

МЕТАМАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ ДВУХ ПЛАНАРНЫХ КИРАЛЬНЫХ СЛОЕВ**Куркин Евгений Викторович**

студент, Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, РФ, г. Самара

Осипов Олег Владимирович

научный руководитель, Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, РФ, г. Самара

Современный этап характеризуется созданием новых искусственных материалов, которые проявляют в определенных частотных диапазонах электромагнитные свойства, нетрадиционные для материалов естественного происхождения [1-2]. Такие материалы называются метаматериалами (ММ).

Киральный метаматериал (КММ) — это композиционная среда, которая представляет собой совокупность равномерно размещенных и хаотически ориентированных проводящих зеркально асимметричных элементов в однородном контейнере из диэлектрика. Для описания материальных параметров КММ используется, как правило, модель Максвелла-Гарнетта, позволяющая рассчитать эффективную диэлектрическую проницаемость ММ.

В работе также для КММ учитывалась дисперсия диэлектрической проницаемости и параметра киральности, согласно модели Кондона.

В предлагаемой работе исследуется метаструктура, состоящая из двух планарных слоев из КММ с различными материальными параметрами. Каждый из двух слоев создается на основе тонкопроволочных спиралей, размещенных на одинаковых расстояниях друг от друга в диэлектрическом контейнере. Геометрия задачи показана на вставке к рис. 1.

Для решения задачи применялся классический метод частичных областей. В работе были получены выражения для векторов напряженностей электрического и магнитного полей в каждом слое из КММ и в диэлектрических областях 1 и 4. В данных выражениях присутствовали неопределенные комплексные коэффициенты отражения и прохождения основной и кросс-поляризованной компонент полей, а также локальные коэффициенты отражения и прохождения волн с право и левокруговыми поляризациями в слоях из КММ.

На последнем этапе использовались классические граничные условия, заключающиеся в равенстве тангенциальных компонент векторов напряженностей электрического и магнитного поля на границах раздела областей из КММ и границах раздела КММ с внешними областями. В результате относительно неизвестных коэффициентов отражения и прохождения была выведена система из 12-ти линейных алгебраических уравнений.

Данная система линейных алгебраических уравнений решалась методом Гаусса.

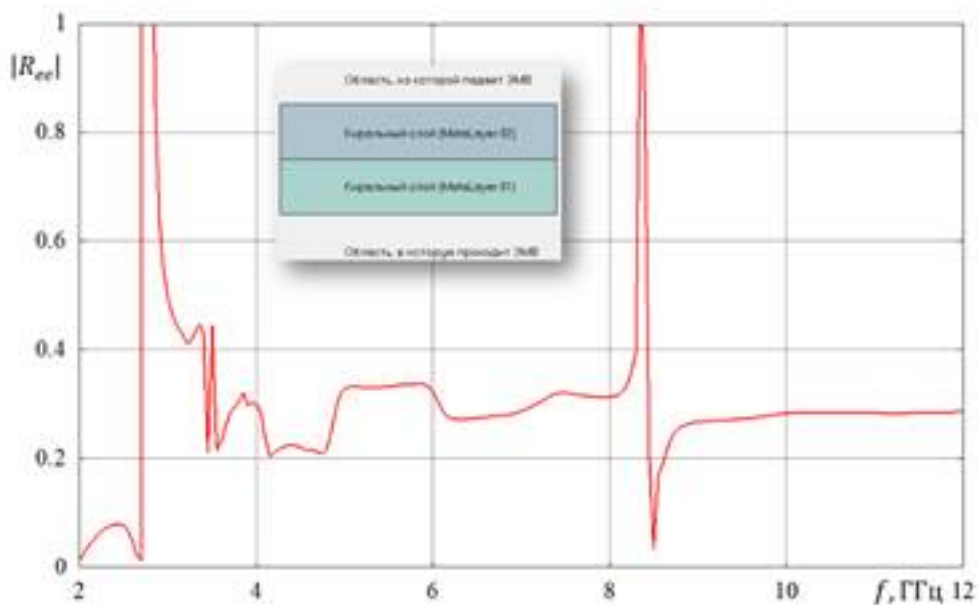


Рисунок 1. Пример для двухслойного КММ частотной зависимости модуля коэффициента отражения основной компоненты

На рис. 1 приведен пример для двухслойного КММ частотной зависимости модуля коэффициента отражения основной компоненты. Из рис. 1 видно, что на частотах 2.72 ГГц и 8.4 ГГц от двухслойного КММ электромагнитная волна с перпендикулярной поляризацией практически не отражается. Заметим, что на этих же частотах модули коэффициента прохождения равны 0.17 и 0.1. Таким образом, на указанных частотах падающая волна «удерживается» двухслойным КММ, то есть происходит ее концентрация внутри двух слоев из КММ. Этот эффект может быть применен при создании концентраторов-хабов СВЧ, позволяющих накапливать СВЧ энергию внутри, подобно объемным резонаторам.

Список литературы:

1. Capolino F. Theory and Phenomena of Metamaterials. CRC Press/Taylor & Francis, 2009. 992 p.
2. Tie J.C., Smith, D.R., Ruopeng Liu. Metamaterials: Theory, Design and Application. Springer, 2010. 376 p.
3. Lindell I.V. Electromagnetic waves in chiral and bi-isotropic media / I.V. Lindell, A.H. Sihvola, S.A. Tretyakov, A.J. Viitanen. London: Artech House, 1994. 291 p.
4. Неганов В.А., Осипов О.В. Отражающие, волноведущие и излучающие структуры с киральными элементами. М.: Радио и связь, 2006. 280 с.