

**АНИЗОТРОПИЯ В СРЕДЕ ИЗ ПРОВОДОВ, ВЫЗВАННАЯ НАРУШЕНИЕМ
С₄ СИММЕТРИИ****Сахно Д.И. (ИТМО)****Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор Белов П.А.
(ИТМО)**

Введение. Метаматериалы – искусственно создаваемые среды, обладающие уникальными физическими свойствами, которые не характерны для природных материалов. Простая среда из проводов (a simple wire medium) представляет собой метаматериал, состоящий из бесконечных параллельных металлических проводов, расположенных в двумерной периодической решетке. Данный материал относится к классу проволочных метаматериалов и обладает свойствами искусственной плазмы [1]. В предыдущих работах преимущественно рассматривались структуры на основе квадратной решетки, в то время как влияние прямоугольной периодичности на дисперсионные свойства было изучено недостаточно. Так в статье [2] утверждалось изотропное поведение ТМ-волн вблизи плазменной частоты вне зависимости от формы прямоугольной ячейки, что поддается ревизии и дополнительному анализу в нашей работе.

Основная часть. Были проведены численные (COMSOL Multiphysics) и аналитические исследования дисперсии бесконечной простой среды из проводов на основе прямоугольной элементарной ячейки без учета потерь. Показано, что вблизи плазменной частоты структура может демонстрировать значительную анизотропию, несмотря на предсказания изотропного поведения в теории эффективной среды. Было продемонстрировано, что анизотропия определяется соотношением периодов решетки и становится особенно заметной при использовании проводов, радиус которых сравним с одним из периодов прямоугольной решетки.

В нашей работе мы вывели уточненную аналитическую модель дисперсии вблизи плазменной частоты метаматериала, которая расширяет результаты, представленные в [2], где рассматривался предельный случай очень тонких проводов. Предложенная аналитическая модель позволяет точно предсказать степень анизотропии для различных прямоугольных геометрий простой среды из проводов.

Выводы. Для простой среды из проводов показана возможность настройки дисперсии ТМ-волн вблизи плазменной частоты путем изменения периодов прямоугольной решетки [3]. Выведенная в работе аналитическая модель анизотропии имеет практическую значимость при проектировании перестраиваемых микроволновых резонаторов на основе простой среды из проводов, разрабатываемых в настоящее время для дальнейшего применения в экспериментах по поиску темной материи [4].

Список использованных источников:

1. Simovski Constantin R., Pavel A. Belov, Alexander V. Atrashchenko, Yuri S. Kivshar Wire metamaterials: physics and applications // Advanced materials. – 2012. – 24(31) – 4229-4248.
2. Belov Pavel A., Sergei A. Tretyakov, A. J. Viitanen. Dispersion and reflection properties of artificial media formed by regular lattices of ideally conducting wires // Journal of electromagnetic waves and applications. – 2002. – 16(8) – 1153-1170.
3. Sakhno Denis, Rustam Balafendiev, and Pavel A. Belov. Anisotropy in a wire medium resulting from the rectangularity of a unit cell. // Physical Review B. – 2024. – 110(14) – L140303.
4. Millar Alexander J., Steven M. Anlage, Rustam Balafendiev, Pavel Belov, Karl Van Bibber, Jan Conrad, Marcel Demarteau et al. Searching for dark matter with plasma haloscopes // Physical Review D. – 2023. – 107(5) – 055013.