Поглощение и рассеяние электромагнитного излучения неоднородным плазменным шаром

Е.Д. Господчиков, А.Г. Шалашов

Институт прикладной физики РАН, г. Нижний Новгород, Россия,
egos@appl.sci-nnov.ru

Задача дифракции плоской электромагнитной волны на однородной сфере с известной диэлектрической проницаемостью  была решена Ми в 1908 году [1]. Вплоть до настоящего времени решение Ми используется в самых различных областях, от традиционной метеорологии до оптической диагностики живых тканей. Были разработаны эффективные обобщения задачи Ми на несферические объекты с однородной диэлектрической проницаемостью, в современной формулировке известные как метод *Т*-матрицы. Вместе с тем современные приложения, такие как микроволновая обработка материалов [2], компактные плазменные источники излучения [3], кластерная плазма [4] и другие приложения наноплазмоники, все чаще ставят задачи, в которых сферическая симметрия может приближенно считаться не нарушенной, но объект обладает радиальной неоднородностью . За исключением простейших случаев кусочно-постоянной функции , попытки обобщить решение Ми на радиально-неоднородные объекты сводятся в известных нам случаях к прямому численному интегрированию уравнений Максвелла. В настоящей работе предлагается полуаналитический подход к данной проблеме, открывающий новые возможности как для построения аналитических решений, так и для создания эффективных численных схем.

Предлагаемый подход основан на реализации метода инвариантного погружения (*invariant embedding*), частным случаем которого является хорошо известное уравнение Риккати, возникающее в теории распространения волн в плоскослоистых средах (см., например, [5, 6]). В основе метода лежит представление точного волнового поля в неоднородной среде в виде совокупности взаимодействующих ортогональных мод, разбитых на две группы, отвечающие встречным волнам. Если задача допускает такое разделение, то существует возможность определения «импедансного» оператора, характеризующего связь между встречными волнами, путем решения нелинейного операторного эволюционного уравнения типа Риккати с универсальными граничными условиями, не зависящими от деталей падающего на слой излучения. В настоящей работе мы реализуем данную методику для важного частного случая сферически симметричной изотропной среды без пространственной дисперсии.

Работа выполнена в рамках проекта РФФИ №  13-02-01132 при поддержке Совета по грантам при Президенте Российской Федерации для государственной поддержки молодых ученых (грант МД-1736.2014.2)

Литература

1. Gustav Mie. Beiträge zur Optik trüber Medien, speziell kolloidaler Metallösungen // Annalen der Physik 330 (3) 377 (1908).
2. Рыбаков Yu V Bykov , K I Rybakov and V E Semenov // J. Phys. D: Appl. Phys. **34** R55 (2001)
3. Glyavin M. Yu., S. V. Golubev, I. V. Izotov et al. // Appl. Phys. Lett. **105**, 174101 (2014)
4. Gildenburg V. B., V. A. Kostin and I. A. Pavlichenko // Phys. Plasmas **18**, 092101 (2011)
5. Кляцкин В. И. *Метод погружения в теории распространения волн* (М.: Наука, 1986)
6. Шалашов А. Г., Господчиков Е. Д. // УФН, т. 151, №2, с. 151-172 (2011)