Olsztyn, 2 czerwca 2023

Prof. dr hab. inż. Andrzej Krankowski
Centrum Diagnostyki Radiowej Środowiska Kosmicznego
Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie

Opinia

o rozprawie doktorskiej mgr inż. Kacpra Kotulaka pt. „Multiinstrumentalna diagnostyka różnoskalowych nieregularności jonosferycznych”

Obecnie bardzo istotnym zagadnieniem w badaniach jonosfery są nieregularności powstające w jej strukturze. Nieregularności są istotne zarówno z punktu widzenia propagacji fal przez jonosferę (lokalne gradienty gęstości o różnych rozmiarach i nasileniach mogą powodować znaczne zakłócenia) jak i monitorowania stanu pogody kosmicznej. W ostatnich latach coraz bardziej rozpowszechnionym i wydajnym narzędziem do obserwacji nieregularności w jonosferze są systemy GNSS (GPS, GLONASS, Galileo i BeiDou). Szczególne znaczenie ma w tym przypadku nieporównywalna w stosunku do innych technik masowość i ciągłość tych obserwacji. W odpowiedzi na rosnące zainteresowanie kwestią nieregularności jonosferycznych w 2015 roku Międzynarodowa Służba GNSS (IGS) wdrożyła już mapy indeksu ROTI, opisującego fluktuacje gęstości elektronów w jonosferze. Obecny produkt IGS obejmuje mapy tylko dla półkuli północnej, jest dostępny ze słabą rozdzielczością dobową i jest tworzony w oparciu o obserwacje z jednego systemu - GPS.

W ramach rozprawy Autor opracowywał oraz ocenił mapy czasu rzeczywistego ROTI uzyskane na podstawie multikonstelacyjnych pomiarów GNSS (GPS, GLONASS, Beidou, Galileo) pod kątem ich wydajności i wiarygodności jako narzędzia do obserwacji zaburzeń jonosferycznych oraz ich komplementarność z innymi technikami obserwacji (SWARM, LOFAR). Dla oceny wiarygodności ROTI w analizach aktywności geomagnetycznej przeprowadził długookresowe analizy klimatologiczne ze szczególnym uwzględnieniem burz geomagnetycznych. Prezentowane w niniejszej rozprawie, opracowane przez autora w ramach realizacji projektu ARTEMIS multikonstelacyjne produkty czasu rzeczywistego - mapy ROTI, w najbliższej przyszłości (po obecnie trwającej rocznej fazie testowej oraz po akceptacji Zarządu IGS, które nastąpi podczas IGS Workshop 2024 w Bernie) będą stanowiły rozwinięcie obecnych jonosferycznych produktów fluktuacyjnych IGS.

Reasumując stwierdzam, że w wyniku przeprowadzonych badań i analiz Doktorant uzyskał odpowiedzi na szereg nie rozstrzygniętych dotąd problemów związanych z multikonstelacyjnym monitorowaniem nieregularności GNSS w czasie rzeczywistym. Wyniki swoich badań prezentował już na kilkunastu poważnych kongresach międzynarodowych. Jest też współautorem kilkunastu prac publikowanych w wydawnictwach o szerokiej międzynarodowej cyrkulacji: Astronomy & Astrophysics, Atmosphere, Frontiers in Earth Science, Sensors, Remote Sensing, Journal of Geodesy, Advanced in Space Research czy Acta Geophysica.

Uważam, że Jego praca pt. „Multiinstrumentalna diagnostyka różnoskalowych nieregularności jonosferycznych” spełnia warunki stawiane rozprawie doktorskiej.

