ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 71364— 2024

ГЕНЕРАТОРЫ ШУМА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ

Метод измерения нестабильности относительной спектральной плотности мощности шума

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 3 мая 2024 г. № 573-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

ГЕНЕРАТОРЫ ШУМА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ

Метод измерения нестабильности относительной спектральной плотности мощности шума

Measuring noise generators.
Method for measuring the instability of the relative noise power spectral density

Дата введения — 2025—03—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на генераторы шума (далее — ГШ), предназначенные для измерения шумовых параметров электронных приборов, имеющие требования по нестабильности относительной спектральной плотности мощности шума во времени (ОСПМШ), и устанавливает метод измерения нестабильности ОСПМШ ГШ.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.1.004 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования

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

ГОСТ 12.3.019 Система стандартов безопасности труда. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности

ГОСТ 20271.1 Изделия электронные СВЧ. Методы измерения электрических параметров

ГОСТ 23221 Модули СВЧ, блоки СВЧ. Термины, определения и буквенные обозначения

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

ГОСТ 24375 Радиосвязь. Термины и определения

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 утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на которое дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на который 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.

Издание официальное

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 23221, ГОСТ 23769, ГОСТ 24375, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **рабочая мера:** Генератор шума, аттестованный по величине нестабильности относительной спектральной плотности мощности шума во времени.

3.2 **длительная нестабильность ОСПМШ:** Величина возможного ухода уровня ОСПМШ в межповерочный интервал.

3.3 **номинальная избыточная относительная спектральная плотность мощности шума;** НИОСПМШ: Превышение номинальной мощности шумов над мощностью шумов согласованной нагрузки, находящейся при нормальной температуре, и отнесенной к мощности шумов согласованной нагрузки, находящейся при нормальной температуре.

4 Общие положения

4.1 Нестабильность ОСПМШ испытываемого ГШ определяют как отношение измеренного значения ОСПМШ при заданных дестабилизирующих факторах к ОСПМШ того же ГШ.

4.2 Измерение ОСПМШ основано на сравнении мощности шума испытываемого ГШ с мощностью шума стабильной работы меры ОСПШ.

4.3 Измерения проводят в точках рабочего диапазона частот, указанных в технических условиях (ТУ), при работе ГШ на согласованную нагрузку. Согласование производится с помощью согласующего трансформатора.

4.4 Во время измерения нестабильности ОСПМШ испытываемого ГШ должна быть использована одна и та же рабочая мера.

5 Общие требования к проведению измерений

5.1 Требования к условиям проведения измерений

Измерения проводят в нормальных климатических условиях, если другие требования не установлены в стандартах и ТУ на конкретные виды ГШ:

- 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.);

5.2 Требования к средствам измерения и вспомогательному оборудованию

5.2.1 Нестабильность ОСПМШ ГШ измеряют на установке, структурная схема которой приведена на рисунке 1.

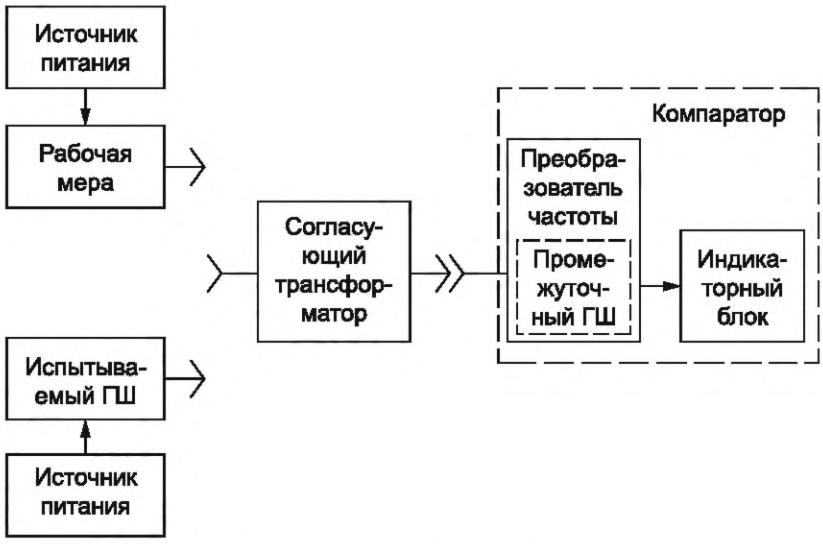

Рисунок 1 — Структурная схема преобразователя частоты

Возможный вариант структурной схемы преобразователя частоты приведен в приложении А.

5.2.2 Коэффициент шума компаратора, приведенный к его входу, должен удовлетворять условию

$$K_{\text{ш ком}} \leq G, \quad (1)$$

где $K_{\text{ш ком}}$ — коэффициент шума компаратора;

G — ОСПМШ ГШ или рабочей меры.

5.2.3 Полоса пропускания компаратора должна быть не более 1 % от минимальной частоты рабочего диапазона, на которой проводят измерение нестабильности ОСПМШ.

5.2.4 Рабочая мера должна использоваться в непрерывном (или квазинепрерывном) режиме работы.

5.2.5 Нестабильность ОСПМШ промежуточного ГШ, входящего в состав компаратора, должна находиться в пределах ±0,7 % за время измерений (не более 10 мин).

5.2.6 Коэффициент стоячей волны по напряжению (КВСН) входа компаратора согласующим трансформатором не должен превышать 1,09 на частотах, на которых проводят измерение.

5.2.7 Невоспроизводимость потерь в разъемах (фланцах) между ГШ и компаратором при повторном подсоединении должна находиться в пределах ±1 % (для разъемов 7/3, 04) и ±1,5 % (для разъемов 3,5/1,52).

5.2.8 Случайная погрешность, включающая в себя невоспроизводимость потерь в разъеме (фланце) входа компаратора, флуктуационную погрешность компаратора, нестабильность ОСПМШ промежуточного ГШ и погрешность отсчета показаний выходного прибора индикаторного блока, должна находиться в пределах ±2,5 %. Снижение случайной погрешности, в случае необходимости, может быть достигнуто за счет увеличения времени измерения, использования на выходе электронного цифрового вольтметра или применения средств вычислительной техники.

Допускается применение электрически управляемых переключателей, обеспечивающих поочередное подключение испытываемого ГШ (рабочей меры) и промежуточного ГШ ко входу компаратора при условии, что его невоспроиводимость не увеличит случайную погрешность.

5.2.9 Если сечение выходного разъема ГШ не соответствует входному сечению компаратора, то используют аттестованный по потерям, стабильный во времени переходной разъем, один и тот же за счет времени проверки нестабильности ОСПМШ ГШ. Нестабильность потерь этого разъема должна находиться в пределах ±1 %.

5.2.10 Для уменьшения погрешности измерений, связанных с нестабильностями коэффициента передачи компаратора, рекомендуется применять автоматическую регулировку усиления по промежуточному ГШ либо корреляционный метод исключения систематических составляющих погрешности средствами вычислительной техники.

5.2.11 Для поддержания высокой точности измерений следует проводить определение нестабильности ОСПМШ ГШ при различных дестабилизирующих факторах на одной и той же установке.

5.2.12 Погрешность установки частоты гетеродина преобразователя частоты должна находиться в пределах ±1 %.

5.2.13 Требования к аппаратуре, изложенные в 5.2—5.8, распространяются на диапазон частот 1,0—17,85 ГГц. В других диапазонах указанные требования приводят в эксплуатационной документации.

5.2.14 Используемые средства измерений должны иметь действующие свидетельства о поверке (сертификат о калибровке).

5.3 Требования безопасности

5.3.1 При выполнении измерений оборудование должно соответствовать общим требованиям безопасности в соответствии с ГОСТ 12.2.003.

5.3.2 При выполнении электрических измерений должны быть соблюдены общие требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019.

5.3.3 Общие требования пожарной безопасности рабочих помещений при проведении измерений должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.004.

6 Подготовка и проведение измерений

6.1 Подготавливают и включают компаратор согласно эксплуатационной документации.

6.2 Подключают рабочую меру ОСПМШ ко входу компаратора.

6.3 Устанавливают рабочий ток, заданный по паспорту на рабочую меру. Прогревают рабочую меру не менее 15 мин.

6.4 Производят установку органов управления согласующего трансформатора в заранее определенные положения, при которых при заданных в технических условиях (ТУ) на ГШ рабочих частотах КСВН входа компаратора будет близким к 1,0.

6.5 В режиме «Измерение» регулировкой усиления компаратора устанавливают показание выходного прибора индикаторного блока не менее половины номинального значения его пределов измерений, пропорциональное номинальному значению ОСПМШ, и записывают показание $\alpha_{2рм}$.

Примечание — При использовании компаратора с внутренней модуляцией (по промежуточной частоте) перед измерением проводят полную компенсацию собственных шумов компаратора.

6.6 Компаратор переводят в режим «Калибровка» и записывают показание выходного прибора индикаторного блока $\alpha_{1рм}$, пропорциональное величине ОСПМШ промежуточного ГШ.

6.7 Заменяют рабочую меру ОСПМШ испытываемым ГШ и записывают показания выходного прибора индикаторного блока α_2 и α_1 в режимах «Измерение» и «Калибровка» соответственно.

Следующий трансформатор при этом должен оставаться в положении, установленном в 6.4.

6.8 Для уменьшения случайной составляющей погрешности измерений необходимо провести не менее трех измерений и найти средние арифметические значения $\alpha_{2\,рм}$, $\alpha_{1\,рм}$, α_2, α_1.

$$\alpha_{2рм} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \alpha_{2рмi}}{n}, \tag{2}$$

где $\alpha_{2\,рм\,i}$ — i-ое показание выходного прибора индикаторного блока в режиме измерений при включенной рабочей мере, $i = 1, \ldots, n$) (n — число измерений).

Аналогично находят $\alpha_{1\,рм}$, α_2, α_1.

6.9 Подготовку и измерения ОСПМШ в соответствии с 6.1—6.8 при влиянии дестабилизирующих факторов проводят при нормальных условиях.

7 Обработка результатов измерений

7.1 ОСПМШ ГШ (G) (при нормальных условиях и при влиянии дестабилизирующих факторов) определяют по формуле

$$G = G_{рм} \frac{\alpha_{1\,рм}}{\alpha_{2\,рм}} \cdot \frac{\alpha_2}{\alpha_1} \tag{3}$$

$$\text{или } G(\text{дБ}) = 10 \lg\left(G_{рм} \frac{\alpha_{1\,рм}}{\alpha_{2\,рм}} \cdot \frac{\alpha_2}{\alpha_1} \right), \tag{4}$$

где $G_{рм}$ — номинальная избыточная ОСПМШ рабочей меры (без учета погрешности калибровки), отн. ед.;

$\alpha_{2\,рм}$ — показание выходного прибора индикаторного блока в режиме «Измерение», пропорциональное ОСПМШ рабочей меры, В;

$\alpha_{1\,рм}$ — показание выходного прибора индикаторного блока в режиме «Калибровка», пропорциональное ОСПМШ промежуточного ГШ, В;

α_2 — показание выходного прибора индикаторного блока в режиме «Измерение», пропорциональное ОСПМШ испытываемого ГШ, В;

α_1 — показание выходного прибора индикаторного блока в режиме «Калибровка», пропорциональное ОСПМШ промежуточного ГШ, В.

7.2 Нестабильность ОСПМШ ГШ (ΔG) в процентах определяют по формуле

$$\Delta G = \left(\frac{G_x}{G_0} - 1 \right) \cdot 100, \tag{5}$$

где G_x — значение ОСПМШ испытываемого ГШ при влиянии заданных дестабилизирующих факторов, отн. ед.;

G_0 — значение ОСПМШ испытываемого ГШ при нормальных условиях, отн.ед.

7.3 Нестабильность ОСПМШ ГШ (ΔG) в децибелах определяют по формуле

$$\Delta G = 10 \lg\left(\frac{G_x}{G_0}\right) \quad (6)$$

$$\text{или } \Delta G = G_x(\text{дБ}) - G_0(\text{дБ}) \quad (7)$$

7.4 При наличии в компараторе микропроцессоров или при изменении ($\alpha_{2\ рм}$, $\alpha_{1\ рм}$, α_2, α_1) с применением программных средств обработка результатов измерений и оценка достоверности измерений проводятся автоматически.

8 Показатели точности измерений

8.1 Закон распределения суммарной и составляющих погрешностей измерений принимают нормальным, и все расчеты ведут применительно к этому закону с установленной вероятностью 0,997.

8.2 Относительную погрешность измерения нестабильности ОСПМШ ГШ δ, %, определяют по формуле

$$\delta = \pm\sqrt{\delta_{рм}^2 + \delta_{сл}^2}, \quad (8)$$

где $\delta_{рм}$ — погрешность за счет нестабильности рабочей меры, %;

$\delta_{сл}$ — случайная составляющая погрешности измерения нестабильности ОСПМШ, %, включая невоспроизводимость потерь в разъеме (фланце) входа компаратора, флуктуационную погрешность компаратора, нестабильность ОСПМШ промежуточного ГШ, погрешность отсчета показаний выходного прибора индикационного блока и определяемая в соответствии с приложением Б.

8.3 Относительная погрешность измерения нестабильности полупроводниковых ГШ с ОСПМШ в пределах 20—100 (13—20 дБ), работающих в диапазоне частот 1,0—17,85 ГГц при КСВН не более 2,0 и при параметрах аппаратуры, соответствующих 5.2.2—5.2.8, с вероятностью 0,997 находится в интервале ±0,15 дБ (±3,5 %).

8.4 Относительную погрешность измерения нестабильности ОСПМШ с пределами ОСПМШ, диапазонами частот, КСВН и параметрами аппаратуры, отличающихся от указанных в 8.3, определяют по формуле (8) и указывают в ТУ.

Приложение А
(рекомендуемое)

Вариант структурной схемы преобразователя частоты



Рисунок А.1 — Возможный вариант структурной схемы преобразователя частоты

Приложение Б
(справочное)

Методика определения случайной погрешности измерения нестабильности ОСПМШ

Б.1 Проводят последовательно многократное сличение ОСПМШ испытуемого ГШ с оцененной по стабильности рабочей мерой.

Б.1.1 Устанавливают органы управления согласующего трансформатора в положения, при которых при заданных ТУ на ГШ рабочих частотах КСВН входа компаратора будет близким к 1,0.

Б.1.2 Подключают рабочую меру ОСПМШ ко входу компаратора. Устанавливают рабочий ток рабочей меры согласно паспорту. Прогревают рабочую меру не менее 15 мин.

Б.1.3 Измеряют и записывают показания $\alpha_{2\,рм}$ и $\alpha_{1\,рм}$ в режимах измерений и калибровки соответственно.

Б.1.4 Заменяют рабочую меру ОСПМШ на испытуемый ГШ и измеряют α_2 и α_1 в режимах измерений и калибровки соответственно.

Б.1.5 Определяют значение ОСПМШ ГШ (G) по формуле

$$G = G_{рм}\frac{\alpha_{1рм}}{\alpha_{2рм}}\cdot\frac{\alpha_2}{\alpha_1}, \qquad (Б.1)$$

где $G_{рм}$ — номинальная избыточная ОСПМШ рабочей меры (без учета погрешности калибровки), отн. ед.;

$\alpha_{2\,рм}$ — показание выходного прибора индикаторного блока в режиме «Измерение», пропорциональное ОСПМШ рабочей меры, В;

$\alpha_{1\,рм}$ — показание выходного прибора индикаторного блока в режиме «Калибровка», пропорциональное ОСПМШ промежуточного ГШ, В;

α_2 — показание выходного прибора индикаторного блока в режиме «Измерение», пропорциональное ОСПМШ испытуемого ГШ, В;

α_1 — показание выходного прибора индикаторного блока в режиме «Калибровка», пропорциональное ОСПМШ промежуточного ГШ, В.

Б.2 Повторяют цикл измерения по Б.1.1—Б.1.5 (не менее 10 раз).

Б.3 По результатам измерений рассчитывают максимальную случайную погрешность по формуле

$$\delta_{сл} = \frac{3n}{\sum\limits_{i=1}^{n} G}\cdot\frac{\sum\limits_{i=1}^{n}\left(G_i - \frac{\sum\limits_{i=1}^{n} G_i}{n}\right)^2}{n-1}\cdot 100, \qquad (Б.2)$$

где G_i — i-й результат измерения ОСПМШ испытуемого ГШ.

УДК 621.328.8:006.354 ОКС 31.020

Ключевые слова: генераторы шума, нестабильность относительной спектральной плотности шума, метод измерения

Редактор *Н.А. Аргунова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *С.И. Фирсова*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 06.05.2024. Подписано в печать 20.05.2024. 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