ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 71336— 2024

РЕЗОНАТОРЫ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ

Методы измерения точности настройки

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 17 апреля 2024 г. № 478-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

РЕЗОНАТОРЫ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ

Методы измерения точности настройки

Piezoelectric resonators. Methods of measuring the accuracy of the setting

Дата введения — 2025—03—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на вновь разрабатываемые и модернизируемые пьезоэлектрические резонаторы (далее — резонаторы) и устанавливает два метода измерения точности настройки:

метод 1 — для измерения точности настройки с применением термостатирующих устройств;

метод 2 — для измерения точности настройки без применения термостатирующих устройств.

Общие требования при измерении и требования безопасности резонаторов — в соответствии с ГОСТ Р 71286.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 21712 Резонаторы пьезоэлектрические. Основные параметры

ГОСТ 27124 Резонаторы пьезоэлектрические производственно-технического назначения и для бытовой радиоэлектронной аппаратуры. Основные параметры

ГОСТ Р 57438 Приборы пьезоэлектрические. Термины и определения

ГОСТ Р 71286 Приборы пьезоэлектрические и фильтры электромеханические. Общие требования при измерении параметров

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 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 Р 57438.

Издание официальное

4 Метод измерения точности настройки с применением термостатирующих устройств

4.1 Принцип, условия и режим измерений

4.1.1 Измерение точности настройки основано на прямом измерении рабочей частоты резонатора в конкретном устройстве возбуждения и последующей обработке полученного результата.

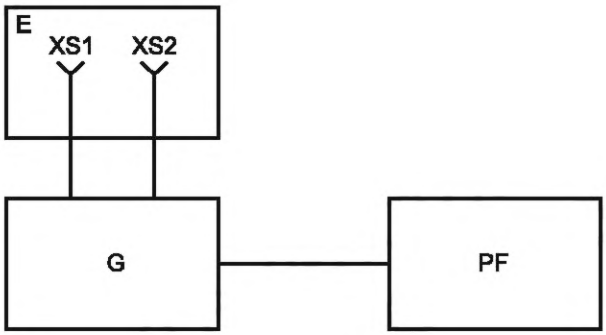
4.1.2 Измерение точности настройки проводят при температуре, значение которой должно соответствовать установленному в ГОСТ 21712 или ГОСТ 27124.

4.1.3 Режим измерения точности настройки резонаторов должен соответствовать установленным в стандартах или технических условиях (ТУ) на резонаторы конкретных типов.

4.2 Требования к средствам измерения и вспомогательному оборудованию

4.2.1 Общие требования при измерении параметров в соответствии с ГОСТ Р 71286, а также с учетом уточнений и дополнений, приведенных в данном подразделе.

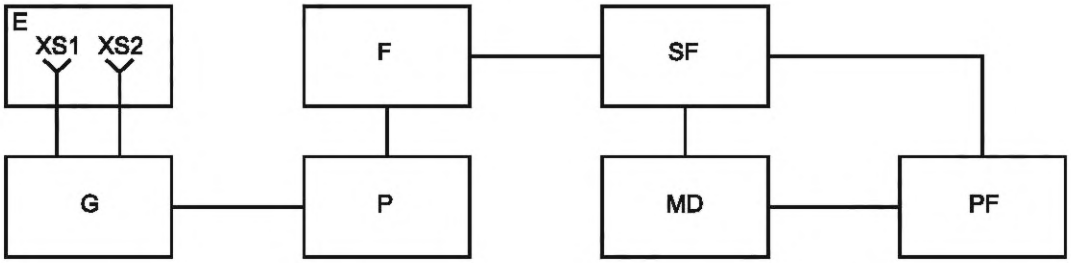
4.2.2 Измерение точности настройки следует проводить на установке, структурная схема которой приведена на рисунке 1.



G — устройство возбуждения резонаторов; PF — электронно-счетный частотомер; E — термостатирующее устройство; XS1, XS2 — гнезда для подключения резонатора

Рисунок 1

Измерение точности настройки прецизионных резонаторов следует проводить на установке, структурная схема которой приведена на рисунке 2.



G — устройство возбуждения резонаторов; P — преобразователь частоты; MD — частотный компаратор; PF — электронно-счетный частотомер; SF — стандарт частоты; F — синтезатор частот; E — термостатирующее устройство; XS1, XS2 — гнезда для подключения резонатора

Рисунок 2

4.2.3 Устройство возбуждения резонатора должно обеспечивать диапазон частот не ниже рабочей частоты с погрешностью в пределах $\pm 5 \cdot 10^{-6}$, для прецизионных резонаторов в пределах $\pm 5 \cdot 10^{-7}$.

4.2.4 Электронно-счетный частотомер должен обеспечивать диапазон измеряемых частот не ниже рабочей частоты резонатора с погрешностью в пределах $\pm 3 \cdot 10^{-7}$.

4.2.5 Термостатирующее устройство должно обеспечивать:

- диапазон температур в соответствии с требованиями 4.1.2;

- погрешность установления и поддержания температуры в пределах ±1 °С, для прецизионных резонаторов в пределах ±0,2 °С.

4.2.6 Преобразователь частоты должен обеспечивать:

- диапазон входных частот;
- промежуточную частоту 1 или 5 МГц;
- ослабление комбинационных составляющих и входных сигналов не менее 60 дБ.

4.2.7 Синтезатор частот должен обеспечивать генерирование синусоидального сигнала в необходимом диапазоне частот, иметь кратковременную нестабильность за 1 с в пределах $\pm 2 \cdot 10^{-9}$.

4.2.8 Стандарт частоты должен обеспечивать генерирование сигнала частотой 1 или 5 МГц с погрешностью в пределах $\pm 2 \cdot 10^{-10}$ и кратковременную нестабильность $\pm 1 \cdot 10^{-11}$.

4.2.9 Частотный компаратор должен обеспечивать сравнение двух сигналов на частоте 3 МГц и умножение разности в 10 раз с вносимой нестабильностью частоты за 1 с в пределах $\pm 5 \cdot 10^{-12}$.

4.2.10 Гнезда для подключения резонаторов должны обеспечивать переходное сопротивление контактов не более 0,06 Ом, емкость контактов не более 12 пФ.

4.3 Подготовка и проведение измерений

4.3.1 Подготавливают аппаратуру к работе в соответствии с эксплуатационной документацией.

4.3.2 Подключают резонаторы к устройству возбуждения.

4.3.3 Доводят температуру в камере термостатирующего устройства до значения температуры настройки, выдерживают в течение времени, указанного в ТУ на резонаторы конкретных типов, измеряют рабочую частоту (период).

4.4 Обработка результатов измерений

Точность настройки резонаторов $\frac{\Delta f}{f_N}$ в относительных единицах определяют по формулам (1) и (2):

в диапазоне частот, равных и выше 1 МГц

$$\frac{\Delta f}{f_N} = \frac{f_W - f_N}{f_N}, \quad (1)$$

где f_w — рабочая частота резонатора, Гц;

f_N — номинальная частота резонатора, Гц;

в диапазоне частот ниже 1 МГц

$$\frac{\Delta f}{f_N} = \frac{T_N - T_W}{T_W}, \quad (2)$$

где T_N — период номинальной частоты, с;

T_w — период рабочей частоты, с.

4.5 Показатель точности измерения

4.5.1 Границы интервала, в котором с установленной вероятностью 0,95 находится погрешность измерения точности настройки $\Delta_{\frac{\Delta f}{f_N}}$, определяют по формуле

$$\Delta_{\frac{\Delta f}{f_N}} = \pm 1{,}96 \sqrt{\left(\frac{\delta_1}{3}\right)^2 \cdot \left(\frac{\delta_2}{\sqrt{3}}\right)^2 + \frac{T_f \cdot \Delta_\theta}{\sqrt{3}}}, \quad (3)$$

где δ_1 — погрешность устройства возбуждения;

δ_2 — погрешность электронно-счетного частотомера;

Δ_θ — погрешность установки и поддержания аппаратуры в камере термостатирующего устройства, °С;

T_f — температурный коэффициент частоты, 1/К (1/°С), определяемый по формуле

$$T_f = \frac{\Delta f}{f} \cdot \frac{1}{\Delta\theta}, \quad (4)$$

где $\frac{\Delta f}{f} = \frac{f_2 - f_1}{f_{\theta_w}}$;

$\Delta\theta$ — интервал температур между наибольшим и наименьшим значениями частоты, в котором температурный коэффициент частоты не меняет знака, 1/К (1/°С);

f_2, f_1 — частоты при верхнем и нижнем значениях температурного интервала, выбранного для определения значения температурного коэффициента частоты, Гц;

f_{θ_w} — значение рабочей частоты при температуре настройки. Допускается в расчетах применять номинальную частоту резонатора $f_н$, Гц.

При измерениях на установке, структурная схема которой приведена на рисунке 2, погрешность электронно-счетного частотомера δ_2 вычисляют по формуле

$$\delta_2 = \delta_c + \frac{1}{N \cdot f_N \cdot t_{сч}}, \quad (5)$$

где δ_c — погрешность стандарта частоты;

N — коэффициент умножения компаратора;

$t_{сч}$ — время счета, с.

4.5.2 Примеры обработки результатов и расчета показателей точности приведены в приложении А.

5 Метод измерения точности настройки без применения термостатирующих устройств

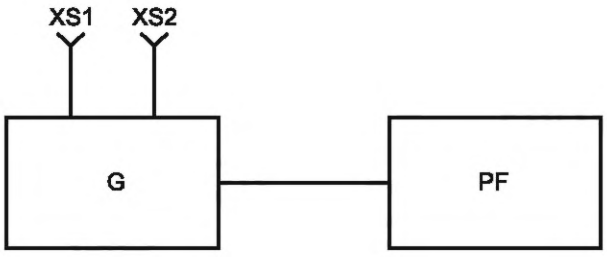
5.1 Принцип, условия и режим измерений

Принцип, условия и режим измерений точности настройки без применения термостатирующих устройств — в соответствии с 4.1.1 и 4.1.2.

5.2 Требования к средствам измерения и вспомогательному оборудованию

5.2.1 Требования к средствам измерения и вспомогательному оборудованию — в соответствии с ГОСТ Р 71286, а также с учетом уточнений и дополнений, приведенных в данном подразделе.

5.2.2 Измерения точности настройки следует проводить на установке, структурная схема которой приведена на рисунке 3.



G — устройство возбуждения резонаторов; PF — электронно-счетный частотомер; XS1, XS2 — гнезда для подключения резонатора

Рисунок 3

5.2.3 Устройство возбуждения резонаторов и частотомер должны обеспечивать требования в соответствии с 4.2.3, 4.2.4.

5.3 Подготовка и проведение измерений

5.3.1 Подготавливают аппаратуру в соответствии с 4.3.1, 4.3.2.

5.3.2 Контролируют температуру окружающей среды термометром с ценой деления 1 °С.

5.3.3 Выдерживают резонаторы в течение времени, указанного в ТУ на резонаторы конкретных типов, измеряют рабочую частоту (период).

5.4 Обработка результатов измерений

Точность настройки $\frac{\Delta f}{f_N}$ в относительных единицах определяют по формулам (1) и (2).

5.5 Показатели точности измерений

Границы интервала, в котором с установленной вероятностью 0,95 находится погрешность измерения точности настройки при температуре настройки (25 ± 5) °С в зависимости от температурного коэффициента частоты и погрешности устройства возбуждения, приведены в таблице 1.

Таблица 1

Значение модуля погрешности устройства возбуждения резонатора	Значения T_f, 1/°С		
	до $0{,}2 \cdot 10^{-6}$	св. $0{,}2 \cdot 10^{-6}$ до $0{,}5 \cdot 10^{-6}$	св. $0{,}5 \cdot 10^{-6}$ до $1{,}0 \cdot 10^{-6}$
До $1 \cdot 10^{-6}$ включ.	$\pm 1{,}5 \cdot 10^{-6}$	$\pm 2{,}9 \cdot 10^{-6}$	$\pm 5{,}8 \cdot 10^{-6}$
Св. $1 \cdot 10^{-6}$ до $2 \cdot 10^{-6}$ включ.	$\pm 1{,}9 \cdot 10^{-6}$	$\pm 3{,}2 \cdot 10^{-6}$	$\pm 5{,}9 \cdot 10^{-6}$
Св. $2 \cdot 10^{-6}$ до $3 \cdot 10^{-6}$ включ.	$\pm 2{,}4 \cdot 10^{-6}$	$\pm 3{,}5 \cdot 10^{-6}$	$\pm 6{,}0 \cdot 10^{-6}$
Св. $3 \cdot 10^{-6}$ до $5 \cdot 10^{-6}$ включ.	$\pm 3{,}5 \cdot 10^{-6}$	$\pm 4{,}0 \cdot 10^{-6}$	$\pm 6{,}0 \cdot 10^{-6}$

Для уточнения границ интервала, приведенных в таблице 1, применяют формулу

$$\Delta_{\frac{\Delta f}{f_N}} = \pm 1{,}96 \sqrt{\left(\frac{\delta_1}{3}\right)^2 + \left(\frac{\delta_2}{\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{T_f \cdot \Delta\theta}{\sqrt{3}}\right)^2}, \quad (6)$$

где $\Delta\theta$ — допуск на температуру настройки, °С.

Приложение А
(справочное)

Примеры расчета показателей точности

А.1 Пример 1

А.1.1 Исходные данные

Измерения проводят на установке, структурная схема которой приведена на рисунке 1.

Номинальная частота f_N = 5,3 МГц;

точность настройки $\frac{\Delta f}{f_N} = \pm 2 \cdot 10^{-6}$ в интервале температур θ = (50 ± 0,5) °С;

температурный коэффициент частоты $T_f = \pm 1 \cdot 10^{-7}$ 1/°С.

А.1.2 Используемая аппаратура

Генератор ГТД-2 с погрешностью $\delta_1 = \pm 1 \cdot 10^{-7}$;

термостат ТНР-1М, стабильность установления температуры Δ_θ = ±0,2 °С;

частотомер Ч3-58, погрешность внутреннего кварцевого генератора $\delta_0 = \pm 2{,}5 \cdot 10^{-7}$. Погрешность частотомера из технического описания на него определяют по формуле

$$\delta_2 = \delta_0 + \frac{1}{f_N \cdot t_{сч}}, \qquad (А.1)$$

где $t_{сч}$ — время счета.

Время счета выбирают 10 с.

$$\delta_2 = 2{,}5 \cdot 10^{-7} + \frac{1}{5{,}3 \cdot 10^6 \cdot 10} = \pm 4{,}5 \cdot 10^{-7}.$$

Границы интервала, в котором с установленной вероятностью 0,95 находится погрешность измерения точности настройки, определяют по формуле (6)

$$\Delta_{\frac{\Delta f}{f_N}} = \pm 1{,}96 \sqrt{\left(\frac{1 \cdot 10^{-7}}{3}\right)^2 + \left(\frac{4{,}5 \cdot 10^{-7}}{\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{1 \cdot 10^{-7} \cdot 0{,}2}{\sqrt{3}}\right)^2} =$$

$$= \pm 1{,}96 \sqrt{0{,}11 \cdot 10^{-14} + 6{,}76 \cdot 10^{-14} + 0{,}01 \cdot 10^{-14}} = \pm 1{,}96 \sqrt{6{,}88 \cdot 10^{-14}} = \pm 5{,}14 \cdot 10^{-7}.$$

А.2 Пример 2

А.2.1 Исходные данные

Измерения проводят на установке, структурная схема которой приведена на рисунке 2.

Номинальная частота f_N = 8 МГц;

точность настройки $\frac{\Delta f}{f_N} = \pm 1 \cdot 10^{-7}$ в интервале температур θ = (60 ± 0,5) °С;

температурный коэффициент частоты $T_f = \pm 0{,}5 \cdot 10^{-7}$ 1/°С.

А.2.2 Используемая аппаратура

Эквивалент заказчика ЭКГ-8,0, погрешность $\delta_1 = \pm 0{,}5 \cdot 10^{-7}$;

термостат ТНР-1М, стабильность установления температуры Δ_θ = ±0,2 °С;

синтезатор частоты Ч6-31, кратковременная нестабильность за 1 с $\pm 5 \cdot 10^{-10}$;

компаратор частотный Ч7-12, коэффициент умножения выбирают 10^4, т. к. входной сигнал устанавливают 1 МГц, вносимая нестабильность за 1 с $\pm 1 \cdot 10^{-12}$;

стандарт частоты Ч1-50, частота выходного сигнала 1 МГц, погрешность $\pm 1 \cdot 10^{-10}$;

преобразователь частоты 12ПЧ-1, частота выходного сигнала 1 МГц;

частотомер Ч3-58, погрешность внутреннего кварцевого генератора $\delta_0 = \pm 2 \cdot 10^{-7}$. Погрешность частотомера определяют по формуле (5), время счета выбирают 1 с.

$$\delta_2 = \pm 1 \cdot 10^{-10} + \frac{1}{10^4 \cdot 8 \cdot 10^6 \cdot 1} = \pm 1{,}1 \cdot 10^{-10}.$$

Границы интервала, в котором с установленной вероятностью 0,95 находится погрешность измерения точности настройки, определяют по формуле (6)

$$\Delta_{\frac{\Delta f}{f_N}} = \pm 1{,}96\sqrt{\left(\frac{0{,}5\cdot 10^{-7}}{3}\right)^2 + \left(\frac{1{,}1\cdot 10^{-10}}{\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{0{,}5\cdot 10^{-7}\cdot 0{,}2}{\sqrt{3}}\right)^2} = \pm 1{,}96\sqrt{0{,}028\cdot 10^{-14}} = \pm 0{,}32\cdot 10^{-7}.$$

А.3 Пример 3

А.3.1 Исходные данные

Измерения проводят на установке, структурная схема которой приведена на рисунке 3.

Номинальная частота f_N = ±2 МГц;

точность настройки $\frac{\Delta f}{f_N}$ = ±10 · 10^{-6} в интервале температур θ = (25 ± 5) °С;

температурный коэффициент частоты T_f = ±0,3 · 10^{-6} 1/°С.

А.3.2 Используемая аппаратура

Генератор технологический ТГК-3 — воспроизводимость частоты δ_1 = ±2 · 10^{-6};

частотомер Ч3-54, погрешность внутреннего кварцевого генератора δ_0 = ±2,5 · 10^{-7}. Погрешность частотомера определяют по формуле (5), время счета выбирают 1 с.

$$\delta_2 = \pm 2{,}5\cdot 10^{-7} + \frac{1}{2\cdot 10^6\cdot 1} = \pm 7{,}5\cdot 10^{-7}.$$

Границы интервала, в котором с установленной вероятностью 0,95 находится погрешность измерения точности настройки, определяют по формуле (6)

$$\Delta_{\frac{\Delta f}{f_N}} = \pm 1{,}96\sqrt{\left(\frac{2\cdot 10^{-6}}{3}\right)^2 + \left(\frac{7{,}5\cdot 10^{-7}}{\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{0{,}3\cdot 10^{-6}\cdot 5}{\sqrt{3}}\right)^2} = \pm 1{,}96\sqrt{1{,}36\cdot 10^{-12}} = \pm 2{,}28\cdot 10^{-6}.$$

УДК 621.372.412:006.354 ОКС 31.140

Ключевые слова: пьезоэлектрические резонаторы, методы измерения точности настройки

Редактор *Н.В. Таланова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *О.В. Лазарева*
Компьютерная верстка *И.Ю. Литовкиной*

Сдано в набор 18.04.2024. Подписано в печать 03.05.2024. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,40. Уч-изд. л. 1,12.

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