

## ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Пастернака Юрия Геннадьевича на диссертацию Чан Тиен Тханг «Многолучевые антенны на базе градиентных и геодезических линз с осевой симметрией», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии

### Актуальность избранной темы диссертации

Одним из перспективных направлений развития систем радиосвязи, радиоэлектронной борьбы, радиолокации, радионавигации является использование многолучевых антенн, позволяющее:

- существенно повысить помехоустойчивость и пропускную способность систем связи, за счет реализации режима MIMO;
- повысить разрешающую способность по угловым координатам систем радиолокации;
- повысить эффективность функционирования система радиоэлектронного подавления;
- повысить точность определения координат в системах спутниковой навигации.

Многие важные задачи в области создания многолучевых антенн линзового типа являются недостаточно полно решенными, в том числе:

- синтез градиентных диэлектрических линз с оболочкой, произвольным положением фокуса и формы диаграммы направленности;
- синтез геодезических линз с осевой симметрией;
- синтез антенн с полноазимутальным сканированием и высоким значением коэффициента использования поверхности поперечного сечения и высоким значением коэффициента полезного действия.

В диссертации Чан Тиен Тханг «Многолучевые антенны на базе градиентных и геодезических линз с осевой симметрией», целью которой являлось решение задач синтеза градиентных диэлектрических и геодезических линз с осевой симметрией в общей постановке и разработки на

их основе многолучевых антенн с полным азимутальным углом обзора перечисленные выше задачи были успешно решены, в связи с чем тема диссертации, несомненно, является **актуальной** и соответствует научной специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии.

К числу наиболее важных **научных результатов работы, отличающихся научной новизной** и обеспечивающих развитие методологии синтеза и анализа многолучевых антенн на базе градиентных и геодезических линз с осевой симметрией, относятся, по моему мнению, следующие.

1. Разработана и апробирована методика синтеза градиентной диэлектрической линзы с центральной симметрией, оболочкой, произвольным выходным фронтом и положением фокуса вне или на поверхности линзы.

2. Разработана и апробирована методика синтеза цилиндрической многослойной градиентной металлодиэлектрической линзы с осевой симметрией.

3. Решена задача синтеза металлических и металлодиэлектрических геодезических линз с осевой симметрией и плавным переходом, оболочкой, произвольным выходным фронтом и положением фокуса.

4. Решена задача синтеза цилиндрической многослойной металлодиэлектрической геодезической линзы с осевой симметрией.

5. Разработаны и исследованы, путем электродинамического моделирования, многолучевые антенны на основе градиентных и геодезических многослойных цилиндрических металлодиэлектрических линз с осевой симметрией.

**Теоретическая значимость исследования** состоит в развитии подходов и методов анализа и синтеза многолучевых антенн линзового типа, проведенной оценке достижимых их характеристик и обосновании возможности и эффективности полноазимутального формирования диаграмм направленности в объемных линзовых антеннах.

**Практическая ценность полученных результатов** состоит в разработке методик проектирования многолучевых линзовых антенн, изготовление которых возможно с использованием методов 3D- печати,



лазерной резки, штамповки из металла и диэлектрика. Использование полученных в работе результатов позволяет существенно улучшить характеристики систем радиосвязи, радиоэлектронной борьбы, радиолокации, радионавигации, а также – расширить знания студентов и аспирантов радиотехнических и радиофизических специальностей при изучении ими результатов диссертации.

**Достоверность полученных результатов** обусловлена использованием адекватного математического аппарата, классических методов анализа и синтеза антенн, использованием численных методов электродинамики, реализованных в апробированных специализированных программных средствах, совпадением результатов теоретического анализа с результатами численного моделирования, логической обоснованностью выводов и предложенных в работе рекомендаций.

**Анализ публикаций** соискателя свидетельствует о том, что основные научные положения и результаты диссертации в достаточной степени опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России для публикации основных результатов работ соискателей ученых степеней; при этом все издания, в которых опубликованы результаты соискателя по теме диссертации, входят в международную базу данных Scopus, включая труды конференций, на которых апробированы результаты диссертации.

**Автореферат** правильно отражает содержание диссертации. В нем в полной мере представлены основные идеи и выводы по работе, показаны степень новизны и практическая ценность полученных результатов.

#### **Замечания по диссертации**

1. В работе отсутствуют сведения о натурных исследованиях разработанных соискателем электродинамических структур и антенн, построенных на их основе.

2. Несмотря на то, что результаты работы обладают не только высокой научной ценностью, но и – значительной практической ценностью, при этом многие решения являются патентоспособными, среди трудов автора, к сожалению, отсутствуют патенты и полезные модели. Наличие патентов и



полезных моделей способствовало бы более широкому ознакомлению специалистов с результатами работы и их практическому использованию.

3. Соискателем указано, что он использовал для электродинамического моделирования метод конечных элементов, реализованный в среде Ansys HFSS. Однако, им не указаны конкретные параметры численного метода, что несколько затрудняет воспроизводство полученных им результатов другими исследователями.

4. В диссертации и автореферате имеется умеренное количество орфографических и пунктуационных погрешностей.

5. Не приведены данные о коэффициентах отражения волн, формируемых облучателями, от боковых поверхностей многолучевых антенн, построенных на основе цилиндрической многослойной геодезической металло-воздушной линзы и металлодиэлектрической линзы.

6. Автором не рассмотрены конструкции многолучевых линзовых антенн, позволяющих излучать и принимать волны с двумя ортогональными поляризациями.

Тем не менее, указанные замечания не являются определяющими при общей оценке работы и не снижают ее научной и практической ценности.

#### **Общие выводы**

1. Диссертация Чан Тиен Тханг «Многолучевые антенны на базе градиентных и геодезических линз с осевой симметрией», представленная на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии, представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой содержится решение актуальной научно-технической задачи синтеза градиентных диэлектрических и геодезических линз с осевой симметрией в общей постановке и разработки на их основе многолучевых антенн с полным азимутальным углом обзора.

2. Исследования, проведенные в диссертации, соответствуют пунктам 1, 2, 3, 9 паспорта специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии.

3. Работа соответствует критериям, установленным для диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук действующего «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а её автор, Чан Тиен Тханг, достоин присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии.

Согласен на включение своих персональных данных в аттестационное дело соискателя ученой степени Чан Тиен Тханг и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент  
доктор технических  
наук, профессор

*Ю. Г. Пастернак* Пастернак Юрий Геннадьевич

**Сведения об оппоненте:**

**Пастернак Юрий Геннадьевич**, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», профессор кафедры радиоэлектронных устройств и систем, г. Воронеж.

Рабочий адрес: 394006, ул. 20-летия Октября, 84, г. Воронеж.

Телефон: +7(473) 207-22-20 (доб. 6090),

Электронная почта: [pasternakug@mail.ru](mailto:pasternakug@mail.ru)

*Подпись Пастернака Ю.Г. завершено  
первой проректор - проректор по науке  
12.09.2023*



*В. Г. Дроздов*