

საპლანეტათაშორისო მაგნიტური ველის სექტორული სტრუქტურა და მისი გავლენა კოსმოსური სხივების ფორბუმ ეფექტებზე

ბაქრაძე თ., ლლონტი ნ., ერქომაიშვილი ტ., დემურიშვილი ზ., ალანია ე., თაყაძე გ., ბარბაქაძე პ.

*მიხეილ ნოდისას სახელობის გეოფიზიკის ინსტიტუტი, თსუ, თბილისი, საქართველო
Ghlonti60@yahoo.com*

ანოტაცია. კოსმოსური სხივების მოდულაციის პროცესი წარმოადგენს რთულ მოვლენას, რომელიც მოიცავს სხვადასხვა ფიზიკურ მოვლენებს მზე-დედამიწის კავშირების არეში. სტატიაში წარმოდგენილია ჩვენს კოსმოფიზიკურ ობსერვატორიაში დარეგისტრირებული 2014-2017 წლების მონაცემების დამუშავებასა და ანალიზის საფუძველზე გამოვლენილი ფორბუმ დაცემის ეფექტის 4 შემთხვევა. თითოეული შემთხვევისთვის გამოვიყენეთ იგივე პერიოდის მზის ვილკოქსის ობსერვატორიის მონაცემები, როცა დედამიწა კვეთს საპლანეტათაშორისო მაგნიტური ველის ნეიტრალურ ფენას. აღმოჩნდა რომ ოთხივე შემთხვევაში ფორბუმ ეფექტები იწყება დაახლოებით ერთი დღის დაგვიანებით, მას შემდეგ რაც დედამიწამ გადაკვეთა საპლანეტათაშორისო მაგნიტური ველის ნეიტრალური ფენა. ჩვენი აზრით ფორბუმ ეფექტები გარკვეულ წილად გამოწვეულია არა მარტო მზეზე მომხდარ აალებებთან, არამედ საპლანეტათაშორისო მაგნიტური ველის ნეიტრალურ ფენაში მიმდინარე ფიზიკურ პროცესებზე. კერძოდ საპლანეტათაშორისო მაგნიტური ველის სექტორების შიგნით არსებულ მზის ქარის ნაკადებთან.

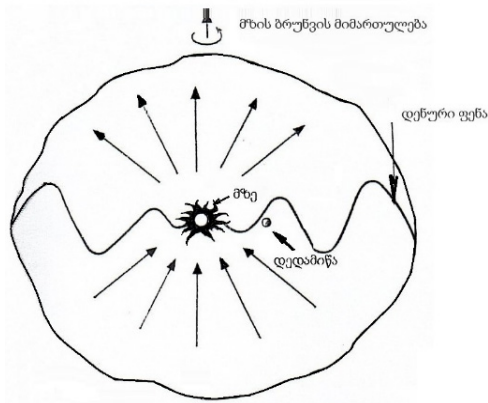
საკვანძო სიტყვები: კოსმოსური სხივები, ფორბუმ ეფექტები, მაგნიტოსფერო

კოსმოსური სხივები წარმოადგენს დედამიწაზე კოსმოსიდან მოსული მაღალენერგეტიკული დამუხტული ნაწილაკების: პროტონების, სხვადასხვა ნივთიერებების მაღალენერგეტიკული ბირთვებისა და ელექტრონების ერთობლიობას. აღწევენ რა გალაქტიკის სიღრმიდან და მზიდან, დედამიწაზე კოსმოსური სხივებს მოაქვს ინფორმაცია იმ სივრცისა, სადაც ხდება მათი წარმოქმნა, აჩქარება და გავრცელება. ისინი კარგად იმახსოვრებენ იმ გარემოს ელექტრო-მაგნიტურ თვისებებს, რომელშიც გადიან დეტექტორში მოხვედრამდე [1].

კოსმოსური სხივების ინტენსივობის ვარიაციების შესწავლა საშუალებას გვაძლევს ინფორმაციის ეს არხი გამოვიყენოთ იმ პროცესების შესასწავლად, რომლებიც მიმდინარეობს გალაქტიკაში, საპლანეტათაშორისო სივრცეში, მზეზე, დედამიწის ახლო გარემოში და დედამიწის ატმოსფეროში [2].

გეოფიზიკის ინსტიტუტის კოსმოსური სხივების ლაბორატორია, რომლის ძირითად ტექნიკურ ობიექტს წარმოადგენს უწყვეტ დღე-ღამურ რეჟიმში მომუშავე ნეიტრონული სუპერ-მონიტორი, იძლევა ფასდაუდებელ ინფორმაციას შემდგომი სამეცნიერო კვლევებისათვის.

მზის საერთო მაგნიტური ველი დაახლოებით წარმოადგენს დიპოლურ მაგნიტურ ველს, რომელიც არის ჰელიოსფეროს ჩრდილო და სამხრეთ ნახევარსფეროში ველის სხვადასხვა პოლარობის მიზეზი. მათ გამყოფ ფენას, რომელიც ცნობილია საპლანეტათაშორისო მაგნიტური ველის ნეიტრალური ფენის სახელწოდებით, აქვს ტალღისებური ფორმა. საპლანეტათაშორისო სივრცეში იქმნება მაგნიტური ველის დინამიური სურათი, ნეიტრალური ფენა, რომელიც ვრცელდება ტალღისებურად, რადიალურად და ამასთანავე ბრუნავს მზესთან ერთად. ასეთ დინამიკაში დედამიწა აღმოჩნდება აღნიშნული ფენის ხან ერთ, ხან მეორე მხარეს. ე.ი. მაგნიტური ველის სხვადასხვა პოლარობის არეში (ნახ. 1). როგორც თეორიული კვლევები აჩვენებენ, ყველა პროცესი დამოკიდებულია ველის დამაბულობის სიდიდესა და მიმართულებაზე. ამიტომ დედამიწაზე დაკვირვებული ექსპერიმენტალური მონაცემების საფუძველზე მიღებული ინფორმაცია მის მახლობელ სივრცეში არსებული კოსმოსური სხივების ნაკადის შესახებ უნდა იყოს მგრძობიარე, იმისა, თუ რომელ სექტორში იმყოფება დედამიწა: დადებითი (როდესაც რეგულარული მაგნიტური ველის ძალწირები გამოდიან მზიდან), თუ უარყოფითი (როდესაც საპირისპიროდაა მიმართული).



ნახ. 1.

ნახ. 1 დადგენილია, რომ დედამიწა და მისი მაგნიტური ველი დატვირთულია ე.წ. „მზის ქარით“ - უწყვეტად მომდინარე მზიური წარმოშობის პლაზმური ნაკადით. მზის ქარი წარმოადგენს მზის გვირგვინის უწყვეტ გაფართოებას ზეგერით აჩქარებამდე, რომელსაც თან მოაქვს მზის მაგნიტური ველი. დედამიწის მაგნიტური ველი ურთიერთმოქმედებს მზის ქარის პლაზმასთან და დედამიწასა და მზეს შორის წარმოიქმნება „დარტყმითი ფრონტი“. მზის ქარის ნაკადის ძირითადი ნაწილი შემოუვლის დედამიწას, წარიტაცებს მაგნიტურ ველს და ქმნის გრძელ მაგნიტურ კუდს. შესაბამისად, დედამიწა შემოსაზღვრულია მაგნიტური გარემოთი, რომლის შემადგენლობა და აგებულება ძირითადად განისაზღვრება დედამიწის მაგნიტური ველით და დენებით, რომლებიც გენერირდება მზის ქარით [3].

კოსმოსური აპარატებისა და ორბიტალური თანამგზავრების მეშვეობით შემჩნეული იქნა, რომ ეკლიპტიკის სიბრტყის მახლობლობაში მზის ქარის მაგნიტური ველი, დროის გარკვეულ პერიოდებში მიმართულია მზისკენ, ან საწინააღმდეგოდ - მზიდან. ასეთი მოვლენა ცნობილია მზის ქარის სექტორული სტრუქტურის სახელწოდებით. ამ სექტორების რიცხვი იცვლება პერიოდულად, 2-ჯერ, 4-ჯერ, და ზოგჯერ 6-ჯერ.

საპლანეტათაშორისო მაგნიტური ველის სექტორული სტრუქტურა გამოწვეულია საპლანეტათაშორისო სივრცეში დენური ფენის არსებობით, რომელიც ბრუნავს მზესთან ერთად. დენური ფენა იწვევს მაგნიტური ველის სწრაფ ცვლილებას: ფენის ზევით საპლანეტათაშორისო მაგნიტურ ველის რადიალურ კომპონენტებს აქვს ერთი ნიშანი, ქვევით კი მეორე. ეს დენური ფენა, რომელიც იწინასწარმეტყველა ხ. ალვენმა, გაივლის მზის გვირგვინს იმ ადგილებში, რომლებიც დაკავშირებული არიან მზეზე აქტიურ უბნებთან და გამოყოფს მითითებულ უბნებში მზის მაგნიტური ველის სხვადასხვა ნიშნის რადიალურ კომპონენტებს. დენური ფენა განლაგებულია ძირითადად მზის ეკვატორის მახლობლობაში და აქვს გოფირებული სტრუქტურა. მზის ბრუნვა იწვევს დენური ფენის გოფირებას სპირალური ფორმით. თუ დამკვირვებელი იმყოფება ეკლიპტიკის სიახლოეს, მაშინ ის აღმოჩნდება დენური ფენის ხან ზევით და ხან ქვევით, რაც თავისთავად ნიშნავს, რომ აღმოჩნდება საპლანეტათაშორისო მაგნიტური ველის სხვადასხვა პოლარობაში [4].

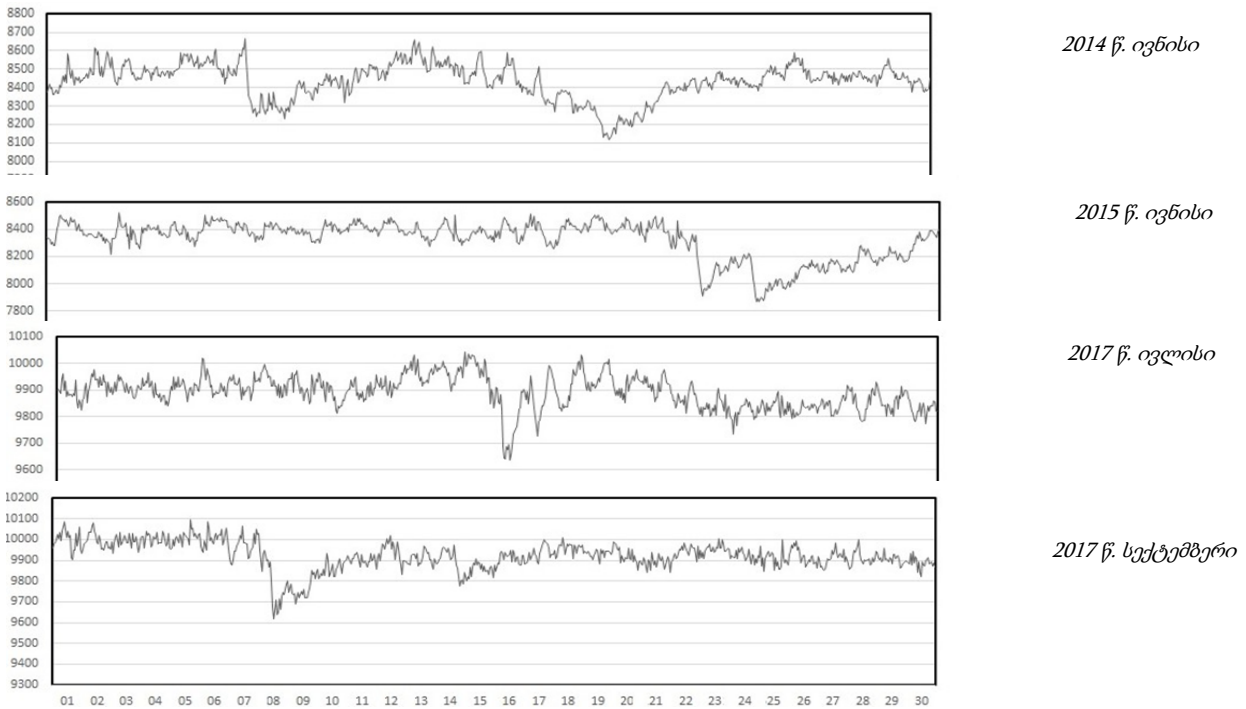
ფორბუშ დაცემის ეფექტი მიეკუთვნება იმ გეოფიზიკურ მოვლენას, რომელიც ხდება ყოველთვის, როცა ადგილი აქვს მზეზე დიდ აალებებს. დასაწყისი დაიკვირვება დედამიწის მაგნიტური ველის ნორმალური მდგომარეობიდან დაახლოებით 0,1%-ით მოკლეპერიოდისანი მომატებისას (მყისიერი დასაწყისი), შემდეგ მოდის მაგნიტური ველის დამაბულობის შემცირება, რაც გრძელდება რამოდენიმე საათის განმავლობაში (მთავარი ფაზა). ბოლოს, თანდათანობით აღდგება და დაუბრუნდება თავის ნორმალურ მდგომარეობას, რასაც ასევე გარკვეული დრო სჭირდება.

დიდი მნიშვნელობა აქვს შესწავლილი იქნას ს.მ.ვ.-ის სექტორების საზღვრების გადაკვეთის გავლენა სხვადასხვა გელიოფიზიკურ მოვლენებზე. კერძოდ, ისეთებზე, როგორცაა გეომაგნიტური ქარიშხლები, კოსმოსური სხივების ვარიაციები, ძლიერი დამანგრეველი მიწისძვრები და სხვა.

სტატიაში წარმოდგენილია და განხილულია ის პროცესები, რომლის დროსაც დედამიწას უწევს საპლანეტათაშორისო მაგნიტური ველის ნეიტრონული ფენის გადაკვეთა და ამ მოვლენის კავშირი

ობსერვატორიაში დაკვირვებულ კოსმოსური სხივების ნეიტრონული კომპონენტის ვარიაციებთან (ფორბუმ ეფექტებთან).

ფიზიკური პროცესების გასაანალიზებლად, რომელსაც ადგილი აქვს საპლანეტათაშორისო სივრცეში, მაგნიტოსფეროსა და დედამიწის ატმოსფეროში, აქტიურად მიმდინარეობს ფორბუმ ეფექტების შესწავლა კოსმოსური სხივების ნეიტრონული კომპონენტის მონაცემების მაგალითზე.



კოსმოსური სხივების ვარიაციებზე დაკვირვება ხდება დედამიწის ზედაპირზე სხვადასხვა ადგილას განლაგებული ობსერვატორიების საშუალებით. მათ შორისაა ჩვენი ობსერვატორიაც, რომელიც უწყვეტ რეჟიმში არეგისტრირებს კოსმოსური სხივების ნეიტრონულ კომპონენტს. ჩვენ ამჯერად შევხებით 2014-2017 წლებში მიღებული მონაცემების ანალიზს. აღნიშნული დროის განმავლობაში გამოვლენილი იქნა 4 ისეთი პერიოდი, სადაც მკვეთრადაა გამოხატული ფორბუმ დაცემის ეფექტების ხასიათი. ეს პერიოდებია 2014 წელი (17-26) ივნისი, 2015 წელი (21-29) ივნისი, 2017 წელი (16-22) ივლისი, 2017 წელი (7-12) სექტემბერი.

ნახ.2-ზე მოცემულია აღნიშნული პერიოდების ნეიტრონული მონაცემების გრაფიკული გამოსახულებები. ჩვენ აღნიშნულ სტატიაში შევეცადეთ დაგვეკავშირებინა აღნიშნული ფორბუმ ეფექტები საპლანეტათაშორისო სივრცის რეგულარული მაგნიტური ველის სექტორულ სტრუქტურებთან შესაბამისი პერიოდის მონაცემების საშუალებით, სადაც მოცემულია დედამიწის მიერ საპლანეტათაშორისო სივრცის ნეიტრალური ფენის დედამიწის მიერ გადაკვეთის დროითი კოორდინატები.

ვოლკოქსის მზის ობსერვატორიის მონაცემები ჩვენს მიერ დარეგისტრირებული ფორბუმ ეფექტების დროს არის შემდეგი 2014 წ. ივნისის კვეთის დღეებია 12, 16, 26, 28, შესაბამისად 2015 წ. ივნისისთვის 19, 20, 29, 31, 2017 წ. ივლისისთვის 3, 9, 16, 25 და 2017 წ. სექტემბერისთვის 6, 13, 17, 26 რიცხვები. ერთმანეთთან შედარებისას აღმოჩნდა, რომ ფორბუმ ეფექტები დედამიწაზე იწყება ერთი დღის დაგვიანებით, მას შემდეგ რაც მოხდა დედამიწის მიერ ნეიტრალური ფენის კვეთა, რაც ჩვენი შეფასებით არის შემდეგი საპლანეტათაშორისო მაგნიტური ველის სექტორების შიგნით არსებულ მზის ქარის სწრაფ ნაკადებთან.

ლიტერატურა

- [1] Дорман Л.И. Вариации космических лучей и исследование космоса.// Изд-во „Наука”, М. 1963.
- [2] Росси Б. Космические лучи. // Атомизда, 1966.
- [3] Солнечно-земная физика. // Изд-во „Мир”, М., 1968.
- [4] Эгеланда А., Холтера О., Омхольма А. Космическая геофизика. //Изд-во „Мир”, М., 1976.
- [5] Сюняев Р. А. Физика космоса. // Советская энциклопедия, М., 1986.

THE SECTORAL STRUCTURE OF THE INTARPLANETARY MAGNETIC FIELD AND ITS INFLUENCE ON THE FORBUSH EFFECTS OF COSMIC RAYS

Bakradze T., Glonti N., Erkomaishvili T., Demurishvili Z., Alania E., Takadze G., Barbakadze P.

*Mikheil Nodia Institute of Geophysics of Ivane Javakishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia
Ghlonti60@yahoo.com*

Abstract. The process of modulation of cosmic rays is a complex phenomenon that includes various physical phenomena in the area of Sun-Earth connections. The article presents 4 cases of the Forbush fall effect identified based on the processing and analysis of data registered in our cosmophysical observatory in 2014-2017. For each case, we used Wilcox Solar Observatory data from the same period when the Earth crosses the neutral layer of the interplanetary magnetic field. In all four cases, Forbush effects were found to start about a day late, after the Earth crossed the neutral layer of the interplanetary magnetic field. In our opinion, the Forbush effects are to a certain extent caused not only by flares on the Sun, but also by physical processes occurring in the neutral layer of the interplanetary magnetic field. In particular, with the solar wind currents within the sectors of the interplanetary magnetic field.

Keywords: cosmic rays, Forbush effects, magnetosphere