ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 71434— 2024

ПРИБОРЫ ФЕРРИТОВЫЕ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОГО ДИАПАЗОНА

Методы измерения обратных потерь на низком уровне мощности

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2024

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Акционерным обществом «Российский научно-исследовательский институт «Электронстандарт» (АО «РНИИ «Электронстандарт»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 303 «Электронная компонентная база, материалы и оборудование»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7 июня 2024 г. № 734-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2024

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПРИБОРЫ ФЕРРИТОВЫЕ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОГО ДИАПАЗОНА

Методы измерения обратных потерь на низком уровне мощности

Microwave ferrite devices.
Methods of measurement of return losses at low power level

Дата введения — 2025—03—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на приборы ферритовые сверхвысокочастотного диапазона (ПФ СВЧ) низкого уровня мощности и устанавливает методы измерения обратных потерь вентилей, развязок между каналами циркуляторов и переключателей, кроме трехплечных, заграждения фильтров, неравномерности потерь в полосе заграждения фильтров, уровня паразитных резонансов фильтров (далее потери).

Стандарт устанавливает два метода измерения потерь:

- метод 1 — для измерения потерь на стандартных панорамных измерителях ослаблений в пределах динамического диапазона, указанного в их эксплуатационной документации;
- метод 2 — для измерения потерь всех ПФ СВЧ, на стандартных панорамных измерителях ослаблений в пределах, превышающих их динамический диапазон (до 50—60 дБ в зависимости от мощности СВЧ-генератора, входящего в комплект измерителя).

В технически обоснованных случаях в технических условиях (ТУ) могут устанавливаться методы измерения параметров ПФ СВЧ, отличные от указанных в стандарте на методы измерения, если эти методы аттестованы и обеспечивают погрешности измерений, не превышающие значений, установленных стандартами на конкретные методы измерения.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.1.006 Система стандартов безопасности труда. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля

ГОСТ 12.2.003 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности

ГОСТ 22261 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия

ГОСТ 23769 Приборы электронные и устройства защитные СВЧ. Термины, определения и буквенные обозначения

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом ут-

Издание официальное

верждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 23769.

4 Общие положения и требования к проведению измерений

4.1 Требования к условиям проведения и режимам измерений

4.1.1 Измерения проводят в нормальных климатических условиях или в условиях, установленных в ТУ на ПФ СВЧ конкретных типов:

- температура воздуха от 15 °С до 35 °С;
- относительная влажность воздуха от 45 % до 80 %;
- атмосферное давление от 86 до 106 кПа (от 645 до 795 мм рт. ст.).

При температуре выше 30 °С относительная влажность не должна быть более 70 %.

4.1.2 Режим измерений и точность поддержания режима и условий измерений должны соответствовать требованиям, установленным в ТУ на ПФ СВЧ конкретных типов.

4.1.3 Потери управляемых ПФ СВЧ следует измерять при постоянном во времени токе (напряжении) управления. Значение тока (напряжения) управления и порядок его установления должны соответствовать указанным в ТУ на конкретные типы ПФ СВЧ.

4.1.4 Точность поддержания режимов должна быть такой, чтобы потери ПФ СВЧ были постоянны, и должна соответствовать требованиям, установленным в ТУ на конкретные типы ПФ СВЧ.

4.2 Требования к средствам измерения и вспомогательному оборудованию

4.2.1 Измерения параметров ПФ СВЧ следует проводить стандартными средствами измерения, прошедшими поверку и (или) нестандартизованными средствами измерения, прошедшими метрологическую аттестацию и поверку.

4.2.2 Средства измерения и вспомогательные устройства должны соответствовать требованиям, установленным в стандартах на конкретные методы измерения, и обеспечивать измерения параметров ПФ СВЧ с требуемой этими стандартами точностью.

4.2.3 Допускается замена средств измерения и вспомогательных устройств на другие, аналогичные по назначению, или применение средств измерения и вспомогательных устройств с иными, чем указано в стандартах, значениями характеристик. Допускается введение дополнительных элементов, при условии, что это не приводит к погрешностям измерения параметров, превышающих установленные в стандартах на конкретные методы измерения.

4.2.4 Аппаратура цепей управления, термостаты, криостаты, приборы контроля параметров режима измерения, а также место и способ подключения к ним (размещения в них) ПФ СВЧ должны соответствовать указанным в ТУ на ПФ СВЧ конкретных типов.

4.2.5 Если присоединительные элементы ПФ СВЧ отличаются от присоединительных элементов средств измерения или вспомогательных устройств, то их следует подключать в измерительный тракт с помощью подключающих устройств: переходов, трансформаторов сопротивлений, отрезков волноводов и т.п.

4.2.6 Перед началом измерений подготавливают и включают аппаратуру в соответствии с ее эксплуатационной документацией.

4.2.7 Калибровку средств измерения проводят совместно с подключающими устройствами.

Допускается калибровку средств измерения проводить без подключающих устройств. В этом случае параметры подключающих устройств должны соответствовать требованиям, указанным в ТУ на ПФ СВЧ конкретных типов.

4.2.8 Значение коэффициента стоячей волны по напряжению (КСВН) подключающих устройств должно быть не более 1,3.

4.2.9 К свободным каналам многоплечных ПФ СВЧ подключают согласованные нагрузки.

4.2.10 Значение КСВН нагрузок в свободных плечах циркуляторов и переключателей с числом плеч не менее четырех не должно превышать:

- 1,2 — при измерении развязок до 25 дБ включительно;
- 1,1 — при измерении развязок свыше 25 до 35 дБ включительно;
- 1,05 — при измерении развязок свыше 35 до 50 дБ включительно;
- 1,03 — при измерении развязок свыше 50 до 60 дБ включительно.

4.3 Подготовка и проведение измерений

4.3.1 Операции по подготовке и проведению измерений, связанные с установлением заданного режима и (или) условий измерений (например, время выдержки под током, в термостате и т. п.), должны соответствовать указанным в ТУ на конкретный тип ПФ СВЧ.

4.3.2 Перед началом измерений подготавливают все стандартные средства измерений и вспомогательное оборудование в соответствии с их эксплуатационной документацией.

4.3.3 Калибровку средств измерения проводят совместно с подключающими устройствами.

4.3.4 Допускается калибровку средств измерения проводить без подключающих устройств, если потери подключающих устройств измерены с погрешностью не хуже $\pm(0{,}05\alpha_{п.у} + 0{,}5)$ дБ, ($\alpha_{п.у}$ — потери подключающих устройств, дБ).

4.3.5 Последовательность операций подключения ПФ СВЧ к средствам измерений должна соответствовать установленной в ТУ на конкретный тип ПФ СВЧ.

4.3.6 Измерение потерь проводят в диапазоне частот, указанном в ТУ на конкретный тип ПФ СВЧ.

4.4 Обработка результатов измерений

4.4.1 Значение неравномерности потерь в полосе заграждения фильтров $\Delta\alpha$, дБ, вычисляют по формуле

$$\Delta\alpha = \alpha_{max} - \alpha_{min}, \quad (1)$$

где α_{max}, α_{min} — максимальное и минимальное значения потерь фильтра, определенные по отсчетному устройству средства измерений, дБ.

4.4.2 Если калибровка средств измерений проводилась без подключающих устройств по 4.3.4, потери ПФ СВЧ α, дБ, вычисляют по формуле

$$\alpha = \alpha_{изм} - \alpha_{п.у}, \quad (2)$$

где $\alpha_{изм}$ — результат измерения потерь ПФ СВЧ с подключающими устройствами, дБ;

$\alpha_{п.у}$ — потери подключающих устройств, дБ.

4.5 Показатели точности измерений

4.5.1 Для волноводных ПФ СВЧ в диапазоне частот до 78,3 ГГц включительно, для коаксиальных ПФ СВЧ в диапазоне частот до 26 ГГц включительно, для микрополосковых ПФ СВЧ в диапазоне частот до 37,5 ГГц включительно, имеющих КСВН не более 1,3, погрешности измерения параметров должны соответствовать установленным в стандартах на методы измерения конкретных параметров и должны быть выражены интервалом с установленной вероятностью 0,95.

4.5.2 Для волноводных ПФ СВЧ в диапазоне частот свыше 78,3 ГГц, для коаксиальных ПФ СВЧ в диапазоне частот свыше 26 ГГц, для микрополосковых ПФ СВЧ в диапазоне частот свыше 37,5 ГГц и ПФ СВЧ, имеющих КСВН более 1,3, погрешности измерения параметров должны соответствовать установленным в ТУ на ПФ СВЧ конкретных типов.

4.5.3 Если в эксплуатационной документации на средства измерения погрешности средств измерения выражены интервалом без указания закона распределения и вероятности, то закон распределения этой погрешности принимают равновероятным, а вероятность, равной 0,997.

4.5.4 Погрешности измерения потерь находятся в пределах, установленных в 5.4, 6.5 с вероятностью 0,95.

Погрешности рассчитаны с учетом развязывающего действия измеряемого ПФ СВЧ при КСВН ПФ СВЧ, равном 1,3 для вентилей, циркуляторов и переключателей и равном бесконечности для фильтров.

4.5.5 В технически обоснованных случаях погрешность измерения потерь может быть рассчитана для вероятности, превышающей 0,95, и для КСВН ПФ СВЧ, превышающего 1,3. При этом погрешность измерения потерь может превышать значения, установленные стандартом.

4.5.6 Погрешности измерения потерь ПФ СВЧ в случаях, предусмотренных 4.5.5, а также в иных технически обоснованных случаях должны соответствовать установленным в ТУ на конкретные типы ПФ СВЧ.

4.5.7 Формулы для расчета погрешностей измерения потерь методами, установленными стандартом, приведены в приложении А.

4.6 Требования безопасности

4.6.1 При подготовке и проведении измерений следует соблюдать требования безопасности, установленные ГОСТ 12.2.003 и настоящим стандартом.

4.6.2 Средства измерения по 4.2.1 должны соответствовать требованиям безопасности, установленным ГОСТ 22261.

4.6.3 При подготовке и проведении измерений предельно допустимая плотность потока электромагнитного поля на рабочих местах не должна превышать норм, установленных ГОСТ 12.1.006.

4.6.4 Установку ПФ СВЧ в тракт и их замену следует проводить при отсутствии напряжений (токов) управления и СВЧ-мощности на входах прибора.

5 Метод 1

5.1 Принцип измерения

Принцип измерения основан на сравнении амплитуд сигналов на входе и выходе ПФ СВЧ с индикацией отношения этих сигналов на экране.

5.2 Средства измерения и вспомогательное оборудование

5.2.1 Потери ПФ СВЧ следует измерять на панорамных измерителях КСВН, позволяющих измерять ослабление, а также на панорамных измерителях ослаблений (затуханий), коэффициентов передачи (далее — панорамные измерители) в соответствии с эксплуатационной документацией этих измерителей.

5.2.2 Тип используемого панорамного измерителя указывают в ТУ на конкретный тип ПФ СВЧ.

5.3 Подготовка и проведение измерений

5.3.1 Включают (для управляемых ПФ СВЧ) источник управляющего тока (напряжения) и устанавливают заданный режим измерения.

5.3.2 Измеряют потери ПФ СВЧ в соответствии с эксплуатационной документацией панорамных измерителей.

5.4 Показатели точности измерения

5.4.1 Погрешность измерения потерь вентилей с установленной вероятностью 0,95 находится в пределах:

- ±2,0 дБ, если $\alpha \leq 20$ дБ;
- ±2,6 дБ, если $20 < \alpha \leq 30$ дБ;
- ±3,0 дБ, если $30 < \alpha \leq 35$ дБ.

5.4.2 Погрешность измерения потерь многоплечных циркуляторов и переключателей с установленной вероятностью находится в пределах:

- ±3,0 дБ, если $\alpha \leq 25$ дБ;
- ±3,5 дБ, если $25 < \alpha \leq 35$ дБ.

5.4.3 Погрешность измерения потерь фильтров находится в пределах ±4,0 дБ с использованием подключающих устройств, в пределах ±3,3 дБ — без использования подключающих устройств.

6 Метод 2

6.1 Принцип измерения

Потери измеряют на стандартных панорамных измерителях ослаблений. Для увеличения динамического диапазона измеряемых ослаблений используют частичное замещение потерь ПФ СВЧ ослаблением измерительного аттенюатора или известным переходным ослаблением направленного ответвителя.

6.2 Средства измерения и вспомогательное оборудование

6.2.1 Измерение потерь в волноводных трактах следует проводить на установке, электрическая структурная схема которой приведена на рисунке 1.

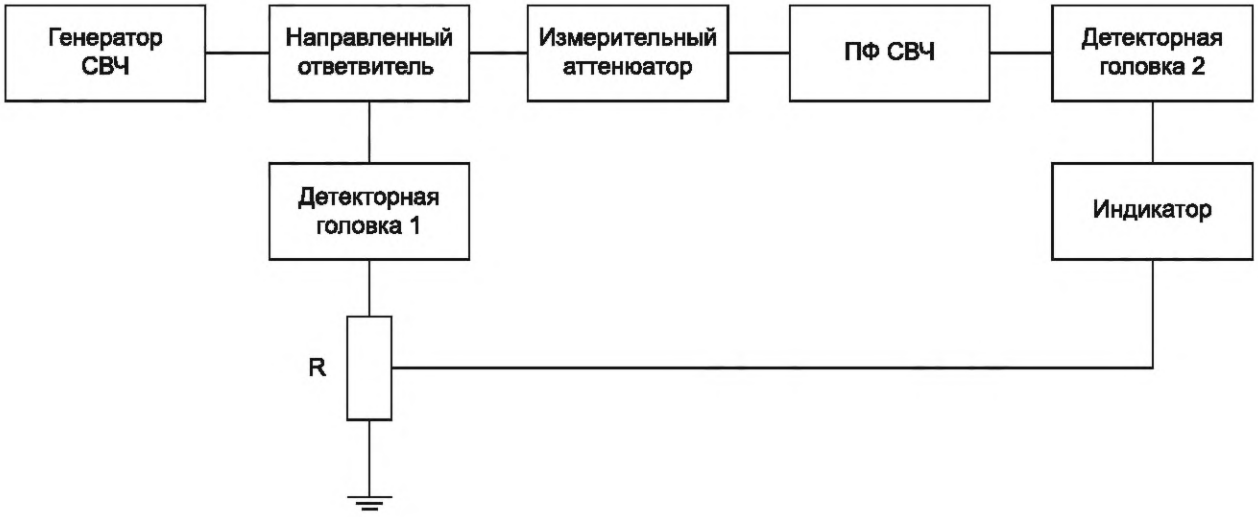

Рисунок 1

6.2.1.1 Генератор СВЧ, направленный ответвитель, детекторную головку 1 и индикатор следует использовать из комплекта стандартного панорамного волноводного измерителя КСВН.

6.2.1.2 В качестве измерительного аттенюатора следует использовать стандартные поляризационные аттенюаторы.

6.2.1.3 Детекторная головка 2 должна иметь чувствительность не менее 250 мкА/мВт и КСВН не более 3.

6.2.1.4 Переменный резистор R должен иметь сопротивление от 1,0 до 3,3 кОм.

6.2.2 Измерение потерь в коаксиальных трактах следует проводить на установке, электрическая структурная схема которой приведена на рисунке 2.

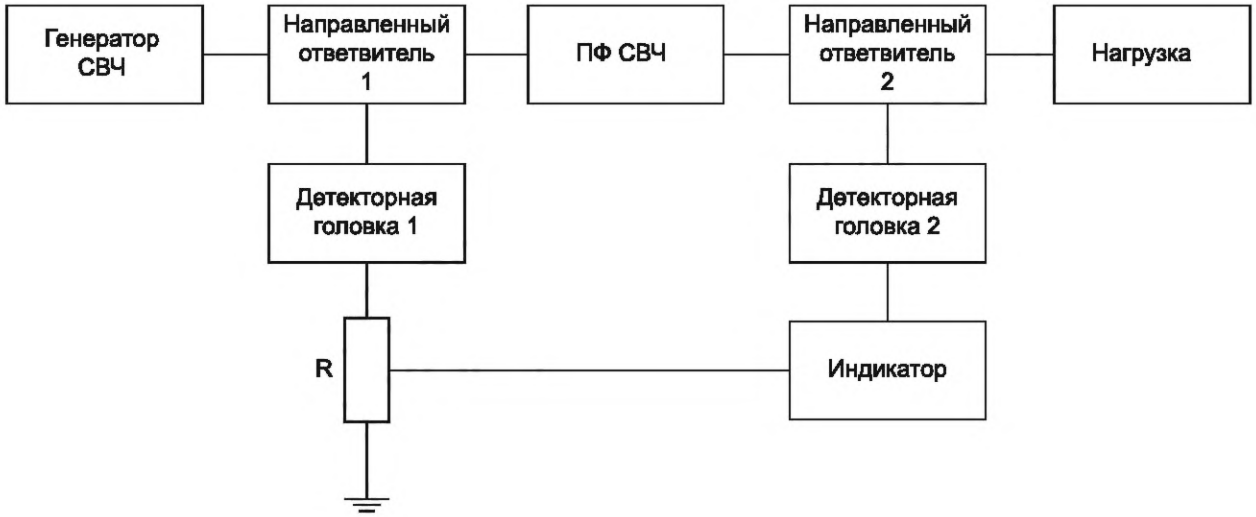

Рисунок 2

6.2.2.1 Генератор СВЧ, направленные ответвители 1 и 2, нагрузка, детекторные головки 1 и 2 и индикатор следует использовать из комплекта стандартного панорамного коаксиального измерителя КСВН.

6.2.2.2 Погрешность измерения переходного ослабления направленного ответвителя 2 не должна быть хуже ±(0,05А + 0,5) (А — величина измеряемого переходного ослабления).

6.2.2.3 Требования к переменному резистору R — по 6.2.1.4.

6.2.3 При измерении потерь фильтров перед детекторной головкой 2 включают вентиль или другой развязывающий прибор. КСВН вентиля должен быть не более 1,3.

6.3 Подготовка и проведение измерений

6.3.1 Проводят калибровку установки без ПФ СВЧ.

6.3.2 При измерении потерь в волноводных трактах в установке рисунка 1 на измерительном аттенюаторе устанавливают ослабление в пределах от 20 до 25 дБ.

6.3.3 Устанавливают сопротивлением R минимальное значение сигнала с детекторной головки 1, при котором искажение линии падающей волны на индикаторе не превышает 3 мм.

6.3.4 Калибруют панорамный измеритель КСВН в соответствии с его эксплуатационной документацией.

6.3.5 Включают в тракт ПФ СВЧ, устанавливают визир измерительного аттенюатора в установке рисунка 1 на отметку шкалы «0» дБ.

Детекторную головку 2 в установке рисунка 2 отсоединяют от направленного ответвителя 2 и присоединяют к ПФ СВЧ.

6.3.6 Проводят по индикатору панорамного измерителя отсчет ослабления в децибелах.

Для фильтров отсчитывают значения α_{min} и α_{max}.

6.4 Обработка результатов

Значение потерь ПФ СВЧ α, дБ, вычисляют по формуле

$$\alpha = (\alpha_0 + \alpha_a), \quad (3)$$

где α_0 — величина ослабления, измеренная по 6.3.6, дБ;

α_a — для волноводных трактов — величина ослабления, отсчитанная по шкале аттенюатора (см. 6.3.2), для коаксиальных трактов — величина переходного ослабления направленного ответвителя 2, определенная в соответствии с 6.2.2.2, дБ.

6.5 Показатели точности измерений

Погрешность измерения потерь ПФ СВЧ с установленной вероятностью 0,95 находится в пределах:

- ±3,5 — для вентилей;
- ±4,5 — для многоплечных циркуляторов, переключателей и фильтров.

Приложение А
(справочное)

Методика расчета погрешностей измерения потерь

А.1 Погрешность измерения потерь $\Delta(\alpha)$, дБ, по методу 1 вычисляют по формуле

$$\Delta(\alpha) = \pm 1{,}96\sqrt{\sigma^2_{изм} + \sigma^2_{п.у} + \sigma^2_{р1} + \sigma^2_{н.ц}}, \quad (А.1)$$

где 1,96 — 0,95-я квантиль нормированной нормальной функции распределения;

$\sigma_{изм}$ — среднее квадратическое отклонение погрешности панорамного измерителя, дБ;

$\sigma_{п.у}$ — среднее квадратическое отклонение погрешности измерения из-за влияния подключающих устройств, дБ;

$\sigma_{р1}$ — среднее квадратическое отклонение погрешности измерения из-за рассогласования СВЧ-тракта, дБ;

$\sigma_{н.ц}$ — среднее квадратическое отклонение погрешности измерения из-за влияния нагрузок в свободных плечах циркуляторов и переключателей при измерении развязок между каналами, дБ.

Среднее квадратическое отклонение погрешности панорамного измерителя $\sigma_{изм}$, дБ, вычисляют по формуле

$$\sigma_{изм} = \frac{\Delta_{изм}}{1{,}73}, \quad (А.2)$$

где $\Delta_{изм}$ — паспортное значение погрешности панорамного измерителя, дБ;

1,73 — 0,997-я квантиль нормированной равномерной функции распределения.

Среднее квадратическое отклонение погрешности измерения из-за влияния подключающих устройств $\sigma_{п.у}$, дБ, вычисляют по формуле

$$\sigma_{п.у} = \frac{8{,}69}{1{,}41} \cdot \Gamma_{п.у}\sqrt{\left(1 + 10^{-\frac{\alpha_{пр} + \alpha_{обр}}{10}}\right)\left(\Gamma^2_{п.у} + 2\Gamma^2_{н.о} + \Gamma^2_{н} + 10^{-\frac{N}{10}}\right) + 2\Gamma^2_{ф.п}}, \quad (А.3)$$

где 8,69 — коэффициент перевода относительных единиц погрешностей в децибелы по напряжению;

1,41 — 0,997-я квантиль нормированной функции распределения по арккосинусу;

$\Gamma_{п.у}, \Gamma_{н.о}, \Gamma_{н}, \Gamma_{ф.п}$ — модули коэффициентов отражения подключающего устройства, направленного ответвителя, нагрузки, согласованной на выходе направленного ответвителя, и ПФ СВЧ соответственно.

Модули коэффициентов отражения соответствующих элементов вычисляются по общей формуле

$$\Gamma = \frac{K_{стU} - 1}{K_{стU} + 1}, \quad (А.4)$$

где $K_{стU}$ — коэффициент стоячей волны по напряжению соответствующего элемента;

N — направленность направленного ответвителя, дБ;

$\alpha_{пр}, \alpha_{обр}$ — прямые и обратные потери (развязки) ПФ СВЧ, дБ.

Среднее квадратическое отклонение погрешности измерения из-за рассогласования СВЧ-тракта $\sigma_{р1}$, дБ, вычисляют по формуле

$$\sigma_{р1} = \frac{8{,}69}{1{,}41}\left(\Gamma_{ф.п} - \Gamma_{изм.н}\right)\sqrt{2\Gamma^2_{н.о} + \Gamma^2_{н} + 10^{-\frac{N}{10}}}, \quad (А.5)$$

где $\Gamma_{изм.н}$ — нормируемое значение коэффициента отражения измеряемого прибора, для которого установлена погрешность панорамного измерителя (как правило, нормируемое значение КСВН измеряемого прибора $K_{стUизм.н} = 1{,}2$, тогда $\Gamma_{изм.н} = 0{,}091$).

Среднее квадратическое отклонение погрешности измерения из-за влияния нагрузок в свободных плечах циркуляторов и переключателей при измерении развязок между каналами $\sigma_{н.ц}$, дБ, вычисляют по формуле

$$\sigma_{н.ц} = \frac{20}{1{,}41}\lg\left(1 \pm \Gamma_{н.ц1} \cdot \Gamma_{н.ц2} \cdot \ldots \cdot \Gamma_{н.цл} \cdot 10^{\frac{\alpha_{раз}}{20}}\right), \quad (А.6)$$

где $\Gamma_{н.ц1}, \Gamma_{н.ц2}, \ldots, \Gamma_{н.цл}$ — модули коэффициентов отражения нагрузок в каждом из свободных плеч многоплечных циркуляторов и переключателей (1, 2, …, n — номера плеч многоплечных циркуляторов и переключателей);

$\alpha_{раз}$ — значение развязки циркулятора, дБ.

А.2 Погрешность измерения потерь $\Delta(\alpha)$, дБ, по методу 2 вычисляют по формуле

$$\Delta(\alpha) = \pm 1{,}96\sqrt{\sigma^2_{изм} + \sigma^2_{п.у} + \sigma^2_{р2} + \sigma^2_{н.ц} + \sigma^2_{а}}, \quad (А.7)$$

где $\sigma_а$ — среднее квадратическое отклонение погрешности отсчета разностного ослабления по аттенюатору в волноводных установках или измерение переходного ослабления направленного ответвителя в коаксиальных установках, дБ.

Для волноводной установки (см. рисунок 1)

$$\sigma_а = \frac{\Delta_а}{2{,}45}, \quad (А.8)$$

где $\Delta_а$ — погрешность отсчета разностного ослабления по аттенюатору, дБ;

2,45 — 0,997-я квантиль нормированной функции распределения по треугольнику.

Для коаксиальной установки (см. рисунок 2)

$$\sigma_а = \frac{0{,}05c + 0{,}5}{1{,}73}, \quad (А.9)$$

где c — переходное ослабление направленного ответвителя, измеренное на панорамном измерителе, дБ.

Среднее квадратическое отклонение погрешности измерения из-за влияния подключающих устройств $\sigma_{п.у}$, дБ, вычисляют по формуле

$$\sigma_{п.у} = \frac{8{,}69}{1{,}41} \cdot \Gamma_{п.у}\sqrt{3\Gamma^2_а + \Gamma^2_{д.с} + \Gamma_{п.у} + 2\Gamma^2_{ф.п} + \Gamma^2_{н.о} + 10^{-\frac{N}{10}} + 10^{-\frac{A}{5}}\left(2\Gamma^2_{н.о} + 2\cdot 10^{-\frac{N}{10}}\right) + 10^{-\frac{\alpha_{пр}+\alpha_{обр}}{10}}\cdot\left(\Gamma^2_а + \Gamma^2_{н.о} + \Gamma^2_{п.у} + 10^{-\frac{N}{10}}\right)}, \quad (А.10)$$

где $\Gamma_а$, $\Gamma_{д.с}$ — модули коэффициентов отражения аттенюатора и детекторной секции соответственно;

A — ослабление, введенное на аттенюаторе, по 6.3.2, дБ.

Среднее квадратическое отклонение погрешности измерения из-за рассогласования между ПФ СВЧ $\sigma_{р2}$, дБ, вычисляют по формуле

$$\sigma_{р2} = \frac{8{,}69}{1{,}41}\sqrt{\begin{array}{l}\Gamma^2_а\left(2\Gamma^2_{н.о} + 2\cdot 10^{-\frac{N}{10}} + \Gamma^2_{д.с} + \Gamma^2_{ф.п}\right) + \Gamma^2_{ф.п}\left(\Gamma^2_{н.о} + 10^{-\frac{N}{10}} + \Gamma^2_{д.с}\right) + \\ + 10^{-\frac{\alpha_{пр}+\alpha_{обр}}{10}}\cdot\Gamma^2_{д.с}\left(\Gamma^2_а + \Gamma^2_{н.о} + 10^{-\frac{N}{10}}\right) + 10^{-\frac{A}{5}}\cdot\Gamma^2_{д.с}\left(\Gamma^2_{н.о} + 10^{-\frac{N}{10}}\right)\end{array}}, \quad (А.11)$$

$\sigma_{н.ц}$, дБ, вычисляют по формуле (А.6).

УДК 621.317.34.001.4:006.354 ОКС 29.100.10

Ключевые слова: приборы ферритовые сверхвысокочастотного диапазона, методы измерения, прямые потери, низкий уровень мощности

Редактор *Н.В. Таланова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *М.И. Першина*
Компьютерная верстка *М.В. Малеевой*

Сдано в набор 11.06.2024. Подписано в печать 19.06.2024. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 1,18.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru