირი დაკვირვებით. მაგრამ არასაკმარისი მონაცემების გამო ვარსკვლავების დიფერენციალური ბრუნვის პირდაპირი დაკვირვება ძალიან ძნელია. ერთერთი არაპირდაპირი მეთოდი, რასაც ვარსკვლავის ბრუნვის განსასაზღვრად ვიყენებთ, არის ვარსკვლავური ლაქების მიერ ვარსკვლავის სინათლის მრუდის მოდულაცია. მზეზე დაგროვილი ცოდნაც შეგვიძლია გამოვიყენოთ ვარსკვლავის დიფერენციალური ბრუნვის შესასწავლად. ამისათვის საჭიროა მზის, როგორც ვარსკვლავის სრული გამოსხივების შესწავლა, რაც ვარსკვლავური სინათლის მრუდის ანალოგია. ამ სტატიაში ჩვენ შევისწავლეთ მზის 23 ციკლში სრულ გამოსხივებაში და ასევე კეპლერის მზის ტიპის ვარსკვლავის სინათლის მრუდში დაკვირვებული დიფერენციალური ბრუნვა. მზის გამოსხივებაში დაიკვირვებოდა რამდენიმე პერიოდი 25-34 დღემდე ციკლის მაქსიმუმთან ახლოს, რაც შესაძლოა სხვადასხვა განედზე არსებულ მაგნიტურ წარმონაქმნებს უკავშირდება. შეფასებული დიფერენციალური ბრუნვის სიხშირე არის 0.26, რომელიც დაკვირვებულ შეფასებასთან ძალიან ახლოსაა (0.23). მზის გამოსხივების ყოველწლიურმა ანალიზმა აჩვენა პერიოდების დრიფტი უფრო დიდი და მცირე პერიოდებისაკენ, რაც სავარაუდოდ უკავშირდება მაგნიტური სტრუქტურების მიგრაციას პოლუსებისკენ და ეკვატორისკენ. მსგავსი ანალიზი ჩავატარეთ კეპლერის ვარსკვლავზეც, სადაც ანალოგიურად რამდენიმე პერიოდი 9-10.7 დღე დაიკვირვებოდა, რამაც მიგვიყვანა დიფერენციალური ბრუნვის სიხშირის შეფასებასთან ~ 0.12 რაც თითქმის მზის მონაცემის ნახევარია. სტატია წარდგენილია გამოსაქვეყნებლად Frontiers -ში.
- რიეგერის ტიპის მოკლე ციკლები, რომელიც დაახლოებით 150-200 დღეა, მზის მაგნიტურ აქტივობაში უკვე თითქმის 40 წელია აღმოჩენილია. სავარაუდოდ იგი დაკავშირებულია დინამო ფენასთან. რიეგერის

ციკლების დაკვირვება მზის მსგავს სხვა ვარსკვლავებზე მნიშვნელოვანი ინფორმაციის მომტანი იქნება ევოლუციის სხვადასხვა ეტაპზე მყოფი სხვა ვარსკვლავების დინამო ქმედებაზე. ამიტომაც ჩვენ შევარჩიეთ კეპლერის მზის მსგავსი ვარსკვლავი და გამოვიყენეთ მზე, როგორც ვარსკვლავი, რათა გვეპოვა რიეგერის ციკლები სხვა ვარსკვლავზე. ჩვენ შევისწავლეთ მზის მსგავსი კეპლერის ვარსკვლავის სინათლის მრუდი, რომლის ბრუნვის პერიოდი 9.5 დღეა, ვეივლეტისა და GLS პერიოდოგრამის საშუალებით. გარდა 9,5 დღიანი ბრუნვის პერიოდისა ვარსკვლავის პერიოდოგრამაში ჩანს 61 დღიანი და 40-44 დღიანი პერიოდებიც. ეს მოკლე პერიოდები შესაძლოა რიეგერის ციკლებს შეესაბამება და შეგვიძლია ავხსნათ დინამო ფენაში არსებული მაგნიტური როსბის ტალღების საშუალებით. დაკვირვებული ციკლებისა და როსბის ტალღების თეორიის საშუალებით შევაფასეთ მაგნიტური ველი ~40 კგ. ამ ვარსკვლავისა და მზის ბრუნვის პერიოდისა და მაგნიტური ველის სიმძლავრის შედარებით მივიღეთ, რომ კუთხური სიჩქარისა და მაგნიტური ველის ფარდობა იგივეა მზისთვისაც და ვარსკვლავისთვისაც. შესაბამისად, ეს ფარდობა შეიძლება ინახება ვარსკვლავის ევოლუციის დროს, რაც შესაბამისობაშია ადრეულ დაკვირვებებთან, რომ ახალგაზრდა ვარსკვლავები უფრო აქტიურები არიან. სტატია წარდგენილია გამოსაქვეყნებლად Astronomy and Astrophysics-ში.

- მცირე ზომის, მოძრავი ინტენსივობის შემკვრივებები, რომლებიც დაიმზირება მზის აქტიური არეების უკიდურეს ულტრაიისფერ გამოსახულებებში, შეიცავენ ინფორმაციას იმ ფიზიკური პროცესების შესახებ, რომლებიც უზრუნველყოფენ პლაზმის ტემპერატურის და/ან სიმკვრივის ლოკალური ცენტროიდების წარმოქმნას და მათ აჩქარებას. არსებული კვლევების მიხედვით ამ მოძრაობების მახასიათებელი სიჩქარეები არიან ლოკალური ბგერის სიჩქარის მახლობელი მნიშვნელობისა (Philishvili et al. 2021). ამ ტრანზიენტული მოვლენების დინამიკური და სტატისტიკური თვისებების შესწავლა წარმოადგენდა ჩვენი კვლევის საგანს, რომლის მთავარი მიზანიც იყო გვეწარმოებინა SDO/AIA და Hi-C 2.1 უკიდურესი ულტრაიისფერი გამოსახულებების ერთდროული ანალიზი Williams et al. (2020)-ის მსგავსად. ჩვენს შემთხვევაში ვიყენებთ ცენტროიდის ჩამოყალიბების და მიყოლების სტატისტიკურ მოდელს, რომელიც განვითარებულ იქნა ჩვენს წინა ნაშრომში (Philishvili et al. 2021). ორი სხვადასხვა სადამკვირვებლო მისიის მონაცემების ურთიერთ შემოწმებითი ანალიზის მიზანს წარმოადგენდა ამ დამზერილი მოვლენების აქტიურ რეგიონში განაწილების შესწავლა და სტატისტიკური ჰიპოთეზის შემოწმება იმის შესახებ არსებობს თუ არა ცენტროიდების ჯგუფები გარკვეული მსგავსი ფიზიკური მახასიათებლებით. SDO/AIA ს 171 Å, 193 Å and 211 Å ტალღის სიგრძის მონაცემებში აღმოჩენილ იქნა ცენტროიდების რამდენიმე ჯგუფი, რომელთა არსებობა ასევე დადასტურდა Hi-C 2.1-ს 172 Å მონაცემების ანალიზითაც. ცენტროიდების მახასიათებელი მოძრაობის სიჩქარეები არის ბგერითი სიჩქარის რიგის და ვრცელდებიან აქტიური რეგიონის მაგნიტური მარყუჟების გასწვრივ, რაც მიანიშნებს იმაზე რომ ისინი განსხვავდებიან მაგნიტური გადაერთების არედან ალფენური სიჩქარით გავცელებადი კარგად ცნობილი ჯეტებისგან. სტატია წარდგენილია გამოსაქვეყნებლად Astronomy and Astrophysics-ში.

2. მზის მაგნიტური წარმონაქმნების განედური განაწილების და მზის დიფერენციული ბრუნვის მახასიათებლების დროითი ვარიაციების თავისებურებების შესწავლა (ასტროფიზიკა, მზის ფიზიკა)

2019-2023 წწ.

ბიძინა ჩარგეიშვილი - პროექტის ხელმძღვანელი;
დარეჯან ჯაფარიძე - მონაცემთა მოძიება და ანალიზი;
თენგიზ მძინარიშვილი - სტატისტიკური მეთოდების განვითარება და გამოვლენილი შედეგების ანალიზი;
ნათელა ოღრაპიშვილი - მონაცემთა მოძიება და ანალიზი;
ქეთევან ჩარგეიშვილი - მონაცემთა დამუშაევების მეთოდიკა;
თამარ წინამძღვრიშვილი - (დოქტორანტი) მონაცემთა მოძიება და ანალიზი;
თამარ პაატაშვილი - (დოქტორანტი) მონაცემთა ანალიზი.

ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ანოტაცია

სტატიების რაოდენობა რეფერირებულ ჟურნალებში:

გამოქვეყნებული - 1 (1-MNRAS)

გაგზავნილი - 1 (1-MNRAS)

სტატიების რაოდენობა არარეფერირებულ ჟურნალებში:

გამოქვეყნებული - 1 (ასტრონომიული კალენდარში)

- გვირგვინის კაშკაშა წერტილები წარმოადგენს მცირე ზომის მაგნიტური მარყუჟების ჯგუფებს, რომლებიც კონვექციური უჯრედების შეპირაპირების ადგილებში მდებარეობენ. მკვლევართა ჯგუფის მიერ შემუშავებული სრულად ავტომატური კოდის მეშვეობით დამუშავებულია 1996-2020 წწ. გვირგვინის ყოველდღიური გამონასახები, მიღებული SOHO თანამგზავრზე განთავსებული EIT ხელსაწყოს მიერ. კაშკაშა წერტილების ინტენსივობისა და ზომების ზღვრული სიდიდეებით მოხერხდა მზის ზედაპირზე გვირგვინის კაშკაშა წერტილების გაიგივება, სეგმენტაცია და ცენტროიდების ჰელიოგრაფული კოორდინატების დადგენა. მზეზე კაშკაშა წერტილების განაწილებაში გამოყოფილი იქნა ორი შემადგენელი, ერთგვაროვანი და არაერთგვაროვანი. ერთგვაროვანი შემადგენელი განიცდის ციკლურ ცვლილებას კაშკაშა წერტილების რაოდენობის მხრივ, და ის მზის ზედაპირზე ძლიერი მაგნიტური ნაკადების დიფუზიით აიხსნება. არაერთგვაროვანი მდგენელი გვიჩვენებს განედურ მიგრაციას, რომელიც კარგ თანხვედრაშია მზის ტორსიული რხევების სივრცულ დროით დიაგრამასთან, რაც არაერთგვაროვანი მდგენელის ლოკალური დინამოს მექანიზმით ახსნის საშუალებას იძლევა. ნაშრომი გამოქვეყნებულია საერთაშორისო მაღალრეიტინგულ ჟურნალში MNRAS.
- შემუშავებული ნახევრად-ავტომატური გრაფიკული ინტერფეისის მქონე კოდის გამოყენებით დამუშავებულია 1996-2020წწ. გვირგვინის ყოველდღიური SOHO/EIT მონაცემები. ლოკალური და გლობალური ზღვრული ინტენსივობების მეთოდით და ვიზუალური ინსპექციით მოხდა გვირგვინის ხვრელების იდენტიფიკაცია და სეგმენტაცია. გვირგვინის ხვრელების დასწრების გეომეტრიული ცენტრის სივრცით-დროითმა ევოლუციამ გამოავლინა, რომ გვირგვინის ხვრელების აქტივობა ციკლის განმავლობაში მიგრირებს ერთი პოლუსიდან მეორე პოლუსისკენ და საპირისპირო პოლარობის მქონე გვირგვინის ხვრელებს უნდა ჰქონდეთ საპირისპირო მიგრაციის მიმართულება. ნაშრომი რეფერირების პროცესშია საერთაშორისო მაღალრეიტინგულ ჟურნალში MNRAS.
- მიმოხილულია მზის ცვალებადი ბუნება. მიმოხილულია აბასთუმნის ობსერვატორიაში მზის ციკლურობის შემსწავლელი ჯგუფის მიერ მზის ცვალებადობის მიმართულებით შესრულებული და მიმდინარე სამუშაოები.

3. ქვედა და ზედა ატმოსფერო-იონოსფეროში მიმდინარე დინამიური და სტრუქტურული ცვლილებების მონიტორინგი და თეორიული კვლევა სხვადასხვა ჰელიო-გეოფიზიკურ პირობებში (ატმოსფეროს ფიზიკა)

2019-2023 წწ.

გოდერძი დიდებულიძე - პროექტის ხელმძღვანელი, განსაზღვრავს ჯგუფის კვლევების ძირითად მიმართულებებს;

მაია თოდუა - მონაცემთა დამუშავება და დამზერითი სამუშაოები;

ლევან ლომიძე - მონაცემთა დამუშავება და დამზერითი სამუშაოები;

გიორგი ჯავახიშვილი - მონაცემთა დამუშავება და დამზერითი სამუშაოები;

ლექსო ტორიაშვილი - დამხმარე მკვლევარი;

სერგო დანიკი - დამხმარე;

ვიქტორ მაიერი - დამხმარე;

ვალენტინა ამბარცუმიანი - დამხმარე.

ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ანოტაცია

სტატიების რაოდენობა რეფერირებულ ჟურნალებში:
გამოქვეყნებული - 3 (1 JGR, 1 Earth and Space Science, 1 Radio Science)

- ვითარდებოდა პროექტის მონაწილეთა მიერ პირველად ნაჩვენები სპორადული Es ფენების ფორმირების თეორიული მოდელი, რომელშიც იონების ვიწრო ფენად კონვერგენციის პროცესი შესაძლებელია ნეიტრალურ ქართან ერთად განვითარდეს ელექტრული ველის არსებობისას. შედეგებზე შესრულდა პრეზენტაცია (COSPAR 2021) და გამოსაქვეყნებლად მზადდება ორი სტატია.
- შექმნილი ატმოსფერული ტალღებით გამოწვეული იონოსფერული არარეგულარული სტრუქტურების შესწავლისათვის საჭირო ორგანზომილებიანი არასტაციონარული რიცხვითი მოდელი ვითარდებოდა როგორც იონოსფეროს F2 არისთვის, ასევე სპორადული E ფორმირებისა და ევოლუციის შესასწავლად. შესრულდა ერთი საერთაშორისო მოხსენება (COSPAR 2021). კვლავ მიმდინარეობს აღნიშნული რიცხვითი მოდელის განვითარება სამგანზომილებიან შემთხვევაში (სამუშაოები წარმოებს გ. დალაქიშვილთან ერთად).
- გრძელდება აბასთუმნიდან ღამის ცის ნათების დამზერითი სამუშაოები და შესაბამისი მონაცემების ატმოსფერული გრავიტაციული ტალღებით და მიმოქცევითი მოძრაობებით გამოწვეული ვარიაციების ანალიზი. გამოყენებულია როგორც აბასთუმნიდან დამზერილი ღამის ცის ნათების ინტენსივობების გრძელვადიანი მონაცემები, ასევე სრული ცის ინფრაწითელი იმიჯერის და სპექტრომეტრის GRIPS 5 მონაცემები. გრძელვადიანი მონაცემების გამოყენებით უცხოელ კოლეგებთან თანამშრომლობით გამოქვეყნდა ერთი სტატია, სადაც ნაჩვენებია მზის ფაზებზე მნიშვნელოვნად დამოკიდებული ატომური ჟანგბადის წითელი და მწვანე ხაზების ინტენსივობების გრძელვადიანი ცვლილების კომპიუტერული მოდელირების შესაძლებლობა GLOW მოდელის გამოყენებით. აქ ასევე დაგეგმილია იონოსფერული არარეგულარული სტრუქტურების თეორიულ შესწავლაში აბასთუმანთან ობსერვატორიაში ინსტალირებული მაღალი სიხშირის გლობალური სანავიგაციო სისტემის მიმღების (GNSS receiver) მონაცემების გამოყენება.
- გამოყენებულ იქნა Swarm თანამგზავრის (https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/s/swarm), არაკოჰერენტული რადარის მონაცემები და ზედა ატმოსფერო-იონოსფეროს პარამეტრების გამოთვლა და სისწორის დაზუსტება SAMI3 მოდელის გამოყენებით (ძირითადად სრულდებოდა ლევან ლომიძის მიერ). გამოქვეყნდა ორი სტატია და ერთი დასრულების ფაზაშია.
- შევნიშნოთ, რომ აღნიშნული ატმოსფერო-იონოსფერული პროცესების თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევები საერთაშორისო პროგრამის SCOSTEP (Scientific Committee on Solar-Terrestrial Physics), რომლის ეგედითაც კვლავ გრძელდება მასში მონაწილე საერთაშორისო კვლევის ცენტრებთან თანამშრომლობა.

4. მზის სისტემის შერჩეულ ობიექტთა ფიზიკური მახასიათებლების შესწავლა და მათი მონიტორინგი (ასტროფიზიკა, ახლო კოსმოსი)

2019-2023 წწ.

რევაზ ჭიღლაძე - პროექტის ხელმძღვანელი, დაკვირვებები, მონაცემთა დამუშავება და სტატისტიკური ანალიზი;
ოთარ კვარაცხელია - დაკვირვებები, მონაცემთა დამუშავება და სტატისტიკური ანალიზი);
რომან ივანიძე - დაკვირვებები, მონაცემთა დამუშავება;
გივი ქიმერიძე - დაკვირვებები, მონაცემთა დამუშავება.

ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ანოტაცია

- ჩვენს მიერ პროექტში წარმოდგენილი ციური ობიექტების ზედაპირებიდან არეკვლილი სინათლის სპექტროპოლარიმეტრიული და სპექტროფოტომეტრიული სიდიდე დამოკიდებულია: ა) ფაზის კუთხეზე, ბ) ტალღის სიგრძეზე და გ) დაკვირვების მომენტზე.

აქ მოცემული პარამეტრების ზუსტი მნიშვნელობების პოვნა შესაძლებელია მხოლოდ ინტენსიური, ერთგვაროვანი და კარგად დაგეგმილი დაკვირვებების ჩატარების გზით, თანამედროვე სინათლის მიმღებების

გამოყენებით. პროექტის საბოლოო მიზანია იმ არსებული კორელაციების გამოვლენა, რომლებიც სპექტრის ცალკეულ უბნებში დაკვირვებულ მონაცემებს შორის არსებობს.

ამ მიმართულებით მიღებული ძველი და ახალი მონაცემების(აბასთუმნის ობსერვატორია და შემახის ობსერვატრია) შედარების ანალიზის საფუძველზე შევისწავლეთ აღნიშნული ფიზიკური მახასიათებლები, რომელიც გამოქვეყნდა მიმდინარე 2021 წელს ,,ASTRONOMICAL JOURNAL OF AZERBAIJAN“ სამეცნიერო ჟურნალში.

დამზერილი მასალიდან დასტურდება, რომ იუპიტერის პირველი სამი თანამგზავრის წინა ნახევარსფეროდან არეკვლილი სინათლის პოლარიზაციის ხარისხის სიდიდე ნაკლებია ვიდრე უკანა ნახევარსფეროდან არეკვლილი სინათლის პოლარიზაციის ხარისხის სიდიდე, მაშინ როდესაც თანამგზავრ კალისტოს შემთხვევაში ეს პირიქითაა.

ამ განსხვავების ახსნის ერთ-ერთი შესაძლო ჰიპოთეზა ასეთია: როგორც ცნობილია, დიდი პლანეტების სიახლოეს უამრავი მეტეორიტია, რომლებიც მოძრაობენ როგორც წრიულ, ისე ელიფსურ ორბიტაზე. ელიფსური ორბიტის მოძრავი მეტეორული სხეულები, რომლებიც თანამგზავრების მოძრაობის მიმართულებას ემთხვევიან, უნდა წარმოადგენდნენ ზემოხსენებული განსხვავების მიზეზს. რადგან ეს მეტეორული სხეულები ასიმეტრიულად ეცემიან თანამგზავრების წინა და უკანა ნახევარსფეროებზე. მოხსენებაში დაწვრილებითაა დასაბუთებული აღნიშნული განსხვავების შესახებ, ცის მექანიკის კანონები გამოყენებით, კერძოდ ვიხილავთ ისეთ მეტეორულ ნაკადებს, როლებსაც პერიცენტრი აქვთ თანამგზავრ იოსთან ახლოს, ხოლო აპოცენტრი თანამგზავრ კალისტოს სიახლოეს. ერთის მხრივ, მარტივად მიიღება, რომ მეტეორიტების ნაკადის სიჩქარე, რომელთაც აქვთ ზემოთ ჩამოთვლილი თვისებები, პერიცენტრში ექნებათ სიჩქარე 22.50 კმ/წმ, ხოლო აპროცენტრში 5.04 კმ/წმ. თავის მხრივ, წრიულ ორბიტებზე მოძრავი გალილეის თანამგზავრების სიჩქარეებია: იოსთვის 16.94 კმ/წმ, ევროპისთვის 13.43 კმ/წმ, განიმედესთვის 10.63 კმ/წმ და კალიტოსთვის 8 , 01 კმ/წმ. ცხადია, ეს მეტეორიული სხეულები თანამგზავრ იოს უკანა მხრიდან ეცემიან, ხოლო თანამგზავრ კალისტოს სიჩქარე რადგანაც მეტია, მის სიახლოეს არსებულ მეტეორების ნაკადის სიჩქარეზე, ამიტომ მეტეორული სხეულები მას ეცემიან წინა ნახევარსფეროზე. ამასთანავე მეტეორიული სხეულების უმეტესობა ბნელია (აქვს ნაკლები ალბედო და პოლარიზაციის სიდიდის მაღალი ხარისხი).

მსგავსი შემთხვევა გვაქვს პლანეტა სატურნის თანამგზავრებისათვის, თანამგზავრ დიონასათვის ორბიტული სიჩქარე შეადგენს 10 კმ/წმ , ხოლო იაპეტისათვის 3 კმ/წმ. მეტეორიტის ნაკადის სიჩქარე მათ სიახლოეს, პერიცენტრში და აპოცენტრში შესაბამისად არის 19 კმ/წმ და 2 კმ/წმ. ე.ი. დიდი პლანეტების გარშემო სინქრონულად მოძრავი თანამგზავრების წინა და უკანა მხარეები(მოძრაობის მიმართულებით) ერთმანეთისაგან განსხვავებულია.დღეისათვის შესწავლილია მთვარის 190-ზე მეტი წარმონაქმნის პოლარიზაციის თვისებები. უზუსტესი დაკვირვებები საფუძველზე ვასკვნით, ცვლილებები მთვარის კრატერ არისტარქეს მიდამოში ჯერ კიდევ გრძელდება.

ასევე, აბასთუმნის ასტროფიზიკურში მოპოვებული დაკვირვების მონაცემების საფუძველზე და ახალი მეთოდიკის გამოყენებით, შესწავლილია მთვარის პოლარიზაციული თვისებები ოპტიკური დიაპაზონის ათ სხვადასხვა უბანში. უარყოფითი პოლარიზაციის მინიმუმების (Pmin) განაწილება შესწავლილია მთვარის ზედაპირზე. აღმოჩნდა, რომ ინტეგრალურ შუქში (Pmin) იცვლება 0.60% - 1.37% ინტერვალში, ობიექტიდან ობიექტამდე, მიღებული შედეგი ახალია მთვარის პოლარმეტრიაში.2020 წელს გამოქვეყნდა ვიქტორ ჯაფიაშვილის ხსოვნისადმი მიძღვნილი მთვარის ხუთპარამეტრიანი ატლასი(ინგლისურ ენაზე). ატლასის ავტორები არიან ვიქტორი ჯაფიაშვილის მოწაფეები: ო.კვარაცხელია, რ.ჭიღლაძე, გ.ქიმერიძე, რ.ივანიძე და შ. გიგოლაშვილი.

ჩვენი ამოცანა იყო მთვარის ზედაპირზე მსგავსი რაიონების გამოვლენა და აგრეთვე „აპოლონი“- სა და „ლუნა“-ს სერიის კოსმოსური აპარატების მთვარეზე დაჯდომის ადგილების ტიპიური რაიონების გამოვლენა

მთვარის ზედაპირზე. მთვარეზე მათი გავრცელების შეფასება. ამისათვის მოვიძიეთ ყველა არსებული მონაცემები მთვარის დედამიწისაკენ მუდმივად მოქცეული ზედაპირის 143 კრატერისათვის: წრფივი პოლარიზაციის ხარისხის მაქსიმალური და მინიმალური მნიშვნელობები, კოლორ-ინდექსები,ალბედო ორ ფერში(იისფერი და წითელი).რომელთა საფუძველზე შევადგინეთ მთვარის მრავალპერიმეტრიანი ატლასი. შემდეგ შევადგინეთ სპეციალორი პროგრამა(პროგრამა შეადგინა პროფესორმა მირზა მდივანმა), ამ ხუთი პარამეტრის მიხედვით მთვარის ზედაპირზე მსგავსი ადგილების გამოსავლენად. ძირითადი შედეგები ასეთია:

როდესაც სანდოობის დონეა 0.98
წვიმების ზღვის ზედაპირზე ნივთიერება ჰგავს-აპოლონ 16– ის მთვარის ზედაპირის დასხდომის ადგილზე არსებულ ნივთიერებას.
ბესელი - პიკარდს
როდესაც სანდოობის დონეა 0.97
ბესელი - პიკარდს-ჰოკეს
წვიმების ზღვა - აპოლონის 16 დასხდომის ადგილს
როდესაც სანდოობის დონეა 0.96
კრატერთა ზედაპირები: ბესელი - პიკარდს-ნაყოფიერების ზღვას
არისტოლის - აპოლო 17-ის დასხდომის ადგილს
აპოლონ 16 დასხდომის ადგილი, ნექტარის ზღვას და ტიმოჰარისს.
და ა.შ.
ლაბორატორიული გაზომვების საფუძველზე:

- მიღებულია დასკვნა, რომ Pmin შეიძლება გამოყენებულ იქნას როგორც პლუტონური დეპოზიტების ინდიკატორი. ამ მხრივ, მათი ყველაზე მაღალი დონე დაფიქსირდა კრატერ ჩრდილოეთით მანილიდან, ლეჰმანზე, ხოლო მათი ყველაზე დაბალი დონე ფიქსირდება ტიხოზე, პროკლზე, არისტარქზე.
- დადგენილია, რომ Pmax შეიძლება გამოყენებულ იქნას როგორც ინდიკატორი (FeO - TiO_2)არსებობის .ამ მხრივ, მათი უდიდესი დონეა კრატერებზე: ნექტარის ზღვაზე, ჯაფიაშვილზე და კრიზისების ზღვაზე. მათი დაბალი დონე ფიქსირდება: კრატერ პროკლეს ზედაპირზე და კრატერ კარენინას ზედაპირზე.
- დადგენილია, რომ კოლორ - ინდექსი არის ინდიკატორი (MgO - TiO_2): ამ თვალსაზრისით, მათი უდიდესი დონეა:კრატერ პლატონზე, ასევე, კრატერზე პლატონის ჩრდილოეთით. ხოლო მათი ყველაზე დაბალი დონე აღირიცხება, კრატერებზე: პლინის, ფლამსტედის და სიმშვიდის ზღვის ზედაპირებზე.
- ალბედო შეიძლება გამოყენებულ იქნას როგორც ინდიკატორი (SiO_2 - Al_2O_3). ამ მხრივ, მათი ყველაზე მაღალი დონე დაფიქსირდა: კრატერ ტიხოს ჩრდილო-დასავლეთით, ანაქსაგორაში, კრატერ დესლანდრას სამხრეთით. მათი ყველაზე დაბალი დონე დაფიქსირდა: სიმშვიდის ზღვის ზედაპირზე, ქარიშხლების ოკიანის ზედაპირზე და მთვარე- 16. დასხდომის ადგილზე.

5. დედამიწასთან მოახლოებადი ასტეროიდების ფიზიკური და დინამიკური მახასიათებლების შესწავლა (ასტროფიზიკა, ახლო კოსმოსი)

2019-2023 წწ.

რაგული ინასარიძე - პროექტის ხელმძღვანელი, უფროსი მეცნიერ თანამშრომელი, საერთაშორისო პროგრამების GAIA (ევროპული კოსმოსური სააგენტო), ISONI (საერთაშორისო სამეცნიერო ოპტიკური ქსელი) და GRANDMA -ს კოლაბორაციების წევრი, დამკვირვებელი. მის მოვალეობაში შედის დაკვირვებითი მასალის დამუშავება, კოლაბოლაციის ფარგლებში სტატიების მომზადება რეფერირებადი ჟურნალებისთვის და მოხსენებების მომზადება შიდა და საერთაშორისო კონფერენციებისთვის;
ვოვა აივაზიანი - ასისტენტ დამკვირვებელი, GRANDMA კოლაბორაციის წევრი, ამუშავებს დაკვირვებით მასალას;

გივი კაპანაძე - ასისტენტ დამკვირვებელი - GRANDMA კოლაბორაციის წევრი, ახდენს დაკვირვებითი მასალის დამუშავებას;

დათა დათაშვილი - GRANDMA კოლაბორაციის წევრი, დამკვირვებელი, ამუშავებს დაკვირვებით მასალას და ასევე მის მოვალეობაში შედის დაკვირვების პროგრამული უზრუნველყოფა,

გულნაზი ინასარიძე - ლაბორანტი, პროექტის ხელმძღვანელის მიერ წინასწარ მომზადებული ღამის დაკვირვების პროგრამას აცნობს მორიგე დამკვირვებელს და დაკვირვების შედეგად მიღებულ მასალას აღრიცხავს და ახარისხებს.

ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ანოტაცია

სტატიების რაოდენობა რეფერირებულ ჟურნალებში:

გამოქვეყნებული - 4 (1 A&A, 1 Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica, 1 Planetary and Space Science, 1 Icarus)

არარეფერირებული - 1;

მიღებული - 1 (1 A&A);

პუბლიკაციები ცირკულარებში - 14.

- საანგარიშო პერიოდში, 70 - სმ მენისკურ ტელესკოპზე დაკვირვებები მიმდინარეობდა საერთაშორისო პროგრამა GAIA-ს და ISONI-ის კოლაბორაციის ფარგლებში. გარდა ამისა დაკვირვებები მიმდინარეობდა ხარკოვის, ჩუგუეოს ობსერვატორიასთან და აგრეთვე ჩინეთის, Рurple mountain ობსერვატორიასთან და ჩვენ ობსერვატორიას შორის გაფორმებული მემორანდუმების ფარგლებში (ორივე მემორანდუმი ინახება დირექციაში). დმა - ზე დამკვირვებელთა ჯგუფის მიერ 180 ღამის განმავლობაში დაკვირვებულია 274 პირობითი ასტეროიდი, 51 პირობითი გამა აფეთქება, 29 პირობითი კომეტა და 6 ახლადაღმოჩენილი ასტეროიდი.

დაკვირვებითი მასალის გაზომვებისა და დამუშავების შედეგად მიმდინარეობს ასტეროიდების ფიზიკური პარამეტრების შესწავლა. კერძოდ, ასტრომეტრული მეთოდით დგინდება და ზუსტდება ასტეროიდების ორბიტების ელემენტები და ეკვატორული კოორდინატები. ფოტომეტრული დამუშავების გზით კი დგინდება ასტეროიდის ბრუნვის პერიოდი საკუთარი ღერძის გარშემო, შესაძლებელია ასევე მოხდეს YORP ეფექტის გამოვლენა მისი არსებობის შემთხვევაში და დადგინდეს სიკაშკაშის ცვლილება დროის სხვადასხვა მომენტისათვის. ხანგრძლივი დაკვირვებების დროს მიღებული დაკვირვებითი მასალის დამუშავებისა და ანალიზის საფუძველზე შეგვიძლია დავადგინოთ ასტეროიდის ჯერადობა, მისი არსებობის შემთხვევაში. გარდა ამისა გამა აფეთქებებზე ოპტიკურ დიაპაზონში მიღებული დაკვირვებითი მასალის ფოტომეტრიული მეთოდით დამუშავებისას ხდება შორეულ გალაქტიკებში ექსტრემალურად ენერგეტიკული გამა აფეთქებების (GAMMA-RYA BURSTS, GRB) სიკაშკაშის ცვლილების დადგენა, მათი არსებობის შემთხვევაში.

ჯგუფის მიერ საანგარიშო პერიოდში შესრულებული დაკვირვებითი მასალის გაზომვების, გამოთვლების და ანალიზის შედეგები გადმოცემულია ხუთ საერთაშორისო რეფერირებად ჟურნალში და ცამეტ საეთაშორისო ცირკულარში, რომელიც ქვემოთ ცხრილის სახითა მოცემული.

მისასალმებელია და წახალისებას იმსახურებს ჯგუფი, რომელმაც ობსერვატორიის ისტორიაში პირველმა აღმოაჩინა და დააფიქსირა ახალი ასტეროიდი. 26 ნოემბერს ახალ ასტეროიდს მცირე პლანეტების ცენტრმა (სმიტსონიანის ასტროფიზიკური ობსერვატორია, კემბრიჯი, მასაჩუსეტის შტატი, აშშ) მას მიანიჭა ნომერი 2021 UL 17, რომლითაც შესაძლებელია მისი მოძებნა მცირე პლანეტების ცირკულარში.

6. ტალღების ყოფაქცევის მონიტორინგი ქრომოსფეროს ნატიფი სტრუქტურის-სპიკულებისა და პროტუბერანცების დინამიკური და სპექტროპოლარიმეტრული მახასიათებლების განსაზღვრის საფუძველზე მზის ზედა ატმოსფეროში (ასტროფიზიკა, მზის ფიზიკა)

2019-2023 წწ.

ვაჟა ყულიჯანიშვილი - პროექტის ხელმძღვანელი, განსაზღვრავს ჯგუფის კვლევების ძირითად მიმართულებებს;

ელდერ ხუციშვილი - მონაცემთა დამუშავება და დამზერითი სამუშაოები;
ვლადიმერ კახიანი - მონაცემთა დამუშავება და დამზერითი სამუშაოები;
თეიმურაზ კვერნაძე - მონაცემთა დამუშავება და დამზერითი სამუშაოები;
დავით ხუციშვილი - მონაცემთა დამუშავება და დამზერითი სამუშაოები;
გიორგი ქურხული - მონაცემთა დამუშავება და დამზერითი სამუშაოები;
რუსუდან აფრიამაშვილი - დამკვირვებელი, ლაბორანტი;
ალა გრიგორიანი - დამკვირვებელი, ლაბორანტი.

ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ანოტაცია

სტატიების რაოდენობა რეფერირებულ და არარეფერირებად ჟურნალებში:
მზადებაში 1 (1 A&A)

- ობსერვატორიის ზუსტი მექანიკისა და ოპტიკის ლაბორატორიის თანამშრომელთა მიერ, 2021 წლის მაის-ივლისის თვეში, სრულ წესრიგში იქნა მოიყვანილი დიდი დაბნელებაგარეშე კორონოგრაფის მაღალდისპერსიული სპექტროგრაფის დიფრაქციული მესერის პოზიციური და მისი დახრის ცვლილების შესაბამისი მექანიკური მოწყობილობა, რაც საკმაოდ შრომატევად და ფაქიზად შესასრულებელ სამუშაოს წარმოადგენდა; ამავე ჯგუფის მიერ გაიწმინდა და შეკეთდა დიდი კორონოგრაფის მთავარი ობიექტივის ამძრავი მოტორის რედუქტორიც, გაიწმინდა და თავიდან შეიზეთა მთავარი ობიექტივის გადაადგილებისათვის აუცილებელი მიმმართველი ღეროები და ძირითადი ხრახნი, რამაც სრულად აღმოფხვრა სხვადასხვა სპექტრულ უბანში მთავარი ობიექტივის ფოკუსირებისას არსებული პრობლემები; ზემოთ აღნიშნულ პერიოდში, ამ ჯგუფმა, ასევე, საკმაოდ შრომატევადი სამუშაო ჩაატარა დიდი კორონოგრაფის მოძრავი სახურავის გამართულად მუშაობის საქმეში; კერძოდ, შეიცვალა ახლით და სრულ წესრიგში იქნა მოყვანილი სახურავის ე.წ. „ ავტომატური ელექტრო-მუხრუჭები“. შეკეთდა და გაიმართა აგრეთვე, ადრეულ პერიოდში ამავე ლაბორატორიაში, აწ განსვენებული ალექსანდრე მაიერის მიერ დამზადებული, ვიწროზოლოვანი ფილტრი წყალბადის H -ალფა ხაზში, რომელსაც მნიშვნელოვანი როლი ეკისრება ქრომოსფეროს ერთ-ერთი საინტერესო წარმონაქმნების - პროტუბერანცების, ერთდროული სპექტრული და ფილტრული დაკვირვებების ჩასატარებლად.
- საანგარიშო პერიოდში შეკეთდა ფოტოსფერულ-ქრომოსფერული ტელესკოპის გუმბათის გახსნადი ნაწილის ე.წ. დარაბები (დამპალი ნაწილი შეიცვალა ახლით) და გადაეკრა ახალი თუნუქი; გუმბათი შიგნიდან შეიღება და შეკეთდა გუმბათზე ასასვლელი კიბის უჯრედები; გაკეთდა განაცხადი ახალი ინტერფერენციულ-პოლარიზაციური ვიწროზოლოვანი შუქფილტრისა და CCD კამერის შესაძენად.
- დიდ დაბნელებაგარეშე კორონოგრაფზე დამონტაჟდა ფოტოგიდი და შემოწმდა მისი მუშაობის სიზუსტე და ეფექტურობა. გიდი გამოიყენება კორონოგრაფის კუდეს ფოკუსში მზის კიდის გამოსახულების ზუსტ და უცვლელ პოზიციურ მდგომარეობაში შესანარჩუნებლად 10-20 წუთის ინტერვალში. ტესტირებამ უჩვენა გიდის საკმაოდ მაღალი ეფექტურობა, მიუხედავად იმისა, რომ გიდირება ხდებოდა მხოლოდ ერთი ღერძის (ჰორიზონტალური) მიმართულებით. ამავე დროს, გამოიკვეთა აუცილებლობა მეორე ორთოგონალირი ღერძით გიდირებისა, რათა მინიმუმამდე იყოს დაყვანილი მცირე ქარისა და ტელესკოპის არაზუსტი მიყოლების გავლენები. აქედან გამომდინარე კონსტრუქციაში და ელექტრონულ მართვის სისტემაში იყო შეტანილი შესამამისი კორექტივები და მოდიფიკაციები. გიდის ახალი ვარიანტის გამოცდა დაგეგმილია 2022 წლის გაზაფხულზე.
- სპიკულების სპექტრალური გამოსახულებების პირველადი დამუშავების კომპიუტერულ პროგრამაში AIMap400 განხორციელდა მორიგი მოდიფიკაციები სხივური სიჩქარეებისა და ნახევარსიგანეების სიდიდეების გამოთვლის სიზუსტეების გაუმჯობესების მიზნით. შეიქმნა პროგრამა AIMap-ის ახალი ვერსია - AIMap410.
- მიმდინარეობდა პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული პოლარიმეტრის მახასიათებლების კვლევა ლაბორატორიულ პირობებში და მოხდა ახალი გაუმჯობესებული პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ელემენტის ჩაწერა (მონაწილეები: თ.კვერნაძე, გ.ქურხული).

- გადმოვწერეთ და დავამუშავეთ HINODE-SOT თანამგზავრის 2015 წლის ფილტროგრამები Ca II H სპექტრულ ხაზში, რომელთა კუთხური და დროითი გარჩევა მაღალია (შესაბამისად, 0.3 რკალის სეკუნდი და 8 წამი), ხოლო ხანრგძლიოვობა რამდენიმე საათს. შერჩეულ იქნა რამდენიმე გამოკვეთილი კარგად იზოლირებული სპიკული და სპეციალური პროგრამული უზრუნველყოფის მეშვეობით ჩატარდა ამ სპიკულების ტანგენციალური გადაადგილების გაზომვა. გამოვლენილ იქნა სპიკულების ტანგენციალური რხევის პერიოდულობა და გამოთვლილ იქნა ვერტიკალური დარტყმითი ტალღის ფაზური სიჩქარე. მიღებული მონაცემების საფუძველზე შეფასებულ იქნა ქრომოსფეროში მაგნიტური ველის სიდიდის რადიალური განაწილება. დაკვირვების ეს პერიოდი ასევე გაიგივდა SDO-ს დაკვირვებით მონაცემებთან. მზადდება სამეცნიერო სტატია რეფერირებულ ჟურნალში Astronomy and Astrophysics გამოსაქვეყნებლად (მონაწილეები: თ.კვერნაძე, ვ.ყულიჯანიშვილი, გ.ქურხული).
- მომზადდა და წარდგენილ იქნა სსიპ - შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფუნდამენტური კვლევების გრანტი: „მზის სპიკულებში მაგნიტური ველის ქრომოსფერული სიმაღლის მიხედვით ცვლილების სპექტროპოლარიმეტრიული შესწავლა“ (FR-21-4055). გრანტი საბოლოო განხილვის ეტაპზეა და რეფერების ძალიან მაღალი შეფასება დაიმსახურა.

7. ევოლუციის სხვადასხვა ეტაპზე მყოფი ვარსკვლავების დაკვირვებები და კომპლექსური კვლევა (ასტროფიზიკა, ვარსკვლავთ ასტრონომია)

2019-2023 წწ.

ნინო ყოჩიაშვილი - პროექტის ხელმძღვანელი, დაკვირვებები, მონაცემების ანალიზი, სტატიებისა და საკონფერენციო მოხსენებების მომზადება;
რეზო ნაცვლიშვილი - დაკვირვებები, მონაცემთა ინტერპრეტაცია, სტატიების მომზადებაში მონაწილეობა;
სოფია ბერაძე - (დოქტორანტი) დაკვირვებები, მონაცემთა ინტერპრეტაცია, მოდელირება, სტატიების მომზადებაში მონაწილეობა;
მანანა ვარდოსანიძე - დაკვირვებები, მონაცემთა ინტერპრეტაცია, სტატიებისა და საკონფერენციო მოხსენებების მომზადებაში მონაწილეობა;
ედუარდ ჯანიაშვილი - დაკვირვებები, მონაცემთა ინტერპრეტაცია, სტატიების მომზადებაში მონაწილეობა;
თამარ ურუშაძე - დაკვირვებები, მონაცემთა დამუშავება და ინტერპრეტაცია, სტატიების მომზადებაში მონაწილეობა.

ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ანოტაცია
გამოქვეყნებული - 1 (კონფერენციის მასალებში)

- 2021 წელს გრძელდებოდა შერჩეული ცვალებადი ვარსკვლავების პროგრამული ფოტომეტრული დაკვირვებები 48 სმ კასეგრენის ტელესკოპითა და მასზე მიერთებული CCD მატრიცით, UBVRI ფილტრების გამოყენებით: დავაკვირდით ჰიპერგიგანტ ვარსკვლავს, გედის P-ს (P Cygni), Be ვარსკვლავებს CX Dra-ს და EM Cep-ს. სულ ჯამში 28 ღამე და ცვალებადების 1627 კადრი. დაკვირვებები დამუშავებულია.
- P Cygni არის ცისფერი ჰიპერგიგანტი, რომელიც განიცდის გაწითლებას. როგორც ჩვენი კვლევებით დასტურდება, რაც ეფუძნება ხარაძე-მაღალაშვილის 32 წლიან დაკვირვებებს, ჩვენს დაკვირვებებს 2014 წლიდან და სხვა მონაცემებს, მ.შ. AAVSO მონაცემებს, თუ გაწითლების ეს ტემპი შენარჩუნდება, მაშინ უახლოეს მომავალში ვარსკვლავმა შეიძლება განიცადოს მომდევნო დიდი ამოფრქვევა, ან ზეახლის მოვლენა. ჩატარებულია ფოტომეტრული მონაცემების საფუძვლიანი ანალიზი, მ.შ. დადგენილია ვარსკვლავის ცვალებადობის პერიოდები და ე.წ. კვაზი-პერიოდები, დადგენილია მისი მოძრაობის ტრეკი HR დიაგრამაზე. დაწყებულია ვარსკვლავის ფოტოსფეროს მოდელირების პროცესი, რომელიც გაგრძელდება 2022 წლის გაზაფხულ-ზაფხულში (კოვიდ სიტუაციის გამო გადაიდო ჩვენი ჯგუფის წევრის, სოფია ბერაძის ვიზიტი კოლაბორატორთან). შედეგები გამოქვეყნდება სტატიის/სტატიების სახით.

- დაგროვდა EM Cep-ის ახალი UBVRI მონაცემები 2014 წლიდან, მონაცემები დამუშავებულია და მომზადებულია ანალიზისთვის. მოგროვილია ვარკვლავის სპექტრული მასალა, როგორც ჩვენი შეკვეთით სხვადასხვა ობსერვატორიებში დაკვირვებული, ასევე მონაცემთა ბაზებიდან. დაგეგმილია მინიმუმის მომენტების, ახალი ე.წ. „ეპოქების" განსაზღვრა და (ჩვენს კოლაბორატორებთან ერთად) ვარსკვლავის ირგვლივ არსებული დეკრეციული დისკის მოდელირება.

დანარჩენ ობიექტებზე გაგრძელდება დაკვირვებები. საანგარიშო პერიოდში გამოქვეყნებულია 1 სტატია საერთაშორისო კონფერენციის მასალებში.

8. გალაქტიკათა აქტიური გულების გამოსხივების შესწავლა მაღალ ენერგიებზე (ასტროფიზიკა, გარეგალაქტიკური ასტრონომია)

2019-2023 წწ.

ბიძინა კაპანაძე - პროექტის ხელმძღვანელი, დაკვირვებითი მასალის დამუშავება–ანალიზი + თეორიული ინტერპრეტაცია; სამეცნიერო სტატიების, ასტრო–ტელეგრამების მომზადება–გამოქვეყნება; Target of Opportunity ტიპის თანამგზავრულ დაკვირვებებზე განაცხადების მომზადება, წარდგენა და მიღების შემდგომი მენეჯმეტი; საკვლევ ობიექტთა სიკაშკაშის მონიტორინგი; კვლევითი თემის სხვა წევრთა მიერ შესრულებულ სამუშაოებში (დაკვირვებითი მასალის დამუშავებ–ანალიზი და მათემატიკური მოდელირება) თანამონაწილეობა და მათ მიერ მიღებული შედეგების გადამოწმება–გაკონტროლება; ექსპერიმენტული შედეგების თეორიული ინტერპრეტაცია; ურთიერთობა უცხოელ კვლევით პარტნიორებთან და ახალი კავშირების მოძიება; კონფერენციებში მონაწილეობა და კვლევის შედეგების საფუძველზე პრეზენტაციების წარდგენა);
სერგო კაპანაძე - (დოქტორანტი) დაკვირვებითი მასალის დამუშავება, თანამონაწილეობა ექსპერიმენტული შედეგების თეორიული ინტერპრეტაციასა და სტატიების მომზადებაში, კონფერენციებში მონაწილეობა და კვლევის შედეგების საფუძველზე პრეზენტაციების წარდგენა;
ალექსანდრე ღურჭუმელია - (დოქტორანტი) ამოცანის შესრულებასთან დაკავშირებული მათემატიკური მხარის უზრუველყოფა, მოდელირების წარმოება და კოდების შექმნა იმ მეთოდებისათვის, რომელთა გამოყენება ხდება სიკაშკაშის ცვალებადობის ხასიათის გამოსავლენად და დროითი მასშტაბების გამოსათვლელად, მრავალსიხშირული ცვალებადობის დროში წანაცვლებების დასადგენად, გამოსხივების სრული სპექტრული განაწილების მოდელირებისათვის და ა.შ (C++-ის, პითონისა და მათლაბის გამოყენებით). ასევე მონაწილეობს ექსპერიმენტული შედეგების თეორიულ ინტერპრეტაციაში (პროფ. ოლეგ ხარშილაძესთან ერთად, რომელიც ოფიციალურად არ წარმოადგენს პროექტის წევრს, მაგრამ არის ზოგიერთი ჩვენი პუბლიკაციის თანაავტორი), კონფერენციებში მონაწილეობა და კვლევის შედეგების საფუძველზე პრეზენტაციების წარდგენა.

ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ანოტაცია
სტატიების რაოდენობა რეფერირებულ ჟურნალებში:
გამოქვეყნებული - 1 (Astroparticle Physics)
ტელეგრამა - 5.

- თემის ფარგლებში მიმდინარეობს გალაქტიკათა აქტიური გულების (ბლაზარები, სეიფერთისა და რადიო–გალაქტიკები, კვაზარები) მაღალენერგიული (რენტგენული, გამა და ულტრაიისფერი) გამოსხივების ნაკადისა და სპექტრული ცვალებადობების კვლევა სხვადასხვა დროით მასშტაბებში. იგი დაკავშირებულია აქტიური გულების ფიზიკის ისეთ პრობლემატურ ასპექტებთან, როგორიცაა: (1) ჰიპოთეტური სტრუქტურა (ცენტრალური ზემასიური შავი ხვრელი და მასთან დაკავშირებული აკრეციული დისკი, ჯეტები, გაზოვანი ღრუბლები და ა.შ); (2) ამ ობიექტთა მიერ გამოსხივებული კოლოსალური ენერგიის გენერაციის მექანიზმები და წყაროები (რაც მოიცავს მრავალსიხშირულ ცვლებადობებს შორის კორელაციების კვლევასაც); (3) სიკაშკაშის ცვალებადობის გამომწვევი არასტაბილური პროცესები ჯეტებსა და აკრეციულ დისკებში; (4) ნაწილაკთა

ულტრა–რელატივისტურ ენერგიებამდე ამაჩქარებელი ჰიპოთეტური მექანიზმები (დარტყმითი ტალღები, კელვინ–ჰელმჰოლცისა და სხვა ტიპის არამდგრადობები, ტურბულენტობა); (5) ჯეტის ურთიერთქმედება "მასპინძელი" გალაქტიკის ვარსკვლავებთან; (6) ჯეტი–დისკის ურთიერთკავშირი; (7) ჯეტების ნაწილაკური შემადგენლობა და მრავალსხიშირული "გამოსხივებს ზონის" მდებარეობა; (8) აკრეციული დისკის გეომეტრია; (9) ორჯერადი ცენტრალური შავი ხვრელები; 10) ჯეტისა და აკრეციული დისკის პრეცესია; (11) ჯეტის მაგნიტური ველის კონფიგურაცია და რელატივისტური მაგნიტური "გადაერთება".

- შესწავლილი იქნა შერჩეული გალაქტიკათა აქტიური გულების გამოსხივების ცვალებადობა სპექტრის რენტგენულ, გამა, ოპტიკურ, ულტრაიისფერ უბნებში ლაცეტიდისათვის სხვადასხვა კოსმოსური მისიის (Fermi, RXTE, Swift, XMM-Newton, Chandra, BeppoSAX, ASKA) მიერ მიღებული დაკვირვებითი მასალის საფუძველზე. ხდება ხანგრძლივი და ხანმოკლე ანთებების, ასევე მიკროცვალებადობების გამოვლენა, თითოეული მათგანის მახასიათებელ პარამეტრთა (ცვალებადობის დროითი მასშტაბი, გამოსხივების ნაკადის მინიმალური და მაქსიმალური მნიშვნელობები, ფარდობითი ამპლიტუდა, ნაკადის გაორმაგების დროითი მასშტაბი) გამოთვლა და მათი სტატისტიკური თვისებების (ცვალებადობის ხასიათი (პერიოდული/არარეგულარული), ცვალებადობის დროითი მასშტაბების, ამპლიტუდების და ა.შ. განაწილება) შესწავლა. თითოეული დაკვირვების შემთხვევაში გამოვთვლით სხვადასხვა სპეტრული პარამეტრის (ფოტონთა ინდექსი, სიმრუდის პარამეტრი, სინქროტრონული პიკის მდებარეობა და სიმაღლე, სიხისტის ფარდობა) მნიშვნელობებს და შევისწავლით მათ სტატისტიკურ თვისებებს. ვადგენთ კორელაციის არსებობას სპექტრის სხვადასხვა უბანში გამოვლენილ ცვალებადობებს შორის და ვახდენთ მიღებული შედეგების ინტერპრეტაციას. წლის განმავლობაში ჩვენს მიერ ასტრონომიულ თანამგზავრ Swift–ის გუნდს წარედგინა 12 მოთხოვნა Target of Opportunity (ToO) ტიპის დაკვირვებებზე და ყველა მათგანი დაკმაყოფილებული იქნა. შედეგად ჩატარდა ჩვენი საკვლევი ობიექტების 1000–ზე მეტი დაკვირვება სპეტრის რენტგენულ (0.3–10 კილოელექტრონვოლტი), ულტრაიისფერ (1700–3700 ანგსტრემი) და ხილულ (3800–6300 ანგსტრემი) უბნებში, რომელთა საფუძველზე (წინა წლებში ჩატარებულ დაკვირვებებთან ერთად) კვლევის შედეგების საფუძველზე მომზადდა (ან მომზადების სტადიაშია) 4 სტატია.
- აღსანიშნავია, რომ აბასთუმნის ობსერვატორიაში ულტრაიისფერ რენტგენულ და გამა–დიაპაზონებში კვლევა პირველად დაწყებული იქნა თემის ხელმძღვანელის მიერ. შესაბამის სიხშირეებზე არასითბურ გამოსხივებას სჭირდება ექტრემალურად მაღალ ენერგიებამდე აჩქარებული ნაწილაკების არსებობა, რომელთა გამომწვევი პროცესების შესახებ ინფორმაცია შეიძლება მოგვცეს სიკაშკაშის ცვალებადობის ხასიათმა და მახასიათებელმა პარამეტრებმა (მაგალითად, დროითი მასშტაბები, ამპლიტუდები, პერიოდულობა, სიკაშკაშის გაორმაგების დროითი მასშტაბი, ანთების პროფილის ასიმეტრიულობა), ასევე მრავალსიხშირულ გამოსხივებასა და სპექტრულ პარამეტრებს შორის კორელაციის შესწავლამ. გარდა ამისა, მეტად ინფორმაციულია ენერგიის სპექტრული განაწილების ფუნქციონალური სახის დადგენა (რაც თავის მხრივ იძლევა გამომსხივებელ ნაწილაკთა ენერგიების იხედვით განაწილების სახის დადგენას), სპექტრული პარამეტრების განაწილების სახისა და მათ შორის კორელაციების გამოვლენა; გამოსხივების რადიოდან ძალიან მაღალ გამა–სიხშირეებამდე სპექტრული განაწილების მოდელირება, რაც იძლევა როგორც გამოსხივების ყველაზე ალბათური მქანიზმის, ასევე გამოსხივების ზონის ფიზიკური მახასიათებლებლების დადგენის საშუალებას. მართალია, ამ სამუშაოს შესრულებისას გამოიყენება პრაქტიკაში ფართოდ დანერგილი თეორიული მოდელები, ჩვენს მიერ ხდება მათი მოდიფიკაცია (რაც პირველ რიგში ემყარება ჩვენს მიერ წარმოებულ ინტენსიურ რეტგენულ–გამა სპექტრულ კვლევას).
- შერჩეული ბლაზარებისათვის გამოვლენილი იქნა ხანგრძლივი (თვეების რიგის დროითი მასშტაბები), ხანმოკლე ანთებები (რამდენიმე დღიდან დაახლოებით ერთ თვემდე) და წუთები–საათების განმავლობაში მომხდარი ვარიაციები, შესწავლილი იქნა მათი მახასიათებელი პარამეტრები, ასევე მოხდა მათი თეორიული ინტერპრეტაცია. გარდა ამისა, ჩვენს მიერ გამოვლენილი იქნა "საბაზისო" რენტგენული სიკაშკაშის წლებისა და, შესაძლოა, ათწლეულის რიგის დროით მასშტაბებში ცვალებადობის ნიშნები, რასაც სჭირდება ხანგრძლივი ინტენსიური კვლევები. როგორც წესი, ეს ობიექტები უჩვენებენ არაპერიოდულ, მეტად არაპროგნოზირებად ცვალებადობას (მაგალითად, ანთებიდან ანთებამდე იცვლება ამპლიტუდა, სიკაშკაშის პიკის სიმაღლე და

მინიმალური დონე, ხანგრძლივობა) და დროდადრო ფიქსირდება ექსტრემალური ანთებები როგორც დროში ცვალებადობის, ისე სპექტრული მახასიათებლების თვალსაზრისით. ამგვარად, საჭიროა შემდგომი ინტენსიური კვლევები და მასში კიდევ უფრო მეტი რაოდენობით ობიექტების ჩართვა ცვალებადობის ხასიათიდან დაკავსირებით სტატისტიკურად წონადი დასკვნების მიღების თვალსაზრისით. აღსანიშნავია, რომ ბევრი საინტერსო ობიექტი ჯერ კიდევ არასაკმარისი სიხშირითაა დაკვირვებული, რაც უკავშირდება რენტგენულ და გამა–თანამგზავრებზე დასაკვირვებელ ობიექტებს შორის არსებულ უზარმაზარ "კონკურენციას" და მათ სეზონურ "არახილვადობას". ჩვენი კვლევის შედეგად გამოქვეყნებული პუბლიკაციები და ასტრონომიული ტელეგრამები ქმნიან საფუძველს მათი შემდგომი, უფრო ინტენსიური დაკვირვებებისათვის. გარდა ამისა, ხდება მათი სულ უფროდაუფრო მზარდი სიხშირით დაკვირვება ჩვენს მიერ წარდგენილი Target of Opportunity (TOO) ტიპის დაკვირვეითი პროექტების საფუძველზე. სწორედ ამ უკანასკნელთა საფუძველზე გამოვლენილი და დიდი სიხშირით იქნა დაკვირვებული მთელი რიიგი ექსტრემალური რენტგენული ანთებები, გამოკვეთილი იქნა მანამდე ნაკლებად "ფავორიტი" ობიექტების ინტენსიური დაკვირვების აუცილებლობა. ჩვენს მიერ მეტად ინტენსიური რენტგენული სპექტრული კვლევის შედეგად გამოიკვეთა ბლაზართა ჯეტებში დარტყმითი ტალღების, ტურბულენტობისა და მათთან დაკავშირებული ფერმის პირველი/მეორე ტიპის პროცესების განსაკუთრებული მნიშვნელობა. ამ შედეგის მიღებაში ასევე წვლილი შეიტანა ხანმოკლე ცვალებადობების ხანგრძლივთან კორელაციების კვლევამაც.

საანგარიშო პერიოდში გამოქვეყნებულია 1 სტატია რეფერირებულ სამეცნიერო ჟურნალში და სამი ტელეგრამა.

9. იშვიათი ტიპის ვარსკვლავთა მოძიება და კვლევა (ასტროფიზიკა, ვარსკვლავთ ასტრონომია)

2019-2023 წწ.

გვარამაძე ვასილი - პროექტის ხელმძღვანელი, შემსრულებელი.

ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ანოტაცია

სტატიების რაოდენობა რეფერირებულ ჟურნალებში:
გამოქვეყნებული - 2 (1 A&A, 1 MNRAS)
სტატიების რაოდენობა არარეფერირებულ ჟურნალებში:
გამოქვეყნებული - 1 (MOBSTER-1 virtual conference held 12-17 July 2020, id.35)

- წარმოდგენილია მაგელანის ღრუბლის (SNR) MCSNR J0127-7332 ზეახალის ნარჩენისა და დიდი მასის რენტგენულ ორმაგ SXP 1062 -თან ასოცირებული მასის დონორის Be ვარსკვლავის ოპტიკური სპექტროსკოპიის შედეგები. მაღალი გარჩევის მქონე გრძელი ჭვრიტის სპექტრების გამოყენებით გაიზომა ზეახალის ნარჩენის გარსის გაფართოების სიჩქარე ≈140kms−1, რაც იმაზე მეტყველებს, რომ MCSNR J0127-7332 გამოსხივების ფაზაში. ზეახალის ნარჩენის სპექტრის ხაზების დაკვირვებული თანაფარდობები გასაგები ხდება თუ ადგილობრივი ვარსკვლავთშორისი ნივთიერება იონიზირებულიაზეახლის ნარჩენთან ახლოს მყოფი 2dFS 3831-ით ან/და OB ვარსკვლავით. შემოთავაზებულია, რომ MCSNR J0127-7332 არის ზეახალის აფეთქების შედეგი იმ ბუშტში, რომელიც წარმოიქმნა ზეახლის წინაპარი ვარსკვლავის ქარით და რომ ბუშტი აფეთქების მომენტში გარშემორტყმული იყუ მასიური გარსით. შეფასდა MCSNR J0127-7332 -ის ასაკი და ის ტოლია ≲10000 წ. აღმოჩნდა, რომ 2dFS 3831-ის სპექტრი ორბიტალურ ფაზასთან ერთად იცვლება. კერძოდ, გამოსხივების Hα ხაზის ექვივალენტური სიგანე ≍40 პროცენტით შემცირდა ნეიტრონული ვარსკვლავის პერიასტრში გავლიდან 130 დღეში და შემდეგ თითქმის დაუბრუნდა თავის საწყის სიდიდეს შემდეგ 100 დღეში. ასევე, 2dFS 3831-ს პერიასტრის ეპოქასთან უახლოესად მიღებული სპექტრი (პერიასტრიდან დაახლოებით 3 კვირის შემდეგ) აჩვენებს He II λ4686 ხაზის შესამჩნევ გამოსხივებას, რაც 2 კვირის შემდეგ ქრება. ეს ცვლილებები

ინტერპრეტირებულია დისკის დროებითი შეშფოთებითა და გაცხელებით მასში ნეიტრონული ვარსკვლავის გავლისას.

- ბოლო წლებში ვარსკვლავებში მთავარი მიმდევრობიდან წითელ გიგანტებამდე მზის მსგავსი რხევების ჩვენეული გაგება მკვეთრად გაუმჯობესდა კოსმოსური ტელესკოპებიდან შეგროვებული მონაცემების წყალობით. ერთ-ერთი დარჩენილი ღია კითხვა ფოკუსირებულია მზის მსგავსი რხევების დაკვირვებით იდენტიფიკაციაზე მთავარ მიმდევრობის ვარსკვლავებში. ჩვენი კვლევა მიზნად ისახავდა მთავარი მიმდევრობის ვარსკვლავებში მზის მსგავსი რხევების მოსაძებნად გაუმჯობესებული მეთოდის შემუშავებას და მის გამოყენებას Kepler K2 მისიის მიერ შეგროვებულ მონაცემებზე. ჩვენი პროგრამული უზრუნველყოფა APOLLO მოიცავს ახალ გზას, რათა აღმოაჩინოს დაბალი სიგნალი-ხმაურის თანაფარდობა მზის მსგავს რხევებში მაღალი ფონის დონის არსებობისას. ჩვენი მეთოდის დაკალიბრებით ცნობილი მზის მსგავსი ოსცილატორების გამოყენებით კეპლერის მთავარი მისიიდან, ვიყენებთ მას კეპლერ K2-ის მიერ დაკვირვებულ T Tauri ვარსკვლავებზე და ამოვიცნობთ მზის მსგავსი ოსცილატორის რამდენიმე კანდიდატს. ირკვევა, რომ ჩვენი მეთოდი მტკიცეა მაშინაც კი, როდესაც ვიყენებთ ისეთი მცირე ხანგრძლივობის დაკვირვების სერიაზე, როგორიცაა ერთ სექტორში TESS-ის თანამგზავრით მიღებული. ჩვენ განვსაზღვრეთ EPIC 205375290, როგორც მზის მსგავსი რხევების შესაძლო კანდიდატი მთავარი მიმდევრობის ვარსკვლავში $\nu_{max} \simeq 242$ μHz. ასევე გამოვიყვანეთ მისი ფუნდამენტური პარამეტრები $T_{eff} = 3670 \pm 180$ K, $\log g = 3.85 \pm 0.3$, $v \sin i = 8 \pm 1$ km s^{-1}. კვლევა ნაწილობრივ ეფუძნება ESO ტელესკოპებით დაკვირვებებს La Silla Paranal ობსერვატორიაში 097.C-0040(A) პროგრამის ფარგლებში.

საანგარიშო პერიოდში გამოქვეყნებულია 2 სტატია მაღალრეიტინგულ სამეცნიერო ჟურნალში და 1 კონფერენციის მასალებში.

10. გალაქტიკების განაწილებით ფარული ენერგიის თვისებების შესწავლა (ასტროფიზიკა, გარეგალაქტიკური ასტრონომია, კოსმოლოგია)

2019-2023 წწ.

ლადო სამუშია - პროექტის ხელმძღვანელი, შემსრულებელი.

ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ანოტაცია

სტატიების რაოდენობა რეფერირებულ ჟურნალებში:
გამოქვეყნებული - 1 (Monthly Notices of the Royal Astronomical Society)
გაგზავნილი - 1 (Astrophysical Journal)
სტატიების რაოდენობა არარეფერირებულ ჟურნალებში:
გამოქვეყნებული - 1 (eprint arXiv:2110.01829)

- ლადო სამუშია ნასას პროექტის "Nancy Grace Roman Space Telescope" ფარგლებში ხელმძღვანელობს ხელმძღვანელობს მონაცემების სამეცნიერო ანალიზის ალგორითმების გამართვას. შესაფერისი კანდიდატურის შერჩევის შემთხვევაში დაგეგმილია პროექტში ობსერვატორიიდან სტუდენტის ჩართვა. სამუშაო ჯგუფმა მოახდინა 2,000 კვადრატული გრადუსის ზომის მონაცემთა სიმულაცია წყალბადის ალფა ხაზის მქონე გალაქტიკებისათვის. ასევე გამოთვლილი იქნა ის მოთხოვნები რომლებიც უნდა დააკმაყოფილოს ტელესკოპმა სამეცნიერო მიზნების მისაღწევად. შედგენილი იქნა სამომავლოდ დაკვირვებადი გალაქტიკების შესაძლო მოდელი, რომელიც დაფუძნებულია კოსმოლოგიურ სიმულაციებზე და ნახევრად-ანალიტიკურ დათვლებზე. ამ მოდელზე დაყრდნობით მიღებულ იქნა 4 კვადრატული გრადუსის ზომის მონაცემების მოდელი პიქსელების დონეზე. გამოთვლილ იქნა წყალბადის ალფა ხაზის და ჟანგბადის ორმაგად იონიზებული ხაზის მქონე გალაქტიკების რაოდენობა (შესაბამისად 10 და 2 მილიონი). ასევე დათვლილ იქნა ამ მონაცემებიდან

სავარაუდოდ მიღებული კოსმოლოგიური შეზღუდვების მაჩვენებლები. ჩატარებული სამუშაოების შედეგები გაგზავნილია ჟურნალში Astrophysical Journal.

- წამოყენებული იქნა ახალი იდეა n-წერტილოვანი ფუნქციების სტანდარტულ საზომებად გამოყენებასთან დაკავშირებით. გალაქტიკების განაწილება დროთა განმავლობაში უფრო არაწრფივი ხდება და სპექტრთან დამატებით n-წერტილოვან ფუნქციებსაც იძენს. ამ სტატიის გამოქვეყნებამდე არსებულ ლიტერატურაში მიჩნეული იყო რომ კოსმოლოგიური ევოლუციის შედეგად გალაქტიკათა განაწილებაში არსებული ინფორმაცია ბნელი ენერგიის შესახებ არ იცვლება. სტატიაში მოცემულმა გამოთვლებმა ცხადად აჩვენა რომ ეს დაშვება არასწორია მაშინ როდესაც n-წერტილოვანი ფუნქციები გამოიყენება როგორც სტანდარტული საზომები. ნაპოვნი იქნა კონრეტული კონფიგურაცია რომელშიც 3-წერტილოვანი ფუნქციიდან მიღებული შედეგები გაცილებით აუმჯობესებს 2-წერტილოვანი ფუნქციიდან მიღებულ შედეგებს. კერძოდ, ნულოვან წითელ წანაცვლებაზე, მილიონობით გალაქტიკების გაანალიზებით მიღებულ იქნა ორჯერ უფრო მჭიდრო შეზღუდვა კოსმოსურ მანძილებზე ვიდრე სტანდარტული ანალიზით. ამ სტატიის შედეგებზე დაფუძნებით იგეგმება გალაქტიკების 3-წერტილოვანი ფუნქციების გაანალიზება. ამ პროექტში დაგეგმილია ობსერვატორიიდან სტუდენტის ჩართვა. ნაშრომი გამოქვეყნებულია Monthly Notices of the Royal Astronomical Society-ში.

11.შერჩეული აქტიური გალაქტიკების შესწავლა მრავალზოლოვანი მონიტორინგის მეშვეობით (ასტროფიზიკა, გარეგალაქტიკური ასტრონომია)

2019-2023 წწ.

ომარ კუტანიძე - პროექტის ხელმძღვანელი, დაკვირვებითი მასალის დამუშავება;
ლორან სიგუა - დაკვირვებითი მასალის დამუშავება;
მარიამ ნიკოლაშვილი - დაკვირვებითი მასალის დამუშავება;
სოფიო კურტანიძე - (დოქტორანტი), დაკვირვებითი მასალის დამუშავება.

ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ანოტაცია
სტატიების რაოდენობა რეფერირებულ ჟურნალებში:
გამოქვეყნებული - 4 (1-A&A, 2-MNRAS, 1-ApJS)
კატალოგი - 3

- საანგარიშო პერიოდში (2021 წელი) აბასთუმნის ასტროფიზიკურ ობსერვატორიაში ჩატარდა პროექტის „შერჩეული აქტიური გალაქტიკების შესწავლა მრავალზოლოვანი მონიტორინგის მეშვეობით“ გეგმით გათვალისწინებული დაკვირვებები 94 ღამის განმავლობაში (2021 წლის 5 დეკემბერის ჩათვლით), აღნიშნული დაკვირვებები ჩაატარა გივი ქიმერიძემ და რომან ივანიძემ, დაკვირვებული მასალის დამუშავება აწარმოეს ჯგუფის წევრებმა: ო. კურტანიძემ, ლ. სიგუამ, მ. ნიკოლაშვილმა და ს. კურტანიძემ. აღნიშნული მასალის საფუძველზე მზადდება სტატიები მაღალრეიტინგულ სამეცნიერო ჟურნალში გამოსაქვეყნებლად.

12. კოსმოსური მაგნიტური ველების წარმოშობა, ევოლუცია და დაკვირვებითი გამოვლინებები (ასტროფიზიკა, კოსმოლოგია)

2019-2023 წწ.

თინათინ კახნიაშვილი - ხელმძღვანელი;
ოლგა ავსაჯანიშვილი - შემსრულებელი;
სალომე მჭედლიძე - შემსრულებელი.
ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ანოტაცია
სტატიების რაოდენობა რეფერირებულ ჟურნალებში:

გამოქვეყნებული - 5 (GCAP, PhysRevRes, PysRevD, CQG, ApJ)
სტატიების რაოდენობა არარეფერირებულ ჟურნალებში:
გამოქვეყნებული - 6 (3-eprint arXiv, 3-AAS)

- პროექტის მიზანი არის კოსმოლოგიური მაგნიტური ველების გენეზის მექანიზმების შესწავლა ადრეულ სამყაროში; აგრეთვე ამ ველების ევოლუციის შესწავლა და ამ ველების მიერ გამოწვეული ეფექტების გამოვლენა და ინტერპრეტაცია. მაგნიტური ველების წარმოშობისა და ევოლუციის საკითხის გარკვევა ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი პრობლემაა თანამედროვე ასტროფიზიკისთვის. დღესდღეობით განხილვის საგანია მაგნიტური ველების წარმოშობის ორი ძირითადი სცენარი: ასტროფიზიკური - როცა ჩანასახოვანი ველი სუსტია და მაგნიტური ველი გადაეცემა ლოკალური წყაროებიდან გალაქტიკურ მასშტაბებზე და კოსმოლოგიური - როცა პირველადი ველი გენერირებულია გალაქტიკების ფორმირებამდე, ადრეულ სამყაროში. ჩვენი კვლევის ერთ-ერთ მთავარ მიზანს წარმოადგენს მაგნიტური ველების სტრუქტურის, ევოლუციისა და მისი კოსმოლოგიური ეფექტების შესწავლა შესწავლილ იქნა პირველადი მაგნიტური ველების გენეზისი, დინამიკა და დაკვირვებითი გამოვლინებები.

13. ასტროფიზიკური დინებები და არაწრფივი დინამიკა (ფიზიკა, ასტროფიზიკა)

2019-2023 წწ.

გიორგი ჩაგელიშვილი - პროექტის ხელმძღვანელი, თეორიული კვლევა და სამეცნიერო კვლევების პროგრამა;
რევაზ ჭანიშვილი - თეორიული და რიცხვითი კვლევა;
ალექსანდრე თევზაძე - თეორიული და რიცხვითი კვლევა;
გიორგი მამაცაშვილი - თეორიული და რიცხვითი კვლევა;
ელენე უჩავა - თეორიული და რიცხვითი კვლევა.

ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ანოტაცია
სტატიების რაოდენობა რეფერირებულ ჟურნალებში:
გამოქვეყნებული - 3 (1-JFM, 1-MNRAS, 1- PRD).
წარდენილი - 1 (Journal of Mathematical Physics)
სტატიების რაოდენობა არარეფერირებულ ჟურნალებში:
გამოქვეყნებული - 2 (2-eprint arXiv)

- კუმშვადი არაეთგვაროვანი დინებები ფორმირდებიან როგორც ასტროფიზიკურ, ასევე ატმოსფერულ და საინჟინრო გარემოებში, რომლებიც უმრავლეს შემთხვევაში ტურბულენტურ ხასიათს ატარებენ. კუმშვადობის გამო ასეთი ტურბულენტობა გარდა ძირითადი - (კუმშვადი) გრიგალური - კომპონენტისა შეიცავს აკუსტიკურ ტალღებს. აკუსტიკური ტალღები ჩნდებიან ტურბულენტური გრიგალისაგან, მაგრამ მათი გაჩენის წრფივი და არაწრფივი მექანიზმებიდან დომინანტური კონკრეტული მექნიზმი ჯერ-ჯერობით დადგენილი არ არის. შრომის მიზანია დავადგინოთ და შევისწავლოთ დომინანტური მექანიზმი წანაცვლებითი ფენის დინების შემთხვევაში, რადგანაც ასეთი დინება სხვადასხვა ტიპის არაერთგვაროვანი დინებების საფუძვლად შეიძლება გამოდგეს და ამდენად, მიღებული შედეგები განზოგადებადია სხვა დინებებისათის. შეისწავლება შეშფოთებათა არაწრფივი დინამიკა, ამდენად კვლევის ძირითადი ინსტრუმენტია პირდაპირი რიცხვითი თვლები (პრთ). პრთ ვაწარმოეთ საშუალო/ქვეკრიტიკული კონვექტიური მახის რიცხვის შემთხვევაში, კერძოდ, Mc=0.7-თვის და სათვლელი „ბოქსისათივს“ (Lx,Ly,Lz), სადაც დინების გასწვრივ და წანაცვლების გასწვრივ სიგზრძივ ზომებს აქვთ მნიშვნელობები Lx=100 და Ly=200. თვლებს ვაწარმოებდით Lz=50,100, 200 შემთხვევაში, ანუ დინების დამახასითებელი პარამეტრის - გვერდების შეფარდების, Lx/Lz, - სამი მნიშვნელობის დროს: Lx/Lz=2, 1, 0.5.

თავდაპირველად შევისწავლეთ სამგანზომილებიანი, ჰომენტროპული, შემოუსაზღვრელი მუდმივ წანაცვლებითი დინებისათვის (რომელიც გამოდგება წანაცვლებითი ფენის დინების ცენტრალური/ძირითადი ნაწილის მოდელად) გრიგალური შეშფოთებებიდან აკუსტიკური ტალღების გაჩენის წრფივი მექანიზმის ფიზიკა, მიმდინარეობა და ეფექტურობა. ნაჩვენებია, რომ ტალღების გაჩენის ერთადერთი მექანიზმი არის ასეთი დინების არა-ნორმალურობით გამოწვეული ე.წ. არა-მოდალური მექანიზმი. აკუსტიკური ტალღების ზრდა ხდება არა ექსპონენცილიალურად, არამედ ალგებრულად და თან ზრდას აქვს დროებითი (ტრანზიენტული) ბუნება.

პრთ-ებმა აჩვენეს, რომ განხილული ქვეკრიტიკული კონვექტიური მახის რიცხვის შემთხვევაში (Mc=0.7) და Lx/Lz=2 და 1-ის დროს გაჩენილი აკუსტიკური ტალღა არის ორგანზომილებიანი, ხოლო Lx/Lz=0.5-ის დროს - სამგანზომილებიანი. პრთ-ის დროს მიღებული შედეგები თვისობრივ და რაოდენობრივ თანხვედრაშია შრომის დასაწყისში შესწავლილ წრფივ არა-მოდალურ მექანიზმთან. ეს იძლევა საშუალებას დარწმუნებით ვილაპარაკოთ განხილულ კუმშვად ტურბულენტურ დინებაში, აკუსტიკური ტალღების გაჩენის წრფივი მექანიზმის დომინანტობაზე არაწრფივ მექანიზმთან შედარებით და, ამასთანავე, წრფივი მექანიზმებიდან, არა-მოდალური მექანიზმის დომინანტობაზე.

შრომა გამოქვეყნდა arXiv:2104.09663-ში და მზადდებაPhysREvFluid-ში გამოსაქვეყნებლად. ამისათვის ვაწარმოებთ დამატებით თვლებს წანაცვლების გასწვრივ მაღალი „ბოქსისათვის" Ly=2000 სხვა იგივე თვლის პარამეტრების შემთხვევაში. ასევე ვაწარმოებთ თვლებს Lx=200, 50 და Mc=0.3 შემთხვევებისათვის.

- შევისწავლეთ აზიმუტალური მაგნიტოროტაციული არამდგრადობის (AMRI) კონვექტიური და აბსოლუტური ფორმები ტეილორ-კუეტის (TC) ნაკადში მოდებული აზიმუთალური მაგნიტური ველით. ვაჩვენეთ, რომ კონვექციური AMRI-ის დომენი უფრო ფართოა, ვიდრე აბსოლუტური AMRI. სინამდვილეში, ეს არის აბსოლუტური არამდგრადობა, რომელიც ყველაზე აქტუალური და მნიშვნელოვანია მაგნიტური TC ნაკადის ექსპერიმენტებისთვის. აბსოლუტური AMRI, კონვექციურისგან განსხვავებით, რჩება მოწყობილობაში და აჩვენებს მდგრად ზრდას, რომელიც შეიძლება ექსპერიმენტულად გამოვლინდეს. ასევე შევისწავლეთ გლობალურ AMRI-ს სასრული სიმაღლის TC ნაკადში DNS-ის გამოყენებით და აღმოვაჩინეთ, რომ მისი წარმოქმნილი პეპლის ტიპის სტრუქტურა - სივრცით-დროითი ცვალებადობა ზევით და ქვევით მოძრავი ტალღების სახით - ძალიან კარგად ეთანხმება წრფივი სტაბილურობის ანალიზს, რომელიც მიუთითებს ორი დომინანტური აბსოლუტური AMRI რეჟიმის არსებობაზე ნაკადში, რაც ამ გლობალურ პეპლის შაბლონს წარმოშობს.

შრომა გამოქვეყნდა რეფერირებულ ჟურნალში (JFM, vol. 922, id. R4).

- გაანალიზებულია უაღრესად მაგნიტიზებული რელატივისტური პლაზმური სვეტის დენით გამოწვეული არამდგრადობის ევოლუცია. ყურადღება გამახვილებულია მის დისიპაციის თვისებებზე. არამდგრადობის ევოლუცია იწვევს თხელი დენის ფურცლების წარმოქმნას, სადაც მაგნიტური ენერგია დისიპირდება. აღმოჩნდა, რომ დისპირებული მაგნიტური ენერგიის მთლიანი რაოდენობა დამოუკიდებელი არ არის დისპაციის თვისებებზე. დისიპაცია ხდება ორ ეტაპად: პიკი, როდესაც არამდგრადობა გაჯერებულია, რაც ხასიათდება დეფორმირებული პლაზმური სვეტის საზღვარზე ჰელიკოიდური დენის ფურცლის წარმოქმნით, რასაც მოჰყვება სუსტი, თითქმის ბრტყელი ფაზა, რომელშიც ვითარდება ტურბულენტობა. ამ ორი ფაზის დეტალური თვისებები დამოკიდებულია წონასწორობის კონფიგურაციაზე და სხვა პარამეტრებზე, კერძოდ, სიმაღლის რადიალური პროფილის ციცაბოზე, გარე ღერძულ მაგნიტურ ველზე და მაგნიტიზაციის ოდენობაზე. ეს შედეგები რელევანტურია მაღალი ენერგიის ასტროფიზიკური წყაროებისთვის, ვინაიდან დენის ფურცლები შეიძლება იყოს მაგნიტური ხელახალი კავშირის ადგილები, სადაც ნაწილაკები შეიძლება აჩქარდეს რელატივისტურ ენერგიებამდე და წარმოქმნას დაკვირვებული გამოსხივება.

სტატია გამოქვეყნებულია MNRAS-ში.

- ჩატარებულია ღერძული სიმეტრიული მაგნიტოროტაციული არამდგრადობის (MRI) წრფივ ანალიზს მაგნიტიზებული ცილინდრული ტეილორ-კუეტის (TC) ნაკადში მისი სტანდარტული ვერსიისთვის (SMRI) წმინდა ღერძული ფონის მაგნიტური ველით და კიდევ ორი ტიპის - სპირალურად მოდიფიცირებული SMRI (H-

SMRI).) და ხვეული MRI (HMRI) -- კომბინირებული ღერძული და აზიმუტალური მაგნიტური ველების არსებობისას. ეს კვლევა გამიზნულია მომავალი ფართომასშტაბიანი თხევადი ნატრიუმის MRI ექსპერიმენტების მოსამზადებლად, რომელიც დაგეგმილია DRESDYN პროექტის ფარგლებში Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf-ში. ამიტომ ჩვენ ვიკვლევთ არამდგრადობის ამ ტიპებს ძირითადი პარამეტრების ტიპიური მნიშვნელობებისთვის: მაგნიტური რეინოლდსის რიცხვი, ლუნდკვისტის რიცხვი. და ცილინდრების კუთხური სიჩქარის თანაფარდობა, რომელიც მიიღწევა ამ ექსპერიმენტებში. ლაბორატორიაში MRI-ს გამოვლენის წინა მცდელობებისგან განსხვავებით, ჩვენი შედეგები აჩვენებს, რომ SMRI და მისი ხვეული მოდიფიცირებული ვერსია პრინციპში შეიძლება აღმოჩენილი იყოს DRESDYN-TC მოწყობილობაში ზემოაღნიშნული პარამეტრების დიაპაზონისთვის, ასტროფიზიკურად ყველაზე მნიშვნელოვანი კეპლერის ბრუნვის ჩათვლით., მიუხედავად თხევადი ნატრიუმის უკიდურესად მცირე მაგნიტური პრანდლის რიცხვისა. ვინაიდან ექსპერიმენტებში ვგეგმავთ (H-)SMRI-ს მიახლოებას ადრე შესწავლილი HMRI რეჟიმიდან, ჩვენ ვახასიათებთ უწყვეტ და ერთფეროვან გადასვლას ორივე რეჟიმს შორის. ვაჩვენეთ, რომ H-SMRI, ისევე როგორც HMRI, წარმოადგენს ზესტაბილურობას (მოგზაურ ტალღას) არანულოვანი სიხშირით, რომელიც წრფივად იზრდება აზიმუტალური ველით. ექსპერიმენტებში სასრული ზომის ნაკადის სისტემებთან მისი შესაბამისობის გამო, ჩვენ ასევე ვაანალიზებთ H-SMRI-ს აბსოლუტურ ფორმას და ვადარებთ მის ზრდის ტემპს და დაწყების კრიტერიუმს კონვექციურთან.

შრომა გამოქვეყნდა eprint arXiv:2112.01399-ში

- კოსმოსური ნეიტრინოების გაზომვებს აქვს დიდი პოტენციალი ნეიტრინოს ფუნდამენტური თვისებების გასარკვევად. ამისათვის საჭიროა ზუსტი ცოდნა კოსმოსური ნეიტრინოების გავრცელების ასტროფიზიკური გარემოს შესახებ. თუმცა ეს ყოველთვის არ არის შესაძლებელი და ინფორმაციის ნაკლებობამ შეიძლება გამოიწვიოს თეორიული გაურკვევლობა კოსმოსური ნეიტრინო ნაკადების ექსპერიმენტების შედეგების ფიზიკურ ინტერპრეტაციაში. ჩვენ ჩამოვაყალიბეთ მიდგომა, რომელიც საშუალებას იძლევა რაოდენობრივად განვსაზღვროთ გაურკვევლობები კვანტური გაზომვის თეორიის აპარატის გამოყენებით. ვიხილავთ დირაკის მაღალი ენერგიის ნეიტრინოებს, რომლებსაც ასხივებენ შორეულ წყაროები და ვრცელდებიან დედამიწისკენ ვარსკვლავთშორის სივრცეში. ჩვენ ვითვალისწინებთ ნეიტრინოს მაგნიტური მომენტის ურთიერთქმედებას სტოქასტურ ვარსკვლავთშორის მაგნიტურ ველებთან და აღვწერთ ნეიტრინოს ევოლუციას ლინდბლადის მთავარი განტოლების ფორმალიზმში ნეიტრინოს სიმკვრივის მატრიცისთვის. ვარაუდობენ, რომ დედამიწისკენ მიმავალი ნეიტრინოები გადიან კოსმოსური ობიექტის ძლიერ მაგნიტიზებულ მკვრივ ფენებს, რომლებიც "აჩერებენ" მარცხენა ნეიტრინოებს და მხოლოდ სტერილურ, მარჯვენა ხელის ნეიტრინოებს საშუალებას აძლევს უფრო შორს გავრცელდნენ. ასეთი ფილტრი ასახავს ყველაზე ძლიერ ეფექტს ნეიტრინო ნაკადზე, რომელიც შეიძლება გამოიწვიოს კოსმოსურმა ობიექტმა და რომელიც შეიძლება გამოტოვოთ ლაბორატორიული გაზომვების თეორიულ ინტერპრეტაციაში ნეიტრინოების გავრცელების ასტროფიზიკური გარემოს შესახებ არასაკმარისი ინფორმაციის გამო. ნეიტრინო ურთიერთქმედების განხილვა კოსმოსური ობიექტის ნეიტრინო ფილტრთან, როგორც პირველი, ნეიტრინო-სპინის გაზომვა, რომლის შედეგი არ არის დაფიქსირებული, ჩვენ ვსწავლობთ მის ინვაზიურ ეფექტს ლაბორატორიაში ნეიტრინო-გემოვნების მეორე გაზომვაზე. ჩვენ რაოდენობრივად ვადგენთ პირველი, ბრმა გაზომვის ინვაზიურობას კვანტური მოწმის საშუალებით, რომელსაც განხილულ შემთხვევაში აქვს უპირატესობა ცნობილ ლეგეტ-გარგის უტოლობასთან შედარებით, რადგან ეს უკანასკნელი იკვლევს ერთი და იგივე ოპერატორის ორჯერადი კორელაციის ფუნქციებს. ჩვენ ანალიტიკურად ვხსნით ლინდბლადის მთავარ განტოლებას ნეიტრინოს სიმკვრივის მატრიცის დროის ევოლუციისთვის და ამის საფუძველზე გამოვთვალეთ კვანტური მოწმე ლაბორატორიაში კოსმოსური ელექტრონული ნეიტრინოების გაზომვისთვის. ჩვენ წარმოგიდგენთ მძლავრი ინვაზიური ეფექტის ციფრულ ილუსტრაციებს, რომლებიც გვიჩვენებს, რომ კვანტური მოწმობა, როგორც ფუნქცია დედამიწასა და კოსმიურ ობიექტს შორის მანძილის მიხედვით, შეიძლება იყოს ასიმპტომურად გაუჩინარებული სიდიდე, მიუხედავად სტოქასტური ვარსკვლავთშორისი მაგნიტური ველებით გამოწვეული ნეიტრინოს სპინის თერმიზაციისა.

შრომა გამოქვეყნდა Physical Review D-ში.

- შემოთავაზებულია ახალი მათემატიკური მოდელი, რომელიც ზუსტად და სრულად ცვლის კანონიკური განტოლებების მყარ საზღვარს და, რაც უფრო მთავარია, შეშფოთებების წრფივ დინამიკაზე მყარი საზღვრის ზემოქმედების ფიზიკური არსის გარკვევის საშუალებას გვაძლევს. განხილულია წრფივი შეშფოთებების დინამიკა სტრატიფიცირებული, მბრუნავი სითხის (უწყვეტი გარემოს) ვერტიკალური წანაცვლების მქონე, $\boldsymbol{U} = (Az, 0,0)$, ნახევრად შემოსაზღვრულ $z \geq 0$ დინებებში. ანუ, ახალი მათემატიკური მოდელი შემუშავებულია კლასიკური გეოფიზიკური ჰიდრდინამიკის პრობლემის მაგალითზე. ჩვენი განხილვა აჩვენებს, რომ ჰორიზონტალური მყარი საზღვრის ზემოქმედება ზუსტად და სრულად იცვლება გარკვეული ლოკალიზებული წყაროების ზემოქმედებით, რომლებიც განლაგებულები არიან ტალღური და გრიგალური შეშფოთებების დინამიური განტოლებების საზღვარზე. ეს ლოკალიზებული წყაროები (რომლებითაც ჩანაცვლებულია დინების მყარი საზღვრები) აგენერირებენ ახალ/მეორად შეშფოთებებს. არის საკმაოდ ღრმა ფორმალური ანალოგია ჰიუგენსის პრინციპთან ოპტიკაში ორი გარემოს გამყოფ საზღვარზე სინათლის არეკვლის/გარდატეხის დროს.

შემოთავაზებული ახალი მათემატიკური განხილვის შედეგად გაანალიზებული დინების მყარი საზღვრის ზემოქმედების ფიზიკური არსი შემდეგია: წარმოადგენს რა განხილული უწყვეტი გარემოს ღია რთული სისტემის გარე წყაროს, მყარი საზღვარი, შეშფოთებების დასუსტების ხელშეწობის ნაცვლად მოქმედენ საწინააღმდეგოდ - როგორც გარე წყაროს, იგი აგენერირებს ახალ შეშფოთებებს, ანუ, შეაქვს დამატებითი ენერგია შეშფოთებათა ჰარმონიკებში, ამდენად ხდებიან ენერგიის მნიშვნელოვანი მიმწოდებლები სისტემის წრფივი დინამიკისათის. კერძოდ, მყარი საზღვარი ცვლის შეშფოთების გრიგალურ კომპონენტას ახალი/მეორადი შეშფოთებების აგზნების გზით. რომლებიც, დინების ძირითად შეშფოთებებთან ინტერფერენციის გამო, უზრუნველყოფენ შეშფოთებების განოლებას ქვედა ($z \leq 0$) ნახევარსივრცეში და, ამავდროულად, განაპირობებენ ტალღური კომპონენტების ზრდას ზედა ($z > 0$) ნახევარსივრცეში. ამავე დროს პროცესების მიმდინარეობა - ტალღური და გრიგალური შეშფოთებების წრფივი დინამიკა - ზუსტად თანხვდება კანონიკური განხილვის დროს შეშფოთებების დინამიკის ანალიზურ ამოხსნას. (Journal of Mathematical Physics, 2021, submitted).

14. პულსარებისა და სხვა კომპაქტური ობიექტების გამოსხივების შეაწავლა და მოდელირება (ფიზიკა, ასტროფიზიკა)

2019-2023 წწ.

გიორგი მელიქიძე - პროექტის ხელმძღვანელი, თეორიული კვლევა;
ზაზა ოსმანოვი - თეორიული კვლევა.

ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ანოტაცია

სტატიების რაოდენობა რეფერირებულ ჟურნალებში:

გამოქვეყნებული - 13 (1-ApJ, 3- MNRAS, 1-SAJ, 2-Universe, 1-IJMP, 1-ComBAO, 1-PhPlasma, 1-JBrIntSoc, 1-IJAA, 1-Galxies)

- საანგარიშო პერიოდში გამოკვლეულია ერთპულსიანი პულსარების მეტრტალღის სიგრძიანი გამოსხივება, მისი ნაკადის სიმკვრივე, კომპონენტური სპექტრული ვარიაცია და გამოსხივების მდგომარეობები.

- შესწავლილია ნეიტრონული ვარსკვლავის ზედაპირული მაგნიტური ველის სწრაფი მოდიფიკაცია და შემოთავაზებუია პულსარებში რადიო გამოსხივების მდგომარეობის ცვლილების მექანიზმი.
- ჩატარებულია პულსარი J2321+6024 (B2319+60) რადიო გამოსხივების დეტალური ერთ-იმპულსურ პოლარიმეტრულ ანალიზი.
- განხილულია Type-2.x და Type-3.x არამიწიერ ფონ ნოიმანის ზონდები და შესწავლილია მათი აღმოჩენის პრობლემა მსოფლიოში.
- შესწავლილია წყვილების ეფექტური წარმოების შესაძლებლობა პულსარის მაგნიტოსფეროში. ნაჩვენებია, რომ რელატივისტური ცენტრიდანული ძალის საშუალებით ელექტროსტატიკური ველი ექსპონენტურად ძლიერდება და შედეგად, ველი უახლოვდება შვინგერის ზღვარს, რაც იწვევს წყვილის შექმნის პროცესს სინათლის ცილინდრის ზონაში, სადაც ბრუნვის ეფექტი ძლიერია.
- ელისის ჭიის ხვრელის მეტრიკაში შესწავლილია სითხის დინამიკის მახასიათებლები და ბრეგის ტალღების თვისებები. ენერგია-იმპულსის განტოლებისა და უწყვეტობის განტოლების ზოგად რელატივისტური განხილვით განხილულია ნაკადის დინამიკა და ამოხსნილია შესაბამისი განტოლებები რადიალური ნაკადისთვის. წრფივი ბგერითი ტალღების შესასწავლად ამოხსნილია აღნიშნული ფიზიკური სისტემის აღმწერი განტოლებები და მიღებულია საინტერესო დამახასიათებელი თვისებები.
- განხილულია რადიოტალღების და რბილი რენტგენის სხივების ერთდროული წარმოქმნის შესაძლებლობა კვაზიწრფივი დიფუზიის (QLD) საშუალებით ანომალიურ პულსარში AXP 4U 0142+61.
- მაღალი გადაგვარების ელექტრონულ პლაზმაში შესწავლილია სოლიტონური სტრუქტურის ფორმირება და ელექტრომაგნიტური ჭავლის თვითმიმართვა.
- სინქროტრონის ემისიის შესაძლო წარმოქმნის მექანიზმად Sgr A*-ის მიმდებარე ზონაში განხილულია კვაზიწრფივი დიფუზია (QLD), რომელიც გამოწვეულია ციკლოტრონის არასტაბილურობით.
- განხილულია ფერმის პარადოქსი (FP) და შემოთავაზებულია შესაძლო გადაწყვეტა სუპერ განვითარებული უცხო ცივილიზაციების კონტექსტში.
- Langmuir-Landau-Centrifugal Drive (LLCD), რომელსაც შეუძლია ეფექტურად „გარდაქმნას“ გრავიტაციული ენერგია ნაწილაკებად, გამოკვლეულია, როგორც მამოძრავებელი მექანიზმი, რომელიც პასუხისმგებელია ზოგიერთი აქტიური გალაქტიკური ბირთვის (AGN) მიერ შექმნილ თერმულ სიკაშკაშეზე.
- შესწავლილია ბრუნვის რელატივისტური ეფექტები γ-ენერგიის პულსარების მაგნიტოსფეროებში. მიღებული შედეგების საფუძველზე შესწავლილია პარამეტრულად აღგზნებული ლანგმუირის ტალღები და შესაბამისი ლანდაუ-ლანგმუირ-დანული მექანიზმი.

3. სსიპ - შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტით დაფინანსებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები

3.1. გარდამავალი

1). ,,ტევ ბლაზარების დროითი მახასიათებლები“, FR-19- 6174

2021 -2023

რევაზ ჭილაძე - პროექტის ხელმძღვანელი,
ომარ კურტანიძე - კორდინატორი,
მარიამ ნიკოლაშვილი- ძირითადი პერსონალი,
სოფიო კურტანიძე - ძირითადი პერსონალი,
სტეფან ვაგნერი - კონსულტანტი.

თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ანოტაცია

დავაკვირდით, დავამუშავეთ და წარმოვადგინეთ TeV ბლაზარ Mrk 421 ფართოზოლოვანი ემისიის დეტალური დახასიათება და თეორიულ ინტერპრეტაცია, განსაკუთრებული აქცენტია გაკეთებული მრავალზოლიანი ნაკადის კორელაციებზე. სტატისტიკური მასალა შეგროვდა ვრცელი მრავალტალღოვანი კომპანიის მეშვეობით, რომელიც ორგანიზებული იყო 2016 დეკემბრიდან 2017 წლის ივნისამდე. კვლევაში ჩვენს გარდა ჩართული იყვნენ: ბოსტონის უნივერსიტეტი, მაქს პლანკის რადიო - ასტრონომიული ინსტიტუტი, ტურინის ობსერვატორია *და სხვა.*

მიღებული შედეგები მოწმობს, რომ ძალიან მაღალი ენერგიის (VHE -ძალიან მაღალი ენერგია; E > 100 GeV) გამა სხივები და რენტგენის სხივები დროში თითქმის არ იცვლება, მაგრამ სიძლიერე და კორელაციის მახასიათებლები არსებითად იცვლება სხვადასხვა გამოკვლეულ ენერგეტიკულ დიაპაზონში. VHE და რენტგენის ნაკადები განსხვავებულია, ნაწილობრივ კომპტონის ეფექტის დომინირებს, მნიშვნელოვანი ცვლილებების გამო რამდენიმე დღის განმავლობაში რენტგენის ნაკადის ერთდრო ული ზრდის გარეშე (ე.ი. შეინიშნება მცირე გამა აქტივობა). ფართოზოლოვანი სპექტრული ენერგიის განაწილების (SED) შესწავლა დღეების განმავლობაში NuSTAR (ბირთვული სპექტროსკოპული ტელესკოპის მასივი) დაკვირვებების ჩათვლით, სამეცნიერო შრომაში ნაცვენებია, რომ ეს ცვლილებები შეიძლება აიხსნას ერთზონიანი ლეპტონური მოდელის ბლოკით, რომელიც დროთა განმავლობაში ზრდის მის ზომას.

ჩვენი მრავალზოლიანი კორელაციის კვლევა ასევე მიუთითებს ანტიკორელაციაზე UV-ოპტიკურ და რენტგენს შორის 3σ-ზე მაღალი მნიშვნელობით. (2017 წლის 4 თებერვალი) დაფიქსირებული VHE აფეთქება გვიჩვენებს გამა გამოსხივების ცვალებადობას მრავალსაათიან დროში, TeV ნაკადის ათი ფაქტორით, ნაკადის მხოლოდ ზომიერი ზრდით. დაკავშირებული ფართოზოლოვანი SED უკეთესად არის აღწერილი ორზონიანი ლეპტონური სცენარით, ვიდრე ერთზონიანი სცენარით. ჩვენ აღმოვაჩენთ, რომ აფეთქება შეიძლება წარმოიქმნას გარეგნობით კომპაქტურ მეორე ბლოკში, რომელიც დასახლებულია მაღალი ენერგიული ელექტრონებით, რომელიც მოიცავს ლორენცის ფაქტორების ვიწრო დიაპაზონს.

გამა-სხივების აქტივობები, რომლებიც წარმოდგენილია მხოლოდ რამდენიმე დაკვირვებაში (10%-ზე ნაკლები), აღიწერება კვადრატული და კუბური დამოკიდებულებებით, VHE და რენტგენის ნაკადის მიმართებაში. ამ რამდენიმე გაზომვის მნიშვნელობის ამოღებით, ურთიერთობები ხდება წრფივი ან ქვეწრფივი, რაც შეესაბამება წინა დაკვირვებებს და მათი ახსნა უფრო ადვილია სტანდარტული მოდელებით. ჩვენ ვაჩვენეთ, რომ ერთზონიანი სცენარით (ემისიური ბლოკის ზომის ცვლილება ელექტრონების რაოდენობის შეცვლის გარეშე) შეიძლება აიხსნას ფართოზოლოვანი SED-ების კომპტონის დომინირების შემცირება, რომლებიც აჩვენებენ მცირე გამა-გამოსხივების აქტივობას.

ნაშრომში ნაჩვენებია ანტიკორელაცია UV-ოპტიკურ და რენტგენის სხივებს შორის 3σ-ზე მეტი მნიშვნელობით. ეს უკვე მეორე შემთხვევაა, როდესაც მსგავსი ტენდენცია შეინიშნება Mrk 421-ში, რაც მიუთითებს იმაზე, რომ ეს არის განმეორებადი მახასიათებელი რეალური ფიზიკური მექანიზმით. ეს შეიძლება გამოწვეული იყოს ელექტრონის გაგრილების ან აჩქარების პროცესების ეფექტურობის ცვლილებით. აგებული მრავალი

მახასიათებელი მრუდები და ფართოზოლოვანი SED-ები მიუთითებენ გამა-სხივების აქტივობის დიდ ზრდას. რენტგენის დიაპაზონში მკაფიო ანალოგის გარეშე.

2) კოსმოსური მაგნიტური ველების წარმოშობა, ევოლუცია და დაკვირვებითი მინიშნებები. FR18-1462

2019 – 2023

თინათინ კახნიაშვილი - ხელმძღვანელი;
სალომე მჭედლიძე - ახალგაზრდა მკვლევარი.

თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ანოტაცია

ჩვენ განვახორციელეთ კოსმოსური მაგნიტოჰიდროდინამიკური (მჰდ) ტურბულენტობის ანალიზი, რათა უკეთ შეგვესწავლა მაგნიტური ველების ევოლუცია. მჰდ ტურბულენტობა ასტროფიზიკური კუთხით, ჯერ კიდევ ბისკამპის მიერ იყო შესწავლილი; კოსმოლოგიური თვალსაზრისით მჰდ ტურბულენტობის შესწავლას კი ბოლო წლებში ჩაეყარა საფუძველი. კოსმოლოგიური რიცხვითი გათვლები აჩვენებენ, რომ ტურბულენტური მოძრაობების კინეტიკური ენერგია, შეიძლება აღწევდეს თერმული ენერგიის სიმკვრივის 5-10%-საც კი. ამან შეიძლება გავლენა მოახდინოს არა მხოლოდ გალაქტიკების გროვების ფიზიკაზე, არამედ საჭიროა მათი გათვალისწინება დიდმასშტაბოვან რიცხვით მოდელირებაშიც.. ტურბულენტობა წარმოიქმნება მცირე საწყისი კოსმოლოგიური მაგნიტური ველითაც და შეიძლება გავლენა მოახდინოს კოსმოლოგიურ ფაზურ გადასვლებზეც.. იმ შემთხვევაშიც კი როცა ტურბულენტური ენერგიის წვლილი ჯამურ ენერგიის სიმკვრივეში მცირეა (10%-ზე ნაკლები, შედარებით ჯამურ თერმულ ენერგიასთან), მისით გამოწვეული ფიზიკური ეფექტები მნიშვნელოვანი იქნება, რადგან საქმე გვაქვს შესაბამის არაწრფივ ფიზიკურ პროცესებთან.

3) პირველადი მაგნიტური ველების ევოლუცია და ანაბეჭდები, PHDF-19-4101

2019 – 2022

სალომე მჭედლიძე

თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ანოტაცია

დღევანდელი დაკვირვებები გვიჩვენებენ, რომ სამყარო ყველა მასშტაბზე განჭოლილია მაგნიტური ველებით, რომელთა წარმოშობის მექანიზმიც დღემდე უცნობია. კერძოდ, გალაქტიკებისა და გალაქტიკათა გროვების დაკვირვებადი მაგნიტური ველები შესაძლოა წარმოქმნილიყო როგორც ადრეულ სამყაროში (მაგ: პოსტ-ინფლაციურ ცხელ სამყაროში ფაზური გადასვლების დროს) ასევე მოგვიანებით, სტრუქტურის ფორმირების პროცესში. საინტერესოა, რომ დაკვირვებები ასევე მიუთითებენ მაგნიტური ველების არსებობაზე კოსმოსურ სიცარიელეშიც (cosmic voids), რაც შეიძლება მათი ადრეულ სამყაროში წარმოქმნის შედეგი იყოს (აქედან მოდის სიტყვა “პირველადი”, “primordial”). ჩვენი მიზანია კოსმოლოგიური სიმულაციების მეშვეობით შევისწავლოთ პირველადი მაგნიტური ველების ევოლუცია სტრუქტურის ფორმირებებისას და განვსაზღვროთ ის დაკვირვებითი ანაბეჭდები, რომელთაც მაგნიტური ველების წარმოშობის სხვადასხვა მექანიზმი დატოვებდა დღევანდელ დიდმასშტაბოვან სტრუქტურაზე. პროექტის 2021 წლის ფაზის მიზანი იყო 2020 წლის ფაზაში ჩატარებული კოსმოლოგიური სიმულაციების ანალიზი და პუბლიკაციის გამოქვეყნება. პუბლიკაცია ამ ეტაპზე უკვე გაგზავნილია ჟურნალში (submitted in Astrophysical Journal; იხილეთ: https://arxiv.org/abs/2109.13520).

3.2. დასრულებული

1) "მაგნიტური ჯეტების არამდგრადობა მზის ატმოსფეროში", მიმართულება - 1.3. ფიზიკის მეცნიერებები (-სითხე-აირებისა და პლაზმის ფიზიკა (ზედაპირის მოვლენათა ფიზიკის ჩათვლით); -ასტრონომია (ასტროფიზიკის, კოსმოსის მეცნიერების ჩათვლით)), DI-2016-17.

1.1 16/11/2016 – 15/04/2021

ვასილ კუხიანიძე (პროექტის ხელმძღვანელი),
თეიმურაზ ზაქარაშვილი (კოორდინატორი),
ირაკლი მღებრიშვილი (ძირითადი პერსონალი),
თამარ ჭაღიაშვილი (ძირითადი პერსონალი) ,
სერგო ლომინეიშვილი (ძირითადი პერსონალი) ,
ელენე მიდელაშვილი (ძირითადი პერსონალი).

თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ანოტაცია

ქრომოსფეროსა და კორონის პლაზმის გაცხელება წარმოადგენს მზის ფიზიკის ერთ–ერთ მთავარ გადაუჭრელ პრობლემას. შეფასებების თანახმად პლაზმა გამოსხივებისა და სითბური ენერგიის დაკარგვის გამო რამოდენიმე საათში გაცივდებოდა, რომ არ არსებობდეს გარე სითბური წყარო. ცნობილია რომ საჭირო ენერგია არსებობს ფოტოსფეროში, მაგრამ საჭიროა მისი ზედა ფენებში გადატანა და მისი დისიპაცია. ამისთვის სხვადასხვა ტიპის ჯეტებს და ტალღებს აქვთ დიდი მნიშვნელობა, რომლებმაც შესაძლოა უზრუნველყონ ენერგიის გადატანა ფოტოსფეროდან ქრომოსფერო/კორონაში და გააცხელონ პლაზმა. პროექტის მიზანი იყო ამ ჯეტების და ტალღების შესწავლა და მათი როლის განსაზღვრა პლაზმის გაცხელებაში. პროექტის განმავლობაში ჩავატარეთ ოთხი 10-დღრიანი დაკვირვებითი ექსპედიცია ერთ-ერთ საუკეთესო სამზეო ტელესკოპზე, Swedish Solar Telescope-ზე (SST), რომელიც კუნძულ ლა პალმაზე მდებაროებს. მივიღეთ ძალიან კარგი დაკვირვცებითი მასალა, რომელიც ანალიზის პროცესშია. დედამიწიდან და კოსმოსიდან ერთდროული დაკვირვებების შედეგად ჩვენს მიერ პირველად მოხერხდა ალვენის ტალღების დამზერა მზის ქრომოსფეროში. ჩვენ ასევე დავაკვირდით ტემპერატურის მატებას ამ ტალღების გავრცელების დროს რაც მიუთითებს პლაზმის გაცხელებაზე. სტატია გამოქვეყნებულია პრეტიჟულ ჟურნალ Nature Physics-ში. კოსმოსურ თანამგზავრ IRIS-ის მონაცემების საშუალებით ჩვენ ასევე პირველად დავაკვირდით ფსევდო-დარტყმითი ტალღების გავრცელებას მზის ატმოსფეროში. რიცხვითი მეთოდებით მოდელირებამ მოგვცა კარგი თანხვედრა დაკვირვებებთან, რაც ამ მოვლენის მნიშვნელობას შესამჩნევად ზრდის. სტატია გამოქვეყნებულია პრეტიჟულ ჟურნალ Nature Astronomy-ში. კოსმოსური მისიის Solar Dynamics Observatory-ის (SDO) მონაცემების ანალიზის საფუძველზე შევისწავლეთ მზის ტორნადოების სტატისტიკური ყოფაქცევა მათი გამოჩენიდან გაქრობამდე. აღმოჩნდა რომ ტორნადოების 50 %-ზე მეტი იწვევს კორონული მასის ამოფრქვევებს დაახლოებით 2 დღეში, რაც ნიშნავს რომ ტორნადოს გამოჩენა მზის ატმოსფეროში 50 %-იანი ალბათობით გამოიწვევს ამოფრქვევას, რომელსაც დიდი გავლენა აქვს დედამიწის ატმოსფეროსა და კოსმოსურ ამინდზე. სტატია გამოქვეყნებულია პრესტიჟულ ჟურნალ Astrophysical Journal-ში. SST-ის მაღალი გარჩევის სპექტროპოლატიმეტრით დაკვირვებული მასალის ანალიზის საფუძველზე შევისწავლეთ ქრომოსფეროს სტრუქტურა მზის ანთების შემდეგ, რამაც გვიჩვენა ტემპერატურის და სიჩქარის ცვლილებების სიდიდეები და დინამიკა. დაკვირვებებმა აჩვენეს შესამჩნევი გაცხელება აქტიური არის ფეხებთან. სტატია ასევე გამოქვეყნებულია პრესტიჟულ ჟურნალ Astrophysical Journal-ში. თანამგზავრ SDO-დან მიღებული მონაცემების საშუალებით შევძელით კელვინ-ჰელმჰოლცის არამდგრადობის დაკვირვება პოლარულ დაგრეხილ კორონალურ ჯეტებში.. მაგნიტოჰიდროდინამიკური განტოლებების ამოხსნის საშუალებით მოვახდინეთ ამ დაკვირვებების თეორიული მოდელირება და ვიპოვეთ ძალიან კარგი თანხვედრა დაკვირვებებთან. რაც მიუთითებს ამ არამდგრადობის მნიშვნელობაზე მზის ატმოსფეროში. ჯეტების არამდგრადობისა და მათი კორონაზე ზემოქმედების საფუძველზე ვაჩვენეთ, რომ ნებისმიერ ჯეტს შეუძლია კვაზი-პერიოდული

დარტყმითი ტალღების აღძვრა, რომლებიც კორონის სიმკვრივის პერიოდულ (დაახლოებით 80 წუთიანი პერიოდით) ცვლილებებს იწვევენ. ამ პერიოდის რხევები ასევე დავიმზირეთ რადიო დაკვირვებების საშუალებით, რომლებიც დიდ უკრაინულ რადიო ტელესკოპზე მივიღეთ უკრაინელ კოლეგებთან ერთად. 80-წუთიანი რხევები ასევე დამზერილი იყო მზის ქარში და შესაბამისად ჩვენი მექანიზმით იხსნება მზის ქარის დინამიკაც. სტატია გამოქვეყნებულია პრესტიჟულ ევროპულ ჟურნალ Astronomy and Astrophysics-ში. პროექტის შედეგები გამოქვეყნდა 7 საერთაშორისო ჟურნალში. პროექტის შედეგების საფუძველზე პროექტის ახალგაზრდა მონაწილემ ირაკლი მღებრიშვილმა დაიცვა სადოქტორო დისერტაცია.

2) “მზის ატმოსფეროში დინებათა სახეობების თეორიული სტატისტიკური მოდელირება”, მიმართულება - 1.3. ფიზიკის მეცნიერებები (-სითხე-აირებისა და პლაზმის ფიზიკა (ზედაპირის მოვლენათა ფიზიკის ჩათვლით); -ასტრონომია (ასტროფიზიკის, კოსმოსის მეცნიერების ჩათვლით)), DI-2016-52.

1.2 16/11/2016 – 14/06/2021

ალექსანდრე თაქთაქიშვილი (პროექტის სამეცნიერო ხელმძღვანელი),
გიორგი რამიშვილი (პროექტის ხელმძღვანელი),
ბიძინა შერგელაშვილი (კოორდინატორი),
სალომე ბაგასვილი (ძირითადი პერსონალი),
გრიგოლ დიდიძე (ძირითადი პერსონალი),
გულსუნ დუმბაძე (ძირითადი პერსონალი),
ელენე ფილიშვილი (ძირითადი პერსონალი).

თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ანოტაცია

მზის და ვარსკვლავების შემოგარენი გაჯერებულია უამრავი მცირე (მაგ. სპიკულები, კორონული ჯეტები), საშუალო (მაგ. პროტუბერანცები, ტორნადოები, მზის ანთებები) და დიდი (ნელი და სწრაფი მზის ქარი, თანაბრუნვადი ურთიერთქმედების რეგიონი, მასის კორონალური ამოფრქვევები) მასშტაბის დინებებით. დინების ყველა ეს სახეობა დაკავშირებულია მზეზე (უფრო ზოგადად ვარსკვლავზე) და მის ატმოსფეროში მიმდინარე გარკვეულ ფიზიკურ პროცესებთან. ჩვენ ყურადღების ცენტრში ამ პროექტში არის მზე, რადგან ყველაზე დეტალური დაკვირვებითი მონაცემები ამ პროცესების შესახებ გვაქვს სწორედ მზიდან. ამგვარი სტრუქტურირებული დინების პროფილის მზის (ვარსკვლავის) ატმოსფეროსა და პლანეტათაშორის სივრცეში ჩამოყალიბების გამომწვევი მიზეზების ფუნდამენტური ფიზიკური თვისებების გასარკვევად საჭიროა როგორც დაკვირვებითი ასევე თეორიული მოდელირების თვალსაზრისით საკითხის შესწავლა. ამ პროექტში ჩვენი მთავარი საგანი იყო ადიაბატური და არაწონასწორული დინების სახეობების ფუნდამენტური თეორიული მოდელირება არსებული ოპტიკური და რადიო დაკვირვებებისათვის მათი შესაძლო მიმართებების გათვალისწინებით.

პროექტში გამოყენებულ იქნა დინებების წარმოშობის შესწავლის ფიზიკური და სტატისტიკური მეთოდოლოგია. ასევე, დიდი მასშტაბის დინებების სრულიად ახალი თეორიული მიდგომა და შესაბამისი ახალი წყვეტილი დინებების ამონახსნების მიღება გახდა შესაძლებელი. პროექტის შინაარსი თვისობრივად წარმოადგენდა ინტერ და კროსდისციპლინარულ კვლევით პროგრამას და ეფუძნებოდა ფიზიკის, მათემატიკური სტატისტიკის და კომპიუტერული მოდელირების სინერგიულ გამოყენებას. აღნიშნული მეთოდოლოგიის საფუძველზე შეიქმნა რამდენიმე პროგრამული პაკეტი, რომელიც შესაძლებელია გამოყენებულ იქნას მომავალ კვლევებშიც.

მზე და ვარსკვლავები წარმოადგენენ ძალზედ კომპლექსურ და ფაქტობრივად არაწონასწორულ დინამიკურ სისტემებს. ზოგადად ვარსკვლავები შედგება ელექტრომაგნიტურად აქტიური პლასმისაგან, რომელიც არის მართული მის ცენტრში განლაგებული ბუნებრივი თერმობირთვული „რეაქტორიდან“ მომდინარე დიდი რაოდენობის ენერგიით. სწორეს ეს ენერგია არის პასუხისმგებელი ყველა იმ დინამიკური პროცესის თუ

სტრუქტურული კონფიგურაციის ჩამოყალიბებაზე, რომელთაც ჩვენ დეტალურად ვაკვირდებით მზეზე და მის ატმოსფეროში (კორონა და ქრომოსფერო).

მზის და ვარსკვლავების შემოგარენი გაჯერებულია უამრავი მცირე (მაგ. სპიკულები, კორონული ჯეტები), საშუალო (მაგ. პროტურბერანცები, ტორნადოები, მზის ანთებები) და დიდ (ნელი და სწრაფი მზოს ქარი, თანაბრუნვადი ურთიერთქმედების რეგიონი მასის კორონალური ამოფრქვევები) მასშტაბის დინებები. დინების ყველა ეს სახეობა დაკავშირებულია მზეზე (უფრო ზოგადად ვარსკვლავზე) და მის ატმოსფეროში მიმდინარე ძირითად ფიზიკურ პროცესებთან. ჩვენი ყურადღების ცენტრში ამ პროექტში არის მზე, რადგან ყველაზე დეტალური დაკვირვებითი მონაცემები ამ პროცესების შესახებ გვაქვს სწორედ მზიდან. ამგვარი სტრუქტურირებული დინების პროფილის მზის (ვარსკვლავის) ატმოსფეროსა და პლანეტათაშორის სივრცეში ჩამოყალიბების გამომწვევი მიზეზების ფუნდამენტური ფიზიკური თვისებების გასარკვევად საჭიროა როგორც დაკვირვებითი ასევე თეორიული მოდელირების თვალსაყრისით საკითხის შესწავლა. ამ პროექტში ჩვენი მთავარი კვლევის საგანი იყო ადიაბატური და არაწონასწორული დინების სახეობების ფუნდამენტური თეორიული მოდელირება არსებული ოპტიკური და რადიო დაკვირვებებისათვის მათი მიმართებების გათვალისწინებით.

პროექტის ფარგლებში მიღებული შედეგები საშუალებას გვაძლევს ჩამოვაყალიბოთ შემდეგი მნიშვნელოვანი დასკვნები: 1) მცირე ზომის დინებების სახეობების ფიზიკური და სტატისტიკური თვისებები მჭიდროდ არის დაკავშირებული მაგნიტური სტრუქტურების ჩამოყალიბების და გაქრობის პროცესებთან, როგორც ფოტოსფეროს ქვედა არეებში, ასევე მზის ატმოსფეროში. 2) დიდი მასშტაბის კვაზისტაციონალური დინებები შეიძლება ხასიათდებოდნენ რთული კომპლექსური სტრუქტურით შესაბამისი ენერგიის წყაროების არსებობის შემთხვევაში. ამ თეორიულ დასკვნას ადასტურებს უახლესი კოსმოსური დაკვირვებები Parker Solar Probe მისიიდან. პროექტის შედეგებს მნიშვნელობა აქვს მზის და კოსმოსური ამინდის კვლევებისთვის, რაც წარმოადგენს მზე-დედამიწის კავშირებით განპირობებულ საზოგადოებრივი სერვისების და ტექნოლოგიური რისკების შეტყობინების და მართვის ერთ-ერთ მძლავრ დარგს მთელ მსოფლიოში.

პროექტი განხორციელდა დასახული გეგმის შესაბამისად. შესრულებულ იქნა ყველა დაგეგმილი სამეცნიერო პროდუქტი, როგორც გამოქვეყნებული შრომების მიხედვით (სტატიები გამოქვეყნებულია მაღალი პრესტიჟის და იმპაქტ-ფაქტორის მქონე საერთაშორისო ასტროფიზიკურ ჟურნალებში), ასევე საერთაშორისო სამეცნიერო ფორუმებში აქტიური მონაწილეობის თვალსაზრისით. პროექტის ფარგლებში ძირითადმა პერსონალმა სალომე ბაგაშვილმა დაიცვა დისერტაცია და მიენიჭა ფილოსოფიის დოქტორის წოდება (PhD) ასტრონომიის და ასტროფიზიკის დარგში. პროექტის ჯგუფი ასევე აქტიურად თანამშრომლობდა სხვა ახალგაზრდა მეცნიერებთან და პროექტის განმავლობაში მომზადებული და დაცული იქნა სამი სამაგისტრო ნაშრომი 2019 და 2020 წლებში. მიღებული შედეგები ქმნის მყარ საფუძველს კვლევების შემდგომი განვითარებისათვის და მსგავსი ეროვნული და საერთაშორისო კვლევითი პროექტების განხორციელებისათვის.

3) „მზის ანთებების სიჩქარის ველი: დაკვირვება და მოდელირება" 1.3. ფიზიკის მეცნიერებები (სითხე-აირებისა და პლაზმის ფიზიკა (ზედაპირის მოვლენათა ფიზიკის ჩათვლით); -ასტრონომია (ასტროფიზიკის, კოსმოსის მეცნიერების ჩათვლით)), FR17_323

1.3 12/13/2017 – 18/04/2021

ქურიძე დავითი - პროექტის ხელმძღვანელი. საპროექტო წინადადებების მომზადება ტელესკოპებზე დაკვირვებითი დროის გამოსაყოფად. მონაცემების ანალიზი და ინტერპრეტაცია. რიცხვითი გამოთვლების შესრულება. გუნდის ახალგაზრდა წევრების მომზადება და ხელმძღვანელობა სახმელეთო მზის ტელესკოპებიდან დაკვირვებების ანალიზის და ინტერპრეტაციისთვის;
გიორგი რამიშვილი - პროექტის კოორდინატორი. სტატისტიკურ ანალიზი, ასევე კოსმოსური და სახმელეთო ტელესკოპებიდან მიღებული მონაცემების დამუშავება;

ზურაბ ვაშალომიძე - სახმელეთო დაკვირვებებში მონაწილეობა და მონაცემების დამუშავება;
ირაკლი მღებრიშვილი - მონაცემების დამუშავება და სტატისტიკური ანალიზი;
სალომე ბაგაშვილი - კოსმოსური ტელესკოპებით მიღებული მონაცემების დამუშავება;
ეკა გურგენაშვილი - დოქტორანტი.

თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ანოტაცია

პროექტი მიზნად ისახავდა პლაზმური პარამეტრების დიაგნოსტიკას, კერძოდ სიჩქარის, ტემპერატურის, სიმკვრივის, მაგნიტური ველის ვერტიკალური სტრუქტურების შესწავლას ანთებებისას თანამედროვე, მულტი-ინსტრუმენტული დაკვირვებებისა და მოწინავე რადიაციულ-ჰიდროდინამიკური მოდელების კომბინირების საშუალებით. დაგეგმილი გვქონდა თანამედროვე, მაღალი გარჩევის მზის ტელესკოპებით პროექტისთვის საჭირო დაკვირვებითი მონაცემების მოპოვება და ანალიზი. ეს ამოცანა შესრულდა პროექტის ფარგლებში ჩატარებული 4 სადამკვირებლო მისიის საშუალებით შვედურ მზის ტელესკოპზე (ლა პალმა, ესპანეთი) და ტელესკოპ GREGOR-ზე (ტენერიფე, ეაპანეთი). პროექტისთვის საჭირო NASA-ს კოსმოსური სატელიტური ტელესკოპებიდან (როგორიცა IRIS, SDO, RHESSI, GOES, FERMI) მიღებული თანამგზავრული დაკვირვებები შევარჩიეთ კატალოგების საშუალებთ. შერჩეული და დაკვირვებული მონაცემების პროცესირება და სამეცნიერო ანალიზისთვის მომზადება შევასრულეთ შესაბამისი პროგრამების (პროცესირების პაიპლაინების) მეშვეობით. მონაცემთა ინტერპრეტაციისთვის დაგეგმილი გვქონდა ანალიზური და რიცხვითი გამოთვლები ჰიდროდინამიკური და რადიაციული გადატანის თანამედროვე რიცხვითი პროგრამებით, მათ შორის ეგრეთ წოდებული ინვერსიული პროგრამებით, რომლებიც დაკვირვებულ სპექტრებს არგებს რიცხვითი გამოთვლებით მიღებულ სინთეტურ სპექტრებს. ეს ამოცანაც წარმატებით შესრულდა პროექტის ფარგლებში. ამასთან, დაგეგმილი გვქონდა მზის ანთებების რიცხვითი მოდელების შექმნა რაც ასევე წარმატებთ შესრულადა. გარდა ამისა პროექტის ფარგლებში ასევე შეიქმნა ანთებული ატმოსფეროს მოდელების და დაკვირვებების ანალიზის და დამუშავებისთვის საჭირო კომპიუტერული მეთოდები. დაკვირვებებისა და მოდელების ანალიზის და შედარების საფუძველზე დაგეგმილი გვქონდა შემდეგი მთავარი ამოცანების გადაწყვეტა. მზის ატმოსფეროში სხვადასხვა სიმაღლეებზე პლაზმური პარამეტრების (როგორიცაა სიჩქარე, მასა და ენერგია, სიმკვრივე, წნევა, მაგნიტური ველი) დიაგნოსტიკა, განაწილება და ევოლუცია. ეს ამოცანებიც წარმატებით შესრულდა (გთხოვთ იხილოთ სტატიების ჩამონათვალი სამეცნიერო პროდუქტიულობაში). 2017 წელს ჩავატარეთ დაკვირვებები რომლის დროსაც მოვიპოვეთ მზის ანთების უნიკალური სპექტროპოლარიმეტრული მონაცემები. ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი შედეგი, რომელიც პროექტის ფარგლებში მივიღეთ იყო მაგნიტური ველის და დინებების სიჩქარეების გაზომვა ანთებულ ატმოსფეროში ამ მონაცემების ანალიზის საფუძველზე. მიღებული გაზომვებს, რომლებიც 2019 წელს გამოვაქვეყნეთ ფართო გამოხმაურება მოჰყვა სამეცნიერო წრეებში და ბოლო წლების მზის ფიზიკის ერთ-ერთ ყველაზე მნიშვნელოვან სამეცნიერო კვლევად შეფასდა. სტატიას გამოქვეყნებიდან 2 წლის თავზე 27 ციტირება აქვს, რაც მზის ფიზიკის სტატიებისთვის უპრეცედენტოდ მაღალია. პროექტის სამეცნიერო შედეგებმა მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანა ენერგიის გადატანა/დისიპაციის და ანთებული ატმოსფეროს გამოსხივების კვლევებში. პროექტის ფარგლებში დაგეგმილი იყო 5 სამეცნიერო სტატიის გამოქვეყნება. თუმცა პროექტის დასრულების მომენტში გამოქვეყნებულია 11 რეფერირებული სამეცნიერო სტატია მაღალი იმპაქტ-ფაქტორის მქონე ჟურნალებში. გარდა ამისა 1 სამეცნიერო სტატია მზადების პროცესშია. პროექტის ფარგლებში მიღებული შედეგები წარდგენილი იყო სხვადასხვა საერთაშორისო კონფერენციასა და შეხვედრებზე. მათ შორის პრესტიჟულ ჰინოდე სიმპოზიუმზე (The Hinode 13/15th symposium of IPELS (Interrelationship between Plasma Experiments in the Laboratory and in Space), September 2-6, 2019, Tokyo, Japan) სადაც პროექტის ხელმძღვანელს მოხსენება ქონდა პლენარულ სესიაზე.

4) მოკლე პერიოდული ცვლილებები მზის მსგავსი ვარსკვლავების აქტივობაში. RUSTAVELI - DAAD. მიმართულება: საბუნებისმეტყველო მეცნიერებები: ფიზიკური მეცნიერებები: ასტროფიზიკა.

1.4 15/01/2021 – 15/12/2021

თეიმურაზ ზაქარაშვილი (პროექტის ხელმძღვანელი);
ეკა გურგენაშვილი (ძირითადი პერსონალი).

თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ანოტაცია

მზის აქტივობაში 11 წლიანი ციკლის გარდა სხვა უფრო მოკლე და უფრო გრძელი პერიოდებიც დაიკვირვება. უფრო მოკლე პერიოდებია 2წლიანი პერიოდი და 150-200 დღიანი პერიოდულობა, რომელსაც რიეგერის ტიპის ციკლებს უწოდებენ. მზის ტიპის ვარსკვლავების აქტივობა 20 საუკუნის 70 წლიდან უკვე ცნობილია. ზოგიერთ მათგანში მოკლე ციკლებიც დაიკვირვება. გრანტის ფარგლებში ჩვენ შევისწავლეთ კოსმოსური მისია კეპლერის მიერ დაკვირვებული მზის ტიპის ვარსკვლავები, რათა გვეპოვა მოკლე პერიოდული ციკლები მათ აქტივობაში. კეპლერის ვარსკვლავები უმეტესად ახალგაზრდა, ძლიერი მაგნიტური ველის მქონე მზის ანალოგებია. ამ ვარსკვლავებს შეუძლიათ დიდი ზომის აქტიური რეგიონების წარმოქმნა და დიდხანს შენარჩუნება. ეს ძალიან კარგი შესაძლებლობაა ჩვენი მზის შესაძლო წარსულის შესასწავლად. პროექტის ფარგლებში სხვადასხვა კრიტერიუმების გამოყენებით ჩვენ შევარჩიეთ ერთი ახალგაზრდა მზის ტიპის ვარსკვლავი, შევისწავლეთ მისი აქტივობა, ბრუნვის პერიოდი. ეს ვარსკვლავი შევისწავლეთ სამი სხვადასხვა თანამგზავრის გამოყენებით: Kepler, GAIA, TESS და ვიპოვეთ მოკლე პერიოდული ცვლილებები მის აქტივობაში, რომელიც შესაძლოა მზეზე დაკვირვებული რიეგერის ციკლების ანალოგია.

5) “იონოსფეროს F2 არის ელექტრონების კონცენტრაციის სივრცული და დროითი ყოფაქცევა ატმოსფერული ტალღების გავლენით: გადაადგილებადი იონოსფერული შეშფოთებები“, მიმართულებები - 1.5. დედამიწა და მასთან დაკავშირებული გარემოს შემსწავლელი მეცნიერებები (-მეტეოროლოგია და ატმოსფერული მეცნიერებები), 1.3. ფიზიკის მეცნიერებები (-სითხე-აირებისა და პლაზმის ფიზიკა (ზედაპირის მოვლენათა ფიზიკის ჩათვლით); -ასტრონომია (ასტროფიზიკის, კოსმოსის მეცნიერების ჩათვლით)), FR17_357.

3.1 10/12/2017 – 15/05/2021

გოდერძი დიდებულიძე,
გიორგი დალაქიშვილი,
მაია თოდუა,
სერგო დანიკი,
ვიქტორ მაიერი.

თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ანოტაცია

ანალიზური (ამოცანა 1) და შესაბამისი რიცხვითი მეთოდების გამოყენებით (ამოცანა 2) შეიქმნა განვითარებადი თეორიული მოდელი, საშუალო განედების ღამის პირობების ძირითადი იონოსფერული არეების (მოიცავს E და F არის დაახლოებით 90-500კმ სიმაღლეებს) ელექტრონების/იონების კონცენტრაციის სივრცე-დროში ყოფაქცევის შესასწავლად (ამოცანა 3). თეორიული მოდელი მხედველობაში იღებს ატმოსფერული ტალღების და თერმოსფერული ნეიტრალური ქარის არსებობას და შესაძლებელია შესწავლილ იქნას კავკასიასა და სხვა რეგიონებში დამზერილი ზოგიერთი იონოსფერული არარეგულარული სტრუქტურების (მაგალითად: MSTIDs, LSTIDs და სპორადული E) შესასწავლად (ძირითადი მიზანი და ამოცანა). პირველად ნაჩვენები იქნა ერთგვაროვანი და არაერთგვაროვანი ქარის გავლენით იონების/ელექტრონების ვიწრო ფენად კონვერგენციის განვითარების შესაძლებლობა (იწოდა კონვერგენციულ არამდგრადობად), რომელიც მნიშვნელოვანია სპორადული E ფენის ფორმირების და ლოკალიზაციის პროგნოზირებისათვის. ეს შედეგი ასევე მნიშვნელოვანია მძიმე მეტალური იონების გლობალური და რეგიონალური განაწილების შესასწავლად. შექმნილი თეორიული მოდელით შეფასებულ იქნა იონოსფეროს F2 არის ელექტრონების კონცენტრაციის ყოფაქცევა, გამოწვეული ატმოსფერული გრავიტაციული ტალღებით, რომლებიც ხსნიან აბასთუმნის ობსერვატორიიდან დამზერილ ატომურ ჟანგბადის წითელი 630.0ნმ ხაზის ინტენსივობებში LSTIDs და MSTIDs ტიპის ვარიაციებს. ნაჩვენები იქნა

თერმოსფერული ქარითა და აგტ-ს გავრცელებით გამოწვეული იონოსფეროს განფენოვნება და შესაბამისი TIDs თავისებურებანი. ასევე ნაჩვენები იქნა ქარის სიჩქარის გლობალური მოდელების (მაგალითად, The Horizontal Wind Model 2014 -HWM14) და ასევე გაზომილი (მიწისზედა, რაკეტული, თანამგზავრული მეთოდებით) მონაცემების გამოყენების მნიშვნელობა იონოსფეროს არარეგულარული მოვლენების შესასწავლად. ელექტრონების კონცენტრაციის სივრცე-დროში ყოფაქცევის MATLAB კოდში შექმნილი პროგრამა თერმოსფეროს სტრუქტურისათვის იყენებს NRLMSISE-00 მონაცემებს. ის განვითარებადია ქარის ნებისმიერი პროფილისათვის, რაც საშუალებას იძლევა განხილულ იქნას წრფივი და არაწრფივი ატმოსფერული ტალღების გავლენით იონოსფერული არარეგულარული სტრუქტურების ფორმირების სხვადასხვა გამოწვევების ამოცანები.

4. უცხოური გრანტებით დაფინანსებული სამეცნიერო პროექტები

4.1. გარდამავალი (მრავალწლიანი)

1) “ადრეული სამყაროს ტურბულენტობით აღძრული გრავიტაციული ტალღები”, შვედეთის სამეცნიერო ფონდი (Swedish National Council) 2019-04234

2019 - 2023

აქსელ ბრანდენბურგი (Axel Brandenburg) - ხელმძღვანელი;
თინათინ კახნიაშვილი - თანახელმძღვანელი.

თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ანოტაცია

რიცხვითი მოდელირებით შესწავლილი იყო რელიქტური გრავიტაციული ტალღების სიგნალი ადრეული სამყაროს ტურბულენტური წყაროებიდან. მიღებული თეორიული სპექტრები შედარდა არსებული და სამომავლო გრავიტაციული ტალღების დაკვირვებით შესაძლებლობებს.

2) “პირველადი მაგნიტური ველები: ევოლუცია და ანაბეჭდები”,

Volkswagen-SRNSFG (გერმანია-საქართველო), N 04/46-3, კოსმოლოგია

2018 - 2023

სალომე მჭედლიძე (სტუდენტი),
თინა კახნიაშვილი (ხელმძღვანელი),
იენს ნიმაიარი (ხელმძღვანელი).

თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ანოტაცია

მიმდინარე პროექტში ჩვენ შევისწავლით მაგნიტური ველების ევოლუციას გალაქტიკური კლასტერების მასშტაბებზე; პროექტში ვიყენებთ კოსმოლოგიურ, მაგნეტოჰიდროდინამიკურ (მჰდ) კოდს - ENZO (enzo-project.org). ჩვენ შევისწავლით პირველადი მაგნიტური ველები, რომელნიც შეიძლება გენერირებულიყო ადრეულ სამყაროში - ინფლაციის ან ფაზური გადასვლების ეპოქაში. პირველ შემთხვევაში, მაგნიტური ველები ხასიათდება ჰაბლის რადიუსით შემოუსაზღვრავი (ე.ი. რაგინდ დიდი) კორელაციური სიგრძით (ერთგვაროვანი მაგნიტური ველი ან სტატისტიკურად ერთგვაროვანი, მასშტაბ-ინვარიანტული ველით), მაშინ როცა მეორე შემთხვევაში მაგნიტური ველები აღიწერება k^4 მახასიათებელი სპექტრით ფურიე სივრცეში და მიზეზ-შედეგობრივი პრინციპით ჰაბლის რადიუსით შემოსაზღვრული კორელაციური სიგრძით (სტოქასტური, მიზეზ-შედეგობრივი - causal, მაგნიტური ველი). როექტის პირველი ფაზა მოიცავდ სიმულაციების საწყისი ე.წ. setup-ის

ტესტირებასა და კომპიუტერული დროის შეფასებას. მაგალითად ჩვენ დავტესტეთ კოსმოლოგიური სიმულაციები Adaptive Mesh Refinement (AMR) ტექნიკის გამოყენებით; ასეთი სიმულაციები მიმართული შეიძლება იყოს როგორც მთლიან დიდმასშტაბოვან სტრუქტურაზე ასევე ცალკეულ კოსმოლოგიურ ობიექტებზე. ჩვენს შემთხვევაში ამ ტექნიკას ვიყენებთ გალაქტიკური კლასტერების მასშტაბებზე რათა მაღალი გარჩევადობით შევისწავლოთ ჩვენ მიერთ ამორჩეული გალაქტიკური კლასტერი. ამ ეტაპზე ჩვენ უკვე განხორციელებული გვაქვს ასეთი ტიპის სიმულაციები მაგნიტური ველის სხვადასხვა საწყისი პირობებით. ახლა კი ჩვენი მიზანია შევისწავლოთ თუ როგორ ევოლუცირებს მაგნიტური ველი, რა კანონს ექვემდებარება მისი გაძლიერება გალაქტიკურ კლასტერებში.

6.3. კრებულები

1. სარედაქციო კოლეგია: შ. საბაშვილი (პასუხისმგებელი. რედაქტორი), გ. რამიშვილი, ა. როგავა, ნ. საბაშვილი, ე. ჯაანიაშვილი

ასტრონომიული კალენდარი 2022, ISBN 978-9941-9117-7-4
თბილისი, ინტელექტი
136

ანოტაცია

ასტრონომიული კალენდარი (წელიწდეული) მოიცავს ყველა უმთავრეს ცნობას, რომელიც, ჩვეულებრივ, ამგვარ ცნობარებში მოიპოვება. ესენია მზის, მთვარის და პლანეტების ამოსვლა-ჩასვლის წინასწარ გამოთვლილი მომენტები მთელი წლისთვის, მათი მდებარეობა ცაზე, მთვარის ფაზები, მზისა და მთვარის დაბნელებანი, კომეტებისა და მეტეორების ნაკადების გამოჩენა, დროის სააღრიცხვო და გარემოში ორიენტირებისთვის საჭირო მონაცემები და სხვადასხვა ციური მოვლენების დაკვირვებასთან დაკავშირებული ცნობები.

6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით

(ავტორი/ავტორები; სტატიის სათაური, ISSN; ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი; გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა; გვერდების რაოდენობა;)

1. **ჩარგეიშვილი** ბიძინა,

ცვალებადი მზე, ISSN 0134-9858
ასტრონომიული კალენდარი 2022
ინტელექტი, თბილისი
გვ. 125-133

ანოტაცია

მიმოხილულია მზის ცვალებადი ბუნება. მიმოხილულია აბასთუმნის ობსერვატორიაში მზის ციკლურობის შემსწავლელი ჯგუფის მიერ მზის ცვალებადობის მიმართულებით შესრულებული და მიმდინარე სამუშაოები.

2. **საბაშვილი** შალვა,

სამყაროს შეცნობა ღრმავდება ISSN 0134-9858
ასტრონომიული კალენდარი 2022
ინტელექტი, თბილისი
გვ. 105-124

ანოტაცია

მიმოხილულია შავი ხვრელების შესწავლის ისტორიული და თანამედროვე ასპექტები. მოთხრობილია მსოფლიოში უდიდესი არესიბოს რადიოტელესკოპის ფუნქციონირების დასრულების დეტალები.

7. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

7.1 –

7.2 –

7.3 –

7.4. სტატიები

1. **Zaqarashvili**, T. V., **Albekioni**, M., Ballester, J.L., Bekki, Y., Biancofiore, L., Birch, A.C., Dikpati, M., Gizon, L., **Gurgenashvili**, E., Heifetz, E., Lanza, A.F., McIntosh, S.W., Ofman, L., Oliver, R., Proxauf, B., Umurhan, O.M., Yellin-Bergovoy, R.
Rossby waves in astrophysics,
DOI: 10.1007/s11214-021-00790-2
Space Science Reviews, 217
გერმანია, Springer
93

ანოტაცია

როსბის ტალღები მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ დედამიწის ატმოსფეროსა და ოკეანეების დინამიკაში. ეს ტალღები ასევე მნიშვნელოვანია სხვადასხვა ასტროფიზიკური ობიექტისთვის როგორიცაა მზის ატმოსფერო და წიაღი, ასტროფიზიკური დისკები, სწრაფად მბრუნავი ვარსკვლავები, პლანეტების და ეგზოპლანეტების ატმოსფეროები. სტატია მიმოიხილავს როსბის ტალღების დაკვირვებით და თეორიულ ასპექტებს სხვადსხვა დროით და სივრცულ მასშტაბებში სხვადასხვა ასტროფიზიკური ობიქქტებისთვის. განხილულია როსბის ტალღებისა და მათთან დაკავსირებული არამდგრადობების ფიზიკური როლი მზის და ვარსკვლავების მაგნიტურ აქტიურობაში, ასტროფიზიკური დისკებში იმპულსის მომენტის გადატანაში, პლანეტების ფორმირებასა და სხვა ასტროფიზიკურ მოვლენებში. განხილულია ასტროფიზიკური როსბის ტალღების მომავალი თეორიული და დაკვირვებითი კვლევების მიმართულებები.

2. **Zaqarashvili**, T. V., Lomineishvili, S., Leitner, P., Hanslmeier, A., Gömöry, P., Roth, M.
Kink instability of triangular jets in the solar atmosphere,
DOI: 10.1051/0004-6361/202039381
Astronomy and Astrophysics, 649
საფრანგეთი, EDP Sciences
9

ანოტაცია

ცნობილია, რომ ჰიდროდინამიკური სამკუთხა ჯეტები ანტისიმეტრიულ კინკ არამდგრადებოას განიცდიან. მაგნიტური ველის დამატება შესაძლოა იწვევს ამ არამდგრადობის სტაბილურობას. მაგნიტური ველები და ჯეტები არიან მზის ატმოსფეროს შემადგენელი ნაწილები, ამიტომ ზოგიერტ ადგილას ჯეტები შესაძლოა არამდგრადები გახდნენ. ამ სტატიის მიზანია მაგნიტურ ველბს შორის მოქცეული სამკუთხა ჯეტების არამდგრდაობის შესწავლა და მათი დაკავშირება მზის ატმოსფეროსი დამზერილ მოვლენებთან. ჯეტების საზღვრებთან ანალიზური ამონახსნების სასაზღვრო პირობების გამოყენებით მიღებულია დისპერსიული თანაფარდობა, რომელიც ამოხსნილია ანალიზური და რიცხვითი მეთოდებით. ამოცანა ასევე ამოხსნილია სრული რიცხვიტი მეტოდებით მზის მეორე ტიპის სპიკულებისთვის. ნაპოვნია რომ მაგნიტოჰიდროდინამიკური სამკუთხა ჯეტების არამდგრადობა დამოკიდებულია ალვენის მახის რიცხვზე და შიდა და გარე სიმკვრივეების ფარდობაზე. კინკ არამდგრადობის ზრდის დრო არის 6-15 წუთი პირველი ტიპის სპიკულებისთვის და 5-60 წამი მეორე ტიპის სპიკულებისტვის, რაც დაკვირვებებით მიღებულ შედეგებს ემთხვევა. რიცხვითი დათვლები აჩვენებენ რომ განივი კინკ იმპულსი 1 წუთზე ნაკლებ დროსი იწვევს ჯეტის დაშლას მეორე ტიპის სპიკულებისთვის. ამგვარად დინამიური კინკ არამდგრადობა იწვევს მაგნიტური ჯეტების სრულ დაშლას და შესაბამისად ჯეტების გაქრობას.

3. Srivastava, A. K., Ballester, J. L., Cally, P. S., Carlsson, M., Goossens, M., Jess, D. B., Khomenko, E., Mathioudakis, M., Murawski, K., **Zaqarashvili**, T. V.

Chromospheric Heating by Magnetohydrodynamic Waves and Instabilities,

DOI: 10.1029/2020JA029097

Journal of Geophysical Research, 126

აშშ, American Geophysical Union

46

ანოტაცია

ქრომოსფერო უდიდეს როლს თამაშობს ენერგიის და მასის გადატანაში მზის ატმოსფეროს გასწვრივ. სტატია მიმოიხილავს მაგნიტოჰიდროდინამიკური ტალღების და არამდგრადობების როლს ქრომოსფეროს სტრუქტურებსა მაგნიტურ მილებში. ჩვენ განვიხილავთ ტალღების და არამდგრადობების დაკვირვებების მნისვნელოვან ასპექტებს, ასევე პლაზმის გაცხელების მექანიზმებს. ასევე განხილულია მომავალი კვლევების მიმართულებები.

4. González-Avilés, J. J., Murawski, K., Srivastava, A. K., **Zaqarashvili**, T. V., González-Esparza, J. A.

Numerical simulations of macrospicule jets under energy imbalance conditions in the solar atmosphere,

DOI: 10.1093/mnras/stab1261

Monthly Notices of Royal Astronomical Society, 505

დიდი ბრიტანეთის გაერთიანებული სამეფო, Oxford Academic

15

ანოტაცია

რიცხვიტი დათვლების საშუალებით შევისწავლეთ სითბოგამტარობის და გამოსხივებითი გაციების ეფექტების გავლენა მზის ჯეტების ფორმირებასა და ევოლუციაზე. ჩვენ ვრთავტ სიჩქარის იმპულსს მზის ქრომოსფეროში და ვიტვლით მის გავცელებას და ჯეტის წარმოქმნას ქრომოსფეროდან კორონაში. სითბოგამტარობის დამატება იწვევს უფრო მოკლე და ცხელ ჯეტებს ვიდრე ადიაბატური შემთხვევა. მეორეს მხრივ გამოსხივების დამატება აციებს ჯეტებს .რიცხვიტი დათვლებით მიღებული ჯეტები გვანან დაკვირვებულ მაკროსპიკულებს. გარდა ამისა იმპულსი აღძრავს კვაზიპერიოდულ დარტყმით ტალღებს , რომლებიც იწვევენ სპიკულების პარაბოლურ ტრაექტორიებს.

5. **Gurgenashvili**, E.; **Zaqarashvili**, T. V.; **Kukhianidze**, V. ; Reiners, A.; Oliver, R. ; Lanza, A. F.; Reinhold, T.
Rieger-type periodicity in the total irradiance of the Sun as a star during solar cycles 23-24,
DOI: 10.1051/0004-6361/202141370
Astronomy and Astroiphysics, 653
საფრანგეთი, EDP Sciences
8

ანოტაცია

მზე ჩვენი უახლოესი ვარსკვლავია, რომელიც მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ჩვენი პლანეტის სასიცოცხლო პირობებზე. სხვადასხვა კოსმოსური მისიებიდან მიღებული სრული გამოსხივების დაკვირვებები აჩვენებენ, რომ მზის სიკაშკაშე ცვალებადია და მერყეობს რამდენიმე წუთიდან რამდენიმე წლამდე, რაც გამოწვეულია მზის მაგნიტური ველის ეფექტებით. ცნობილი 11 წლიანი ციკლის გარდა მზის აქტიურობაში უფრო მოკლე 150-200 დღიანი პერიოდებიც დაიკვირვება, რომლებიც რიეგერის ტიპის ციკლების სახელითაა ცნობილი. მისი არსებობა თითქმის 40 წელია ცნობილია და ბევრი ამოუცნობი თვისებებით ხასიათდება. ეს პერიოდული ცვლილება მხოლოდ ძლიერი მაგნიტური ველის მქონე სტრუქტურებში ჩანს, ამიტომ ის შესაძლოა დაკავშირებულია მზის წიაღის მაგნიტურ ველში არსებულ როსბის ტალღებთან. კვლევის ფარგლებში შევისწავლეთ მზის სრული გამოსხივება 23-24 ციკლებში SOHO/VIRGO ს დაკვირვებებიდან. შედარებისათვის გამოვიყენეთ SATIRE-S-ის მოდელი რომელიც წარმოადგენს მზის სრული გამოსხივების რეკონსტრუქციას სხვადასხვა მონაცემების გამოყენებით და იწყება 1974 წლიდან. ამ მოდელის საშუალებით შევძელით მზის გამოსხივებაში ლაქებისა და ფოკულების კონტრიბუციის ცალცალკე შესწავლაც. მონაცემთა ანალიზის შედეგად 23 ციკლში ვიპოვეთ 180 და 115 დღიანი მოკლე ციკლები, ხოლო 24 ციკლში 170 და 145 დღე. ზოგი პერიოდი ჩანდა მზის ლაქებშიც და ფოკულებშიც, მაგრამ არ ჩანდა სრულ გამოსხივებაში, რადგან სავარაუდოდ ეს ორი კომპონენტი ერთმანეთს აქრობდა. როსბის ტალღების დისპერსიული თანაფარდობისა და დაკვირვებული მოკლე ციკლების საშუალებით მაგნიტური ველი შევაფასეთ 10-15 კგ. ეს მეთოდი შესაძლოა ძალიან მნიშვნელოვანი აღმოჩნდეს სხვა მზის ტიპის ვარსკვლავების აქტივობის შესაფასებლად.

6. **Philishvili**, E. ; **Shergelashvili**, B. M., Buitendag, S., Raes, J., Poedts, S., Khodachenko, M. L
Case study on the identification and classification of small-scale flow patterns in flaring active region,
DOI: 10.1051/0004-6361/202038895
Astronomy and Astroiphysics, 645
საფრანგეთი, EDP Sciences
10

ანოტაცია

შესწავლილ იქნა მცირე ზომის დინებების ცალკეული შემთხვევები მზის კორონალურ აქტიურ რეგიონში. ამ მიზნით განვავითარეთ სპეციალური სტატისტიკურად დასაბუთებული მოდელი კორონბალურ მაგნიტურ მარყუჟების უკიდურეს ულტრაიისფერ გამონასახებში ინტენსივობის შემკვრივების აღმოჩენის და მისი გადაადგილების მიყოლების მოდელი. აღნიშნული მოდელის გამოყენებით აღმოვაჩინეთ და გავზომეთ მცირე ზომის ინტენსივობის ცენტროიდის გადაადგილების სიჩქარე და მოვახდინეტ მატი კლასიფიკაცია შემნდეგი კატეგორიების მიხედვით: ქვებგერითი, ბგერითი, ზებგერითი და ტრანსბგერითი. აღნიშნული კლასიფიკაცია მოხდა სტატისტიკურად დამოწმებული სიჩქარეების მიმართებით ლოკალურ ბგერით სიჩქარესთან. წარმოდგენილი კვლევა წარმოადგენს საფუძველს აღნიშნული მცირე მოძრაობების დიდი რაოდენობით სესასწავლად მზის მაგნიტურ მარყუჟებში.

7. **Dumbadze**, G., **Shergelashvili**, B. M., Poedts, S., **Zaqarashvili**, T. V., Khodachenko, M., De Causmaecker, P.
Eigenspectra of solar active region long-period oscillations,
DOI: 10.1051/0004-6361/202038124

Astronomy and Astroiphysics, 653
საფრანგეთი, EDP Sciences
11

ანოტაცია

ჩვენ შევისწავლეთ დაბალ სიხშირული რხევები მზის აქტიურ რეგიონებში. ამისათვის გამოვიყენეთ მზის დინამიკური ობსერვატორიის ფოტოსფეროს მაგნეტოგრამები და ჩავატარეთ რამოდენიმე აქტიური რეგიონის დროითი სერიების ანალიზი. ჩვენი მიზანი არის შევისწავლოთ არის თუ არა გრძელ-პერიოდიანი რხევები აქტიურ რეგიონებში, და თუ არის, მაშინ როგორია მათი სპექტრული პათერნები. სურათის დამუშავების მომენტების მეთოდის გამოყენებით დავამუშავეთ აქტიური რეგიონის ფართობების, დახრის კუთხეების და უნიშნო რადიალური მაგნიტური ნაკადის დროითი სერიები. აქტიური რეგიონის ფართობებისა და რადიალური მაგნიტური ნაკადის ფურიე ანალიზმა აჩვენა, რომ არსებობს 2-დან 20 საათამდე გრძელ პერიოდიანი რხევები, რომლებიც ემთხვევია სუპერგრანულაციის სიცოცხის ხანგრძლივობას. მაგრამ დახრის კუთხემ არ აჩვენა რაიმე სახის რხევები. როგორიც არ უნდა იყოს ამ რხევების ბუნება, ისინი უნდა იყვნენ ენერგეტიკულად დაკავშირებული მზის ზედაპირზე კონვექციურ მოძრაობებთან. შესაძლო ინტერპრეტაცია შეიძლება დაკავშირებული იყოს აქტიური რეგიონის მაგნიტური ველის მრავალმასშტაბიან ჰიდრომაგნიტოდინამიკურ რხევების სხვადასხვა ტიპებთან, რაც, სავარაუდოდ, დაკავშირებულია სუპერგრანულაციის უჯრედების ბრუნვის დამახასიათებელ დროით მასშტაბებთან. რადიალური მაგნიტური ნაკადის მონაცემებში რხევების არსებობა შეიძლება დაკავშირებული იყოს ნაკადის პერიოდულ აღმოცენებასთან ან მისი გაუქმების პროცესებთან.

8. **Vashalomidze**, Z., **Zaqarashvili**, T.V., **Kukhianidze**, V., **Ramishvili**, G., Hanslmeier, A., Gömöry, P.
Prominence instability and CMEs triggered by massive coronal rain in the solar atmosphere, (ბეჭდვაშია, Ref. N.: AA/2020/40233
Astronomy and Astroiphysics, ბეჭდვაშია, Ref. N.: AA/2020/40233
საფრანგეთი, EDP Sciences
11

ანოტაცია

პროტუბერანცის არამდგრადობის გამომწვევი პროცესი და შესაბამისად თანმდევი კორონული მასის ამოფრქვევა (CME) სრულად არ არის შესწავლილი. კორონული წვიმის წვეთების სახით პროტუბერანცის პლაზმის ვარდნას ფოტოსფეროს გასწვრივ, თანსდევს მისი მასის საგრძნობი შემცირება. საბოლოო ჯამში ზევით მიმართული ლორენცის ძალა აჭარბებს გრავიტაციულ ძალას, რაც პროტუბერანცის არასტაბილურობის წინამორბედია.ჩვენ ანალიზი ჩავუტარეთ 2011-2012 წლებში SDO და STEREO-ს კოსმოსური თანამგზავრებით დაკვირვებულ სამ სხვადასხვა პროტუბერანცს. დაკვირვებული სამივე მოვლენის შემთხვევაში, პროტუბერანცის სტრუქტურიდან მასიური კორონული წვიმის წვეთების ვარდნას თან ახლდა რამდენიმე ათეულ საათში პროტუბერანცის არამდგრადობა და CME-ს ამოფრქვევა. დაკვირვებებმა აჩვენა რომ 18-28 საათიანი კორონული წვიმის შედეგად პროტუბერანცმა იწყო ზევით ასვლა, რაც მასის კარგვასთან იყო დაკავშირებული. პროტუბერანცის ასვლა დაკავშირებულია ორ: საწყისი ნელი ასვლის ფაზასა და თანმდევი სწრაფი ასვლის ფაზასთან. სწრაფი ფაზა წარმოდგენილია პროტუბერანცის დესტაბილიზაციით და თანმდევი CME-ს ამოფრქვევით. ნელი ასვლის ფაზა დიდი ალბათობით დაკავშირებულია კორონული წვიმით გამოწვეულ მასის ნელ კარგვასთან. ჩვენ ვვარაუდობთ, რომ ნელი ასვლის ფაზა გამოიწვია გრავიტაციულ და ლორენცის ძალას შორის წონასწორობის დარღვევამ, რაც წვიმის შედეგად მასის კარგვით არის გამოწვეული. მეორეს მხრივ სწრაფი ასვლის ფაზა დაკავშირებულია მაგნიტურ არამდგრადობასთან ან გადაერთებასთან, რაც პროტუბერანცის არამდგრადობის წინა პირობაა. პროტუბერანცის ერთი საყრდენის გასწვრივ ჩვენი შეფასებით დაახლოებით 20%-იანი მასის კარგვა შეინიშნებოდა. რაც სიმეტრიული (პროტუბერანცის ორივე საყრდენიდან გამომდინარე) დანაკარგის შემთხვევაში პროტუბერანცის მასის 40 %-იან დანაკარგს გვაძლევდა. თუ სამომავლო ანალიზი აჩვენებს პროტუბერანცის და კორონული წვიმის მსგავს კავშირს, შესაძლებელია კორონული წვიმის გამოყენება პროტუბერანცის

არამდგრადობის და შემდგომი CME-ის ამოფრქვევის პროგნოზირებისთვის. ეს ხელს შეუწყობს კოსმოსური ამინდის კომპონენტების უფრო დეტალურ შესწავლასა და წინასწარმეტყველებას.

9. Monson A. J., Mathioudakis, M., Reid A., Milligan R., **Kuridze** D.
Flare-induced Photospheric Velocity Diagnostics,
DOI: 10.3847/1538-4357/abfda8
The Astrophysical Journal, 915
აშშ, The American Astronomical Society
9

ანოტაცია

სტატიაში გამოკვლეულია ფოტოსფეროს ხაზებში სპექტრული ასიმეტრიების წარმოქმნა ანთების მოდელებში. სხვადასხვა ენერგიის გამოსხივების ჰიდროდინამიკური სიმულაციების საშუალებით მიღებული სპექტრული ხაზების ანალიზი აჩვენებს, რომ ასიმეტრიები წარმოიქმნება ანთებების დროს მაღალი სიჩქარის პლაზმური დინებების გამო. შესაბამისად, ეს ასიმეტრიები შეიძლება გამოვიყენოთ სიჩქარეების და ენერგიის გადატანა/დისიპაციის დიაგნოსტიკისთვის.

10. Campbell, R. J., Mathioudakis, M., Collados, M., Keys, P. H., Asensio Ramos, A., Nelson, C. J., **Kuridze**, D., Reid, A.
Temporal evolution of small-scale internetwork magnetic fields in the solar photosphere,
DOI: 10.1051/0004-6361/202040028
Astronomy and Astroiphysics, 647
საფრანგეთი, EDP Sciences
12

ანოტაცია

სტატიაში შესწავლილია მზის ფოტოსფეროს მცირე ზომის მაგნიტური ელემენტების მაგნიტური ველი და დინამიკა ტელესკოპ გრეგორზე მიღებული დაკვირვებების საშუალებით. დაკვირვებები მოიცავს რკინის ფოტოსფერული ინფრაწითელი ხაზის (1.5 მიკრონი) სტოკსის პროფილების ანალიზს. ანალიზი და ინტერპრეტაციის შესრულებულია სტატისტიკური მეთოდებით და ინვერსიული რიცხვითი კოდების გამოყენებით.

11. Kriginsky M., Oliver R., Antolin P., **Kuridze**, D., Freij, N.
Magnetic field inference in active region coronal loops using coronal rain clumps,
DOI: 10.1051/0004-6361/202140611
Astronomy and Astroiphysics, 650
საფრანგეთი, EDP Sciences
10

ანოტაცია

სტატიაში გამოკვლეულია სპიკულების (ქრომოსფეროს მცირე მასშტაბის სტრუქტურების) მაგნიტური ველი. გაზომვები ჩატარებული შვედური მზის ტელესკოპით მიღებული სპექტროპოლარიმეტრული დაკვირვებებიდან. გაზომილი წრიულად პოლარიზებული გამოსხივებით და სუსტი ველის მიახლოების მეთოდით გაიზომა სპიკულების მაგნიტური ველის გასწვრივი (დამკვირვებლის მიმართ) კომპონენტი.

12. **Kuridze** D., Socas-Navarro H. Koza J., Oliver R.
Semi-empirical Models of Spicule from Inversion of Ca II 8542 Å Line,
DOI: 10.3847/1538-4357/abd100

The Astrophysical Journal, 908
აშშ, The American Astronomical Society
15

ანოტაცია

სტატიაში გამოკვლეულია სპიკულების თერმოდინამიკური პარამეტრები. ჩვენ შევქმენით მზის სპიკულების ნახევრად ემპირიული მოდელები გამოსხივების ტრანსპორტის ინვერსიული კოდი NICOLE-ის ახალი ვერსიით. ამან საშუალება მოგვცა შეგვესრულებინა სპიკულების პირველი დიაგნოსტიკა ინვერსიული ალგორითმებით.

13. Sokolov, Igor V.; Holst, Bart van der; Manchester, Ward B. ; Su Ozturk, Doga Can ; Szente, Judit; **Taktakishvili**, Aleksandre ; Tóth, Gábor; Jin, Meng; Gombosi, Tamas I.
Threaded-field-line Model for the Low Solar Corona Powered by the Alfvén Wave Turbulence
DOI: 10.3847/1538-4357/abc000
The Astrophysical Journal, Volume 908, Issue 2, id.172, 11
აშშ, The American Astronomical Society
-

ანოტაცია

წარმოგიდგენთ მზის გვირგვინის განახლებულ გლობალურ მოდელს, გარდამავალი რეგიონის ჩათვლით. ჩვენ ვახდენთ რეალისტური სამგანზომილებიანი (3D) მაგნიტურ ველის სიმულაციას ფოტოსფერული მაგნიტური ველის გაზომვების მონაცემების გამოყენებით და ვივარაუდებთ, რომ მაგნიტოჰიდროდინამიკური (MHD) ალფვენის ტალღის ტურბულენტობა და მისი არაწრფივი დისიპაცია იქნება გვირგვინის პლაზმის გაცხელების და მზის ქარის მამოძრავებელი ერთადერთი წყარო. . დახურულ ველში, დაბალანსებულ ტურბულენტობაში დისიპაციის ეფექტურობა გაძლიერებულია. გვირგვინის ხვრელებში ჩვენ ვითვალისწინებთ გარეთკენ გავრცელებადი ტალღების არეკვლას, რასაც თან ახლავს სუსტი კონტრგავრცელების ტალღების წარმოქმნა. არაწრფივი კასკადური სიხშირე მცირდება ძლიერ დაუბალანსებელ ტურბულენტობაში, რაც იწვევს უფრო ცივ გვირგვინის ხვრელებს. წარმოდგენილი მოდელის გამორჩეული თვისებაა დაბალი გვირგვინის აღწერა, როგორც თითქმის სტაბილურ მდგომარეობაში დაბალი ბეტა პლაზმური მოძრაობა და სითბოს ნაკადის გადაცემა მაგნიტური ველის ხაზების გასწვრივ. ჩვენ მივყვებით მაგნიტური ველის ძალწირებს გლობალური გვირგვინის მოდელის ქვედა საზღვრის თითოეულ ბადის წერტილში, რომელიც არჩეულია ჰელიოცენტრულ მანძილზე, R = Rb ~ 1.1R⨀, გარდამავალი რეგიონის მაღლა. შეიძლება ადვილად ამოიხსნას პლაზმური პარამეტრები მაგნიტური ველის ძალწირების გასწვრივ პლაზმის მოძრაობისა და სითბოს ტრანსპორტირების 1D განტოლებიდან ალფვენის ტალღის გავრცელებასთან ერთად, რომელიც ადეკვატურად აღწერს ფიზიკას ჰელიოცენტრული მანძილის დიაპაზონში R⨀ < R<Rb. ამ ხრახნიანი ველის მოდელის სრულ MHD გლობალურ კორონას მოდელთან r = Rb სიმაღლეზე შეკერვით, ჩვენ ვპოულობთ გლობალურ ამონახსნს და მივაღწევთ მოდელის რეალურ დროზე უფრო სწრაფ შესრულებას.

14. **Tsinamdzgvrishvili**, T. ; **Chargeishvili**, B. B. ; **Shergelashvili**, B. M. ; **Mghebrishvili**, I.
Spatio-temporal bands of coronal bright points and their relation to solar torsional oscillations,
DOI: 10.1093/mnras/stab3253
Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 509
დიდი ბრიტანეთის გაერთიანებული სამეფო, Oxford Academic
6

ანოტაცია

SOHO-ს მისიის მონაცემების გამოყენებით შესწავლილ იქნა 1995/2020 წლებში დამზერილი მზის კორონული კაშკაშა წერტილების განედური განაწილება. კვლევის შედეგად გამიჯნულ იქნა განედური განაწილების ერთგვაროვანი და არაერთგვაროვანი ნაწილები. ერთგვაროვანი ნაწილისთვის დამახასიათებელია ციკლური

ვარიაციები, მნიშვნელოვანი ფაზის წანაცვლებით ლაქების ციკლთან მიმართებით. ნარჩენი არაერთგვაროვანი კომპონენტი თავისთავად აღწერს მაღალიდან დაბალ განედებისკენ მიგრაციას. ამ დროს მზის კაშკაშა წერტილების განედური სიმკვრივის სარტყელების სტრუქტურა მსგავსია მზის განივი Torsional Oscillations რხევებისა. აღნიშნული დაკავშირებული უნდა იყოს ალფა ომეგა დინამო მექანიზმთან. მაშინ როცა, ციკლური ბუნება კაშკაშა წერტილების სიმკვრივისა შეიძლება ახსნილ იქნას დიდი მასშტაბის მაგნიტური ველის დიფუზიის საფუძველზე.

15. Mackovjak, Š., Varga, M., Hrivňak, S., Palkoci, O., & **Didebulidze**, G. G.
Data-driven modeling of atomic oxygen airglow over a period of three solar cycles.
DOI: 10.1029/2020JA028991
Journal of Geophysical Research: Space Physics, 126
აშშ, American Geophysical Union
11

ანოტაცია

დედამიწის ზედა ატმოსფერო არის დინამიური გარემო, რომელზეც მუდმივად მოქმედებს კოსმოსური ამინდი ზემოდან და ატმოსფერული პროცესები ქვემოდან. ამ ინტერფეისის რეგიონის დაკვირვების ეფექტური გზაა ატმოსფეროს ნათების მონიტორინგი. 1950-იანი წლებიდან მოყოლებული ატმოსფეროს გამოსხივების ინტენსივობა სისტემატურად იზომებოდა ფოტომეტრებით ტალღის სიგრძის კონკრეტულ ზოლებში ღამის საათებში. აბასთუმნიდან (41,75°N, 42,82°E) 30 წელზე მეტი ხანგრძლივობის კალიბრებული გრძელვადიანი ფოტომეტრული მონაცემები ინტენსივობების, ტალღის სიგრძეზე 557,7 და 630,0 ნმ, საშუალებას გვაძლევს გამოვიკვლიოთ, ამ მონაცემთა მანქანური შესწავლის მოწინავე ტექნიკაზე დაფუძნებული გრძელვადიანი ცვლილების აღმწერი მოდელი. რეგრესიის ამოცანა შესრულდა კოსმოსური ამინდის ინდექსების დროის სერიებისა და თერმოსფერო-იონოსფეროს პარამეტრების გამოყენებით. ჩვენ აღმოვაჩინეთ, რომ გამოყენებულ მონაცემებზე დაფუძნებულ მოდელს აქვს კარგი თანხვედრა GLOW ატმოსფეროს ნათების მოდელთან და ასევე აღწერს ნათების ინტენსივობის ცვალებადობას, რომელიც გამოწვეულია მზის აქტივობის ციკლებით და სეზონური ცვლილებებით. ეს საშუალებას გვაძლევს აღვწეროთ მწვანე და წითელი ხაზების ნათების ცვალებადობა სამი მზის ციკლის განმავლობაში ერთსაათიანი გარჩევადობით.

16. **Lomidze** L., Burchill J. K., Knudsen D. J., Huba J. D.
Estimation of Ion Temperature in the Upper Ionosphere Along the Swarm Satellite Orbits. e2021EA001925.
DOI: 10.1029/2021EA001925
Earth and Space Science, 8
აშშ, American Geophysical Union
28

ანოტაცია

იონის ტემპერატურა არის ერთ-ერთი მთავარი პარამეტრი, რომელიც მნიშვნელოვანია იონოსფერო-თერმოსფეროს სისტემის თერმული ბალანსის შესასწავლად. ნეიტრალების და ელექტრონულ ტემპერატურებთან ერთად ის გავლენას ახდენს ფიზიკურ და ქიმიურ პროცესებზე და ზედა ატმოსფეროს პარამეტრებზე. ეს მოიცავს იონ-ნეიტრალების დაჯახების სიხშირეს, ქიმიური რეაქციის სიჩქარეს და პლაზმის სიმაღლის სკალას, რაც გავლენას ახდენს იონოსფერული პლაზმის ცვალებადობასა და განაწილებაზე. ევროპის კოსმოსური სააგენტოს სამი, თითქმის პოლარული ორბიტაზე მყოფი Swarm თანამგზავრი დაახლოებით 500 კმ სიმაღლეზე ზომავს იონოსფერული ელექტრონების ტემპერატურას, სიმკვრივესა და იონების დრეიფებს ელექტრული ველის ინსტრუმენტის (EFI) ლენგმიურის ზონდების და თერმული იონების იმიჯერის გამოყენებით. იონური ტემპერატურის გაზომვები (თავდაპირველად დაგეგმილი იყო) არ არის ხელმისაწვდომი იონური იმიჯერის ტექნიკური პრობლემების გამო. ეს ნაშრომი აღწერს მოდელს, რომელიც აფასებს იონების

ტემპერატურას Swarm-ის თანამგზავრების ორბიტების გასწვრივ და აფასებს შესაბამისი მონაცემების ნამდვილობას. ამ მონაცემებზე ორიენტირებული, ფიზიკაზე დაფუძნებული მოდელი აერთიანებს ზედა იონოსფეროს იონების სითბოს ბალანსის განტოლებას, Swarm EFI გაზომვებს და ნეიტრალური შემადგენლობის, ქარებისა და ელექტრული ველის ემპირიულ მოდელებს. ამ მიდგომის ვალიდობა გამოკვლეული იყო ფიზიკაზე დაფუძნებული იონოსფერული მოდელის (SAMI3) გამოყენებით სხვადასხვა გეოფიზიკური პირობებისთვის. ISR მონაცემებთან შედარებით, მიღებული Swarm-ის მონაცემებზე დაფუძნებული იონის ტემპერატურა აჩვენებს მცირე სისტემურ შეცდომებს (1%-2%), მაღალ კორელაციას (Swarm A/C 0.8, Swarm B 0.6) და ცდომილებები 10%-20%-ია.

17. Larson B., Koustov A. V, Kouznetsov.A. F., **Lomidze** L., Gillies R. G., Reimer A. S.
A comparison of the topside electron density measured by the Swarm satellites and incoherent scatter radars over Resolute Bay, Canada. e2021RS007326.
DOI: 10.1029/2021RS007326
Radio Science, 56
აშშ, American Geophysical Union
11

ანოტაცია

Swarm-ის თანამგზავრების მიერ მაღალ განედებზე გაზომილი ელექტრონის სიმკვრივე შედარებულია RISR არაკოჰერენტული გაბნევის რადარების გაზომვებთან, როდესაც თანამგზავრები დაფრინავენ რადარების ხედვის ველში რეზოლუტ ბეისთან, კანადა 2014-დან 2019 წლამდე. განხილულია 200-ზე მეტი თანამგზავრის მრავალჯერადი კვეთა რადარულ სხივთან. მთლიანობაში, Swarm-ზე დაფუძნებული ელექტრონების სიმკვრივე 30%-ით უფრო მცირეა, ვიდრე რადარებით გაზომილი. ეს მნიშვნელობები ერთმანეთთან უფრო ახლოს არის ელექტრონების სიმკვრივეებისთვის ~ 3×10^{10} და ~ 15×10^{10} m^{-3} შორის, რაც შეესაბამება პლაზმის სიხშირეებს 1,5 და 3,5 MHz შორის. Swarm-ით გაზომილი მნიშვნელობები უფრო მცირე ხდება, ვიდრე რადარების მიერ გაზომილი მნიშვნელობები შედარებით დიდი ელექტრონების სიმკვრივის/პლაზმის სიხშირეზე. გაზომილი ელექტრონების სიმკვრივის მთელი დიაპაზონისთვის, ყველაზე კარგი თანხვედრა ელექტრონის სიმკვრივის წრფივი აპროქსიმაციისას გამოხატულია ~0,62 დახრილობისას და გადახრა/ცდომილება არის ~ 2×10^{10} m^{-3} . ინსტრუმენტებს შორის უფრო ძლიერი განსხვავებები იქნა ნაპოვნი ღამის და გამთენიისას დაკვირვებისთვის.

18. Agayeva, S.,Alishov, S., … **Ayvazian**, V. R; **Inasaridze**, R. Ya. ; **Kapanadze**, G. V. ; … end 73 coauthors
A Network to Coordinate Them All; VI Workshop on Robotic Autonomous Observatories (Eds. Alberto J. Castro-Tirado, Shashi B. Pandey, & María Dolores Caballero-García),
DOI: 10.22201/ia.14052059p.2021.53.39
Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica (Serie de Conferencias), 53
მექსიკა, UNAM
8

ანოტაცია

2019 წლის აპრილიდან, აბასთუმნის ობსერვატორიის მკვლევართა ჯგუფი ჩართულია GRANDMA (Global Rapid Advanced Network Devoted to the Multi-messenger Addicts) პროექტში. ამ პროექტის Kilonova-catcher პროგრამის ფარგლებში, 2021 წელს, ჯგუფი ატარებდა დაკვირვებებს 70 სმ მენისკური ტელესკოპით B და R ფილტრების გამოყენებით, მიღებული მონაცემები დამუშავდა. დაკვირვებითი პროგრამის ფარგლებში მომზადდა და იბეჭდება სტატია (MNRAS-ში), სადაც, სხვა ობსერვატორიებში წარმოებულ დაკვირვებებთან ერთად, წარმოდგენილია აბასთუმანში ჩატარებული 6 ტრანზიენტის დაკვირვებების შედეგები. GRANDMA პროექტის ფარგლებში ახლაც გრძელდება დაკვირვებები 70 სმ მენისკური ტელესკოპით. GRANDMA-სთან ერთად

ვემზადებით LIGO/Virgo-ს O4 სეზონისთვის. მიმდინარე წელს გამოქვეყნდა GRANDMA კოლაბორაციის ერთი სტატია საკონფერენციო შრომებში.

19. Shevchenko, V.; Mikhalchenko, O.; Belskaya, I., … **Inasaridze**, R., **Ayvazian**, V. V. , **Kapanadze**, G. V. end 14 coauthors
Photometry of selected outer main belt asteroids, Planetary and Space Science,
DOI: 10.1016/j.pss.2021.105248
Planetary and Space Science, 202
გერმანია, Elsevier
15

ანოტაცია

წარმოგიდგენთ ახალ ფოტომეტრულ დაკვირვებებს თორმეტი ასტეროიდისთვის ((122) Gerda, (152) Atala, (260) Huberta, (665) Sabine, (692) Hippodamia, (723) Hammonia, (745) Mauritia, (768) Struveana, (863) Benkoela, (1113) Katja, (1175) Margo (2057) Rosemary) ძირითადი სარტყლის გარე ნაწილიდან, დაკვირვების მიზანია სიდიდის ფაზის მრუდების მოპოვება, გეომეტრიული ალბედოსა და ტაქსონომიური კლასის გადამოწმებას მათი მაგნიტუდა–ფაზის მრუდის საფუძველზე. გაზომილი სიდიდის ფაზური დამოკიდებულებები ადასტურებენ (260) Huberta–ს (C ტიპს), (692) Hippodamia–სა (S ტიპს) და (1175) Margo (S ტიპის) ადრე განსაზღვრულ შემადგენლობის ტიპებს. ასტეროიდები (665) Sabine და (768) Struveana ადრე კლასიფიცირებულნი იყვნენ X ტიპის სახით, აჩვენებენ ფაზის მრუდის ქცევას, რომელიც ტიპიურია ზომიერი ალბედო მქონე ასტეროიდებისთვის და შეიძლება მიეკუთვნებოდეს M ტიპის. (723) Hammonia-ს ფაზური მრუდი დამახასიათებელია S ტიპისთვის, რომელიც ეწინააღმდეგება ადრე განსაზღვრულ C ტიპს. დავადასტურეთ ასტეროიდების (122) Gerda–ს და (152) Atala–ს ზომიერი ალბედო, მაგრამ მათი ფაზური მრუდები განსხვავდება S ტიპისთვის დამახასიათებელი და შეიძლება მიუთითებდეს უფრო იშვიათი შემადგენლობის ტიპებზე. სიდიდის ფაზის ქცევებისა და V-R ფერების საფუძველზე, (2057) Rosemary, სავარაუდოდ, M ტიპისაა, ხოლო ასტეროიდები (745) Mauritia და (1113) Katja S-ტიპს მიეკუთვნება. A ტიპის ასტეროიდის (863) Benkoela–ს ფაზური მრუდი არ მოიცავს საპირისპირო ეფექტის დიაპაზონს და საჭიროა შემდგომი დაკვირვებები. A ტიპის ასტეროიდების ფაზური მრუდების ტიპიური მახასიათებლების გასარკვევად სხვა ტიპებთან შედარებით. განვსაზღვრეთ დაკვირვებული ასტეროიდების სიკაშკაშის მრუდების ამპლიტუდები და მათი უმეტესობისთვის მივიღეთ ბრუნვის პერიოდების ახალი ან გაუმჯობესებული მნიშვნელობები.

20. Scheirich, P., Pravec, P., Kušnirák, P., … **Inasaridze**, R. Ya.; **Ayvazian**, V. R. **Kapanadze**, G. ... end 31 coauthors
A satellite orbit drift in binary near-Earth asteroids (66391) 1999 KW4 and (88710) 2001 SL9 - Indication of the BYORP effect,
DOI: 10.1016/j.icarus.2021.114321
Icarus,360
გერმანია, Elsevier
39

ანოტაცია

ჩვენ მივიღეთ საფუძვლიანი ფოტომეტრული დაკვირვება ორ ჯერად დედამიწასთან მოახლოებად ასტეროიდზე (66391) Moshup _1999 KW4 და (88710) 2001 SL9, გადაღებული 2000 წლიდან 2019 წლამდე. მოდელირებული გვაქვს მონაცემები და მივიღეთ ბინარული სისტემების ფიზიკური და დინამიური თვისებები. (66391) 1999 KW4-ისთვის, გამოვიყვანეთ მისი ორბიტისპოლუსი, ნახევრად მთავარი ღერძი და ექსცენტრიულობა, რომლებიც შეთანხმებულია რადარის მნიშვნელობებთან (Ostro et al., 2006. Science, 314, 1276-1280). თუმცა, აღმოვაჩინეთ, რომ მონაცემები არ შეესაბამება მუდმივ ორბიტალურ პერიოდს და მივიღეთ უნიკალური გამოსავალი თანამგზავრის საშუალო ანომალიის კვადრატული დრიფტით -0,65 ± 0,16 გრადუსი/წ.2 (ყველა ციტირებული

გაურკვევლობა შეესაბამება 3σ-ს). ეს ნიშნავს, რომ ამ ბინარული სისტემის კომპონენტების ურთიერთ ორბიტის ნახევრად მთავარი ღერძი განსაზღვრულია a = 2,548 ± 0,015 კმ Ostro et al. (2006), იზრდება დროში საშუალო სიჩქარით 1.2 ± 0.3 სმ/წ (88710) 2001 SL9-სთვის, დავადგინეთ, რომ ორბიტას აქვს პოლუსი 10°-ში (L, B) = (302◦, -73◦) (ეკლიპტიკური კოორდინატები) და ახლოს არის წრიულთან (ექსცენტრიულობა < 0,07). ამ სისტემის მონაცემები ასევე არ შეესაბამება მუდმივ ორბიტალურ პერიოდს და მივიღეთ ორი გამოსავალი საშუალო ანომალიის კვადრატული დრიფტისთვის: 2.8 ± 0.2 და 5.2 ± 0.2 გრადუსი/წ. კომპონენტები (შეფასებული ~ 1,6 კმ) დროში მცირდება საშუალო სიჩქარით -2,8 ± 0,2 ან -5,1 ± 0,2 სმ/წ შესაბამისად. (66391) 1999 KW4-ის გაფართოებული ორბიტა შეიძლება აიხსნას ორმხრივი ტალღებით, რომლებიც ურთიერთქმედებენ ბინარულ YORP (BYORP) ეფექტთან (McMahon and Scheeres, 2010a. Icarus 209, 494-509). თუმცა, BYORP დრიფტის მოდელირებამ, რადარიდან მიღებული ოროზითი კომპონენტების ფორმების გამოყენებით, იწინასწარმეტყველა ორბიტალური დრიფტის გაცილებით მაღალი მნიშვნელობა, ვიდრე დაკვირვებული. ვივარაუდეთ, რომ ან რადარიდან მიღებული მეორადი ფორმის მოდელი არაადეკვატურია BYORP ეფექტის გამოსათვლელად, ან BYORP-ის დღევანდელი თეორია მას გადაჭარბებულად აფასებს. შესაძლებელია, რომ BYORP კოეფიციენტს ჰქონდეს საპირისპირო ნიშანი, ვიდრე ნაწინასწარმეტყველები იყო; ამ შემთხვევაში, სისტემა შეიძლება გადავიდეს წონასწორობაში BYORP-სა და ტალღებს შორის. (88710) 2001 SL9-ის შემთხვევაში, BYORP ეფექტი არის ერთადერთი ცნობილი ფიზიკური მექანიზმი, რომელსაც შეუძლია გამოიწვიოს მისი ორბიტის შიდა დრიფტი. ბინარულ (175706) 1996 FG3-თან ერთად, რომელსაც აქვს ანომალიის საშუალო დრიფტი, რომელიც შეესაბამება ნულს, რაც გულისხმობს სტაბილურ წონასწორობას BYORP ეფექტსა და სხეულის ორმხრივ ტალღებს შორის (Scheirich et al., 2015. Icarus 245, 56-63), ხელთა გვაქვსკარგად დაკვირვებული ორმაგი ასტეროიდული სისტემების სამი განსხვავებული შემთხვევა მათი გრძელვადიანი დინამიური მოდელებით დასკვნამდე. ისინი მიუთითებენ ორბიტის ევოლუციის სამივე მდგომარეობის არსებობაზე - წონასწორობა, გაფართოება და შეკუმშვა - დედამიწის მახლობლად ბინარული ასტეროიდების პოპულაციაში.

21. Carry, B., Thuillot, W., Spoto, F., David, P., … **Inasaridze**, R., end 40 coauthors
Potential asteroid discoveries by the ESA Gaia mission. Results from follow-up observations,
DOI: 10.1051/0004-6361/202039579
Astronomy and Astroiphysics, 648
საფრანგეთი, EDP Sciences
9

ანოტაცია

2014 წლის ივლისიდან ევროპის კოსმოსური სააგენტოს მისია GAIA, ატარებს ცის მონიტორინგსა 20,7 ვარსკვლავ სიდიდემდე. ვარსკვლავებზე მილიონობით ყოველდღიური დაკვირვების გარდა, მზის სისტემის ათასობით ობიექტი (SSOs) შეინიშნება. მათი პოზიციების შედარებით, როგორც კი GAIA დამთავრებს გაზომავებს, შემდეგ საფეხურზე მიმდინარეობს გაფილტვრა ცნობილი ობიექტებისა და რჩება პოტენციურად ახალი ობიექტები. GAIA-ს პროგრამით ახლადაღმოჩენილ ობიექტებზე, ოპტიკურ დიაპაზონში მიღებული დაკვირვებითი მასალის საფუძველზე გამოითვლება მათი ორბიტის ელემენტები და ენიჭებათ ახლადაღმოჩენილ ობიექტებს ნომერი. ცენტრის მიზნებია შეიქმნას ყოველდღიური მონიტორინგი, სადაც მოხდება დაფიქსირება ახალი ობიექტების და პარალერურ რეჟიმში მოხდება მათი დააფიქსირება, მიწისზედა ტელესკოპებით ოპტიკურ დიაპაზონში.

22. Durech, J., Vokrouhlicky, D., … **Ayvazian**, V. V., **Datashvili**, D. G., **Inasaridze**, R. Ya., **Kapanadze**, G. V. … end 25 coauthors
Rotation acceleration of asteroids (10115) 1992 SK, (1685) Toro, and (1620) Geographos due to the YORP effect, manuscript no. 41844, იბეჭდება
Astronomy and Astroiphysics, იბეჭდება
საფრანგეთი, EDP Sciences
16

ანოტაცია

მცირე ასტეროიდების ბრუნვის მდგომარეობაზე გავლენას ახდენს Yarkovsky-O'Keefe-Radzievsky-Padduck (YORP) ეფექტი, რომელიც გამოწვეულია მზის გამოსხივების პირდაპირი არეკვით და ზედაპირიდან თერმული ხელახალი გამოსხივებით. ამ ეფექტის გამო, ბრუნვის პერიოდი იცვლება ნელა, რაც ყველაზე ადვილია გაიზომოს სინათლის გამოსხივებიდან, რადგან ბრუნვის ფაზის ცვლა დროთა განმავლობაში კვადრატულად იცვლება. ჩვენ შევაგროვეთ არქივირებული სინათლის მრუდები და გავაკეთეთ ახალი ფოტომეტრიული დაკვირვებები ასტეროიდებზე (10115) 1992 SK, (1620) Geografos და (1685) Toro. გამოვიყენეთ სინათლის მრუდის ინვერსიის მეთოდი, რათა მოერგოს დაკვირვებებს ამოზნექილი მოდელის გამოყენებით. YORP ეფექტი მოდელირებული იყო, როგორც ბრუნვის სიჩქარის წრფივი ცვლილება υ≡dω/dt ოპტიმიზირებულია ბრუნვისა და ფორმის სხვა პარამეტრებთან ერთად. ნაპოვნია აჩქარება υ = (8,3 ± 0,6) × 10–8 radd - ასტეროიდის 2 ბრუნი (10115) 1992 SK. ეს დაკვირვებული მნიშვნელობა კარგად შეესაბამება YORP-ით გამოწვეულ ბრუნვის აჩქარებას, რომელიც გამოითვლება ჩვენი ფორმისა და ტრიალის მოდელისთვის. (1685) Toro-სთვის მივიღეთ υ = (3.3 ± 0.3) × 10–9radd - 2, რაც ადასტურებს YORP-ის ადრეულ წინასწარ გამოვლენას. (1620) Geographos-ისთვის დავადასტურეთ ადრე აღმოჩენილი აჩქარება YORP და მივიღეთ υ-ს განახლებული მნიშვნელობა მცირე შეცდომით. ასევე ჩავრთეთ მზის პრეცესიის ეფექტი ჩვენს ინვერსიულ ალგორითმში და ვაჩვენეთ, რომ ამ ეფექტის მინიშნებები არსებობს Geographos-ის მონაცემებში. აღმოჩენილმა ცვლილებამ ბრუნვის სიჩქარეში (10115) 1992 SK გაზარდა. დღეისათვის გამოვლენილია ათამდე ასტეროიდი, რომელსაც YORP ეფექტი გააჩნია. ათივე შემთხვევაში dω/dt მნიშვნელობა დადებითია, შესაბამისად, ამ ასტეროიდების ბრუნვა დაჩქარებულია. ნაკლებად სავარაუდოა, რომ ეს იყოს მხოლოდ სტატისტიკური შეცდომა, მაგრამ ეს ალბათ რეალური მახასიათებელია, რომელიც უნდა აიხსნას.

23. **ვ. აივაზიანი, ს. ბერაძე, რ. ინასარიძე, გ.კაპანაძე, ნ. ყოჩიაშვილი, რ. ნაცვლიშვილი, მ. ვარდოსანიძე** + 71 თანაავტორი

Grandma: A Network to Coordinate Them All;

DOI: 10.22201/ia.14052059p.2021.53.39

Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica (Serie de Conferencias); Vol. 53, pp. 198-205 , (09/2021)

მექსიკა

8

ანოტაცია

GRANDMA არის საერთაშორისო პროექტი, რომელიც კოორდინირებას უწევს ტელესკოპებს, დიდი მდებარეობითი განუზღვრელობების მქონე ტრანზიენტების დაკვირვებებისთვის. ასეთი წყაროები მოიცავს გრავიტაციული ტალღების მოვლენებს, გამა-ჩქაფებს და ნეიტრინო მოვლენებს. GRANDMA დღეისთვის კოორდინაციას უწევს 25 ტელესკოპს (70 მეცნიერით), იმ მიზნით, რომ მოახდინოს გამონასახების მიღების ოპტიმიზაცია, რათა მიიღოს ტრანზიენტული წყაროს ოპტიკური შესატყვისის დაფიქსირების მაქსიმალური შესაძლებლობა. ამ სტატიაში აღწერილია პროექტის მოტივაცია, ორგანიზაციული სტრუქტურა, მეთოდოლოგია და საწყისი შედეგები.

24. ბ. **კაპანაძე**

The long-term multiwavelength observations of the blazar PKS 2005-489;

DOI: 10.1016/j.astropartphys.2021.102620

Astroparticle Physics, Volume 132, article id. 102620

ნიდერლანდები, Elsevier

-

ანოტაცია

სპექტრის ტევ–უბანში აღმოჩენილი ბლაზარი PKS 2005-489 წარმოადგენს მაღალენერგიული პიკის მქონე ლაცერტიდებს შორის ერთერთ ყველაზე კაშკაშა ობიექტს ენერგიათა გევ–დიაპაზონში, რომელიც ფიქსირდება 3 სიგმას სანდოობის დონეზე ერთი დღეღამის რიგით დროით მასშტაბებში თანამგზავრ სვიფთზე არსებული რენტგენული ტელესკოპის მიერ საშუალო და მაღალი სიკაშკაშეების პირობებში. 0.1 – 300 გევ გამოსხივების ნაკადი უჩვენებდა ძლიერ ცვალებადობას სხვადასხვა დროით მასშტაბებში – რამდენიმე კვირიანი ანთებებიდან დაწყებული წლების რიგის სააზისო დონის ცვალებადობით დამთავრებული, რომლებიც აიხსნება კოლიმაციის სიჩქარის ცვალლებადობით დიდი დროით მასშტაბებში. ობიექტი ასევე ავლენდა გევ სპექტრულ ცვალებადობას. სპექტრის ამ უბანში საქმე გვაქვს უმთავრესად მცირე სპექტრულ სიმრუდესთან იმის გამო, რომ კომპტონის უკუ–გაბნევის შესაბამისი პიკი დაიკვირვება 100 გევ–ზე მაღალ ენერგიებზე. გევ გამოსხივების ნაკადი საზოგადოდ უჩვენებდა გაცილებით ძლიერ კორელაციას ულტრაიისფერი გამოსხივების ნაკადთან, ვიდრე რენტგენულ და ტევ–ნაკადებთან. ეს კი ადასტურებს ჰიპოთეზას კომპტონის უკუგაბნევაზე კლეინ–ნიშინას ეფექტის შესაძლო ზემოქმედების შესახებ, რაც იწვევს რენტგენული ფოტონების გამომსხივებელი ელექტრონების მიერ ულტრაიისფერი ფოტონების ეფექტურ გაბნევას გევ–ენერგიებამდე და შედეგად ადგილი აქვს ულტრაიისფერი და გევ–გამოსხივებების შედარებით ძლიერ ურთიერთკავშირს. ზოგიერთ შემთხვევაში გევ და ულტრაიისფერი სიკაშკაშის მრუდები ავლენდნენ ხანგრძლივი კლების ტენდენციას, მაშინ როდესაც ობიექტი განიცდიდა მძლავრ რენტგენულ და ტევ–ანთებებს. ამგვარი მოვლენები შესაძლებელია აიხსნას ამაჩქარებელი მექანიზმის ეფექტურობის ხანგრძლივი გლობალური ცვლილებით, რაც იწვევს მთლიანი სინქოტრონული კომპონენტის წანაცვლებას მაღალი ენერგიებისაკენ.

25. **Gvaramadze**, V. V.; Kniazev, A.Y. search by orcid; Gallagher, J. S.; Oskinova, L. M.; Chu, Y. -H.; Gruendl, R. A.; Katkov, I. Y.

SALT observations of the supernova remnant MCSNR J0127-7332 and its associated Be X-ray binary SXP 1062 in the SMC

DOI: 10.1093/mnras/stab679

Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 503, Issue 3, pp.3856-3866

Oxford University Press (since 2013) on behalf of the Royal Astronomical Society (United Kingdom)

11

ანოტაცია

წარმოდგენილია მაგელანის ღრუბლის (SNR) MCSNR J0127-7332 ზეახალის ნარჩენისა და დიდი მასის რენტგენულ ორმაგ SXP 1062-თან ასოცირებული მასის დონორის Be ვარსკვლავის ოპტიკური სპექტროსკოპიის შედეგები. მაღალი გარჩევის მქონე გრძელი ჭვრიტის სპექტრების გამოყენებით გაიზომა ზეახალის ნარჩენის გარსის გაფართოების სიჩქარე ≈140kms−1, რაც იმაზე მეტყველებს, რომ MCSNR J0127-7332 გამოსხივების ფაზაში. ზეახალის ნარჩენის სპექტრის ხაზების დაკვირვებული თანაფარდობები გასაგები ხდება თუ ადგილობრივი ვარსკვლავთშორისი ნივთიერება იონიზირებულიაზეახლის ნარჩენთან ახლოს მყოფი 2dFS 3831-ით ან/და OB ვარსკვლავით. შემოთავაზებულია, რომ MCSNR J0127-7332 არის ზეახალის აფეთქების შედეგი იმ ბუშტში, რომელიც წარმოიქმნა ზეახლის წინაპარი ვარსკვლავის ქარით და რომ ბუშტი აფეთქების მომენტში გარშემორტყმული იყუ მასიური გარსით. შეფასდა MCSNR J0127-7332 -ის ასაკი და ის ტოლია ≲10000 წ. აღმოჩნდა, რომ 2dFS 3831-ის სპექტრი ორბიტალურ ფაზასთან ერთად იცვლება. კერძოდ, გამოსხივების Hα ხაზის ექვივალენტური სიგანე ≍40 პროცენტით შემცირდა ნეიტრონული ვარსკვლავის პერიასტრში გავლიდან 130 დღეში და შემდეგ თითქმის დაუბრუნდა თავის საწყის სიდიდეს შემდეგ 100 დღეში. ასევე, 2dFS 3831-ს პერიასტრის ეპოქასთან უახლოესად მიღებული სპექტრი (პერიასტრიდან დაახლოებით 3 კვირის შემდეგ) აჩვენებს He II λ4686 ხაზის შესამჩნევ გამოსხივებას, რაც 2 კვირის შემდეგ ქრება. ეს ცვლილებები ინტერპრეტირებულია დისკის დროებითი შეშფოთებითა და გაცხელებით მასში ნეიტრონული ვარსკვლავის გავლისას.

26. Müllner, M. search by orcid; Zwintz, K.; Corsaro, E.; Steindl, T.; Potravnov, I.; Guenther, E. W.; Kniazev, A.; **Gvaramadze**, V.

Searching for solar-like oscillations in pre-main sequence stars using APOLLO. Can we find the young Sun?

DOI: 10.1051/0004-6361/202039578

Astronomy & Astrophysics, Volume 647, id.A168, 14 pp

EDP Sciences for European Southern Observatory

14

ანოტაცია

ბოლო წლებში ვარსკვლავებში მთავარი მიმდევრობიდან წითელ გიგანტებამდე მზის მსგავსი რხევების ჩვენეული გაგება მკვეთრად გაუმჯობესდა კოსმოსური ტელესკოპებიდან შეგროვებული მონაცემების წყალობით. ერთ-ერთი დარჩენილი ღია კითხვა ფოკუსირებულია მზის მსგავსი რხევების დაკვირვებით იდენტიფიკაციაზე მთავარ მიმდევრობის ვარსკვლავებში. ჩვენი კვლევა მიზნად ისახავდა მთავარი მიმდევრობის ვარსკვლავებში მზის მსგავსი რხევების მოსაძებნად გაუმჯობესებული მეთოდის შემუშავებას და მის გამოყენებას Kepler K2 მისიის მიერ შეგროვებულ მონაცემებზე. ჩვენი პროგრამული უზრუნველყოფა APOLLO მოიცავს ახალ გზას, რათა აღმოაჩინოს დაბალი სიგნალი-ხმაურის თანაფარდობა მზის მსგავს რხევებში მაღალი ფონის დონის არსებობისას. ჩვენი მეთოდის დაკალიბრებით ცნობილი მზის მსგავსი ოსცილატორების გამოყენებით კეპლერის მთავარი მისიიდან, ვიყენებთ მას კეპლერ K2-ის მიერ დაკვირვებულ T Tauri ვარსკვლავებზე და ამოვიცნობთ მზის მსგავსი ოსცილატორის რამდენიმე კანდიდატს. ირკვევა, რომ ჩვენი მეთოდი მტკიცეა მაშინაც კი, როდესაც ვიყენებთ ისეთი მცირე ხანგრძლივობის დაკვირვების სერიაზე, როგორიცაა ერთ სექტორში TESS-ის თანამგზავრით მიღებული. ჩვენ განვსაზღვრეთ EPIC 205375290, როგორც მზის მსგავსი რხევების შესაძლო კანდიდატი მთავარი მიმდევრობის ვარსკვლავში vmax ≃ 242 μHz. ასევე გამოვიყვანეთ მისი ფუნდამენტური პარამეტრები Teff = 3670 ± 180 K, log g = 3.85 ± 0.3, v sin i = 8 ± 1 km s−1. კვლევა ნაწილობრივ ეფუძნება ESO ტელესკოპებით დაკვირვებებს La Silla Paranal ობსერვატორიაში 097.C-0040(A) პროგრამის ფარგლებში.

27. Maryeva, Olga; **Gvaramadze**, Vasilii; Kniazev, Alexei; Alexashov, Dmitry; Castro, Norberto; Langer, Norbert; Katkov, Ivan

CPD-64 2731: a massive spun-up and rejuvenated high-velocity runaway star,

DOI: 10.5281/zenodo.5535106

MOBSTER-1 virtual conference: Stellar variability as a probe of magnetic fields in massive stars, Proceedings of the MOBSTER-1 virtual conference held 12-17 July 2020, id.35

-

-

ანოტაცია

WISE-ის არქივში გვიან ევოლუციურ ეტაპებზე მასიური ვარსკვლავების ძიებისას აღმოვაჩინეთ მაღალი სიჩქარით მსრბოლი ვარსკვლავი CPD-64o 2731, რომელიც ასოცირდება ცხენის გარსის ფორმის ნისლეულთან. მისი სპექტრული ტიპია O5.5Vn((f)) და პროგნოზირებული ბრუნვის სიჩქარე არის ≍ 300 კმ/წმ, რაც უკიდურესად მაღალია ამ სპექტრალური ტიპისთვის. კინემატიკური ასაკი ≍ 6 Myr, თუ ვივარაუდებთ, რომ იგი დაიბადა გალაქტიკური სიბრტყის მახლობლად, აჭარბებს მის ასაკს, რომელიც მიღებულია ერთი ვარსკვლავის მოდელებიდან ორჯერ. ამ თვისებების გამო სავარაუდოა, რომ CPD-64o 2731 არის გაახალგაზრდავებული და დაწნული ორობითი პროდუქტი. ნისლეულის გეომეტრია და მასში ვარსკვლავის თითქმის ცენტრალური მდებარეობა ამტკიცებს მშვილდის შოკის წმინდა ინტერპრეტაციას. ამის ნაცვლად, ჩვენ ვვარაუდობთ, რომ

ორობითი ურთიერთქმედება ახლახან მოხდა, რითაც შეიქმნა ნისლეული, ღრუში, რომელიც აფეთქდა მიმდინარე სწრაფი ვარსკვლავური ქარის მიერ. ამ დასკვნას მხარს უჭერს ჩვენი 2D რიცხვითი ჰიდროდინამიკური მოდელირების შედეგები.

28. **Samushia**, Lado ; Slepian, Zachary search by orcid ; Villaescusa-Navarro, Francisco
Information content of higher order galaxy correlation functions
DOI: 10.1093/mnras/stab1199
Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 505, Issue 1, pp.628-641
Oxford University Press (since 2013) on behalf of the Royal Astronomical Society (United Kingdom)
14

ანოტაცია

წამოყენებული იქნა ახალი იდეა n-წერტილოვანი ფუნქციების სტანდარტულ საზომებად გამოყენებასთან დაკავშირებით. გალაქტიკების განაწილება დროთა განმავლობაში უფრო არაწრფივი ხდება და სპექტრთან დამატებით n-წერტილოვან ფუნქციებსაც იძენს. ამ სტატიის გამოქვეყნებამდე არსებულ ლიტერატურაში მიჩნეული იყო რომ კოსმოლოგიური ევოლუციის შედეგად გალაქტიკათა განაწილებაში არსებული ინფორმაცია ბნელი ენერგიის შესახებ არ იცვლება. სტატიაში მოცემულმა გამოთვლებმა ცხადად აჩვენა რომ ეს დაშვება არასწორია მაშინ როდესაც n-წერტილოვანი ფუნქციები გამოიყენება როგორც სტანდარტული საზომები. ნაპოვნი იქნა კონრეტული კონფიგურაცია რომელშიც 3-წერტილოვანი ფუნქციიდან მიღებული შედეგები გაცილებით აუმჯობესებს 2-წერტილოვანი ფუნქციიდან მიღებულ შედეგებს. კერძოდ, ნულოვან წითელ წანაცვლებაზე, მილიონობით გალაქტიკების გაანალიზებით მიღებულ იქნა ორჯერ უფრო მჭიდრო შეზღუდვა კოსმოსურ მანძილებზე ვიდრე სტანდარტული ანალიზით. ამ სტატიის შედეგებზე დაფუძნებით იგეგმება გალაქტიკების 3-წერტილოვანი ფუნქციების გაანალიზება.

29. MAGIC Collaboration; ..., **Kurtanidze**, S. O. ; **Kurtanidze**, O. M.; **Nikolashvili**, M. G.; **Chigladze**, R. A.; **Ivanidze**, R. Z.; **Kimeridze**, G. N.; **Sigua**, L. A.;., and 276 coauthors.
Investigation of the correlation patterns and the Compton dominance variability of Mrk 421 in 2017
DOI: 10.1051/0004-6361/202141004
Astronomy & Astrophysics, Volume 655, id.A89, 36 pp
EDP Sciences for European Southern Observatory
-

ანოტაცია

წარმოდგენილია პარადიგმაული TeV blazar Mrk 421-ის ფართოზოლოვანი ემისიის დეტალური დახასიათება და თეორიული ინტერპრეტაცია. განსაკუთრებული აქცენტია გაკეთებული მრავალზოლიანი ნაკადის კორელაციებზე.

30. ...**Kimeridze**, G., ...**Kurtanidze**, O., **Kurtanidze**, S., .. **Nikolashvili**, M., ... **Sigua**, L., and 66 coauthors.
The complex variability of blazars: time-scales and periodicity analysis in S4 0954+65
DOI: 10.1093/mnras/stab1268
Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 504, Issue 4, pp.5629-5646
Oxford University Press (since 2013) on behalf of the Royal Astronomical Society (United Kingdom)
18

ანოტაცია

აქტიურ გალაქტიკურ ბირთვებს შორის ბლაზარები აჩვენებენ ექსტრემალურ ცვალებადობის თვისებებს. ჩვენ აქ ვიკვლევთ BL Lac ობიექტის S4 0954+65 შემთხვევას 2019-2020 წლებში ტრანზიტული ეგზოპლანეტების კვლევის თანამგზავრის (TESS) და მთელი დედამიწის ბლაზარის ტელესკოპის (WEBT) კოლაბორაციის მიერ მიღებული

მონაცემებით. TESS-ის მიერ 2-წუთიანი კადენსით მოწოდებული ოპტიკური სინათლის მრუდები სამი დაკვირვების სექტორის განმავლობაში, თითოეული თითქმის 1 თვის განმავლობაში, საშუალებას გვაძლევს დეტალურად შევისწავლოთ სწრაფი ცვალებადობა. გამოვყოფთ რამდენიმე დამახასიათებელ მოკლევადიან დროის მასშტაბებს, რომლებიც მერყეობს რამდენიმე საათიდან რამდენიმე დღემდე. თუმცა, ეს არ არის მუდმივი, რადგან ისინი განსხვავდებიან TESS-ის სხვადასხვა სექტორში. WEBT-ის მიერ განხორციელებული გრძელვადიანი ფოტომეტრული და პოლარიმეტრიული ოპტიკური და რადიო მონიტორინგი გვაძლევს მნიშვნელოვან დამატებით ინფორმაციას, რომელიც ცხადყოფს, რომ (i) ოპტიკურ, გრძელვადიან ნაკადში ცვლილებები თითქმის აქრომატულია, ხოლო მოკლევადიანი ძლიერ ქრომატული; (ii) რადიო ნაკადის ცვალებადობა 37 გჰც სიხშირეზე მიჰყვება ოპტიკაში არსებულს დაახლოებით 3 კვირის დაგვიანებით; (iii) პოლარიზაციის ხარისხისა და კუთხის ცვალებადობის დიაპაზონი გაცილებით დიდია ოპტიკურში, ვიდრე რადიო დიაპაზონში, მაგრამ პოლარიზაციის საშუალო კუთხეები მსგავსია; (iv) ოპტიკური გრძელვადიანი ცვალებადობა ხასიათდება დაახლოებით 1 თვის კვაზიპერიოდულობით. ჩვენ ვხსნით წყაროს ქცევას მბრუნავი არაჰომოგენური სპირალური ჭავლით, რომლის დახრის კუთხე შეიძლება დროთა განმავლობაში შეიცვალოს.

31. Fan, J. H.; **Kurtanidze**, S. O.; Liu, Y.; **Kurtanidze**, O. M.; **Nikolashvili**, M. G.; Liu, X. ; Zhang, L. X.; Cai, J. T.; Zhu, J. T.; He, S. L.; Yang, W. X. ; Yang, J. H.; Gu, M. F.; Luo, G. Y.; Yuan, Y. H.

Optical Photometry of the Quasar 3C 454.3 during the Period 2006-2018 and the Long-term Periodicity Analysis

DOI: 10.3847/1538-4365/abd32d

The Astrophysical Journal Supplement Series, Volume 253, Issue 1, article id. 10, 17 pp. (2021)

IOP Publishing for the American Astronomical Society

-

ანოტაცია

წარმოდგენილია კვაზარ 3C 454.3-ის დღიური ცვალებადობისა (IDV) და ხაზგრძლივ პერიოდიანი ვარიაციების შესასწავლად აბასთუმნის ობსერვატორიაში 70სმ მენისკურ ტელესკოპზე 2006 წლის ოქტომბრიდან 2018 წლის თებერვლამდე ჩატარებული 8523 წყვილი R-ზოლის ოპტიკურ ფოტომეტრულ დაკვირვება რომელსაც მივყევართ შემდეგ შედეგებამდე. (1) ჩვენ აღმოვაჩინეთ 10 ამოფრქვევა, ΔR = 3.825 მაგნიტუდის ვარიაცია და ზოგიერთი IDV. (2) ყველაზე დიდი ცვალებადობა 1 დღის ვადაში არის ΔR = 1.38 მაგ. (3) IDV დროის მასშტაბები გვკარნახობს, რომ ემისიის ზომებია 8,9 × 1013 სმ-დან 6,20 × 1015 სმ-მდე, ხოლო მაგნიტური ველის სიძლიერე არის B = 0,18-0,79 გ. (4) პერიოდული ანალიზის შედეგები აჩვენებს სამ შესაძლო გრძელვადიან პერიოდს, p = 3,04 ± 0,02 წ, p = 1,66 ± 0,06 წელი და p = 1,20 ± 0,03 წელი ოპტიკურ სინათლის მრუდიში. (5) WWZ ანალიზი იძლევა რამდენიმე ხანმოკლე პერიოდის (მაღალი სიხშირის) სიგნალებს, რომლებიც დაკავშირებულია ძლიერ აფეთქებებთან (JD 2,454,302 და JD 2,454,521) ცვლადი სიხშირით და გრძელდება მთელი დაკვირვების დროის მანძილზე (11,3 წელი).

32..., **Kurtanidze**, S.,..., **Kimeridze**, G., ...**Kurtanidze**, O., ... **Nikolashvili**, M., ... **Sigua**, L., and 37 coauthors.

The dual nature of blazar fast variability: Space and ground observations of S5 0716+714

DOI: 10.1093/mnras/staa3561

Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 501, Issue 1, pp.1100-1115

Oxford University Press (since 2013) on behalf of the Royal Astronomical Society (United Kingdom)

16

ანოტაცია

ბლაზარი S5 0716+714 კარგად არის ცნობილი თავისი მოკლევადიანი ცვალებადობით. წარმოგიდგენთ TESS-ის კოსმოსური ტელესკოპის მიერ 2019 წლის დეკემბერ-2020 იანვარში მიღებულ 2-წუთ კადენსიან ოპტიკურ სინათლის მრუდს და ვაანალიზებთ ობიექტის სწრაფ ცვალებადობას უპრეცედენტო სიზუსტით. მთელი დედამიწის ბლაზარის ტელესკოპის კოლაბორაციის მიერ B, V, R და I ზოლებში დამხმარე დაკვირვებები საშუალებას გვაძლევს გამოვიკვლიოთ სპექტრული ცვალებადობა TESS-ის მითითების დროს. სპექტრალური

ანალიზი შემდგომში გაფართოვდა სიხშირით ულტრაიისფერი და რენტგენის ზოლებზე ნილ გეჰრელს სვიფტის ობსერვატორიის მონაცემებით. ჩვენ ვავითარებთ ახალ მეთოდს, რათა გამოვავლინოთ უმოკლესი ოპტიკური ცვალებადობის დროითი მასშტაბები. შედეგები აჩვენებს, რომ 3 დღის ქვემოთ არის მნიშვნელოვანი დამახასიათებელი ცვალებადობის დროის შკალები დაახლოებით 1.7, 0.5 და 0.2 დღე. ცვალებადობა დროის მასშტაბებზე ≲0.2≲0.2 დღ არის ძლიერ ქრომატული და უნდა მიეწეროს შინაგან ენერგეტიკულ პროცესებს.

33. Mandal, Sayan; Chitov, Gennady Y.; Avsajanishvili, Olga; Singha, Bijit; **Kahniashvili**, Tina
Mass varying neutrinos with different quintessence potentials.
DOI: 10.1088/1475-7516/2021/05/018
Journal of Cosmology and Astroparticle Physics, Volume 2021, Issue 05, id.018, 36 pp
IOP Publishing/SISSA (United Kingdom/Italy)
31

ანოტაცია

სცენარი ნეიტრინოს ცვალებადი მასით გაანალიზებულია კვინტესენციის სამი საცდელი პოტენციალისთვის (ფერრეირი-ჯოისის, უკუღმა ექსპონენტის და დნების ოსცილაცია). ნეიტრინოს მასა გენერირდება იუკავას ურთიერთქმედებით სკალარულ ველთან, რომელიც ბნელ ენერგიას წარმოადგენს. ნაჩვენებია, რომ უკუღმა ექსპონენციური და ოსცილირებული პოტენციალები წარმატებით გენერირებენ ნეიტრინოს მასებს m∼10−2–10−3 ევ დიაპაზონში და გვაძლევენ ბნელი ენერგიის მიმდინარე სიმკვრივეს სამყაროს გვიანი აჩქარების რეჟიმში. არჩეული პოტენციალიდან გამომდინარე, აჩქარება შეიძლება მიმდინარეობდეს ორ სვადასხვა რეჟიმში: (1) არასტაბილურობის რეჟიმში და (2) სტაბილურ რეჟიმში. პირველი არასტაბილურობის რეჟიმი მას შემდეგ დგება, რაც სამყარო პირველი სახის გარდაქმნას განიცდის და მიექანება ახალი, სტაბილური ვაკუუმისკენ. მისი წარმოსახვითი ბგერის სიჩქარე c2s <0 ამ რეჟიმში გულისხმობს ნეიტრინოს სიმკვრივის ფლუქტუაციის გაზრდას (კლასტერიზაციას). მეორე რეჟიმში სამყარო შეუფერხებლად იცვლის თავის მდგრად მდგომარეობებს უწყვეტი გარდაქმნით. რადგან c2s> 0, ნეიტრინოს სიმკვრივე სტაბილურია. ყველა შემთხვევაში სამყაროს სავარაუდო გვიანი აჩქარება ასიმპტოტიურად ძალიან მიახლოებულია აჩქარებას ΛCDM მოდელში.

34. **Kahniashvili**, Tina; Brandenburg, Axel; Gogoberidze, Grigol; Mandal, Sayan; Pol, Alberto Roper
Circular polarization of gravitational waves from early-Universe helical turbulence.
DOI: 10.1103/PhysRevResearch.3.013193
Physical Review Research, Volume 3, Issue 1, article id.013193
the American Physical Society, USA
9

ანოტაცია

ჩვენ გავხორციელეთ რიცხვითი სიმულაციები რომ გაგვეთვალა სპირალური ტურბულენტური წყაროებით აღძრული გრავიტაციული ტალღების პოლარიციის ხარისხი. ჩვენ სევისწავლეთ სხვადასხვა ტურბულენტური წყაროებით აღძრული გრავიტაციული ტალღები. ჩევენ შევისწავლეთ პოლარიზაციის სპექტრის ტალღურ რიცხვზე დამოკიდებულება და განვსაზღვეთ პიკის პოზიცია.

35. Brandenburg, Axel; Clarke, Emma; He, Yutong; **Kahniashvili**, Tina
Can we observe the QCD phase transition-generated gravitational waves through pulsar timing arrays?
DOI: 10.1103/PhysRevD.104.043513
Physical Review D, Volume 104, Issue 4, article id.043513
American Physical Society, USA
14

ანოტაცია

განხილულ იქნა NANOGrav კოლაბორაციის მიერ მიღებული სიგნალის ახსნის შესაძლებლობა ადრეული სამყაროს ტურბულენტობით. განხორციელდა გრავიტაციული ტალღების სიგნალის რიცხვითი მოდლირება სხვადასხვა ტიპის ტურბულენტური წყაროებისა და საწყისი პირობების გათვალისწინებით

36. Brandenburg, Axel; Gogoberidze, Grigol; **Kahniashvili**, Tina; Mandal, Sayan; Pol, Alberto Roper; Shenoy, Nakul
The scalar, vector, and tensor modes in gravitational wave turbulence simulations
DOI: 10.1088/1361-6382/ac011c
Classical and Quantum Gravity, Volume 38, Issue 14, id.145002, 26 pp
IOP Publishing (UK)
26

ანოტაცია

შესწავლილ იქნა სკალარული, ვექტორული და ტენზორული შესფოთებების მოდები და რიცხვითად იყო მოდელირებული აკუსტიკური და გრიგალური ტურბულენტობით აღძრული გრავიტაციული ტალღების სიგნალი

37. Brandenburg, Axel; He, Yutong; **Kahniashvili**, Tina; Rheinhardt, Matthias; Schober, Jennifer
Relic Gravitational Waves from the Chiral Magnetic Effect
DOI: 10.3847/1538-4357/abe4d7
The Astrophysical Journal, Volume 911, Issue 2, id.110, 14 pp.
IOP Publishing for the American Astronomical Society, USA
14

ანოტაცია

რელიქტური გრავიტაციული ტალღები (GWs) შეიძლება წარმოიქმნას პირველადი მაგნიტური ველებით. თუმცა, ბევრი რამ არ არის ცნობილი მიღებული GW ამპლიტუდების და მათი დამოკიდებულების შესახებ გენერირების მექანიზმის დეტალებზე. აქ ჩვენ განვიხილავთ მაგნიტური ველის წარმოქმნას ქირალური მაგნიტური ეფექტის (CME) მეშვეობით, როგორც ზოგად მექანიზმს და ვიკვლევთ მის დამოკიდებულებას წარმოქმნის სიჩქარეზე.

38. Mishra, A.; **Mamatsashvili**, G.; Galindo, V.; Stefani, F.
Convective, absolute and global azimuthal magnetorotational instabilities.
DOI: 10.1017/jfm.2021.548
Journal of Fluid Mechanics, vol. 922, id. R4
Cambridge University Press
12

ანოტაცია

ბლაზარი S5 0716+714 კარგად არის ცნობილი თავისი მოკლევადიანი ცვალებადობით. წარმოგიდგენთ TESS-ის კოსმოსური ტელესკოპის მიერ 2019 წლის დეკემბერ-2020 იანვარში მიღებულ 2-წუთ კადენსიან ოპტიკურ სინათლის მრუდს და ვაანალიზებთ ობიექტის სწრაფ ცვალებადობას უპრეცედენტო სინჯებით. მთელი დედამიწის ბლაზარის ტელესკოპის კოლაბორაციის მიერ B, V, R და I ზოლებში დამხმარე დაკვირვებები საშუალებას გვაძლევს გამოვიკვლიოთ სპექტრული ცვალებადობა TESS-ის მითითების დროს. სპექტრალური ანალიზი შემდგომში გაფართოვდა სიხშირით ულტრაიისფერი და რენტგენის ზოლებზე ნილ გეჰრელს სვიფტის ობსერვატორიის მონაცემებით. ჩვენ ვავითარებთ ახალ მეთოდს, რათა გამოვავლინოთ უმოკლესი ოპტიკური ცვალებადობის დროითი მასშტაბები. შედეგები აჩვენებს, რომ 3 დღის ქვემოთ არის მნიშვნელოვანი

დამახასიათებელი ცვალებადობის დროის შკალები დაახლოებით 1.7, 0.5 და 0.2 დღე. ცვალებადობა დროის მასშტაბებზე ≲0.2≲0.2 დღ არის ძლიერ ქრომატული და უნდა მიეწეროს შინაგან ენერგეტიკულ პროცესებს.

39. Bodo, G.; **Mamatsashvili**, G.; Rossi, P.; Mignone, A.
Current-driven kink instabilities in relativistic jets: dissipation properties.
DOI: 10.1093/mnras/stab3492
Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 510, Issue 2, pp.2391-2406
Oxford University Press (since 2013) on behalf of the Royal Astronomical Society (United Kingdom)
15

ანოტაცია

განანალიზებულია უაღრესად მაგნიტიზებული რელატივისტური პლაზმური სვეტის დენით გამოწვეული არამდგრადობის ევოლუცია. ყურადღება გამახვილებულია მის დისიპაციის თვისებებზე. არამდგრადობის ევოლუცია იწვევს თხელი დენის ფურცლების წარმოქმნას, სადაც მაგნიტური ენერგია დისიპირდება. აღმოჩნდა, რომ დისპირებული მაგნიტური ენერგიის მთლიანი რაოდენობა დამოუკიდებელი არ არის დისპაციის თვისებებზე. დისიპაცია ხდება ორ ეტაპად: პიკი, როდესაც არამდგრადობა გაჯერებულია, რაც ხასიათდება დეფორმირებული პლაზმური სვეტის საზღვარზე ჰელიკოიდური დენის ფურცლის წარმოქმნით, რასაც მოჰყვება სუსტი, თითქმის ბრტყელი ფაზა, რომელშიც ვითარდება ტურბულენტობა. ამ ორი ფაზის დეტალური თვისებები დამოკიდებულია წონასწორობის კონფიგურაციაზე და სხვა პარამეტრებზე, კერძოდ, სიმაღლის რადიალური პროფილის ციცაბოზე, გარე ღერძულ მაგნიტურ ველზე და მაგნიტიზაციის ოდენობაზე. ეს შედეგები რელევანტურია მაღალი ენერგიის ასტროფიზიკური წყაროებისთვის, ვინაიდან დენის ფურცლები შეიძლება იყოს მაგნიტური ხელახალი კავშირის ადგილები, სადაც ნაწილაკები შეიძლება აჩქარდეს რელატივისტურ ენერგიებამდე და წარმოქმნას დაკვირვებული გამოსხივება.

40. Kurashvili, P.; Chotorlishvili, L.; Kouzakov, K. A.; **Tevzadze**, A. G.; Studenikin, A. I.
Quantum witness and invasiveness of cosmic neutrino measurements.
DOI: 10.1103/PhysRevD.103.036011
Physical Review D, Volume 103, Issue 3, article id.036011
American Physical Society, USA
-

ანოტაცია

კოსმოსური ნეიტრინოების გაზომვებს აქვს დიდი პოტენციალი ნეიტრინოს ფუნდამენტური თვისებების გასარკვევად. ამისათვის საჭიროა ზუსტი ცოდნა კოსმოსური ნეიტრინოების გავრცელების ასტროფიზიკური გარემოს შესახებ. თუმცა ეს ყოველთვის არ არის შესაძლებელი და ინფორმაციის ნაკლებობამ შეიძლება გამოიწვიოს თეორიული გაურკვევლობა კოსმოსური ნეიტრინო ნაკადების ექსპერიმენტების შედეგების ფიზიკურ ინტერპრეტაციაში. ჩვენ ჩამოვაყალიბეთ მიდგომა, რომელიც საშუალებას იძლევა რაოდენობრივად განვსაზღვროთ გაურკვევლობები კვანტური გაზომვის თეორიის აპარატის გამოყენებით. ვიხილავთ დირაკის მაღალი ენერგიის ნეიტრინოებს, რომლებსაც ასხივებენ შორეულ წყაროები და ვრცელდებიან დედამიწისკენ ვარსკვლავთშორის სივრცეში. ჩვენ ვითვალისწინებთ ნეიტრინოს მაგნიტური მომენტის ურთიერთქმედებას სტოქასტურ ვარსკვლავთშორის მაგნიტურ ველებთან და აღვწერთ ნეიტრინოს ევოლუციას ლინდბლადის მთავარი განტოლების ფორმალიზმში ნეიტრინოს სიმკვრივის მატრიცისთვის. ვარაუდობენ, რომ დედამიწისკენ მიმავალი ნეიტრინოები გადიან კოსმოსური ობიექტის ძლიერ მაგნიტიზებულ მკვრივ ფენებს, რომლებიც "აჩერებენ" მარცხენა ნეიტრინოებს და მხოლოდ სტერილურ, მარჯვენა ხელის ნეიტრინოებს საშუალებას აძლევს უფრო შორს გავრცელდნენ. ასეთი ფილტრი ასახავს ყველაზე ძლიერ ეფექტს ნეიტრინო ნაკადზე, რომელიც შეიძლება გამოიწვიოს კოსმოსურმა ობიექტმა და რომელიც შეიძლება გამოტოვოთ ლაბორატორიული გაზომვების თეორიულ ინტერპრეტაციაში ნეიტრინოების გავრცელების ასტროფიზიკური გარემოს შესახებ

არასაკმარისი ინფორმაციის გამო. ნეიტრინო ურთიერთქმედების განხილვა კოსმოსური ობიექტის ნეიტრინო ფილტრთან, როგორც პირველი, ნეიტრინო-სპინის გაზომვა, რომლის შედეგი არ არის დაფიქსირებული, ჩვენ ვსწავლობთ მის ინვაზიურ ეფექტს ლაბორატორიაში ნეიტრინო-გემოვნების მეორე გაზომვაზე. ჩვენ რაოდენობრივად ვადგენთ პირველი, ბრმა გაზომვის ინვაზიურობას კვანტური მოწმის საშუალებით, რომელსაც განხილულ შემთხვევაში აქვს უპირატესობა ცნობილ ლეგეტ-გარგის უტოლობასთან შედარებით, რადგან ეს უკანასკნელი იკვლევს ერთი და იგივე ოპერატორის ორჯერადი კორელაციის ფუნქციებს. ჩვენ ანალიტიკურად ვხსნით ლინდბლადის მთავარ განტოლებას ნეიტრინოს სიმკვრივის მატრიცის დროის ევოლუციისთვის და ამის საფუძველზე გამოვთვალეთ კვანტური მოწმე ლაბორატორიაში კოსმოსური ელექტრონული ნეიტრინოების გაზომვისთვის. ჩვენ წარმოგიდგენთ მძლავრი ინვაზიური ეფექტის ციფრულ ილუსტრაციებს, რომლებიც გვიჩვენებს, რომ კვანტური მოწმობა, როგორც ფუნქცია დედამიწასა და კოსმიურ ობიექტს შორის მანძილის მიხედვით, შეიძლება იყოს ასიმპტომურად გაუჩინარებული სიდიდე, მიუხედავად სტოქასტური ვარსკვლავთშორისი მაგნიტური ველებით გამოწვეული ნეიტრინოს სპინის თერმიზაციისა.

41. Basu, Rahul; Mitra, Dipanjan; **Melikidze**, George

Meterwavelength Single-pulse Polarimetric Emission Survey. V. Flux Density, Component Spectral Variation, and Emission States

DOI: 10.3847/1538-4357/ac0828

The Astrophysical Journal, Volume 917, Issue 1, id.48, 25 pp.

IOP Publishing for the American Astronomical Society, USA

25

ანოტაცია

ჩვენ წარმოგიდგენთ პულსარების ნაკადის სიმკვრივის გაზომვებს, რომლებიც დაფიქსირდა მეტრტალღოვანი სიგრძის ერთ პულსში პოლარიმეტრიული ემისიის კვლევა. ნაკადის საშუალო სიმკვრივე შეფასდა 113 პულსარისთვის ორ სიხშირეზე 325 და 610 MHz ინტერფერომეტრიული გამოსახულების გამოყენებით. თითოეულ პულსარში იყო საშუალო პროფილი და ერთი იმპულსური ემისია დაკალიბრებული ნაკადის სავარაუდო სიმკვრივის გამოყენებით. ჩვენ გამოვიყენეთ ნაკადად დაკალიბრებული საშუალო პროფილი ვარიაციის შესასწავლად სპექტრული ინდექსი ემისიის სხივზე 21 პულსარში, სადაც ბირთვი, შიდა კონუსი და გარე კონუსი კომპონენტების ნათლად იდენტიფიცირება შესაძლებელია. ცენტრალური ბირთვის კომპონენტმა აჩვენა ემისიის უფრო მკვეთრი ზრდა უფრო დაბალი სიხშირე კონალურ ემისიასთან შედარებით, სპექტრული ინდექსის საშუალო სხვაობით ბირთვსა და კონუსურ კომპონენტებს შორის ამ სიხშირის დიაპაზონში. ამის საპირისპიროდ, შიდა კონუსური კომპონენტები ჰქონდა დადებითი სხვაობა მათ სპექტრულ ინდექსში გარე კონუსებთან შედარებით საშუალო განსხვავება 0,3. სპექტრული ინდექსის ცვალებადობა პულსის ფანჯარაში უნდა უზრუნველყოს ღირებული შეყვანა რადიოს შეზღუდვისთვის ემისიის პროცესები. ერთი იმპულსური ემისია აჩვენებდა ემისიის რეჟიმის ცვლილებას 12 პულსარში სამი შემთხვევა, როდესაც ფენომენი პირველად დაფიქსირდა. გარდა ამისა, ჩვენ ასევე აღმოვაჩინეთ გაძლიერებული ემისია ხანმოკლე ხანგრძლივობის ან აალებით, ნაწილებად ან მთელ ემისიის ფანჯარაში 14 პულსარში. მოულოდნელი ემისიის ცვლილებები რეჟიმის შეცვლისას, ისევე როგორც ეს ადიდებული მდგომარეობა, არ არის დაკავშირებული ემისიასთან მექანიზმი და ვარაუდობენ სწრაფი და განმეორებადი ცვლილებების არსებობას პლაზმური წარმოქმნის პროცესში.

42. Geppert, U.; Basu, R.; Mitra, D.; **Melikidze**, G. I.; Szkudlarek, M.

Rapid modification of neutron star surface magnetic field: a proposed mechanism for explaining radio emission state changes in pulsars

DOI: 10.1093/mnras/stab1134

Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 504, Issue 4, pp.5741-5753

Oxford University Press (since 2013) on behalf of the Royal Astronomical Society (United Kingdom)

13

ანოტაცია

ზევრ პულსარში რადიო გამოსხივება აჩვენებს უეცარ ცვლილებებს, ჩვეულებრივ, გარკვეული პერიოდის განმავლობაში, რაც არ შეიძლება იყოს დაკავშირებული სტაბილური მდგომარეობის პროცესებთან შიდა აჩქარების რეგიონში (IAR) პოლარული ქუდის ზემოთ. ეს ცვლილებები ხშირად კვაზი-პერიოდული ხასიათისაა, სადაც ჩანს რეგულარული გადასვლები ორ ან მეტ სტაბილურ ემისიის მდგომარეობას შორის. ამ მდგომარეობების ხანგრძლივობა აჩვენებს მრავალფეროვან მრავალფეროვნებას ერთდროულად რამდენიმე წამიდან საათამდე. პოლარული ქუდის ზედაპირზე არის ძლიერი, მცირე მასშტაბის მაგნიტური ველის სტრუქტურები და უზარმაზარი ტემპერატურის გრადიენტები. ჩვენ განვიხილეთ რამდენიმე პროცესი, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს ადგილობრივი მაგნიტური ველის სტრუქტურისა და სიძლიერის დროებითი ცვლილებები პოლარული ქუდის ზედაპირზე. მაგნიტური ველის სხვადასხვა სიძლიერისა და მასშტაბების გამოყენებით, ასევე ტემპერატურის გრადიენტების რეალისტური სკალების დაშვებით, შეფასდა სხვადასხვა ფენომენის ევოლუციური დროის მასშტაბები, რომლებიც გავლენას ახდენენ ზედაპირის მაგნიტურ ველზე. ჩვენ აღმოვაჩენთ, რომ ჰოლის დრეიფი უფრო სწრაფ ცვლილებებს იწვევს როგორც ომური დაშლის, ისე თერმოელექტრული ეფექტების შედარებით. შემოთავაზებულია მექანიზმი, რომელიც დაფუძნებულია IAR-ის ნაწილობრივ ეკრანირებული წყვეტის (PSG) მოდელზე, სადაც ჰოლი და თერმოელექტრული რხევები არღვევს პოლარული ქუდის მაგნიტურ ველს, რათა შეცვალოს ნაპერწკლების პროცესი PSG-ში. ეს, სავარაუდოდ, იმოქმედებს დაკვირვებულ რადიო გამოსხივებაზე, რაც გამოიწვევს დაკვირვებული მდგომარეობის ცვლილებას.

43. Rahaman, S. k. Minhajur; Basu, Rahul; Mitra, Dipanjan; **Melikidze**, George

Mode changing, subpulse drifting, and nulling in four component conal pulsar PSR J2321+6024

DOI: 10.1093/mnras/staa3518

Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 500, Issue 3, pp.4139-4152

Oxford University Press (since 2013) on behalf of the Royal Astronomical Society (United Kingdom)

14

ანოტაცია

ამ კვლევაში, ჩვენ შევისწავლით პულსარი J2321+6024 (B2319+60) რადიო გამოსხივების დეტალურ ერთ-იმპულსურ პოლარიმეტრულ ანალიზს, რომელიც დაფიქსირდა გიგანტური მეტრეტალღოვანი რადიო ტელესკოპით, ფართო სიხშირეებზე 300-დან 500 MHz-მდე და ფართოდ განცალკევებული დაკვირვების სესიებით. პულსარის პროფილი გვიჩვენებს ოთხი განსხვავებული კონუსური კომპონენტის არსებობას და მიეკუთვნება პულსარების მცირე ჯგუფს, რომლებიც კლასიფიცირდება როგორც კონუსური ოთხპოლუსიანი პროფილის ტიპად. ერთეულოვანი იმპულსების თანმიმდევრობა ავლენს ემისიის სამი განსხვავებული რეჟიმის არსებობას, A, B და ABN, რომლებიც აჩვენებს ქვეპულსის დრეიფს. გარდა ამისა, იყო თანმიმდევრობა, როდესაც პულსარი არ აჩვენებდა რაიმე დრეიფურ ქცევას, რაც მიუთითებს ახალი ემისიის მდგომარეობის შესაძლებლობაზე, რომელსაც ჩვენ ვუწოდეთ რეჟიმი C. რეჟიმის შეცვლის ქცევის ევოლუცია დაფიქსირდა სხვადასხვა დაკვირვების სესიების დროსაც, სხვადასხვა სიმრავლით. როგორც ყოველ თარიღზე ნანახი რეჟიმების საშუალო ხანგრძლივობა. დრიფტის პერიოდულობა იყო 7.8 ± 0.3 P, 4.3 ± 0.4 P და 3.1 ± 0.2 P რეჟიმებში A, B და ABN, შესაბამისად, და აჩვენა დიდი ფაზის ვარიაციები რეჟიმის პროფილის ფარგლებში. პულსარმა ასევე აჩვენა ორთოგონალური პოლარიზაციის რეჟიმების არსებობა, განსაკუთრებით წამყვან და უკანა კომპონენტებში, რომელსაც აქვს განსხვავებული მახასიათებლები უფრო ძლიერი და სუსტი პულსებისთვის. თუმცა, არ იქნა ნაპოვნი კორელაცია ემისიის რეჟიმებსა და მათ პოლარიზაციის ქცევას შორის, ემისიების სავარაუდო სიმაღლეები რჩება უხეშად მუდმივი მთელი პერიოდის განმავლობაში. ჩვენ გამოვიყენეთ ნაწილობრივი შემოწმებული უფსკრული მოდელი, რათა გავიგოთ კავშირი დრიფტს, რეჟიმის შეცვლასა და გაუქმებას შორის.

44. **Osmanov**, Z. N.

Can the China's FAST telescope detect extraterrestrial von-Neumann probes?

DOI: 10.2298/SAJ2103047O
Serbian Astronomical Journal, Vol. 203, 2021, pp. 47-51
Astronomical Observatory Belgrade and Department of Astronomy, Faculty of Mathematics, University of Belgrade (Serbia)
5

ანოტაცია

წინამდებარე ნაშრომში განვიხილავთ Type-2.x და Type-3.x არამიწიერ ფონ ნოიმანის ზონდებს და ვსწავლობთ მათი აღმოჩენის პრობლემას მსოფლიოში ყველაზე დიდი ხუთას მეტრიანი დიაფრაგმის სფერული რადიო ტელესკოპის (FAST) მიერ. ამ მიზნით ჩვენ რადიოსპექტრული პარამეტრების შეფასებას ვახდენთ და მიღებული შედეგების ანალიზს FAST-ის მახასიათებლების კონტექსტში. შედეგად, ნაჩვენებია, რომ FAST-ს შეუძლია აღმოაჩინოს როგორც გალაქტიკური, ასევე ექსტრაგალაქტიკური თვითგამრავლებადი ზონდები მაღალი სიზუსტით.

45. **Osmanov**, Zaza; Machabeli, George; Chkheidze, Nino
A Novel Mechanism of Pair Creation in Pulsar Magnetospheres
DOI: 10.2298/SAJ2103047O
Universe, 2021, Vol. 7, No. 9, id. 331
MDPI (Switzerland)
5

ანოტაცია

ამ ნაშრომში ჩვენ ვსწავლობთ წყვილების ეფექტური წარმოების შესაძლებლობას პულსარის მაგნიტოსფეროში. ნაჩვენებია, რომ რელატივისტური ცენტრიდანული ძალის საშუალებით ელექტროსტატიკური ველი ექსპონენტურად ძლიერდება. შედეგად, ველი უახლოვდება შვინგერის ზღვარს, რაც იწვევს წყვილის შექმნის პროცესს სინათლის ცილინდრის ზონაში, სადაც ბრუნვის ეფექტი ძლიერია. ნორმალური პერიოდის (1 წმ) პულსარების პარამეტრების გაანალიზებით, ჩვენ აღმოვაჩინეთ, რომ პროცესი იმდენად ეფექტურია, რომ ელექტრონ-პოზიტრონის წყვილების სიმკვრივე აჭარბებს გოლდრეიხ-ჯულიანის სიმკვრივეს ხუთი რიგით.

46. Butbaia, G; **Osmanov**, Z.N.
Fluid dynamics in the Ellis wormhole
DOI: 10.1142/S0218271821500723
International Journal of Modern Physics D, Volume 30, Issue 10, id. 2150072
World Scientific Publishing Co. Pte Ltd. (Singapore)
12

ანოტაცია

ელისის ჭიის ხვრელის მეტრიკაში ჩვენ ვსწავლობთ სითხის დინამიკის მახასიათებლებს და ხgeris ტალღების თვისებებს. ენერგია-იმპულსის განტოლებისა და უწყვეტობის განტოლების ზოგად რელატივისტური განხილვით ჩვენ განვიხილავთ ნაკადის დინამიკას და ვხსნით შესაბამის განტოლებებს შედარებით მარტივი შემთხვევისთვის - რადიალური ნაკადი. წრფივი ბგერითი ტალღების შესასწავლად ამოხსნილია აღნიშნული ფიზიკური სისტემის აღმწერი განტოლებები და მიღებულია საინტერესო დამახასიათებელი თვისებები.

47. Z. N. **Osmanov**
On the simultaneous generation of radio and soft X-ray emission by AXP 4U 0142+61
DOI: 10.52526/25792776-2021.68.1-114
Communications of the Byurakan Astrophysical Observatory (ComBAO), Volume 68, pp. 114-120
7

ანოტაცია

წინამდებარე ნაშრომში ჩვენ ვსწავლობთ რადიოტალღების და რბილი რენტგენის სხივების ერთდროული წარმოქმნის შესაძლებლობას კვაზიწრფივი დიფუზიის (QLD) საშუალებით ანომალიურ პულსარში AXP 4U 0142+61. მაგნიტოსფეროს გათვალისწინებით, რომელიც შედგება ეგრეთ წოდებული სხივის კომპონენტისგან და პლაზმის კომპონენტისგან, ჩვენ ვამტკიცებთ, რომ ჩაყინულობა აუცილებლად გამოიწვევს არასტაბილური ციკლოტრონის ტალღების წარმოქმნას. ეს ტალღები, QLD-ის მეშვეობით, თავის მხრივ გავლენას მოახდენს ნაწილაკების განაწილების ფუნქციაზე, რაც გამოიწვევს კუთხის გარკვეულ მნიშვნელობებს, შესაბამისად ეფექტური სინქროტრონის მექანიზმს, რომელიც წარმოქმნის რბილ რენტგენის ფოტონებს. ჩვენ ვაჩვენებთ, რომ მაგნიტოსფერული პლაზმის ფიზიკურად გონივრული პარამეტრებისთვის QLD-ს შეუძლია უზრუნველყოს რადიოტალღების გენერირება შემდეგ ინტერვალში 40 MHz - 111 MHz, რომელიც დაკავშირებულია რბილ რენტგენთან 0.3 keV - 1.4 keV დომენისთვის.

48. Berezhiani, V. I.; **Osmanov**, Z. N.; Mahajan, S. M.; Mikeladze, S. V.
Solitary structure formation and self-guiding of electromagnetic beam in highly degenerate electron plasma
DOI: 10.1063/5.0046035
Physics of Plasmas, Volume 28, Issue 5, article id.052104
American Institute of Physics (United States)
2

ანოტაცია

წინამდებარე ნაშრომში განვიხილავთ მაღალი სიხშირის ინტენსიური ელექტრომაგნიტური სხივის არაწრფივ ურთიერთქმედებას ელექტრონულ პლაზმასთან. სხივის დინამიკა აღწერილია ვექტორული და სკალარული პოტენციალების რამდენიმე არაწრფივი განტოლებით. რიცხვითი სიმულაციები აჩვენებს, რომ გადაგვარების ნებისმიერი დონისთვის პლაზმა წარმოქმნის 2D სოლიტონებს, რომლებიც სტაბილურია მცირე შეშფოთების მიმართ. სოლიტონები არსებობენ, თუ სტრუქტურებში ჩარჩენილი სიმძლავრე, რომელიც არის სოლიტონის ამპლიტუდის მზარდი ფუნქცია, არის გარკვეულ კრიტიკულ მნიშვნელობაზე, მაგრამ დაბალია ელექტრონის კავიტაციის მიერ განსაზღვრული სიდიდეზე. მრამდენიმე დიფრაქციული სიგრძის შემდეგ, სხივი აღწევს პროფილს ძირითადი მდგომარეობის სოლიტონის პროფილთან ახლოს და ვრცელდება დიდ მანძილზე შესამჩნევი დამახინჯების გარეშე. სიმულაციები შესრულებულია შემავალი გაუსის სხივებისთვის, რომელთა პარამეტრები შორს არის ძირითადი მდგომარეობისგან. ნაჩვენებია, რომ სხივის პარამეტრები ირხევა სოლიტონის პარამეტრებთან ახლოს და ამგვარად ხდება რხევადი ტალღის სტრუქტურების ფორმირება.

49. Gogaberishvili, G.; **Osmanov**, Z. N.; Mahajan, S. M.
Synchrotron emission from a nearby zone of Sgr A
DOI: 10.1093/mnras/stab682
Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 503, Issue 3, pp.3592-3595
Oxford University Press (since 2013) on behalf of the Royal Astronomical Society (United Kingdom)
4

ანოტაცია

კვაზიწრფივი დიფუზია (QLD), რომელიც გამოწვეულია ციკლოტრონის არასტაბილურობით, განხილულია, როგორც მექანიზმი სინქროტრონის ემისიის შესაძლო წარმოქმნისთვისა Sgr A*-ის მიმდებარე ზონაში. ფიზიკურად გონივრული პარამეტრებისთვის, QLD, არანულოვანი სიმაღლის კუთხის გაფანტვის გამო, საშუალებას აძლევს ელექტრონებს 10^8 რიგის რელატივისტური ფაქტორებით გამოაქვეყნონ სინქროტრონის გამოსხივება მძიმე რენტგენის სპექტრულ ზოლში ~120 კევ.

50. **Osmanov** Z. N.

From the SpaceX Starlink megaconstellation to the search for Type-I civilizations
Journal of the British Interplanetary Society, Vol. 74pp., 193-195
British Interplanetary Society (United Kingdom)
5

ანოტაცია

აქ ჩვენ ექსტრაპოლაციას ვახდენთ SpaceX-ის Starlink-ის თანამგზავრების გაშვების იდეისა და ვსწავლობთ I ტიპის ცივილიზაციების მიერ პლანეტარული მეგასტრუქტურების აგების შესაძლებლობას (დაპროექტებული როგორც მყარი ობიექტების სახით. ჩვენ ვაჩვენეთ, რომ ძალიან დიდი ტელესკოპის ინტერფერომეტრის (VLTI) ინსტრუმენტებს შეუძლიათ პოტენციურად დააკვირდნენ უზარმაზარი კონსტრუქციების ემისიას. ხაზი გაესვა სპექტრალური ცვალებადობის მეთოდის ეფექტურობას და განხილული იქნა FAST ტელესკოპის როლი.

51. **Osmanov** Z. N.
On the resolution of a weak fermi paradox
DOI: 10.35840/2631-5009/7549
International Journal of Astronautics and Aeronautical Engineering, Vol. 6, article id. 049
Madridge Publishers Pvt Ltd, India
10

ანოტაცია

ამ ნაშრომში ჩვენ განვიხილავთ ფერმის პარადოქსს (FP) და ვთავაზობთ შესაძლო გადაწყვეტას სუპერ განვითარებული უცხო ცივილიზაციების კონტექსტში. ამ თვალსაზრისით, ის შეიძლება ჩაითვალოს სუსტ ფერმის პარადოქსად (WFP). თუ ვივარაუდებთ, რომ სუპერ მოწინავე ცივილიზაციები (ET) არსებობენ და შეუძლიათ პულსარის ან მთავარი მიმდევრობის ვარსკვლავის (MSS) ირგვლივ ააშენონ უზარმაზარი რგოლის მსგავსი მეგასტრუქტურა, რათა მოიხმარონ მისი გამოსხივებული ენერგია, ჩვენ განვიხილავთ რგოლის სტაბილურობის პრობლემას. ნაჩვენებია, რომ ნორმალური პულსარებისთვის რხევის დროის მასშტაბი, შესაბამისად სპექტრული ცვალებადობის დროის მასშტაბი არის რამდენიმე დღის რიგის, ხოლო MSS-ისთვის ის შეიძლება განსხვავდებოდეს წუთიდან ასობით წლამდე. ჩვენ ვაჩვენეთ, რომ მაღალი მგრძნობელობის მქონე ევროპის სამხრეთ ობსერვატორიის ძალიან დიდ ტელესკოპს შეუძლია აღმოაჩინოს ცივი (T = 300 K) ან ცხელი (T = 4000 K) მეგასტრუქტურები მთელ გალაქტიკაში, თუნდაც ძალიან მცირე რხევის ამპლიტუდაში. როგორც ნაჩვენებია, დაკვირვებულ ცვალებადობას შეიძლება ჰქონდეს ზოგიერთი სხვა ცვალებადის მსგავსი მახასიათებლები, რაც შეიძლება ჩაითვალოს WFP-ის ერთ-ერთ რეზოლუციად.

52. **Osmanov**, Zaza; Mahajan, Swadesh
On the Heating of AGN Magnetospheres
DOI:10.3390/universe7040083
Universe, vol. 7, issue 4, p. 83
MDPI (Switzerland)
11

ანოტაცია

Langmuir-Landau-Centrifugal Drive (LLCD), რომელსაც შეუძლია ეფექტურად „გარდაქმნას“ გრავიტაციული ენერგია ნაწილაკებად, გამოკვლეულია, როგორც მამოძრავებელი მექანიზმი, რომელიც პასუხისმგებელია ზოგიერთი აქტიური გალაქტიკური ბირთვის (AGN) მიერ შექმნილ თერმულ სიკაშკაშეზე. ამ მიზნით განვიხილავთ განტოლებებს, რომლებიც არეგულირებენ AGN მაგნიტოსფეროების გაცხელების პროცესს. კერძოდ, ჩვენ განვიხილავთ იმპულსის განტოლების ფურიეს კომპონენტებს, უწყვეტობის განტოლებას და პუასონის განტოლებას ხაზოვანი მიახლოებით და ვაფასებთ ცენტრიფუგაულად აღგზნებული ელექტროსტატიკური ტალღების ზრდის ტემპს და ლანგმუირის კოლაფსის ზრდას. ნაჩვენებია, რომ ენერგიის

ამოტუმბვის პროცესი სამი ეტაპისგან შედგება: პირველ ეტაპზე ენერგია ეფექტურად გადადის ბრუნვიდან ელექტროსტატიკურ რეჟიმებზე. დროთა განმავლობაში დგება მეორე რეჟიმი - ლანგმუირის კოლაფსი, როდესაც ენერგიის ამოტუმბვა კიდევ უფრო ეფექტურია. ეს პროცესი მთავრდება ლანდაუს დემპინგით, როდესაც უზარმაზარი ენერგია გამოიყოფა სითბოს სახით.

53. **Osmanov** Z. N.
Relativistic Effects of Rotation in γ-ray Pulsars—Invited Review
DOI: 10.3390/galaxies9010006
Galaxies, vol. 9, issue 1, p. 6
MDPI AG, Switzerland.
24

ანოტაცია

ამ ნაშრომში განვიხილავთ ბრუნვის რელატივისტურ ეფექტებს γ-ენერგიის პულსარების მაგნიტოსფეროებში. ნაშრომი მიმოიხილავს ამ სფეროში ბოლო სამი ათწლეულის განმავლობაში მიღწეულ პროგრესს. ამ მიზნით ჩვენ განვიხილავთ ნაწილაკების პირდაპირ ცენტრიდანულ აჩქარებას და შესაბამის შემზღუდველ ფაქტორებს: შეზღუდვებს გამრუდების გამოსხივების გამო და ელექტრონების უკუ კომპტონის გაფანტვას რბილი ფოტონების მიმართ. მიღებული შედეგების საფუძველზე შესწავლილია პარამეტრულად აღგზნებული ლანგმუირის ტალღები და შესაბამისი ლანდაუ-ლანგმუირ-დანული მექანიზმი.

54. Wang, Yun; Zhai, Zhongxu; Alavi, Anahita; Massara, Elena; Pisani, Alice; Benson, Andrew; Hirata, Christopher M.; **Samushia,** Lado; Weinberg, David H.; Colbert, James; Doré, Olivier; Eifler, Tim; Heinrich, Chen; Ho, Shirley; Krause, Elisabeth; Padmanabhan, Nikhil; Spergel, David; Teplitz, Harry I.
The High Latitude Spectroscopic Survey on the Nancy Grace Roman Space TelescopeThe Astronomer's eprint arXiv:2110.01829
arXiv:2110.01829

ანოტაცია

ნასას პროექტის "Nancy Grace Roman Space Telescope" ფარგლებში სამუშაო ჯგუმფა მოახდინა 2,000 კვადრატული გრადუსის ზომის მონაცემთა სიმულაცია წყალბადის ალფა ხაზის მქონე გალაქტიკებისათვის. ასევე გამოთვლილი იქნა ის მოთხოვნები რომლებიც უნდა დააკმაყოფილოს ტელესკოპმა სამეცნიერო მიზნების მისაღწევად. შედგენილი იქნა სამომავლოდ დაკვირვებადი გალაქტიკების შესაძლო მოდელი, რომელიც დაფუძნებულია კოსმოლოგიურ სიმულაციებზე და ნახევრად-ანალიტიკურ დათვლებზე. ამ მოდელზე დაყრდნობით მიღებულ იქნა 4 კვადრატული გრადუსის ზომის მონაცემების მოდელი პიქსელების დონეზე. გამოთვლილ იქნა წყალბადის ალფა ხაზის და ჟანგბადის ორმაგად იონიზებული ხაზის მქონე გალაქტიკების რაოდენობა (შესაბამისად 10 და 2 მილიონი). ასევე დათვლილ იქნა ამ მონაცემებიდან სავარაუდოდ მიღებული კოსმოლოგიური შეზღუდვების მაჩვენებლები.

55. **Kahniashvili**, Tina; Clarke, Emma; Stepp, Jonathan; Brandenburg, Axel.
Big Bang Nucleosynthesis Limits and Relic Gravitational Waves Detection Prospects
eprint arXiv:2111.09541
arXiv:2111.09541

ანოტაცია

ჩვენ ხელახლა ვუყურებთ დიდი აფეთქების ნუკლეოსინთეზის (BBN) ლიმიტებს პირველყოფილ მაგნიტურ ველებზე და/ან ტურბულენტურ მოძრაობებზე, რომლებიც ასახავს ტურბულენტური წყაროების დაშლის ბუნებას წარმოქმნისა და BBN-ს შორის. ეს იწვევს გრავიტაციული ტალღის (GW) სიგნალის უფრო დიდ შეფასებას,

ვიდრე ადრე იყო მოსალოდნელი. ჩვენ განვიხილავთ გამოვლენის პერსპექტივებს სივრცეზე დაფუძნებული ინტერფერომეტრების, ასევე პულსარის დროის მასივების და ასტრომეტრული მისიების მეშვეობით.

56. **Mtchedlidze**, Salome; Domínguez-Fernández, Paola; Du, Xiaolong; Brandenburg, Axel; Kahniashvili, Tina; O'Sullivan, Shane; Schmidt, Wolfram; Brüggen, Marcus.
Evolution of primordial magnetic fields during large-scale structure formation
eprint arXiv:2109.13520.
arXiv:2109.13520

ანოტაცია

პირველყოფილ მაგნიტურ ველებს შეუძლიათ ახსნან სამყაროში არსებული ფართომასშტაბიანი მაგნიტური ველები. ადრეულ სამყაროში ინფლაციამ და ფაზურმა გადასვლებმა შეიძლება გამოიწვიოს ასეთი ველები უნიკალური მახასიათებლებით. ჩვენ ვიკვლევთ ამ მაგნიტოგენეზის სცენარების მაგნიტო-ჰიდროდინამიკურ ევოლუციას კოსმოლოგიური სიმულაციებით.

57. Roper Pol, Alberto; Mandal, Sayan; Brandenburg, Axel; Kahniashvili, Tina.
Polarization of gravitational waves from helical MHD turbulent sources
eprint arXiv:2107.05356.
arXiv:2107.05356

ანოტაცია

გრავიტაციული ტალღის (GW) წარმოქმნისა და მისი წრიული პოლარიზაციის ხარისხის გამოსათვლელად ჩვენ ვიყენებთ დაშლის პირველადი ჰიდრომაგნიტური ტურბულენტობის პირდაპირ ციფრულ სიმულაციებს. ჩვენ ვპოულობთ მიღებული GW-ების პოლარიზაციის აშკარა დამოკიდებულებას ტურბულენტური წყაროს ფრაქციულ სპირალურობაზე და ვაჩვენებთ, რომ მამოძრავებელი მაგნიტური ველები წარმოქმნიან GW-ებს უფრო ეფექტურად, ვიდრე თავდაპირველად არსებული მაგნიტური ველები, რაც იწვევს უფრო დიდ სპექტრულ ამპლიტუდას.

58. Clarke, E.; Brandenburg, A.; He, Y.; **Kahniashvili**, T.
Can We Observe QCD Phase Transition-Generated Gravitational Waves Through Pulsar Timing Arrays?
American Astronomical Society meeting #238, id. 230.06. Bulletin of the American Astronomical Society, Vol. 53, No. 6 e-id 2021n6i230p06

ანოტაცია

NANOGrav-ის თანამშრომლობამ ახლახან მოახსენა სტოქასტური საერთო სპექტრის პროცესის მტკიცებულება, რომელიც შეიძლება განიმარტოს, როგორც სტოქასტური გრავიტაციული ტალღის ფონი nHz სიხშირის დიაპაზონში. ამ სიგნალის ერთ-ერთი შესაძლო ახსნა არის გრავიტაციული ტალღები (GWs), რომლებიც წარმოიქმნება ადრეულ სამყაროში კვანტურ ქრომოდინამიკურ (QCD) მასშტაბებზე.

59. He, Y.; Brandenburg, A.; **Kahniashvili**, T.; Rheinhardt, M.; Schober, J.
Relic Gravitational Waves From The Chiral Magnetic Effect
American Astronomical Society meeting #238, id. 230.05. Bulletin of the American Astronomical Society, Vol. 53, No. 6 e-id 2021n6i230p05

ანოტაცია

ფერმიონთა სისტემას შეუძლია გამოავლინოს ქირალური ასიმეტრია, რომელიც შეიძლება განისაზღვროს ქირალური ქიმიური პოტენციალით μ_5, პროპორციული რიცხვის სიმკვრივის სხვაობისა მარცხენა და მარჯვენა ფერმიონებს შორის. თუ μ_5 საკმარისად დიდია, მას შეუძლია იმუშაოს როგორც დინამოს ეფექტი და ექსპონენტურად გაზარდოს მაგნიტური ველი. ეს ცნობილია როგორც ქირალური მაგნიტური ეფექტი (CME).

სანამ აქტიურია, CME გარდაქმნის საწყის ქირალურ ასიმეტრიას µ50 მაგნიტურ სტრიქონად BrmsξM-ის რიგის მიხედვით, სადაც ξM არის მაგნიტური კორელაციის სიგრძე. მიუხედავად იმისა, რომ მხოლოდ CME-ს მიერ წარმოქმნილი მაგნიტური სპირალურობა ზედმეტად მცირეა შეზღუდვასთან შედარებით, რომელიც მიღებულია TeV ბლაზარების ირგვლივ GeV-ენერგეტიკული ჰალოების არადაკვირვების შედეგად, და CME-ით გამოწვეული გრავიტაციული ტალღების (GWs) სიხშირე ძალიან მაღალია მიმდინარე და მომავალ დეტექტორებთან შედარებით. სენსიტიურობით, ჩვენ მაინც შეგვეძლო CME-ს მივუდგეთ, როგორც პირველადი GW-ების წყაროს სხვა მექანიზმების მარიონეტს.

60. Mtchedlidze, S.; Domínguez-Fernández, P.; Du, X.; Brandenburg, A.; **Kahniashvili**, T.
Primordial Magnetic Fields through Large Scale Structure
American Astronomical Society meeting #238, id. 109.09. Bulletin of the American Astronomical Society, Vol. 53, No. 6 e-id 2021n6i109p09

ანოტაცია

მაგნიტური ველების არსებობა ყველგან არის გავრცელებული ასტროფიზიკურ და კოსმოლოგიურ მასშტაბებში: პლანეტებიდან და ვარსკვლავებიდან გალაქტიკებამდე და გალაქტიკათა გროვებამდე. ჩვეულებრივ ვარაუდობენ, რომ დღეს დაკვირვებული ველები წარმოიქმნება ასტროფიზიკური ან კოსმოლოგიური მაგნიტური თესლისგან. ფერმის გამა სხივების ობსერვატორიის მიერ ბოლოდროინდელი დაკვირვებები ბლაზარის სპექტრებზე იძლევა დამაინტრიგებელი შესაძლებლობას აღმოაჩინოს ძალიან სუსტი მაგნიტური ველები კოსმოსურ სიცარიელეებში.

61. Khujadze, George; Gogichaishvili, David; **Chagelishvili**, George; **Tevzadze**, Alexander; Hau, Jan-Niklas; Foysi, Holger.
Aerodynamic sound of turbulent time-developing shear layer as the outcome of the flow linear non-modal instability
eprint arXiv:2104.09663.
arXiv:2104.09663

ანოტაცია

კუმშვადი არაეთგვაროვანი დინებები ფორმირდებიან როგორც ასტროფიზიკურ, ასევე ატმოსფერულ და საინჟინრო გარემოებში, რომლებიც უმრავლეს შემთხვევაში ტურბულენტურ ხასიათს ატარებენ. კუმშვადობის გამო ასეთი ტურბულენტობა გარდა ძირითადი - (კუმშვადი) გრიგალური - კომპონენტისა შეიცავს აკუსტიკურ ტალღებს. აკუსტიკური ტალღები ჩნდებიან ტურბულენტური გრიგალისაგან, მაგრამ მათი გაჩენის წრფივი და არაწრფივი მექანიზმებიდან დომინანტური კონკრეტული მექნიზმი ჯერ-ჯერობით დადგენილი არ არის. შრომის მიზანია დავადგინოთ და შევისწავლოთ დომინანტური მექანიზმი წანაცვლებითი ფენის დინების შემთხვევაში, რადგანაც ასეთი დინება სხვადასხვა ტიპის არაერთგვაროვანი დინებების საფუძვლად შეიძლება გამოდგეს და ამდენად, მიღებული შედეგები განზოგადებადია სხვა დინებებისათის. შეისწავლება შეშფოთებათა არაწრფივი დინამიკა, ამდენად კვლევის ძირითადი ინსტრუმენტია პირდაპირი რიცხვითი თვლები (პრთ). პრთ ვაწარმოეთ საშუალო/ქვეკრიტიკული კონვექტიური მახის რიცხვის შემთხვევაში, კერძოდ, Mc=0.7-თვის და სათვლელი „ბოქსისათივს“ (Lx,Ly,Lz), სადაც დინების გასწვრივ და წანაცვლების გასწვრივ სიგზრძივ ზომებს აქვთ მნიშვნელობები Lx=100 და Ly=200. თვლებს ვაწარმოებდით Lz=50,100, 200 შემთხვევაში, ანუ დინების დამახასითებელი პარამეტრის - გვერდების შეფარდების, Lx/Lz, - სამი მნიშვნელობის დროს: Lx/Lz=2, 1, 0.5. თავდაპირველად შევისწავლეთ სამგანზომილებიანი, ჰომენტროპული, შემოუსაზღვრელი მუდმივ წანაცვლებითი დინებისათვის (რომელიც გამოდგება წანაცვლებითი ფენის დინების ცენტრალური/ძირითადი ნაწილის მოდელად) გრიგალური შეშფოთებებიდან აკუსტიკური ტალღების გაჩენის წრფივი მექანიზმის ფიზიკა, მიმდინარეობა და ეფექტურობა. ნაჩვენებია, რომ ტალღების გაჩენის ერთადერთი მექანიზმი არის ასეთი დინების არა-ნორმალურობით გამოწვეული ე.წ. არა-მოდალური მექანიზმი. აკუსტიკური ტალღების ზრდა

ხდება არა ექსპონენცილიალურად, არამედ ალგებრულად და თან ზრდას აქვს დროებითი (ტრანზიენტული) ბუნება.

პრთ-ებმა აჩვენეს, რომ განხილული ქვეკრიტიკული კონვექტიური მახის რიცხვის შემთხვევაში (Mc=0.7) და Lx/Lz=2 და 1-ის დროს გაჩენილი აკუსტიკური ტალღა არის ორგანზომილებიანი, ხოლო Lx/Lz=0.5-ის დროს - სამგანზომილებიანი. პრთ-ის დროს მიღებული შედეგები თვისობრივ და რაოდენობრივ თანხვედრაშია შრომის დასაწყისში შესწავლილ წრფივ არა-მოდალურ მექანიზმთან. ეს იძლევა საშუალებას დარწმუნებით ვილაპარაკოთ განხილულ კუმშვად ტურბულენტურ დინებაში, აკუსტიკური ტალღების გაჩენის წრფივი მექანიზმის დომინანტობაზე არაწრფივ მექანიზმთან შედარებით და, ამასთანავე, წრფივი მექანიზმებიდან, არა-მოდალური მექანიზმის დომინანტობაზე.

62. Mishra, A.; **Mamatsashvili**, G.; Stefani, F.
From helical to standard magnetorotational instability: predictions for upcoming liquid sodium experiments
eprint arXiv:2112.01399.
arXiv:2112.01399

ანოტაცია

ჩატარებულია ღერძული სიმეტრიული მაგნიტოროტაციული არამდგრადობის (MRI) წრფივ ანალიზს მაგნიტიზებული ცილინდრული ტეილორ-კუეტის (TC) ნაკადში მისი სტანდარტული ვერსიისთვის (SMRI) წმინდა ღერძული ფონის მაგნიტური ველით და კიდევ ორი ტიპის - სპირალურად მოდიფიცირებული SMRI (H-SMRI) და ხვეული MRI (HMRI) - კომბინირებული ღერძული და აზიმუტალური მაგნიტური ველების არსებობისას. ეს კვლევა გამიზნულია მომავალი ფართომასშტაბიანი თხევადი ნატრიუმის MRI ექსპერიმენტების მოსამზადებლად, რომელიც დაგეგმილია DRESDYN პროექტის ფარგლებში Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf-ში. ამიტომ ჩვენ ვიკვლევთ არამდგრადობის ამ ტიპებს ძირითადი პარამეტრების ტიპიური მნიშვნელობებისთვის: მაგნიტური რეინოლდსის რიცხვი, ლუნდკვისტის რიცხვი. და ცილინდრების კუთხური სიჩქარის თანაფარდობა, რომელიც მიიღწევა ამ ექსპერიმენტებში. ლაბორატორიაში MRI-ს გამოვლენის წინა მცდელობებისგან განსხვავებით, ჩვენი შედეგები აჩვენებს, რომ SMRI და მისი ხვეული მოდიფიცირებული ვერსია პრინციპში შეიძლება აღმოჩენილი იყოს DRESDYN-TC მოწყობილობაში ზემოაღნიშნული პარამეტრების დიაპაზონისთვის, ასტროფიზიკურად ყველაზე მნიშვნელოვანი კეპლერის ბრუნვის ჩათვლით., მიუხედავად თხევადი ნატრიუმის უკიდურესად მცირე მაგნიტური პრანდლის რიცხვისა. ვინაიდან ექსპერიმენტებში ვგეგმავთ (H-)SMRI-ს მიახლოებას ადრე შესწავლილი HMRI რეჟიმიდან, ჩვენ ვახასიათებთ უწყვეტ და ერთფეროვან გადასვლას ორივე რეჟიმს შორის. ვაჩვენეთ, რომ H-SMRI, ისევე როგორც HMRI, წარმოადგენს ზესტაბილურობას (მოგზაურ ტალღას) არანულოვანი სიხშირით, რომელიც წრფივად იზრდება აზიმუტალური ველით. ექსპერიმენტებში სასრული ზომის ნაკადის სისტემებთან მისი შესაბამისობის გამო, ჩვენ ასევე ვაანალიზებთ H-SMRI-ს აბსოლუტურ ფორმას და ვადარებთ მის ზრდის ტემპს და დაწყების კრიტერიუმს კონვექციურთან.

7.5. ცირკულარები და ტელეგრამები

1. Belkin, S.; Pozanenko, A.; Sokolov, I.; … **Inasaridze**, R. Ya.; **Datashvili**, D.; Ayvazian, V. R.; **Kapanadze**, G. V… end 9 coauthors
GRB 211023A: optical observations and photometric evidence of supernova, No. 31098
აშშ, GRB Coordinates Network, Circular Service

2. Pankov, N.; Pozanenko, A.; Belkin, S.; Klunko, E.; Rumyantsev, V.; **Inasaridze**, R. Ya.
Swift Trigger 1078701: Mondy, CrAO, AbAO observations, possible optical counterpart, No. 30932
აშშ, GRB Coordinates Network, Circular Service

3. Pankov, N.; **Inasaridze**, R. Ya.; Pozanenko, A. ; Belkin, S.; **Datashvili**, D.; **Ayvazian,** V. R.; **Kapanadze**, G. V.
GRB 210919A: AbAO optical upper limit, No. 30851
აშშ, GRB Coordinates Network, Circular Service

4. Belkin, S.; Pozanenko, A.; Burhonov, O.; **Inasaridze**, R. Ya.; Pankov, N.; **Ayvazian**, V. R.; **Datashvili**, D.; **Kapanadze**, G. V.; Ehgamberdiev, Sh
GRB 210610A: Maidanak and AbAO optical observations, No. 30775
აშშ, GRB Coordinates Network, Circular Service

5. Belkin, S.; Pozanenko, A.; Kim, V.; **Inasaridze**, R. Ya.; Klunko, E.; Krugov, M.; Pankov, N.; **Datashvili**, D.; **Ayvazian**, V. R.; **Kapanadze**, G. V.
GRB 210807A: continued Assy, AbAO and Mondy observations, No. 30637
აშშ, GRB Coordinates Network, Circular Service

6. Pankov, N.; **Inasaridze**, R. Ya.; Pozanenko, A.; Belkin, S.; **Ayvazian**, V. R.; **Kapanadze**, G. V.
GRB 210725A: AbAO optical upper limit, No. 30530
აშშ, GRB Coordinates Network, Circular Service

7. Pankov, N.; Nazarov, S.; **Inasaridze**, R. Ya.; Pozanenko, A.; Belkin, S.
GRB 210706A: optical upper limit of Sintesz-Newton/CrAO and AS-32/AbAO, No. 30404
აშშ, GRB Coordinates Network, Circular Service

8. Belkin, S.; Pozanenko, A.; **Inasaridze**, R. Ya.; **Ayvazian**, V. R.; **Kapanadze**, G. V.; Pankov, N.
GRB 210619B: AbAO optical observations, No. 30299
აშშ, GRB Coordinates Network, Circular Service

9. Pankov, N.; Pozanenko, A.; **Inasaridze**, R. Ya.; Belkin, S.; **Ayvazian**, V. R.; **Kapanadze**, G. V.
GRB 210610B: AbAO optical observations, No. 30243
აშშ, GRB Coordinates Network, Circular Service

10. Belkin, S.; Pankov, N.; Pozanenko, A.; Klunko, E.; **Inasaridze**, R. Ya.; **Ayvazian**, V. R.; **Kapanadze**, G. V.; **Datashvili,** D. G.
GRB 210308A: Mondy and AbAO optical observations, No. 29634
აშშ, GRB Coordinates Network, Circular Service

11. Belkin, S.; Pozanenko, A.; Rumyantsev, V.; **Inasaridze**, R. Ya.; Pankov, N.
GRB 210204A (ZTF21aagwbjr/ AT2021buv): continued CrAO and AbAO optical observations, No. 29499
აშშ, GRB Coordinates Network, Circular Service

12. Belkin, S.; Pozanenko, A.; **Inasaridze**, R. Ya.; **Ayvazian**, V. R.; **Kapanadze**, G. V.; Pankov, N.
GRB 210207B: AbAO optical upper limit, No. 29423
აშშ, GRB Coordinates Network, Circular Service

13. Belkin, S.; Pozanenko, A.; Klunko, E.; **Inasaridze**, R. Ya.; Pankov, N.

GRB 210204A (ZTF21aagwbjr/ AT2021buv): Mondy and AbAO optical observations, No. 29417
აშშ, GRB Coordinates Network, Circular Service

14. Belkin, S.; Pozanenko, A.; Klunko, E.; **Inasaridze**, R. Ya.; Pankov, N.
GRB 210204A (ZTF21aagwbjr/ AT2021buv): Mondy and AbAO optical observations, No. 29417
აშშ, GRB Coordinates Network, Circular Service

15. **Kapanadze,** B.
Optical-to-X-ray Flare in Markarian 501
The Astronomer's Telegram, No. 15134
2021ATel15134....1K

16. **Kapanadze**, B; Kharadze, E.
The Ongoing X-Ray Flare in Markarian 501
The Astronomer's Telegram, No. 15124
2021ATel15124....1K

17. **Kapanadze**, Bidzina;
The Onset of X-Ray Flare in the TeV-Detected Blazar Markarian 501
The Astronomer's Telegram, No. 15059
2021ATel15059....1K

18. **Kapanadze**, B;
Enhanced X-Ray Activity of the southern TeV-Detected Blazar PKS 2155-304
The Astronomer's Telegram, No. 14865
2021ATel14865....1K

19. **Kapanadze**, B;
Long-Term X-ray Flaring Activity of the TeV-Detected Blazar H1426+428
The Astronomer's Telegram, No. 14560
2021ATel14560....1K

7.6. კატალოგები

1. ... ; **Kurtanidze**, S. O.; **Kurtanidze**, O. M.; **Nikolashvili**, M. G.; **Chigladze**, R. A.; **Ivanidze**, R. Z.; **Kimeridze**, G. N.; **Sigua**, L. A.,... and 275 coauthors.
VizieR Online Data Catalog: Mrk421 multi-instrument observations in 2017 (Acciari+, 2021)eprint VizieR On-line Data Catalog: J/A+A/655/A89.
2021yCat..36550089A

2. ...; **Kurtanidze**, O. M.; ..., **Nikolashvili**, M.;... and 69 coauthors.
VizieR Online Data Catalog: Intensive monitoring of OJ 287 (Pursimo+, 2000)
VizieR On-line Data Catalog: J/A+AS/146/141.
2021yCat..41460141P

3. Fan, J. H. ; **Kurtanidze**, S. O.; Liu, Y.; **Kurtanidze**, O. M.; **Nikolashvili**, M. G.; Liu, X.; Zhang, L. X.; Cai, J. T.; Zhu, J. T.; He, S. L.; Yang, W. X.; Yang, J. H.; Gu, M. F.; Luo, G. Y.; Yuan, Y. H.
VizieR Online Data Catalog: 12yrs of R-band photometry of the quasar 3C 454.3 (Fan+, 2021)
VizieR On-line Data Catalog: J/ApJS/253/10.
2021yCat..22530010F

8. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

8.1. საქართველოში

1. დავით ქურიძე
მზის ფიზიკის ცენტრალური საიდუმლოებები
ქართველ მეცნიერთა საერთაშორისო საზოგადოების stem სიმპოზიუმი (ონლაინ), 23 ოქტომბერი, 2021
ანოტაცია

მოხსენება ეხებოდა თანამედროვე მზის ფიზიკის მთავარ სამეცნიერო გამოწვევებს და მათი გადაწყვეტის მნიშვნელობებს მეცნიერების და ცივილიზაციის განვითარებისთვის.

8. 2. უცხოეთში

1. თეიმურაზ ზაქარაშვილი
Kink instability of jets in the solar atmosphere
16th European Solar Physics Meeting, 6-10 სექტემბერი, ონლაინ კონფერენცია

2. ეკა გურგენაშვილი
Rieger-type periodicity in total irradiance of the Sun as a star
The 20.5th Cambridge Workshop on Cool Stars, Stellar Systems, and the Sun (CS20.5), 2-4 მარტი 2021, ონლაინ

3. ზურაბ ვაშალომიძე
Prominence instability and CMEs triggered by massive coronal rain in the solar atmosphere
The 16th European Solar Physics Meeting (ESPM-16), took place as a virtual online meeting in 6-10 სექტემბერი 2021, ონლაინ

4. დავით ქურიძე
Magnetism of the silar corona with high resolution observations
კოსპარი (კოსმოსური კვლევების კომიტეტი), ონლაინ, 2-4 თებერვალი, 2021

5. დავით ქურიძე
X8.2 flare on 10th september 2027 from Swedish solar telescope
UKSP (გაერთიანებული სამეფოსმზის ფიზიკის) სპეციალისტების დისკუსიების დღე, ონლაინ, 30-31 ივლისი, 2021
6. გოდერძი დიდებულიძე
The behavior of the oxygen red 630.0 nm line nightglow intensity under an influence of thermosphere wind and atmospheric gravity waves
43rd COSPAR Scientific Assembly, 28 იანვარი – 4 თებერვალი 2021, Sydney Australia

7. მაია თოდუა
Formation of multilayered sporadic E under an influence of atmospheric gravity waves (AGWs)
43rd COSPAR Scientific Assembly, 28 იანვარი – 4 თებერვალი 2021, Sydney Australia

8. რევაზ ჭიღლაძე

Spectropolarimetric study of jupiter's galilean satellite

4-5 ოქტომბერი, 2021, აზერბაიჯანი შემახის ასტროფიზიკური ობსერვატორია.

ანოტაცია

საქართველოს ე.ხარაძის ეროვნულ ასტროფიზიკურ ობსერვატორიაში 1981 წელიდან დაიწყო იუპიტერის გალილეისეული თანამგზავრების პოლარიმეტრული თვისებების შესწავლა (რ.ჭიღლაძე). დაკვირვებების ძირითადი შედეგები ასეთია:

1) თანამგზავრ იოს წინა მხრიდან(მოძრაობის მიმართულებით) არეკვლილი სინათლის პოლარიზაციის ხარისხის სიდიდის მნიშვნელობა 0.20% -ით ნაკლებია, უკანა მხრიდან არეკვლილი სინათლის პოლარიზაციის ხარისხის სიდიდეზე.

2) თანამგზავრ ევროპას წინა მხრიდან(მოძრაობის მიმართულებით) არეკვლილი სინათლის პოლარიზაციის ხარისხის სიდიდის მნიშვნელობა 0.12% -ით ნაკლებია, უკანა მხრიდან არეკვლილი სინათლის პოლარიზაციის ხარისხის სიდიდეზე.

3) თანამგზავრ განიმედეს წინა მხრიდან(მოძრაობის მიმართულებით) არეკვლილი სინათლის პოლარიზაციის ხარისხის სიდიდის მნიშვნელობა 0.18% -ით ნაკლებია, უკანა მხრიდან არეკვლილი სინათლის პოლარიზაციის ხარისხის სიდიდეზე.

4) თანამგზავრ კალისტოს წინა მხრიდან(მოძრაობის მიმართულებით) არეკვლილი სინათლის პოლარიზაციის ხარისხის სიდიდის მნიშვნელობა 0.65% -ით მეტია, უკანა მხრიდან არეკვლილი სინათლის პოლარიზაციის ხარისხის სიდიდეზე.

ცხადია, რომ პირველი სამი თანამგზავრის წინა ნახევარსფეროდან არეკვლილი სინათლის პოლარიზაციის ხარისხის სიდიდე ნაკლებია ვიდრე უკანა ნახევარსფეროდან არეკვლილი სინათლის პოლარიზაციის ხარისხის სიდიდე, მაშინ როდესაც თანამგზავრ კალისტოს შემთხვევაში ეს პირიქითაა. ამ ფენომენის ახსნის ერთ-ერთი შესაძლო ჰიპოთეზა ასეთია: როგორც ცნობილია, დიდი პლანეტების სიახლოეს უამრავი მეტეორიტია, რომლებიც მოძრაობენ როგორც წრიულ, ისე ელიფსურ ორბიტაზე. ელიფსური ორბიტის მოძრავი მეტეორული სხეულები, რომლებიც თანამგზავრების მოძრაობის მიმართულებას ემთხვევიან, უნდა წარმოადგენდნენ ზემოხსენებული განსხვავების მიზეზს. რადგან ეს მეტეორული სხეულები ასიმეტრიულად ეცემიან თანამგზავრების წინა და უკანა ნახევარსფეროებზე.

მოხსენებაში დაწვრილებითაა დასაბუთებული აღნიშნული განსხვავების შესახებ, ცის მექანიკის კანონები გამოყენებით. კერძოდ ვიხილავთ ისეთ მეტეორულ ნაკადებს როლებსაც პერიცენტრი აქვთ თანამგზავრ იოსთან ახლოს, ხოლო აპოცენტრი თანამგზავრ კალისტოს სიახლოეს. ერთის მხრივ, მარტივად მიიღება, რომ მეტეორიტების ნაკადის სიჩქარე, რომელთაც აქვთ ზემოთ ჩამოთვლილი თვისებები, პერიცენტრში ექნებათ სიჩქარე 22.50 კმ/წმ, ხოლო აპროცენტრში 5.04 კმ/წმ. თავის მხრივ, წრიული ორბიტებზე მოძრავი გალილეის თანამგზავრების სიჩქარეებია: იოსთვის 16.94 კმ/წმ, ევროპისთვის 13.43 კმ/წმ, განიმედესთვის 10.63 კმ/წმ და კალიტოსთვის 8,01 კმ/წმ.

ცხადია, ეს მეტეორიული სხეულები თანამგზავრ იოს უკანა მხრიდან ეცემიან, ხოლო თანამგზავრ კალისტოს სიჩქარე რადგანაც მეტია, მის სიახლოეს არსებულ მეტეორების ნაკადის სიჩქარეზე, ამიტომ მეტეორული სხეულები მას ეცემიან წინა ნახევარსფეროზე. ამასთანავე მეტეორიული სხეულების უმეტესობა ბნელია (აქვს ნაკლები ალბედო და პოლარიზაციის სიდიდის მაღალი ხარისხი). მსგავსი შემთხვევა გვაქვს პლანეტა სატურნის თანამგზავრებისათვის, თანამგზავრ დიონასათვის ორბიტული სიჩქარე შეადგენს 10 კმ/წმ , ხოლო იაპეტისათვის 3 კმ/წმ. მეტეორიტის ნაკადის სიჩქარე მათ სიახლოეს, პერიცენტრში და აპოცენტრში შესაბამისად არის 19 კმ/წმ და 2 კმ/წმ.

ე.ი. დიდი პლანეტების გარშემო სინქრონულად მოძრავი თანამგზავრების წინა და უკანა მხარეები(მოძრაობის მიმართულებით) ერთმანეთისაგან განსხვავებულია.

9. თამარ წინამძღვრიშვილი
„Regular and Oscillatory motion of Coronal Bright Points“
Advances in Observations and Modelling of Solar Magnetism and Variability
Date: 1-4 March, 2021
Website: https://www.iiap.res.in/solar_2021/
Country: India

ანოტაცია

მოხსენებული იქნა გვირგვინის კაშკაშა წერტილების სტაციონალური და რხევითი მოძრაობის კვლევის შედეგები.

10. თამარ წინამძღვრიშვილი
„Regular and Oscillatory motion of Coronal Bright Points“
Title: Space Weather Workshop 2021
Date: 20 - 22 April 2021
Site: https://cpaess.ucar.edu/space-weather-workshop-2021
Country: United State

ანოტაცია

მოხსენებული იქნა გვირგვინის კაშკაშა წერტილების სტაციონალური და რხევითი მოძრაობის კვლევის შედეგები.

11. თინათინ კახნიაშვილი:
"Can We Observe QCD Phase Transitions Generated Gravitational Waves through Pulsar Timing Array: Part I: Modeling Turbulence",

ანოტაცია

განხილულ იქნა NANOGrav კოლაბორაციის მიერ მიღებული სიგნალის ახსნის შესაძლებლობა ადრეული სამყაროს ტურბულენტობით

12. თინათინ კახნიაშვილი:
"Can We Observe QCD Phase Transitions Generated Gravitational Waves through Pulsar Timing Array: Part I: Modeling Turbulence",
25 მაისი, 2021 PHENO21, USA (via zoom)

ანოტაცია

განხილულ იქნა NANOGrav კოლაბორაციის მიერ მიღებული სიგნალის ახსნის შესაძლებლობა ადრეული სამყაროს ტურბულენტობით

13. თინათინ კახნიაშვილი
"Gravitational Waves from the Early Universe Turbulence: LISA Prospects", Geneva University, Switzerland (via zoom)
14 მაისი, 2021, ჟენევის უნივერსიტეტი, შვეიცარია

ანოტაცია

განხილულ იქნა ადრეული სამყაროს ტურბულენტობით გამოწვეული გრავიტაციული ტალღების სიგნალი და მისი დეტექტირების საშუალება LISA საშუალებით

14. თინათინ კახნიაშვილი:
"Gravitational Waves from the Early Universe Turbulence: LISA Prospects", Geneva University, Switzerland (via zoom)
21 აპრილი, 2021, არიზონას სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ანოტაცია

განხილულ იქნა ადრეული სამყაროს ტურბულენტობით გამოწვეული გრავიტაციული ტალღების სიგნალი და მისი დეტექტირების საშუალება LISA საშუალებით

15. თინათინ კახნიაშვილი:
Chiral Magnetic Fields in the Early Universe (via zoom)
3 ნოემბერი, 2021, 6th International Conference on Chirality, Vorticity, and Magnetic Fields სტონი ბრუკის უნივერსიტეტი

16. სალომე მჭედლიძე:
“Evolution and Signatures of Primordial Magnetic Fields"
"Origins, Effects and Observations of Magnetic Fields in the Universe", Qui , Nhon, Vietnam, February 9-15, 2021.

ანოტაციისთვის იხილეთ: https://www.icisequynhon.com/conferences/2020/magnetic_fields/wp-content/uploads/2020/02/abstract-book.pdf

17. სალომე მჭედლიძე:
"Primordial Magnetic Fields through Large Scale Structure"
AAS 238 meeting, USA (online), June 7-9, 2021.

ანოტაციისთვის იხილეთ: https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2021AAS...23810909M/abstract

18. სალომე მჭედლიძე:
“Evolution of Primordial Magnetic Fields through large scale structure formation”
BritGrav 2021, UK (online), April 12-16

ანოტაცია

მოხსენებაში განხილულ იქნა მაგნიტურ ველებზე დაკვირვების ბოლოდროინდელ შედეგები და დაკვირვებადი მაგნიტური ველების წარმოშობის მექანიზმები. ასევე მოკლედ ვიმსჯელეთ ჩვენ მიერ მიღებულ შედეგებზე რომელიც პირველადი მაგნიტური ველების ევოლუციას ეხება დიდმასშტაბოვანი სამყაროს ევოლუციისას.

19. სალომე მჭედლიძე:
"Evolution and Signatures of Primordial Magnetic Fields"

Carnegie Mellon University (Journal Club session, online, June 29, 2021.

ანოტაცია

მოხსენებაში მიმოვიხილეთ მაგინტურ ველებზე დაკვირვების სხვადასხვა მეთოდები და ასევე განხილული დაკვირვებებიდან მიღებული ზღვარი მაგინტური ველის სიდიდეზე. ასევე განვიხილეთ მაგნიტური ველების წარმოშობის ორი სცენარი: კოსმოლოგიური და ასტროფიზიკური და ვიმსჯელეთ თუ რატომ შეესაბამება დღეს-დღეობით დაკვირვებად დიდმასშტაბოვან მაგნიტურ ველებს კოსმოლოგიური სცენარი. წარმოვადგინეთ ჩვენ მიერ მიღებული შედეგები კოსმოლოგიური მაგნიტური ველების შესახებ.

20. სალომე მჭედლიძე:

"Evolution Primordial Magnetic Fields through large scale structure formation"

Women researchers in astro-fluid-plasmas, October 22, 2021 (online)

ანოტაცია

მოხსენებაში განხილულ იქნება დაკვირვებადი დიდმასშტაბოვანი მაგნეტიზაცია სამყაროსი და ბოლოდროინდელი დაკვირვებები: ფარადეის ბრუნვის გამოყენებითა და ბლაზარების სპექტრის ანალიზით. ასევე ვიმსჯელეთ მაგნიტური ველების წარმოშობის ორ მექანიზმზე და ფიზიკურ მოდელებზე რომელთაც გენერაციის ეს მექანიზმები ეფუძნება. ნაჩვენები იქნა არსებული მაგნეტოჰიდროდინამიკული სიმულაციების შედეგები და ჩვენი შრომა როგორ დაფუძნებული განხილულ შედეგებზე. ვაჩვენეთ, რომ კოსმოლოგიური სიმულაციები მნიშვნელოვანი “ხელსაწყოა” დაკვირვებადი მაგნიტური ველების შესასწავლად და მაგნეტოგენეზისის სცენარების შესაზღუდად. განხილულ იქნა ჩვენი შედეგები კოსმოლოგიურ სიმულაციებზე დაყრდნობით და მათი მნიშვნელობა არამხოლოდ მაგნიტური ველების შესაწავლის საკითხში არამედ ადრეული სამყაროს ფიზიკის კუთხითაც.

21. სალომე მჭედლიძე:

"Evolution and Signatures of Primordial Magnetic Fields"

Institute of Astroparticles and Cosmology (APC, France); November 2, 2021;

ანოტაციისთვის იხილეთ: https://apc.u-paris.fr/FACe/fr/evolution-and-signatures-primordial-magnetic-fields

22. სალომე მჭედლიძე:

"Evolution and Signatures of Primordial Magnetic Fields"

NORDITA (Sweden, online); November 17, 2021;

ანოტაციისთვის იხილეთ: https://indico.fysik.su.se/event/7559/