

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

ПАО «Радиофизика»

Б.А. Левитан

«26» ноября 2021 г.



ОТЗЫВ

Ведущей организации ПАО «Радиофизика»

На диссертацию Ястребцовой Ольги Игоревны

«МИКРОПОЛОСКОВЫЕ АНТЕННЫЕ РЕШЕТКИ С ДВУХСЛОЙНОЙ
ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПОДЛОЖКОЙ»

Актуальность темы. В последние десятилетия активно развиваются различные коммерческие телекоммуникационные системы и сети связи. В качестве антенных устройств систем связи все чаще используются фазированные (ФАР) и активные фазированные антенные решетки (АФАР) с цифровой обработкой сигналов. К подобным антенным решеткам могут, предъявляются достаточно жесткие требования в плане обеспечения требуемых характеристик направленности (например, ширина луча диаграммы направленности (ДН), коэффициент усиления (КУ), величина сектора сканирования, рабочий диапазон или диапазоны частот и т.д.), минимально возможных массогабаритных характеристик, высокой технологичности и низкой стоимости производства. Перечисленным требованиям удовлетворяют, например, рассмотренные в диссертации микрополосковые антенные решетки (АР). Одним из недостатков микрополосковых АР является возможность проявления эффекта ослепления, который может привести к уменьшению сектора сканирования АР.

В силу вышесказанного задача быстрого оценочного расчета положения угла ослепления и разработка новых методов, позволяющих сместить значение угла

Отдел документационного
обеспечения МАИ

«26» 11 2021 г.

ослепления максимально далеко от нормали к антенне выглядит достаточно важной и актуальной.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций.

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и двух приложений.

Во введении приведено обоснование актуальности темы диссертации, сформулированы цель работы, решаемые в работе задачи, приведена структура разделов диссертации и положения, выносимые на защиту.

В первой главе кратко рассмотрены тенденции развития систем связи и сформулированы такие требования к современным связным антенным системам, как «возможность интеграции с устройствами обработки сигнала, производство в единой цикле с ними, высокая повторяемость характеристик, невысокая стоимость, малые массо-габаритные показатели». И предложено в качестве таких антенных систем использовать микрополосковые антенные решетки. Также в первой главе приведены основные характеристики направленности микрополосковых антенных решеток полученные с учетом эффекта «ослепления», приведен краткий обзор методов борьбы с эффектом ослепления, а также приведена попытка обоснования использования микрополосковых антенн с двухслойной диэлектрической подложкой.

Во второй главе для бесконечных микрополосковых антенных решеток с применением дисперсионных уравнений для определения фазовых постоянных поверхностных волн электрического и магнитного типов произведен анализ поведения положения угла ослепления в зависимости от геометрических параметров прямоугольного микрополоскового излучателя антенной решетки и от диэлектрической проницаемости подложки. На основании чего вводятся дополнительные ограничения на сектор сканирования антенной решеткой вызванные проявлением эффекта «ослепления».

В третьей главе приведена методика определения углов ослепления бесконечной микрополосковой антенны с двухслойной подложкой. С использованием приведенной методики проведен сравнительный анализ положения углов ослепления возникающих в однослойных и двухслойных микрополосковых ФАР. В процессе анализа производится сравнение положений углов ослепления для различных диэлектрических проницаемостей подложек при условии, что нижний слой диэлектрика двухслойной подложки имеет меньшую относительную диэлектрическую проницаемость, чем верхний, который идентичен диэлектрику однослойной подложки, толщины однослойной и двухслойной подложек одинаковы.

С целью подтверждения результатов моделирования автором проведено макетирование антенной решетки 7×17 элементов с двуслойной подложкой (общий размер макета с учетом размера экрана – 30×78 см) Приведены результаты измерения диаграммы направленности макета в полосе частот 5,19 - 5,5 ГГц и их обоснование.

В четвертой главе приведен анализ диаграмм направленности конечно элементных ФАР состоящих соответственно из однослойных и двуслойных микрополосковых излучателей. Также в этой главе приедена блок схема алгоритма позволяющего определить параметры диэлектрической подложки (диэлектрическую проницаемость и толщину слоев диэлектрика), требуемые для обеспечения заданного падения КУ на границе сектора сканирования.

В заключении приведен перечень основных результатов диссертационной работы и выводы.

Новизна и достоверность полученных результатов. Результаты, полученные в диссертационной работе, являются достаточно достоверными. Достоверность полученных результатов и научная новизна обусловлены выбором непротиворечивого и адекватного рассматриваемым задачам математического аппарата, а также опубликованными в 27 печатных работах результатами научных исследований по теме диссертации

Практическая значимость полученных в диссертационной работе результатов заключается в возможности использования приобретенного опыта и полученных результатов для обеспечения возможности снижение стоимости изготовления планарных антенных решеток с относительно большими секторами сканирования за счет применения, в качестве излучателя антенной решетки простого в разработке и изготовлении микрополоскового излучателя с двухслойной воздушно-диэлектрической подложкой.

Результаты работы могут быть использованы в ведущих отечественных предприятиях, занимающихся разработкой недорогих антенных систем с широким сектором электрического сканирования лучом.

К таким предприятиям можно отнести организации занимающиеся разработкой и эксплуатацией антенных устройств систем сотовой связи не ниже 4го поколения.

Результаты работы достаточно полно представлены в статьях опубликованных соискателем, в журналах, входящих в перечень ВАК, и доложены на отечественных и международных научно-технических конференциях.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

По представленной работе имеются следующие замечания:

1. Второе положение, выносимое на защиту, изложено сложно и запутанно. После его прочтения возникают такие вопросы, как, что такое идеализированный случай использования диаграммы направленности одиночного элемента, почему в этом положении – рассмотрен угол ослепления равный именно 50-и градусам, а не любому другому числу, почему рассмотрены уровни неравномерности коэффициента усиления равные 3 и 1 дБ.

2. Второе положение, выносимое на защиту, неприменимо к печатным ФАР в общем случае. Оно может быть верным для каких-то конкретных моделей ФАР, рассмотренных в диссертации. Это ограничение не сформулировано ни в самом положении, ни в тексте диссертации.

3. На странице 36 диссертации автор делает ошибочный вывод о неприменимости экранирования излучателей решетки друг от друга в связи, с чем не рассматривает перспективные методы увеличения сектора электрического сканирования ФАР за счет экранирования.

4. В разделе 3.2 диссертации: «Экспериментальное подтверждение определения углов «ослепления» в АР с двухслойной подложкой» отсутствует полное описание макета антенны. Например, не ясна система возбуждения микрополосковой ФАР с двухслойной подложкой.

5. Результаты измерения макета микрополосковой ФАР с двухслойной подложкой, приведенные на стр. 71 на рисунках 3.13 и 3.14 выглядят достаточно сомнительно, так как у явно осесимметричной ФАР (рисунок 3.6 на стр. 65) максимум диаграммы направленности смещен относительно нормали к апертуре приблизительно на минус 20 градусов.

6. В диссертационной работе приводятся результаты электродинамического моделирования антенных решеток и их излучателей, однако, автор ни разу не упомянул, с помощью каких численных методов получен результат моделирования или какие коммерческие программные пакеты были использованы для проведения моделирования, что затрудняет оценку достоверности полученных результатов.

Не смотря, на указанные замечания, диссертационной работе может быть дана положительная оценка. Диссертация представляется завершенной научно-квалификационной работой, выполненной соискателем самостоятельно. В диссертации изложены научнообоснованные технические решения, внедрение которых вносит

определенный вклад в развитие теории и техники антенных решеток с широким сектором сканирования. Диссертация соответствует заявленной специальности 2.2.14 – Антенны, СВЧ устройства и их технологии.

Диссертационная работа отвечает требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ, предъявляемым кандидатским диссертациям, а ее автор, Ястребцова Ольга Игоревна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.14 – Антенны, СВЧ устройства и их технологии.

Отзыв составил к.т.н.



А.С. Милосердов

Отзыв на диссертацию обсужден и одобрен на заседании Секции №1 Научно-технического совета ПАО «Радиофизика», протокол № 1-6/21 от 18.11.2021.

Ученый секретарь
ПАО «Радиофизика», к.т.н.



Смольникова О. Н.

Сведения о лице, составившем отзыв:

ФИО: Милосердов Александр Сергеевич

Должность: старший научный сотрудник

Место работы: ПАО "Радиофизика", НИО-3

Адрес: г. Москва 125363, ул. Героев Панфиловцев, 10

Телефон: +7 (495) 272-02-97

E-mail: miloserdovas@mail.ru