

МНОГОКАНАЛЬНЫЙ ЗОНД ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ АНТЕНН АПЕРТУРНО-ЗОНДОВЫМ МЕТОДОМ

Усин В. А.¹, Марков В. И.², Анохина О. Д.¹, Рожнятовская Л. В.², Усина А. В.¹

¹Харьковский национальный университет радиоэлектроники

пр. Ленина, 14, Харьков - 61166, Украина, e-mail: usin_va@rambler.ru

²ОАО «Холдинговая компания «УКРСПЕЦТЕХНИКА», ул. Трутенко 2, Киев - 03022, Украина

Тел.: (8044) 2579922, 2579924; (804622) 44423; e-mail: Markov_VI@ust.ic.com.ua

Аннотация – Рассматривается задача повышения точности и сокращения времени измерения амплитудно-фазового распределения (АФР) апертурно-зондовым методом за счет использования многоканального зонда и модуляционного выделения сигнала каждого канала.

I. Введение

Повышение требований к антенным системам (АС) привело к расширению комплекса испытаний, проводимых с одним образцом и более жестким требованиям по точности получаемых результатов. Основной объем измерений АФР стал выполняться в безэховых камерах в ближней зоне с последующим вычислением диаграмм направленности (ДН) и других характеристик АС в дальней зоне.

II. Основная часть

В настоящее время детально изучены особенности ближнезонных методов, разработаны алгоритмы учета характеристик измерительного зонда [1-3] и создан ряд автоматизированных измерительных комплексов (АИК) для измерения АФР апертурно-зондовым методом [4].

Наиболее существенным недостатком рассматриваемых методов является большое время сканирования (до нескольких часов в зависимости от размеров апертуры и требований к точности определения ДН в заданном секторе углов). При этом увеличивается вероятность возникновения отказов в АИК и возникает необходимость периодической калибровки измерительного канала для уменьшения погрешности за счет нестабильности частоты, величины излучаемой мощности, коэффициента усиления и т.д.

Попытка увеличить скорость движения сканера наталкивается на целый ряд препятствий. В частности, увеличиваются динамические нагрузки, что приводит к усилению колебаний зонда, усложняется конструкция сканера, ограниченное быстродействие амплифазометра приводит к динамическим ошибкам, возрастают амплитудные и фазовые искажения в подвижном тракте передачи сигнала, увеличиваются случайные погрешности измерения АФР за счет уменьшения времени усреднения и ошибок позиционирования зонда и др.

При использовании многоканального зонда (МЗ), представляющего собой систему антенн, подключенных через многоканальный переключатель (МП) к общему тракту передачи сигнала, резко сокращается время измерения АФР, повышается точность установки по одной из координат, уменьшаются вибрации конструкции, возникающие при перемещении каретки с зондом и датчиком координаты, уменьшается вероятность сбоев при работе АИК [2].

Известные МЗ обладают существенными недостатками:

– невозможно обеспечить высокую точность измерений при наличии нестабильных и неконтролируемых амплитудно-фазовых искажений в элементах

коммутации МП при большом числе (128 и более) каналов;

– на выходе МЗ присутствует фоновый сигнал, создаваемый отключаемыми (закрытыми) каналами;

– высокий КСВ закрытых каналов (либо усложнение МЗ при введении дополнительных переключателей и согласованных нагрузок).

Для повышения точности определения АФР предложено использовать модуляцию сигнала в каждом из каналов МЗ с помощью устройства управления МП, что при дальнейшей обработке позволяет выделить и исключить фоновый сигнал.

При анализе ряда измеренных АФР (пример представлен на рис. 1, рис. 2), было установлено, что их можно условно разделить на две зоны: зону стабильной фазы (ЗСФ) и зону быстроменяющейся фазы (рис. 1).

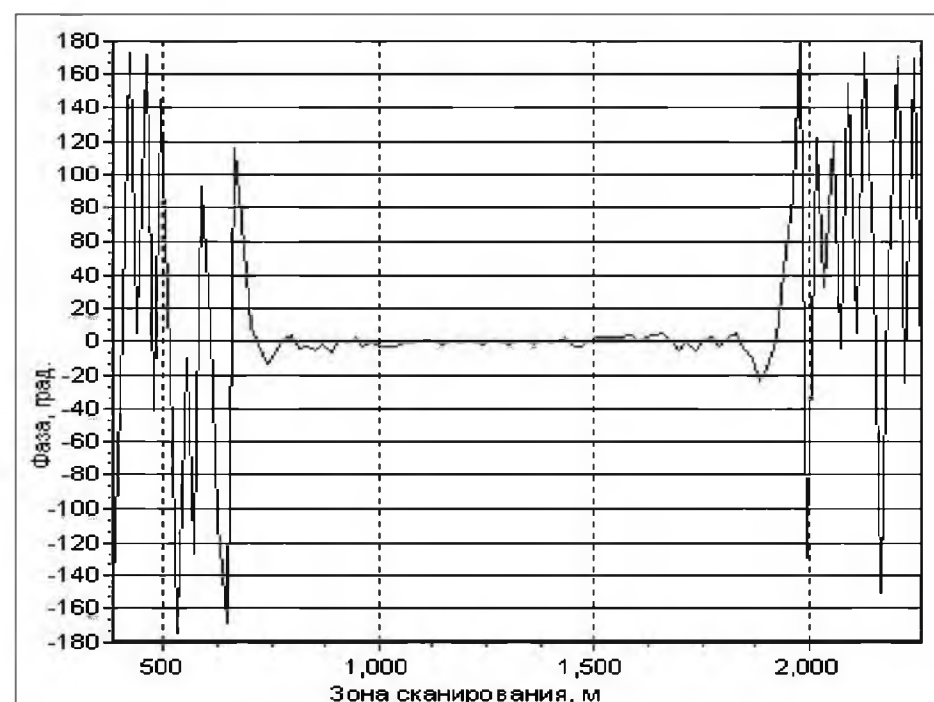


Рис. 1 Фазовое распределение.

Fig. 1. Phase distribution

Основная плотность потока энергии, как видно из рис. 2, приходится на ЗСФ. Учитывая относительную симметрию АФР, можно осуществить адаптивную компенсацию фонового сигнала путем деления МЗ на две части и включения фиксированных фазовращателей (ФВ), обеспечивающих 180° сдвиг фазы сигнала от одной из половин МЗ перед сумматором (рис. 3). Такая конструкция МЗ дает возможность вместо многокаскадных МП, применяемых для получения высокой развязки между каналами, последовательно с каждым излучателем линейного МЗ включить индивидуальный ФВ и использовать фазовую модуляцию для выделения сигнала в каждом канале.

Включение ФВ вместо МП позволило значительно ослабить влияние МЗ на поле исследуемой АС, т.к. замена запираемых каналов на каналы с согласованными входами дает возможность резко снизить уровень отражений сигналов от МЗ.

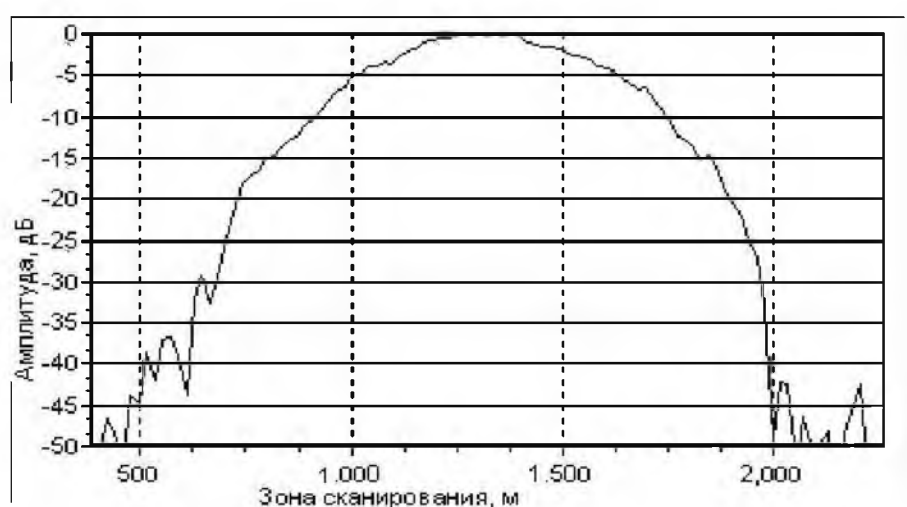


Рис. 2. Амплитудное распределение.

Fig. 2. Amplitude distribution

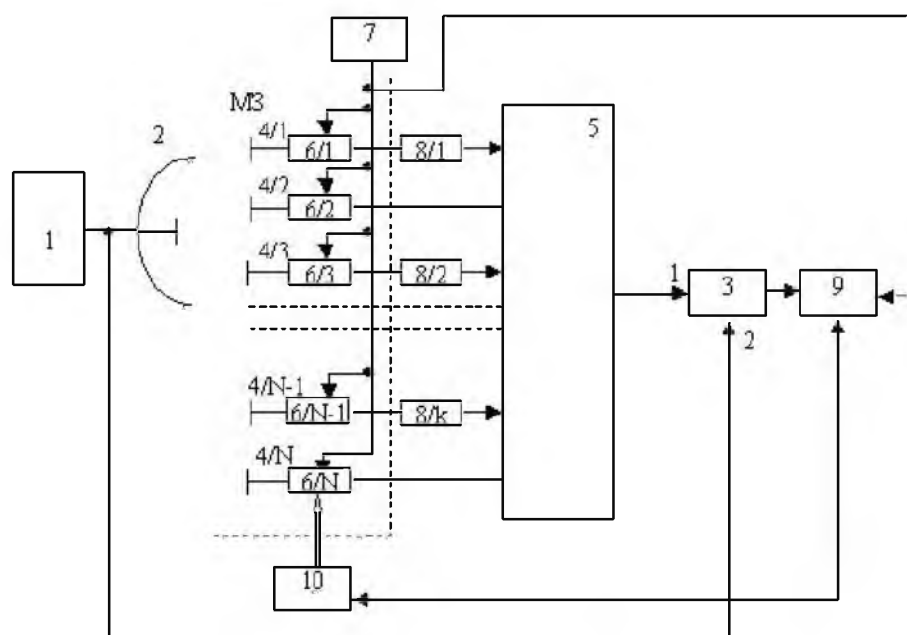


Рис. 3. Схема измерения параметров антенн многоканальным зондом. 1 – генератор; 2 – исследуемая антенна; 3 – амплифазометр; 4 – зонд; 5 – сумматор; 6 – управляемые фазовращатели; 7 – устройство управления ФВ; 8 – постоянный фазовращатель на π ; 9 – ЭВМ; 10 – сканер.

Fig. 3. Antenna parameter metering circuit for multi-channel probe. 1 – generator; 2 – antenna under study; 3 – ampliphase meter; 4 – probe; 5 – totalizer; 6 – controllable phase changer; 7 – phase changer control unit; 8 – constant phase changer on π ; 9 – computer; 10 – scanner

Использование в качестве излучающих элементов микрополосковых антенн позволяет обеспечить высокую точность отсчетов по Y-координате, уменьшить вес и увеличить точность перемещения горизонтальной каретки сканера.

Предложенный в данной работе многоканальный зонд по сути близок к линейному зонду, рассмотренному в [5], но позволяет измерять не эквивалентные АФР ближнего поля, а двумерный массив АФР, что дает возможность проводить настройку ФАР.

III. Заключение

Применение МЗ с компенсацией фонового сигнала и фазовой модуляцией в измерительных каналах позволяет получить широкую полосу рабочих частот, увеличить точность измерения АФР, повысить надежность сканера и АИК в целом, сократить время и стоимость проведения испытаний АС.

IV. Список литературы

- [1] Бахрах Л. Д. и др. Методы измерения параметров излучающих систем в ближней зоне – Л.: Наука, 1985.
- [2] Курочкин А. Л. Антенные измерения-97 // Антенны, Вып.1(38), 1997 г., с.5-24.

- [3] Slater D. Near-field antenna measurements / Boston: Artech House, 1991.
- [4] Автоматизированный измерительный комплекс для измерений характеристик антенных устройств в ближней зоне излучения. Киев, «Специальная техника и вооружение», № 1-2, февраль 2002, с. 45-46.
- [5] Usin V. A., Anohina O. D., Kovaltchuk V. A., Usina A. V. Application of linear phased antenna array for the antenna near field measurement // Proc. of the 5-th International Conference of Antenna Theory and Techniques. - Kyiv (Ukraine). - 2005. - pp. 405-407.

APPLICATION OF THE MULTI-CHANNEL PROBE FOR NEAR FIELD ANTENNA MEASUREMENTS

Usin V. A.¹, Markov V. I.², Anohina O. D.¹,
Roznjatovskaja L. V.², Usina A. V.¹

¹Kharkov National University of Radio Electronics
14, Lenin Ave., Kharkov, 61166, Ukraine

Phone: (80572) 218050. E-mail: usin_va@rambler.ru

²"Holding Company "Ukrspetstechnika"

Bld. 2, Trutenko St., Kiev, 03022, Ukraine

Phone/fax: +3804622-44423

E-mail: Markov_VI@ust.ic.com.ua

Abstract – Some special problems of the multi-channel probe application for accuracy improvement of the near field antenna measurements are studied.

I. Introduction

Special automated complexes, which allow saving time and cost during evaluation of the phased-array antenna (PAA) parameters for further aligning and conducting of acceptance tests are considered in this report.

II. Main Part

It is necessary to measure much more antenna patterns then for traditional antennas for complete evaluation for transmit and receive modes of multifunction PAA technical state and its parameters. Usual measurement system can measure up to 20÷100 patterns in one cycle of measurements and the possibility to measure complete set of patterns (the possible number of measured patterns depends on the number of beam positions in space, which is determined by electrical size of PAA, scanning angles and steps, number and types of beams, number of frequencies and so on and may be up to 10^5 ÷ 10^9 patterns) using traditional near-field antenna test facility is not realistic.

The most critical factor during the alignment and measurement of PAA is their temperature mode, because the aperture distribution hardly depends on temperature, and many systems of cooling practically cannot ensure its stability during measurement cycle. The duration of the one cycle of measurements is specified by the scan speed of the probe and typically is from 20 up to 70 minutes. During this time the phase of a signal in receiving/transmitting module can be changed up more than a few degrees. So we represent measurement system using multi-channel probe with phase modulation for isolation of signal at each channel against background of the measured total signal to speed up the measurements and relieve the constructive and methodological limitations. The special attention ought to be given to the problems of calibration and monitoring of multi-channel probe and to the algorithms of controlled channel signal isolation while implementing such systems, including the choice of the proper location and number of probe antennas, transfer matrix calibration, obtaining and proper usage of normalizing coefficients.

III. Conclusion

As follows from the presented results the application of the multi-channel probe for the near field antenna measurements allows enhancing accuracy, simultaneously saving the time and cost. This approach has the advantage because of low cost and easy implementation.