



УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

ПАО «Радиофизика»

Б.А. Левитан

«29» мая 2025 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Публичного акционерного общества «Радиофизика»
на диссертацию Нгуен Тхе Тхана

«Сверхширокополосные антенные системы линейной поляризации»,
представленную на соискание учёной степени кандидата физико-
математических наук по специальности

2.2.14 – «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии»

Большинство известных сверхширокополосных (СШП) антенн: ТЕМ рупоры, биконические антенны, щелевые рупоры, логопериодические антенны не обладают высокой направленностью. Для повышения направленности используют антенные системы: зеркальные, линзовые и антенные решетки. Одной из главных характеристик, характеризующих качество таких антенных систем, является коэффициент использования поверхности (КИП), который в известных СШП антенных системах относительно невысок. Поэтому задача улучшения характеристик излучения СШП антенных систем и, в частности, повышения величины КИП, является **актуальной**.

Работа состоит из Введения, четырех глав, Заключение и Списка литературы. Во Введении обоснована актуальность темы, а также сформулированы цели и задачи исследования.

В первой главе исследованы поликонические антенны с однородной и анизотропной градиентной диэлектрической линзой Микаэляна. Однородная линза имеет одну преломляющую эллипсоидальную поверхность, а анизотропная градиентная линза – цилиндрическую поверхность и состоит из набора параллельных диэлектрических дисков. Моделирование антенной системы проведено с использованием метода конечных элементов (МКЭ), метода моментов (ММ) и метода конечных разностей во временной области (МКРВО). Для проверки результатов численного моделирования разработана конструкция и изготовлен экспериментальный образец поликонической антенны с градиентной линзой. Приведены рассчитанные и измеренные

частотные характеристики коэффициента отражения (КО), коэффициента усиления (КУ) и эффективности поликонической антенны.

Вторая глава посвящена разработке однополяризационных и двухполяризационных СШП облучателей на основе пирамидального и конического рупора с диэлектрическими вставками и исследованию однозеркальных антенных систем с этими облучателями. Путем численного моделирования с использованием МКЭ и МКРВО проведено исследование частотных характеристик КО, ширины главного лепестка ДН и положения фазового центра облучателя и КУ, а также величины КИП однополяризационной и двухполяризационной офсетной однозеркальной антенной системы.

В третьей главе приведено геометрическое решение задачи синтеза осесимметричной и офсетной двухзеркальной антенной системы с трапецеидальным амплитудным распределением поля в апертуре главного зеркала с целью максимальной величины. Разработана облучающая система на основе градиентной линзы Микаэляна для осесимметричной антенной системы с возбудителем в виде открытого конца круглого металло-диэлектрического волновода. Для офсетной антенной системы разработаны 2 варианта облучающей системы, включая четырехреберный рупор с диэлектрической однородной линзой, расположенной на фокусном расстоянии от фазового центра, и конический рупор с однородной диэлектрической линзой, расположенной в апертуре. Путем численного моделирования с использованием МКЭ и МКРВО проведено исследование частотных характеристик КО, амплитудного и фазового распределения на выходе облучающей системы и КУ, КИП и уровня боковых лепестков осесимметричной и офсетной однозеркальной антенной системы.

Четвертая глава посвящена разработке и исследованию плоской синфазной антенной 64-элементной решетки щелевых рупоров с системой питания на основе коаксиальных и полосковых делителей мощности. С использованием МКЭ исследованы частотные характеристики КО, КУ, КИП и отношения «вперед-назад» антенной решетки с плоским и П-образным экранами.

В Заключение приведены основные результаты диссертации.

Новые результаты, полученные соискателем в диссертационной работе:

- Разработана и исследована поликоническая антенна с однородной диэлектрической линзой.

- Разработана и исследована поликоническая антенна с градиентной диэлектрической линзой.

- Разработаны и исследованы однополяризационная и двухполяризационная однозеркальная антенные системы с облучателем на основе металло-диэлектрического рупора.

- Разработана и исследована двухполяризационная осесимметричная двухзеркальная антенная система с облучателем на основе градиентной линзы Микаэляна.

- Разработана и исследована двухполяризационная офсетная двухзеркальная антенная система с облучателем в виде рупорно-линзовой антенны и на основе металло-диэлектрического рупора.

- Разработана и исследована плоская синфазная 64-элементная антенная решетка щелевых рупоров с системой питания.

Достоверность результатов исследований в диссертационной работе подтверждается корректным применением трех апробированных численных методов (моментов, конечных элементов и конечных разностей во временной области), реализованных в известных САПР, для численного моделирования, сопоставлением между собой результатов, полученных разными методами, а также сопоставлением результатов моделирования и измерений экспериментального образца. Выводы, сформулированные в диссертации, получили квалификационную апробацию на двух международных конференциях.

Практическая значимость работы заключается в возможности практического применения рассмотренных сверхширокополосных антенных систем линейной поляризации на основе поликонических, зеркальных антенн и антенной решетки в радиолокационных системах и системах радиомониторинга, а также в качестве базовых станций мобильной связи новых поколений.

- Разработка конструкции и изготовлен экспериментальный образец сверхдиапазонной поликонической антенны с градиентной диэлектрической линзы с полосой частот 1.5-60 ГГц и проведено измерение ее характеристик КУ и КО.

Публикация и апробация. Результаты диссертационной достаточно полно представлены в 7 статьях в журналах, индексируемых RSCI, а также в двух статьях, опубликованных в сборнике трудов международных конференций. Результаты докладывались на двух Международных конференциях "Инжиниринг и телекоммуникации – En&T 2023", Москва. 22-23

ноября 2023 и “Инжиниринг и телекоммуникации – En&T 2024”, Москва. 20-21 ноября 2024 г.

Рекомендуется использовать результаты диссертации на предприятиях: Концерн «Созвездие», МНИИРС, РНИИРС, ПАО «Радиофизика», Концерн «Вега», ИСС им. акад. М.Ф. Решетнева, НИИ «Точных Приборов», АО НПО «Лавочкина» и др.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации. Тематика проведенного исследования соответствует паспорту специальности 2.2.14 – «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии».

По диссертационной работе имеются следующие замечания:

1. Делая обзор литературы, касающейся применения линз в биконических антеннах, автор не указал работу Бобрешова А.М. , Калошина В.А., Смусевой К.В. и Ускова Г.К. «Применение линзы Микаэляна для улучшения направленных свойств биконической антенны», VI научный форум телекоммуникации: теория и технологии ТТТ-2023. Материалы XX Международной научно-технической конференции. Казань, 2023. С. 200-202. Так как антенна в указанной работе аналогична антенне, рассмотренной во второй главе диссертации, то эта ситуация требует разъяснений.
2. Одним из параметров, используемым автором в качестве характеристики поликонических антенн с линзами, рассмотренных в первой главе, является эффективность. Так как автор не дает никаких ссылок на публикации, где был введен или использован указанный параметр, то статус его, т.е. является ли он официальным и общепринятым, или он введен впервые, остается не ясным.
3. Результаты моделирования, приведенные на рис. 1.10 и 1.22, показывают, что эффективность поликонических антенн с линзами у нижнего края полосы частот превышает единицу. Короткое объяснение этому факту дано на стр. 24. Однако эффективность антенны с линзой Микаэляна (рис. 1.22) превышает единицу не только у нижнего края полосы частот, что требует объяснения.
4. Конструкция макета поликонической антенны с линзой Микаэляна описана не достаточно подробно. В частности не ясно как обеспечивается крепление диэлектрических дисков. Поверхность линзы на рис. 1.11, к которой крепятся диски, отличается от поверхности линзы в макете на рис. 1.16.
5. Излучающие поверхности линз в поликонических антеннах не согласованы со свободным пространством. Представляло бы интерес исследовать, как это обстоятельство влияет на характеристики антенны. Это можно было бы легко сделать, сравнивая коэффициент отражения антенны без линзы и коэффициент отражения антенны с линзой в полосе частот, но этого не сделано.

6. Оформление работы оставляет желать лучшего, так как имеет место использование разных размеров шрифтов в разных формулах, например, в формулах (1.2), (1.3), (1.4) и (1.5), а также и в тексте, например, сразу после формулы (1.2). Некоторые формулы находятся на разных уровнях с их номерами, а также не сделано их выравнивание по центру. Имеют место незаполненные страницы, например, стр. 18.

Указанные замечания, однако, не носят принципиально характера и не влияют на положительную оценку результатов работы в целом. Диссертация представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, выполненную автором на достаточно высоком научном уровне, в которой изложены научно обоснованные оригинальные теоретические и технические решения, вносящие определённый вклад в развитие теории и техники антенн. Диссертация полностью соответствует заявленной специальности 2.2.14 – «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии».

Считаем, что диссертационная работа отвечает требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Нгуен Тхе Тхань, заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.2.14 – «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии»

Отзыв рассмотрен и одобрен на заседании НТС ПАО «Радиофизика» (протокол № 1-2/25 от 27 мая 2025 г.) с участием ведущих специалистов по антенной тематике.

Ученый секретарь ПАО «Радиофизика», к.т.н.

 С.В. Фролов

Отзыв составил д.ф.-м.н.

 С.П. Скобелев

Должность: Ведущий научный сотрудник НИО-3

Организация: ПАО «Радиофизика»

Адрес: 124480, г Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 10

Телефон: 8 905 500 4212

E-mail: s.p.skobelev@mail.ru