УДК 517.956.32

Электромагнитная волна в среде с нестационарными проницаемостями

Н. В. Евстратов[1,2]

[1]Научно-исследовательский институт молекулярной электроники

[2]Московский физико-технический институт (государственный университет)

В настоящее время имеется большое число работ, посвященных распространению электромагнитной волны (ЭМВ) в неоднородной среде, например, в фотонном кристалле [1] $\varepsilon = \varepsilon(x)$, $\mu = \mu(x)$. Развитие современной фотоники [1-2] во многом основано на этой идее. Однако остался незамеченным случай нестационарной среды $\varepsilon = \varepsilon(t), \mu = \mu(t)$, который можно рассматривать как дополнительную идею в фотонике.

В работе рассматривалась среда с изменяющимися, возможно, целенаправленным образом, диэлектрической и магнитной проницаемостями, причем характерное время этого изменения составляло порядка N=10÷100 периодов колебаний исходной ЭМВ, что позволяло ожидать появления «вековых членов», аналогичных таковым в небесной механике. Этот эффект важен для обработки информации, содержащейся в двух и более оптических сигналах.

Актуальность работы также мотивирована детекцией процессов деградации при эксплуатации приборов, когда по набегу фазы ЭМВ можно судить об их масштабе. В [3] мы рассмотрели общие моменты, связанные с решением данной задачи, в данной работе будут представлены численно-аналитические результаты при различных вариациях управлений $\varepsilon = \varepsilon(t), \mu = \mu(t)$. Системы уравнений Максвелла мы свели к обыкновенным дифференциальным уравнениям, которые формально классифицируются как частный случай уравнения Штурма-Лиувилля:

$$-\frac{d^2x}{dt^2} + q(t)x = \omega^2 x, \quad t \in [0;T], \quad x \in [0;L]$$

Однако вопросы ставились не для краевой задачи Штурма-Лиувилля, а для задачи Коши. В большей степени нас интересовали не глобальные свойства решения, такие как количество нулей на отрезке, а локальные свойства на правом конце отрезка, что актуально для приборов фотоники [4], использующих интерференцию волн в качестве механизма обработки информации.

Каждой дифференциальной задаче Штурма-Лиувилля, выделенной конкретными значениями параметров нестационарности, мы ставили в соответствие локальную амплитуду, фазу и частоту электромагнитной волны, с помощью чего исследовали уже поведение данной функции. На качественном уровне нами был проведен анализ зависимости Фурье-образа решения дифференциальной задачи от способа и величины возмущений $\varepsilon=\varepsilon\left(t\right),\mu=\mu(t)$. Для ряда численных результатов была указана непосредственная связь с теоретическими результатами, полученными в [3].

Литература

1. *Joannopoulos J. D.* et al. Photonic Crystals: Molding the Flow of Light (Second Edition) - Princeton University Press, 2008, 286 P.
2. *Saleh B. E. A., Teich M. C.* Fundamentals of Photonics - John Wiley & Sons, Inc. 2007, 947 P.
3. *Красников Г. Я., Матюшкин И. В., Черняев Н.В., Горнев Е. С., Евстратов Н. В.* Электромагнитная волна в среде с нестационарными проницаемостями: часть 1 // Математическое моделирование, 2015, т. 27, №12 – с.48-64.
4. *Красников Г. Я.* Конструктивно-технологические особенности субмикронных МОП-транзисторов // Ч. 1. Техносфера, 2002. 414 с.