

ИССЛЕДОВАНИЕ КРОСС-ПОЛЯРИЗАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АНТЕННЫ С ПОМОЩЬЮ ГОЛОГРАФИИ НА СВЧ

В. А. Варганов, Д. А. Дмитренко, Л. В. Дмитренко, Н. А. Дугин, Л. К. Иванникова, А. Н. Савельев, В. И. Турчин, В. А. Фарфель, А. Л. Фогель

Во многих случаях представляют интерес исследования поляризационных характеристик антенны, в частности, углового распределения проекций вектора электрического поля в дальней зоне. Прямые измерения таких диаграмм для больших антенн часто затруднительны в силу необходимости размещения источника (или приемника) поляризованного излучения на больших расстояниях от антенны и больших высотах.

Эти трудности существенно уменьшаются при использовании предложенного в [1] (см. также [2]) метода, сущность которого состоит в измерении СВЧ голограммы поля антенны в зоне Френеля и последующего восстановления диаграммы направленности путем соответствующей обработки, оптической [1] или на ЭВМ [3]. Ниже используется обработка на ЭВМ.

Задача измерения векторной диаграммы направленности этим методом может быть решена путем последовательного измерения двух голограмм на взаимно перпендикулярных поляризациях. Нетрудно показать (учитывая векторный характер электрического поля), что, если ограничиться измерением голограммы в не слишком широком интервале углов (достаточном для последующего восстановления главного лепестка и одного-двух первых боковых лепестков), то две взаимно перпендикулярные компоненты поля E_θ и E_ϕ можно считать независимыми, и, следовательно, можно получить проекции вектора $\{E$ в дальней зоне, применяя скалярное преобразование Френеля к голограмме E_R :

$$E(\xi, \eta) = \iint E_R(\xi', \eta') \exp \left\{ -i\pi \frac{R}{\lambda} [(\xi - \xi')^2 + (\eta - \eta')^2] \right\} d\xi' d\eta'. \quad (1)$$

Здесь ξ, η — угловые координаты, R — расстояние до источника (или приемника), λ — длина волны.

Ниже приводятся результаты измерения кросс-поляризационной компоненты диаграммы направленности симметричной параболической приемной антенны на длине волны 10 см*.

Рупорный излучатель был установлен на 25-метровой вышке на расстоянии 100 м от антенны (что примерно в десять раз ближе условной границы дальней зоны для исследуемой антенны). Излучение рупора имело линейную поляризацию, перпендикулярную поляризации облучателя исследуемого зеркала.

Методика измерения голограммы, соответствующей кросс-поляризационной компоненте диаграммы направленности, была аналогична методике, приведенной в [2]; выходной сигнал приемника после преобразования «аналог — код» регистрировался на перфокарты и затем обрабатывался на ЭВМ в соответствии с формулой (1). Голограмма измерялась в интервале углов $\mp 5^\circ$ относительно направления на излучатель с шагом $30'$ по углу места и $10'$ по азимуту.

На рис. 1 представлен результат обработки такой голограммы в виде двумерной яркостной картины. Ось абсцисс соответствует азимутальной координате, ось ординат — координате угла места. Каждая точка результата обработки в зависимости от величины числового значения в ней представлена определенным символом (или пропуском).

Ввиду того, что различные символы (например, буква Ж, точка и т. д.) в зрительном восприятии имеют различную «яркость», создается впечатление яркостной картины. Число градаций было выбрано небольшим (равным 5), чтобы обеспечить достаточную контрастность картины. Масштаб по оси ординат сжат примерно в четыре раза, так что сращенные линии на рисунке соответствуют линиям, наклоненным под углами $\mp 45^\circ$ к оси абсцисс. На рисунке около точки пересечения линий четко видны четыре главных максимума, характерных для кросс-поляризационных диаграмм зеркальных антенн.

На рис. 2 изображены сечения восстановленной диаграммы, проходящие через главные максимумы (под углами $\mp 45^\circ$ к азимутальной оси). На том же рисунке приведены аналогичные сечения кросс-поляризационной диаграммы направленности, измеренной по источнику в зоне Френеля методом фокусировки [4, 5]. Как видно из рис. 2, наблюдается хорошее совпадение сечений.

Несмотря на то, что приведенные результаты являются предварительными (поскольку исследование возможностей и точностей этого метода в настоящее время еще не завершено), однако достаточно хорошее соответствие экспериментальных данных, полученных двумя методами, позволяет считать реальной возможность использования голографического метода для восстановления векторных диаграмм достаточно сложной конфигурации.

* Результаты измерений основной поляризации приведены в [2].

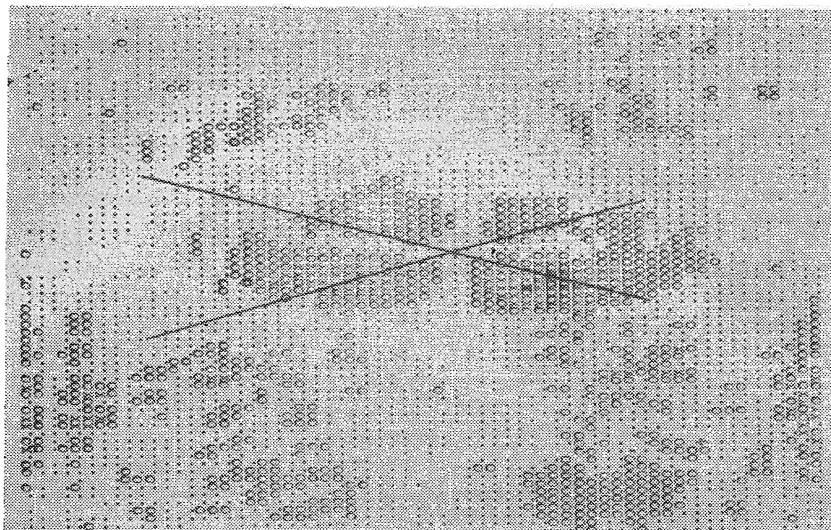


Рис. 1. Кросс-поляризационная диаграмма направленности в „яркостном виде“.

Символ Ж соответствует числовому интервалу 1,0—0,7; символ Х—интервалу 0,7—0,3; О—0,3—0,08; точка—0,08—0,01; пропуск соответствует числовому значению $< 0,08$ (значение в максимуме диаграммы направленности принято равным единице).

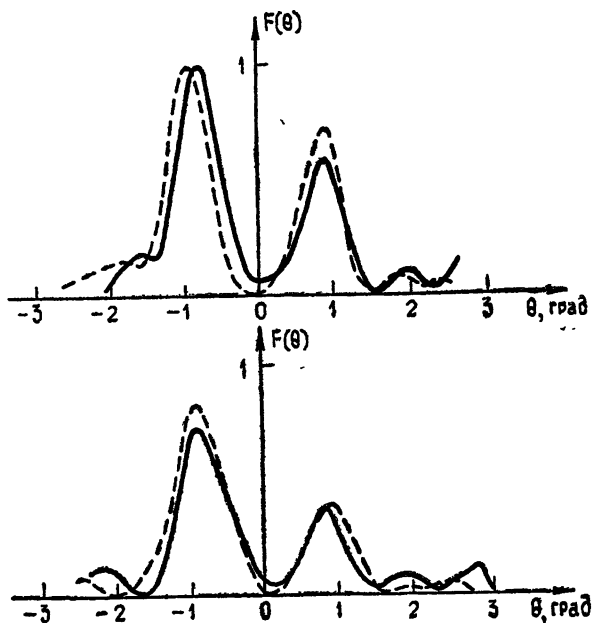


Рис. 2. Сечения кросс-поляризационной диаграммы направленности, проходящие под углом $\pm 45^\circ$ к азимутальной оси.

— — сечения диаграммы направленности, восстановленной по голограмме; - - - - сечения, измеренные методом фокусировки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Л. Д. Бахрах, А. П. Курочкин, Докл. АН СССР, 171, № 6, 1309 (1966).
2. Л. Д. Бахрах, Д. А. Дмитренко, А. П. Курочкин, Н. М. Цейтлин, Д. А. Арутюнян, Докл. АН СССР, 201, № 3, 580 (1971).
3. В. И. Турчин, Н. М. Цейтлин, Препринт № 20, НИРФИ, г. Горький, 1971.
4. Н. Л. Есепкина, Докл. АН СССР, 113, 1 (1957).
5. Д. А. Дмитренко, А. А. Романычев, Н. М. Цейтлин, Радиотехника и электроника, 14, № 12, 2108 (1969).

Научно-исследовательский радиофизический институт

Поступила в редакцию
12 июля 1972 г.