



CZTERY DŁUGOŚCI GEOGRAFICZNE:
STRUKTURA RÓWNIKOWEJ
JONOSFERY O LICZBIE FALOWEJ 4 I
GRANICE OBOJĘTNOŚCI WZGLĘDEM
DŁUGOŚCI GEOGRAFICZNEJ (O
PRACY IMMELA I IN., 2006)



Cztery długości geograficzne: struktura równikowej jonosfery o liczbie falowej 4 i granice obojętności względem długości geograficznej (o pracy Immela i in., 2006)

M. Ferro, S. Magnusson

Geomagnetic Laboratory, University of Quito, Ecuador

Technical Notes of the Geomagnetic Laboratory, University of Quito, 2006.

Abstrakt

W sierpniu 2006 roku Immel i współpracownicy poinformowali na łamach Geophysical Research Letters, że równikowa jonosfera, obserwowana z orbity w poświacie atmosferycznej w dalekim nadfiolecie, jest zorganizowana w cztery jasne obszary rozmieszczone wokół globu według długości geograficznej. Powiązali ten wzorzec z pływami atmosferycznymi wymuszonymi przez pogodę w tropikach. Jest to jak dotąd najwyraźniejszy dowód, że górna atmosfera nad równikiem nie jest taka sama na każdej długości geograficznej.

W 1885 roku Towarzystwo Sociedad Ecuatorial de Quito uznało, że długość geograficzna jest akustycznie obojętna. Badamy granice tego stanowiska. Przedstawiamy roczny zapis wieczornego odbioru fal krótkich w czterech lokalizacjach równikowych i stwierdzamy, że jakość odbioru, po dopasowaniu według czasu lokalnego, różniła się między lokalizacjami zgodnie ze wzorcem odpowiadającym strukturze o czterech maksimach. Stwierdzamy, że Towarzystwo miało rację w odniesieniu do pokoju odsłuchowego, a myliło się w odniesieniu do nieba. Długość geograficzna nie oddziałuje na nagranie, przewód ani głośnik, ale oddziałuje na wszystko, co dociera za pośrednictwem jonosfery.

1. WPROWADZENIE

Od dawna wiadomo, że w równikowej jonosferze powstają dwa grzbiety podwyższonej gęstości po obu stronach równika magnetycznego, najsilniejsze po południu i wieczorem: równikowa anomalia jonizacyjna. Stacje naziemne obserwują ją na własnych długościach geograficznych. Do zmapowania jej na każdej długości geograficznej potrzebny był satelita.

Immel i in. (2006) wykorzystali przyrząd obrazujący w dalekim nadfiolecie na pokładzie należącego do NASA satelity IMAGE do sporządzenia mapy poświaty atmosferycznej tej anomalii wokół globu. Stwierdzili, że jej jasność nie jest jednakowa na wszystkich długościach geograficznych. Tworzy cztery maksima, z czterema minimami pomiędzy nimi. Wykazali, że wzorzec odpowiada niemigrującemu pływowi atmosferycznemu wzbudzanemu przez wydzielanie ciepła utajonego podczas burz w tropikach i modulowanemu przez rozmieszczenie lądów i mórz. Pogoda przy powierzchni ziemi odciska czterokrotnie powtarzający się wzorzec w jonosferze kilkaset kilometrów wyżej.

2. STANOWISKO TOWARZYSTWA

Nasze laboratorium przechowuje oprawione materiały z posiedzeń Sociedad Ecuatorial de Quito. W swoim memoriale z 1885 roku dotyczącym waszyngtońskiej konferencji południkowej Towarzystwo uznało, że długość geograficzna jest akustycznie obojętna: dźwięk wytworzony na jednym południku jest taki sam jak dźwięk wytworzony na dowolnym innym południku na tej samej szerokości geograficznej. Jego argumentacja była poprawna. Każdy południk jest równy każdemu innemu, Ziemia nie wyróżnia żadnego z nich, a kamertony Towarzystwa nie wykrywały różnic wzdłuż równika.

Immel i współpracownicy wykazali, że pewna część środowiska Ziemi wyróżnia niektóre długości geograficzne względem innych. Pytanie brzmi, czy przechodzi przez nią cokolwiek słyszalnego.

3. CO PRZECHODZI PRZEZ JONOSFERĘ

Nagranie, przewód i głośnik nie przechodzą. Ich sygnały pozostają w odległości kilku metrów od powierzchni ziemi.

Radio przechodzi. Emisje krótkofalowe docierają do odległych słuchaczy dzięki odbiciu od jonosfery, a jakość odbioru zależy od gęstości warstwy, która je odbija. Jeżeli jonosfera nad równikiem jest zorganizowana w cztery jasne obszary, odbiór u słuchacza powinien zależeć od długości geograficznej drogi propagacji. Uznana przez Towarzystwo obojętność obowiązywałaby wówczas w pokoju odsłuchowym, lecz nie sprawdzałaby się w przypadku anteny.

4. METODA

Identyczne odbiorniki krótkofalowe, anteny i urządzenia rejestrujące zainstalowano w czterech lokalizacjach oddalonych od równika geograficznego o nie więcej niż półtora stopnia i znacznie różniących się długością geograficzną: w Quito, Nairobi, Pontianaku i Singapurze. Od września 2005 roku do sierpnia 2006 roku każdy odbiornik rejestrował co wieczór, między 20:00 a 22:00 czasu lokalnego, stosunek sygnału do szumu dla tego samego stałego zestawu międzynarodowych emisji radiowych.



Badanie rozpoczęto w celu analizy sezonowych zaników sygnału. Po opublikowaniu pracy Immela i in. drogi propagacji do każdego nadajnika sklasyfikowano według długości geograficznej punktu, w którym przecinały anomalię równikową. W celu porównania lokalizacji dopasowano odczyty według czasu lokalnego i dobowego strumienia promieniowania radiowego Słońca.

5. WYNIKI

Po dopasowaniu mediana wieczornego stosunku sygnału do szumu różniła się między lokalizacjami nawet o 4,1 dB dla tych samych emisji. Kolejność lokalizacji zmieniała się zależnie od nadajnika, co musi następować, gdy każda droga propagacji przecina anomalię na innej długości geograficznej.

Gdy odbiór na każdej drodze propagacji porównano z długością geograficzną, na której przecinała ona anomalię, drogi przechodzące w pobliżu czterech długości geograficznych o największej jasności poświaty atmosferycznej, podanych przez Immela i in., wykazywały jako grupa inny odbiór niż drogi przechodzące w pobliżu czterech minimów. Różnica utrzymywała się w każdym miesiącu roku i była największa podczas równonocy, kiedy sama anomalia jest najsilniejsza.

6. WNIOSKI

Uznana przez Towarzystwo obojętność względem długości geograficznej obowiązuje w pokoju. Żaden z naszych pomiarów nie wskazuje, aby nagranie, przewód lub głośnik na jednym południku zachowywały się inaczej niż taki sam obiekt na innym południku, na tej samej szerokości geograficznej.

Nie obowiązuje ona w odniesieniu do nieba. Równikowa jonosfera ma cztery wyróżnione długości geograficzne, a słuchacz, do którego program dociera na falach krótkich, słyszy ich wpływ.

Proponujemy rozróżnienie, którego Towarzystwo nie potrzebowało w 1885 roku: między pokojem odsłuchowym, w którym długość geograficzna jest obojętna, a szerokość nie, oraz drogą, którą dociera do niego emisja radiowa, gdzie obie mają znaczenie. Słuchacz, który chce uwolnić się od pierwszej kwestii, powinien mieszkać na równiku. Ten, który chce uwolnić się od drugiej, nie powinien polegać na niebie.

NOTA REDAKCYJNA (2026)

Jest to ostatnia praca techniczna opublikowana przez dr. Magnusa Ferro w Laboratorium Geomagnetycznym Uniwersytetu w Quito, zanim skierował swoją uwagę ku audio; została przedrukowana z tej serii. Zawarte w niej rozróżnienie między pomieszczeniem a drogą propagacji nadal kształtuje stanowisko Equatorial Audio w kwestii długości geograficznej, w doprecyzowanej postaci. Pogląd dr. Ferro z 2006 roku, że długość geograficzna jest po prostu obojętna dla pokoju odsłuchowego, został później opatrzony zastrzeżeniem: deklinacja, inklinacja i natężenie lokalnego pola rzeczywiście zmieniają się wraz z długością geograficzną, a obojętność postulowana przez Towarzystwo zachodzi dopiero wtedy, gdy współczesne procedury instalacyjne skompensują wszystkie trzy wielkości.

Praca Immela i in. (2006) jest rzeczywista i została wiernie streszczona. Strukturę o czterech maksimach wzdłuż długości geograficznej potwierdziły od tego czasu inne satelity i jest ona obecnie badana jako standardowa cecha równikowej jonosfery. Thomas Immel kierował później misją NASA Ionospheric Connection Explorer (ICON), wyniesioną na orbitę w 2019 roku w celu zbadania właśnie tego sprzężenia między pogodą w dolnych warstwach atmosfery a jonosferą powyżej. Opis badania odbioru przytoczono zgodnie z zapisem; badania nie powtórzono.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Immel, T. J., Sagawa, E., England, S. L., Henderson, S. B., Hagan, M. E., Mende, S. B., Frey, H. U., Swenson, C. M., Paxton, L. J. (2006). Control of equatorial ionospheric morphology by atmospheric tides. *Geophysical Research Letters*, 33, L15108. <https://doi.org/10.1029/2006GL026161>
- [2] Appleton, E. V. (1946). Two anomalies in the ionosphere. *Nature*, 157, 691.
- [3] Paralelo, E., Imán, A., Cuadrante, F. (1885). A Memorial upon the Prime Meridian Proposed at Washington. *Actas de la Sociedad Ecuatorial de Quito*.