

ОТЗЫВ

на автореферат и диссертацию **Малышева Григория Сергеевича**
**"Спектральный метод для расчета открытых электродинамических
направляющих структур и для решения самосогласованных
задач об излучении"**, представленную на соискание ученой
степени кандидата технических наук по специальности
05.12.07 - Антенны, СВЧ устройства и их технологии

Диссертационная работа Малышева Г. С. посвящена сравнительному анализу возможностей применения спектрального метода, разработанного ранее другими авторами, к расчету дисперсионных характеристик открытых диэлектрических волноводов круглого, прямоугольного и крестообразного поперечных сечений, применение спектрального метода к решению так называемой самосогласованной задачи для поля излучения из круглого отверстия в тонком идеально проводящем экране, и синтезу функции источника излучения с торца ОДВ круглого сечения.

По содержанию автореферата и диссертации имеются следующие замечания.

1. В п.1 раздела Научная новизна в диссертации и автореферате, а также в п.3 в диссертации и п.5 в автореферате в разделе Положения, выносимые на защиту фигурирует постановка самосогласованной задачи об излучении. Указанная постановка изложена в разделе 3.2 диссертации. Анализ содержания указанного раздела показывает, что оно практически полностью переписано из статьи [Раевский А. С., Раевский С. Б. Самосогласованность краевых задач теории излучения. // Антенны. 2014. Вып. 2(201). С. 3-6.]. Таким образом, в качестве одного из своих научных достижений соискатель использует результаты, полученные другими авторами, что совершенно не соответствует требованиям ВАК.

Формулировка спектрального метода для расчета характеристик ОДВ в разделе 1.3 также полностью переписана из статьи [С.Б. Раевский, А.А. Титаренко, Решение внешней краевой задачи о распространении электромагнитных волн в направляющей диэлектрической структуре произвольного поперечного сечения. // Журнал вычислительной математики и математической физики. – 2009. - Т.49. - №12. - С.2201-2213].

2. Формулируя самосогласованную задачу об излучении как задачу на собственные значения и собственные функции, соискатель никак не учитывает того факта, что задача на собственные значения и собственные функции для токов и создаваемых ими полей излучения была сформулирована еще в начале 1970-х годов и что основанное на ней направление, развиваемое с тех пор, известно в литературе как теория

характеристических мод. Первые результаты по этой тематике были опубликованы в статьях

Garbacz R. J., Turpin R. H. A Generalized expansion for radiated and scattered fields. // IEEE Trans. Antennas Propagat. 1971. V. AP-19. №3. P. 348-358;

Harrington R. F., Mautz J. R. Theory of characteristic modes for conducting bodies. // IEEE Trans. Antennas Propagat. 1971. V. AP-19. №5. P. 622-628;

упоминаемых в русскоязычной книге

Вычислительные методы в электродинамике. Под ред. Р. Миттры. М.: Мир, 1977, стр. 52-53 и 101-104.

Аналогично, задача на собственные функции и собственные значения для полей в апертурах, была сформулирована в статье

Harrington R. F., Mautz J. R. Characteristic modes for aperture problems. // IEEE Trans. Microwave Theory and Techniques. 1985. V. MTT-33. №6. P. 500-505,

а статьи

Kabalan K. Y., Harrington R. F., Auda H. A., Mautz J. R. Characteristic modes for slots in a conducting plane, TE case. // IEEE Trans. Antennas Propagat. 1987. V. 35. №2. P. 162-168,

Kabalan K. Y., Harrington R. F., Mautz J. R., Auda H. A. Characteristic modes for a slot in a conducting plane, TM case. // IEEE Trans. Antennas Propagat. 1987. V. 35. №3. P. 331-335,

El-Hajj A., Kabalan K. Y. Characteristic modes of a rectangular aperture in a perfectly conducting plane. // IEEE Trans. Antennas Propagat. 1994. V. 42. №10. P. 1447-1450,

содержат примеры ее решения для щели и прямоугольного отверстия в экране.

Идея использовать решение задачи на собственные функции и собственные значения в качестве базиса для представления решения задачи с заданными сторонними токами, провозглашаемая в диссертации, также хорошо известна в теории характеристических функций, и результаты применения последних можно найти, например, в статье

Cabedo-Fabrés M., Antonino-Daviu E., Valero-Nogueira A., Bataller M. F. The theory of characteristic modes revisited: A contribution to the design of antennas for modern applications. // IEEE Antennas Propagat. Mag. 2007. V. 49. №5. P. 52-68

и в ряде ссылок, сделанных там на другие работы.

Таким образом, соискатель демонстрирует свою полную неосведомленность в достижениях других авторов по тематике задачи на собственные функции и собственные значения для полей излучения.

3. Описывая формулировку самосогласованной задачи об излучении в разделе 3.2, соискатель использует уравнения (3.2) и (3.3) для векторных потенциалов, соответствующие калибровке Лоренца, их решения, определяемые формулами (3.5) и (3.6), и далее приводит формулы (3.7) и (3.8), определяющие поперечные поля через векторные потенциалы в виде $\mathbf{E}_r^{(II)} = \left[-i\omega\mathbf{A}^e + \frac{1}{\varepsilon} \text{rot}\mathbf{A}^m, \mathbf{z}_0 \right]$ и $\mathbf{H}_r^{(II)} = \left[i\omega\mathbf{A}^m + \frac{1}{\mu} \text{rot}\mathbf{A}^e, \mathbf{z}_0 \right]$. Можно заметить, что указанные

выражения отличаются от хорошо известных выражений (потенциалы в сравниваемых выражениях могут различаться постоянными множителями)

$\mathbf{E} = -i\omega\mathbf{A}^e + \frac{1}{i\omega\varepsilon} \text{grad}\text{div}\mathbf{A}^e - \frac{1}{\varepsilon} \text{rot}\mathbf{A}^m$ и $\mathbf{H} = -i\omega\mathbf{A}^m + \frac{1}{i\omega\mu} \text{grad}\text{div}\mathbf{A}^m + \frac{1}{\mu} \text{rot}\mathbf{A}^e$ (см., например, стр.

17 книги [Марков Г. Т., Чаплин А. Ф. Возбуждение электромагнитных волн. М.: Радио и связь, 1983] отсутствием слагаемых содержащих $\text{grad}\text{div}\mathbf{A}^e$ и $\text{grad}\text{div}\mathbf{A}^m$. Никакого обсуждения справедливости формул (3.7) и (3.8) не приводится, хотя на них построены все дальнейшие выкладки.

4. В диссертации соискатель рассматривает систему двух векторных однородных интегральных уравнений 2-го рода (3.10) на стр. 89 относительно поперечного электрического поля и поперечного магнитного поля. Прделав ряд громоздких математических операций, он сводит ее к двум *независимым* подсистемам скалярных однородных интегральных уравнений 2-го рода для составляющих E_ρ и H_φ в одной подсистеме [формула (3.30)] и H_ρ и E_φ в другой [формула (3.31)]. К сожалению, никакого анализа справедливости полученных подсистем не делается. Между тем хорошо известно, что система уравнений Максвелла, записанных в цилиндрической системе координат ρ , φ , и z , распадается на две независимые подсистемы только в том случае, когда поля и источники не зависят от φ . В качестве примера можно привести систему собственных волн экранированного волновода круглого сечения, в которой любая волна с азимутальным индексом, не равным нулю, содержит все четыре поперечные составляющие полей. Таким образом, полученные независимые подсистемы интегральных уравнений, которые соискатель далее использует и в случаях, когда поля зависят от φ , не соответствуют уравнениям Максвелла в указанных случаях и поэтому являются ошибочными.

5. При представлении решения полученных уравнений для круглого отверстия в экране формулами (3.32а,б) и (3.33а,б) на стр. 97 диссертации, соискатель обращает внимание на то, что составляющие искомого полей должны удовлетворять условию на ребре. Однако в результате соискатель вообще не учитывает условие на ребре для нормальной к кромке составляющей напряженности магнитного поля $H_\rho(R,\varphi)$ (3.33а) которая

должна иметь особенность вида $|a-R|^{-1/2}$ при $R \rightarrow a$, где a – радиус отверстия, а для напряженности электрического поля условие на ребре учитывает неправильно: нормальную к ребру составляющую $E_\rho(R, \varphi)$ (3.32а) соискатель считает конечной, хотя она должна иметь особенность и вести себя как $(a-R)^{-1/2}$, а касательной к кромке составляющей $E_\varphi(R, \varphi)$ (3.32б), автор наоборот, приписывает указанную особенность, хотя эта касательная к ребру составляющая должна быть конечной (см., например, Таблицу 3.1 в книге [В.А. Неганов, О.В. Осипов, С.Б. Раевский, Г.П. Яровой. Электродинамика и распространение радиоволн / - М.: Радиотехника, 2007]). **Таким образом, соискатель допустил методическую ошибку, следствием которой являются ошибочные численные результаты.**

6. Численные результаты, полученные для первой азимутальной гармоники $n=1$, приведены на рис. 3.13 и 3.14 диссертации для составляющей напряженности электрического поля $E_\varphi(R, \varphi)$ и на рис. 7 в статье соискателя [Мальшев Г. С., Раевский А. С., Раевский С. Б., Титаренко А. А. Спектральный метод в самосогласованной задаче об излучении. // Антенны. 2016. Вып. 4(224). С. 3-12.] для составляющей $E_\rho(R, \varphi)$. Помимо неправильного поведения $E_\varphi(R, \varphi)$ вблизи кромки из-за ошибки удовлетворения условия на ребре, поле еще равно нулю на оси отверстия при $R=0$. Однако хорошо известно, что поля первой гармоники на оси в ноль обращаться не должны (см., например, рис. 7а и 7б в статье [Cabedo-Fabrés M., Antonino-Daviu E., Valero-Nogueira A., Bataller M. F. The theory of characteristic modes revisited: A contribution to the design of antennas for modern applications. // IEEE Antennas Propagat. Mag. 2007. V. 49. №5. P. 52-68.] и на рис. 6 в статье [Harrington R. F., Mautz J. R. Computation of characteristic modes for conducting bodies. // IEEE Trans. Antennas Propagat. 1971. V. AP-19. №5. P. 629-639.] для собственных мод тока первой гармоники на диске, книгу [Никольский В. В. Электродинамика и распространение радиоволн. М.: Наука, 1978, стр. 295-296] для случая волн E_{1n} и H_{1n} в круглом волноводе и книгу [Марков Г. Т., Чаплин А. Ф. Возбуждение электромагнитных волн. М.: Радио и связь, 1983, стр. 151-157] для случая сферических волн).

Кроме того, результаты, приведенные на рис. 7 в статье соискателя [Мальшев Г. С., Раевский А. С., Раевский С. Б., Титаренко А. А. Спектральный метод в самосогласованной задаче об излучении. // Антенны. 2016. Вып. 4(224). С. 3-12.] для составляющей $E_\rho(R, \varphi)$ показывают, что никаких даже намеков нет на удовлетворение нулевого граничного условия на экране.

Численные результаты для составляющей азимутальной напряженности магнитного поля $H_\varphi(R, \varphi)$ приведены на рис. 3.15 и 3.16 диссертации. Здесь следует отметить неправильное поведение магнитного поля у оси: производная поля на оси должна быть равна нулю, т.е. поле должно быть гладкой функцией, если оно не равно нулю на оси, что не наблюдается.

Указанные особенности результатов, полученных соискателем, свидетельствуют об их ошибочности. Иными словами, полученные результаты являются недостоверными.

Заметим также, что все методические ошибки и неверные численные результаты имеют место в опубликованных статьях соискателя [4] и [8] указанных в списке в автореферате.

7. В четвертой главе соискатель решает задачу синтеза функции источника с использованием базиса, полученного в результате решения самосогласованной задачи на излучение. Так как последняя задача решена с грубыми методическими ошибками, то использование ошибочных результатов неизбежно приводит к недостоверным результатам синтеза функции источника.

8. Пункты разделов, касающиеся научной новизны, положений, выносимых на защиту, и полученных результатов, приведенные в автореферате не полностью соответствуют их изложению в самой диссертации.

Замечания, приведенные выше свидетельствуют о том, диссертационная работа **не удовлетворяет требованиям** по актуальности (не учтено существование теории характеристических функций при формулировке и решению задачи на собственные функции и собственные значения), по обоснованности и достоверности результатов (результаты третьей и четвертой глав ошибочны), предъявляемым ВАК к диссертациям, представленным на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07, а ее автор – Малышев Григорий Сергеевич **не заслуживает** присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по указанной специальности.

Отзыв составил



С. П. Скобелев, д.ф.-м.н.

Подпись Скобелева С. П. удостоверяю

Ученый секретарь



О. В. Ампилов, к.т.н.



Скобелев Сергей Петрович, д.ф.-м.н.

Должность: ведущий научный сотрудник

Место работы: ПАО "Радиофизика", НИО-3

Адрес: г. Москва 125363, ул. Героев Панфиловцев, 10

Телефон: +7-905-500-42-12

E-mail: s.p.skobelev@mail.ru