

ОТЗЫВ ОФФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Овчинниковой Елены Викторовны
на диссертационную работу Павлова Ивана Дмитриевича
«Влияние неидентичности характеристик спиральных антенн миллиметрового диапазона на ошибки пеленгации фазовым методом», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.14 – «Антенны, СВЧ – устройства и их технологии»

Актуальность темы исследования

В диссертационной работе Павлова И.Д. рассмотрено влияние спиральных антенн миллиметрового диапазона на работу фазового пеленгатора. В частности, предложен способ, позволяющий снизить ошибки пеленгации, вызванные неидентичностью антенн, установленных в приемных каналах пеленгатора. Снижение ошибок пеленгации позволяет улучшить качество работы системы, в которую входит пеленгатор. Качество работы подобных систем связано с безопасностью и эффективностью объектов на которые указанные системы устанавливаются. Исходя из этого можно отметить, что тема исследования является актуальной.

Структура и содержание работы

Диссертационная работа Павлова И.Д. содержит введение, четыре раздела, заключение, список литературы и четыре приложения. Диссертация изложена на 154 страницах.

Во введении сформулирована цель и основные задачи работы, обозначена актуальность, научная новизна и практическая значимость. Также приведена информация о внедрении и апробации результатов работы.

В первом разделе проведен обзор типов моделей антенн, сформулированы преимущества применения матричной модели для исследования влияния антенн на ошибки пеленгации фазовым методом. Указанные преимущества состоят в универсальности таких моделей, а также в возможности описания характеристик излучения и поляризационных свойств антенн.

Во втором разделе представлена матрица рассеяния антенны, особенности ее формирования, а также физический смысл коэффициентов. Предлагается способ сравнения однотипных антенн, состоящий в сравнении соответствующих им матриц рассеяния с помощью использования L нормы. Также приводится форма записи матрицы рассеяния антенн, позволяющая сформировать ее с помощью практических измерений.

В третьем разделе рассмотрена разработка широкополосной антенны миллиметрового диапазона. В процессе разработки был выбран и обоснован тип излучающей структуры. Также разработано согласующее и симметрирующее устройство. Отработано совместное применение излучающей структуры и согласующего и симметрирующего устройства в одном корпусе. Проведено электродинамическое моделирование и практическое исследование характеристик.

В четвертом разделе показано влияние разработанной спиральной антенны миллиметрового диапазона на ошибки пеленгации фазовым методом. Исследуется серия из четырех антенн, показано, что неидентичность антенн в рамках одной фазометрической базы приводит к увеличению ошибок пеленгации. Предлагается способ подбора антенн позволяющий компоновать их и получать снижение уровня ошибок пеленгации. Также проведена оптимизация конструкции разработанной антенны в результате которой определено, что размещение плоского спирального излучателя на одном уровне с краем проводящего корпуса позволяет достичь снижения уровня ошибок пеленгации по сравнению с другими вариантами размещения.

В заключении сформулированы выводы, отражающие основное содержание полученных результатов.

В приложении А представлен акт об использовании антенн

В приложении Б представлен патент на изобретение

В приложении В приведен пример расчета ошибок пеленгации для некоторых пространственных направлений

В приложении Г приведен вывод связи коэффициента усиления антенн и коэффициента передачи

Научная новизна работы

1. Исследование влияния неидентичности антенн на ошибки пеленгации требует способа определения неидентичности. Указанный способ предлагается автором и состоит в сравнении соответствующих антеннам наборов матриц. Матрицы формируются из комплексного коэффициента отражения, пространственных отсчетов коэффициента усиления и отсчетов фазовых диаграмм направленности для двух ортогональных поляризаций. Определение количественной разницы между антеннами осуществляется путем нахождения абсолютной разности L норм соответствующих им матриц.

2. Снижение ошибок пеленгации является важной задачей, поэтому представляется оправданным предложенный способ формировать антенную систему фазового пеленгатора путем подбора антенн по принципу наименьшей абсолютной разности L норм соответствующих им матриц рассеяния. Предложенное формирование антенной системы в рассматриваемом случае позволяет снизить максимальный уровень ошибок пеленгации с 1° до $0,75^\circ$ (при максимально допустимом значении $0,8^\circ$).

3. Представляется важным результат, показывающий, что размещение плоского спирального излучателя на одном уровне с краем проводящего корпуса (допустимая просадка платы в рассмотренном случае не более 0,3 мм) позволяет уменьшить ширину пространственного диапазона изменения положения фазового центра (в рассмотренном случае с 4,3 мм до 3,7 мм) и максимальный уровень ошибок пеленгации, по сравнению со случаем установки излучателя внутрь корпуса (на 0,8 мм ниже края в рассмотренном случае). Снижение максимального уровня ошибок пеленгации составило $0,3^\circ$ с 1° до $0,7^\circ$ (при максимально допустимом значении $0,8^\circ$).

Практическая значимость результатов работы

Практическая значимость работы состоит в том, что предложенный способ подбора антенн может быть использован как основа для создания технологии формирования антенных систем фазовых пеленгаторов. Кроме того, предложенная широкополосная малогабаритная спиральная антенна миллиметрового диапазона (получен патент РФ) применяется при производстве изделий АО «ЦКБА» (акт об использовании антенны АО «ЦКБА»).

Достоверность и обоснованность результатов.

О достоверности результатов диссертационной работы можно судить исходя из схождения результатов электродинамического моделирования антенны и антенной системы и практических экспериментов, выполненных с указанной антенной и блоком фазового пеленгатора.

Апробация результатов работы и публикации

Результаты диссертации в полной мере отражены в публикациях автора и прошли апробацию на конференциях международного и всероссийского уровня. Основные результаты опубликованы в 15 работах, из которых: 4 – статьи в рецензируемых изданиях, входящих в перечень ВАК, 10 – публикации в сборниках всероссийских и международных конференций, 1 патент на изобретение.

Замечания по диссертационной работе

На страницах 48 и 49 диссертации отмечено: «однотипные антенны будут иметь некоторые отличия (это может быть связано с неточностью сборки или изготовления входящих элементов), указанные отличия отразятся на соответствующих матрицах рассеяния.». Однако из диссертации неясно, как случайные величины, которыми характеризуются неточности сборки или изготовления отражаются на приведенных в работе соответствующих матрицах рассеяния, которые далее используются для оценки неидентичности антенн.

Вторая глава перегружена известными понятиями и соотношениями из матричной теории устройств СВЧ, хотя можно было бы дать ссылку на соответствующие литературные источники.

Чтобы оценить влияние поглощающего материала на КУ антенны целесообразно было бы на рисунке 17 привести частотные зависимости КУ для модели с поглощающим материалом и без него в одной координатной плоскости.

Заключение.

Несмотря на указанные недостатки, считаю, что, диссертационная работа Павлова И.Д. «Влияние неидентичности характеристик спиральных антенн миллиметрового диапазона на ошибки пеленгации фазовым методом» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой представлено научно обоснованное техническое решение актуальной задачи.

Представленная работа соответствует пунктам 9-14 «Положения» о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года №842 (ред. От 28.08.2017 №1024), а автор работы - Павлов Иван Дмитриевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.14 «Антенны, СВЧ – устройства и их технологии».

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОППОНЕНТ
доктор технических наук

 Овчинникова Е.В.
«15» 05 2025 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»

125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д.4
E-mail: mai@mai.ru
Тел: 8(499)158-47-40,

Подпись профессора Е. В. Овчинниковой удостоверяю:

Директор дирекции
института №4



Кирдяшкин В.В.