

КОММЕНТАРИЙ РЕЦЕНЗЕНТА

к статье М. И. Захарова «Дифракция плоской монохроматической волны на круглом отверстии и круглом диске»

Данная статья, представленная к опубликованию в журнале «Вестник НГУ. Серия: Физика», по моему мнению, будет полезна его читателям с методической точки зрения, поскольку послужит более глубокому пониманию одного из важных разделов электродинамики. В то же время она содержит ряд неточностей и ошибок, на что необходимо обратить внимание читателей.

Во-первых, решение дифракционной задачи на отверстии и диске, представленное автором, содержит вообще-то некорректный подход. В основу решения им положена формула, описывающая дифракцию скалярного поля с функцией Грина, полученной Рэлеем и Зоммерфельдом. В этот путь решения задачи автор привнес «векторность» электромагнитного поля весьма своеобразно. Это сделано путем учета компонент электрического и магнитного полей, направленных так, как будто они излучаются электрическими (а не магнитными) диполями, расположенными в плоскости отверстия в экране. Такой подход, очевидно, нарушает свойства функции Грина, и правомерность его должна быть доказана математически. Необходимо также отметить, что результаты расчетов полей дифрагированной волны, полученные из решения скалярного волнового уравнения как для электрического поля [1], так и для ненулевых компонент электрического [2] и магнитного векторов Герца, в области $z > \sqrt{\lambda R} / 2$ практически совпадают, в то время как в области $0 < z < \sqrt{\lambda R} / 2$ они существенно различаются. Необходимость учета обоих вкладов от электрического и магнитного векторов Герца вполне очевидна, но их соотношение в полном решении для дифрагированной волны требует специального рассмотрения.

Во-вторых, в решении дифракционной задачи, приведенном в статье М. И. Захарова, есть одно внутреннее противоречие. Оно связано с тем, что в методе решения задач дифракции поля плоской волны на круглом диске (или отверстии) путем сведения двумерного интеграла к одномерному, найденном в [1], подразумевается построение краевой волны, расходящейся в пространство от границы препятствия. При этом вычисление поля краевой волны производится несамосогласованным образом, поскольку в интеграл Кирхгофа подставляется только поле невозмущенной падающей волны, а не его сумма с полем краевой волны. Подобное согласование можно осуществить другим образом, например, путем формирования краевой волны электрическими токами и зарядами на границе отверстия (или диска) в области шириной в несколько длин волн на теневой стороне экрана. Пространственные распределения токов и зарядов могут быть рассчитаны исходя из граничных условий на стенках экрана. В качестве примера решения аналогичной задачи можно привести результаты расчета распределения токов на стенках экрана с круглым отверстием в асимптотическом приближении ($kR \gg 1$), полученные в [3], которые могут быть использованы для нахождения полей краевой волны.

В итоге рассмотрения статьи можно сделать вывод, что ее автор при решении задачи дифракции плоской волны на круглом отверстии получил результат, в котором на интуитивном уровне учтено влияние векторной природы рассеянных волн, но несамосогласованность такого решения и отсутствие строгой доказательности примененного подхода оставляют сомнения в правильности полученного им решения. Возможное направление, в котором необходимо осуществить коррекцию этого решения, могли бы подсказать компьютерное моделирование поставленной задачи и эксперимент с измерением распределения поля волны

на оси отверстия или диска. По моему мнению, для достижения полноценного научного содержания статью следовало бы дополнить результатами экспериментов и 3D-моделирования. Но в то же время считаю, что с позиции инициирования у студентов интереса к подобным задачам и более глубокого усвоения ими дифракции как раздела электродинамики данную статью следовало бы опубликовать в журнале как материал, относящийся к преподаванию физики в вузе.

Список литературы

1. *Dubra A., Ferrari J. A.* Diffracted field by an arbitrary aperture // American J. of Physics. 1999. Vol. 67. No. 1. P. 87–92.
2. *Низьев В. Г.* Дипольно-волновая теория дифракции электромагнитного излучения // УФН. 2002. Т. 172, № 5. С. 601–607.
3. *Пименов Ю. В., Метрикин Р. А.* Дифракция плоской электромагнитной волны на идеально проводящей плоскости с круглым отверстием // ЖТФ. 1969. Т. 39, № 11. С. 19–25.

С. Л. Синицкий

кандидат физико-математических наук
старший научный сотрудник Института ядерной физики
им. Г. И. Будкера СО РАН
доцент Новосибирского государственного университета

sinitsky@inp.nsk.su