



Вокзальная ул., д. 2а, корпус 1, комната 65, этаж 2, г. Фрязино, Московская область, Российская Федерация, 141190 Тел.: +7 (495) 465-86-80;  
факс: +7 (495) 465-86-86 E-mail: info@istokmw.ru; http://www.istokmw.ru; ОКПО 07622667; ОГРН 1135050007400; ИНН/КПП 5050108496/774550001

«УТВЕРЖДАЮ»

Заместитель генерального директора -  
директор по научной работе  
АО «НПП «Исток» им. А.И. Шокина  
к.т.н., доцент  
Щербаков С.В.  
« 11 » 2021г.



### Отзыв организации

на автореферат диссертации Ястребцовой О.И. «Микрополосковые антенные решетки с двухслойной диэлектрической подложкой», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности

2.2.14 – антенны, СВЧ-устройства и их технологии

### Актуальность темы исследования

В развитии современных многоканальных систем связи наблюдается четкая тенденция перехода на использование более высоких диапазонов частот, что связано с перспективами обеспечения бóльшей ширины полосы и, как следствие, большей пропускной способности таких систем. Помимо разработки необходимой электронно-компонентной базы, проблемы развития многоканальных систем на более высоких диапазонах связаны с недостатками, которые присутствуют в антенных системах. В частности необходимо учитывать форму диаграммы направленности излучающих элементов, входящих в состав антенных решеток, особенно построенных по технологии ММО.

Диссертационное исследование Ястребцовой О.И. направлено на поиск и разработку методов улучшения широкоугольных свойств печатных микрополосковых антенных решеток за счет увеличения угла «ослепления» путем перехода от однослойной к двухслойной диэлектрической подложке.

В диссертационном исследовании Ястребцовой О.И., с точки зрения практики, наиболее интересными являются следующие научные результаты:

- разработка нового подхода к определению влияния эффекта «ослепления» на коэффициент усиления микрополосковых ФАР с однослойной и двухслойной диэлектрическими подложками в широком секторе углов сканирования;
- разработка нового алгоритма решения задачи выбора совокупности параметров двухслойной диэлектрической подложки по заданному уровню снижения коэффициента усиления микрополосковой ФАР в широком секторе углов сканирования.

Также в работе довольно широко рассмотрены методы борьбы с эффектом ослепления фазированных антенных решеток, обосновано и показано, что переход от однослойной

Отдел документационного  
обеспечения МАИ

« 03 » 12 20 21г.

диэлектрической подложки к двухслойной не только не ухудшает частотных свойств микрополосковых излучателей, но и приводит к некоторому расширению рабочей полосы.

Насущная необходимость таких исследований подтверждает актуальность рассматриваемой диссертационной работы Ястребцовой О.И.

Для достижения поставленной задачи соискателем в диссертационной работе проведен анализ состояния проблемы и с учетом полученных результатов установлено, что для широкого применения технологии ММО и адаптивного формирования диаграммы направленности (ДН) в системах связи необходимы ФАР с возможностью цифровой обработки сигналов, что может быть реализовано путем использования микрополосковых ФАР.

### **Научные результаты и их новизна**

Несомненный научный интерес представляет разработка метода расширения широкоугольных свойств микрополосковых фазированных антенных решеток, в частности: теоретически доказано, что применение двухслойной диэлектрической подложки позволяет увеличить угол «ослепления» микрополосковой ФАР по сравнению с микрополосковой ФАР с однослойной подложкой той же толщины. Разработанный метод отвечает признакам научной новизны.

**Теоретическая значимость** работы заключается в результатах анализа широкоугольных свойств микрополосковых ФАР с двухслойной диэлектрической подложкой в отношении эффекта «ослепления» и разработанном алгоритме определения параметров двухслойной диэлектрической подложки по заданному уровню неравномерности коэффициента усиления микрополосковой ФАР в секторе углов сканирования.

**Практическая значимость** работы не вызывает сомнений, так как полученные результаты позволяют проектировать плоские микрополосковые ФАР, способные осуществлять сканирование в широком секторе углов. Кроме того, применение таких подложек позволит использовать более широкополосные элементы в составе ФАР, а также элементы, работающие в нескольких полосах частот.

Представленные автором математические модели подтверждены экспериментальными исследованиями, которые показали правильность заложенных в них принципов и обоснованность принятых упрощений и допущений.

### **Апробация работы и публикации**

Полученные результаты опубликованы в различных специализированных изданиях в области теории и практики антенн, неоднократно докладывались на всероссийских и международных научно-технических конференциях по антенной тематике.

Наиболее важные результаты диссертации обладают научной новизной и в достаточной мере отражены в 27 научных трудах автора и размещены в изданиях, рекомендуемых в действующем перечне ВАК Минобрнауки, а также индексируемых в международных реферативных базах SCOPUS и WoS.

Тема и содержание диссертации соответствуют паспорту специальности 2.2.14 – антенны, СВЧ-устройства и их технологии.

Автореферат и публикации полностью отражают содержание диссертации.

## Достоверность

Полученные результаты подтверждаются использованием известных методов электродинамического моделирования и экспериментальными измерениями изготовленных двухслойных антенных решеток, а также:

- обоснованным последовательным и корректным применением используемого математического аппарата;
- сопоставительным анализом разработанных и существующих методов, и методик, а также результатами измерений;
- совпадением результатов работы с данными, полученными другими авторами, а также актами о внедрении и использовании научных и практических результатов диссертации.

## Замечания и пожелания

На наш взгляд, работа Ястребцовой О.И. обладает следующими недостатками:

1. В автореферате не указано, при каких предположениях получены условия (1), позволяющие определить, оказывается ли угол «ослепления», ближайший к направлению, перпендикулярному поверхности решетки, в секторе углов сканирования;
2. Также не указано какой способ возбуждения элементов двухслойной антенной решетки в конечном счете был выбран автором за основу исследования;
3. Как пожелание: было бы интересно узнать, в какой мере применимы полученные результаты для анализа эффекта «ослепления» в микрополосковых ФАР с двухслойной подложкой к решеткам с гексагональной сеткой расположения излучателей.

Сделанные замечания не снижают научной и практической значимости работы.

## Заключение

Диссертация Ястребцовой О.И. представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, в которой решена актуальная научная задача улучшения широкоугольных свойств микрополосковых ФАР за счет увеличения угла «ослепления» путем перехода от однослойной к двухслойной диэлектрической подложке.

Диссертационная работа Ястребцовой О.И. на тему «Микрополосковые антенные решетки с двухслойной диэлектрической подложкой» полностью *удовлетворяет* всем требованиям ВАК Минобрнауки России, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 2.2.14 «Антенны, устройства СВЧ и их технологии», а ее автор, Ястребцова Ольга Игоревна, заслуживает присуждения научной степени кандидата технических наук.

Старший научный сотрудник  
АО «НПП «Исток» им. Шокина»,  
кандидат технических наук

Демшевский Валерий Витальевич  
« 23 » 11 » 2021г.

Телефон: +7(495)465-86-80 доб.52-93  
e-mail: info@istokmw.ru