

СОГЛАСОВАНО

**Начальник
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России**

Т.Ф.Мамлеев

2022 г.



ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Набор мер эффективной площади рассеяния НЛСД.464979.007

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

НЛСД.464979.007МП

2022 г.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 Общие положения	3
2 Перечень операций поверки средства измерений	3
3 Требования к условиям проведения поверки	3
4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку	4
5 Метрологические и технические требования к средствам поверки	4
6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	5
7 Внешний осмотр средства измерений	5
8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	6
9 Определение метрологических характеристик средства измерений	6
10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11
11 Оформление результатов поверки	11

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на набор мер эффективной площади рассеяния НЛСД.464979.007 (далее – набор мер ЭПР) АО «НИИ СТТ», Россия, г. Смоленск и устанавливает порядок и объем его первичной и периодической поверок.

1.2 Поверяемый набор мер ЭПР имеет прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы длины – метра ГЭТ2-2021 в соответствии с приказом об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений длины в диапазоне от $1,0 \times 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм.

1.3 Сокращенная поверка не возможна.

1.4 При поверке должны быть подтверждены метрологические требования, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование характеристики	Значение
Диапазон рабочих частот, ГГц - для объекта типа «сфера» - для объекта типа «цилиндр»	от 7,5 до 18 от 1 до 18
Эффективная площадь рассеяния (ЭПР) в зависимости от частоты, м ² - для объекта типа «сфера» - для объекта типа «цилиндр»	0,018 от 0,8 до 7,05
Пределы допускаемой относительной погрешности определения значения ЭПР набора мер ЭПР, дБ - для объекта типа «сфера» - для объекта типа «цилиндр»	$\pm 1,5$ $\pm 1,5$
Геометрические размеры, мм, не более - для объекта типа «сфера» (диаметр) - для объекта типа «цилиндр» (длина×диаметр)	152 501×149
Неравномерность геометрических размеров набора мер ЭПР, мм, не более - для объекта типа «сфера» - для объекта типа «цилиндр»	0,4 0,4

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке, после ремонта	Периодической поверке
1 Внешний осмотр средства измерений	7.1	да	да
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8.1–8.2	да	да
3 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия			
3.1 Определение средних геометрических размеров набора мер ЭПР	9.1	да	да
3.2 Определение неравномерности геометрических размеров набора мер ЭПР	9.2	да	да

3.3 Определение значения эффективной площади рассеяния и относительной погрешности определения значений ЭПР набора мер ЭПР	9.3	да	да
3.4 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	9.4	да	да

2.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций поверка прекращается, и набор мер ЭПР бракуется.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Поверку проводить при следующих условиях:

- температура окружающего воздуха, °C 20 ± 5
- относительная влажность воздуха, % до 80
- атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.) от 84,0 до 106,7 (от 626 до 795)
- параметры питания от сети переменного тока:
 - напряжение, В 220 ± 22
 - частота, Гц 50 ± 1

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки аппаратуры допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим радиотехническим образованием, имеющий опыт работы с радиотехническими установками, ознакомленный с руководством по эксплуатации (РЭ) и документацией по поверке и имеющий право на поверку.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки использовать средства измерений и вспомогательные средства поверки, представленные в таблице 3.

5.2 Все средства поверки должны быть утверждённого типа, исправны и иметь действующие документы о поверке (знак поверки).

5.3 Допускается применение других средств поверки, удовлетворяющих требованиям настоящей методики поверки и обеспечивающих требуемую точность передачи единиц величин поверяемого набора мер ЭПР.

Таблица 3

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.п. 6, 7, 8 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от -10 до +60 °C, предел допускаемой погрешности измерений температуры $\pm 0,4$ °C; Средства измерений в диапазоне	Прибор комбинированный Testo 622 (рег. № 44744-10)

<p>опробовании средства измерений)</p>	<p>измерений относительной влажности от 10 до 95 %, предел допускаемой погрешности измерений $\pm 3\%$; Средства измерений в диапазоне измерений абсолютного давления от 30 до 120 кПа, предел допускаемой погрешности измерений $\pm 0,5$ кПа. ГОСТ 8.547-2009 «ГСИ. Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений влажности газов» (Приказ Росстандарта от 30.06.2010 № 129-ст). ГОСТ 8.558-2009 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры» (Приказ Росстандарта от 29.12.2010 № 1146). Приказ Росстандарта от 06.12.2019 № 2900 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений абсолютного давления в диапазоне от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^7$ Па».</p>	
	<p>Средства измерений: предел измерений напряжения переменного тока: 750 В; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения переменного тока в диапазоне частот от 10 Гц до 20 кГц: $\pm ((0,06 \% \cdot U_{\text{изм}} + 0,03 \% \cdot U_{\text{п}}) + (0,005 \% \cdot U_{\text{изм}} + 0,003 \% \cdot U_{\text{п}}))$ В, где $U_{\text{изм}}$ – измеренное значение напряжения переменного тока; $U_{\text{п}} = 750$ В – предел измерений; диапазон измерений частоты переменного тока: от 3 Гц до 300 кГц; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты переменного тока в диапазоне частот от 40 Гц до 300 кГц: $\pm (0,01 \cdot f_{\text{изм}})$ Гц, где $f_{\text{изм}}$ – измеренное значение частоты. Приказ Росстандарта № 1942 от 03.09.2021 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^9$ Гц».</p>	<p>Мультиметр цифровой Fluke 8845A (рег. № 36395-07)</p>
<p>п.7 Внешний осмотр п.9.1-9.3 Определение метрологических характеристик (МХ)</p>	<p>Средства измерений: диапазон рабочих частот от 1 до 18 ГГц, пределы допускаемой погрешности определения уровня $\pm 0,45$ дБ. Приказ Росстандарта № 1678 от 16.08.2023 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений волнового сопротивления, комплексных коэффициентов отражения и передачи в коаксиальных волноводах в диапазоне частот от 0 до 67 ГГц».</p>	<p>Анализатор электрических цепей и сигналов комбинированный портативный FieldFox N9951A (рег. № № 68075-17)</p>

	<p>Средства измерений: диапазон частот от 1 до 18 ГГц, относительная нестабильность частоты не более 10^{-6}, пределы допускаемой абсолютной погрешности установки выходной мощности $\pm 1,0$ дБ.</p> <p>Приказ Росстандарта от 30.12.2019 № 3461 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 9 кГц до 37,5 ГГц».</p> <p>Средства измерений: диапазон рабочих частот от 1 до 18 ГГц, погрешность коэффициента усиления $\pm 2,0$ дБ.</p> <p>ГОСТ Р 8.574-2000 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений плотности потока энергии электромагнитного поля в диапазоне частот от 0,3 до 178,4 ГГц».</p>	<p>Генератор сигналов СВЧ R&S SMR40 (№ 35617-07)</p> <p>Антенный измерительный комплекс АИК1-40Б/01 (рег. № 55403-13)</p>
	<p>Средства измерений длины: диапазон измерения от 0 до 500 мм, предел допускаемой погрешности $\pm 0,05$ мм.</p> <p>Приказ Росстандарта от 29.12.2018 № 2840 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм».</p>	<p>Штангенциркуль ШЦЦ-II-500 (рег. № 72189-18).</p>

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки набора мер ЭПР, необходимо соблюдать требования техники безопасности, предусмотренные Приказом Минтруда России от 15.12.2020 № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок», ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.1.019-2017, ГОСТ 12.2.091-2012 и требования безопасности, указанные в технической документации на применяемые эталоны и вспомогательное оборудование. Любые подключения приборов производить только при отключенном напряжении питания средств измерений.

6.2 К поверочным работам допускаются лица, изучившие требования безопасности по ГОСТ 22261-94, инструкцию по правилам и мерам безопасности и прошедшие инструктаж на рабочем месте.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре установить соответствие набора мер ЭПР следующим требованиям:

- комплектность набора мер ЭПР в соответствии с технической документацией;
- отсутствие видимых механических повреждений (выбоин, трещин, глубоких царапин, следов ржавчины).

Проверку отсутствия выбоин, трещин, глубоких царапин, следов ржавчины проводить путем визуального контроля, а также путем контроля отклонения уровня отраженного сигнала от сферы и цилиндра при их вращении в азимутальной плоскости $\pm 180^\circ$. Контроль проводить по следующей методике.

Измерения проводить в безэховой камере. Подключить антенну из состава АИК1-40Б/10 к генератору R&S SMR40. Установить следующие параметры генератора: частота излучаемого сигнала 20 ГГц, уровень 10 дБм.

Подключить антенну из состава АИК1-40Б/10 к анализатору электрических цепей и сигналов комбинированному портативному FieldFox N9951A (далее по тексту-анализатор). Установить следующие параметры анализатора спектра: центральная частота 20 ГГц, полоса обзора 1 кГц.

На расстоянии 5 метров от излучающей антенны (принимающей антенны) закрепить меру ЭПР (сферу) на вертикальном подвесе и раскрутить ее в азимутальной плоскости. Для цилиндра вместо кручения в азимутальной плоскости произвести поворот на 180° для смены ракурса наблюдения.

Включить генератор на излучение. На анализаторе установить режим максимального значения принимаемого сигнала MaxHold, и зафиксировать его значение U_{\max} . Установить режим минимального значения принимаемого сигнала MinHold, зафиксировать его значение U_{\min} .

Вычислить среднее значение принимаемого сигнала: $U = (U_{\max} + U_{\min})/2$.

Вычислить отклонение принимаемого сигнала от среднего значения: $\Delta U = (U_{\max} - U)/U$.

Результаты проверки считать удовлетворительными, если отклонение принимаемого сигнала от среднего значения ΔU не превышает значения 0,05, не обнаружены признаки выбоин, трещин, глубоких царапин, следов ржавчины.

7.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если отсутствуют видимые механические повреждения наружной поверхности набора мер ЭПР. В противном случае набор мер ЭПР дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

8.1.1 На поверку представляют набор мер ЭПР, полностью укомплектованный в соответствии с РЭ на него.

8.1.2 Во время подготовки к поверке поверитель знакомится с нормативной документацией на набор мер ЭПР и подготавливает все материалы и средства измерений, необходимые для проведения поверки.

8.1.3 Контроль условий проведения поверки по пункту 3.1 провести перед началом поверки.

8.2 ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.2.1 Опробование работоспособности набора мер ЭПР проводить в соответствии с Руководством по эксплуатации и п. 7.1 настоящей методики.

8.2.2 Результаты опробования считать положительными, если отклонение принимаемого сигнала от среднего значения ΔU не превышает значения 0,05. В противном случае набор мер ЭПР дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ

9.1. Определение средних геометрических размеров набора мер ЭПР

9.1.1 Определение среднего диаметра меры ЭПР в виде сферы

Определение среднего диаметра сферы проводить по следующей методике.

Измерить радиус сферы с помощью штангенциркуля ШЦЦ-II-500 (далее по тексту – штангенциркуль) в соответствии с инструкцией в различных равномерно расположенных по поверхности сферы 10-15 точках и зафиксировать их значение.

Вычислить среднее значение диаметра сферы в соответствии с выражением (1):

$$d_{\text{ср.с}} = 2 \cdot \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N r_i, \quad (1)$$

где r_i – результат измерения радиуса i -го измерения.

N – объем выборки.

При изготовлении сферы методом точения допускается проводить одно измерение радиуса в экваториальной плоскости и остальные $N-1$ измерений в единственной плоскости, проходящей через ось вращения.

9.1.2 Результаты поверки считать удовлетворительными, если среднее значение диаметра сферы составляет 152 мм.

9.1.3 Определение среднего диаметра меры ЭПР в виде цилиндра

Определение среднего диаметра цилиндра проводить по следующей методике.

Измерить диаметр цилиндра с помощью штангенциркуля, в соответствии с инструкцией по в различных равномерно расположенных по основанию цилиндра 10-15 точках, с одной и другой стороны, и зафиксировать их значение.

Вычислить среднее значение диаметра цилиндра в соответствии с выражением (2):

$$d_{\text{ср.ц}} = 2 \cdot \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N r_i, \quad (2)$$

где r_i – результат измерения радиуса i -го измерения.

N – объем выборки.

9.1.4 Результаты поверки считать удовлетворительными, если среднее значение диаметра цилиндра составляет 149 мм.

9.1.5 Определение средней длины меры ЭПР в виде цилиндра

Определение средней длины цилиндра проводить по следующей методике.

Измерить длину цилиндра с помощью штангенциркуля, в соответствии с инструкцией в различных равномерно расположенных на основаниях цилиндра 10-12 точках и зафиксировать их значение.

Вычислить среднее значение длины цилиндра в соответствии с выражением (3):

$$l_{\text{ср}} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N l_i, \quad (3)$$

где l_i – результат измерения длины i -го измерения.

N – объем выборки.

9.1.6 Результаты поверки считать удовлетворительными, если среднее значение длины цилиндра составляет 501 мм.

9.2 Определение неравномерности геометрических размеров набора мер ЭПР

9.2.1 Проверка неравномерности диаметра меры ЭПР в виде сферы

Проверку неравномерности диаметра сферы проводить по следующей методике.

Из выборки $d_{\text{ср.с}}$ зафиксировать минимальное d_{min} и максимальное d_{max} значения.

Из значений выражений $(|d_{cp.c} - d_{min.c}|)$ и $(|d_{cp.c} - d_{max.c}|)$ зафиксировать наибольшее значение неравномерности диаметра сферы.

9.2.2 Результаты проверки считать удовлетворительными, если наибольшее значение неравномерности диаметра сферы не превышает 0,4 мм.

9.2.3 Проверка неравномерности диаметра меры ЭПР в виде цилиндра

Проверку неравномерности диаметра цилиндра проводить по следующей методике.

Из выборки $d_{cp.ц}$ зафиксировать минимальное d_{min} и максимальное d_{max} значения.

Из значений выражений $(|d_{cp.ц} - d_{min.ц}|)$ и $(|d_{cp.ц} - d_{max.ц}|)$ зафиксировать наибольшее значение неравномерности диаметра цилиндра.

9.2.4 Результаты проверки считать удовлетворительными, если наибольшее значение неравномерности диаметра цилиндра не превышает 0,4 мм.

9.2.5 Проверка неравномерности длины меры ЭПР в виде цилиндра

Проверку неравномерности длины цилиндра проводить по следующей методике.

Из выборки l_{cp} зафиксировать минимальное l_{min} и максимальное l_{max} значения.

Из значений выражений $(|l_{cp} - l_{min}|)$ и $(|l_{cp} - l_{max}|)$ зафиксировать наибольшее значение неравномерности длины цилиндра.

9.2.6 Результаты проверки считать удовлетворительными, если наибольшее значение неравномерности длины цилиндра не превышает 0,4 мм.

9.3 Определение значения эффективной площади рассеяния и относительной погрешности определения ЭПР набора мер ЭПР

Определение значений эффективной площади рассеяния и доверительных границ погрешности определения значения ЭПР проводится расчетным методом, в соответствии с формой меры ЭПР и рассматриваемым диапазоном частот.

9.3.1 Определение значения эффективной площади рассеяния меры ЭПР в виде сферы

Расчет значения ЭПР сферического отражателя производится в соответствии с рассматриваемым диапазоном частот от 7,5 до 18 ГГц, который соответствует коротковолновой области электромагнитного спектра. В этой области радиус сферы много больше длины волны электромагнитного поля ($r_{cp.c} \gg \lambda$), что справедливо для всего рассматриваемого диапазона частот. Поэтому значение моностатической ЭПР (а равно и бистатической, так как нет угловой зависимости) можно определить в соответствии с выражением (4):

$$\sigma_{сф} = \pi \cdot r_{cp.c}^2. \quad (4)$$

9.3.2 Результаты поверки считать удовлетворительными, если значение эффективной площади рассеяния равно 0,018 м².

9.3.3 Определение значения эффективной площади рассеяния меры ЭПР в виде цилиндра

Расчет значения ЭПР сферического отражателя производится в соответствии с рассматриваемым диапазоном частот от 1 до 18 ГГц, и разделяется на 2 случая: для резонансной области и коротковолновой области.

9.3.4 Определение значения эффективной площади рассеяния меры ЭПР в виде цилиндра в резонансной области

Расчет производится для случая когда радиус цилиндра мал по сравнению с длиной волны и длиной цилиндра, т.е. $r_{cp.ц} \ll \lambda$ и $r_{cp.ц} \ll l_{cp}$. В рассматриваемом диапазоне частот это условие выполняется для частотного поддиапазона от 1 до 3,5 ГГц.

В этом поддиапазоне моностатическая ЭПР определяется в соответствии с выражением (5):

$$\sigma_{ц} = \sigma_m \cdot U_x(kr_{cp.ц}, kl_{cp}), \quad (5)$$

где σ_m - асимптотическое значение моностатической ЭПР цилиндра;

$U_x(kr_{\text{ср.ц}}, kl_{\text{ср}})$ - энергетическая функция рассеяния, определяемая в соответствии с выражением (6):

$$U_x(kr_{\text{ср.ц}}, kl_{\text{ср}}) \approx V_x(kr_{\text{ср.ц}})U_x(kl_{\text{ср}}), \quad (6)$$

где $V_x(kr_{\text{ср.ц}}) = 1$ при $kr_{\text{ср.ц}} \gg 0,2\lambda$, что соответствует рассматриваемому случаю.

Тогда функция $U_x(kl_{\text{ср}})$ определяется для рассматриваемого частотного поддиапазона в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3

F, ГГц	$U_x(kl_{\text{ср}})$
1	2,05
1,5	2
2	0,65
2,5	0,94
3	1
3,5	1

Асимптотическое значение моностатической ЭПР цилиндра в направлении нормали к образующей, с учетом полой конструкции меры, определяется как (7):

$$\sigma_m = \frac{2\pi \cdot r_{\text{ср.ц}}^2 \cdot l_{\text{ср}}}{\lambda} \quad (7)$$

Расчет моностатической ЭПР цилиндра в резонансной области провести в соответствии с (5) для частот от 1 до 3,5 ГГц с шагом 0,5 ГГц. Полученные значения занести в таблицу 4.

Таблица 4

F, ГГц	$\sigma_{\text{ц}}, \text{м}^2$
1	
1,5	
2	
2,5	
3	
3,5	

9.3.5 Определение значения эффективной площади рассеяния меры ЭПР в виде цилиндра в коротковолновой области

Расчет производится для случая, когда размеры цилиндра велики по сравнению с длиной волны, т.е. $kr_{\text{ср.ц}} \gg \lambda$ и $l_{\text{ср}} \gg \lambda$. В рассматриваемом диапазоне частот это условие выполняется для частотного поддиапазона от 4 до 18 ГГц.

Расчет моностатической ЭПР цилиндра в коротковолновой области провести в соответствии с (7) для частот от 4 до 18 ГГц с шагом 0,5 ГГц, $\sigma_{\text{ц}} = \sigma_m$. Полученные значения занести в таблицу 5.

Таблица 5

F, ГГц	$\sigma_{\text{ц}}, \text{м}^2$
4	
4,5	
5	
5,5	
6	
6,5	
7	

F, ГГц	$\sigma_u, \text{м}^2$
7,5	
8	
8,5	
9	
9,5	
10	
10,5	
11	
11,5	
12	
12,5	
13	
13,5	
14	
14,5	
15	
15,5	
16	
16,5	
17	
17,5	
18	

9.3.6 Результаты поверки считать удовлетворительными, если значения эффективной площади рассеяния цилиндра находятся в диапазоне от 0,80 до 7,05 м².

9.3.7 Вычислить относительную погрешность $\theta_{си}$, обусловленную используемыми средствами измерения длины по формуле (8):

$$\theta_{си} = K_{си} \cdot \delta_{си}, \quad (8)$$

где $\delta_{си}$ – доверительная граница погрешности используемого средства измерений радиуса;

$K_{си}$ - коэффициент, зависящий от волнового размера меры ЭПР и определяемый по графику на рисунке 1.

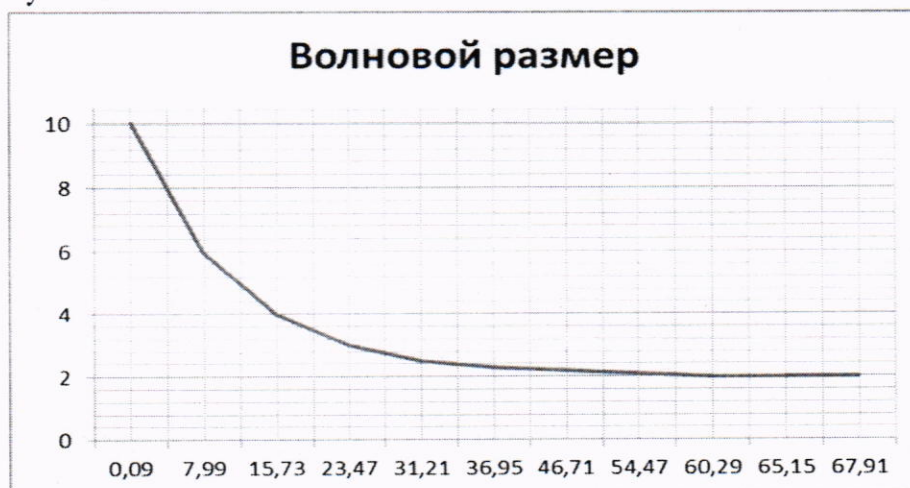


Рисунок 1 Зависимость коэффициента $K_{си}$ от волнового размера меры $v=2r_{ср}/\lambda$.

Для цилиндра коэффициент $K_{сн}$ принять равным 2, для сферы $K_{сн}$ принять равным 5.

9.3.8 Вычислить относительную погрешность, обусловленную неравномерностью радиуса сферы в соответствии с выражением (9):

$$\theta_{нер.сф} = \frac{\sigma_{сф\ max} - \sigma_{сф\ min}}{2 \cdot \sigma_{сф}}, \quad (9)$$

где $\sigma_{сф\ max}$, $\sigma_{сф\ min}$ - рассчитанные по формуле (4) значения ЭПР для максимального, минимального радиусов соответственно.

9.3.9 Вычислить относительную погрешность, обусловленную неравномерностью геометрических размеров цилиндра в соответствии с выражением (10):

$$\theta_{нер.ц} = \frac{\sigma_{ц\ max} - \sigma_{ц\ min}}{2 \cdot \sigma_{ц}}, \quad (10)$$

где $\sigma_{ц\ max}$, $\sigma_{ц\ min}$ - рассчитанные по формулам (5) и (7) значения ЭПР для радиусов для максимального, минимального радиусов и максимальной и минимальной длин соответственно.

9.3.10 Вычислить относительную погрешность меры ЭПР в виде сферы $\theta_{сф}$ по формуле (11):

$$\theta_{сф} = 1,1 \cdot \sqrt{\theta_{сн}^2 + \theta_{нер.сф}^2}. \quad (11)$$

9.3.11 Вычислить относительную погрешность меры ЭПР в виде цилиндра $\theta_{ц}$ по формуле (12):

$$\theta_{ц} = 1,1 \cdot \sqrt{\theta_{сн}^2 + \theta_{нер.ц}^2}. \quad (12)$$

9.3.12 Результат поверки считать удовлетворительным, если значение относительной погрешности определения ЭПР набора мер ЭПР будет находиться в пределах $\pm 1,5$ дБ для каждой меры.

9.4 Подтверждение средства измерений метрологическим требованиям

9.4.1 В результате оценки характеристик, полученных в результате поверки, делается вывод о пригодности дальнейшего использования средства измерений. Критериями пригодности являются соответствие метрологических характеристик средства измерений, полученных в п.п. 9.1-9.3, требованиям описания типа.

10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

10.1 Сведения о результатах поверки набора мер ЭПР передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

10.2 По заявлению владельца набора мер ЭПР или лица, представившего её на поверку, в случае положительных результатов поверки (подтверждено соответствие набора мер ЭПР метрологическим требованиям) наносится знак поверки и (или) выдается свидетельство о поверке.

10.3 По заявлению владельца набора мер ЭПР или лица, представившего её на поверку, в случае отрицательных результатов поверки (не подтверждено соответствие набора мер ЭПР метрологическим требованиям) выдается извещение о непригодности к применению.

10.4 Обязательное оформление протокола поверки не требуется. По заявлению владельца набора мер ЭПР или лица, представившего её на поверку, возможно оформление протокола поверки.

Начальник отдела
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России

Научный сотрудник
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России

К. Черняев

О. Рудакова