

О Т З Ы В

официального оппонента Башкуева Юрия Буддича на диссертационную работу Итигилова Гармы Борисовича «Математическое моделирование распространения электромагнитных волн в ограниченных гиротропных областях произвольной формы», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Актуальность представленной диссертационной работы не вызывает сомнения. Работа Итигилова Гармы Борисовича посвящена распространению электромагнитных волн в ограниченных областях, заполненных ферритовой (гиротропной) средой, свойствами которых можно управлять с помощью внешнего магнитного поля. Особенностью этих материалов является возможность реализации в чистом виде взаимодействия электромагнитных волн с ферромагнитной средой. Заполнение направляющих систем гиротропной средой позволяет разрабатывать невзаимные, а также быстро управляемые устройства сверхвысокочастотного (СВЧ) диапазона. В настоящее время вопросы распространения электромагнитных волн в гиротропных эллиптических ограниченных областях являются наименее исследованными по сравнению с другими, например прямоугольными и круглыми волноведущими структурами. В связи с этим является важной разработка математической модели распространения электромагнитных волн в ограниченных областях с произвольной формой, а в рамках разработанной модели - исследование эллиптической гиротропной ограниченной области.

Для разработки математической модели распространения электромагнитных волн в ограниченной продольно-намагниченной гиротропной области с произвольной ортогональной формой поперечного сечения, определяемой краевыми задачами Дирихле и Неймана для

обобщенных уравнений Гельмгольца, использован метод инвариантных преобразований, позволяющий на основе системы дифференциальных уравнений Максвелла получить общие аналитические выражения, из которых можно определить уравнения Гельмгольца гибридных волн в гиротропных ограниченных областях с произвольными ортогональными формами поперечного сечения для различных случаев намагничивания.

Основные результаты, полученные лично автором и обладающие существенной новизной:

1) метод инвариантных преобразований, позволяющий получить уравнения Гельмгольца и уравнения для поперечных компонент электромагнитного поля для ограниченной гиротропной области с произвольной ортогональной формой поперечного сечения (обобщенная математическая модель);

2) на основе полученной обобщенной модели осуществлен переход к наиболее сложной форме поперечного сечения ограниченной области – эллиптической;

3) впервые получены и решены краевые задачи и дисперсионные уравнения для ограниченной гиротропной эллиптической области при продольном намагничивании.

Достоверность результатов, полученных диссертантом, основывается на строгом решении уравнений Максвелла и численном моделировании на хорошо апробированных пакетах прикладных программ. Дисперсионные уравнения для гиротропной эллиптической области при продольном намагничивании проверены путем предельного перехода и сравнением с известными решениями для более простых случаев: изотропной эллиптической и гиротропной круглой области при продольном намагничивании.

Практическая ценность работы. Можно назвать следующие важные практические результаты, полученные Г.Б. Итигиловым:

1) Методика решения краевых задач гиротропной эллиптической области при продольном намагничивании, приведённая в гл. 1 и проверенная

в гл. 4 для впервые полученных уравнений Гельмгольца и дисперсионных уравнений в ограниченной гиротропной продольно-намагниченной эллиптической области при продольном намагничивании позволяет моделировать процессы распространения электромагнитных волн в реальных СВЧ устройствах, что важно при проектировании СВЧ техники и решении электродинамических задач наноэлектроники.

2) Осуществлен расчёт распространения электромагнитных волн в ограниченных гиротропных областях произвольной формы. Автору удалось на основе полученных дисперсионных характеристик зависимостей постоянной распространения от напряженности внешнего магнитного поля для разных случаев намагниченности феррита и эксцентриситета эллипса показать, что эффект Фарадея для ограниченной гиротропной эллиптической области при продольном намагничивании более существенен, чем для гиротропной круглой области.

3) На основании численных расчетов установлено, что по сравнению с круглой областью, эффект Фарадея проявляется тем сильнее, чем больше намагниченность феррита и больше эксцентриситет эллипса.

Эти результаты показывают важное практическое преимущество гиротропных эллиптических направляющих систем перед круглыми направляющими системами, так как можно добиться одного и того же значения эффекта Фарадея при меньших значениях напряженности внешнего магнитного поля, что более выгодно энергетически. Перечисленные результаты диссертационной работы могут использоваться при разработках ферритовых устройств СВЧ на основе регулярных гиротропных направляющих систем эллиптической формы.

Диссертация соответствует паспорту специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» по следующим пунктам: 1) Разработка новых математических методов моделирования объектов и явлений, 2) Развитие качественных и приближенных аналитических методов исследования математических моделей, 6) Разработка новых математических методов и алгоритмов

проверки адекватности математических моделей объектов на основе данных натурального эксперимента.

Результаты диссертации **апробированы** на различных Международных и Всероссийских научных конференциях и опубликованы в 17 научных статьях, из которых 5 входит в перечень рецензируемых изданий, рекомендованных ВАК РФ.

По рецензируемой диссертации могут быть высказаны отдельные замечания:

1) При численном эксперименте диссертант использует только продольное намагничивание в гиротропной среде, приводящее к эффекту Фарадея. В работе не рассматриваются краевые задачи для касательного и нормального намагничиваний. Представляется желательным в будущем осуществить корректировку результатов с учётом касательного и нормального намагничиваний.

2) В диссертации рассматриваются среды без потерь. Было бы желательным, если бы при исследованиях была проведена оценка влияния затухания (потерь) в ферромагнетиках.

3). На основе регулярных ограниченных эллиптических гиротропных областей в СВЧ технике разработаны широкополосные быстродействующие фазовращатели, широко используемые в фазированных антенных решетках. Возникает вопрос - могут ли на основе регулярных ограниченных эллиптических гиротропных областей быть разработаны другие технические устройства, кроме фазовращателей?

4). По своему оформлению, содержанию и структуре диссертация Итигилова Г.Б. представляет собой законченное научное исследование. Однако в тексте диссертации и в автореферате вместо общепринятой греческой буквы ω для круговой частоты поля использована латинская буква w . Эта редакционная погрешность достаточно заметна для радиоспециалистов.

Сделанные замечания не снижают приятного впечатления о диссертационном исследовании, выполненном Г.Б.Итигиловым. Диссертант показал хороший уровень знаний не только в специальных разделах математики, но и в технических вопросах, что указывает на широту его кругозора, подтвержденного печатными работами.

Текст автореферата полностью отражает содержание диссертации.

Диссертация, выполненная Гармой Борисовичем Итигиловым, является завершённой научно-исследовательской работой, содержит решение актуальной научной задачи моделирования распространения электромагнитных волн в ограниченных гиротропных областях произвольной формы. Она удовлетворяет п. п. 28, 34, 35 «Положения о порядке присуждения ученых степеней и присвоения ученых званий». Ее автор, Г.Б. Итигилов, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Официальный оппонент, заведующий

лабораторией электромагнитной

диагностики Института физического

материаловедения СО РАН, д. т. н.,

проф., заслуженный деятель науки РФ

и Республики Бурятия

(научная специальность 01.04.03 – радиоп физика)

Подпись Ю.Б.Башкуева заверяю.

Ученый секретарь ИФМ СО РАН, к.ф.-м.н., доц.  Батуева Е.В.

5 декабря 2014 г.

Контактные данные: служебный адрес: ул. М.Сахьяновой 6, г. Улан-Удэ, 670047, Россия, тел. 8(3012)433210; домашний адрес: г. Улан-Удэ, 670013, ул. Ключевская 55в, кв.12, тел. 8(3012)414384, E-mail: buddich@mail.ru.

