

**50-я научная конференция МФТИ**  
**Факультет проблем физики и энергетики**  
**Секция физико-математических проблем волновых процессов**

---

УДК 537.874.6

*Фалалеева В.А.*

Московский физико-технический институт (государственный университет)

**Исследование асимптотики ближнего поля  
осесимметричной зеркальной антенны**

Несмотря на развитие вычислительной техники, современные персональные компьютеры не позволяют моделировать задачи дифракции на телах больших электрических размеров. Кроме того, асимптотические формулы являются квазианалитическими, что позволяет качественно оценить эффект дифракции даже не проводя вычислений.

В 1896 году А. Зоммерфельдом была решена задача дифракции плоской волны на идеально проводящей полуплоскости, а затем и на клине. Эта задача является ключевой для двумерных задач дифракции на телах с кромками, поскольку её решение позволяет получать равномерные асимптотические разложения в области, включающей границы «свет-тень» [1, 2]. Для диаграммы рассеяния на теле с осесимметричной кромкой на основе методов физической теории дифракции (ФТД) [2] были получены равномерные асимптотики, справедливые вблизи оси [3]. При нахождении поля, рассеянного осесимметричной кромкой, на конечном расстоянии ключевой является задача дифракции на круглом отверстии (диске). В приближении Кирхгофа в параксиальном приближении решение ключевой задачи выражается через функции Ломмеля [4].

Цель данной работы — нахождение равномерной асимптотики поля источника сферической волны в виде полуволнового электрического вибратора при рассеянии на ограниченном идеально проводящем параболоиде вращения на конечном расстоянии.

В точку  $V_1$  помещён источник. В точке  $V_2$  — приёмник (рис. 1). В работе [5] получено численное решение для рассеянного поля методом интегральных уравнений, которое сравнивалось с асимптотическим решением, справедливым только в задней области вдали от оси. Целью данной работы является асимптотическое представление поля во всем пространстве и сравнение результатов с численными результатами, полученными в работе [5].

Для асимптотического описания поля был использован метод краевых волн и методика, описанная в работе [6], которая подразумевает деление всего пространства на области:

- 1) вблизи оси;
- 2) вдали от оси.

Решение представлено в виде интеграла Кирхгофа от токов на зеркале и поправки  $\Delta$  в виде разности краевых волн касательной полуплоскости и Кирхгофа:

$$\vec{E} = \text{const} \cdot \int_s \left[ \vec{s} \left[ \left[ \vec{n}, \vec{H} \right] \vec{s} \right] \right] \frac{e^{-iks}}{s} dS + \Delta.$$

Здесь

$$\hat{n} = \left( \frac{x_s}{\sqrt{x_s^2 + y_s^2 + p^2}}, \frac{y_s}{\sqrt{x_s^2 + y_s^2 + p^2}}, \frac{-p}{\sqrt{x_s^2 + y_s^2 + p^2}} \right)$$

— единичный вектор нормали к точке

$$S \left( x_s, y_s, \frac{x_s^2 + y_s^2}{2p} \right),$$

лежащей на параболоиде:  $x^2 + y^2 = 2pz$ ,  $\vec{s}(x - x_s, y - y_s, z - z_s)$  — вектор  $\vec{SP}$ ,  $\vec{H}(H_x, H_y, H_z)$  — поле, возбуждаемое полуволновым электрическим вибратором в точке на поверхности параболоида вращения, площадь  $dS = f^2 \sin \theta d\theta d\varphi$ . Пределы интегрирования по углу  $\theta$  от 0 до предельного угла  $\theta_2$  (рис. 1) и по азимутальному углу  $\varphi$  от 0 до  $2\pi$ .

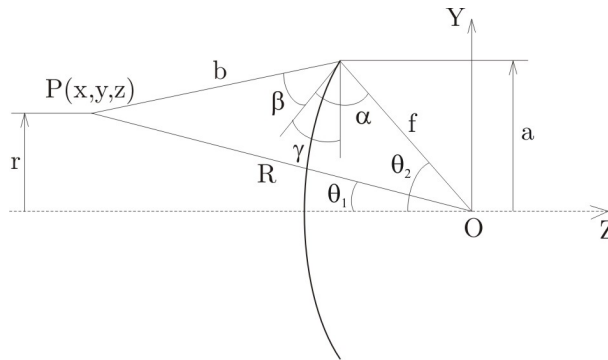


Рис. 1. Геометрия задачи

Вдали от оси найдена асимптотика двойного интеграла по методике, описанной в работе [6]. Вблизи оси найдена асимптотика внутреннего интеграла по углу  $\theta$ , а затем полученный одномерный интеграл численно проинтегрирован по углу  $\varphi$ . Результаты расчётов по асимптотическим формулам сопоставлены с численными результатами, полученными методом сингулярного интегрального уравнения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боровиков В.А., Кинбер Б.Е. Геометрическая теория дифракции. — М.: Связь, 1978.
2. Уфимцев П.Я. Метод краевых волн в физической теории дифракции. — М.: Советское радио, 1962.

3. *Калошин В.А., Попов А.П.* Рассеяние на осесимметричной кромке. — М.: Радиотехника и электроника, 1984.
  4. *Борн М., Вольф Э.* Основы оптики. — М.: Наука, 1970.
  5. *Давыдов А.Г., Калошин В.А.* Моделирование измерений ближнего поля зеркальных антенн // ЖРЭ. — 2004. — №3.
  6. *Маркова В.А.* Асимптотика поля сферической волны при дифракции на круглом отверстии в приближении Кирхгофа и смежные задачи. — Диплом наиск. степ. бак. МФТИ, 2007.
- 

Представленная выше версия доклада является ознакомительной.

Версию доклада, предназначенную для печати, можно найти в факультетском сборнике трудов конференции. Электронные материалы конференции публикуются по адресу [http://www.mipt.ru/nauka/conf50/plen\\_sections/](http://www.mipt.ru/nauka/conf50/plen_sections/)