

ОТЗЫВ

официального оппонента Калошина Вадима Анатольевича

на диссертационную работу Александрина Антона Михайловича по теме

«Широкополосные антенные решётки с применением структур из искусственного неоднородного диэлектрика», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 – Антенны, СВЧ устройства и их технологии

Тема диссертационной работы Александрина А. М., посвященная исследованию и разработке широкополосных линзовых антенн из неоднородного диэлектрика и разреженных антенных решёток с использованием таких элементов актуальна в связи развитием новых поколений систем связи, радиолокации и систем радиомониторинга.

Представленная работа соответствует паспорту специальности 05.12.07 – «Антенны, СВЧ устройства и их технологии», пункты 2, 3 и 9.

Диссертационная работа состоит из Введения, пяти глав, Заключения, списка публикаций и Приложения. Работа изложена на 149 страницах, включает 155 рисунков.

По материалам диссертации получен патент РФ и опубликовано 11 научных работ, включая 6 статей в рекомендованных ВАК РФ изданиях, результаты работы докладывались и обсуждались на 5 российских и международных конференциях.

Во Введении обоснована **актуальность** темы диссертационной работы, сформулированы цели и задачи исследования, отмечены теоретическая и практическая значимости работы, показана **научная новизна**, перечислены методы исследования, сформулированы положения, выносимые на защиту, приведены сведения об апробации работы, структуре диссертации.

Первая глава включает: 1) обзор известных неоднородных линзовых антенн различного типа (структура, способы реализации); 2) обзор известных способов создания неоднородного диэлектрика; 3) рассмотрение различных типов диэлектрических линз; 4) выводы о возможных способах реализации неоднородной линзовой антенны из однородных диэлектрических материалов.

Во второй главе приведены результаты исследования неоднородной круглой цилиндрической линзы из однородного диэлектрика со звездообразной формой сечения для обеспечения требуемого закона изменения усредненного показателя преломления от радиуса.

Третья глава посвящена рассмотрению влияния сплошной диэлектрической оправы на характеристики линзы из неоднородного диэлектрика. Обнаружен **эффект периодической зависимости КНД** такой линзы от радиальной ширины оправы.

В четвертой главе приводятся результаты исследований различных широкополосных излучателей, пригодных для применения в составе системы с линзой из неоднородного диэлектрика. Рассмотрены вопросы достижения наибольшей полосы частот такими излучателями. Приведены данные экспериментов, подтверждающих пригодность применения широкополосного печатного вибратора в системе с линзой для достижения высокой направленности в октавной полосе частот.

В пятой главе рассматриваются антенные решетки на основе широкополосных излучателей с неоднородной линзой. Проведено экспериментальное исследование макетов двумерной и линейной АР, доказывающее работоспособность таких АР в широкой полосе частот.

В Заключении изложены основные результаты, полученные в ходе выполнения научного исследования.

Теоретическая значимость определяется **новыми научными результатами**, полученными при исследовании. Диссертационная работа имеет **практическую значимость**. Основные результаты диссертации были получены при выполнении опытно-конструкторских работ в СПбГЭТУ «ЛЭТИ» и в ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет». Подтверждением являются акты внедрения и патент на изобретение.

Результаты работы **достоверны**, так как для расчетов использованы апробированные численные методы и проведено сопоставление результатов моделирования с экспериментальными данными, а также с опубликованными результатами других авторов.

Автореферат соответствует содержанию диссертации. Положения и выводы, сформулированные в диссертации, получили апробацию на международных и всероссийских научных конференциях.

Работа не свободна от недостатков, в связи с чем имеется ряд замечаний:

1) Замечания по обзору:

Утверждение автора о том, что Люнебургом решена задача синтеза линзы с фокусом на поверхности, а Морганом – решение обобщено на случай произвольного положения фокусов – неверно. Люнебургом решена задача для произвольного положения фокусов (вне линзы), Гутманом – внутри, а Морган обобщил эти решения для линзы с оболочкой.

В работе нет ни одной ссылки на публикации по разреженным решеткам с линзовыми элементами из однородного диэлектрика, которые являются прототипами исследуемых.

При обзоре решений задач синтеза неоднородных линз отсутствуют ссылки на работы по синтезу анизотропных линз Люнебурга и Микаэляна: В.А.Калошин, В.Я.Щербенков, Обобщение задачи Люнеберга для анизотропной среды // РЭ, 1973. Т.18. №1. С.26-31, а

также В.А.Калошин. Планарная анизотропная линза Микаэляна на основе EBG структуры // ДАН. 2016. Т.470. №2. С.153-156.

При описании слоистой среды тензором диэлектрической проницаемости автор ссылается на работы Левина и Рытова, но не ссылается на более позднюю работу: В.А.Калошин, С.В.Стойанов, Замедляющие свойства слоистых диэлектрических структур // РЭ. 1989. №12. С.2640-2643, в которой показано, что такие структуры обладают не только анизотропией, но и частотной и пространственной дисперсией, а также получены описывающие эти эффекты формулы.

При обзоре способов реализации искусственного диэлектрика с зависимостью от радиуса в цилиндрической системе координат отсутствуют ссылки на работы: В.А.Калошин, М.В.Персиков, С.В.Стойанов, Ю.А.Шестаков, Линзовые антенны КВЧ диапазона на основе анизотропных диэлектрических структур, I Всес.н./т. конф. «Устройства и методы прикладной электродинамики», Одесса, 1988 г., В.А.Калошин, М.В.Персиков, С.В.Стойанов, Ю.А.Шестаков, Градиентные линзовые антенны на основе трубчатых диэлектрических структур, Труды Всес. н./т. конф. «Современные проблемы радиоэлектроники», М., МЭИ, 1988 г. Предложенные там конструкции линз Микаэляна из трубчатого диэлектрика, в отличие от дырчатого, обсуждаемого в диссертации, позволяют реализовать коэффициент преломления близкий к единице. Но главное – отсутствует ссылка на а.с. SU 439867 A1, Оpub. БИ, 1974. №30 (<https://patentdb.ru/patent/439867>), где заявлен фокусирующий диэлектрический волновод в виде стержня звездообразного профиля.

2) **Замечания по новизне результатов:** в связи с последней ссылкой, пункт 1 научной новизны должен быть сформулирован в менее общем виде.

3) **Замечания по формулировкам положений, выносимых на защиту:**

Первое положение является скорее постановкой задачи, так как в нем неопределена геометрия лепестков.

Третье положение сформулировано в слишком общем виде (не указаны границы коэффициента преломления линз, тип плоских решеток с которыми происходит сравнение), чтобы быть доказанным. Толщина решетки с линзовыми элементами зависит от коэффициента преломления материала линзы. Волноводные решетки с планарной волноводной ДОС позволяют получить полный КИП выше, чем у решеток, исследованных в диссертации.

4) **Замечания по тексту:**

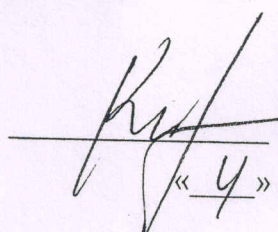
В тексте имеются опечатки, неправильная терминология (например, «потери на отражение» вместо «коэффициент отражения»), в ряде случаев ход кривых не

объясняется (например уменьшение величины экспериментального КИП широкополосной АР с ростом частоты).

В целом диссертационная работа соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Александрин Антон Михайлович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 – Антенны, СВЧ устройства и их технологии.

Официальный оппонент,
доктор физ.-мат. наук, зав. лаб. электродинамики
композиционных сред и структур
ИРЭ им. В.А.Котельникова РАН

125009, г. Москва, ул. Моховая 11, корп.7.
8(495)629-35-74, ire@cplire.ru


В.А. Калошин.
« 4 » сентября 2020 г.

Подпись и реквизиты В.А. Калошина удостоверяю
Ученый секретарь
ИРЭ им. В.А.Котельникова РАН





И.И. Чусов