

Отзыв официального оппонента Лаврецкого Е.И. на диссертацию Нгуен Тхе Тхань «Сверхширокополосные антенные системы линейной поляризации», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.2.14- «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии»

Актуальность. Диссертационная работа Нгуен Тхе Тхань «Сверхширокополосные антенные системы линейной поляризации» посвящена исследованию сверхширокополосных (СШП) антенных систем на основе поликонических антенн, зеркальных антенн и антенных решеток. СШП антенные системы являются актуальным направлением исследований, так как расширение полосы частот позволяет повысить скорость передачи данных в системах связи и управления, увеличить разрешающую способность радиолокационных систем. Большинство известных СШП антенн не обладают высокой направленностью, необходимой для повышения энергетики канала связи, поэтому в диссертации для повышения направленности сделан упор на квазиоптические системы, в которых СШП антенны служат в качестве облучателей для линз или зеркал, а также на синфазные антенные решетки из СШП элементов. Особенностью рассмотрения является то, что внимание сфокусировано на структурах, демонстрирующих характеристики, близкие к физическим пределам; такой подход свойственен исследованиям в научной группе под руководством профессора Калошина В.А., который является научным руководителем диссертанта.

Новизна работы заключается в получении на основе проведенных подробных исследований СВЧ-устройств с недостижимыми ранее рекордными характеристиками по рабочим полосам частот – сверхширокополосных поликонических антенн, зеркальных антенных систем и синфазной антенной решетки. По мнению оппонента, конструкции всех исследованных в диссертационной работе СШП антенн являются новыми.

Целью диссертационной работы являлось улучшение характеристик СШП антенных систем линейной поляризации, в первую очередь, значения КИП.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и списка сокращений и обозначений. Диссертация содержит 137 страниц машинописного текста, 107 рисунков и 2 таблицы, список цитируемой литературы состоит из 65 наименований. Основные результаты являются новыми и отражены в 9 научных публикациях, в том числе 7 – в журналах, индексируемых RSCI, 2 – в трудах Международных конференций.

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цели, задачи и методы исследования, описаны научная новизна и практическая значимость диссертационной работы, приведены сведения об апробации работы и положениях, выносимых на защиту, приведено краткое описание работы, указан личный вклад соискателя.

В главе 1 проведено рассмотрение СШП антенн с вертикальной поляризацией, формирующих осесимметричные ДН в горизонтальной плоскости. В качестве развития известных биконических антенн в диссертации рассмотрены поликонические антенны. Применение в поликонической антенне однородной диэлектрической линзы позволило сузить ДН в вертикальной плоскости. Получена рекордная, по сравнению с известными прототипами, полоса частот 44:1. Применение градиентной линзы Микаэляна позволило, к тому же, еще и уменьшить диаметр поликонической антенны в 1,7 раза при незначительном сужении рабочей полосы.

В главе 2 проведено моделирование широкополосного облучателя для офсетной зеркальной антенны, в качестве которого был взят пирамидальный рупор с пирамидальной диэлектрической вставкой, возбуждаемый соосным коаксиально-волноводным переходом (КВП). Получено расчетное согласование КВП в полосе частот 6,5÷16,5 ГГц. Широкополосный облучатель обеспечивает в офсетной однозеркальной антенне работу с КИП не менее 0,6 в относительной полосе частот 2,5:1. Также приведены результаты моделирования офсетной антенны, в которой применен оригинальный СШП двухполяризационный облучатель, состоящий из четырехреберного конического рупора с двухслойной

конической диэлектрической вставкой и двухполяризационным возбуждающим узлом. В облучателе обратные потери не превысили минус 10 дБ в полосе частот от 6 до 40 ГГц. Для офсетного зеркала с угловым размером 60° применение указанного облучателя обеспечивает расчетный КИП не менее 0,5 в относительной полосе частот 5:1.

В главе 3 приведены результаты моделирования осесимметричной зеркальной антенны с оригинальной металлодиэлектрической облучающей системой, состоящей из металлодиэлектрического волновода и цилиндрической градиентной линзы. Конструкция не требует наличия опор для удержания контр-рефлектора, который закреплен непосредственно на линзе. Проведен синтез зеркально-линзовой системы с целью получения максимального КУ при реализации трапецеидального амплитудного распределения в апертуре главного зеркала. Результаты электродинамического расчета показали, что обеспечивается КИП не менее 0,5 в полосе частот $6\div 30$ ГГц. Также приведены результаты моделирования двузеркальной офсетной антенны, в которой в качестве главного и вспомогательного зеркал взяты вырезки из параболоидов вращения. Облучающее устройство состояло из рупора и осесимметричной диэлектрической линзы, создающей плоский фазовый фронт первичной волны, падающей на вспомогательное зеркало. Расчетным методом установлено, что в антенне обеспечивается КИП не менее 0,5 в полосе частот $5,7\div 47$ ГГц (9:1).

В главе 4 исследована плоская синфазная антенная решетка из 64 щелевых рупоров с системой питания на основе коаксиальных и полосковых линий. Моделирование одного элемента выполнено в ячейке Флоке. Оригинальный синфазный делитель состоял из комбинации делителя в Е-плоскости на коаксиальной линии и делителя в Н-плоскости на полосковой линии. Синтезированная антенная решетка 8×8 обеспечивает расчетные обратные потери не более минус 10 дБ в полосе 20:1.

Диссертационная работа характеризуется глубокой проработкой материала. В диапазоне частот рассчитаны характеристики согласования СШП-облучателей, диаграммы направленности СШП-облучателей, положения фазовых центров. Диссертанту удалось на рассмотренных зеркальных антеннах добиться достаточной стабильности первичных ДН облучателей, что обеспечило, в итоге, «стабильность» КИП зеркальных антенн в рабочих диапазонах частот.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций.

Достоверность результатов исследований в диссертационной работе подтверждена использованием для численного моделирования трех апробированных методов численного моделирования (метода моментов, метода конечных элементов и метода конечных разностей во временной области), сопоставлением между собой результатов, полученных разными методами, а также сравнением с результатами измерений экспериментального образца. Выводы, сформулированные в диссертации, получили апробацию на международных конференциях и семинарах.

Теоретическая значимость работы состоит в том, что для каждого примера СШП антенн расчетным путем найдены предельные рабочие полосы частот со стабильным значением КИП, что позволяет делать теоретические оценки.

Практическая значимость результатов диссертации состоит в разработке конкретных СШП антенн с улучшенными по сравнению с известными прототипами параметрами. Исследованная СШП антенная решетка имеет перспективы по использованию в качестве антенного коллиматора.

Замечания и недостатки:

1. Неточности в тексте типа «величина КИП, величина КУ» (с.4, с.12 и далее), должно быть «значение КИП, значение КУ».
2. Некоторые орфографические ошибки (с.12, с.25, «торроидальный», должно быть «тороидальный»).

3. Не приведены данные по КПД исследованных СШП-антенн.
4. Для исследованных офсетных зеркальных систем (гл.2 и гл.3) не приведены результаты расчетов кросс- поляризации.
5. Для согласования импедансов в щелевом волноводе указан закон изменения импеданса Клоппенштейна (формула (4.1), с.96), что является, по всей видимости, хорошо известным чебышевским трансформатором.

Указанные замечания не снижают значимости полученных основных результатов и не влияют на общую положительную оценку диссертационного исследования Нгуен Тхе Тхань.

Заключение.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Диссертационная работа Нгуен Тхе Тхань является законченным научным исследованием и содержит новые важные теоретические и практические результаты.

Диссертационная работа «Сверхширокополосные антенные системы линейной поляризации» отвечает всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Нгуен Тхе Тхань, заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.2.14 – «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии».

Официальный оппонент,

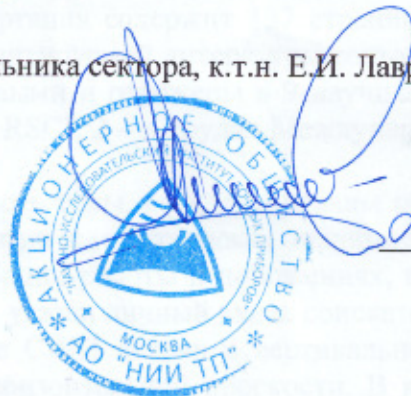
главный специалист- начальник сектора отдела 324, НТЦ-32, НТК-3, АО «НИИ ТП»,
кандидат технических наук

Е.И. Лаврецкий

21.05. 2025 г.

Подпись главного специалиста-начальника сектора, к.т.н. Е.И. Лаврецкого заверяю.

Заместитель генерального директора
по правовым вопросам и
корпоративному управлению

 А.С. Селенцов
21.05. 2025 г.

Информация об оппоненте:

Ф.И.О.: Лаврецкий Евгений Изидорович

Ученая степень: кандидат технических наук по специальности 05.12.07- «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии»

Почтовый адрес: 127490, Москва, ул. Декабристов, владение 51, АО «НИИ ТП»

Рабочий телефон: 8-(499)-203-8644

E-mail: Evgeniy.Lavretski@niitp.ru

Организация: Акционерное общество научно-исследовательский институт точных приборов (АО «НИИ ТП»)

Ученое звание: нет

Должность: главный специалист- начальник сектора

Подразделение: Научно-технический комплекс №3 по созданию и эксплуатации информационных систем (НТК-3), научно-технический центр №32 (НТЦ-32), отдел 324