

Instytut Fizyki UMCS

Longin GŁADYSZEWSKI, Bogusław USOWICZ

Interferometr do rejestracji promieniowania radiowego Słońca na częstotliwości 220 MHz

Interferometer for Observations of the Sun at 220 MHz

Интерферометр для исследования радиоэмиссии Солнца на частоте 220 МГц

WSTĘP

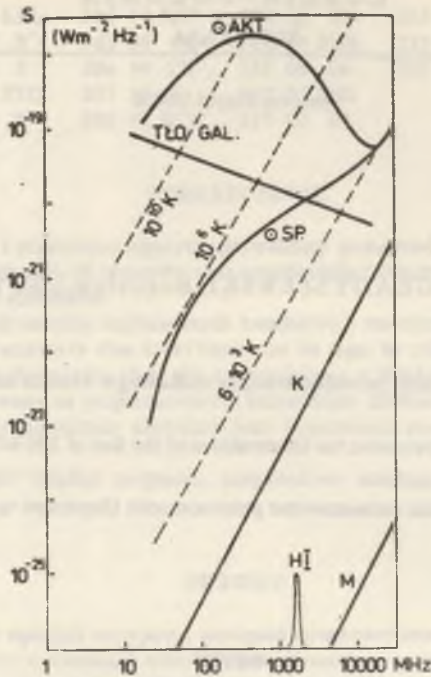
Badania radioastronomiczne prowadzone z powierzchni Ziemi są ograniczone do tzw. okna radiowego w atmosferze ziemskiej rozciągającego się w zakresie długości fal radiowych od ok. 1 cm do 30 m. Odbierane poprzez radioteleskopy promieniowanie elektromagnetyczne ma charakter szumów z szerokopasmowym widmem ciągłym (ryc. 1). Przykładem promieniowania o innym widmie jest emisja wodoru HI posiadająca charakter szumu wąskopasmowego – linii emisyjnej 21 cm.

Typowy system odbiorczy posiada trzy podstawowe człony: interferencyjny układ anten, którego zadaniem jest zebranie maksymalnej ilości energii przenoszonej przez fale elektromagnetyczne; odbiornik, będący wzmacniaczem sygnałów dostarczanych przez antenę i jednocześnie układem przetwarzającym sygnał do postaci nadającej się do rejestracji, oraz urządzenie rejestrujące, tzn. samopis lub komputer.

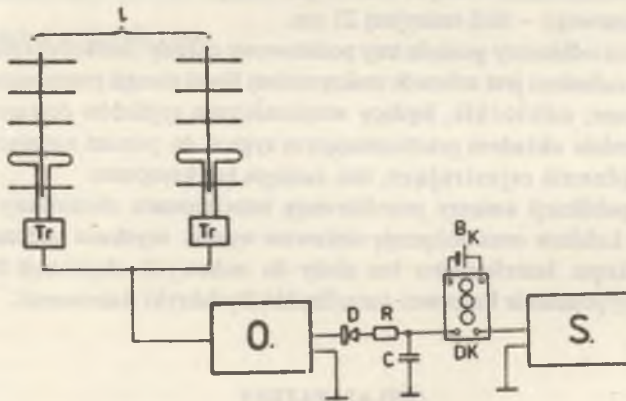
W niniejszej publikacji autorzy przedstawiają interferometr zbudowany w Instytucie Fizyki UMCS w Lublinie oraz dołączają ciekawsze wyniki uzyskane podczas kilkuletniej pracy radioteleskopu. Interferometr ten służy do radiowych obserwacji Słońca i jako zestaw stanowi wyposażenie Pracowni Astrofizyki i Dydaktyki Astronomii.

OPIS APARATURY

Lubelski interferometr został zbudowany przez autorów niniejszej publikacji w r. 1979 w ramach rozbudowy i modyfikacji radioteleskopu opisanego w pracy L. Gładyszew-

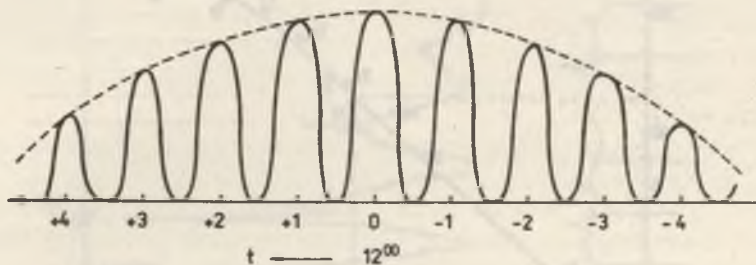


Ryc. 1. Przykłady widm niektórych radioźródeł; ⊙AKT. – Słońce aktywne, ⊙SP. – Słońce spokojne, K – Księżyc, M – Mars, HI – widmo promieniowania wodoru obojętnego ($\lambda = 21$ cm)



Ryc. 2. Schemat interferometru; Tr – transformatory dopasowujące, O – odbiornik, D – detektor, RC – obwód całkujący, DK – kompensujący dzielnik napięcia, S – samopis; parametry odbiornika:

$f = 220$ MHz, $\Delta f = 100$ kHz, $K = 120$ dB, $RC = 2$ sek.



Ryc. 3. Schemat zapisu interferometrycznego podczas przejścia Słońca przed nieruchomym układem dwu anten

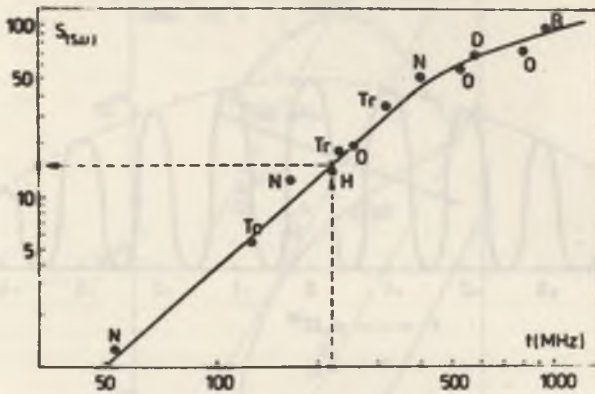
Tab. 1. Wagi (α) poszczególnych maksimów interferencyjnych (wartości średnie z 20 pomiarów)

n	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0
α	4,5	3,5	2,5	1,9	1,7	1,5	1,3	1,2	1
n	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8	+9
α	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,9	2,4	3,7	4,9

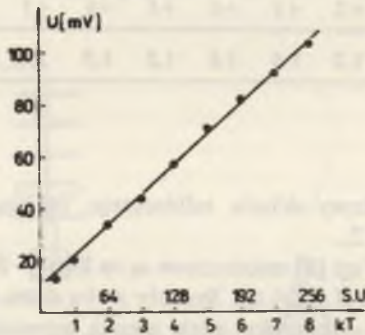
skiego [1]. Schemat blokowy układu odbiorczego, pracującego na częstotliwości 220 MHz, przedstawiony jest na ryc. 2.

Anteny A_1 i A_2 typu Yagi [2] umieszczone są na linii E-W i tworzą prosty addytywny interferometr w bazie 18λ ($l = 24$ m). Sygnały z obu anten doprowadzane są za pomocą linii koncentrycznych do odbiornika, gdzie ulegają wzmocnieniu o ok. 120 dB. Dalsze części elektronicznego układu odbiorczego [1] to detektor, układ całkujący RC, układ kompensacji szumów własnych odbiornika (D_K) i rejestrator S.

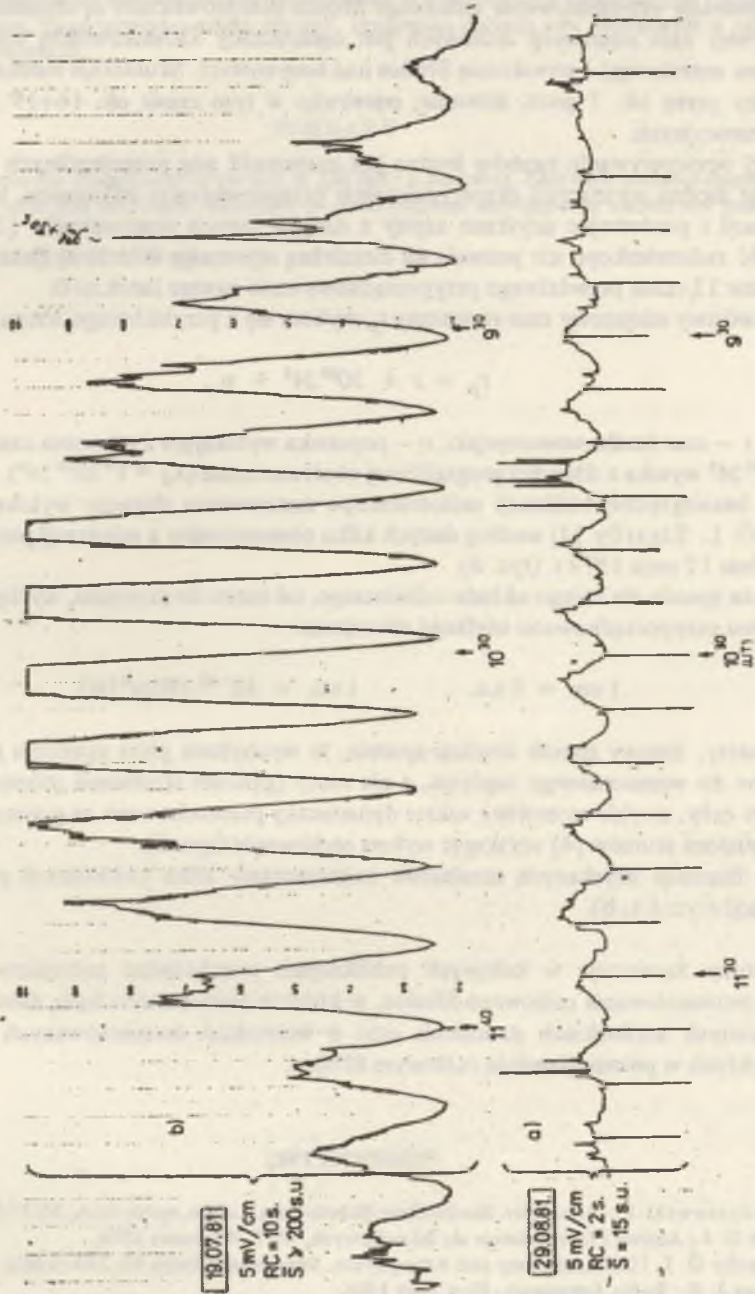
Do wejścia samopisu S dołączone są również sygnały czasu z zegara kwarcowego, dające znaczki czasu co 10 min.



Ryc. 4. Wykres Ö. L. Elgaröy [3] zawierający dane uzyskane przez różne obserwatoria o strumieniu promieniowania radiowego Słońca w dniu 12 V 1979 r.; N – Nancay, To – Toruń, TR – Triest, H – Harestua, O – Ondrejov, B – Bordeaux, D – Dwingeloo



Ryc. 5. Wykres cechowania układu odbiorczego radiointerferometru; na wykresie widoczna jest jedynie część linii: nieliniowość pojawia się przy końcu zakresu samopisu 250 mV

Ryc. 6. Interferencyjny zapis promieniowania radiowego Słońca; a — Słońce spokojne ($S = 15$ s.u.), b — Słońce aktywne ($S = \text{ok. } 200$ s.u.)

LUBELSKIE OBSERWACJE INTERFEROMETRYCZNE SŁOŃCA NA CZĘSTOŚCI 220 MHz

Rejestracje promieniowania radiowego Słońca przeprowadzane są codziennie, jednak efektywny czas obserwacji dziennych jest ograniczony kierunkowością nieruchomego systemu antenowego i wysokością Słońca nad horyzontem. Skutecznie można prowadzić pomiary przez ok. 7 godz. dziennie, rejestrując w tym czasie ok. 16÷19 maksimów interferencyjnych.

Przy opracowywaniu zapisów istotna jest znajomość wag poszczególnych maksimów. Wagi te można wyznaczyć eksperymentalnie przeprowadzając kilkanaście, kilkadziesiąt rejestracji i porównując uzyskane zapisy z danymi innych obserwatoriów [3] (niestety, czułość radioteleskopu nie pozwala na niezależną rejestrację wzorcowych radioźródeł). Godzinie 12 czasu prawdziwego przyporządkowywano zawsze listek nr 0.

Prawdziwy miejscowy czas słoneczny t_p wylicza się z przybliżonego wzoru:

$$t_p = t + 30^m 24^s + \eta,$$

gdzie: t – czas środkowoeuropejski, η – poprawka wynikająca z równania czasu; poprawka $30^m 24^s$ wynika z długości geograficznej obserwatorium ($\lambda_0 = 1^h 30^m 24^s$).

Do bezwzględnej kalibracji radioteleskopu zastosowano zbiorczy wykres wykonany przez Ö. L. Elgaröy [3] według danych kilku obserwatoriów z rejestracji przeprowadzonych dnia 12 maja 1979 r. (ryc. 4).

W ten sposób dla całego układu odbiorczego, od anten do samopisu, wychyleniu pióra samopisu przyporządkowano wielkość strumienia:

$$1 \text{ cm} = 8 \text{ s.u.} \quad 1 \text{ s.u.} = 10^{-22} \text{ (W/m}^2\text{Hz)}$$

Niestety, liniowy sposób detekcji sprawia, że wychylenie pióra samopisu jest proporcjonalne do wzmożonego napięcia, a nie mocy (gęstości strumienia promieniowania). Dlatego cały, zwykle stosowany zakres dynamiczny przecechowano za pomocą diodowego generatora szumów [4] uzyskując wykres cechowania (ryc. 5).

Dla ilustracji uzyskanych rezultatów zamieszczamy kilka ciekawszych przypadków rejestracji (ryc. 6 a, b).

Autorzy zamierzają w kolejnych publikacjach przedstawiać całoroczne rezultaty badań promieniowania radiowego Słońca, w których zamieszczone będą dane o średnich miesięcznych wielkościach strumienia oraz o wszystkich zarejestrowanych zjawiskach niezwykłych w promieniowaniu radiowym Słońca.

PIŚMIENICTWO

1. Gładyszewski L.: Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, Lublin, sectio AAA, 36/37 (1981/1982).
2. Bem D. J.: Anteny i rozchodzenie się fal radiowych, WNT, Warszawa 1973.
3. Elgaröy Ö. L. i in.: Astronomy and Astrophysics. Supplement Series 44, 165 (1981).
4. Kraus J. D.: Radio Astronomy, New York 1966.

РЕЗЮМЕ

В статье представлен интерферометр предназначен для наблюдения радиоэмиссии Солнца на частоте 220 Мгц. Радиointерферометр служит студентам физики как упражнение в лаборатории по астрофизике.

SUMMARY

Interferometer for observations of the Sun at 220 MHz is described. This work contains description of antennas system and amplifiers. Examples of interferograms showing solar activity are included.

Złożono w Redakcji 26 III 1982 roku.

