



УТВЕРЖДАЮ

Начальник НТЦ «НИИРП»  
ПАО «НИО «Алмаз»  
кандидат технических наук  
Г.В. Соколов

15.11.2021 г.

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Ястребцовой Ольги Игоревны, выполненной на тему «Микрополосковые антенные решётки с двухслойной диэлектрической подложкой», представленной к защите на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.14 – «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии»

В современных системах связи, в частности, в сотовых системах связи на базовых станциях, в системах широкополосного беспроводного доступа, для земных станций систем спутниковой службы все большее распространение получает использование сканирующих антенных решеток. В связи с этим решение вопроса улучшения широкоугольных свойств таких антенных решёток является **актуальным**.

Одним из таких типов антенных решеток являются микрополосковые, которым, однако, может быть свойственен эффект «ослепления», проявляющийся при использовании сравнительно толстых диэлектрических подложек, необходимых для расширения рабочей полосы.

В связи с этим в диссертации была поставлена следующая **цель**: решение научной задачи расширения широкоугольных свойств микрополосковых фазированных антенных решеток за счет увеличения угла «ослепления» путём перехода от однослойной к двухслойной диэлектрической подложке.

Автором были решены следующие **научные задачи**:

1. Научное обоснование и сравнение ограничений, накладываемых эффектом «ослепления» на сектор углов сканирования микрополосковых фазированных антенных решёток (ФАР) с однослойной и двухслойной подложками.

2. Развитие возможностей применения двухслойной диэлектрической подложки в микрополосковых ФАР для увеличения углов «ослепления».

3. Проведение сравнительного анализа глубины провала в диаграмме направленности центрального элемента микрополосковой ФАР с однослойной и двухслойной диэлектрическими подложками вследствие влияния эффекта «ослепления».

Отдел документационного  
обеспечения МАИ

16.11.2021 г.

4. Разработка нового подхода к определению влияния эффекта «ослепления» на коэффициент усиления микрополосковых ФАР с однослойной и двухслойной диэлектрическими подложками в широком секторе углов сканирования.

5. Разработка нового алгоритма решения задачи выбора совокупности параметров двухслойной диэлектрической подложки по заданному уровню снижения коэффициента усиления микрополосковой ФАР в широком секторе углов сканирования.

В результате проведенных исследований были получены следующие **научные результаты**:

1. Применение двухслойных диэлектрических подложек для микрополосковых ФАР позволяет увеличить угол «ослепления» на величину до 42 градусов при полуволновом периоде антенной решетки и на величину до 32 градусов при периоде решетки  $0,6\lambda$  по сравнению с микрополосковыми ФАР с однослойными диэлектрическими подложками той же толщины с той же относительной диэлектрической проницаемостью, что и верхний слой двухслойной диэлектрической подложки.

2. Сектор углов сканирования микрополосковых ФАР с однослойной и двухслойной диэлектрическими подложками при угле «ослепления», равном 50 градусам, сокращается на 12 градусов при допустимом уровне неравномерности коэффициента усиления в секторе 3 дБ и на 4 градуса при допустимом уровне неравномерности коэффициента усиления 1 дБ по сравнению с идеализированным случаем использования диаграммы направленности одиночного элемента.

3. Разработанный алгоритм определения параметров двухслойной диэлектрической подложки по заданному уровню неравномерности коэффициента усиления микрополосковой ФАР из прямоугольных патч-излучателей позволяет получить заданный сектор углов сканирования с погрешностью не более 4 градусов.

**Практическая значимость** диссертации состоит в демонстрации возможности использования в микрополосковых ФАР сравнительно толстых подложек и больших значений относительной диэлектрической проницаемости подложки без эффекта «ослепления» при переходе к двухслойной подложке, что подтверждено результатами моделирования.

**Достоверность** полученных в диссертации результатов и выводов определяется значительным количеством экспериментального и научно-методического материалов, на основе которых они выполнены.

По теме диссертации автором **опубликовано** 27 статей в 11 научных изданиях, из которых 6 работ опубликовано в российских рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации, 2 публикации проиндексированы в Scopus. Основные результаты диссертации были доложены на 13 отечественных и международных научно-технических конференциях.

Количество публикаций и апробаций результатов исследования является достаточным.

Содержание автореферата соответствует специальности, по которой диссертация представляется к защите.

Вместе с тем по содержанию автореферата можно сделать следующие замечания.

1. Как известно, эффект «ослепления» существенным образом зависит от вида координатной сетки, используемой при построении ФАР. Из текста автореферата следует, что автором рассмотрена только ФАР с прямоугольной сеткой расположения элементов и не рассмотрены другие варианты построения излучающего полотна ФАР.


2. Из текста автореферата неясно, рассматривался ли сдвиг углов «ослепления» с изменением частоты.

Указанные недостатки автореферата не снижают научной и практической значимости диссертации.

Все изложенные автором в автореферате диссертации полученные основные научные результаты достаточно полно отражены, логично и наглядно показаны, даны рекомендации по их применению.

В целом, судя по автореферату, диссертация Ястребцовой О.И. актуальна, содержит ряд новых научных результатов. Уровень изложенных в работе результатов и их значимость соответствуют требованиям п. 9, абз. 2 «Положения о присуждении ученых степеней», профилю указанной специальности, а ее автор Ястребцова О.И. заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.14 – «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии».

Кандидат технических наук доцент  
Ведущий научный сотрудник СКБ-270  
ПАО «НПО «Алмаз»



Голубчиков Сергей Викторович

Ф.И.О.: Голубчиков Сергей Викторович

Название организации: Публичное акционерное общество «Научно-производственное объединение «Алмаз» имени академика А.А. Расплетина» (ПАО «НПО «Алмаз»)

Адрес: 125190, г. Москва, Ленинградский проспект, д. 80, корп. 16

Телефон: +7 (499) 940-02-22

e-mail: sb45@gskb.ru