

Отзыв

научного руководителя на диссертацию **Цыброва Евгения Германовича**

«Математическое моделирование в задачах дифрактометрии и его приложения в медицинской диагностике», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 - «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

В диссертационной работе Цыброва Евгения Германовича рассматриваются прямые и обратные задачи дифрактометрии, описывается применение разработанного программного комплекса на основе предложенных математических моделей в медицинской диагностике. Исследована математическая модель рассеяния электромагнитного поля на теле вращения, проводится сравнительный анализ полученных результатов с ранее опубликованными. Обратная задача сводится к решению граничного интегрального уравнения относительно азимутальной компоненты электромагнитного поля. В работе установлена зависимость индикатрисы рассеяния от формы исследуемого диэлектрического тела. Для решения обратной задачи восстановления границы предложен итерационный процесс с использованием регуляризованного метода Ньютона-Гаусса, установлены условия при которых возможно решить обратную задачу рассеяния и определить границы неоднородности. Разработан комплекс программ для решения прямой и обратной задач, проведены результаты вычислительных экспериментов, рассмотрены тела, которые имеют форму цилиндра, шара и тороида.

Рассмотрена прямая и обратная задача рассеяния плоской электромагнитной волны на наборе эллиптических диэлектрических частиц. В обратной задаче находится функция распределения эллиптических частиц по размерам, что имеет большое прикладное значение в медицинской диагностике заболеваний на основе анализа образцов крови, когда важными показателями являются не формы частиц, а их распределение по размерам. Задача сведена к решению интегрального уравнения Фредгольма первого рода, при решении которого был использован метод регуляризации Тихонова А.Н. Приведены результаты вычислительных экспериментов, показавшие высокую эффективность разработанного численного метода на основе предложенной математической модели, устойчивость к погрешностям входных данных. Полученный метод успешно прошел апробацию в лазерной эктацитометрии эритроцитов для получения информации о наличии жестких клеток в крови пациентов.

Предложена и исследована математическая модель рассеяния лазерного пучка на неоднородном ансамбле эритроцитов. Эта модель позволяет провести более широкие исследования: разброс эритроцитов по размерам, формам, ориентации в пространстве. На основе математической модели разработан численный метод, устанавливающий связь экспериментально измеряемой контрастности дифракционной картины с дисперсией распределения эритроцитов по размерам и формам. Выведены формулы для оценки параметров крови в случае слабо неоднородных ансамблей эритроцитов, которые были использованы при решении обратной задачи и позволили ускорить вычисления. В работе приведены результаты численных расчетов вычисления параметров распределения эритроцитов по размерам на основе данных лазерной дифрактометрии.

Разработаны математические модели восстановления распределения эритроцитов по геометрическим параметрам дифракционной картины: характеристическим точкам, кругам кривизны, координатам центра дифракционной картины. Впервые выписаны дифрактометрические уравнения, которые связывают характеристики ансамбля эритроцитов с различными параметрами наблюдаемой дифракционной картины. Разработан численный метод восстановления среднего размера, ширины и асимметрии распределения деформируемости эритроцитов по параметрам наблюдаемой дифракционной картины, приводятся результаты вычислительных экспериментов определения средней деформируемости эритроцитов с целью диагностики заболеваний.

Научная новизна результатов работы заключается в разработке математической модели восстановления границы диэлектрического тела по индикатрисе рассеяния, в построении аналитической модели рассеяния лазерного пучка на наборе тел и использовании этой модели при решении обратной задачи, в определении по дифракционной картине параметров распределения тел по размерам, формам и деформируемости.

Достоверность результатов проведенных исследований подтверждена теоретической базой, математическим обоснованием разработанных численных алгоритмов, сравнением результатов вычислительного эксперимента с ранее опубликованными, полученными другими математическими методами, применением разработанного комплекса программ к анализу дифракционных картин образцов крови при медицинской диагностике и сравнении полученных результатов с ранее известными.

Теоретическая и практическая значимость результатов проведенных исследований заключается в возможности на основе анализа индикатрисы рассеяния или дифракционной картины, которые широко используются для анализа различных сред, получить информацию о размерах, форме тел, распределении тел по различным характеристикам. Разработанный программный комплекс был использован для анализа реальных образцов крови при проведении медицинской диагностики. В результате практического применения комплекса программ оценена точность, скорость вычислений и определена область применимости разработанных математических моделей.

Диссертация Цыброва Евгения Германовича «Математическое моделирование в задачах дифрактометрии и его приложения в медицинской диагностике» является законченным исследованием и удовлетворяет всем требованиям предъявляемым диссертационным советом МГУ им. М.В. Ломоносова к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, рекомендую присудить ее автору - Цыброву Евгению Германовичу - ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2 - «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Научный руководитель:

Кандидат физико-математических наук (специальность 05.13.18

-«Математическое моделирование, численные методы и

комплексы программ»), доцент кафедры математической

физики факультета Вычислительной математики и кибернетики

МГУ им.М.В.Ломоносова.

Место работы: Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова

Адрес места работы: 119991, Москва, Ленинские горы, д.1, стр.52

Тел:8(495)939-53-36

E-mail: sgolovina-msu@mail.ru

09.10.2023.

Головина С.Г.

