

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Михеева Петра Андреевича «Программные методы расчёта и коррекции электромагнитных полей», предоставленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Задача синтеза заданной электромагнитной волны возникает во многих областях науки и техники. В диссертации описывается способ решения этой задачи, заключающийся в фокусировке когерентного излучения перфорированной пластиной, размеры и расположение отверстий в которой специальным образом рассчитаны.

Определение размеров и положений отверстий, которые необходимо сделать в пластине, чтобы при дифракции на ней получилась нужная электромагнитная волна, является сложной обратной задачей. Существующие методы решения этой задачи имеют ряд недостатков. В частности, к ним относится крайне высокая вычислительная сложность расчёта и недостаточная точность синтеза электромагнитной волны.

Целью работы являлась разработка нового метода расчета размеров и положений отверстий в перфорированной пластине, обладающего приемлемой вычислительной сложностью и обеспечивающего высокую точность синтеза заданных электромагнитных волн. Полученные в работе результаты имеют различные приложения в оптике и электродинамике.

Основные научные результаты:

- 1) Проведено оригинальное исследование области применимости скалярной модели дифракции.
- 2) Разработан быстрый алгоритм расчета перфорированной пластины. Вычислительная сложность была уменьшена с $O(N*N)$ до $O(N * \log N)$.

3) Разработан метод оптимизации, позволяющий значительно снизить отклонение рассчитанного (синтезированного) электромагнитного поля от заданного.

Практическая значимость диссертации:

Полученные в работе результаты могут использоваться при решении различных задач синтеза, возникающих в оптике и электродинамике. Полученные в диссертации результаты используются на практике компанией Nanotech SWHL GmbH.

Содержание диссертации:

Во введении рассмотрена актуальность темы, сформулирована цель работы, научная новизна, положения, выносимые на защиту, и практическая значимость работы.

В первой главе приводится постановка задачи расчета перфорированной пластины. Рассмотрены некоторые результаты решения этой задачи.

Во второй главе описываются используемые модели дифракции и рассматривается разработанный автором диссертации алгоритм быстрого расчета поля, создаваемого множеством расположенных по равномерной сетке точечных источников.

В третьей главе изучается корректность использования скалярной модели дифракции при расчете перфорированной пластины. Выполнена серия численных экспериментов и проведено сравнение результатов, полученных по скалярной модели с результатами, полученными по векторной модели.

В четвертой главе описывается основанный на градиентном спуске метод повышения точности синтеза электромагнитной волны. Для уменьшения вычислительной сложности используется разработанный автором алгоритм расчёта градиента в пространстве большой размерности.

Замечания по диссертации:

1. При исследовании области применимости скалярной модели дифракции отсутствует сравнение с результатами численного решения этой задачи дифракции на одиночном отверстии в полной электродинамической постановке. В работе только сравнивается одно приближенное решение с другим, тоже приближенным, но более точным, решением векторной задачи в приближении Кирхгофа.
2. На с. 36 указано, что новый метод расчета, предложенный в диссертации, требует 1.7 Гб оперативной памяти, распараллеливается, хорошо масштабируется, а для расчетов использовался вычислительный кластер из 4 процессоров и 192 Гб оперативной памяти на узле; при этом расчет занял 36 часов. Неясно, почему не использовались другие, значительно более мощные суперкомпьютеры. Кроме того, не оценена эффективность применения параллельного алгоритма и вычислительного кластера.
3. На с.20 написано, что поскольку экран проводящий, электрическое поле на нем равно нулю. На самом деле нулю равны лишь касательные компоненты электрического поля, а равенство нулю всего электрического поля принимается в приближении Кирхгофа. При этом ссылка на монографию [16] не точна (в этой работе рассматривается лишь скалярная задача).

Отмеченные недостатки не снижают общую положительную оценку работы. Диссертация Михеева П.А. содержит новые результаты, которые могут быть использованы при решении задач синтеза, возникающие в оптике и электродинамике. Несомненным достоинством диссертации является доведение результатов работы до практического применения.

Считаю, что диссертация Михеева П.А. является законченным научно-исследовательским трудом, в котором решена практически важная задача в области математического моделирования и численных методов электродинамики.

Заключение:

Работа выполнена на весьма высоком уровне, все научные положения, выводы и рекомендации обоснованы. Основные результаты, сформулированные в работе, действительно получены. Разработанные автором методы оригинальны, результаты диссертации опубликованы, в том числе в журналах из перечня ВАК, обсуждались на различных конференциях и семинарах. Содержание диссертации достаточно полно и правильно отражено в автореферате.

Диссертационная работа Михеева Петра Андреевича «Программные методы расчёта и коррекции электромагнитных полей» удовлетворяет требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Официальный оппонент,

доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой «Математика и суперкомпьютерное моделирование» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»

Ю.С.

Смирнов Юрий Геннадьевич

E-mail: mmm@pnzgu.ru

Телефон: (8412)368096

Адрес: 440026, Пенза, ул. Красная, д.40, корп.8,

Кафедра «Математика и суперкомпьютерное моделирование»

Подпись Ю.Г. Смирнова удостоверяю:

Ученый секретарь ученого совета ФГБОУ ВО ПГУ



О.С. Дорофеева

28 ноября 2016 г.