

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Зейде Кирилла Михайловича «Дифракция электромагнитных волн на вращающихся осесимметричных телах», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – «Радиофизика»

Эффекты релятивистской электродинамики представляют определенный интерес в настоящее время. Анализ условий распространения электромагнитных волн в неинерциальных системах отсчета особо актуален в данном контексте. В первую очередь, это связано с тем, что использование стандартных аппроксимаций и допущений, при решении такого класса задач (например, известный метод *rest frame theory*), утрачивает свою необходимость, в свете развития новых алгоритмов обработки экспериментальных данных, повышения вычислительных мощностей для моделирования все более и более сложных систем, с получаемыми результатами все более и более высокого порядка точности и появлением высокочувствительного измерительного инструментария. Стабильный интерес в исследовании возможностей практического применения малых эффектов, находившихся ранее за пределом нулевого порога по принятию решения, наблюдается во многих областях науки и техники, и радиофизика не является исключением. Разработанный автором метод решения задач дифракции электромагнитных волн на вращающихся осесимметричных телах логичным образом вписывается в этот тренд. Основные результаты работы могут найти применение в космических исследованиях, в вопросах неразрушающей дефектоскопии и восстановлении динамики целей радиолокационных комплексов. Сопутствующие основной проблеме задачи решенные автором диссертации также представляются актуальными, особенно в рамках проведения вычислительного эксперимента с контролируемой точностью. Таким образом, **актуальность** диссертационной работы Зейде Кирилла Михайловича не вызывает сомнений.

Первая глава диссертации описывает синтез требуемых параметров, величин и характеристик для решения задачи дифракции электромагнитных

волн на вращающихся осесимметричных телах. Приводятся положения специальной и общей теории относительности, необходимые для решения поставленной задачи. Дается описание материальных параметров вращающейся среды в отсутствие внешних электромагнитных полей. Далее формулируются условия распространения электромагнитных волн в отсутствие материальной среды, но в присутствии внешнего силового поля, что эквивалентно неинерциальной системе отсчета. В итоге, автор обобщает результаты этих двух исследований и выводит постоянную распространения электромагнитных волн в неинерциальной материальной среде.

Во второй главе приводятся строгие решения задач дифракции электромагнитных волн на вращающихся телах, таких как бесконечный круглый цилиндр и сфера. Для решения дифракционных задач с неаналитическими формами рассеивателей, автор предлагает использовать стандартные численные методы электродинамики (метод моментов и метод конечных элементов). Для достоверного обнаружения малых эффектов на фоне вычислительных ошибок автором разработан алгоритм оптимизации расчетной конечно-элементной сетки, а также алгоритм стратификации сложной геометрии объекта по параметру малости целевого эффекта наблюдения.

Третья глава диссертации посвящено исследованию полученных результатов. Автор приводит оценку точности полуаналитических выражений и на их основе доказывает достоверность полученных результатов для рассеянных электрических полей. Приводится планирование эксперимента по наблюдению за вращающимся диэлектрическим цилиндром антенным методом в условиях безэховой камеры. Даются результаты проведенного автором эксперимента по рассеянию электромагнитных волн на вращающемся проводящем цилиндре, для учета возникающих вибрационных сигналов, которые в такой постановке являются нежелательным эффектом. Проведен анализ результатов, полученных с использованием системы автоматизированного проектирования. В конце главы автор предлагает концепцию распределенного модульного моделирования для повышения

эффективности планирования эксперимента и минимизации ошибки на уточнение и стратификации геометрии объекта.

Исследования, выполненные в диссертации Зейде Кирилла Михайловича, и их результаты обладают **научной новизной**, заключающейся, в первую очередь, в разработанном и апробированном алгоритме пространственно-временной декомпозиции системы вращающегося осесимметричного рассеивателя.

Достоверность результатов диссертации подтверждается использованием строгих аналитических формулировок, корректным применением систем автоматизированного проектирования, следованием протоколу проведения вычислительного эксперимента, использованием стандартизированных процедур анализа результатов и корректным применением известных методик проведения физического эксперимента.

Научная и практическая ценность работы заключается в том, что автор разработал, подробно описал и верифицировал обобщенный метод решения дифракционной задачи, в присутствии вращающегося осесимметричного рассеивателя, с учетом большинства эффектов, связанных с неинерциальностью системы отсчета объекта.

Диссертация Зейде Кирилла Михайловича написана хорошим научным языком. Текст автореферата правильно отражает содержание диссертации. Результаты диссертации были доложены на всероссийских и международных конференциях, а также опубликованы в ведущих рецензируемых научных журналах.

Вместе с этим диссертация Зейде Кирилла Михайловича имеет некоторые недостатки:


1. Автор утверждает, что в рамках его метода учитываются все эффекты, связанные с неинерциальностью системы отсчета, в которой распространяются электромагнитные волны, однако, по тексту диссертации, не было показано, как силы инерции влияют на изменение поляризации радиоволн.
2. В диссертации не рассматривается эффект Лензе-Тирринга,

- представляющий определенный интерес в рамках изучаемой проблемы.
3. Автор не приводит анализа вычислительных ошибок, связанных с использованием метода конечных элементов для получения результатов расчета поля, рассеянного вращающимся объектом.
 4. Во введении автор упоминает, что сопутствующим эффектом при вращении тела является, ко всему прочему, излучение радиоволн. Однако, по тексту диссертации данный эффект не учитывается и не попадает под рассмотрение, хотя, в некоторых конкретных случаях, может оказать определенное влияние на волны, рассеянные вращающимся объектом, а значит – и на решение задачи в целом.

Однако отмеченные недостатки не снижают научной и практической ценности диссертации в целом. Диссертация Зейде Кирилла Михайловича «Дифракция электромагнитных волн на вращающихся осесимметричных телах» удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям ВАК, ее содержание соответствует специальности 01.04.03 – «Радиофизика», а Зейде Кирилл Михайлович заслуживает присуждение ученой степени кандидата физико-математических наук.

Официальный оппонент:

доктор технических наук,
профессор кафедры радиоэлектронных
устройств и систем
ФГБОУ ВО "Воронежский государственный
технический университет (ВГТУ)".
394026 г. Воронеж, ул. Московский проспект, 14
Телефон: +7(473)2437729
Электронная почта: pasternakyg@mail.ru



Пастернак Юрий Геннадьевич

14 мая 2019г.

Отзыв д.т.н., проф. Пастернака Ю.Г. заверяю: проректор по научной работе ВГТУ
д.т.н., проф.

Дроздов И.Г.

