

УДК 517.9:621.382.323

Онуфрієнко В.М.<sup>1</sup>, Онуфрієнко Л.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> д-р фіз.-мат. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> канд. фіз.-мат. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ФРАКТАЛЬНО КОНФІГУРОВАНОЇ ГРАНИЦІ НА ЛОКАЛІЗАЦІЮ ТЕРАГЕРЦЕВОГО ТА ОПТИЧНОГО ПРОМЕНІВ**

За певних умов зовнішня електромагнітна хвиля, що розповсюджується в системі слабо поглинаючих розсіювачів, в результаті багаторазового перерозсіювання здатна «зациклитися» в обмеженій області простору. Причина цього явища – специфічні інтерференційні ефекти, що мають місце навіть у абсолютно розупорядкованій системі частинок. Технологічні додатки ефекту локалізації світла – це принципово нові акумулятори енергії, лінії затримки світла, це можливість запису, зберігання та зчитування інформації.

Продовжуються пошуки нових теоретичних підходів до опису електродинамічних властивостей фрактального кластера, що складається з непоглинаючих твердих метаматеріальних частинок, коли вводиться ефективна діелектрична проникність кластера є критичною функцією фрактальної розмірності кластера.

Для дослідження ефекту впливу фрактально конфігурованої границі на приріст фази, бічне та зворотнє зміщення хвиль високочастотного (терагерцевого та оптичного) променя, що набуває повного внутрішнього відбиття, та можливості його локалізації при поширенні з фрактально конфігурованого середовища з більшою щільністю у середовище з меншою щільністю застосовуємо теорію фрактального перехідного шару на межі

розділу середовищ, утвореного зміною характеристичних параметрів атомної структури речовини, нанесенням на поверхню оптоволокна плівок різного призначення для управління параметрами структури, захисних покриттів тощо.

Розв'язування поставленої задачі базується на введенні у розгляд диференціала  $d^\alpha x$  вздовж однієї з координат ( $Ox$  у площині падіння електромагнітної хвилі) фрактальної межі розділу двох середовищ з показниками заломлення

$$n_1 = \sqrt{\varepsilon_1 \mu_1}; n_2 = \sqrt{\varepsilon_2 \mu_2}; n_1 > n_2, \quad (1)$$

де  $\varepsilon_i, \mu_i$  – відповідно діелектрична та магнітна проникності середовищ та урахуємо його зв'язок з дробовою похідною  $d^\alpha L(x) = {}_a D_x^\alpha L(x) d^\alpha x$ , де дробову похідну  ${}_a D_x^\alpha L(x)$  застосуємо у формі Рімана-Ліувілья.

Для задачі про падіння плоскої електромагнітної хвилі  $\{\vec{E}(\vec{r}, t), \vec{H}(\vec{r}, t)\} = \{\vec{E}, \vec{H}\} e^{i(\vec{k}\vec{r} - \omega t)}$  на границю розділу двох середовищ, одне з яких – фрактальне зі скейлінгом  $\alpha$ , з рівнянь Максвелла для дуже високих частот (в терагерцевому та оптичному діапазонах) визначаємо коефіцієнт рефракції фрактального середовища  $n_{fr} = \frac{n_1}{n_2} (ik)^{1-\alpha} = \frac{n_1 n_2^\alpha}{n_2}$ , де  $n_1, n_2$  –

показники заломлення середовищ ( $n_1 > n_2$ ) без фракталізації,  $L$  – ейконал,  $\vec{E}$  та  $\vec{H}$  – вектори електричного і магнітного полів, хвильовий вектор  $\vec{k} = \frac{\omega}{c} \vec{m}$ ,  $\vec{m} = n\vec{n}$  – вектор рефракції,  $\vec{n}$  – одиничний вектор фазової нормалі.

Після визначення векторів рефракції хвиль падіння та проходження за умов повного внутрішнього відбиття поле у фрактальному середовищі стає неоднорідним з відповідним комплексним вектором рефракції, а середній потік енергії у другому середовищі нашої моделі визначаємо як

$$\vec{S} = S_1 \frac{\vec{b}}{|b|} + S_2 \frac{\vec{a}}{|b|},$$

вектора  $\vec{b}$  (зсув Гуса-Хенхен) визначається компонентою  $S_1$ , а ненульове значення компоненти  $S_2$  описує бічний зсув Федорова-Ембера. В обчислених компонентах  $S_1$  і  $S_2$  комплексні коефіцієнти задають

поляризацію хвилі падіння, а знаки в  $S_1$  і  $S_2$  визначають напрям бічного зсуву.

Визначено значний вплив фрактальної межі на значення зворотніх зсувів, їх максимуми та їх відсутність, а також числові величини скейлінгів, необхідних для утворення локалізованого поля.

Для нефрактального середовища, коли скейлінговий показник  $\alpha = 1$ , результати моделі збігаються з класичними. Здатність до концентрації великої кількості фрактального матеріалу в малому об'ємі є причиною виникнення й існування у фрактальному шарі дуже сильних локальних електромагнітних полів, що спонукає до погодження з думкою авторів з про причину аномально високої каталітичної активності багатьох гетерогенних наносистем.