

Отзыв

на автореферат диссертации Д. В. Денисова «Методы анализа, оптимизации и реализации многослойных сферических линзовых структур», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по (специальность 2.2.14 – Антенны, СВЧ-устройства и их технологии)

Мной рассмотрен автореферат диссертации Дмитрия Вадимовича Денисова. Работа интересна с позиции инженера, который занимается оборудованием беспроводного широкополосного доступа: переход сетей связи в сантиметровый и миллиметровый диапазоны увеличивает потери на трассе, и обойтись слабонаправленными антеннами уже нельзя. Фазированные решётки дают управляемый луч, но требуют дорогой активной электроники в каждом канале. Пассивная линза Люнеберга с несколькими облучателями даёт одновременно несколько лучей и не нуждается в формирователе луча. Поэтому методы, позволяющие быстро рассчитать такую линзу и дёшево её изготовить, востребованы в отрасли.

С практической точки зрения в работе можно выделить три результата.

Во-первых, автор довёл свой расчётный аппарат до открытой библиотеки GreenTensor на Python. По данным автореферата она считает сечения рассеяния многослойной линзы на два-четыре порядка быстрее конечноэлементного моделирования. Для разработчика это означает, что сотни вариантов конструкции можно перебрать за короткое время. На сгенерированных библиотекой данных построена нейросетевая модель, которая на контрольной выборке воспроизводит полное сечение с коэффициентом детерминации около 0,99.

Во-вторых, рассмотрен конкретный пример антенны для сетей пятого поколения: шестислойная линза с двенадцатью волноводными облучателями в полосе 24,25...24,65 ГГц, формирующая до пяти независимых лучей. Предложено и размещение такой антенны на опоре городской инфраструктуры. Замена одной крупной линзы решёткой из нескольких малых, по оценке автора, уменьшает массу и расход диэлектрика на 50...70 %, что существенно для изделий, монтируемых на мачтах.

В-третьих, предложена технология печати слоёв линзы из PLA, PETG и HIPS с заданной долей воздушных пустот. Пористость рассчитывается по формуле Лихтенекера, проницаемость каждого слоя контролируется волноводным методом Николсона — Росса — Вейра. Многослойный профиль оптимизирован генетическим алгоритмом сразу с учётом возможностей принтера; у восьмислойного варианта среднеквадратичная ошибка аппроксимации проницаемости составляет 0,032. Изготовление на серийном 3D-принтере из недорогих пластиков делает линзовые антенны доступными для мелкосерийного производства.

Есть и вопросы, которые по автореферату остались открытыми.

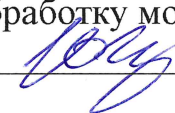
1. Антенна на 24 ГГц описана только расчётом в HFSS. Хотелось бы понять, сколько усиления теряется в миллиметровом диапазоне из-за диэлектрических потерь пластика и неоднородности напечатанных слоёв.
2. Для уличного исполнения важна стабильность проницаемости PLA и PETG при перепадах температуры и во влажном воздухе — эти данные в автореферате не приведены.

Высказанные замечания не имеют принципиального характера и не снижают общую положительную оценку работы.

Автореферат изложен понятно и логично, публикации и апробация результатов достаточны. Считаю, что в диссертации на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение в области расчёта и проектирования линзовых антенн. Работа соответствует п. 9 Положения о присуждении учёных степеней, утверждённого Правительством РФ в 2013 году (№ 842), а Дмитрий Вадимович Денисов заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук.

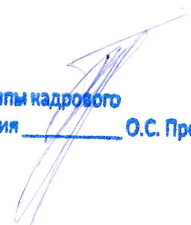
Юзвик Денис Андреевич, кандидат технических наук по специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии, инженер-программист, ООО «Предприятие «ЭЛТЕКС»

Подпись  Дата «21» 10 2026 г.

Даю согласие на обработку моих персональных данных и включение их в аттестационное дело соискателя. 

Подпись к.т.н. Д.А. Юзвика заверяю: _____

Руководитель группы кадрового
администрирования

 О.С. Прокопьева

