

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Филиппова Сергея Борисовича «Разработка и исследование двухзаходных конических логоспиральных антенн радиотехнических систем космических аппаратов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 – Антенны, СВЧ устройства и их технологии.

Конические логоспиральные антенны, отличающиеся формой конуса, законами, по которым спирали располагаются на этом конусе, числом витков, способом возбуждения, широко применяются в современных спутниковых системах наблюдения, в системах дистанционного зондирования Земли, связи и навигации. В диссертационной работе рассматриваются двухзаходные конические логоспиральные антенны (ДКЛСА). Преимуществом ДКЛСА является большая стабильность всех их параметров и характеристик по частотным диапазонам.

Актуальность диссертации определяется интенсивным развитием систем спутниковой связи и навигации. Важной задачей при разработке радиотехнических систем космических аппаратов является построение надежных каналов связи, обеспечивающих устойчивый прием (передачу) информации на наземные станции. Устойчивость связи зависит как от надежности работы аппаратуры, так и от диаграмм направленности и широкополосности антенных устройств, установленных на космических аппаратах. Наличие широкополосной антенны повышает эффективность средств связи и навигации. В качестве такой широкополосной антенны используются, рассматриваемые в диссертационной работе, двухзаходные конические логоспиральные антенны.

Научная новизна. В процессе работы над диссертацией соискателем была получена строгая математическая модель двухзаходной конической логоспиральной антенны с тонкопроволочным рефлектором на основе интегрального представления электромагнитного поля, которая позволила

обеспечить высокую точность расчетов диаграммы направленности и входного сопротивления. Разработан алгоритм расчета характеристик ДКЛСА для произвольной геометрии конструкции. Выявлена возможность применения меньшего числа антенн для перекрытия кругового сектора углов.

Не вызывает сомнения **практическая значимость** диссертационной работы. Разработанный комплекс программ позволяет рассчитывать электродинамические характеристики двухзаходной конической логоспиральной антенны с изменяемой геометрией конструкции антенны, который конкурентоспособен с дорогостоящими зарубежными программами электромагнитного моделирования. Результаты, полученные соискателем, имеют большое практическое значение применительно к вопросам приема (передачи) радиосигналов космических аппаратов. Разработана конструкция устройства согласования двухзаходной конической логоспиральной антенны, позволяющая обеспечить минимальный КСВ и минимальные потери в заданной полосе частот.

Научные и технические результаты диссертации использованы в АО «РКЦ «Прогресс» при создании конструкций антенно-фидерных устройств ретрансляционных мобильных башен обслуживания стартовых комплексов космодромов «Восточный» и «Гвианский космический центр» и проектировании антенных устройств систем «Телесопот» изделия «Фотон-М» и бортовой системы контроля и управления «Аист-2Д». В дальнейшем, полученные в диссертационной работе результаты, могут быть использованы при разработке антенно-фидерных устройств перспективных наземных и космических радиотехнических систем.

Полученные при выполнении работы результаты подтверждены 3 актами внедрения следующих предприятий: АО «РКЦ «Прогресс»; ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики».

Положения, выносимые соискателем на защиту, являются достаточно достоверными и обоснованными. Наиболее значимыми, по моему мнению, являются:

-математическая модель ДКЛСА с тонкопроволочным рефлектором конечных размеров, полученная на основе интегрального представления электромагнитного поля, которая позволяет получить строгое решение краевой задачи, и как следствие, обеспечить высокую точность расчетов ДН и входного сопротивления;

-разработанный метод согласования ДКЛСА непосредственно в ее конструкции позволяет обеспечить минимальный КСВ и минимальные потери в заданной полосе частот.

Достоверность представленных в работе результатов, выводов и положений обоснована строгим электродинамическим методом расчета, основанном на интегральных представлениях электромагнитного поля, который можно рассматривать как развитие метода векторного потенциала. Полученные соискателем характеристики ДКЛСА подтверждены экспериментальными исследованиями, которые показали достаточно хорошее совпадение теоретических и экспериментальных результатов.

По материалам диссертации опубликовано 14 работ, в том числе 5 статей в журналах, включенных в перечень ВАК РФ, 5 докладов и 3 тезиса докладов на различных научно-технических конференциях. Получен один патент РФ на изобретение.

По диссертационной работе можно сделать следующие замечания:

1. Недостаточно полно описана методика численных расчетов, в частности не приведены критерии, по которым определяется оптимальное число сегментов и их размер для кусочно-линейной аппроксимации тонкопроволочной структуры (на основе линеаризации ее образующей), а также критерии выбора числа спиральных элементов, которые имитируют металлическую ленту, образующую ветвь спирали, не описывается каким образом задается порядок сетки экрана.

2. Была ли приведена оценка сходимости результатов расчетов, полученных численным методом, на основе алгоритма, использующего замену интегралов интегральными суммами, всегда ли интегральные суммы сходящиеся?
3. Не приводится сравнение результатов расчета предложенным методом с результатами полученными другими авторами, например описанными в статье: Вьюгин П.А., Курушин А.А. «Широкополосная логорифмическая спиральная антенна с круговой поляризацией» // Современная электроника. Проектирование и моделирование. №8. 2014. С.74-78, а также с результатами, полученными с помощью систем автоматизированного проектирования.
4. В диссертации сказано, что метод согласования антенн с использованием кабельных трансформаторов и реактивных шлейфов имеет ряд недостатков: ограничение по полосе рабочих частот; использование кабелей, работающих при значительных величинах КСВ приводит к потерям; уменьшается КПД, т.к. согласование производится не в узле питания ДКЛСА. Существуют ли недостатки предложенного метода согласования с помощью последовательного трансформатора, являющегося частью конструкции антенны?

Сделанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы, соискатель имеет достаточный объем публикаций в научно-технических журналах в том числе, включенных в перечень ВАК РФ. Материалы диссертации апробированы на Всероссийских и международных научно-технических конференциях. Автореферат полностью соответствует содержанию диссертационной работы.

Диссертационная работа «Разработка и исследование двухзаходных конических логоспиральных антенн радиотехнических систем космических аппаратов» соответствует специальности 05.12.07 – Антенны, СВЧ устройства и их технологии, является завершенной научно-квалификационной работой, в

которой решена задача строго электродинамического расчета двухзаходных конических логоспиральных антенн, а также проведено всестороннее теоретическое и экспериментальное исследование характеристик ДКЛСА.

Диссертация удовлетворяет всем критериям, установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней» (от 24 сентября 2013 г. № 842), а ее автор Филиппов Сергей Борисович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 – Антенны, СВЧ устройства и их технологии.

Малахов Василий Алексеевич,
доктор технических наук, профессор
кафедры «Физика и техника оптической
связи» ФГБОУ ВО «Нижегородский
государственный технический
университет им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ),
доцент.

Рабочий адрес и телефон: 603950, ГСП-
41, Нижний Новгород, ул. Минина, д.24,
+7(831)4368233

В.А. Малахов

Подпись д.т.н. Малахова В.А. заверяю
Ученый секретарь

к.т.н., доцент И.Н. Мерзляков