

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертацию Нгуен Конг Тхэ «Гибридные сканирующие и многолучевые зеркальные антенны на базе параболического цилиндра», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.12.07 – «Антенны, СВЧ устройства и их технологии».

В последнее время возрос интерес к гибридным сканирующим и многолучевым зеркальным антеннам. Этот интерес обусловлен тем, что наряду с традиционными, появляются новые области применения для указанных антенн: базовые станции систем мобильной связи, наземные системы космической связи, системы радио-мониторинга и т. д. При этом возникают задачи улучшения параметров гибридных антенн, в первую очередь, повышения коэффициентов усиления (КУ) и использования поверхности (КИП), расширения полосы рабочих частот, повышения предельной мощности излучения антенны, а также сектора обзора многолучевой антенны и числа лучей. Таким образом, тема диссертации «Гибридные сканирующие и многолучевые зеркальные антенны на базе параболического цилиндра», является **актуальной**.

Целью диссертационной работы является разработка и исследование гибридных антенн с разреженной облучающей решеткой и многолучевых антенн с многозеркальной ДОС на базе параболического цилиндра.

Диссертация состоит из Введения, четырех глав, Заключения, Списка литературы из 35 наименований, Списка использованных сокращений и обозначений и Приложения. Основная часть работы изложена на 110 страницах, содержит 121 рисунок.

Во Введении обоснована актуальность темы, сформулированы цели и задачи исследования, описаны научная новизна и практическая значимость диссертационной работы, приведены сведения об апробации работы и положения, выносимые на защиту.

В первой главе рассмотрены широкополосные волноводные переходы, необходимые для создания линейных разреженных облучающих решеток гибридной антенны на базе параболического цилиндра.

В разделе 1.1 рассмотрен плавный волноводный переход в Е-плоскости с образующими криволинейных стенок в виде сопряженных дуг окружностей. Проведены исследования частотных характеристик коэффициентов отражения, прохождения и возбуждения высших мод в зависимости от соотношения размеров входного и выходного сечения в Е-плоскости (b_1/b_2) и радиусов кривизны криволинейных стенок ($K=R_2/R_1$).

В разделе 1.2 и 1.3 рассмотрены линейные волноводные переходы в виде Е-секториального рупора с диэлектрической линзой и метало – воздушной линзой, выполненной в виде тороидального изгиба соответственно.

Во второй главе рассмотрены многоканальные волноводные делители с равномерным делением. Широкополосный делитель такого типа может быть реализован при использовании Т-образного двухканального делителя и корпоративной многоэтажной схемы. Однако при увеличении числа выходов делителя и соответствующего увеличению числа этажей корпоративной схемы из-за взаимодействия между этажами растут потери и появляются резонансы частотной характеристики коэффициента отражения, что, в свою очередь, приводит к сужению полосы рабочих частот. Многоканальный волноводный делитель с равномерным делением мощности может быть построен на основе волноводного перехода или Е-секториального рупора.

В третьей главе рассмотрен способ реализации линейной антенны в Н-плоскости в виде антенны вытекающей волны (АВВ) с излучением нулевой пространственной гармоники на основе волновода с частично прозрачной стенкой в виде решетки круглых металлических цилиндров (проволочной решетки), которая может быть выполнена, в частности, с применением SIW технологии.

В четвертой главе рассмотрены характеристики гибридной антенны на базе параболического цилиндра в Е и Н плоскостях, а также исследованы характеристики многолучевой гибридной зеркальной антенны.

В разделе 4.1 рассмотрены синтез и исследование ДОС многолучевой антенны в виде планарной трехзеркальной системы.

В разделе 4.2 исследованы характеристики гибридной антенны на базе параболического цилиндра с облучающей решеткой в Н плоскости, построенной на базе широкополосной АВВ с призмой, разработанной и исследованной в главе 3.

В разделе 4.3 исследованы характеристики гибридной антенны на базе параболического цилиндра с облучающей решеткой в Е- плоскости (рис.26). ДОС решетки построена на базе шестиканальных делителей и плавных переходов, разработанных и исследованных в первых двух главах.

В Заключении приведены основные результаты диссертации и сделаны общие выводы.

В работе получены следующие **основные результаты**:

1) Разработаны, оптимизированы и исследованы плавные волноводные переходы в Е-плоскости с образующими стенок в виде сопряженных дуг окружностей.

2) Разработаны, оптимизированы и исследованы линейные волноводные переходы в Е-плоскости с корректирующей диэлектрической и метало-воздушной линзой.

3) Разработаны, оптимизированы и исследованы широкополосные многоканальные делители на основе Е-секториального рупора.

4) Развита численно-аналитическая и аналитическая методики синтеза антенн вытекающей волны с излучением нулевой пространственной гармоники на базе волновода, интегрированного в подложку.

5) Разработана и исследована линейная антенная решетка с фиксированным лучом в широкой полосе частот на основе антенны вытекающей волны с излучением нулевой пространственной гармоники и волноводной призмой.

6) Синтезирована и исследована трехзеркальная апланатическая планарная ДОС для многолучевой антенны на базе параболического цилиндра.

7) Исследована многолучевая антенна на основе параболического цилиндра с трехзеркальной апланатической планарной ДОС.

8) Исследованы гибридные антенны на основе параболического цилиндра с разреженной линейной облучающей ФАР в Е и Н плоскости.

Таким образом, основные результаты диссертации являются **новыми**.

Практическая значимость результатов диссертации заключается в том, что:

1. Разработана конструкция и изготовлен экспериментальный образец широкополосной антенны с изучением нулевой пространственной гармоник на базе волновода, интегрированного в подложку.

2. Разработана конструкция широкополосного волноводного перехода с корректирующей диэлектрической линзой.

3. Разработана конструкция широкополосного шестиканального делителя мощности на основе E-секториального рупора.

4. Разработана конструкция гибридной антенны на основе параболического цилиндра с разреженной линейной облучающей решеткой в E плоскости.

Достоверность результатов исследований обеспечена путем использования апробированных методов численного моделирования (метод конечных элементов и конечных разностей) и экспериментальных исследований разработанных антенн и их элементов.

Выводы, сформулированные в диссертации, получили квалифицированную апробацию на международных и российских научных конференциях и семинарах.

Отметим следующие недостатки диссертационной работы Нгуен Конг Тхэ:

1) Не приведено сравнение синтезированных волноводных переходов в E-плоскости с результатами работ других авторов.

2) Не приведено сравнение синтезированных многоканальных волноводных делителей с равномерным делением с результатами работ других авторов.

3) Не приведены результаты по исследованию сходимости результатов численного моделирования характеристик линейной антенны в H-плоскости в виде антенны вытекающей волны с излучением нулевой

пространственной гармонике на основе волновода с частично прозрачной стенкой в виде решетки круглых металлических цилиндров.

4) Не приведены результаты по исследованию сходимости результатов численного моделирования характеристик гибридной антенны на базе параболического цилиндра в E и H плоскостях.

Отмеченные выше недостатки не снижают общей положительной оценки диссертации Нгуен Конг Тхэ, представляющую собой завершённую научно-квалификационную работу, которая содержит ряд новых обоснованных результатов и вносит вклад в разработку и исследование гибридных антенн с разреженной облучающей решеткой и многолучевых антенн с многозеркальной ДОС на базе параболического цилиндра. Представленная работа соответствует требованиям ВАК РФ, а ее автор Нгуен Конг Тхэ заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.12.07 – «Антенны, СВЧ – устройства и их технологии».

Официальный оппонент, доктор технических наук, главный научный сотрудник 9 отдела ОКБ «Лианозовский электромеханический завод» ПАО НПО «АЛМАЗ»

28 сентября 2020 г.

 /К.Н.Климов/

Рабочий адрес:

127411, г. Москва, Дмитровское шоссе, 110

ПАО «НПО «АЛМАЗ» ОКБ «ЛЭМЗ»

Рабочий телефон: +7 (495) 627-11-89

Мобильный телефон: +7 (926) 529-33-70

Адрес электронной почты: const0@mail.ru

Личную подпись и реквизиты Климова Константина Николаевича заверяю:

28 сентября 2020 г.



 /П.С.Суворов/