



Kraków, 14 czerwca 2023

Intrygująca korelacja między trzęsieniami ziemi a promieniowaniem kosmicznym

Między globalną aktywnością sejsmiczną a zmianami natężenia promieniowania kosmicznego rejestrowanego przy powierzchni naszej planety istnieje wyraźna statystyczna korelacja, potencjalnie mogąca pomóc w przewidywaniu trzęsień ziemi. Co zaskakujące, wykazuje ona cykliczności umykające jednoznacznej fizycznej interpretacji.

Silne trzęsienia ziemi zazwyczaj skutkują wieloma ofiarami wśród ludzi i ogromnymi stratami materialnymi. Skalę tragedii można byłoby znacząco zredukować, gdybyśmy dysponowali możliwością przewidywania czasu i miejsca wystąpienia kataklizmu. W ramach projektu CREDO, zainicjowanego w 2016 roku przez Instytut Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii Nauk (IFJ PAN) w Krakowie, podjęto próbę zweryfikowania znanej wcześniej hipotezy, mówiącej o potencjalnej możliwości przewidywania trzęsień ziemi za pomocą obserwacji zmian w... promieniowaniu kosmicznym. Analizy statystyczne wykazały, że zależność między obu zjawiskami rzeczywiście istnieje, przejawia jednak cechy, których nikt się nie spodziewał.

Międzynarodowy projekt CREDO (Cosmic Ray Extremely Distributed Observatory) to otwarte dla wszystkich wirtualne obserwatorium promieniowania kosmicznego, zajmujące się gromadzeniem i przetwarzaniem danych pochodzących nie tylko z wyrafinowanych detektorów naukowych, ale także rejestrowanych za pomocą dużej liczby mniejszych detektorów, wśród których prym wiodą matryce CMOS w smartfonach (aby przekształcić smartfon w detektor promieniowania kosmicznego wystarczy zainstalować bezpłatną aplikację CREDO Detector). Do głównych zadań CREDO należy monitorowanie globalnych zmian w strumieniu wtórnego promieniowania kosmicznego docierającego do powierzchni naszej planety. Promieniowanie to powstaje w ziemskiej stratosferze najintensywniej w obrębie tak zwanego maksimum Regenera-Pfotzera, gdzie cząstki pierwotnego promieniowania kosmicznego zderzają się z molekułami gazów naszej atmosfery i inicjują kaskady cząstek wtórnych.

„Na pierwszy rzut oka pomysł o istnieniu powiązania między trzęsieniami ziemi a promieniowaniem kosmicznym, w pierwotnej postaci docierającym do nas głównie ze strony Słońca oraz z głębi Wszechświata, może się wydawać dziwny. Jego podstawy fizyczne są jednak w pełni racjonalne”, podkreśla dr hab. Piotr Homola (IFJ PAN i AstroCeNT CAMK PAN), koordynator CREDO i pierwszy autor artykułu opisującego odkrycie na łamach czasopisma naukowego „*Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*”.

Główna idea polega tu na spostrzeżeniu, że w ciekłym jądrze naszej planety płyną prądy wirowe, odpowiedzialne za generowanie ziemskiego pola magnetycznego. Pole to odchyła torę naładowanych cząstek pierwotnego promieniowania kosmicznego. Gdyby więc duże trzęsienia ziemi wiązały się z zaburzeniami przepływów materii napędzających ziemskie dynamo, to zaburzenia te zmieniałyby pole magnetyczne, co z kolei wpływałoby na torę cząstek pierwotnego promieniowania kosmicznego w sposób zależny od dynamiki zaburzeń we wnętrzu naszej planety. W rezultacie detektory naziemne powinny zauważyć pewne zmiany w liczbach rejestrowanych cząstek wtórnego promieniowania kosmicznego.

Fizycy z CREDO poddali analizie dane o natężeniu promieniowania kosmicznego z dwóch stacji projektu Neutron Monitor Database (zebrane w ostatnim półwieczu) oraz Pierre Auger Observatory (gromadzone od 2005 roku). O wyborze obserwatoriów zdecydował fakt, że są one rozmieszczone po obu stronach równika i posługują się różnymi technikami detekcyjnymi. W analizach uwzględniono zmiany aktywności słonecznej, opisane w bazie prowadzonej przez Solar Influences Data Analysis Center. Kluczowe informacje o ziemskiej aktywności sejsmicznej pochodziły z kolei z amerykańskiego programu U.S. Geological Survey.

Analizy zrealizowano z użyciem kilku technik statystycznych. W każdym przypadku dla badanego okresu pojawiła się wyraźna korelacja między zmianami natężenia wtórnego promieniowania kosmicznego a sumaryczną magnitudą wszystkich trzęsień ziemi o magnitudach 4 bądź wyższych. Co istotne, korelacja ta staje się widoczna dopiero wtedy, gdy dane dotyczące promieniowania kosmicznego zostaną przesunięte o 15 dni do przodu względem danych sejsmicznych. To dobra wiadomość, ponieważ sugeruje możliwość wykrywania z dużym wyprzedzeniem nadchodzących trzęsień ziemi.

Niestety, z przeprowadzonych analiz nie wynika, czy będzie można wskazać miejsce wystąpienia kataklizmu. Korelacje między zmianami natężenia promieniowania kosmicznego a trzęsieniami ziemi nie są bowiem widoczne w analizach dotyczących konkretnych lokalizacji. Pojawiają się one dopiero wtedy, gdy aktywność sejsmiczną uwzględnia się w skali globu. Fakt ten może oznaczać, że w zmianach natężenia promieniowania kosmicznego widać zjawisko, któremu nasza planeta ulega jako całość.

„W świecie nauki przyjmuje się, że o odkryciu można mówić wtedy, gdy poziom statystycznej ufności potwierdzających je danych sięga pięciu sigma, czyli odchyłeń standardowych. My dla zaobserwowanej korelacji otrzymaliśmy więcej niż sześć sigma, co oznacza szansę mniejszą niż jedna na miliard, że korelacja jest dziełem przypadku. Mamy zatem bardzo dobre podstawy statystyczne by twierdzić, że odkryliśmy rzeczywiście istniejące zjawisko. Pytanie tylko, czy na pewno takie, którego się spodziewaliśmy?”, zastanawia się dr Homola.

Okazuje się bowiem, że globalny charakter zaobserwowanego zjawiska oraz 15-dniowe wyprzedzenie aktywności sejsmicznej, widoczne w promieniowaniu kosmicznym, to niejedyne intrygujące zagadki związane z odkryciem. Sporym zaskoczeniem jest wielkoskalowa cykliczność korelacji – zjawisko, którego nikt się nie spodziewał. Z analiz wynika bowiem, że maksimum korelacji pojawia się co 10-11 lat, czyli w cyklu zbliżonym do cyklu aktywności słonecznej. Jednak wcale nie pokrywa się ono z maksimum aktywności naszej gwiazdy!

Co więcej, zarówno w danych o promieniowaniu kosmicznym, jak i w danych sejsmicznych występują inne wspólne periodyczności o nieznanym naturze. Przykładem mogą być okresowe zmiany aktywności sejsmicznej oraz natężenia wtórnego promieniowania kosmicznego w cyklu odpowiadającym ziemskiej dobie gwiazdowej (równiej 24 godzinom bez ~236 sekund). Czyżby więc korelacje kosmiczno-sejsmiczne były wywoływane przez jakiś czynnik docierający do nas spoza Układu Słonecznego, zdolny jednocześnie wywoływać efekty radiacyjne i sejsmiczne? Tylko jakie konwencjonalne zjawisko fizyczne mogłoby choćby jakościowo tłumaczyć widoczne korelacje?

Brak klasycznych wyjaśnień zauważonych cykliczności prowokuje do rozważenia ewentualnej roli innych, mniej konwencjonalnych zjawisk. Jednym z nich mogłoby być przechodzenie Ziemi przez strumień ciemnej materii modulowany przez Słońce i inne masywne ciała naszego układu planetarnego. Ziemia z jej wrażliwym polem magnetycznym to wyjątkowo czuły detektor cząstek, wielokrotnie większy od detektorów budowanych przez człowieka. Należy więc dopuścić możliwość, że może on reagować na zjawiska niewidoczne dla dotychczas używanych urządzeń pomiarowych.

„Niezależnie od źródła obserwowanych cykliczności, na tym etapie badań najważniejszy jest fakt, że wykazaliśmy powiązanie między promieniowaniem kosmicznym rejestrowanym przy powierzchni naszej planety a jej sejsmiką – i jeśli czegoś możemy być pewni to tego, że nasza obserwacja wskazuje na zupełnie nowe, ekscytujące możliwości badawcze”, podsumowuje dr Homola.

nowoczesne Centrum Cyklotronowe Bronowice, unikalny w skali europejskiej ośrodek, obok badań naukowych zajmujący się terapią protonową nowotworów. IFJ PAN prowadzi też cztery akredytowane laboratoria badawcze i pomiarowe. Wyniki badań – obejmujących fizykę i astrofizykę cząstek, fizykę jądrową i oddziaływań silnych, fizykę fazy skondensowanej materii, fizykę medyczną, inżynierię nanomateriałów, geofizykę, biologię radiacyjną i środowiskową, radiochemię, dozymetrię oraz fizykę i ochronę środowiska – są każdego roku przedstawiane w ponad 600 artykułach publikowanych w recenzowanych wysoko punktowanych czasopismach naukowych. Corocznie Instytut jest organizatorem lub współorganizatorem wielu międzynarodowych i krajowych konferencji naukowych oraz szeregu seminariów i innych spotkań naukowych. IFJ PAN jest członkiem Krakowskiego Konsorcjum Naukowego „Materia-Energia-Przyszłość”, któremu, na lata 2012-2017, nadany został status Krajowego Naukowego Ośrodka Wiodącego (KNOW). Wiele projektów i przedsięwzięć realizowanych przez Instytut jest wpisanych na Polską Mapę Infrastruktury Badawczej (PMIB). Instytut zatrudnia ponad pół tysiąca pracowników. Komisja Europejska przyznała IFJ PAN prestiżowe wyróżnienie „HR Excellence in Research” jako instytucji stosującej zasady „Europejskiej Karty Naukowca” i „Kodeksu Postępowania przy rekrutacji pracowników naukowych”. W kategoryzacji MEiN Instytut został zaliczony do najwyższej kategorii naukowej A+ w obszarze nauk fizycznych.

KONTAKT:

dr hab. **Piotr Homola**
Instytut Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii Nauk
tel.: +48 12 6628341
email: piotr.homola@ifj.edu.pl

PUBLIKACJE NAUKOWE:

„Observation of large scale precursor correlations between cosmic rays and earthquakes with a periodicity similar to the solar cycle”
P. Homola, V. Marchenko, A. Napolitano, R. Damian, R. Guzik, D. Alvarez-Castillo, S. Stuglik, O. Ruimi, O. Skorenok, J. Zamora-Saa, J.M. Vaquero, T. Wibig, M. Knap, K. Dziadkowiec, M. Karpiel, O. Sushchov, J.W. Mietelski, K. Gorzkiewicz, N. Zabari, K. Almeida Cheminant, B. Idzkowski, T. Bulik, G. Bhatta, N. Budnev, R. Kamiński, M.V. Medvedev, K. Kozak, O. Bar, Ł. Bibrzycki, M. Bielewicz, M. Frontczak, P. Kovacs, B. Łozowski, J. Miszczyk, M. Niedźwiecki, L. del Peral, M. Piekarczyk, M. D. Rodriguez Frias, K. Rzecki, K. Smelcerz, T. Sośnicki, J. Stasielak, A. A. Tursunov
Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics 2023, 247, 106068
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jastp.2023.106068>

POWIĄZANE STRONY WWW:

<http://www.ifj.edu.pl/>
Strona Instytutu Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii Nauk.

<http://press.ifj.edu.pl/>
Serwis prasowy Instytutu Fizyki Jądrowej PAN.

MATERIAŁY GRAFICZNE:

IFJ230614b_fot01s.jpg

HR: http://press.ifj.edu.pl/news/2023/06/14/IFJ230614b_fot01.jpg

W kosmosie widać nadciągające trzęsienia ziemi. Nie tak dosłownie, jak na wykonanym z przymrużeniem oka kolażu zdjęć, lecz wciąż wyraźnie – w zmianach natężenia promieniowania kosmicznego rejestrowanego przez obserwatoria na powierzchni naszej planety. (Źródło: IFJ PAN/NASA/JSC)