

**ВОЕННЫЙ УЧЕБНО-НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ВОЕННО-ВОЗДУШНЫХ СИЛ
«ВОЕННО-ВОЗДУШНАЯ АКАДЕМИЯ имени профессора
Н.Е. ЖУКОВСКОГО И Ю.А. ГАГАРИНА» (г. Воронеж)**

**ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И СИНТЕЗ
АНТЕННЫХ РЕШЕТОК ДЛЯ БЕСПИЛОТНЫХ
КОМПЛЕКСОВ МОНИТОРИНГА СО СНИЖЕННОЙ
РАДИОЛОКАЦИОННОЙ ЗАМЕТНОСТЬЮ**

Авторы:

**д.ф.-м.н. Разиньков С.Н., к.т.н Разинькова О.Э.,
Евсеев А.В, Сторожук Ю.В.**

Воронеж – 2022 год



Цель работы – обоснование рациональных условий выбора методов анализа и синтеза АР для создания комплексов на БЛА с требуемыми показателями эффективности выполнения задач мониторинга и защиты от систем контроля воздушного пространства.

Для нахождения технических путей построения антенных систем для малозаметных беспилотных комплексов мониторинга требуется решить две группы задач:

- первая группа включает в себя задачи электродинамического анализа антенн для установления взаимосвязей их КНД, ДН и ЭПР с параметрами приемных конструкций и несущих поверхностей;
- вторая группа объединяет задачи синтеза, суть которых состоит в нахождении параметров конструкций антенн для реализации требуемых КНД, ДН и ЭПР при установленных взаимосвязях с характеристиками несущих поверхностей.



Электродинамический анализ АР для комплексов мониторинга на БЛА выполняется в интересах решения следующих основных задач.

1. Исследование базовых компонентов конструкций и АР в целом с установлением взаимосвязей их параметров с характеристиками приема и рассеяния сигналов.

- метод электродинамического анализа компонентов приемных структур АР, возбуждаемых импульсными волновыми процессами
- электродинамические модели решеток электрических вибраторов

2. Оценка эффективности приема и вторичного излучения сигналов АР на несущих поверхностях, соответствующих фрагментам корпусов БЛА.

- новые электродинамические модели АР для комплексов мониторинга на БЛА



При синтезе решеток применяются следующие критерии:

- с минимизацией среднеквадратического отклонения (СКО) ДН от заданной формы;
- с минимизацией СКО квадрата ДН от требуемой формы.

Общий недостаток критериев :

- нахождение токов АР сводится к решению математически некорректных задач;
- при малых электрических размерах, формирование нулей в направлениях локальных экстремумов ДН в секторах ближних боковых лепестков сопровождается повышением уровня дальних боковых лепестков, что способствует ухудшению пространственной избирательности и помехозащищенности приемника.



Критерий синтеза АР с применением аппарата неопределенных множителей Лагранжа



Критерий основан на решении системы линейных уравнений с частичным обращением матрицы, элементами которой являются парциальные диаграммы антенных элементов.

Синтез решеток с нулями ДН, формируемыми с применением совместных и отдельных ДОУ, в отличие от известных методов, где выполнялся контроль смещения равносигнальных направлений, базируется на сохранении положений главного луча ДН и диаграмм моноимпульсных групп. Инвариантность положения максимума ДН при формировании нулей позволяет достичь высоких значений КНД в широком диапазоне частот.



1. Разработаны модели и метод анализа АР, позволяющие исследовать их базовые компоненты и конструкции в целом с установлением взаимосвязей параметров с характеристиками приема и рассеяния сигналов. Предложены критерии и метод синтеза АР с максимальными КНД и минимальными ЭПР при установлении ограничений на формы ДН с использованием аппарата неопределенных множителей Лагранжа.

2. Показано что, предпочтительным для получения заданной формы ДН с минимизацией потерь КНД АР является критерий, базирующийся на контроле соответствия формируемой и требуемой ДН на множестве фиксированных направлений.

3. Оценены возможности применения методов анализа и синтеза АР для обоснования технических путей построения средств мониторинга на БЛА с заданными показателями эффективности выполнения задач и защищенности от систем контроля воздушного пространства.