

## Отзыв

на автореферат диссертации Домбровской Жанны Олеговны «**Особенности распространения электромагнитных волн через диэлектрические метапленки и слоистые среды**», представленной к защите в диссертационном совете МГУ.01.12 Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова на соискание ученой степени кандидата физико математических наук по специальностям 01.04.01 - «Приборы и методы экспериментальной физики» и 05.13.18 - «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Диссертационная работа Ж.О. Домбровской посвящена разработке эффективных и надежных алгоритмов моделирования устройств интегральной фотоники. Особенно интересным мне представляется первое положение, вынесенное на защиту. Применение рекуррентных уточнений по методы Ричардсона и адаптивных квазиравномерных сеток позволило диссертанту значительно уменьшить немонокотность схемы Йе и повысить порядок расчета по этой схеме на 6-9 порядков.

Чтобы по достоинству оценить этот результат, следует заметить, что схема Йе (метод конечных разностей во временной области, FDTD) является весьма распространенным методом численного решения задач электродинамики, реализованном во многом в том числе коммерческом программном обеспечении, ориентированном на решение задач электродинамики<sup>1</sup>. Его популярность в значительной мере объясняется простотой реализации на ЭВМ. Ж.О. Домбровская, справедливо отметив катастрофическое падение точности этого метода при рассмотрении слоистых сред, предложила методику оценки этой ошибки и повышения порядка расчета на несколько порядков. Это позволяет надеяться на то, что после доработки, описанной в диссертации Ж.О. Домбровской, область применения метода FDTD станет значительно шире. Не вызывает никаких сомнений, что это обстоятельство должно вызвать интерес со стороны разработчиков программного обеспечения, ориентированном на решение задач электродинамики. Это безусловно свидетельствует о важном прикладном значении работы.

Работа выполнена на высоком математическом уровне. В ней впервые дано строго математическое объяснение трудностей, возникающих при расчете полей в слоистых средах по схеме Йе.

К сожалению, катастрофическое падение точности является не единственным затруднением, возникающем при применении FDTD. Специфика целого ряда задач

---

1 Григорьев А. Д. Методы вычислительной электродинамики. — Москва : Наука, 2013.

электродинамики, напр., в волноводных задачах, стоит в том, что в них проводится расчет электромагнитных полей на расстояниях от исследуемого объекта, рассеивающего электромагнитное поле, что приводит в рамках метода FDTD и его модификаций к необходимости огромных объемов вычислений. Следует также добавить, что этот метод вносит в задачу «численную дисперсию», приводящую к ошибкам в определении фазовой скорости, и «численную анизотропию», при которой волновые числа волн, распространяющихся в различных направлениях в изотропной среде, различаются.<sup>2</sup> Представляется, что преодолимость этих затруднений требует дополнительного исследования.

Считаю, что этот недостаток несколько не снижает общего положительного впечатления от автореферата, а диссертационная работа «Особенности распространения электромагнитных волн через диэлектрические метапластики и слоистые среды» полностью соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемых к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 — «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Кандидат физико-математических наук (специальность 01.01.03 — «Математическая физика»), доцент кафедры прикладной информатики и теории вероятностей ФГАОУ ВО «Российский университет Дружбы Народов»



Малых Михаил Дмитриевич

«4» сентября 2019 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет Дружбы Народов»

117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6

тел. +7 (499) 936-87-87

Email: [information@rudn.ru](mailto:information@rudn.ru)

Подпись М.Д. Малых удостоверяю.

Зам. декана факультета физико-математических и естественных наук РУДН, к.ф.н.  Корольков В.И.

2 Егоров А. А., Ставцев А. В. Численное исследование характеристик лазерного излучения, рассеянного в интегрально-оптическом волноводе с трехмерными неоднородностями // Журнал радиоэлектроники. — 2012. — No 2. — URL: <http://jre.cplire.ru/koi/feb12/13/text.html>.