

Рассеяние электромагнитных волн на тонких диэлектрических структурах

Вавилов С.А.¹, Лытаев М.С.²

18 сентября 2017 г.

¹ проф. каф. Экономической кибернетики СПбГУ

² аспирант каф. ССиПД СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

Настоящее исследование посвящено рассеянию электромагнитных волн на диэлектрических препятствиях. Препятствие характеризуется скачкообразным изменением индекса преломления в двумерном уравнении Гельмгольца. Электромагнитное поле порождается точечным монохроматическим источником. Предполагается, что толщина препятствия много меньше длины волны как внутри, так и вне препятствия. Тем не менее, предлагаемый подход позволяет учитывать конечную толщину и различные степени проницаемости препятствия. Показано, что в рассматриваемых условиях тело рассеяния можно представить как совокупность точечных источников с некоторой неизвестной плотностью распределения. Для указанной плотности распределения выведено интегральное уравнение с нефредгольмовым ядром. Доказана теорема существования и единственности решения полученного интегрального уравнения, указан эффективный способ построения его численного решения. Разработанный метод распространен на случай рассеяния электромагнитных волн одновременно на нескольких аналогичных препятствиях, в том числе и при отсутствии определенной симметрии в их расположении.

Аналогичные задачи рассматривались во многих работах. Тем не менее, постановка задачи и метод ее решения отличается от используемых ранее. В большинстве исследований волновое поле возбуждается падающей плоской волной. Задача рассеяния затем формулируется при помощи уравнения Липпмана-Швингера для отраженной волны. Предлагаемый подход допускает выбор источника излучения, как функции в правой части уравнения Гельмгольца, весьма произвольного вида. При помощи предложенного метода построено численное решение задач дифракции на пластине произвольной конечной длины при наличии в ней щелей, расположенных произвольным образом. Кроме того, рассмотрена задача рассеяния гауссова пучка на тонком ребре, расположенном перпендикулярно непроницаемой плоскости. Выполнено сравнение данного подхода с недавно разработанным в зарубежной литературе методом двунаправленного параболического уравнения, а также с решением аналогичных задач, известных по классической литературе.