

doi.org/10.36073/1512-0902-2025-136-68-72

უდკ: 551.583

შუმანის რეზონანსი და კატასტროფული მოვლენები დედამიწაზე

ირინე მკურნალიძე, ნაილი კაპანაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

i.mkurnalidze@gmail.com

რეზიუმე. ნაშრომში წარმოდგენილია უნიკალური ფენომენის კვლევის მიმოხილვა, რომელსაც მისი აღმოჩენის, შუმანის რეზონანსის სახელი ჰქვია. მოცემულია თავად ფენომენის აღწერა, მისი ფიზიკური და მათემატიკური საფუძვლები. წარმოდგენილია ამ ფენომენის მრავალი მიმართულებით გამოყენების პერსპექტივები. მოყვანილია კონკრეტული მაგალითები, შუმანის ტალღების გამოყენების შესახებ სხვადასხვა კატასტროფული ფენომენის გამოკვლევისას, როგორცაა ელჩქეი, ვულკანები, მიწისძვრები, გლობალური კლიმატის ცვლილება და ა.შ. ასევე აღმოჩენილია შუმანის ვიბრაციების გავლენა ცოცხალ ორგანიზმებზე, თავად ადამიანზე და საერთოდ, საზოგადოებაზე.

საკვანძო სიტყვები: შუმანის რეზონანსი, ტალღა, სიხშირე, კატასტროფული მოვლენა

შესავალი. თეორიული კვლევები ე.წ. შუმანის რეზონანსის, როგორც ბუნებრივი გლობალური ელექტრომაგნიტური რეზონანსის შესახებ, გრძელდება ას წელზე მეტი ხნის განმავლობაში.

ბოლო პერიოდში ელექტრომაგნიტური დეტექტირების ტექნოლოგიების განვითარებისა და ციფრული დამუშავების შესაძლებლობების გაუმჯობესებამ თეორიულად და ექსპერიმენტულად აღმოაჩინა ამ ფენომენის ბევრი, მანამდე უცნობი თვისება.

დადასტურდა კავშირი შუმანის რეზონანსსა და ბუნებრივ მოვლენებს შორის, როგორცაა ელჩქეი, მიწისძვრა, ვულკანი და დედამიწის კლიმატი. კვლევები ამ მიმართულებით აქტუალური და პერსპექტიულია. მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყანაში შექმნილია სამეცნიერო ცენტრები შუმანის რეზონანსის შესასწავლად. საინტერესოა, რას წარმოადგენს ეს უნიკალური მოვლენა.

ძირითადი ნაწილი. „დედამიწა-იონოსფეროს“ ღრუ შედგება დიდი გამტარობის მქონე დედამიწის ზედაპირიდან გამტარ, მაგრამ დისიპაციურ იონოსფეროდან იზოლირებად ჰაერის ფენისაგან. ამ ღრუში წარმოიქმნება კვაზიელექტრომაგნიტური მდგარი ტალღები, რომელთა სიხშირეები შეედრება პლანეტათაშორის ტალღებს [1,2]. ატმოსფეროს დაბალ ფენებში გამტარობა დამოკიდებულია სხვადასხვა ფაქტორებზე: კოსმოსურ სხივებზე და ელემენტარული ნაწილაკების ურთიერთობაზე. საერთოდ გამტარობა იცვლება ექსპონენციალური კანონით სიმაღლის მიმართ და მისი კუთრი მნიშვნელობა დამოკიდებულია [3] ადგილობრივ დროზე და სიმაღლეზე. ანუ ატმოსფეროს დაბალი ფენებისათვის მთავარ ფაქტორს წარმოადგენს ელექტრონების ურთიერთქმედება, იონოსფეროში კი მთავარ ფაქტორს წარმოადგენს თბოგამტარობა [6]. ზოგი ძლიერი ელექტროპროცესები, ისეთი როგორც ელჩქეური განმუხტვა და ელექტრომაგნიტური გამოსხივება, აღწევს დედამიწა-იონოსფეროს ღრუს. გამოითქვა ჰიპოთეზა დედამიწის ბუნებრივი ელექტრომაგნიტური რეზონანსის არსებობაზე. 1952 წელს ოტო შუმანმა გამოიყვანა „დედამიწის-იონოსფეროს“ ღრუს დამახასიათებელი სიხშირეები და აჩვენა, რომ შუმანის რეზონანსი ვრცელდება ვიწრო დიელექტრიკულ დედამიწის და იონოსფეროს საზღვრებში და ეს საზღვრები ბევრად ნაკლებია დედამიწის რადიუსზე. ზოგადად, შუმანის თეორია შედგება სამი ნაწილისგან:

1. ელექტრომაგნიტური ტალღების გავრცელების სფერო;
2. სისტემა „დედამიწა-ჰაერი-იონოსფერი“ როგორც ტალღამტარი;
3. ელჩქეური განმუხტვა როგორც რეზონანსის აღგზნების წყარო.

მოვლენას მიენიჭა შუმანის სახელი. ზოგადად, შუმანის რეზონანსი შეიძლება ასე წარმოვიდგინოთ: ელექტრომაგნიტური ტალღა, რომელიც წარმოიქმნა ელჩქეური განმუხტვის შედეგად, ვრცელდება თანაბრად ყველა მიმართულებით დედამიწის სფეროში. მოპირდაპირე წერტილში, ერთი და იგივე მანძილის გავლისას ყველა მხრიდან, ხვდება თავის მსგავს ტალღას და აგრძელებს მოძრაობას აღნიშნულ ტალღაზე გადავლით. ამრიგად, საპირისპირო წერტილში ხდება ტალღის რევერსი მისი თავდაპირველი გზის მიმართ. ეს ჰგავს არეკვლას უსასრულოდ ამრეკვლად სარკიდან (არსებობს აზრი, რომ ეს სარკე დედამიწის ცენტრია). პირველ ტალღას უწოდებენ პირდაპირს, მეორეს კი შებრუნებულს. თუ წყარო აგრძელებს ელექტრომაგნიტური რხევების გამოსხივებას, ტალღა სრული ბრუნვის შესრულებისათვის

წარმოქმნის ისეთ სიტუაციას, როცა ნებისმიერ წერტილში დედამიწის და იონოსფეროს შორის ჩნდება ორი კოჰერენტული ტალღა. ისინი მოძრაობენ საპირისპირო მიმართულებით იმ რკალის გასწვრივ, რომელიც აერთიანებს წყაროს გეოგრაფიულ ანტიპოდთან. თუ მათი ბრუნვების რიცხვი მთელია, დედამიწა-იონოსფეროს შორის წარმოიქმნება მდგარი ტალღა, რომელმაც შეიძლება დიდხანს იარსებოს. ტალღა ვრცელდება სინათლის სიჩქარით $c=300000\text{კმ/წმ}$ და დედამიწის რადიუსი $L=40000\text{კმ}$, ვიღებთ რხევების სიხშირეებს:

$$f_n = \frac{cn}{L} \approx 7.5n \text{ (ჰც)}$$

პირველი ჰარმონიკისთვის ფორმულა იძლევა სიხშირეების ასეთ მიმდევრობას:

$$7,5 - 15,0 - 22,5 - 30,5 - 37,5 \text{ (ჰც)}$$

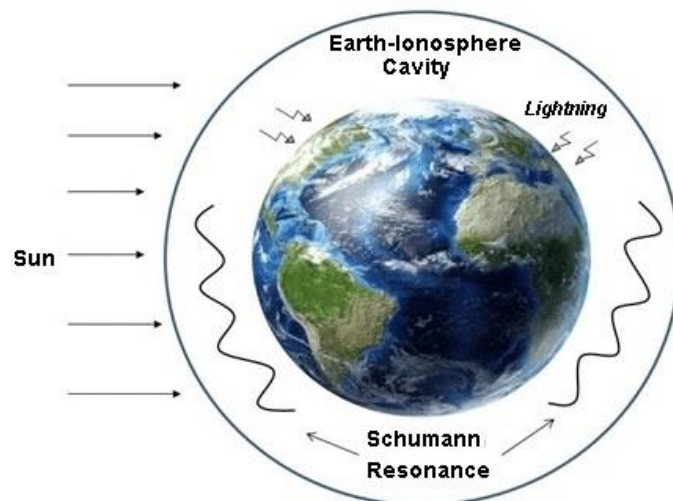
შუამანმა თავის ნაშრომში გააანალიზა რხევები, რომელიც ჩნდება სფერულ რეზონატორში (დედამიწა-იონოსფერო). ამ დროს ითვალისწინებდა, რომ დედამიწის ზედაპირს გააჩნია მუდმივი გამტარობა დაახლოებით $\sigma=10^{-3}\text{სიმ/მ}$, იონოსფეროს გამტარობა კი 70-90 კმ სიმაღლეზე იცვლება $\sigma=10^{-5}-10^{-3}\text{სიმ/მ}$. ამის გამო ელექტრომაგნიტური ტალღის საშუალო სიჩქარე $V(\sigma)$ დაახლოებით 20%-ით ნაკლებია, ვიდრე მუდმივ მყოფ გამტარობის სფეროსგან არეკვლისას. შუამანმა n-ჰარმონიკის სიხშირისათვის მიიღო:

$$f_n = \frac{V(\sigma)}{L} \sqrt{n(n+1)} + 6.0 \sqrt{n(n+1)} \text{ (ჰც)}$$

რაც პირველი ხუთი ჰარმონიკისათვის იძლევა:

$$8,5 - 14,7 - 20,8 - 26,8 - 32,9 \text{ (ჰც)}$$

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, „დედამიწა-იონოსფერო“ ღრუში ელექტრომაგნიტური ტალღების წყაროა ელჭექური განმუხტვები, რომლებიც გამოსხივებს ენერგიას, რომლის სიხშირე 100 კჰც არ აღემატება. ჩნდება დიდი დიაპაზონის სიხშირეების რხევები. ამით აიხსნება ზედაბალ სიხშირიანი მდგარი რხევების არსებობა, რომლებიც ფაქტიურად არ ქრებიან და გააჩნიათ მუდმივი სიხშირე [4].



ნახ.1. შუამანის რეზონანსი. ზედაბალი ელექტრომაგნიტური რხევები, რომლებიც წარმოიქმნებიან რეზონანსურ ღრუში დედამიწის ზედაპირსა და იონოსფეროს შორის.

გლობალური ელექტრომაგნიტური შუამანის რეზონანსი შესაძლოა გამოყენებულ იქნას კატასტროფული მოვლენების დისტანციური ზონდირებისათვის, რადგანაც ცალსახად განსაზღვრავს ელჭექური ზონის კომპაქტურ ადგილმდგომარეობას. მეცნიერების მოსაზრებით, ასეთი ზონების გაჩენა შეიძლება მიგვითითებდეს კატასტროფულ მოვლენაზე. მეცნიერების ჯგუფმა [5] გამოიკვლია, თუ როგორ შეიძლება

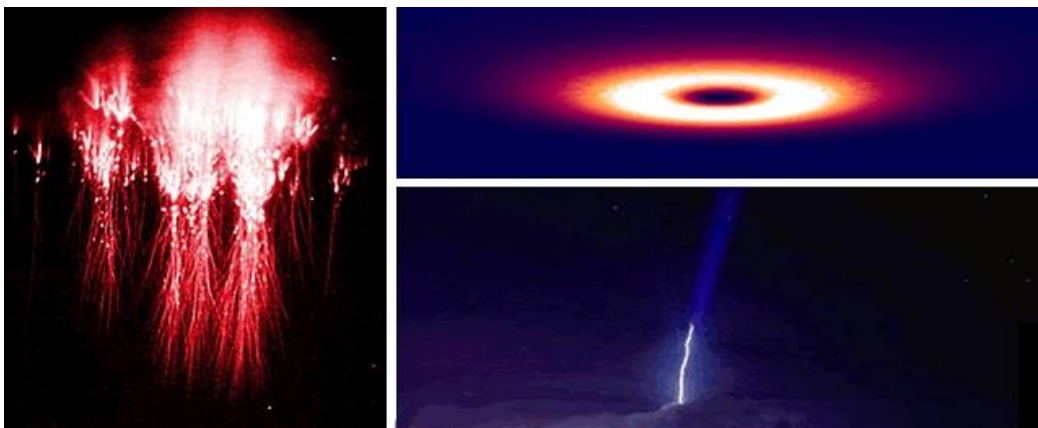
შუმანის რეზონანსის გამოყენება ვულკანის წარმოშობის დისტანციური მონიტორინგისათვის. შესწავლილ იქნა პოლინეზიაში ვულკანი ტონგო, რომლის ამოფრქვევა მოხდა 2022 წ. ამოფრქვევის დროს გაჩნდა უძლიერესი ელქეჩი (2600 ელვა წუთში). ვექტორ პოტინგის გამოყენებით გაანალიზეს შუმანის რეზონანსის ზოლში ელექტრომაგნიტური გამოსხივება. აღმოჩნდა, რომ ტალღა რომელიც დაფიქსირდა ვულკანის ამოფრქვევის ძირითადი ფაზის დროს, მოდიოდა კომპაქტური არიდან, სადაც ყველაზე მეტად ურტყამდა ელვები.



ნახ.2. ტონგოში მომხდარი ვულკანის ამოფრქვევა. 2022 წ.

ცნობილია, რომ ელქეჩი დამოკიდებულია ტემპერატურაზე. რაც მეტია ტემპერატურა დედამიწის ზედაპირზე, მით უფრო ძლიერია კონვექცია და შესაბამისად ღრუბლების ელექტრიზაცია. შედეგად იზრდება ელექტრომაგნიტური რეზონანსის გამოსხივების ენერგია. პრაქტიკულად გლობალური შუმანის რეზონანსის ფიქსირებული პარამეტრები გავლენას ახდენენ პლანეტის ნებისმიერ მოვლენაზე. [6] მაგალითად, მიწისძვრებზე, რომლებიც ზემოქმედებენ დედამიწის და ქვედა იონოსფეროს შორის მყოფ ატმოსფეროს თხელ ფენაზე. ზუსტად ამ კონტექსტში განიხილავენ ელქექს, ბუნებრივი ელექტრომაგნიტური გამოსხივების წყაროდ.

რეზონანსის გამოყენების კვლევის ერთ-ერთ მიმართულებას წარმოადგენს იონოსფეროს ელქექური ფენომენები: სპაიტები, ჯეტები, ელვები და სხვა, რომლებიც გამოწვეულია ვერტიკალურად ზევით მიმართული ზემოქმედებით.



ნახ.3. სპრაიტი (მარცხნივ), ელფი (მარჯვნივ ზედა) და ჯეტი (მარჯვნივ ქვედა)

ამ მოვლენის ამოხსნის მექანიზმი, შუმანის რეზონანსის თვალსაზრისით, ყველაზე ფორმირებადი და პროდუქტიულია. რეალურ დროში ფიქსირდება ელქექური განმუხტვები, რომლებიც იწვევენ

ზემოხსენებულ ეფექტებს, გამოითვლება მათი ელექტროპარამეტრები – დენები, მუხტის გადატანის სიდიდეები. შემდგომ ეს მონაცემები „მიემბება“ ვიდეორეგისტრაციის მონაცემებს, რომლითაც დგინდება თანაფარდობა ზემოთაღნიშნულ განმუხტვებსა და მათი ინდივიდუალური ფენომენების გაჩენის პირობებსა და მათ პარამეტრებს შორის. აღსანიშნავია, რომ ამ ბოლო დროს დიდ ინტერესს იწვევს ეს საოცარი მოვლენები.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ შუმანის რეზონანსის რხევებს აქვთ განსაზღვრული სიხშირეები – 7,83 ჰც-დან რამოდენიმე ათეულამდე. სიხშირე 7,83 ჰც ითვლება შუმანის რეზონანსის მთავარ სიხშირედ. ამ სიხშირის რხევები მსგავსია იმ სიხშირეების, რომლებიც ახასიათებს ცოცხალ არსებებს [7] და ადამიანსაც. რეზონანსი გავლენას ახდენს ტვინის აქტივობაზე, ნერვული სისტემის მდგომარეობაზე, გულის რითმზე.

ამრიგად, შუმანის რეზონანსი წარმოადგენს დედამიწის რითმს, რომელიც სინქრონიზებულია ცოცხალი არსებების ბიორითმებთან. ამის გარდა, შუმანის რეზონანსს იკვლევენ ადამიანთა საზოგადოების სხვადასხვა პროცესების წინასწარმეტყველებისათვის. მეცნიერები ვარაუდობენ, რომ ამ სიხშირეების ცვლილება შესაძლოა აღმოჩნდეს როგორც სოციალური აქტივობის, მასობრივი ცნობიერების ცვლილებების ინდიკატორი. მას დაარქვეს „ნოოსფეროს“ პულსი. ეს ხსნის ახალ შესაძლებლობებს კოლექტიური, ბიოლოგიური და ფსიქოლოგიური პროცესების შესასწავლად.

შუმანის ტალღების კვლევები რიგ სიძნელეებთან არის დაკავშირებული, რადგან მათი რეგისტრაციისათვის საჭიროა სპეციალური მაღალმგრძნობიარე აპარატურა და გარემოს მდგომარეობის განსაკუთრებული პირობები. მიმდებარე მახლობლად სულ მცირე მოძრაობამაც კი შეიძლება გარკვეული გავლენა იქონიოს კვლევის შედეგებზე. განსაკუთრებული დაინტერესებაა შუმანის რეზონანსის მიმართ გაიზარდა თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენასთან ერთად. თანამგზავრმა C/NOFS 2011 წელს დააფიქსირა შუმანის ტალღები 850 კმ სიმაღლეზე. მანამდე ითვლებოდა, რომ ტალღები არ აღემატებოდა 100 კმ სიმაღლეს [4].

დასკვნა. ამ სტატიიდან გამომდინარე, შეიძლება დავასკვნათ, რომ შუმანის რეზონანსი არის უნიკალური გლობალური ელექტრომაგნიტური მოვლენა, რომელსაც გააჩნია მნიშვნელოვანი კავშირი სხვადასხვა კატასტროფულ მოვლენასთან დედამიწაზე. კვლევებმა აჩვენა, რომ შუმანის ტალღების სიხშირე და ინტენსივობა იცვლება ისეთი მოვლენების დროს, როგორიცაა ელჩქეი, ვულკანის ამოფრქვევები და შესაძლოა, მიწისძვრები და გლობალური კლიმატის ცვლილებებიც კი. ეს ფაქტი იძლევა პერსპექტივას, რომ შუმანის რეზონანსი გამოყენებულ იქნას დისტანციური მონიტორინგისა და ამ მოვლენების შესასწავლად. გარდა ამისა, სტატიაში ხაზგასმულია შუმანის რეზონანსის კავშირი ცოცხალ ორგანიზმებთან, მათ შორის ადამიანთა ბიოლოგიურ და ფსიქოლოგიურ პროცესებზე. მისი სიხშირეები ახლოსაა ადამიანის ტვინის სიხშირეებთან და შესაძლოა გავლენას ახდენდეს ბიოლოგიურ და ფსიქოლოგიურ პროცესებზე.

მიუხედავად იმისა, რომ შუმანის ტალღების შესწავლა გარკვეულ ტექნიკურ სირთულეებთანაა დაკავშირებული, თანამედროვე ტექნოლოგიების განვითარებამ ახალი შესაძლებლობები გახსნა ამ უნიკალური ფენომენის სიღრმისეული კვლევისთვის, როგორც დედამიწის კატასტროფული მოვლენების პროგნოზირებისა და შესწავლის, ასევე ცოცხალ ორგანიზმებზე მისი ზემოქმედების კუთხით. ამ მიმართულებით კვლევები კვლავ აქტუალური და პერსპექტიულია.

ლიტერატურა - References - Литература

1. Recent Advances and Challenges in Schumann Resonance Observations and Research
Jimlai Liu, Jiaming Huang, Zhang li, Zhengyu Zhao, Zhima Zeren, Xuhui Shen, Qiao Wang. 2023 15(14) 3557
<https://doi.org/10.3390/rs15143557>
2. Nikolenko A.P., Hoyokowo M. Resonances in the Earth–Ionosphere Cavity: Kluwer Academic Publishers: London, Journal of Earthquake Research, vol. 13, No2, May27, 2024
3. Bennett J, Harrison R.G. Surface measurement system for atmospheric vertical conductivity current density with bias current density correction. J. Atmos. Sol-Terr. Phys., 2008, 20, 1373- 1377
4. Wikipedia Resonance Schumann
Nikolenko A.P., Shvets A.V., Goluk Yu, P. Schekotov A.Yu., Hoyokowo M., Mezentssev A. Romero R, De Rosa R, Kudintseva L.G.
5. Power flux in the Schumann resonance band linked to the eruption of Tonga Vokano on jou 15, 2022, Journal of Atmospheric and Solar- Terrestrial Physics, vol. 247, june 2023, 106078
6. Jugone//Schumann Resonance: Facts and fantasies/Cristian Schpegel, Martin Fullekrug, jul. 30, 2016
7. Is The Earths “heartbeat” of 7.83 Hz influencing human behavior.

UDC: 551.583

Schumann resonance and catastrophic events on Earth. /Irine Mkurnalidze , Naili Kapanadze/. Transactions IHM, GTU. -2025. -vol.136. -pp.68-72. - Georg.,Summ. Georg., Eng. Rus.

The paper presents an introductory review of the research of a unique phenomenon, which is named after its discoverer, the Schumann Resonance. A description of the phenomenon itself, physical and mathematical foundations are given. Prospects for the application of this phenomenon in many areas are presented. Specific examples are given: the use of Schumann waves in probing various catastrophic phenomena, such as thunderstorms, volcanoes, earthquakes, global climate change, etc. The influence of Schumann vibrations on living organisms, man himself and on the entire human society is also discovered.

УДК: 551.583

Резонанс Шумана и катастрофические события на Земле. /Мкурналидзе И.П., Капанадзе Н. И./ Сб. Трудов ИГМ ГТУ. - 2025. – том 136. - с.68-72. - Груз.; Рез: Груз., Англ., Рус.

В работе представлен ознакомительный обзор исследований уникального явления, которое названо в честь его открывателя, Резонансом Шумана. Дано описание самого явления, физические и математические основы. Представлены перспективы применения этого явления во многих направлениях. Приведены конкретные примеры: использования волн Шумана при зондировании различных катастрофических явлений, таких как грозы, вулканы, землетрясения, глобальное изменение климата и т.д. Так же обнаружено влияние вибраций Шумана на живые организмы, самого человека и на все человеческое общество.