Streszczenie

Niniejsza rozprawa prezentuje analizy obserwacji scyntylacyjnych najjaśniejszych radioźródeł (Cassiopeia A, Cygnus A) oraz obserwacje pulsarów radioteleskopem LOFAR. Obserwacje wykorzystane zostały w celu badania nieregularności jonosferycznych na średnich szerokościach geograficznych. Wyniki obserwacji wykonane za pomocą radioteleskopu zestawiono z wynikami obserwacji GNSS.

Celem niniejszej pracy było stworzenie metodyki komplementarnego badania nieregularności jonosferycznych na średnich szerokościach geograficznych na podstawie wspólnych obserwacji radioteleskopu LOFAR oraz pomiarów GNSS. Celem pomocniczym było opracowanie metodyki analizy wpływu jonosfery na obserwacje pulsarów przez radioteleskop LOFAR.

W pracy opracowano autorską metodykę obliczania parametru S_4 na podstawie obserwacji scyntylacyjnych. Zaprojektowany algorytm wykorzystany został do przetwarzania obserwacji Cassiopei A stacją IDOLS (LOFAR CS021). Obserwacje radioźródeł posłużyły do badania skal, prędkości oraz zjawisk odpowiedzialnych za powstawanie nieregularności jonosferycznych.

Istotną część pracy stanowi badanie wpływu stanu jonosfery na obserwacje pulsarów. W ramach analizy pokazano różnicę wpływu ośrodka międzygwiazdowego oraz wpływu jonosfery widocznego w wynikach obserwacji. Zaprojektowano i przeprowadzony eksperyment obserwacyjny wspólnie ze stacją LOFAR w Łazach.

Celem podjętych działań była weryfikacja hipotezy badawczej: "radioteleskop LOFAR umożliwia wspólne i komplementarne badania jonosfery z pomiarami GNSS oraz dostarcza niedostępnych wcześniej analiz niestabilności w strukturze plazmy i ich fizyki". W pracy sformułowano hipotezę pomocniczą: "jonosfera wywiera zauważalny wpływ na obserwacje pulsarów obserwowany w postaci scyntylacji sygnału".

W celu udowodnienia hipotezy podjęto się następujących zadań: (1) opracowanie

metodyki obliczania indeksu S_4 dla szerokopasmowych obserwacji LOFAR, obejmującego usuwanie interferencji radiowych oraz detrendowanie, (2) porównanie pomiarów wykonanych przez GNSS oraz indeksu S_4, (3) wyznaczenie przybliżonych prędkości przemieszczania się nieregularności na podstawie widm drugiego rzędu.

Obserwacje pulsarów zostały zastosowane do zrealizowania zadań: (1) obliczenie widma dynamicznego pulsara, (2) wizualizacja scyntyli w widmach S/N, będących konsekwencją propagacji sygnału przez ośrodek międzygwiezdny, (3) wizualizacja fluakcji w widmach dynamiczych pulsarów, co do których postawiono hipotezę o ich jonosferycznym pochodzeniu, (4) symultaniczne obserwacje pulsarów przeprowadzone na stacjach PL611 i PL612.

Na podstawie analiz przeprowadzonych w pracy radioteleskop LOFAR i pomiary GNSS są uzupełniającymi się technikami. Zastosowanie dwóch instrumentów w pełni obrazuje stan jonosfery. Wyniki obserwacji scyntylacyjnych wykazały nieregularności na granicy owalu zorzowego oraz struktury jonosferyczne mogące być konsekwencją niestabilności Perkinsa na średnich szerokościach geograficznych.

Wykazano, w jaki sposób ośrodek międzygwiazdowy wpływa na propagację sygnału pulsarów – ukazywanie się scyntyli w widmach dynamicznych i łuków w widmach drugiego rzędu. W widmach dynamicznych pulsarów zaobserwowano dynamiczne, szerokopasmowe wzmocnienia i spadki S/N, za które odpowiadać może stan jonosfery. Przeprowadzone wspólne obserwacje dwiema stacjami LOFAR ujawniły w jednym przypadku zbieżne czasowo struktury, natomiast w drugim wykazały niejednoznaczny wynik.

Słowa kluczowe: nieregularności jonosferyczne, LOFAR, pulsary, GNSS, indeks S_4