

**დედამიწის სადამკვირვებლო სისტემის (EOშ) თანამგზავრული მონაცემების
გამოყენება ამინდის საპროგნოზო მოდელებში**

მარიკა ტატიშვილი, ირინე მკურნალიძე, ინგა სამხარაძე, ლაშა ჩინჩალაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი,
საქართველო marika.tatishvili@yahoo.com

დედამიწის ატმოსფერო წარმოადგენს გაზების ფენას, რომლებსაც გრავიტაცია აკეცებს დედამიწის გარშემო. ატმოსფერო იცავს სიცოცხლეს დედამიწაზე, მზის ულტრაიისფერო გამოსხივების აბსორბციით, რითაც ათბობს ზედაპირს სითბოს შეკავების მექანიზმით (სათბური ეფექტი) და თან დღისა და ღამის ტემპერატურების ექსტრემუმებს ამცირებს. საინტერესოა ატმოსფეროს უკიდურესი გარე ფენა- მაგნიტოსფერო, სადაც დამუხტული ნაწილაკების მოძრაობას აკონტროლებს მაგნიტური ველი, რადგან ურთიერთდაჯახების სიხშირე მცირეა. იონოსფერო რეაგირებს სხვადასხვა მოვლენებზე, როგორცაა ელჭექი, ვულკანური ამოფრქვევა, ტაიფუნი და სხვ. ელჭექებს მნიშვნელოვანი როლი აქვთ ენერჯის გადატანაში ატმოსფეროს დაბალი ფენებიდან იონოსფეროში და გლობალური ელექტრული წრედის შექმნაში. დედამიწის ზედაპირს უარყოფითი მოხტი აქვს, ხოლო ატმოსფეროს დადებითი. მთლიანად წრეზე ძლიერი გავლენა აქვს კოსმოსურ სხივებს, მაღალ-ენერგეტიკულ ტალღებს და დამუხტულ ნაწილაკებს, წარმოქმნილს მზის კორონალური ამოფრქვევებიდან [1].

1960 წლამდე ითვლებოდა, რომ დედამიწის მაგნიტური ველი მარტივ დიპოლს წარმოადგენდა. ჯერ კიდევ უცნობია რა წარმოქმნის მაგნიტურ ველს, გარდა იმ ფაქტისა, რომ დედამიწის ბირთვში შესაძლოა ცირკულირებდეს დენები, დაკავშირებული თხევად ბირთვთან. მას შემდეგ რაც დაფიქსირდა მზის ქარი, რომელსაც გადააქვს მზის მაგნიტური ველი, დედამიწის მაგნიტური ველი დაკავშირდა მზესთან. მზის ქარი წარმოქმნის წნევას ველზე და მზისკენ მიმართული მხარის გასწვრივ ხდება მისი ძალწირების წაგრძელება გრძელი შლეიფის სახით. ასეთ კონფიგურაციას მაგნიტოსფერო ეწოდება [2]. შლეიფის სიგრძე დაახლოებით 10 დედამიწის რადიუსის სიგრძისაა. მაგნიტოსფერო შეიცავს სხვადასხვა სიმკვრივის და ტემპერატურის პლაზმას, რომელიც მზის ქარისგან და იონოსფეროსგან წარმოიქმნება. მზის გაწეილ მაგნიტურ ველს პლანეტათაშორისო მაგნიტური ველი ეწოდება და დედამიწის მაგნიტურ ველთან ერთად ქმნის პოლარულ რეგიონებს დედამიწაზე. მზის და დედამიწის მაგნიტური ველების კავშირს მაგნიტური შეკავშირება ეწოდება და ხშირად ხდება. მზის ქარის ნაწილაკები მაგნიტოსფეროში შეღწევას ამ შეკავშირებით ახერხებენ და შემდეგ გადაადგილდებიან გეომაგნიტური ძლაწირების გასწვრივ. დადებითი იონები და ელექტრონები მიჰყვებიან ამ ძალწირებს და წარმოქმნიან ეგრეთ წოდებულ ველზე-სწორებულ დენს. მზის ქარი და მაგნიტოსფერო მოქმედებს როგორც გენერატორ და გარდაქმნის ნაწილაკების კინეტიკურ ენერჯიას ელექტრულში. ამ ელექტრული ველის ენერჯია აჭარბებს 10^{12} ვატს.

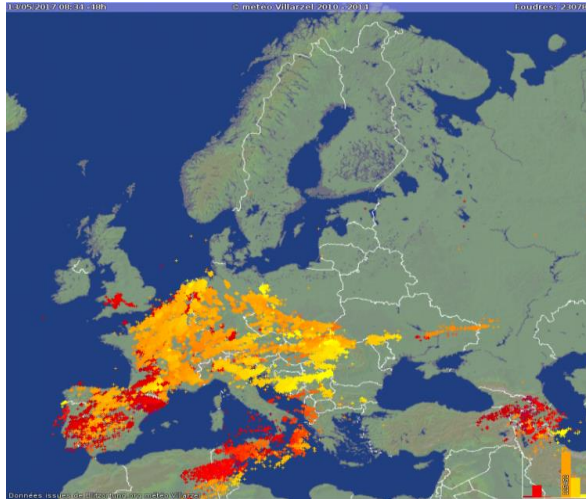
როდესაც დედამიწიდან 50000კმ სიმაღლეზე მზის ქარი ურთიერთქმედებს მაგნიტურ ველთან წარმოიქმნება 100000ვ. ელექტრომაგნიტური ძალა. შემდეგი სამი ტიპის მოვლენას წარმოქმნის ეფექტებს დედამიწაზე: აფეთქებები მზეზე, კორონალური ამოფრქვევები და დედამიწისკენ მიმართული ხვრელები მზეზე. ეს მოვლენები იწვევენ გეომაგნიტურ შტორმებს დედამიწაზე.

მას შემდეგ, რაც დაიწყო დედამიწის შესწავლა თანამგზავრული დაკვირვების მონაცემებით, NASA, NOAA და EUMETSAT პროგრამების ფარგლებში განხორციელდა თანამგზავრების გაშვება, აღჭურვილს სხვადასხვა ტიპის სენსორებით, აქტუალური გახდა იონოსფეროს ამინდის ამოცანა.

NASA -ს მაგნიტური ველის სადაკვირვებლო თანამგზავრები MMS, THEMIS და მზეზე დაკვირვების თანამგზავრები SOHO, SDO, SOLAR PROBE და სხვ. გაშვების შემდეგ განუწყვეტლივ გადმოსცემენ ინფორმაციას მზის პარამეტრების ცვალებადობაზე, კოსმოსური სხივების

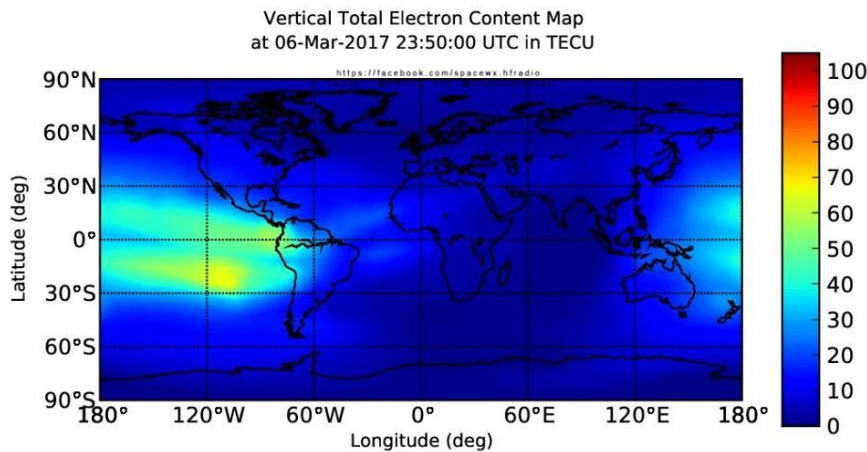
მახასიათებლებზე და დედამიწის მაგნიტური ველი შემფოთებებზე. მას შემდეგ რაც განხორციელდა ვან ალენის რადიაციული სარტყლების ზონდების გაშვება, დედამიწის გარშემო დაფიქსირდა მაღალი ენეგიების ელექტრონების რკალი, რომელიც რამოდენიმე საათში დაიშალა. მათ დიდი გავლენა იქონიეს დედამიწის ელექტრო-მაგნიტურ მახასიათებლებზე.

შემოჭრილი სხვადასხვა დამუხტული ნაწილაკები მოქმედებენ, როგორც ღრუბლის კონდენსაციის ბირთვები, ზრდიან ღრუბლის საფარს და მოსულ თხევად და მყარ ნალექს ლოკალურ რეგიონებში. ამასთან დამუხტული ნაწილაკები ამღიერებენ ელექტრულ ველს, რაც გამოიხატება ელჭექების ინტენსივობის გაზრდაში.



ნახ.1. დედამიწაზე ელჭექის განაწილების 2017წ.13 მაისის რუკა ევროპის ამინდის საპროგნოზო ცენტრის მიხედვით [3].

იონოსფეროს ამინდი პროგნოზისთვის ფართო გამოყენება ჰპოვა ახალმა ელექტრონების სრული შემცველობის (Total Electron Content) რუკებმა, რომლებსაც NASA გადმოსცემს ელექტრონების სრული შემცველობა არის მნიშვნელოვანი რაოდენობრივი პარამეტრიც. ეს არის თავისუფალი ელექტრონების სრული რაოდენობა ინტეგრირებულს $1m^2$ განიკვეთის ფართობის მქონე ცილინდრში, დაკვირვების ადგილიდან (თანამგზავრიდან) მიმდებამდე. ეს რუკები იონოსფეროს ამინდის მონიტორინგისა და იონოსფეროს შტორმების პროგნოზისთვის გამოიყენება.



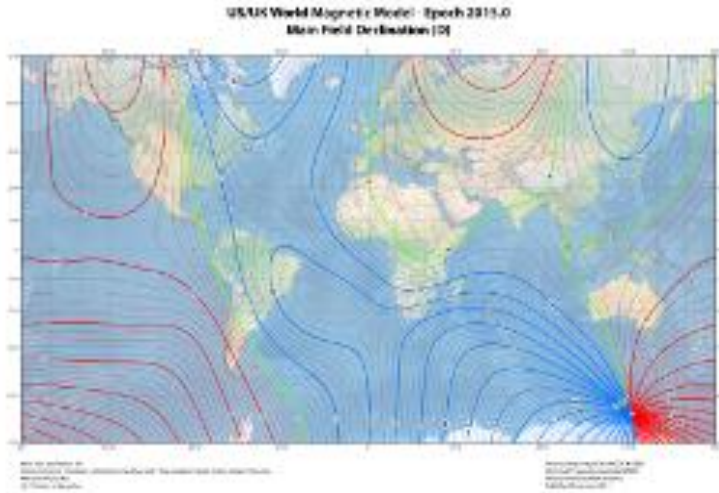
ნახ.2. ელექტრონების სრული შემცველობის (Total Electron Content) 2017წ. 6 მაისის რუკა [4]

გეომაგნიტური შტორმების დასახასიათებლად შემოტანილია გეომაგნიტური ინდექსები K,G. ცხრილში მოყვანილია ინდექსების და მეტეოროლოგიური სიდიდეების მნიშვნელობები შემფოთებული თარიღებისთვის.

ცხრილი 1. გეომაგნიტური ინდექსების და მეტეოროლოგიური სიდიდეების მნიშვნელობები შემფოთებული თარიღებისთვის.

დღე	საშ. ტემპერატურა T _{აშ.} (°C).	ქარის სიჩქარის მაქს.მნიშ. S _{მაქს.} (მ/წმ)	ნალექები მმ.	გეომაგნიტური ინდექსი
23.03.16	8	12	-	K<4
24.03.16	12	9	-	K<4
25.03.16	12.8	14	თქეში წვიმა. Cumulusnimbus.	K>4
10.04.16	13	5	18 თქეში წვიმა. Cumulusnimbus	G1
11.04.16	15	9	21 თქეში წვიმა. Cumulusnimbus	G1
12.04.16	15	4	თქეში წვიმა. Cumulusnimbus.	G1
13.04.16	16	12	-	G1
14.04.16	16	11	-	G1
26.04.16	20	13	2 წვიმა, ელჭექით. Cumulusnimbus	G1 (Minor) storm.
27.04.16	18	12	1	G1 (Minor) storm.
28.04.16	15.5	8	4 წვიმა, ელჭექით. Cumulusnimbus	G1 (Minor) storm.
29.04.16	14.7	11	20 წვიმა, ელჭექით. Cumulusnimbus	G1 (Minor) storm.
30.04.16	15.3	12	-	G1 (Minor) storm.
06.05.16	16	12	2	K<4
07.05.16	14	12	14 წვიმა, ელჭექით	K<4
08.05.16	16	14	-	K>4
09.05.16	17	8	-	K>4
19.05.16	17.8	14	7 წვიმა, ელჭექით	
20.05.16	18.2	16	-	G1 (Minor) storm
21.05.16	18.2	8	-	G1 (Minor) storm
03.06.16	22	10	1 ხანმოკლე წვიმა-ელჭექი	K<4
04.06.16	20.3	7	-	K<4
05.06.16	19.4	12	16 ძლიერი წვიმა, ელჭექით. Cumulusnimbus	K>4

დედამიწის მაგნიტური ერთ-ერთი მოქმედი მოდელი (World Magnetic Model) რომელიც შეიქმნა აშშ. ტავდაცვის სამინისტროს, დიდი ბრიტანეთის თავდაცვის სამინისტროს, ნატოს და საერლაშორისო ჰიდროგრაფიული ორგანიზაციის მიერ გამოიყენება ველის მონიტორინგის, ინტენსივობის ცვლილების და მეცნიერული მიზნებისათვის. მიმდინარე მოქმედი მოდელი შეწყვეტს ფუნქციონირებას 2020წ [5,6].



ნახ.3. ველის გადახრა (D). მაგნიტური ველის სტანდარტული მოდელით (World Magnetic Model 2015) წითელი კონტური დადებითი; ლურჯი- უარყოფითი; მწვანე-0. მერკატორის პროექცია.

მზე-დედამიწის გარემოს მოდელირება საკმაოდ რთული ამოცანაა, რადგან სტანდარტული თერმო-ჰიდროდინამიკის გარდა დამატებით შემოდის მაქსველის ელექტრომაგნეტიზმის განტოლებები ეგრეთ წოდებული მაგნეტოჰიდროდინამიკა, რომლის განტოლებებიც სადღეისოდ ანალიზურად სრულად ვერ იხსნება. არსებობს რიცხვითი ამოხსნები, რომლებიც არაკორექტულ შედეგს იძლევა და უკეთეს შემთხვევაში მიახლოებებია. ცხადი ხდება, რომ ფიზიკური პროცესები სრულად კარგად არ არის გააზრებული და საჭიროებს განვითარებას

ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Electrodynamical Coupling of Earth's Atmosphere and Ionosphere: An Overview A. K. Singh,1 Devendraa Siingh,2 R. P. Singh,3 and SandhyaMishra1Hindawi Publishing Corporation International Journal of Geophysics Volume 2011
2. SOLAR PHYSICS AND TERRESTRIAL EFFECTS. Space Environment Center. 2012
3. Lightingmaps.org. Blitzortung.org
4. <http://SunSpotWatch.com>
5. *The World Magnetic Model.* Chulliat, A., S. Macmillan, P. Alken, C. Beggan, M. Nair, B. Hamilton, A. Woods, V. Ridley, S. Maus and A. Thomson, 2015,
6. *The US/UK World Magnetic Model for 2015-2020: Technical Report, National Geophysical Data Center, NOAA National Centers for Environmental Information. NOAA. 2017*

შპს 551.576

დედამიწის სადამკვირვებლო სისტემის (EOS) თანამგზავრული მონაცემების გამოყენება ამინდის საპროგნოზო მოდელებში. /მ. ტატიშვილი, ი. მკურნალიძე, ი. სამხარაძე, ლ. ჩინჩალაძე/სტუ-ს ჰმის სამეცნ. რეფ. შრ. კრებ. - 2017. - ტ.124. - გვ.92-96. - ქართ.; რეზ.: ქართ., ინგლ., რუს.NASA -ს მაგნიტური ველის სადამკვირვებლო თანამგზავრები MMS, THEMIS და მზეზე დაკვირვების თანამგზავრები SOHO, SDO, SOLAR PROBE და სხვ. გაშვების შემდეგ განუწყვეტილად გადმოსცემენ ინ-

ფორმაციას მზის პარამეტრების ცვალებადობაზე, კოსმოსური სხივების მახასიათებლებზე და დედამიწის მაგნიტური ველის შეშფოთებებზე. გეომაგნიტური ინდექსები მნიშვნელოვანი პარამეტრია ამინდის საპროგნოზო მეთოდებში. მათ სიმძლავრეზეა დამოკიდებული გლობალური ცირკულაციური პროცესების განვითარება და ლოკალური ამინდის ჩამოყალიბება. დედამიწის მაგნიტოსფეროს მოდელის (WMM) საშუალებით ხდება მოსალოდნელი ველის მონიტორინგი და გეომაგნიტური შტორმების პროგნოზირება. მოსალოდნელი ველის მონიტორინგი და გეომაგნიტური შტორმების პროგნოზირება. რუს.

UDC 551.576

Use of EOS satellite data in weather forecasting modeling./M.Tatishvili, I.Mkurnalidze, I.Samkharadze, L.Chinchaladze/ Transactions of the Institute of Hydrometeorology of the Georgian Technical University. 2017, vol.124, pp.92-96. Georg., Summ: Georg., Eng., Rus.

NASA magnetic field observation satellites MMS, THEMIS and Solar Observing Satellites SOHO, SDO, SOLAR PROBE after launch transmit information permanently on Solar parameters variation, cosmic ray flux characteristics and Earth magnetic field disturbances. Geomagnetic indexes are an important parameter in weather forecasting methods. Evaluation of global circulation processes and local weather pattern formation are greatly depended on their capacity. The Earth's Magnetosphere model is continuously observing magnetic field and predicts expected geomagnetic storms, which is important for the formation of weather on Earth.

УДК 551.576

Использование спутниковых данных EOS в моделировании прогнозов погоды./М. Татишвили, И.Мкурналидзе, И.Самхарадзе, Л.Чинчаладзе/Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического университета.2017.вып.124,с.92-96.Груз.Рез:Груз.,Англ.,Рус.

Спутники наблюдения NASA за магнитным полем MMS, THEMIS и спутники наблюдения Солнца SOHO, SDO, SOLAR PROBE после запуска постоянно передают информацию о изменениях параметров Солнца, характеристиках потока космических лучей и электромагнитных помехах магнитных полей. Геомагнитные индексы являются важным параметром при прогнозировании погоды. Оценка глобальных циркуляционных процессов и формирование локальной погоды в значительной степени зависит от их мощности. Модель магнитосферы Земли постоянно наблюдает за магнитным полем и предсказывает ожидаемые геомагнитные бури, что важно для формирования погоды на Земле.