

УДК 621.396.67

## КОНСТРУКТИВНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ АНТЕННЫХ РЕШЁТОК

Летаяф М.А.

Научный руководитель – к.т.н., профессор Щербаков Г.И.  
Казанский государственный технический университет им. А.Н.Туполева

Типовой подход к проектированию антенной решетки состоит из двух этапов. На первом этапе находят оптимальное амплитудное распределение токов в излучателях решетки. Значения амплитуд могут быть произвольными и оптимальными в смысле обеспечения, например, минимального уровня боковых лепестков при заданной ширине диаграммы направленности. Вопросы конструктивной реализуемости таких распределений при этом не рассматриваются. На втором этапе разрабатывается делитель, который дает необходимое амплитудное распределение с некоторой ошибкой, которая может быть уменьшена только ценой усложнения конструкции.

Другой подход состоит в том, чтобы уже на этапе проектирования учитывать имеющиеся технические возможности. Строится теоретическая модель антенной решетки, в которую входит технологичный базовый элемент, используемый в конструкции делителя. Дальнейшие задачи проектирования решаются как задачи численной оптимизации, находятся оптимальные схема делителя.

В качестве базового элемента выбран 3-х децибельный кольцевой резистивный делитель мощности. При соединении таких элементов в схему делительного устройства можно получить достаточно разнообразные амплитудные распределения по излучателям. Однако эти распределения таковы, что выходные волны являются целыми степенями

$$U_i^n = \left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^{m_i}, \quad m_i = 1, 2, 3, \dots$$

И суммарная мощность передатчика остается постоянной, т.е.  $\sum_{i=1}^N |U_i^n|^2 = 1$ . Предложен способ описания таких двоичных делительных схем, для чего введён вектор структуры делителя  $P$ .

Дальнейшие задачи проектирования решаются как задачи численной оптимизации, находятся оптимальные схема делителя. При варьировании элементов вектора структуры делителя вычисляется показатель оптимальности конструкции и находится оптимальная схема делителя

$$\Phi(P) = \min_{|P|} \left( \max_{\theta_1 \leq \theta \leq 90^\circ} F(\theta) \right)$$

Таким образом, требуя уменьшения уровня поля в области боковых лепестков, мы автоматически заставляем антенну формировать луч от 0 до начальной границы этой области.

При такой постановке задачи обеспечивается получение конструктивно реализуемого оптимального решения.

Разработаны алгоритмы и программы оптимизации двоичных делительных схем, использующие методы циклического покоординатного поиска, динамического программирования и частичного перебора с разной степенью перекрытия. Примеры решения показали возможность построения конструктивно простых делителей с необходимыми на практике параметрами диаграмм направленности.