ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

АНТЕННЫ ОСТРОНАПРАВЛЕННЫЕ

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПО ПОЛЮ В РАСКРЫВЕ

ГОСТ 8.309—78

Издание официальное

ВНИИФТРИ

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ
Москва

gost.e-ecolog.ru

РАЗРАБОТАН Государственным комитетом стандартов Совета Министров СССР (Госстандарт СССР)

ИСПОЛНИТЕЛИ

П. М. Геруни, Д. С. Арутюнян

ВНЕСЕН Государственным комитетом стандартов Совета Министров СССР (Госстандарт СССР)

Член Госстандарта СССР А. И. Ивлев

УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 29 июня 1978 г. № 1743

УДК 621.396.67.083 : 006.354 Группа Т86

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

Государственная система обеспечения единства измерений

АНТЕННЫ ОСТРОНАПРАВЛЕННЫЕ

Методика выполнения измерений для определения параметров по полю в раскрыве

State system for ensuring the uniformity of measurements Highly directional antennas The technique of measurements for determining parameters by the aperture field

ГОСТ 8.309—78

Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 29 июня 1978 г. № 1743 срок введения установлен

с 01.07 1979 г.

Настоящий стандарт распространяется на остронаправленные антенны и устанавливает методику выполнения измерений для определения параметров создаваемых ими полей излучения путем измерения характеристик полей в их раскрывах.

Определяемыми настоящей методикой параметрами поля излучения являются:

диаграмма направленности (ДН);

положение электрической оси в пространстве;

коэффициент поляризации (КП).

1. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ОСТРОНАПРАВЛЕННЫХ АНТЕНН ПО ПОЛЮ В ИХ РАСКРЫВЕ

1.1. Настоящая методика позволяет определить параметры поля излучения остронаправленных антенн путем измерения характеристик распределения поля в их раскрывах с последующим пересчетом значений поля в раскрыве в дальнюю зону. Измерение и пересчет выполняются автоматически при помощи ЭВМ. Погрешности измерения параметров антенн, указанные в настоящем стандарте, распространяются на остронаправленные антенны с квазиравномерным распределением поля в их раскрывах.

1.2. Методика применяется для определения параметров остронаправленных антенн при их разработке, производстве и эксплуатации как в свободном пространстве, так и в закрытых безэховых помещениях.

Издание официальное Перепечатка воспрещена

★

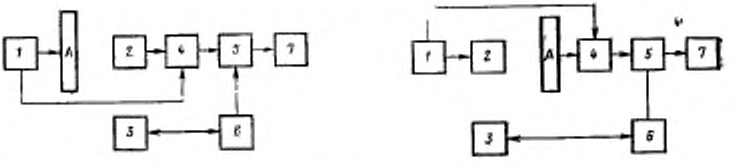
©Издательство стандартов, 1978

1.3. Настоящая методика не исключает выполнения измерений для определения параметров поля излучения остронаправленных антенн другими методами (по дальней зоне, коллиматорные и другие).

1.4. Методика измерения параметров конкретной остронаправленной антенны по п. 1.1 или 1.3 указывается в технической документации, утвержденной в установленном порядке.

2. СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И АППАРАТУРА

2.1. В качестве средств измерений применяют измерительные комплексы аппаратуры, позволяющие выполнять измерения характеристик амплитудно-фазового распределения поля в раскрывах остронаправленных антенн и обработку результатов измерений с целью определения параметров поля излучения. Рекомендуемая блок-схема измерительного комплекса аппаратуры представлена на черт. 1. Основные метрологические характеристики устройств, входящих в измерительный комплекс, указаны в обязательном приложении 1.



а. Испытуемая антенна в передающем режиме

б. Испытуемая антенна в приемном режиме

1—измерительный генератор; *2*—измерительный зонд; *3*—сканер; *4*—амплифазометр; *5*—преобразователь сигналов; *6*—устройство автоматического управления сканера; *7*—ЭВМ; *А*—испытуемая антенна

Черт. 1

2.2. Измерительные комплексы аппаратуры в зависимости от точности и возможностей применяемых в них устройств делятся на два класса:

I класс — рабочие измерительные комплексы аппаратуры высокой точности;

II класс — рабочие измерительные комплексы аппаратуры.

2.3. Среднеквадратические отклонения результатов измерений амплитуды поля и фазы поля в раскрывах испытуемых остронаправленных антенн не должны превышать для измерительных комплексов I класса 0,6 дБ и 4°, соответственно, а для II класса — 1,2 дБ и 8°, соответственно. При этом погрешность резуль-

татов определения параметров поля излучения остронаправленных антенн не должна превышать значений, приведенных в таблице[1]. Погрешности определения положения электрической оси остронаправленной антенны в пространстве практически полностью определяются погрешностями определения относительного расположения остронаправленной антенны и плоскости сканирования геодезическими или другими методами.

При работе с измерительными комплексами, имеющими погрешности, превышающие погрешности комплексов II класса, погрешность определения параметров остронаправленных антенн соответственно возрастает.

2.4. Зависимости погрешностей определения параметров поля излучения остронаправленных антенн от среднеквадратических ошибок измерения поля в их раскрывах приведены в виде номограмм в обязательном приложении 2.

№ п/п.	Наименование параметра	Нормы для рабочих измерительных комплексов аппаратуры классов	
		I	II
1	Диаграмма направленности		
	а) ширина луча, %	0,2	1,0
	б) уровень первого бокового лепестка*	3,0	15,0
	в) уровень первого минимума по мощности*	3,0 (до уровня 27 дБ)	15,0 (до уровня 20 дБ)
	г) угловое смещение первого бокового лепестка, %	0,1	0,6
	д) угловое смещение первого минимума, %	0,2	1,0
2	Коэффициент поляризации поля (в пределах ширины луча), %	4	7
3	Положение электрической оси в пространстве относительно плоскости раскрыва, %	0,1	0,6

* Погрешность указана в процентах от измеряемой величины.

2.5. Дополнительным средством измерения может служить безэховая камера. Основным требованием к ней является обеспечение двукратных отражений с суммарным поглощением не менее 35 дБ.

Для повышения точности измерений влияние этих отражений на результат измерений можно в значительной мере исключить как систематическую ошибку.

[1] Приведенные значения соответствуют случаю квазиравномерного распределения поля в раскрыве антенны.

2.6. В автоматических измерительных комплексах аппаратуры, управляемых через ЭВМ, измерительный зонд при помощи механического сканера перемещается на плоскости в раскрыве остронаправленной антенны по растровому закону — вертикальными строками при горизонтальном шаговом движении или наоборот. Ввод измерительной информации в ЭВМ осуществляется в реальном масштабе времени. После окончания цикла измерения поля в раскрыве ЭВМ автоматически переходит в режим обработки и выдачи протокола измерений.

3. ПОДГОТОВКА К ИЗМЕРЕНИЯМ

3.1. Развертывают измерительный комплекс аппаратуры в рабочее положение. Для этого механический сканер устанавливают в раскрыве испытуемой остронаправленной антенны перпендикулярно к ее геометрической оси.

3.2. После установки измерительной аппаратуры в рабочее положение в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации комплекса включают аппаратуру и выдерживают для прогрева 1 ч.

3.3. Проверяют режимы работы отдельных устройств и комплекса в целом согласно руководству по эксплуатации.

3.4. Устанавливают элементы аппаратуры и индикаторы в исходное состояние.

4. ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ

4.1. Измерительный комплекс аппаратуры переводят в автоматический режим работы согласно руководству по эксплуатации.

4.2. По контрольно-измерительным приборам измерительного комплекса аппаратуры следят за ходом работы комплекса.

4.3. Проверяют поступивший с выхода ЭВМ протокол аттестации остронаправленной антенны.

5. ОБРАБОТКА И ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

5.1. Обработка результатов измерений производится автоматически в процессе выполнения измерений. Процесс обработки делится на два основных цикла: выполнение преобразования поля (моделирование ДН) и проведение окончательной обработки (расчет параметров). Указанные циклы могут выполняться с разнесением во времени по отношению к процессу измерений.

5.2. Алгоритмы, расчетные соотношения и методики определения параметров приведены в обязательном приложении 3.

5.3. Результаты измерений печатаются на выходе ЭЦВМ в виде протокола автоматической аттестации остронаправленной антенны. Форма протокола приведена в рекомендуемом приложении 4.

6. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

Требования безопасности работы по настоящей методике должны соответствовать ГОСТ 12.1.006– 76.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Обязательное

МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

№ п/п.	Наименование устройства измерительного комплекса	Характеристики*
1	Измерительный генератор по ГОСТ 14661—69, ГОСТ 14126—78 и ГОСТ 17193—71	Стабильность не хуже $1 \cdot 10^{-4}$ по частоте и ±3% по мощности за один цикл измерений. Разность электрических длин опорного и сигнального трактов не более 10 λ
2	Измерительный зонд (стандартный волновод)	Неравномерность ДН в пределах раскрыва испытуемой антенны не более 0,8 дБ
3	Сканер	Размеры рабочей поверхности $L \geqslant D + 2d \operatorname{tg}\alpha$, где D — размер геометрического раскрыва остронаправленной антенны, м; d — расстояние от геометрического раскрыва до рабочей поверхности сканера, м; 2α — угловая ширина определяемого сектора ДН, угловые градусы. Шаг измерений (дискретизации) $0{,}5\lambda \leqslant \tau \leqslant \frac{\lambda}{2 \sin \alpha}$, см. Верхняя граница для шага может использоваться с компенсацией ошибок путем фильтрации пространственных гармоник.

№ п/п.	Наименование устройства измерительного комплекса	Характеристики*
		Погрешность шага не более 0,1 λ. Среднее квадратическое отклонение рабочей поверхности сканирования от плоскости не более λ/300. Угловая погрешность установки сканера относительно антенны не должна превышать допустимую погрешность определения смещения электрической оси остронаправленной антенны по геометрической.
4	Амплифазометр	Чувствительность определяется мощностью генератора, трактом и отношением площадей раскрывов испытуемой остронаправленной антенны и измерительного зонда. Динамический диапазон входного сигнала 20 дБ. Относительная погрешность измерения амплитуды 1 дБ. Среднеквадратическая фазовая ошибка не более 2°.
5	Подвижная линия передачи сигнала	Нестабильность фазовой характеристики не более 1° (среднеквадратическое значение).
6	Преобразователь сигналов по ГОСТ 14014—68 типа Ф 722/4	Включает аналого-цифровой преобразователь и устройство ввода данных в ЭЦВМ.
7	Устройство автоматического управления сканера	Максимальные ошибки следования управляющих команд не более $\tau/10$
8	ЭЦВМ семейства «Наири»	Универсальная ЭЦВМ или спецпроцессор с объемом оперативной памяти в соответствии с размерами обрабатываемой матрицы измерительной информации.

* Приведенные значения относятся к средствам измерений I класса. Для II класса все требования могут быть ослаблены в два раза. В п. 1—4 погрешности могут быть перераспределены между средствами измерений при условии сохранения результирующих значений погрешностей по п. 2.3 настоящего стандарта.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Обязательное

НОМОГРАММЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ АМПЛИТУДНО-ФАЗОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ (АФР) ПОЛЯ В РАСКРЫВЕ ОСТРОНАПРАВЛЕННЫХ АНТЕНН

* Приведенные номограммы составлены на основе соотношений статистической теории линейных антенн при синфазном равномерном распределении поля и при критическом радиусе корреляции погрешностей измерений. Схема пользования номограммами приведена на левом верхнем углу. В номограммах приняты следующие обозначения:

σ_{φ}^{0} — среднее квадратическое отклонение результатов измерений фазового распределения поля в раскрыве, в угловых градусах;

$\sigma_{A}^{дБ}$ — среднее квадратическое отклонение результатов измерений амплитудного распределения поля в раскрыве, в децибеллах, $\sigma=\sigma_{\varphi}^{2}+\sigma_{A}^{2}$, где σ_{φ} — в радианах, σ_{A} — в неперах;

ГЛ — ширина главного лепестка ДН по половинной мощности, %;

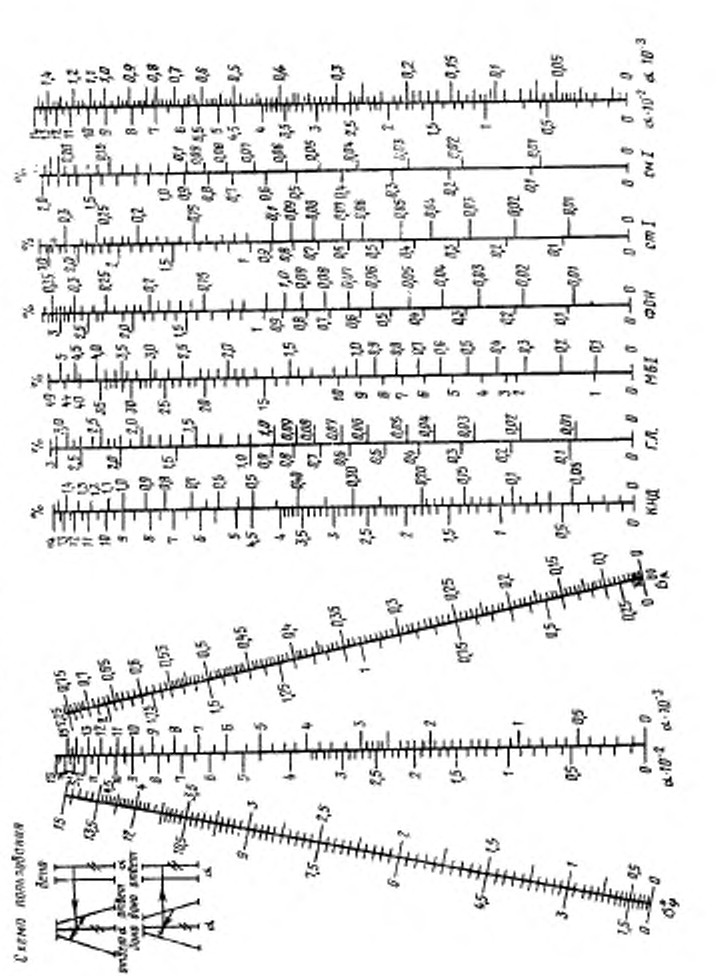
МБ1 — уровень максимума первого бокового лепестка, %;

«фон» — уровень достоверного определения первого минимума, %;

См1 — смещение максимума первого бокового лепестка ДН;

Ст1 — смещение первого минимума.

Номограммы норм точности измерения АФР в раскрыве СВЧ антенн



ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Обязательное

АЛГОРИТМЫ, РАСЧЕТНЫЕ СООТНОШЕНИЯ И МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПОЛЯ ИЗЛУЧЕНИЯ ОСТРОНАПРАВЛЕННЫХ АНТЕНН

1. В зависимости от выбора системы координат при измерении распределения поля в раскрыве остронаправленной антенны выбирается соответствующий алгоритм обработки.

1.1. При измерении на плоскости в прямоугольной (декартовой) системе координат обработка производится на основе алгоритма быстрого преобразования Фурье (БПФ).

1.2. При измерении на сферической или цилиндрической поверхности обработка производится по специальным алгоритмам пересчета полей на криволинейных поверхностях.

2. При измерениях поля на плоскости в раскрыве остронаправленной антенны и обработке результатов на основе алгоритма БПФ рекомендуется руководствоваться следующими расчетными соотношениями.

2.1. Угловые соотношения моделирования ДН.

Угловые координаты точки в дальней зоне относительно нормали к плоскости сканирования.

$$\theta\,(n\,(x),\ n\,(y)) = \arcsin\left[\lambda\sqrt{\left(\frac{n\,(x)}{N\,(x)\,\tau_x}\right)^2+\left(\frac{n\,(y)}{N\,(y)\,\tau_y}\right)^2}\right],$$

$$\varphi\,(n\,(x),\ n\,(y)) = \operatorname{arctg}\left[\frac{n\,(y)\,N\,(x)\,\tau_x}{n\,(x)\,N\,(y)\,\tau_y}\right]$$

Угловой шаг на ДН (между соседними точками в матрице ДН):

$$\Delta\theta(x) = \arcsin\left[\frac{\lambda\,n\,(x)}{N\,(x)\,\tau_x}\right] - \arcsin\left[\frac{\lambda\,(n\,(x)-1)}{N\,(x)\,\tau_x}\right] \text{ по оси } \varphi = 0;$$

$$\Delta\theta(y) = \arcsin\left[\frac{\lambda\,n\,(y)}{N\,(y)\,\tau_y}\right] - \arcsin\left[\frac{\lambda\,(n\,(y)-1)}{N\,(y)\,\tau_y}\right] \text{ по оси } \varphi = \frac{\pi}{2}.$$

Угловой сектор моделирования

$$\text{по оси } \varphi = 0 \quad \Delta\theta_0 = 2\arcsin\frac{\lambda}{2\,\tau_x};$$

$$\text{по оси } \varphi = \frac{\pi}{2} \quad \Delta\theta_{\frac{\pi}{2}} = 2\arcsin\frac{\lambda}{2\,\tau_y}.$$

В формулах приняты следующие обозначения:

$n(x)$, $n(y)$ — порядковые номера (координаты) точки в матрице ДН по осям $\varphi=0$ и $\varphi=\frac{\pi}{2}$ (угломестная и азимутальная плоскости), соответственно, с началом отсчета в центре матрицы;

$N(x)$, $N(y)$ — размеры матрицы ДН и обрабатываемой матрицы поля в раскрыве, количество точек в раскрыве и в измеряемой ДН;

τ_x, τ_y — шаги в матрице измеренного поля в раскрыве остронаправленной антенны, см;

λ — длина волны, см.

По результатам одного цикла измерений поля в раскрыве определяется ДН остронаправленной антенны в любом заданном сечении (в горизонтальной, вертикальной или другой плоскости). Одновременно получается фазовая ДН в том же сечении.

2.2. Методика определения КП.

Для определения КП поля излучения остронаправленной антенны производится два цикла измерения поля в раскрыве при двух взаимно перпендикулярных положениях линейно-поляризованного измерительного зонда.

КП определяется по двум полученным амплитудным и фазовым ДН:

$$КП = \frac{b}{a},$$

где b, a — большая и малая оси эллипса поляризации, соответственно.

2.3. Методика определения положения электрической оси.

Положение электрической оси остронаправленной антенны относительно нормали к плоскости сканирования определяется как угловое смещение максимума главного лепестка ДН относительно начала отсчета углов, рассчитанное по выражениям, приведенным в п. 2.1 настоящего приложения. При этом положение электрической оси остронаправленной атенны относительно геометрической определяется с учетом смещения геометрической оси относительно нормали к плоскости сканирования.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4
Рекомендуемое

ФОРМА ПРОТОКОЛА АВТОМАТИЧЕСКОЙ АТТЕСТАЦИИ

(Гриф)

ПРОТОКОЛ

аттестации изделия №

(число, месяц, год) (город)

1. Параметры луча в вертикальной плоскости

Координата максимума луча 0,0°

Ширина луча $2\theta_{0,5} = 1,0°$

Уровень и координата максимума боковых лепестков:

первый:	11,6 дБ, 2,8°; 10,5 дБ, 2,2°	второй:	24 дБ, 5,9°; 18,3 дБ, 6,2°
третий:	24,1 дБ, 7,0°; 26,7 дБ, 8,5°	четвертый:	33,0 дБ, 11,0°; 23,1 дБ; 10,2°
пятый:	30,1 дБ, 14,4°; 31,3 дБ; 12,4°	шестой:	27,9 дБ, 16,1°; 32,0 дБ; 14,1°

2. Параметры луча в горизонтальной плоскости
Координата максимума луча 0,0°
Ширина луча $2\theta_{05}=1,7°$
Уровень и координата максимума боковых лепестков

первый:	5,9 дБ, 1,5°; 15,3 дБ, 3,6°	второй:	20,3 дБ; 6,8°; 14,7 дБ, 5,7°
третий:	14,7 дБ, 9,9°; 16,2 дБ 7,8°	четвертый;	14,2 дБ, 12,3°; 19,1 дБ, 10,6°
пятый:	0,0 дБ, 0,0°; 0,0 дБ; 0,0°	шестой:	0,0 дБ, 0,0°; 0,0 дБ; 0,0°

3. Коэффициент поляризации КП=0,1

Вывод: изделие к эксплуатации годно

Автоматический измерительный комплекс № _____

Изделие сдал _____ Изделие принял _____

4. Режим выдачи графиков ДН.

Редактор *Е. И. Глазкова*
Технический редактор *В. Н. Прусакова*
Корректор *И. Л. Асауленко*

Сдано в наб. 25.08.78 0,75 п. л. 0,54 уч.-изд. л. Тир. 12000 Цена 3 коп.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, Москва, Д-557, Новопресненский пер., 3
Тип. «Московский печатник», Москва, Лялин пер., 6. Зак. 985

gost.e-ecolog.ru