

«УТВЕРЖДАЮ»

Генеральный конструктор – первый  
заместитель генерального директора

АО «Концерн «Вега»,

член-корреспондент РАН, д.т.н., профессор,  
Заслуженный деятель науки РФ



В.С. Верба

30 » 05 2018 г.

### ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Весника М.В. «Построение новых эвристических решений в задачах дифракции электромагнитных волн и их применение для анализа рассеяния на телах сложной формы», представленной на соискание учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.03 «Радиофизика»

Необходимость в определении полей рассеяния электромагнитных или акустических волн на трёхмерных телах сложной формы возникает при решении различных важных фундаментальных и прикладных задач. Определение этих полей или их характеристик во всех практически интересных случаях оказывается возможным лишь численными методами в том или ином приближении, погрешности которого обычно оценивают путём сравнения со строгим решением, полученным на основе уравнений электродинамики. Однако получение в приемлемое для пользователя время строгих решений задач часто оказывается проблематичным из-за ограниченных вычислительных ресурсов. Поэтому весьма важен поиск альтернативы строгим решениям, позволяющей существенно сократить время получения решения. Тем самым тема диссертационной работы Весника М.В. посвящённой построению более эффективных в отношении времени вычислений эвристических решений с приемлемой для практики точностью, является **актуальной.**

В диссертационной работе разработан новый метод получения интегрального представления поля (метод обобщённого эйконала) при помощи теории конформных отображений, позволяющий строить приближённые аналитические решения задач дифракции на двумерных и трёхмерных объектах. Используемые при построении этих решений эвристические подходы основаны на физических представлениях о процессах при рассеянии волн и потому позволяют проводить физическую интерпретацию получаемых численных результатов или физических характеристик процесса дифракции. С помощью этого метода:

- выявлены особенности 2D и 3D решений задачи рассеяния в приближении физической оптики и возможности уточнения таких решений;
- созданы эвристические подходы, позволяющие учесть влияние вершин при дифракции на плоских многоугольных пластинах и неидеальных граничных условий на поверхности 2D и 3D рассеивателей;
- создан новый универсальный эвристический подход, позволяющий строить аналитические решения 2D и 3D задач дифракции.

В диссертации получены следующие **новые научные результаты**;

1. При помощи нового разработанного метода обобщённого эйконала получены новые решения задач дифракции для полупластины и усечённого клина, справедливые при стремлении размера их торцов к нулю. Получены также интегральные представления поля, позволяющие получать приближённые аналитические решения задач дифракции на 2D полубесконечных рассеивателях с идеально проводящей изломанной границей из отрезков прямых.
2. Предложены и обоснованы корректирующие коэффициенты, позволяющие повысить точность решения задач дифракции на многогранниках методом эквивалентных контурных токов (ЭКТ). Определены корректирующие амплитудные коэффициенты, позволяющие повысить точность аналитического эвристического решения задачи дифракции на плоском угловом секторе методом ЭКТ.
3. Предложена и разработана методика «условной кромки», позволяющая строить аналитические решения 3D задач дифракции с гарантированным выполнением принципа взаимности. Разработана методика перехода от известного аналитического решения для 2D структуры к решению для 3D структуры при помощи подстановки специальных угловых параметров – «комплексных углов».
4. Предложен и реализован метод приближённого представления дифракционных волновых полей в задачах рассеяния на полупрозрачных полубесконечных структурах, основанный на новом определении функции прозрачности.
5. Предложен и обоснован способ получения эвристического решения задач дифракции упругой волны.

**Теоретическая значимость** проведенного исследования состоит в разработке нового метода решения задач дифракции – метода обобщённого эйконала, позволяющего получать эффективные аналитические формулы рассеяния электромагнитных и упругих волн на телах сложной формы.

**Практическая ценность** полученных в работе результатов состоит в следующем:

1. Предложенные эвристические решения задач дифракции совместно с реализующими их алгоритмами и программами могут служить основой для построения интегрированных

систем электродинамического моделирования полей рассеяния сложными объектами с большими электрическими размерами.

2. Совокупность предложенных моделей анализа полей дифракции на ключевых структурах отличается высокой эффективностью, недостижимой при использовании прямых численных решений электродинамических задач, а также позволяет снизить затраты компьютерных ресурсов

3. Повышение эффективности электродинамических моделей, достигаемое за счёт использования развитых в работе методов, потенциально позволяет решать задачу синтеза рассеивающих объектов сложной формы.

4. Полученные результаты могут быть использованы при определении эффективной поверхности рассеяния различных радиолокационных объектов, анализе распространения радиоволн в условиях городской застройки и внутри помещений, а также при исследовании дифракции электромагнитных волн на кристаллах, матрицах фотоприёмников, дифракции упругих волн на неоднородностях в среде распространения.

**Достоверность и обоснованность** полученных результатов и выводов подтверждаются применением основополагающих физических принципов (локальности поля, взаимности, дополненности) и физических закономерностей теории дифракции (существовании области стационарной фазы, дифракционных конусов) при построении новых эвристических решений, а также корреляцией результатов расчёта по новым эвристическим формулам с частными известными результатами, полученными по другим эвристическим формулам или строгими методами.

Наряду с несомненными достоинствами (в отношении быстродействия и точности построенных эвристических решений) следует отметить и следующие **недостатки** изложенной в автореферате работы:

1. Анализ точности предложенного эвристического подхода («верификация» и «настройка») осуществляется на основании сравнения с более точными строгими решениями для определённых рассеивающих объектов. После чего полученные решения применяются к другим подобным рассеивающим объектам. Однако степень подобия рассеивающих структур в автореферате никак не определена.

2. В автореферате рассмотрены вопросы рассеяния лишь монохроматических волн. В то же время в радиолокации наметилась устойчивая тенденция к использованию широкополосных и сверхширокополосных зондирующих сигналов. В автореферате отсутствует оценка применимости предложенных алгоритмов для таких сигналов.

3. Не формализована предварительная информационная база данных, необходимая для реализации предложенных эвристических методов в новых ситуациях.

Отмеченные недостатки не снижают общей положительной оценки представленной работы.

**Заключение.** Судя по автореферату, диссертация Весника М.В. представляет законченную научно-квалификационную работу, выполненную на высоком научном уровне и содержащую решение научной проблемы – построения эффективных аналитических формул теории дифракции, открывающих новые возможности для исследования рассеяния волн на телах сложной формы. В диссертационной работе обоснованы теоретические положения и получены новые результаты, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение.

Автореферат правильно и достаточно полно отражает существо выносимых на защиту положений, соответствующих заявляемой специальности.

Основные положения диссертации опубликованы в изданиях из Перечня ВАК и прошли апробацию на ряде научно-технических конференций.

Диссертация соответствует требованиям ВАК Минобразования и науки РФ к диссертациям на соискание учёной степени доктора наук, а её автор Весник Михаил Владимирович заслуживает присуждения ему учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.03 – радиофизика.

Главный научный сотрудник

АО «Концерн «Вега»,

д.т.н., профессор.

Место работы: АО «Концерн «Вега»,

121170, г. Москва, Кутузовский проспект, 34.

Служебный телефон: 8 (499) 753-40 –04\* 9090

Электронная почта: [mail@vega.su](mailto:mail@vega.su), для Курочкина А.П.

 А.П. Курочкин

Заместитель генерального конструктора

АО «Концерн «Вега»,

к.т.н., с.н.с.

Место работы: АО «Концерн «Вега»,

121170, г. Москва, Кутузовский проспект, 34.

Служебный телефон: 8 (499) 753-40 –04\* 1017

Электронная почта: [mail@vega.su](mailto:mail@vega.su), для Плющева В.А.

 В.А. Плющев

Ведущий научный сотрудник

АО «Концерн «Вега»,

к.ф.-м.н., с.н.с.

Место работы: АО «Концерн «Вега»,

121170, г. Москва, Кутузовский проспект, 34.

Служебный телефон: 8 (499) 753-40 –04\* 9105

Электронная почта: [mail@vega.su](mailto:mail@vega.su), для Лося В.Ф.

 В.Ф. Лось