

mgr inż. Przemysław Błachnio

E-mail: przemyslaw.blachnio@wel.wat.edu.pl

prof. dr hab. Jerzy Kapelewski

E-mail: kapelew@wel.wat.edu.pl

Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa

Polarymetryczna analiza rozpraszania elektromagnetycznych fal milimetrowych na warstwach lodu o twardym podłożu

Obecnie istnieje wiele zastosowań radarów polarymetrycznych pracujących z wykorzystaniem fal milimetrowych. Jednym z nich jest wykrywanie powierzchni lodu znajdującej się na twardym podłożu np. wierzchniej warstwy asfaltu na drodze. Radary takie zaimplementowane do autonomicznego pojazdu w połączeniu np. z generatorami dźwięku mogą stanowić rodzaj ostrzeżenia dla kierującego przed nagłą zmianą warunków panujących na drodze. Celem pracy jest dokonanie teoretycznej analizy rozpraszania fali milimetrowej na warstwie lodu oraz wyznaczenie macierzy Muellera.

Głównym teoretycznym problemem jest wyznaczenie przekroju czynnego rozpraszania w strukturze wielowarstwowej (np. trzy warstwy). Nie zawsze możliwe jest precyzyjne i dokładne określenie takich wielkości jak macierz fazowa, czy zanik, ze względu na długość fali w tym paśmie, odpowiadającej wielkości drobin lodu. Znając efektywną stałą dielektryczną można wyznaczyć stałą propagacji oraz współczynnik zanikania w ośrodku [1].

Przyjmując warstwę lodu jako strukturę homogeniczną rozpatrzmy przenikalność dielektryczną pojedynczego kryształu lodu jako tensora diagonalnego:

$$\varepsilon'_p = \begin{pmatrix} \varepsilon'_\perp & 0 & 0 \\ 0 & \varepsilon'_\perp & 0 \\ 0 & 0 & \varepsilon'_0 \end{pmatrix} \quad (1)$$

gdzie ε'_\perp i ε'_0 są składowymi przenikalności dielektrycznej pola elektrycznego prostopadle i równoległe do osi. Postać ta wynika z przyjętej jednoosiowej symetrii lodu [2]. Należy również uwzględnić, że przenikalność dielektryczna jest wielkością zespoloną.

Zważywszy, że fala rozproszona nie jest w pełni spolaryzowana, oraz uwzględniając kąt rozproszenia, wektor Stokesa można wyrazić w postaci:

$$\mathbf{I}^s = \begin{bmatrix} I_v^s \\ I_h^s \\ U^s \\ V^s \end{bmatrix} = \frac{r^2}{\eta_0 A \cos \theta_s} \begin{bmatrix} \langle |E_v^s|^2 \rangle \\ \langle |E_h^s|^2 \rangle \\ 2 \operatorname{Re} \left(\langle E_v^s E_h^{s*} \rangle \right) \\ 2 \operatorname{Im} \left(\langle E_v^s E_h^{s*} \rangle \right) \end{bmatrix} \quad (2)$$

gdzie jako A przyjmuje się powierzchnię oświetloną, r to odległość pomiędzy punk-

tem obserwacji a celem, η_0 oznacza impedancję ośrodka, zaś θ_s stanowi kąt pomiędzy normalną do badanej powierzchni a wektorem definiującym kierunek rozproszenia. Wyznaczenie wektora Stokesa fali rozpraszanej pozwala badać wpływ ośrodka na rozpraszanie w zależności od kierunku padania wiązki. Ponadto znając wektor Stokesa spolaryzowanej fali padającej, wektor Stokesa fali rozproszonej, macierz transmisji, macierz fazy fali rozproszonej oraz wykorzystując równanie transmisji można wyznaczyć macierz Muellera wiążącą te dwa wektory.

Komunikat ten jest finansowany ze źródeł naukowych w latach 2007–2010 w ramach zamówionego projektu naukowego PBZ-MNiSW-DBO-04/1/2007.

Literatura

- [1] K. Sarabandi, A. Nashashibi, *Modeling and Measurements of Scattering from Road Surfaces at Millimeter-Wave Frequencies*, IEEE Transactions on Antennas and Propagation 45:11 (1997).
- [2] S. Fujita, H. Maeno, K. Matsuoka, *Radio-wave depolarization and scattering within ice sheets: a matrix-based model to link radar and ice-core measurements and its application*, Journal of Glaciology 52, no. 178 (2006).