

ЗВ'ЯЗОК КОЕФІЦІЄНТА ВІДБИТТЯ З ПАРАМЕТРАМИ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ЛІНІЇ ПРИ БЛИЖНЬОПОЛЬОВІЙ ДІАГНОСТИЦІ БІОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Назарчук Л. Ю., здобувач

Державний технологічний університет, м. Житомир, Україна

Ближньопольова діагностика є ефективним способом дослідження біологічних об'єктів на наявність неоднорідностей, в тому числі злоякісних новоутворень. Важливим елементом локатора є зонд, що представляє собою антену малих розмірів. Розмір апертури антени при ближньопольовій локації має бути набагато меншим довжини хвилі. Ближньопольова діагностика виконується при висоті антени над біологічним середовищем в межах декількох міліметрів. Одним з основних параметрів ближньопольової взаємодії антени з біологічним об'єктом є коефіцієнт відбиття R .

В роботі [1] показано зв'язок між коефіцієнтом відбиття та параметрами коаксіальної лінії та антени. В якості зонду використовувалася апертурна антена з провідним штирем. Розроблена математична модель ближньопольової НВЧ–взаємодії антени з біологічним об'єктом пов'язує електромагнітні поля антени та досліджуваного середовища з нормованим опором навантаження антени, який в свою чергу залежить від електрофізичних характеристик біооб'єкта.

Покажемо зв'язок коефіцієнта відбиття за напругою з параметрами коаксіальної лінії та антени. Для цього запишемо комплексний коефіцієнт відбиття R наступним чином

$$R = \frac{Z'_1 - Z'_0 - Z'_{ш}}{Z'_1 + Z'_0 + Z'_{ш}},$$

де Z'_1 — нормований опір досліджуваного середовища, на який навантажена антена, Z'_0 — нормований опір коаксіальної лінії, $Z'_{ш} = -i \operatorname{ctg} \frac{2\pi fl}{c}$ — нормований вхідний опір штиря.

На рис. 1 представлена залежність коефіцієнта відбиття R від частоти f при довжині штиря $l = 80$ мм та радіусі штиря $r = 3$ мм для біологічної тканини з наступними параметрами [2]:

- система шкіра ($\varepsilon_2 = 32 + i16$)–жир ($\varepsilon_3 = 4,2 + i0,85$),
- система шкіра ($\varepsilon_2 = 32 + i16$)–м'язи ($\varepsilon_3 = 41 + i17,6$).

Залежність коефіцієнта відбиття R від частоти f при фіксованих параметрах є періодичною функцією з періодом $T = \frac{c}{2l} = 1,875$ ГГц, який залежить від довжини штиря l . Періодичність функції $R(f)$ обумовлена

наявністю нормованого вхідного опору штиря Z'_{in} , який має комплексний вигляд. Для системи шкіра–жир значення коефіцієнта відбиття R при $f_{min} = 0,832$ ГГц дорівнює 0,59, для системи шкіра–м'язи значення коефіцієнта відбиття R при $f_{min} = 0,868$ ГГц дорівнює 0,51. Зсув між мінімальними частотами дорівнює $\Delta f_{min} = 0,036$ ГГц, різниця між значеннями коефіцієнта відбиття для двох систем дорівнює $\Delta R = 0,08$. При збільшенні дійсної частини діелектричної проникності ε_3 збільшується зсув між мінімальними частотами f_{min} функцій та зменшується коефіцієнт відбиття R .

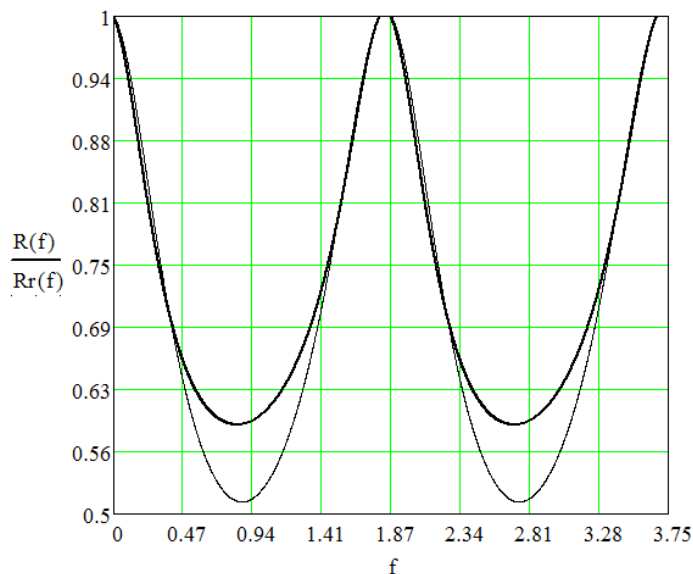


Рис. 1. Залежність коефіцієнта відбиття R від частоти f (ГГц) при довжині штиря $l = 80$ мм та радіусі штиря $r = 3$ мм: товста лінія — система шкіра–жир, тонка лінія — система шкіра–м'язи

На основі викладеного матеріалу бачимо, що коефіцієнт відбиття пов'язує між собою параметри коаксіальної лінії, антени та біологічного середовища, що оточує антену. За рахунок зміни коефіцієнта відбиття при ближньопольовій діагностиці можна судити про зміну електрофізичних параметрів біологічного об'єкта.

Література

1. Манойлов В. П. Ближньопольова НВЧ–взаємодія «антена–середовище» / В. П. Манойлов, Л. Ю. Назарчук. // Вісник ЖДТУ. — 2005. — №2(33). — С. 75 — 79. — ISSN 1728–4260.
2. Березовский В. А. Биофизические характеристики тканей человека. Справочник / В. А. Березовский., Н. И. Колотилов — К. : Наукова думка, 1990. — 224 с.