

დუშეთის გეომაგნიტური ობსერვატორიის 2020-2021 წლების მაგნიტური ველის მდგენლების ყოველწუთიერი ჩანაწერის სტატისტიკური ანალიზი

ქირია თ., ნიკოლაიშვილი მ., ჩხაიძე თ., მეზაღიშვილი ნ.

თსუ, მ. ნოდის სახელობის გეოფიზიკის ინსტიტუტი
[kiriad8@gmail.com](mailto:kiria8@gmail.com)

ანოტაცია. ნაშრომში შესწავლილია დუშეთის გეომაგნიტური ობსერვატორიის 2020-2021 წლების მაგნიტური ველის მდგენლების ყოველწუთიერი ჩანაწერების სტატისტიკური პარამეტრები. გამოკვეთილია ძლიერი ანომალური ეპოზოდები 2020-2021 წლის მაის-ივნისის პერიოდში. დაიკვირვება მდგენლებისთვის განსხვავებული ბუნების პროცესები. გამოიკვეთა X მდგენელის სტაციონარობა დროში და Z მდგენლისთვის, პირიქით, არასტაციონარული ბუნება, ვინაიდან არასტაბილურია ძირითადი სტატისტიკური პარამეტრის მნიშვნელობები. სამივე მდგენლისთვის ჩატარებულმა ტესტმა ნორმალური განაწილების შესახებ უარყოფითი პასუხი მოგვცა. ისინი, როგორც მაგნიტური ველის მთავარი კომპონენტები, ეპიზოდურად ავლენენ სუსტ და ძლიერ ანომალიებს. გარკვეულწილად, ეს პროცესები მონაცვლეობითი კანონზომიერებით ხასიათდება.

საკვანძო სიტყვები: მაგნიტური ველის მდგენლები, სტატისტიკური ანალიზი

გეომაგნიტური მონაცემების დაგროვება, მათზე დაკვირვება და სამეცნიერო ინტერპრეტაციების შექმნა კრიტიკულად ღირებულია დედამიწის მაგნიტური ველის ევოლუციის საიდუმლოებების დასადგენად. ზოგადად, გეომაგნეტიზმის თეორია ითვალისწინებს მაღალი დინამიკის მქონე გეოფიზიკური მონაცემების კვლევას. მიუხედავად დედამიწის მაგნიტური ველის ვარიაციების ურთულესი ბუნებისა, თანამედროვე ტექნიკური შესაძლებლობები გარკვეულ იმედებს იძლევა კვლევების სანდოობის თვალსაზრისით. ჩვენს ნაშრომში მოყვანილია კვლევის ისეთი მეთოდები, რომლებიც ადაპტირებულია სხვადასხვა საბუნებისმეტყველო მიმართულებასთან, პროცესების მთავარი მახასიათებლების შესწავლისა და მნიშვნელოვანი კანონზომიერების იდენტიფიცირებისთვის, რაც, თავის მხრივ, მაღალი სანდოობის ინტერპრეტაციებს და დასკვნებს იძლევა. მონაცემთა დროით-სივრცითი ანალიზის ბევრი მეთოდი არსებობს, მათ შორისაა გაფართოებული სტატისტიკური ანალიზი, სხვადასხვა პიკური დონისა და გეომაგნიტურ მდგენელთა თვისებრივი (შესაბამისად, მიხრილობათა) ცვლილებები დროში, სპექტოგრამული და სხვა ვიზუალური მანქანური შესაძლებლობებით ძლიერი, საშუალო და სუსტი ანომალიების აღმოსაჩენად.

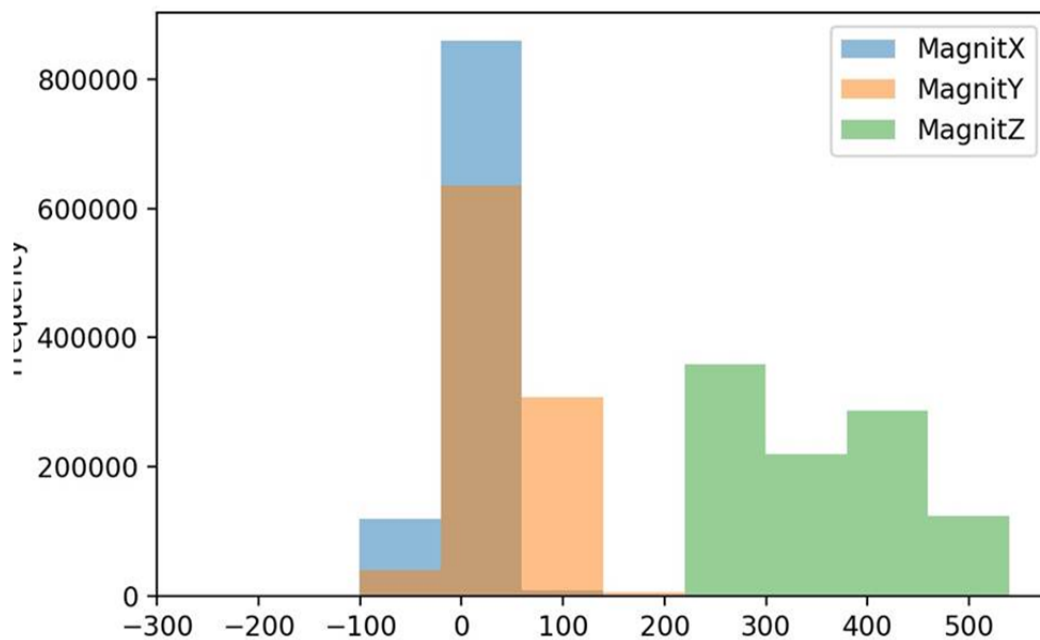
დუშეთის ობსერვატორიის 2020-2021 წლების მაგნიტური ველის მდგენლების ყოველწუთიერი ჩანაწერი მოიცავს Time – დროს, X, Y და Z – მაგნიტური ველის შესაბამისი მდგენლებს. დრო აღრიცხულია წუთობრივი დისკრეტიზაციით, მონაცემთა მასივის სიგრძე კი მოიცავს 990612 ჩანაწერს.

ქვემოთ მოყვანილი ცხრილი 1. გვიჩვენებს მონაცემთა ზოგადსტატისტიკურ მნიშვნელობებს. მათ შორისაა ძირითადი სტატისტიკური მახასიათებლები.

ცხრილი 1. 2020-2021 დუშეთის ობსერვატორიის მაგნიტური ველის მდგენლების ჩანაწერთა სტატისტიკა (ე.წ. Describe)

| | MagnitX | MagnitY | MagnitZ |
|--------------|---------------|---------------|---------------|
| count | 990612.000000 | 990612.000000 | 990612.000000 |
| mean | 6.653477 | 43.593003 | 352.956217 |
| std | 25.245375 | 35.184209 | 80.340438 |
| min | -260.162000 | -89.558000 | 209.985000 |
| 25% | -8.238250 | 19.385000 | 272.527000 |
| 50% | 8.108000 | 48.824000 | 352.088000 |
| 75% | 23.799000 | 64.118000 | 420.433000 |
| max | 151.281000 | 191.524000 | 539.250000 |

მაგნიტური ველის მდგენლებისთვის ნაჩვენებია სიხშირეთა ჰისტოგრამული წარმოდგენა, რომელიც საშუალებას გვაძლავს, უფრო კონკრეტულად დავაკვირდეთ ანომალიების ინტენსივობას (წილობრივ რაოდენობას) მთელ დროით მწკრივებში. აშკარად იკვეთება მდგენელთა ვარიაციებში დომინანტურად მეტად ცვალებადი მნიშვნელობები.



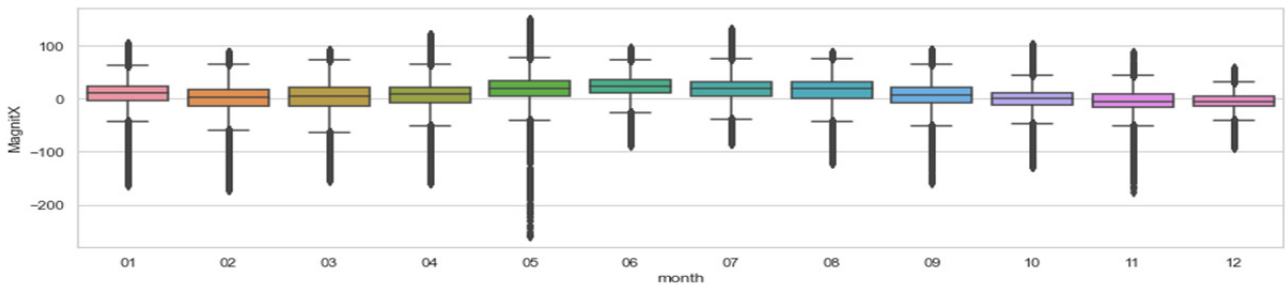
ნახ. 1. 2020-2021 დუშეთის ობსერვატორიის მაგნიტური ველის მდგენლების ჩანაწერთა ჰისტოგრამული წარმოდგენა.

ნახ. 1. საშუალებას იძლევა, განვმარტოთ X, Y და Z მდგენელთა თავისებურებები. X, Y-ების ქცევის ბუნება აშკარად თანხვედრილია, რაც ურთიერთშეთანხმებულ ვარიაციებს კიდევ ერთხელ ადასტურებს. იმავეს ვერ ვიტყვი Z მდგენელზე. ის აშკარად ნაკლებად ვარიაციულია და მისი მნიშვნელობათა განაწილების წესი ახლოსაა თანაბარ განაწილებასთან.

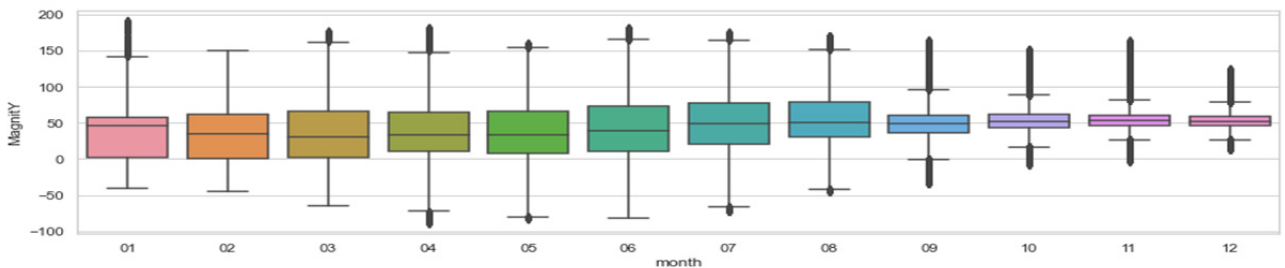
ცხრილი 2. 2020-2021 დუშეთის ობსერვატორიის მაგნიტური ველის მდგენელების ჩანაწერთა კორელაციური კავშირების ცხრილი.

| | MagnitX | MagnitY | MagnitZ |
|---------|-----------|-----------|-----------|
| MagnitX | 1.000000 | -0.387206 | -0.157344 |
| MagnitY | -0.387206 | 1.000000 | 0.621403 |
| MagnitZ | -0.157344 | 0.621403 | 1.000000 |

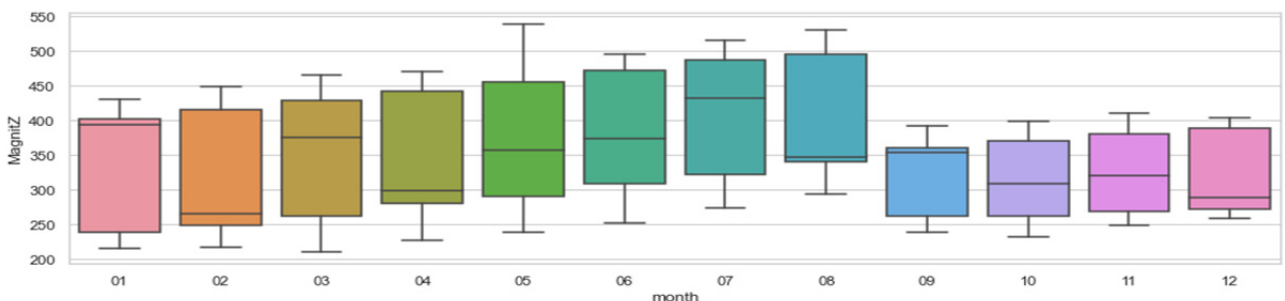
ცხრილი 2-ზე კარგად ჩანს მდგენელთა შორის კორელაციური კავშირები. ყურადღებას იქცევს ის ფაქტი, რომ მაღალი კორელაციაა Y და Z მდგენლებს შორის (0,62). აქედან გამომდინარე, საჭიროდ ჩავთვალეთ, გამოვიკვლიოთ თითოეული მათგანის განაწილება თვისებებზე ეპიზოდურად ბოქსჩარტების გამოყენებით.



X-მდგენელი



Y-მდგენელი



Z-მდგენელი

ნახ. 2. 2020-2021 დუშეთის ობსერვატორიის მაგნიტური ველის მდგენელების ჩანაწერთა განაწილების ყოველთვიური ანალიზი.

როგორ უკვე ჩანს ნახ. 2-დან, მაისი ორივე წელს განსაკუთრებით განსხვავდება სხვა თვეებისგან. ვფიქრობთ, ეს თვე იმსახურებს ცალკე შესწავლას სხვა გეოფიზიკურ პროცესებთან მიმართებაში. X და Z მდგენელები მაის-ივნისში აჩვენებს ვარიაციის კოეფიციენტის ძლიერ ცვლილებას, საგრძნობლად იხრება საშუალო მნიშვნელობა მაქსიმუმისკენ. ზოგადად, თვიდან თვემდე ამკარაა სამივე მდგენელზე, განსაკუთრებით Z მდგენელზე, საშუალო შეწონილი მნიშვნელობების ძლიერი ვარიაცია. ამ მდგენლისთვის ფაქტიობრივად, განაწილების მთელ პოლიგონზე ვერ იპოვიოთ მსგავს თვეებს. იმავეს ვერ ვიტყვიოთ X მდგენელზე. პროცესი სტაციონარულია და მისი ძირითადი სტატისტიკური მახასიათებლები სტაბილურია. ამ თვალსაზრისით ვღებულობთ, რომ X არის სტაციონარული, Y-ს გააჩნია საშუალოს გასწვრივ მაღალ მნიშვნელობათა კუმულაციის ნაზრდი თვისება, რაც შეიძლება მიუთითებდეს გარკვეული დროით პროცესის სტანდარტულ ნორმალურ განაწილებად ჩამოყალიბებაზე.

ლიტერატურა

1. Glatzmaier, Gary A.; Roberts, Пол X. (1995). «Трёхмерное самосогласованное компьютерное моделирование разворота геомагнитного поля». Природа. 377(6546): 203–209.
2. Ilya Loshchilov, Frank Hutter. Fixing Weight Decay Regularization in Adam. 2017. arXiv:1711.05101v2.
3. Diederik P. Kingma, Jimmy Ba. A Method for Stochastic Optimization. 22 Dec 2014 (v1), last revised 30 Jan 2017 (this version, v. 9).
4. Kratsios, Anastasis. Deep Arbitrage-Free Learning in a Generalized HJM Framework via Arbitrage Regularization Data". 2020.

THE STATISTICAL ANALYSIS OF THE 2020-2021 MINUTELY RECORD OF THE MAGNETIC FIELD COMPONENTS AT THE DUSHETI GEOMAGNETIC OBSERVATORY

Kiria T., Nikolaishvili M., Chkhaidze T., Mebaghishvili N.

Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Mikheil Nodia Institute of Geophysics, Tbilisi, Georgia

Abstract. *The paper considers the statistical parameters of the magnetic field components recorded minutely in 2020-2021 at the Dusheti Geomagnetic Observatory. Strong anomalous episodes were distinguished in the period of May-June 2020-2021 and different processes were observed in the components. The X coefficient was stationary in time and Z coefficient, on the contrary, was characterized with non-stationary nature since the values of the main statistical parameters were unstable. The test for normal distribution for all three coefficients gave us a negative answer. As the main components of the magnetic field, they periodically showed weak and strong anomalies. To some extent, these processes were characterized with alternating regularity.*

Key words: *Magnetic field components, statistical analysis*