



Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина»

Воронежский государственный университет (ВГУ)



ТЕМА: Компьютерное моделирование и анализ характеристик приема и рассеяния сигналов щелевыми антенными решетками мобильных радиоэлектронных комплексов

Цель работы: исследование закономерностей изменения диаграмм направленности и обратного рассеяния приемоизлучающих структур при различных параметрах конструкций, формах и электрофизических свойствах несущих поверхностей

**Авторы: С.Н. РАЗИНЬКОВ, д.ф.-м.н., доцент
Д.Н. БОРИСОВ, к.т.н., доцент
А.В. БОГОСЛОВСКИЙ, к.т.н.**

1. Теоретические основы компьютерного моделирования приемоизлучающих структур радиоэлектронных комплексов

Теоретические основы моделирования заключаются в следующем:

1. Расчет токов структуры проводится методом моментов Method of Moments при активации встроенного вычислителя Integral Equation Solver для преобразования математически некорректных интегральных уравнений краевой задачи в системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) относительно массива комплексных амплитуд токов решетки и экрана.

2. Компоненты принимаемого (рассеиваемого) поля находятся в виде асимптотических оценок его распределения в дальней зоне объекта по массивам комплексных амплитуд токов антенных элементов и участков несущей поверхности, удовлетворяющих решению краевых задач. Для идеально проводящих носителей постановка краевых задач выполняется при граничных условиях РВА – Perfect Boundary Approximation. Вследствие представления поверхностных токов и полей в самосогласованной форме достигается потенциально высокая точность их восстановления при аппроксимации значениями в точках дискретизации области определения. Поиск решения в точках дискретизации поверхности структуры, а не объема занимаемого ею пространства позволяет в значительной мере сократить вычислительные затраты на обращение матричного оператора сформированной СЛАУ, что обеспечивает нахождение рациональных параметров структур при вариации значений в серии расчетов.

2. Результаты анализа приемоизлучающих структур мобильных радиоэлектронных комплексов с применением компьютерной программы электродинамического моделирования

Вид несущих поверхностей и варианты расположения щелевых антенных решеток:

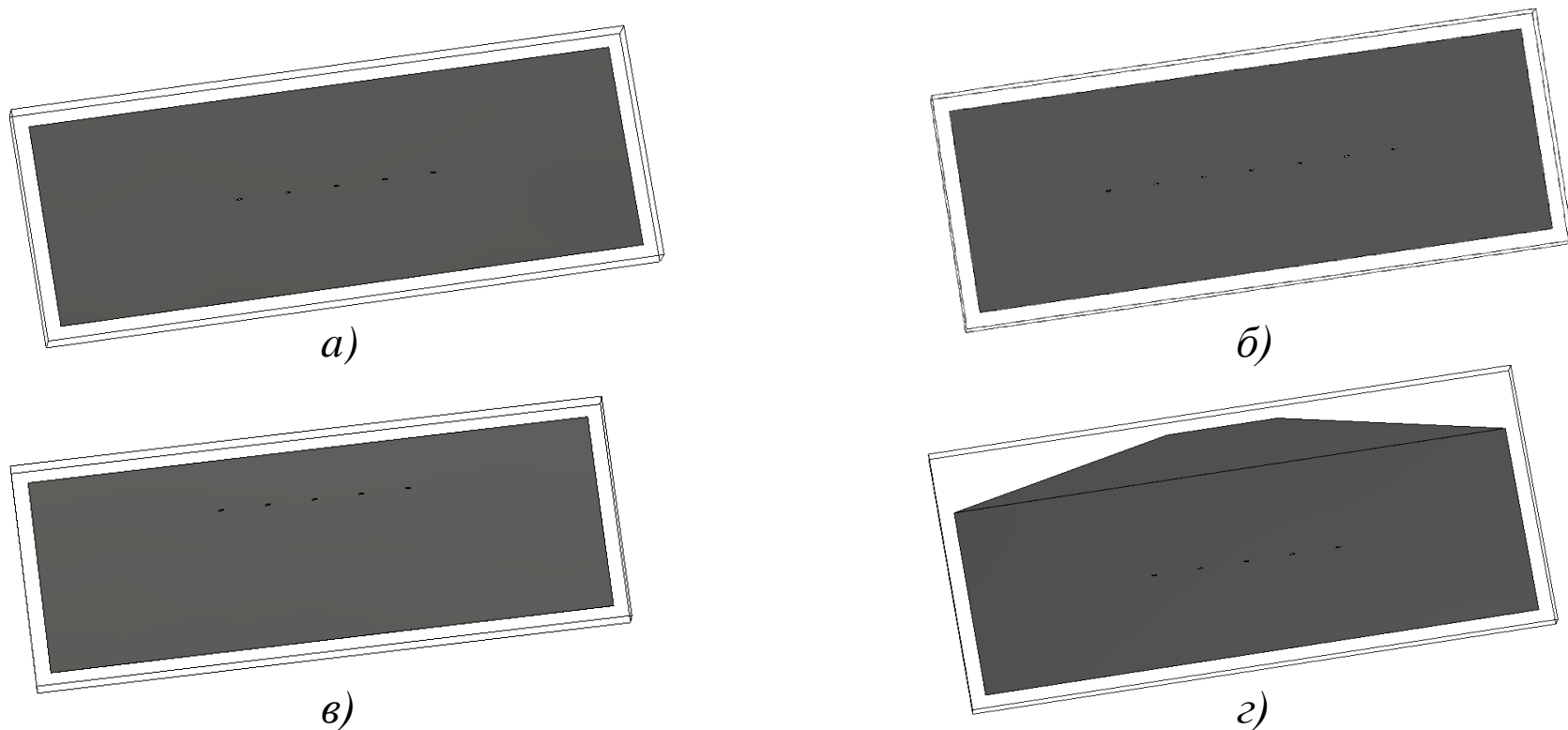


Рисунок 1 – Вид щелевых антенных решеток на плоских экранах: *а* – идеально проводящая поверхность с решеткой из $N=5$ элементов, *б* – идеально проводящая поверхность с решеткой из $N=7$ элементов; *в* – поверхность из диэлектрика (полипиррола) с решеткой из $N=5$ элементов, *г* – крыло трапецеидальной формы с решеткой из $N=5$ элементов

Диаграммы направленности щелевых антенных решеток

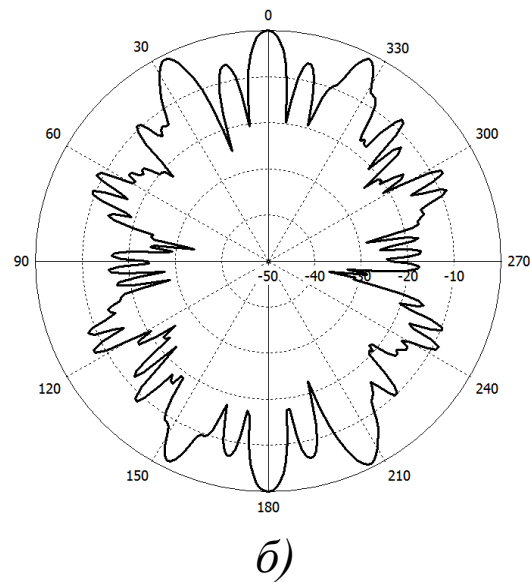
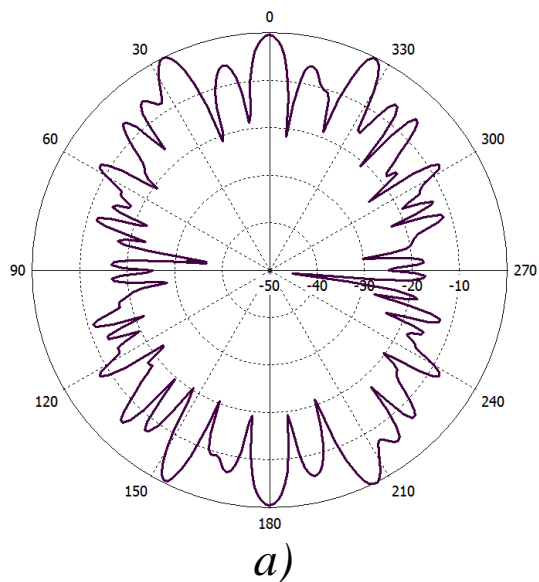


Рисунок 2 – Диаграммы направленности щелевых решеток на идеально проводящем экране:

a – $N=5$, *б* – $N=7$

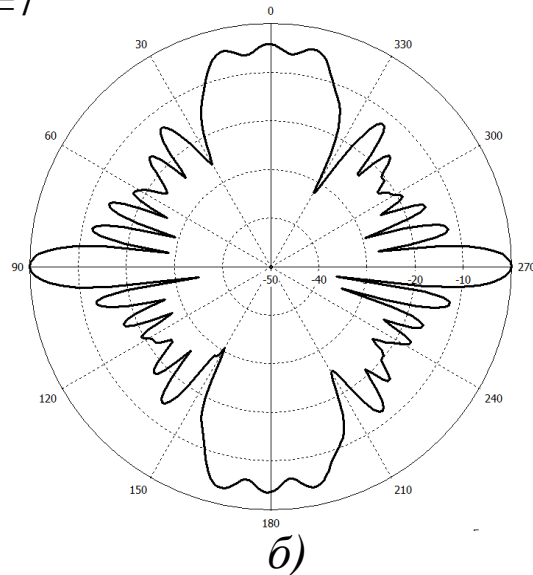
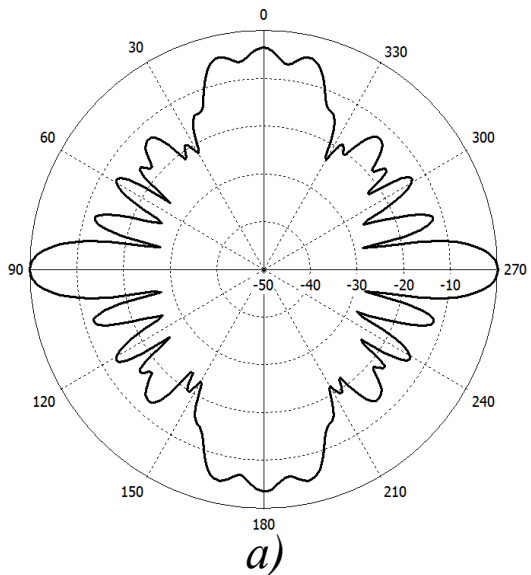
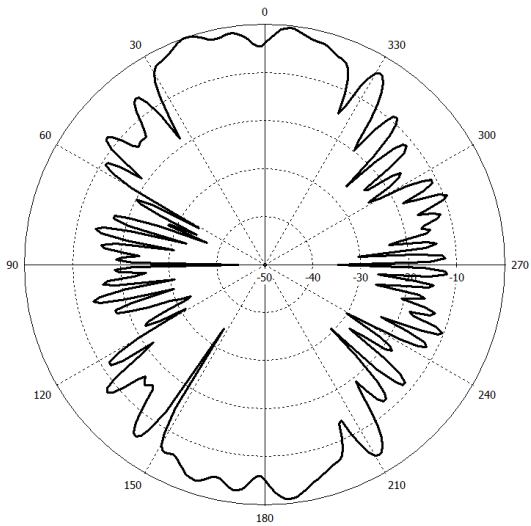
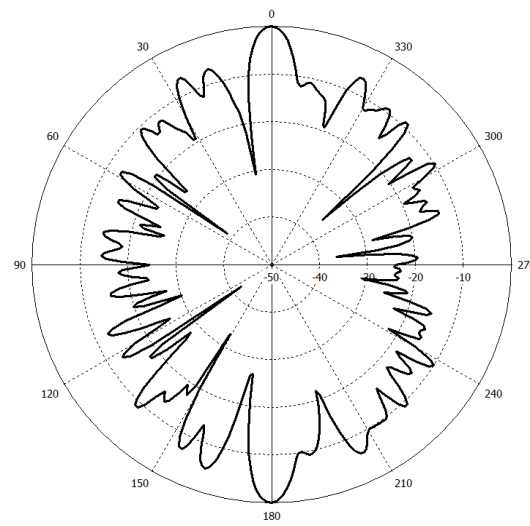


Рисунок 3 – Диаграммы направленности щелевых решеток на экране из полимерного композитного материала: *a* – $N=5$, *б* – $N=7$

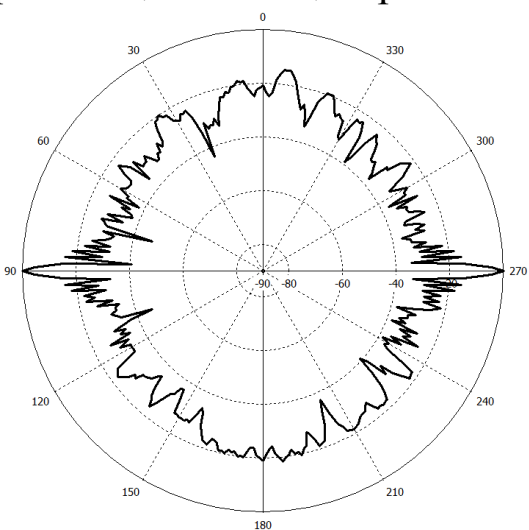


a)

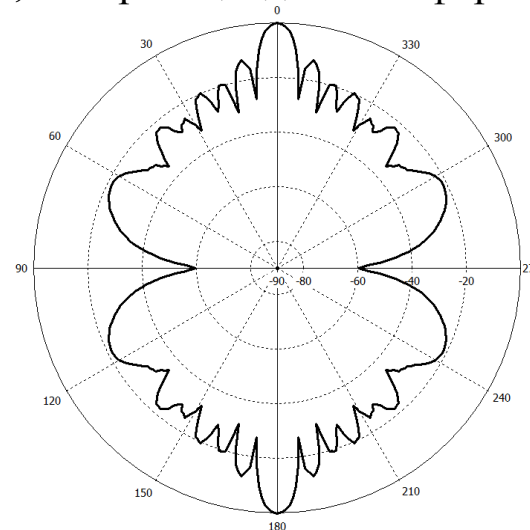


б)

Рисунок 4 – Диаграммы направленности линейных щелевых решеток из $N=5$ элементов, расположенных на крыле беспилотного летательного аппарата: *a* – прямоугольной формы при смещении от центральной продольной оси, *б* – трапецеидальной формы



a)



б)

Рисунок 5 – Диаграммы обратного рассеяния линейных щелевых решеток из $N=7$ элементов, расположенных на крыле беспилотного летательного аппарата прямоугольной формы: *a* – с металлизированным покрытием, *б* – из полимерного материала

На основе электродинамического моделирования с использованием компьютерной программы CST MWS исследованы закономерности приема и рассеяния сигналов щелевыми антенными решетками мобильных радиоэлектронных комплексов. Проведен анализ диаграмм направленности и рассеяния прямоугольных щелей на идеально проводящих и диэлектрических поверхностях малогабаритных носителей. Исследованы закономерности изменения показателей пространственно-частотной избирательности приема и вторичного излучения сигналов при различных параметрах конструкции решеток, формах и отражательных свойствах несущих поверхностей.

Полученные результаты составляют методическую основу для нахождения рациональных вариантов конструкций антенных систем в интересах достижения наибольшей эффективности выполнения функциональных задач мобильными радиоэлектронными комплексами при электромагнитной совместимости бортового оборудования и малой степени проявления демаскирующих признаков, содержащихся во вторичном электромагнитном излучении.

На слайде представлены электронные адреса авторов доклада:

Разиньков С.Н.

e-mail: razinkovsergey@rambler.ru

Борисов Д.Н.

e-mail: borisov@sc.vsu.ru

Богословский А.В.

e-mail: bogosandrej@yandex.ru