

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ СРЕДНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАССЕЯНИЯ ДЛЯ ВЫПУКЛОГО ТЕЛА

Кайдакова К.В.

Научный руководитель: канд. физ.-мат. наук, доц. Преображенский А.П.

Воронежский институт высоких технологий, Россия

E-mail: komkovvvt@yandex.ru

Аннотация — В данной работе проведен анализ возможности решения задачи для выпуклых тел с максимальными значениями средних характеристик рассеяния электромагнитных волн.

1. Введение

Современные быстродействующие вычислительные технические средства дают возможность проектирования объектов с заданным уровнем вторичного электромагнитного излучения.

Цель предлагаемой вниманию работы заключается в разработке алгоритма оценки размеров выпуклого тела, имеющего максимальные средние значения характеристик рассеяния.

2. Основная часть

Рассматриваемый нами метод мы проиллюстрируем с использованием двумерной модели. Объект представляет собой выпуклый многоугольник. Для упрощения рассмотрим правильный n -угольник ($n=6, 7, \dots$). На контуре объекта выделяется характерный размер L , общий размер B . Среднее значение эффективной площади рассеяния (ЭПР) рассчитывается по следующей формуле

$$\sigma_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=0}^N \sigma(\varphi_i)}{N},$$

где $\sigma(\varphi_i)$ — величина ЭПР для угла φ_i . Требуется определить L и B , для которых среднее значение характеристик рассеяния в определенных секторах углов наблюдения $\Delta\varphi$ дает максимальные значения, то есть $\max(\sigma_{\text{ср}})$. Угол отсчитывается от нормали к ближайшей к наблюдателю стороне многоугольника.

Можно отметить следующие особенности.

Сектор углов наблюдения изменялся в заданных пределах: $\varphi_1 \leq \Delta\varphi \leq \varphi_2$. Расчет характеристик рассеяния проводился на основе метода интегральных уравнений [1]. Такой расчет с использованием строгого метода проводился в связи со следующими причинами:

Размеры объекта могут меняться в достаточно больших пределах.

С использованием приближенных аналитических методов имеется возможность получения оценки для значений характеристик рассеяния, относящихся к областям локальных максимумов диаграммы обратного рассеяния. Но для минимумов диаграммы обратного рассеяния ошибка может быть до десятков дБ [2].

Уравнение Фредгольма первого рода для плотности неизвестного электрического тока в случае E -поляризации было взято из [3]. Уравнение решалось методом моментов. Задача расчета L и B , по критерию максимальных значений средних характеристик рассеяния решалась с использованием разработанного алгоритма.

Основные его этапы заключались в следующем.

а) Выбрано значение сектора угла наблюдения $\Delta\varphi$.

б) Для различных значений величины L определялись значения величины B . Проводился поиск максимума средних значений характеристик рассеяния для выбранного сектора узлов наблюдения. Использовался метод случайного поиска с последовательным сужением области определяемых значений. Для каждого участка сетки применялся метод локальной оптимизации — метод хорд [4].

в) Проводилась аппроксимация полученных зависимостей L , от B полиномиальными зависимостями в рамках метода наименьших квадратов [5]. Приемлемая аппроксимация (то есть относительная ошибка менее 5 %) достигается для $30^\circ \leq \Delta\varphi \leq 90^\circ$, при степени аппроксимирующего полинома $n \geq 3$.

г) ЭПР для объекта, состоящего из N не взаимодействующих отражателей, рассчитывается с использованием значений ЭПР каждого элементарного отражателя σ_i и с учетом разности фаз электромагнитных волн, от различных отражателей [6]

$$\sigma = \sum_{i=1}^N \sigma_i + 2 \sum_{i>j}^N \sqrt{\sigma_i \sigma_j} \cos \frac{4 \cdot \pi}{\lambda} \Delta r_{ij},$$

где $\Delta r_{ij} = r_i - r_j$, r_j — расстояние от центра i -го отражателя до точки наблюдения.

3. Заключение

В работе рассмотрена задача определения размеров выпуклых объектов, дающих максимальные значения средних характеристик рассеяния.

4. Список литературы

- [1] Вычислительные методы в электродинамике / Под ред. Р. Митры. — М.: Мир, 1977. — 485 с.
- [2] Уфимцев П.Я. Метод краевых волн физической теории дифракции / П.Я. Уфимцев. — М.: Сов. Радио, 1962. — 243 с.
- [3] Захаров Е.В. Численные методы решения задач дифракции / Е.В. Захаров, Ю.В. Пименов. — М.: Радио и связь, 1986. — 184 с.
- [4] Бейко И.В. Методы и алгоритмы решения задач оптимизации / И.В. Бейко, Б.Н. Бублик, П.Н. Зинько. — К.: Вища школа, 1983. — 511 с.
- [5] Анго А. Математика для электро- и радиоинженеров / А. Анго. — М., Наука, 1965. — 780 с.
- [6] Кобак В.О. Радиолокационные отражатели / В.О. Кобак. — М.: Сов. радио, 1972. — 248 с.

THE DETERMINATION OF THE MAXIMUM VALUE OF THE AVERAGE CHARACTERISTICS OF THE SCATTERING FOR A CONVEX BODY

Kaydakova K.V.

Scientific adviser: Preobrazhensky A.P.

Voronezh Institute of High Technologies, Russia

Abstract — The possibility of solving the problem of radio-location of convex bodies with the highest values of the average characteristics of the scattering of electromagnetic waves is analyzed.