

УДК 537.8

Шама Є.О.¹, Онуфрієнко В.М.²

¹ інж.

² д-р фіз.-мат. наук, проф. ЗНТУ

ТЕОРІЯ ФРАКТАЛЬНОГО ШАРУ В ЗАДАЧАХ ВЗАЄМОДІЇ ТЕРАГЕРЦЕВОГО ВИПРОМІНЕННЯ З РОСЛИННИМИ ОБ'ЄКТАМИ

Для виявлення ефектів, що можуть виникати у задачах про взаємодію високочастотного випромінення з фізичними об'єктами, що характеризуються від'ємними провідностями, пропонується математична модель фрактально конфігурованого імпедансного шару з кластерами різної провідності на межі розділу середовищ.

Теорію фрактального шару [1] застосуємо для дослідження ефекту впливу фрактально конфігурованого оптичного шару на приріст фази та поперечне зміщення хвиль. Моделлю такої оболонки може слугувати перехідний фрактально конфігурований шар на межі розділу двох середовищ у вигляді планарного фрактально конфігурованого оптичного симетричного хвилеводу (повітря-рослинний покрив).

Методика та алгоритм розв'язування задач про хвилі у планарному фрактально конфігурованому оптичному симетричному хвилеводі базується на визначенні дробового диференціала $d^\alpha x$, його зв'язку з дробовою

похідною $d^\alpha L(x) = D_x^\alpha L(x) d^\alpha x$, де дробова похідна $D_x^\alpha L(x)$ використана у формі Рімана-Ліувілля зі змінним порядком $\alpha(x)$ дробового інтеграла.

В задачі про похиле падіння і поширення хвилі у фрактально конфігурованих вздовж z стінках оптичного p -шарового хвилеводу визначено структуру поля горизонтальної поляризації

$$D_z^\alpha E^{(\alpha)} = E_0 (e^{-jkL^+} - e^{-jL^-}),$$

звідки за допомогою дробового інтегрування відновлено α -характеристики квазіплоскої неоднорідної хвилі

$$E^{(\alpha)} = 2jE_0 (k_\alpha \cos \theta)^\alpha \sin(\gamma_\alpha z + \frac{\alpha\pi}{2}) e^{-j\beta_\alpha y}. \quad (1)$$

З граничних умов для α -характеристики $E^{(\alpha)}$ на паралельних відбивальних площинах нанoshару $z = a_p$ випливає, що

$$a_p = \frac{p\pi - \frac{\alpha\pi}{2}}{k \cos \theta} = \frac{p\pi}{k_\alpha \cos \theta}, \text{ де } k_\alpha = \frac{k}{1 - \frac{\alpha}{2p}}, \quad p = 1, 2, \dots$$

Вплив скейлінгу фрактальної межі хвилеводу на приріст фази просторової α -характеристики хвилі в околі точки її входу у нанoshар стінки хвилеводу проявляється величиною

$$\delta = kl = \frac{2\pi}{\lambda} = 2\pi n_\alpha \frac{l}{\lambda_\alpha},$$

а зміщення хвилі в околі її входу в нанoshар визначено як

$$\Delta = 2dn \frac{\sin \theta}{\sqrt{n_\alpha^2 - n^2 \sin^2 \theta}}. \quad (2)$$

Відмічаємо значний вплив фрактально конфігурованої межі оптичного нанoshару на приріст фази (додатній і від'ємний) та зміщення (прямого і оберненого) хвилі, що дозволяє нам виявити наявність прямого й оберненого ефекту Гуса-Хенхен [2] та можливість як управління характеристиками фрактально конфігурованих структур, так і фіксувати зміну конфігурації оптичного нанoshару.

Одержані результати застосовні для аналізу умов поширення і затухання електромагнітної енергії й сигналів в інших фрактально конфігурованих оптичних лініях. Результати узгоджуються з даними теорії еластичності та класичної теорії гомогенного середовища при граничних значеннях скейлінгу α . Підтверджено висновок про існування пам'яті [3] у фрактально конфігурованих шарах з різнопровідними кластерами, на що можуть впливати також розподіли електричних полів, механічні напруги, магнітні поля, температура тощо.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Онуфрієнко В.М. Потенціали фрактальних зарядів і струмів у штучному середовищі. *Радіоелектроніка. Інформатика. Управління.* – 2004. – №1 (1). – С. 18–21.
2. Yang R. Realization of “trapped rainbow” in 1D slab waveguide with surface dispersion engineering / R. Yang, W. Zhu, J. Li // *Optics express.* – 2015. – Vol. 23. – № 5. – P. 6326–6335.
3. Westerlund S. Dead matter has memcry / S. Westerlund // *Physica Scripta.* – 1991. – Vol. 43. – № 2. – P. 174–179.