

УДК 537.8

РАССЕЯНИЕ СВЕТОВЫХ ВОЛН НА КОНЕЧНЫХ РЕШЕТКАХ ИЗ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ НАНОЛЕНТ: МЕТОД НАЙСТРЕМА И РЕЗОНАНСНЫЕ ЭФФЕКТЫ

ШАПОВАЛ О. В.

*Институт радиофизики и электроники Национальной Академии наук Украины,
Украина, Харьков, 61085, ул. Проскуры 12*

Аннотация. Предложен эффективный и быстро сходящийся численный алгоритм для моделирования задач рассеяния световых волн на конечных решетках, состоящих из тонких (тоньше, чем длина волны в свободном пространстве) металлических нанолент. Модель основана на использовании обобщенных граничных условий (ОГУ), которые позволяют исключить из рассмотрения поле внутри каждой из лент и свести двумерную краевую задачу к одномерным системам сингулярных/гиперсингулярных интегральных уравнений (ИУ). Полученные ИУ решаются численно с помощью метода Найстрема и квадратурных формул интерполяционного типа обеспечивая гарантированную сходимость и контролируемую точность. Приведены результаты расчетов характеристик рассеяния и поглощения света на решетках, состоящих из серебряных нанолент, в зависимости от ширины и толщины лент, периода решетки. Изучена природа резонансных явлений — интенсивное рассеяние и поглощение света при возбуждении плазмонных мод (плазмон) и решеточных мод, порожденных периодичностью

Ключевые слова: тонкая нанолента; обобщенные граничные условия; сингулярные интегральные уравнения; гиперсингулярные интегральные уравнения; метод Найстрема; рассеяние и поглощение волн; плазмон; решеточный резонанс

1. ВВЕДЕНИЕ

Наноразмерные материалы, устройства и технологии — постоянно развивающаяся и расширяющаяся область науки и производства, стремительно порождающая новые направления, такие как нанофотоника и нанооптика. Резонансные эффекты при рассеянии и поглощении световых волн металлическими нанобъектами связаны главным образом с поверхностными плазмонными резонансами и имеют широкий спектр практических применений. Так при создании биосенсоров плазмонные эффекты позволяют существенным образом улучшить возможности обнаружения, идентификации и диагностики биологических объек-

тов за счет усиления интенсивности флуоресценции.

Благодаря современным технологиям напыления, осаждения и вытравливания, нанонити и тонкие наноленты из благородных металлов (серебро, золото) прочно вошли в состав многих устройств терагерцевого и светового диапазонов волн (например, наноантенны и биосенсоры) [1–5]. Периодические решетки из нанонитей и нанолент привлекают особое внимание. Это связано с недавно обнаруженными эффектами аномального отражения, прохождения и излучения, а также усиления ближнего поля [3–6]. Такие явления наблюдаются вблизи так называемых аномалий Рэлея соответствующих бесконечных решеток [6] и, в самом