

**Создание программы для обработки результатов измерений
геометрии зеркальных антенн**

Д.Н. Дяговченко^{1,2}, Ю.В. Кривошеев^{1,2}, А.В. Шишлов^{1,2}

¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

²ПАО "Радиофизика"

С повышением требований к характеристикам антенн растут и требования к точности их геометрических размеров. В частности, при уменьшении длины волны для соблюдения отклонений коэффициента усиления и ширины диаграммы направленности в пределах 10% необходимо обеспечить отклонения формы поверхности рефлектора в следующих пределах[1]:

$$\Delta\rho \leq \pm \frac{\lambda}{8(1 + \cos\psi)}$$

Где $\Delta\rho$ - допустимое отклонение, λ - длина волны, ψ - угол, отсчитываемый от оси, направленной в центр параболоида. Таким образом, в центральной части допуск может быть не более $\lambda/16$.

Соответственно при изготовлении параболических антенн необходимо контролировать качество изготовления рефлекторов. На практике проектируемые и фактические геометрические параметры серийно изготавливаемых рефлекторов часто существенно отличаются. Для измерения формы рефлектора можно применять сканеры поверхностей, интерферометры, тахеометры и дальнометры. Полученные координаты точек можно анализировать с целью определения параметров для механического исправления формы рефлектора. Также можно определить такое положение облучателя (или контррефлектора с излучателем), чтобы получить оптимальные характеристики всей системы.

Для механического исправления рефлектора достаточно указать отклонения формы измеренного рефлектора от требуемой параболической формы.

Для определения взаимного расположения частей антенны используется следующий метод. Определяется параболоид, который наилучшим образом приближает имеющуюся поверхность. Фазовый центр облучающей системы предлагается ставить в фокус этого параболоида. Поиск такого параболоида выполняется в несколько этапов. Сначала с использованием массива измеренных точек на поверхности рефлектора строится модель параболоида. Симметричный параболический рефлектор можно полностью описать двумя числами – фокусным расстоянием f и диаметром D . Если антенна офсетная, то требуется третий параметр, офсетное смещение L [2]. Затем измеренная поверхность и теоретический

параболоид совмещаются. Положение параболического рефлектора относительно измеренного определяется тремя линейными координатами и тремя угловыми. Далее вычисляется СКО в зависимости от взаимного положения двух поверхностей (6 параметров) и трёх параметров теоретического параболоида. Варьируя эти 9 параметров, находится поверхность параболического рефлектора, наилучшим образом приближающая измеренную поверхность. Также определяется положение точки фокуса параболического рефлектора относительно реперных точек на измеренной поверхности. Полный перебор в пространстве 9 переменных является неэффективным методом. Поэтому поиск минимального СКО производится с помощью процедуры оптимизации – задачи по нахождению экстремума целевой функции.

На основе изложенного алгоритма составлена компьютерная программа. В качестве входных данных используются координаты точек рефлектора измеренных с помощью тахеометра *Leica TS06 plus*.

В докладе приведены результаты измерений и расчетов зеркальной антенны с офсетным рефлектором диаметром 2.4 м, показанной на рис. 1. Показаны достигнутые улучшения характеристик антенны.

Рассмотренный метод позволил существенно сократить время поиска оптимального взаимного расположения элементов разрабатываемых зеркальных антенн и улучшить их характеристики.

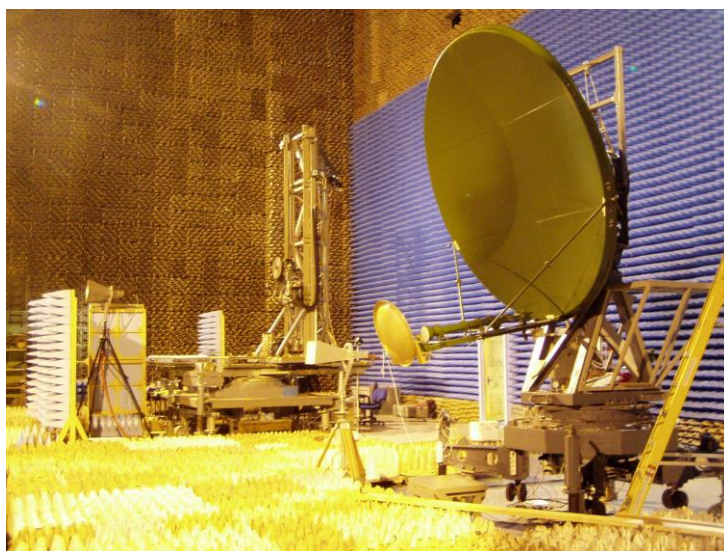


Рис. 1

Литература

1. М.С. Жук, Ю.Б. Молочков Проектирование антенно-фидерных устройств – Энергия. – 1966. – с. 557
2. Manseok Uhm, Alexander Shishlov, Kwangryang Park, Offset-Paraboloid Geometry: Relations for Practical Use - *IEEE Antennas and Propagation Magazine*, Vol. 38, No. 3, June 1996