МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)
INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ ISO 9614-2— 2026

Акустика

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЕЙ ЗВУКОВОЙ МОЩНОСТИ ИСТОЧНИКОВ ШУМА ПО ИНТЕНСИВНОСТИ ЗВУКА

Часть 2

Технический/ориентировочный метод измерения сканированием

(ISO 9614-2:1996, Acoustics — Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity — Measurement by scanning, IDT)

Издание официальное

**Москва
Российский институт стандартизации
2026**

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели, основные принципы и общие правила проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Закрытым акционерным обществом «Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем» (ЗАО «НИЦ КД») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 5

2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 30 января 2026 г. № 193-П)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Армения	AM	ЗАО «Национальный орган по стандартизации и метрологии» Республики Армения
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Россия	RU	Росстандарт
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт
Узбекистан	UZ	Узбекское агентство по техническому регулированию

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 24 февраля 2026 г. № 155-ст межгосударственный стандарт ГОСТ ISO 9614-2—2026 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 марта 2027 г.

5 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ISO 9614-2:1996 «Акустика. Определение уровней звуковой мощности источников шума по интенсивности звука. Часть 2. Измерение сканированием» («Acoustics — Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity — Part 2: Measurement by scanning», IDT).

Международный стандарт разработан Техническим комитетом по стандартизации ТС 43 «Акустика», подкомитетом 1 «Шум» Международной организации по стандартизации (ISO).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ 1.5 (подраздел 3.6).

Дополнительные сноски в тексте стандарта, выделенные курсивом, приведены для пояснения текста оригинала.

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им межгосударственные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории указанных выше государств публикуется в указателях национальных стандартов, издаваемых в этих государствах, а также в сети Интернет на сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации.

В случае пересмотра, изменения или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации в каталоге «Межгосударственные стандарты»

© ISO, 1996
© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2026

В Российской Федерации 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

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 2
3 Термины и определения 2
4 Общие требования 5
5 Акустические условия 6
6 Средства измерений 7
7 Установка и режим работы источника шума 8
8 Измерения уровней нормальной составляющей интенсивности звука 8
9 Расчет уровня звуковой мощности 11
10 Регистрируемая информация 12
Приложение А (обязательное) Вычисление показателей звукового поля 14
Приложение В (обязательное) Оценка точности метода измерений 15
Приложение С (справочное) Влияние потоков воздуха на измерения интенсивности звука 17
Приложение D (рекомендуемое) Влияние поглощения звука внутри измерительной поверхности . . . 18
Приложение Е (рекомендуемое) Измерительная поверхность и процедура сканирования 19
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам 20
Библиография 21

Введение

Настоящий стандарт входит в серию стандартов ISO 9614, устанавливающих методы определения уровней звуковой мощности источников шума через измерения нормальной составляющей интенсивности звука к измерительной поверхности, охватывающей источник. ISO 9614-1 описывает метод измерений интенсивности звука в отдельных точках измерительной поверхности, а ISO 9614-2 и ISO 9614-3 — метод с использованием сканирования по измерительной поверхности.

В отличие от ISO 9614-3, в котором установлен точный метод измерений, настоящий стандарт устанавливает технический и ориентировочный методы измерений согласно классификации ISO 12001. Точность метода измерений зависит от условий его применения.

Методы измерений, установленные настоящим стандартом, требуют проведения одновременных измерений интенсивности звука и звукового давления в октавных или третьоктавных полосах частот и ограничены диапазоном частот измерений, включающем третьоктавные полосы со среднегеометрическими частотами от 50 Гц до 6,3 кГц. В случае необходимости определения корректированного по A уровня звуковой мощности его получают расчетом по результатам измерений в полосах частот с использованием весовых коэффициентов по частотной характеристике A.

Целесообразность применения интенсиметрических методов следует из соображения, что применяемое в них интегрирование по измерительной поверхности, полностью охватывающей испытуемый источник шума, позволяет исключить влияние сторонних источников, находящихся вне этой поверхности. Это позволяет использовать интенсиметрические методы в условиях, когда другие способы определения уровней звуковой мощности неприменимы. На практике, однако, использование метода сталкивается с рядом ограничений. Так, эффективное подавление вклада от сторонних источников возможно только в случае, если их шум стационарен (не изменяется во времени). Также шум от сторонних источников может поглощаться отдельными частями испытуемого источника или иными предметами внутри измерительной поверхности. Этот эффект приводит к тому, что рассчитанное значение уровня звуковой мощности, например в какой-то из полос, может оказаться отрицательным, и его следует учитывать при обеспечении заданной точности метода.

Помимо интенсиметрических существуют также другие методы определения уровней звуковой мощности, сводка которых приведена в ISO 3740.

М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т

Акустика

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЕЙ ЗВУКОВОЙ МОЩНОСТИ ИСТОЧНИКОВ ШУМА ПО ИНТЕНСИВНОСТИ ЗВУКА

Часть 2

Технический/ориентировочный метод измерения сканированием

Acoustics. Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity. Part 2. Engineering/survey method of measurement by scanning

Дата введения — 2027—03—01

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает метод измерения составляющей вектора интенсивности звука, нормальной к измерительной поверхности, выбранной таким образом, чтобы охватить источник шума, уровень звуковой мощности которого подлежит определению.

Поверхность, по которой выполняют интегрирование нормальной составляющей вектора интенсивности, разбивают на смежные участки (сегменты). Сканирование акустическим зондом осуществляют вдоль непрерывной траектории по каждому сегменту. Измерительный прибор определяет усредненную нормальную составляющую интенсивности и средний квадрат звукового давления за каждое сканирование. Акустический зонд вдоль траектории перемещают вручную или с использованием механического устройства сканирования.

Уровень звуковой мощности в полосе частот с коррекцией по частотной характеристике получают расчетом по результатам измерений в октавных или третьоктавных полосах частот. Метод применим к любому источнику звука, для которого можно определить фиксированную измерительную поверхность, при условии, что шум самого источника и фоновый шум стационарны (см. 3.13). Источник шума определяется выбором измерительной поверхности. Метод может быть использован на месте применения источника шума или в специальных условиях испытаний.

Настоящий стандарт устанавливает некоторые вспомогательные процедуры, описанные в приложении В и выполняемые совместно с определением звуковой мощности. Полученные результаты используются для оценки качества измерений (точности метода). Если качество измерений не удовлетворяет требованиям настоящего стандарта, то метод испытаний должен быть соответствующим образом модифицирован.

Стандарт не применим в диапазонах частот, в которых результат измерений звуковой мощности источника шума получается отрицательным.

1.2 Настоящий стандарт применим к источникам, работающим в стабильном режиме, что обеспечивает заданную точность метода, и в условиях отсутствия воздействия на акустический зонд сильных или нестабильных газовых потоков (см. 5.2.2, 5.3 и 5.4).

Метод настоящего стандарта непригоден для определения уровня звуковой мощности источника шума в случаях, когда внешний шум приводит к превышению динамического диапазона измерительной аппаратуры или чрезмерно изменяется во время измерений.

Издание официальное

Примечание 1 — В ряде ситуаций, когда условия испытаний не позволяют обеспечить точность измерений в соответствии с настоящим стандартом, уровень звуковой мощности может быть определен по измерениям вибрации на поверхности источника (см. [12]).

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты [для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного стандарта, для недатированных — последнее издание (включая все изменения)]:

IEC 942[1)], Sound calibrators (Калибраторы акустические)

IEC 1043[2)], Electroacoustics — Instruments for the measurement of sound intensity — Measurements with pairs of pressure sensing microphones (Электроакустика. Средства измерений интенсивности звука. Изменения с парой микрофонов давления)

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 Уровень звукового давления

3.1.1 **уровень звукового давления**[3)] L_p (sound pressure level L_p): Десятикратный десятичный логарифм отношения среднего квадрата звукового давления p к квадрату опорного звукового давления p_0(p_0 = 20 мкПа).

Уровень звукового давления выражают в децибелах.

3.1.2 **уровень звукового давления на сегменте** L_{pi} (segment-average sound pressure level L_{pi}): Десятикратный десятичный логарифм отношения усредненного по поверхности i-го сегмента среднего квадрата звукового давления p к квадрату опорного звукового давления p_0(p_0 = 20 мкПа).

Эту величину выражают в децибелах.

3.2 **мгновенная интенсивность звука** $\vec{I}(t)$ (instantaneous sound intensity $\vec{I}(t)$): Поток энергии звуковой волны через единичную площадку за единицу времени в направлении локальной скорости колебаний частиц среды в звуковом поле в момент времени t.

Это векторная величина, вычисляемая по формуле

$$\vec{I}(t) = p(t)\vec{u}(t), \tag{1}$$

где $p(t)$ — звуковое давление в точке звукового поля в момент времени t, Па;

$\vec{u}(t)$ — вектор скорости колебаний частицы среды в той же точке в момент времени t, м/с;

t — время.

3.3 **интенсивность звука** $\vec{I}$ (sound intensity $\vec{I}$): Усредненная по времени мгновенная интенсивность звука в стационарном звуковом поле

[1)] *В оригинале примененного международного стандарта приведена датированная ссылка (IEC 942:1988), которая заменена недатированной ввиду отсутствия в тексте ссылок на структурные элементы указанного стандарта. Заменен на IEC 60942 «Electroacoustics — Sound calibrators» (Электроакустика. Калибраторы акустические).*

[2)] *В оригинале примененного международного стандарта приведена датированная ссылка (IEC 1043:1993), которая заменена недатированной ввиду отсутствия в тексте ссылок на структурные элементы указанного стандарта. Обозначение международного стандарта заменено на IEC 61043:1993.*

[3)] *Приведенное определение, в котором под средним квадратом звукового давления следует понимать квадрат звукового давления, усредненный на заданном временном интервале, соответствует общепринятому термину «эквивалентный уровень звукового давления». В настоящем стандарте всюду, где использован термин «уровень звукового давления», под ним следует понимать «эквивалентный уровень звукового давления».*

$$\vec{I} = \lim_{T\to\infty} \frac{1}{T}\int_0^T \vec{I}(t)\,\mathrm{d}t, \tag{2}$$

где T — период интегрирования.

Модуль вектора $\vec{I}$ обозначают $|I|$, а под I понимают знакопеременную величину, принимающую значения $\pm|I|$, где положительной величине соответствует поток энергии от исследуемого источника шума, а отрицательной — к источнику.

3.4 **нормальная составляющая интенсивности звука I_n** (normal sound intensity I_n): Составляющая интенсивности звука в направлении вектора внешней нормали $\vec{n}$ к измерительной поверхности

$$I_n = \vec{I} \cdot \vec{n}. \tag{3}$$

3.5 **уровень нормальной составляющей интенсивности звука L_{I_n}** (normal sound intensity level L_{I_n}): Десятикратный десятичный логарифм отношения модуля нормальной составляющей интенсивности звука I_n к опорной интенсивности звука I_0 ($I_0 = 10^{-12}$ Вт · м$^{-2}$)

$$L_{I_n} = 10\lg(|I_n|/I_0). \tag{4}$$

Эту величину выражают в децибелах.

Если I_n отрицательна, то значение L_{I_n} записывают в формате (–)XX дБ за исключением случаев, когда его используют для оценки δ_{pI_0} (см. 3.11).

3.6 Звуковая мощность

3.6.1 **парциальная звуковая мощность P_i** (partial sound power P_i): Усредненный по времени поток энергии звуковой волны за единицу времени через поверхность i-го сегмента измерительной поверхности, вычисляемый по формуле

$$P_i = \langle I_{ni}\rangle S_i, \tag{5}$$

где $\langle I_{ni}\rangle$ — усредненная по i-му сегменту измерительной поверхности нормальная составляющая интенсивности звука с соответствующим знаком;

S_i — площадь i-го сегмента измерительной поверхности.

Модуль величины обозначают $|P_i|$.

3.6.2 **звуковая мощность P** (sound power P): Полная мощность звука, излучаемого источником, получаемая суммированием парциальных звуковых мощностей по измерительной поверхности

$$P = \sum_{i=1}^{N} P_i, \tag{6}$$

где N — число сегментов, на которые разбита измерительная поверхность;

$$|P| = \left|\sum_{i=1}^{N} P_i\right|. \tag{7}$$

3.6.3 **уровень парциальной звуковой мощности L_{Wi}** (partial sound power level L_{Wi}): Десятикратный десятичный логарифм отношения модуля парциальной звуковой мощности для i-го сегмента измерительной поверхности к опорной звуковой мощности P_0 ($P_0 = 10^{-12}$ Вт)

$$L_{Wi} = 10\lg(|P_i|/P_0). \tag{8}$$

Эту величину выражают в децибелах.

Если P_i отрицательна, то значение L_{Wi} записывают в формате (–)XX дБ.

3.6.4 **уровень звуковой мощности L_W** (sound power level L_W): Десятикратный десятичный логарифм отношения модуля звуковой мощности к опорной звуковой мощности P_0 ($P_0 = 10^{-12}$ Вт)

$$L_W = 10\lg(|P|/P_0). \quad (9)$$

Эту величину выражают в децибелах.

Если P отрицательна, то значение L_W записывают в формате (–)XX дБ.

3.7 **измерительная поверхность** (measurement surface): Воображаемая поверхность, на которой проводят измерения интенсивности звука и которая полностью охватывает испытуемый источник шума сама или вместе с сопряженной с ней реальной акустически жесткой непрерывной поверхностью. Если построенная воображаемая поверхность пересекает тела, части которых, попавшие внутрь, имеют жесткую поверхность, то воображаемую поверхность ограничивают линиями пересечения.

3.8 **сегмент (измерительной поверхности)** (segment): Один из участков небольших размеров, на которые разбита измерительная поверхность.

3.9 **интенсивность звука сторонних источников** (extraneous intensity): Составляющая интенсивности звука, обусловленная действием источников шума снаружи измерительной поверхности.

3.10 **акустический зонд**[1)] (probe): Часть измерительной системы, включающая в себя измерительные микрофоны.

3.11 **показатель «давление — остаточная интенсивность»** δ_{pI0} (pressure-residual intensity index δ_{pI0}): Разность между показаниями уровня звукового давления L_p и уровня интенсивности звука $L_{I,\delta}$, когда акустический зонд помещен и ориентирован в звуковом поле таким образом, что интенсивность звука равна нулю.

Эту величину вычисляют по формуле

$$\delta_{pI0} = L_p - L_{I,\delta}, \quad (10)$$

метод измерения δ_{pI0} приведен в IEC 1043.

3.12 **показатель динамической способности** L_d (dynamic capability index L_d): Величина, вычисляемая по формуле

$$L_d = \delta_{pI0} - K. \quad (11)$$

Выражают в децибелах.

Значение коэффициента K выбирают в зависимости от класса точности метода в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1 — Коэффициент K

Класс точности метода[1)]	K, дБ
Технический (класс точности 2)	10
Ориентировочный (класс точности 3)	7
[1)] Согласно [14].	

3.13 **стационарный сигнал** (stationary signal): Сигнал, для которого средние по времени характеристики при измерении на одном сегменте измерительной поверхности равны полученным при измерениях на том же сегменте с увеличением периода усреднения до общего времени измерений на всех сегментах.

Примечание 2 — Согласно определению циклический сигнал считают постоянным, если измерения на каждом сегменте включают в себя не менее десяти циклов.

3.14 **показатели (звукового) поля** F_{pI}, $F_{+/-}$ (field indicators F_{pI}, $F_{+/-}$): Характеристики звукового поля, определяемые в соответствии с приложением А.

3.15 **сканирование** (scan): Непрерывное движение акустического зонда вдоль заданной траектории по сегменту измерительной поверхности.

[1)] *Акустический зонд, применяемый в интенсиметрическом оборудовании, чаще называют интенсиметрическим зондом. Термин «акустический зонд» сохранен для согласования терминологии с другими стандартами на методы интенсиметрии: ГОСТ 30457—97 и ГОСТ 30457.3—2006.*

3.16 **плотность линий сканирования** (scan-line density): Величина, обратная среднему расстоянию между соседними линиями сканирования.

4 Общие требования

4.1 Размер источника шума

Испытуемый источник шума может быть любых размеров, от которых зависит только выбор измерительной поверхности.

4.2 Характеристика шума, излучаемого источником

Шумовой сигнал должен быть стационарным (см. 3.13). Если во время испытаний источник работает в режиме рабочего цикла, в пределах которого могут быть выделены интервалы излучения стационарного шума, то определяют и регистрируют уровни звуковой мощности для каждого такого интервала. Измерения не следует проводить в присутствии нестационарного шума от сторонних источников (см. таблицу В.1).

4.3 Неопределенность измерения

Уровень звуковой мощности, определенный в соответствии с настоящим стандартом, будет в общем случае получен с некоторой погрешностью, значение которой неизвестно, но может быть определен диапазон значений, для которого обоснованно можно предположить, что истинное значение будет находиться в его пределах с заданным уровнем доверия. Повторение процедуры измерений в одном и том же месте установки источника шума в неизменных условиях измерений с применением одного и того же измерительного оборудования позволяет оценить разброс возможных результатов измерений в условиях повторяемости через стандартное отклонение повторяемости. Если испытания повторяют для того же источника, но установленного в другом месте с применением других средств и другим персоналом, то разброс получаемых результатов будет характеризовать воспроизводимость метода (через стандартное отклонение воспроизводимости). Стандартные отклонения повторяемости и воспроизводимости получают для заданного режима работы источника (частота вращения, питание) и заданных условий его установки. Оценки сверху для стандартного отклонения воспроизводимости при применении методов настоящего стандарта приведены в таблице 2.

Таблица 2 — Стандартное отклонение воспроизводимости при измерениях уровней звуковой мощности в октавных и третьоктавных полосах частот и с коррекцией по частотной характеристике А

Среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц	Среднегеометрическая частота третьоктавной полосы, Гц	Стандартное отклонение воспроизводимости s, дБ, для	
		технического метода (класс точности 2)	ориентировочного метода (класс точности 3)
От 63 до 125	От 50 до 160	3	—
250	От 200 до 315	2	—
От 5000 до 4000	От 400 до 5000	1,5	—
	6300	2,5	—
С коррекцией по частотной характеристике А[1)]		1,5[2)]	4

Примечание — Данную оценку не применяют, если корректированный по А уровень звуковой мощности на частотах за пределами диапазона измерений (октавные полосы со среднегеометрическими частотами от 50 до 4000 Гц) превышает значение этой характеристики в диапазоне частот измерений. В этом случае используют оценки точности метода для октавных (третьоктавных) полос.

[1)] В диапазоне третьоктавных (октавных) полос со среднегеометрическими частотами от 50 (63) до 6300 (4000) Гц.

[2)] Ожидается, что с уровнем доверия 95 % истинное значение измеряемой величины будет лежать в пределах диапазона ±3 дБ относительно полученного результата измерений.

Примечание 3 — Если ряд лиц определяет уровень звуковой мощности для заданного источника в заданном месте установки с применением схожего оборудования и средств измерений, то стандартные отклонения, характеризующие возможный разброс результатов измерений, ожидаются ниже указанных в таблице 2.

Примечание 4 — Если на основе метода, установленного настоящим стандартом, разработан испытательный код по шуму для конкретного семейства машин схожих размеров и применяемых в схожих условиях, то в нем можно ожидать установления стандартных отклонений воспроизводимости ниже приведенных в таблице 2. Статистический метод описания партии машин по шумовым характеристикам установлен в [11].

Примечание 5 — Методы настоящего стандарта и стандартные отклонения, приведенные в таблице 2, применимы к испытаниям конкретного источника шума. Определение уровней звуковой мощности для партии машин того же семейства или типа включает в себя процедуру случайного отбора, которая описывается через свои статистические характеристики. При использовании этих процедур общее стандартное отклонение или известно, или оценивается, включая стандартное отклонение производства, являющееся мерой изменения звуковой мощности для отдельных машин внутри партии, как определено в [10].

В таблице 2 приведены оценки стандартных отклонений воспроизводимости для технического и ориентировочного методов, установленных настоящим стандартом. Эти оценки учитывают источники неопределенности измерения случайной природы, а также смещения, связанные со значением коэффициента K (см. таблицу 1), и не учитывают инструментальную неопределенность (см. IEC 1043), а также неопределенность, связанную установкой, креплением и нестабильностью работы источника.

Примечание 6 — В настоящее время недостаточно данных, чтобы оценить неопределенность измерений в полосах частот ниже третьоктавной полосы со среднегеометрической частотой 50 Гц. При оценке корректированного по А уровня звуковой мощности рассматривается только диапазон частот измерений, охватываемый третьоктавными (октавными) полосами со среднегеометрическими частотами от 50 (63) до 6300 (4000) Гц. Расчеты корректированного по А уровня звуковой мощности по результатам измерений в указанных полосах частот будут корректными только при отсутствии значительного шума в полосах частот от 31 до 40 Гц и от 8 до 10 кГц. Шум в этих полосах считается значительным, если после применения частотной коррекции по характеристике А их суммарный уровень звуковой мощности после добавления 6 дБ будет превышать полученное значение корректированного по А уровня звуковой мощности в указанном диапазоне частот измерений. Если коррекция по частотной характеристике А используется для более узкого диапазона частот измерений, то применяемый диапазон частот измерений указывают в соответствии с 10.6, перечисление b).

Неопределенность измерения уровня звуковой мощности зависит от характера звукового поля, создаваемого источником, звуковых полей сторонних источников, поглощения звука испытуемым источником, а также от конкретной реализации процедуры измерений. В связи с этим в настоящем стандарте установлена предварительная процедура оценки показателей звукового поля на измерительной поверхности (см. приложение А). От результатов этой процедуры зависят дальнейшие действия в ходе испытаний (см. таблицу В.1).

Если цель испытаний состоит только в определении корректированного по А уровня звуковой мощности, то при расчетах допускается исключать из рассмотрения результаты измерений уровней звуковой мощности в полосах частот, в которых после применения коррекции по частотной характеристике А полученное значение будет на 10 дБ и более ниже значения в полосе частот, где оно максимально. Также допускается не рассматривать неопределенность измерений в исключаемых полосах частот.

5 Акустические условия

5.1 Критерий соответствия требуемым условиям испытаний

Условия испытаний должны позволять выполнить измерения интенсивности звука с применением соответствующего оборудования по IEC 1043. Дополнительно они должны удовлетворять требованиям 5.2—5.5.

5.2 Шум сторонних источников

5.2.1 Уровень интенсивности звука сторонних источников

Шум сторонних источников (внешний шум), выраженный через уровень интенсивности звука, не должен препятствовать выполнению измерений с заданной точностью [см. формулу (В.2) приложения В]. Выполнение данного требования может быть обеспечено принятием мер по снижению внешнего шума или соответствующим выбором измерительной поверхности для снижения показателя F_{pI} до значения менее 10 дБ (см. А.2.1).

Примечание 7 — Если части испытуемого источника или источник в целом обладают большим звукопоглощением, то значительный шум от сторонних источников может привести к занижению оценки его звуковой мощности. В приложении D приведены рекомендации, как оценить это занижение, если испытуемый источник допускает возможность его отключения.

5.2.2 Нестабильность источников внешнего шума

Следует принять меры, чтобы свести до минимума изменчивость шума сторонних источников. Этого можно добиться, например, отключением источников внешнего шума, которые не являются необходимыми для работы испытуемого источника, или выбором подходящего времени измерений.

5.3 Ветер и газовые потоки

Нежелательные последствия воздействия потоков воздуха и завихрений в них на результаты измерений интенсивности звука рассмотрены в приложении С. При наличии воздушных потоков на измерительной поверхности следует для защиты акустического зонда использовать ветрозащитный экран.

Не допускается проведение измерений в присутствии, в непосредственной близости от акустического зонда ветра или газовых потоков более сильных, чем это допускает изготовитель измерительной системы. Рекомендуется непосредственными измерениями подтвердить, что максимальная скорость потоков воздуха (после сглаживания порывов ветра) не превышает 4 м/с. Если это невозможно, то для подтверждения возможности проведения испытаний в данных условиях ветра и газовых потоков выполняют следующую процедуру.

Выбирают сегмент измерительной поверхности, на которой порывы ветра можно считать максимальными. С применением метода сканирования по 8.1 двумя сканированиями определяют усредненный по сегменту уровень нормальной составляющей интенсивности звука L_{I_n}. Проверяют выполнение критерия 3 по В.1.3. Не допускается определение уровней звуковой мощности в соответствии с настоящим стандартом в тех полосах частот, для которых критерий 3 не выполнен. Измерения могут быть продолжены только после достижения соответствия данному критерию.

5.4 Температура

Акустический зонд не следует размещать на расстоянии ближе 20 мм от тел с температурой, существенно отличающейся от температуры окружающего воздуха.

Примечание 8 — Наличие градиента температуры вдоль оси акустического зонда может вызвать появление зависящих от времени изменений передаточных функций микрофонов зонда (индивидуальных для каждого микрофона), которые приведут к систематической ошибке в оценке интенсивности звука.

5.5 Конфигурация испытательного пространства

Во время проведения измерений конфигурацию испытательного пространства следует по мере возможности сохранять неизменной. Это условие особенно важно, если в шуме испытуемого источника присутствует ясно выраженная тональная составляющая. При невозможности выполнения данного условия все изменения в испытательном пространстве отражают в протоколе испытаний. Во время измерений оператор не должен находиться на оси или вблизи оси акустического зонда. По возможности все посторонние объекты следует удалить из области вблизи источника.

5.6 Атмосферные условия

Давление и температура воздуха влияют на его плотность и скорость звука. Для применяемых средств измерений по IEC 1043 должна быть определена чувствительность к факторам внешней среды. При необходимости в результаты измерений вносят соответствующие поправки.

6 Средства измерений

6.1 Общие положения

Для измерений интенсивности звука применяют измерительное оборудование, включая акустический зонд, класса 1 или 2 по IEC 1043. При выполнении измерений техническим методом применяют оборудование класса 1, ориентировочным методом — класса 1 или 2. Перед проведением измерений

интенсивности звука в измерительное оборудование вносят регулировки для соответствия атмосферным условиям (давлению и температуре) согласно IEC 1043. Для каждой полосы частот измерений регистрируют значение показателя «давление — остаточная интенсивность» в соответствии с IEC 1043.

6.2 Калибровка и проверка на месте

Измерительное оборудование, включая акустический зонд, подлежит поверке по IEC 1043 в уполномоченной лаборатории не реже одного раза в год. Допускается увеличить межповерочный интервал до двух лет, если при каждом определении уровня звуковой мощности выполняют проверку калибровки оборудования с помощью интенсиметрического калибратора. Результаты проверки регистрируют согласно 10.5.

Перед каждой серией измерений проверяют работоспособность измерительного оборудования в соответствии с указаниями изготовителя. При отсутствии таких указаний выполняют процедуры по 6.2.1 и 6.2.2.

6.2.1 Проверка цепи измерений звукового давления

Проверку выполняют для каждого микрофона акустического зонда с использованием калибратора класса 0, 1, OL или 1L[1)] по IEC 942.

6.2.2 Проверка цепи измерений интенсивности звука

Располагают акустический зонд на измерительной поверхности, ориентируя его ось в направлении нормали к поверхности, в точке, где интенсивность звука выше средней по поверхности. Измеряют уровень нормальной составляющей интенсивности звука во всех полосах частот измерений. Поворачивают акустический зонд на 180° вокруг оси, перпендикулярной к оси измерений, и совмещают его акустический центр с положением акустического центра при первом измерении. Снова измеряют интенсивность звука. Закрепляют акустический зонд в первоначальном положении (до вращения). Для максимальных уровней в третьоктавных или октавных полосах полученные два значения I_n должны иметь противоположные знаки, а разность между их модулями должна быть менее 1,5 дБ для каждой из полос.

7 Установка и режим работы источника шума

7.1 Общие положения

Для машин и оборудования конкретных видов установку источника осуществляют согласно соответствующему испытательному коду по шуму или, если такой документ отсутствует, способом, соответствующим его обычному применению. Следует определить все причины возможной изменчивости испытуемого источника, источников внешнего шума и испытательного пространства.

7.2 Режим работы испытуемого источника

При наличии испытательного кода по шуму руководствуются установленными в нем требованиями к условиям работы источника во время испытаний, а при его отсутствии испытания проводят в одном или нескольких из следующих режимов работы:

a) в заданном режиме работы при заданной нагрузке;
b) при максимальной нагрузке, если она отличается от указанной в перечислении a);
c) на холостом ходу;
d) в типовом режиме работы, когда шум источника максимален;
e) в заданном режиме работы с моделируемой нагрузкой;
f) с воспроизведением типового рабочего цикла.

8 Измерения уровней нормальной составляющей интенсивности звука

Общая схема процедуры измерений показана на рисунке B.1.

[1)] *В IEC 60942:2017 указанным классам соответствуют классы LC, 1, LC/M и 1/M.*

8.1 Сканирование

Сканирование выполняют вручную или с применением механического устройства. Вклад шума этого устройства в общий уровень нормальной составляющей интенсивности звука должен быть не менее чем на 20 дБ ниже вклада от испытуемого источника шума.

Акустический зонд непрерывно перемещают вдоль заданных траекторий на каждом сегменте выбранной измерительной поверхности. Для каждого сегмента измеряют интенсивность звука и уровень звукового давления на интервале длительности T. В процессе сканирования скорость движения акустического зонда (максимально близко к заданной траектории) поддерживают постоянной, а его ось — перпендикулярной к измерительной поверхности. Применение механического устройства сканирования позволяет соблюсти данное требование для измерительной поверхности любой формы.

В случае ручного сканирования для поверхности сложной формы (например, двойной кривизны) выполнение указанного требования затруднительно. Поэтому для ручного сканирования выбирают поверхности простой формы (см. приложение Е). Основным элементом траектории сканирования является отрезок прямой. Траектория сканирования должна равномерно покрывать поверхность каждого сегмента (см. пример на рисунке 1). Среднее расстояние между соседними отрезками прямой на траектории сканирования должно быть постоянным и не должно превышать расстояния от поверхности сегмента до поверхности испытуемого источника шума.

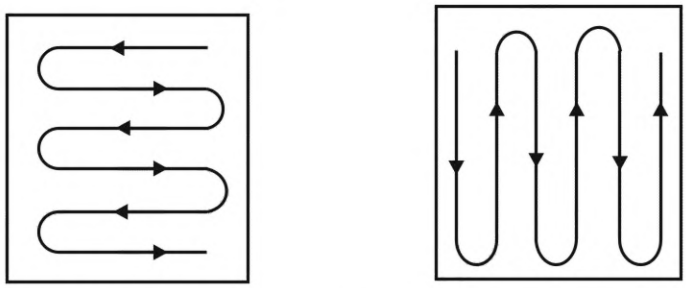

Рисунок 1 — Две ортогональные траектории сканирования на одном сегменте

Ручное сканирование выполняют на скорости из диапазона от 0,1 до 0,5 м/с, сканирование с применением механического устройства — на скорости из диапазона от 0 до 1 м/с.

Длительность перемещения по одной траектории сканирования не должна быть менее 20 с. Усреднение по времени начинают с начала сканирования по первому сегменту и завершают с завершением сканирования по этому сегменту (см. приложение Е).

Примечание 9 — Если на пути движения акустического зонда обнаруживается какое-либо препятствие, то процедуру усреднения по времени приостанавливают на время преодоления этого препятствия.

При выполнении ручного сканирования оператор не должен стоять перед сегментом, по которому проходит сканирование, а должен располагаться сбоку от него, чтобы не препятствовать излучению звука от источника в направлении данного сегмента. При сканировании механическим устройством поперечное сечение устройства, рассеивающее звук, должно быть минимальным, чтобы не допустить существенного влияния устройства на результат измерений.

Примечание 10 — Если обнаружено, что показатель поля F_{pI} превышает 10 дБ, то существует большая вероятность, что критерий 3 по В.1.3 не будет выполнен при скорости сканирования более 0,25 м/с даже в случае стационарного звукового поля.

8.2 Начальный выбор измерительной поверхности

Определяют измерительную поверхность вокруг испытуемого источника. Для удобства в эту поверхность можно включать участки поверхностей реальных объектов, не поглощающих звук (с коэффициентом поглощения в диффузном поле менее 0,06), таких как бетонный пол или кирпичная стена. На таких участках измерения не проводят, а площади этих участков не учитывают при расчете уровня звуковой мощности источника [см. формулу (6)].

Измерительную поверхность делят не менее чем на четыре сегмента. Форму каждого сегмента выбирают такой, чтобы иметь возможность точно рассчитать его площадь (см. приложение Е), а также

выполнить сканирование по заданной траектории на сегменте при сохранении требуемого положения оси акустического зонда. В случае ручного сканирования рекомендуется выбирать поверхность плоской или слегка закругленной формы. Примеры разбиения измерительной поверхности на плоские сегменты приведены на рисунке Е.1.

Сегменты выбирают с учетом геометрии источника, его отдельных частей, материала, соединений, отверстий и т. д. Если известно, что основная часть общей звуковой мощности источника излучается из конкретной области(ей) источника, сегменты выбирают так, чтобы по возможности разделить области с излучением звука выше и ниже среднего. При выборе сегментов стараются также отделить друг от друга участки измерительной поверхности, для которых парциальная звуковая мощность положительна и отрицательна. Размеры каждого сегмента должны позволять выполнить сканирование по заданной траектории с постоянной скоростью при постоянной плотности линий сканирования и с сохранением направленности оси зонда перпендикулярно к поверхности сегмента.

Если испытуемый источник имеет форму протяженной плиты или вибрирующей оболочки, то среднее расстояние от сегмента до поверхности источника не должно быть более 200 мм. Для компактных источников малых размеров это расстояние может быть уменьшено до 100 мм. В этом случае код «а» из таблицы В.1 (см. также рисунок В.1) не применяют.

8.3 Начальный этап измерений

Выполняют измерения уровней нормальной составляющей интенсивности звука и звукового давления, усредненных по каждому сегменту на поверхности, выбранной в соответствии с 8.2, в каждой полосе частот измерений.

8.3.1 Повторяемость измерений парциальной звуковой мощности

В случае технического метода измерений выполняют два отдельных сканирования по каждому сегменту и регистрируют уровни парциальной звуковой мощности $L_{Wi}(1)$ и $L_{Wi}(2)$ для всех полос частот измерений. Траектории сканирования на сегменте по возможности должны быть ортогональны друг другу (т. е. одну получают из другой поворотом на 90°) (см. рисунок 1). Разность в полученных уровнях парциальной звуковой мощности используют в соответствии с В.1.3 [формула (В.3)] для проверки по критерию 3. Если критерий не выполнен, пытаются выяснить и устранить причину слишком большой разности для результатов измерений по двум ортогональным траекториям. Если это сделать не удается, переходят к выполнению процедуры по В.2.

Измерения на сегментах и в полосах частот, для которых не выполнен критерий 3, не могут быть использованы для определения уровней парциальной звуковой мощности в соответствии с настоящим стандартом. В этом случае в протоколе испытаний указывают, что неопределенность измерения уровня звуковой мощности в данных полосах частот превышает указанную в таблице 2 для выбранного класса точности измерений. Если при этом для любой полосы частот измерений сумма парциальных уровней звуковой мощности по сегментам, на которых критерий 3 не выполнен, меньше уровня звуковой мощности, определенного по другим сегментам, на 10 дБ и более, то считают, что измерение уровня звуковой мощности источника шума соответствует требованиям настоящего стандарта.

8.3.2 Оценка возможностей измерительного оборудования

Оценивают показатель F_{pI} для всех полос частот измерений согласно А.2.1 [формула (А.1)] и подставляют полученные значения в формулу для проверки соответствия критерию 1 по В.1.1. Следует приложить все усилия, чтобы значения F_{pI} были менее 10 дБ.

8.3.3 Оценка вклада отрицательных парциальных звуковых мощностей

Оценивают показатель $F_{+|-}$ для всех полос частот измерений согласно А.2.2 [формула (А.2)] и подставляют полученные значения в формулу для проверки соответствия критерию 2 по В.1.2. Эта оценка необязательна в случае применения ориентировочного метода измерений.

8.4 Дополнительные процедуры

Если при выбранном техническом методе измерений все критерии (1, 2 и 3) согласно В.1 выполнены для всех полос частот измерений, то результаты, полученные согласно 8.3, рассматривают как окончательные. Если выбран ориентировочный метод измерений, то достаточно выполнения критериев 1 и 3. Если требуемые критерии не выполнены, переходят к выполнению процедуры по В.2. Выполняют измерения уровней нормальной составляющей интенсивности звука и соответствующих уровней звукового давления измерительной системой с измененной конфигурацией. Заново рассчитывают показатели F_{pI} и $F_{+/-}$, после чего сопоставляют их с критериями по В.1. При необходимости снова переходят к

процедуре по В.2. Данную последовательность действий продолжают до тех пор, пока критерии по В.1 не будут выполнены. Если достичь соответствия установленным критериям не удается, то фиксируют отсутствие результата измерений с указанием причин.

9 Расчет уровня звуковой мощности

9.1 Расчет парциальных звуковых мощностей

Рассчитывают парциальную звуковую мощность P_i для каждого i-го сегмента измерительной поверхности по формуле

$$P_i = \langle I_{ni} \rangle S_i, \tag{12}$$

где $\langle I_{ni} \rangle$ — усредненная по i-му сегменту измерительной поверхности нормальная составляющая интенсивности звука с соответствующим знаком,

$$\langle I_{ni} \rangle = [\langle I_{ni}(1) \rangle + \langle I_{ni}(2) \rangle]/2;$$

$\langle I_{ni}(1) \rangle$ и $\langle I_{ni}(2) \rangle$ — значения нормальной составляющей интенсивности звука, усредненной по траектории сканирования (1) и (2) соответственно для i-го сегмента;

S_i — площадь i-го сегмента измерительной поверхности.

Если уровень нормальной составляющей интенсивности звука записан с положительным знаком в формате XX дБ, то рассчитывают I_{ni} по формуле

$$I_{ni} = I_0(10^{XX/10}).$$

Если уровень нормальной составляющей интенсивности звука записан с отрицательным знаком в формате (–)XX дБ, то рассчитывают I_{ni} по формуле

$$I_{ni} = -I_0(10^{XX/10}).$$

В этих формулах $I_0 = 10^{-2}$ Вт · м$^{-2}$.

Примечание 11 — Если $\langle I_{ni}(1) \rangle$ и $\langle I_{ni}(2) \rangle$ записаны в логарифмическом масштабе, то для расчета I_{ni} допускается их арифметическое суммирование при условии выполнения критерия 3 по В.1.3.

Примечание 12 — Если целью измерений является определение корректированного по А уровня звуковой мощности, то уровни нормальной составляющей интенсивности звука $L_{I_{ni}}$ получают с применением частотной характеристики А.

9.2 Расчет уровня звуковой мощности источника шума

Уровень звуковой мощности источника шума L_W, дБ, в каждой полосе частот рассчитывают по формуле

$$L_W = 10 \lg \left| \sum_{i=1}^{N} P_i / P_0 \right|, \tag{13}$$

где N — общее число сегментов на измерительной поверхности;

P_i — парциальная звуковая мощность для каждого i-го сегмента, рассчитанная по формуле (12), Вт;

P_0 — опорная звуковая мощность, $P_0 = 10^{-12}$ Вт.

Если сумма в формуле (13) для какой-либо полосы частот отрицательна, то для этой полосы уровень звуковой мощности методами настоящего стандарта определен быть не может.

10 Регистрируемая информация

В ходе измерений, выполненных в соответствии с настоящим стандартом, должна быть зарегистрирована следующая информация.

10.1 Испытания

Дата и место проведения испытаний.

10.2 Испытуемый источник шума

a) тип;
b) технические характеристики;
c) габаритные размеры;
d) изготовитель;
e) порядковый номер по системе нумерации изготовителя;
f) год выпуска;
g) описание источника (включая основные размеры и текстуру поверхности);
h) качественное описание шума источника (есть ли тональные составляющие, степень изменчивости);
i) условия монтажа;
j) режимы работы при испытаниях.

10.3 Акустические условия

a) описание испытательного пространства:
- если испытания проводят в помещении — геометрия и материал внутренних поверхностей,
- если испытания проводят на открытом воздухе — схема с указанием расположения испытуемого источника шума и приведением физических характеристик окружающей среды;

b) температура воздуха, °C, давление, Па, относительная влажность воздуха;
c) средняя скорость и направление ветра (при необходимости);
d) любые источники нестабильности условий испытаний и принятые меры уменьшения влияния сторонних источников или значительной реверберации;
e) качественное описание потоков газа (воздуха) и степени их стабильности.

10.4 Средства измерений

a) данные об измерительной аппаратуре (изготовитель, наименование, тип, порядковый номер по системе нумерации изготовителя, конфигурация акустического зонда);
b) методы калибровки и проверки работоспособности на месте;
c) дата и место выполнения поверок;
d) модель ветрозащитного экрана;
e) показатель «давление — остаточная интенсивность» в соответствии с IEC 1043.

10.5 Процедура измерений

a) описание системы крепления сканирующего механизма и акустического зонда;
b) описание цикла сканирования, включая траекторию и скорость;
c) количественное описание измерительной поверхности и сегментов (их расположение, нумерация, площадь) с приложением чертежа;
d) среднее время измерений на каждом сегменте;
e) описание мер, требуемых для повышения точности измерений.

10.6 Акустические данные

a) значения показателей поля F_{pI} для технического и ориентировочного метода измерений и $F_{+|-}$ для технического метода измерений в каждой полосе частот измерений уровня звуковой мощности, определенные по каждой серии измерений для каждой измерительной поверхности;
b) значения уровней звуковой мощности в каждой полосе частот измерений. Если измерения были проведены с целью определения корректированного по A уровня звуковой мощности, то из расчета исключают полосы частот, в которых не были выполнены критерии 1 и/или 2, с указанием этих

полос, за исключением случая, когда вклад этих полос в общий расчет корректированного по А уровня звуковой мощности пренебрежимо мал (см. 4.3);

c) результаты проверки по 6.2.2.

10.7 Класс точности метода определения уровня звуковой мощности

Класс точности метода в соответствии с таблицей 2 (определенный для последнего этапа измерений). Если измерения указанного класса точности могли быть проведены только в ограниченном диапазоне частот, то об этом делают соответствующую пометку [см. 10.6, перечисление b)].

Приложение А
(обязательное)

Вычисление показателей звукового поля

А.1 Общие положения

Показатели поля F_{pI} и $F_{+|-}$ определяют для каждой измерительной поверхности и заданных на ней сегментах во всех полосах частот, используемых для определения уровней звуковой мощности.

Примечание 13 — Для ориентировочного метода измерений определение показателя $F_{+/-}$ необязательно.

А.2 Определение значений показателей поля

А.2.1 Показатель «давление — интенсивность»

Показатель «давление — интенсивность» F_{pI}, дБ, рассчитывают по формуле

$$F_{pI} = [L_p] - L_W + 10\lg(S/S_0), \quad (A.1)$$

где $[L_p]$ — уровень звукового давления, дБ, усредненный по измерительной поверхности и определяемый по формуле

$$\left[L_p\right] = 10\lg\left[(1/S_0)\sum_{i=1}^{N} S_i 10^{0,1L_{pi}}\right];$$

L_W — уровень звуковой мощности, рассчитанный по формуле (13);

S — общая площадь измерительной поверхности, м^2, составленной из N сегментов, каждый площадью S_i, $S = \sum_{i=1}^{N} S_i$;

$$S_0 = 1\text{м}^2.$$

Примечание 14 — Показатель F_{pI} эквивалентен показателю F_3 из [13] в случае, когда все сегменты имеют одинаковую площадь.

А.2.2 Показатель отрицательной парциальной мощности

Показатель отрицательной парциальной мощности $F_{+|-}$, дБ, рассчитывают по формуле

$$F_{+/-} = 10\lg\left(\frac{\sum|P_i|}{\sum P_i}\right), \quad (A.2)$$

где $|P_i|$ и P_i — в соответствии с 3.6.

Примечание 15 — Показатель $F_{+|-}$ эквивалентен разности показателей $F_3 - F_2$ из [13] в случае, когда все сегменты имеют одинаковую площадь.

Приложение В
(обязательное)

Оценка точности метода измерений

В.1 Критерии оценки

На начальном этапе измерений в соответствии с настоящим стандартом условия звукового поля на первоначально выбранной измерительной поверхности могут варьироваться в широких пределах. Чтобы убедиться в том, что неопределенность измерения уровней звуковой мощности не превысит установленных оценок сверху, следует проверить соответствие выбранного измерительного оборудования, а также соответствие выбранных характеристик измерений (измерительной поверхности, расстояния до источника, траекторий сканирования) условиям звукового поля. Общая схема проверки показана на рисунке В.1.

В.1.1 Проверка измерительного оборудования

Выбранная измерительная поверхность будет пригодна для измерений уровня звуковой мощности имеющимся измерительным оборудованием в соответствии с настоящим стандартом, если показатель динамической способности L_d, дБ, измерительного оборудования (см. 3.12) превышает значение показателя поля F_{pl}, дБ, определенного в соответствии с А.2.1, в каждой полосе частот измерений.

Таким образом, критерий 1 имеет вид

$$L_d > F_{pl}. \quad (В.1)$$

При несоблюдении данного критерия следует предпринять действия в соответствии с таблицей 1 и рисунком 1.

В.1.2 Предельное значение отрицательной парциальной звуковой мощности

Если уровни звуковой мощности должны быть определены с точностью технического метода, то в отношении показателя $F_{+/-}$, дБ, должен быть выполнен критерий 2

$$F_{+/-} \le 3. \quad (В.2)$$

Примечание 16 — Для ориентировочного метода измерений определение показателя $F_{+|-}$ необязательно.

В.1.3 Повторяемость измерений парциальной звуковой мощности

Для уровней парциальной мощности должно выполняться требование (критерий 3) в отношении результатов измерений $L_{Wi}(1)$ и $L_{Wi}(2)$ (см. 8.3.1) для всех полос частот измерений

$$|L_{Wi}(1) - L_{Wi}(2)| \le s, \quad (В.3)$$

где значение s должно быть взято из таблицы 2.

В.2 Действия, предпринимаемые для повышения точности метода

Если проверки по В.1 не подтвердили соответствие условий измерений требуемой точности метода, то выполняют действия в соответствии с таблицей В.1.

Таблица В.1 — Действия, предпринимаемые для повышения точности метода

Вид несоответствия	Требуемое действие (код)	Содержание действия
$F_{pl} > L_d$ и $F_{+/-} > 3$	a	Сократить наполовину среднее расстояние от измерительной поверхности до источника, но чтобы оно было не менее 100 мм, и удвоить плотность линий сканирования
	или b	Огородить экраном измерительную поверхность от сторонних источников шума
	или f	Устранить нежелательное влияние реверберации звука посредством добавления в испытательное пространство звукопоглощающих поверхностей в удалении от источника

Окончание таблицы В.1

Вид несоответствия	Требуемое действие (код)	Содержание действия
$F_{pl} > L_d$ и $F_{+/-} \leq 3$	a	Сократить наполовину среднее расстояние от измерительной поверхности до источника, но чтобы оно было не менее 100 мм и удвоить плотность линий сканирования
	или f	Устранить нежелательное влияние реверберации звука посредством добавления в испытательное пространство звукопоглощающих поверхностей в удалении от источника
$\|L_{Wi}(1) - L_{Wi}(2)\| > s$	c	Выявить и устранить причины изменений звукового поля во времени
	или d	Удвоить плотность линий сканирования на сегменте
$\|L_{Wi}(1) - L_{Wi}(2)\| > s$ и $F_{+\|-} \leq 1$	e	Удвоить среднее расстояние от измерительной поверхности до источника при сохранении той же плотности линий сканирования

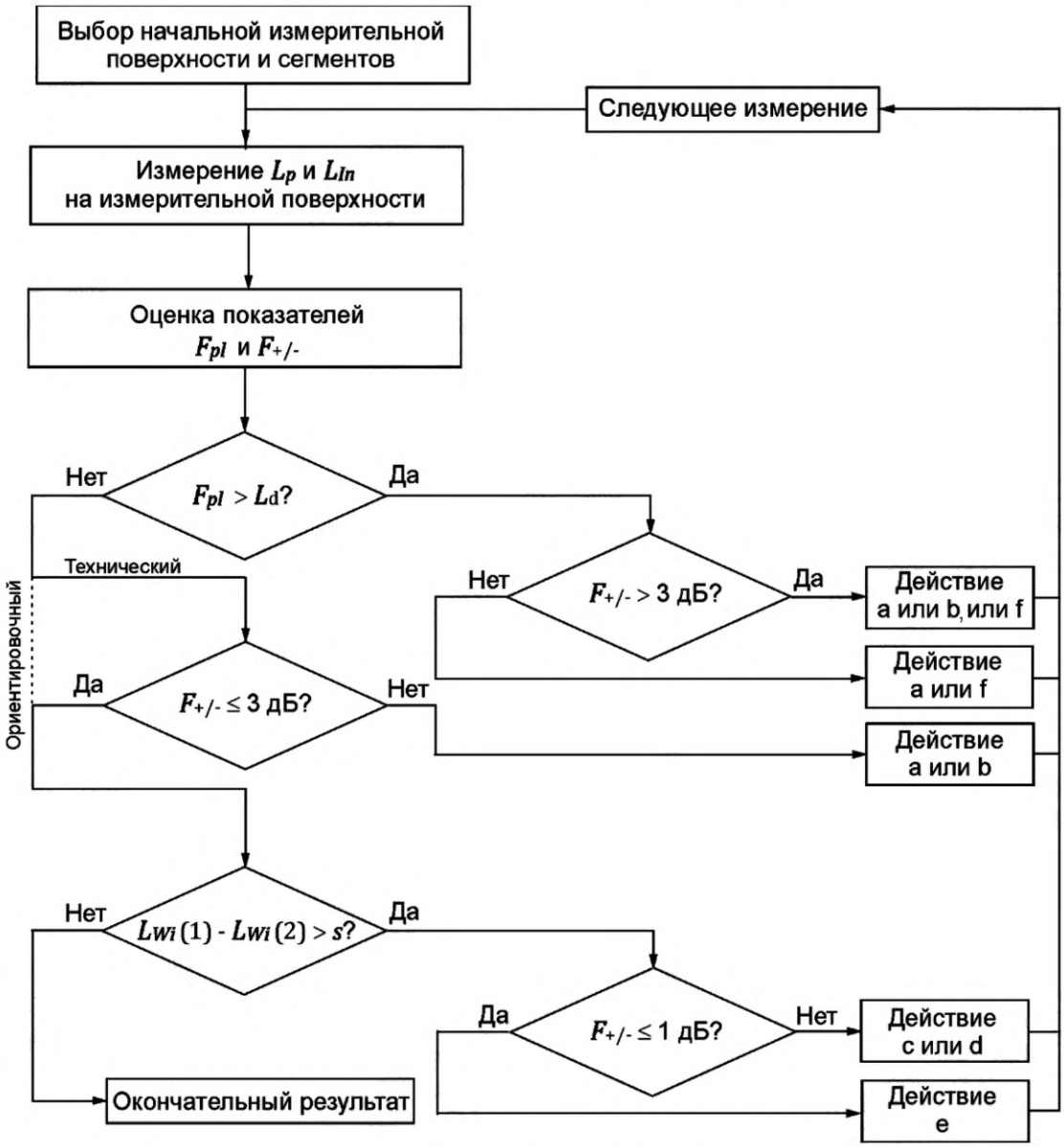

Рисунок В.1 — Алгоритм достижения необходимой точности измерений

Приложение С
(справочное)

Влияние потоков воздуха на измерения интенсивности звука

В процессе измерений акустический зонд может подвергаться воздействию воздушного потока, например если измерения проводят в ветреную погоду вне помещения или вблизи вентиляторов внутри помещения. Теоретические основы измерений интенсивности звука не предполагают возможности их проведения в присутствии постоянных потоков газа, однако возникающими при этом ошибками измерений можно пренебречь при малых значениях числа Маха (менее 0,05) (исключая случай реактивного звукового поля). Более существенные ошибки могут быть связаны с неустойчивостью потока (турбулентностью).

Турбулентность может присутствовать в потоке, обтекающем акустический зонд, или может быть вызвана самим введением зонда. Флуктуации потока, свойственные турбулентности, определяются изменениями давления в движущейся среде. Эти флуктуации имеют неакустическую природу и, как правило, не коррелированы с изменениями звукового давления, вызванными испытуемым источником шума. Тем не менее, они регистрируются микрофоном, и в результирующим сигнале их невозможно отличить от флуктуаций звукового давления. Турбулентность переносится со скоростью, близкой к средней по времени скорости потока, но содержит вихри, размеры которых значительно меньше длины волны типичной звуковой частоты, вследствие чего пространственные градиенты давления в турбулентности могут значительно превышать градиенты давления в звуковых волнах. Поэтому соответствующие скорости колебаний частиц среды потока могут значительно превышать их скорости в типичных звуковых полях. Следствием этого может быть генерирование измерительным оборудованием сильного ложного сигнала интенсивности звука.

Применение ветрозащитного экрана позволяет существенно стабилизировать поток непосредственно в области чувствительного элемента микрофона. Вследствие низких скоростей переноса турбулентности связанные с ней давления на внешней стороне экрана практически не передаются внутрь, в ту область, где находится чувствительный элемент микрофона, в то время как звуковые волны экран ослабляет лишь незначительно. В этом состоит принцип селективного действия ветрозащитного экрана.

Однако следует иметь в виду, что селективные возможности ветрозащитного экрана ограничены. Высокоинтенсивные турбулентные флуктуации им полностью не подавляются, и низкочастотная крупномасштабная турбулентность ослабляется им меньше, чем высокочастотная мелкомасштабная. Так как частотные спектры ветровых волн и турбулентности, создаваемой вентилятором, быстро спадают с увеличением частоты, то наибольшему влиянию турбулентности подвержены результаты измерений интенсивности звука в низкочастотной области (обычно ниже 200 Гц).

Масштаб и частота турбулентности сильно зависят от природы ее зарождения, поэтому невозможно учесть все возможные ситуации при измерениях интенсивности звука в условиях потока среды. Поскольку среднеквадратическое значение турбулентных флуктуаций давления растет пропорционально квадрату средней скорости потока, в качестве общего средства применяют звукопоглощающие ограждения области измерений для уменьшения средней скорости потока.

Следует отметить, что сохранение высокого уровня интенсивности звука или даже его относительный рост в области низких частот (менее 100 Гц) является опасным признаком, если только аналогичным образом не ведет себя уровень звукового давления и нет объективных свидетельств того, что шум испытуемого источника является преимущественно низкочастотным. Другим качественным признаком «загрязнения» сигнала интенсивности звука турбулентностью является высокая нестабильность измеряемых уровней интенсивности звука и колебательной скорости частиц. Когерентность между сигналами микрофонов акустического зонда не является надежным свидетельством отсутствия шума турбулентности, поскольку низкочастотные крупномасштабные турбулентные флуктуации давления могут быть сильно коррелированы на расстояниях, типичных для расстояний между микрофонами. Важным нежелательным эффектом турбулентности потока воздуха в области измерений является также уменьшение динамического диапазона измерений интенсивности звука.

Приложение D
(рекомендуемое)

Влияние поглощения звука внутри измерительной поверхности

Если испытуемый источник шума обладает значительным звукопоглощением (например, имеет элементы из теплоизоляционных и/или звукопоглощающих материалов) и если полученное значение показателя поля F_{pI} превышает 3 дБ, то следует проверить влияние звукопоглощения на результат измерений полной звуковой мощности источника. Это можно сделать при условии, что работа источника шума может быть остановлена. Если шум сторонних источников при этом остался неизменным, то уровень поглощаемой звуковой мощности $L_{W,\,abs}$ может быть определен непосредственно по измерениям интенсивности звука на поверхности, охватывающей испытуемый источник, методами настоящего стандарта с определением $L_{W,\,abs}$ по формуле (13). Если шум сторонних источников при остановленном испытуемом источнике прекращается, то можно выполнить грубую оценку поглощаемой звуковой мощности, применяя внешний источник шума, способный создать на измерительной поверхности такие же уровни звука, что и рассматриваемые сторонние источники.

Влиянием звукопоглощения можно пренебречь при выполнении условия

$$L_W - L_{W,\,abs} \geq K, \tag{D.1}$$

где L_W — уровень звуковой мощности работающего источника, определяемый по формуле (13), дБ;

$L_{W,\,abs}$ — уровень поглощенной звуковой мощности при остановленном источнике, определяемый по формуле (13), дБ;

K — коэффициент, определяемый по таблице 1.

В противном случае следует принять меры по снижению интенсивности звука от сторонних источников или экранировать от них измерительную поверхность.

Приложение Е
(рекомендуемое)

Измерительная поверхность и процедура сканирования

Определение звуковой мощности источника шума через интенсивность звука требует измерений составляющей интенсивности, перпендикулярной к измерительной поверхности, полностью охватывающей испытуемый источник. При этом основными источниками неопределенности измерения являются применяемое оборудование для измерений и анализа сигналов, а также процедура выборки (сканирования). Следуя рекомендациям настоящего приложения, можно обеспечить точность получаемых результатов, соответствующую техническому методу измерений (см. таблицу 2).

Измерительную поверхность рекомендуется выбирать таким образом, чтобы обеспечить легкость процесса сканирования и в то же время минимизировать влияние сторонних источников шума и ближнего поля источника. Траектории сканирования задаются прямыми линиями, а ориентация акустического зонда остается неизменной во время прохождения каждого прямолинейного участка траектории сканирования. Следует избегать использования траекторий сканирования, участки которых лежат в плоскости нормали к измерительной поверхности, поскольку при этом ориентация зонда будет постоянно изменяться.

Измерительная поверхность, элементы поверхности и маршрут сканирования должны выбираться а соответствии с геометрией источника и окружающих его объектов согласно 7.2. При этом рекомендуется использовать плоские сегменты, приблизительно равноотстоящие от поверхности источника (см. рисунок Е.1).

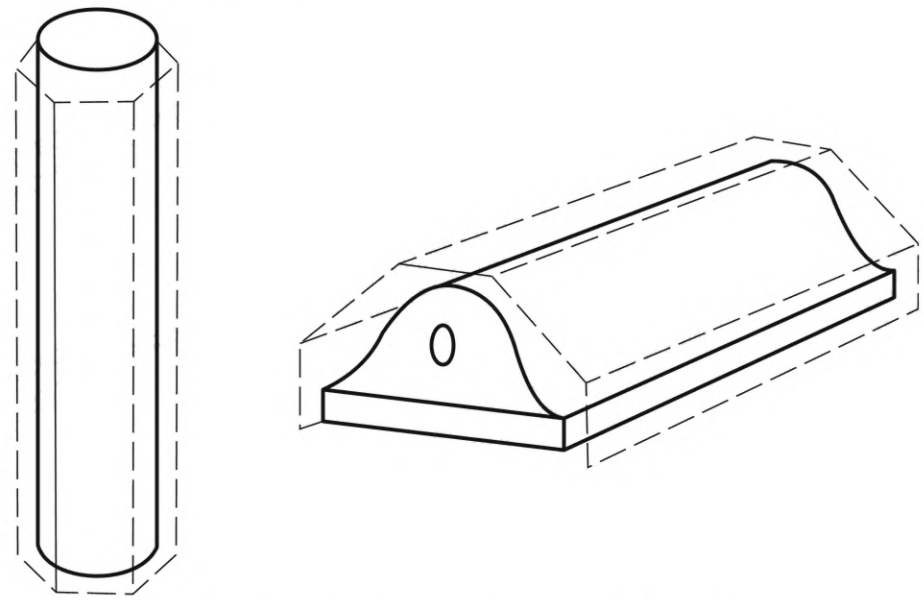

Рисунок Е.1 — Измерительные поверхности с плоскими сегментами

Сегменты определяют таким образом, чтобы сканирование по ним был удобно выполнять с постоянной скоростью и равномерной плотностью линий сканирования при сохранении положения оси акустического зонда перпендикулярно к измерительной поверхности в точке сканирования. Поворот в конце линии сканирования может вызвать ошибку при усреднении по поверхности, переоценке вклада от ребра (края поверхности). Необходимо применять меры для поддержания постоянной скорости сканирования на всей траектории сканирования.

Если измерительное оборудование допускает интегрирование только на интервалах времени заданной длины, то следует стремиться минимизировать интервал между окончанием сканирования по сегменту и окончанием операции интегрирования.

Требования к выбору траектории сканирования, поддержанию постоянной скорости сканирования и равномерной плотности линий сканирования, а также ориентации оси акустического зонда важны в равной степени. Чрезмерное внимание к соблюдению только одного или некоторых из этих требований может негативно сказаться на общей точности измерений.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта
IEC 942[1)]	—	*, 2)
IEC 1043[3)]	—	*
* Соответствующий межгосударственный стандарт отсутствует. До его принятия рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта.		

[1)] Заменен на IEC 60942.

[2)] В Российской Федерации действует ГОСТ Р МЭК 60942—2025 «Калибраторы акустические. Технические требования и требования к испытаниям».

[3)] Заменен на IEC 61043.

Библиография

[1] ISO 3740:1980[1)], Acoustics — Determination of sound power levels of noise sources — Guidelines for the use of basic standards and for the preparation of noise test codes (Акустика. Определение уровней звуковой мощности источников шума. Руководство по применению базовых стандартов и разработке испытательных кодов по шуму)

[2] ISO 3741:1988[2)], Acoustics — Determination of sound power levels of noise sources — Precision methods for broad-band sources in reverberation rooms (Акустика. Определение уровней звуковой мощности источников шума. Точные методы для широкополосных источников в реверберационных помещениях)

[3] ISO 3742:1988[3)], Acoustics — Determination of sound power levels of noise sources — Precision methods for discrete-frequency and narrow-band sources in reverberation rooms (Акустика. Определение уровней звуковой мощности источников шума. Точные методы для тональных и узкополосных источников в реверберационных помещениях)

[4] ISO 3743-2:1994[4)], Acoustics — Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure — Engineering methods for small, movable sources in reverberant fields — Part 2: Methods for special reverberation test rooms (Акустика. Определение уровней звуковой мощности источников шума по звуковому давлению. Технические методы для малых переносных источников шума в реверберационных полях. Часть 2. Методы для реверберационных камер)

[5] ISO 3744:1994[5)], Acoustics — Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure — Engineering method in an essentially free field over a reflecting plane. (Акустика. Определение уровней звуковой мощности источников шума по звуковому давлению. Технический метод в существенно свободном звуковом поле над звукоотражающей плоскостью)

[6] ISO 3745:1977[6)], Acoustics — Determination of sound power levels of noise sources — Precision methods for anechoic and hemi-anechoic test rooms (Акустика. Определение уровней звуковой мощности источников шума. Точные методы для заглушенных и полузаглушенных камер)

[7] ISO 3746:1995[7)], Acoustics — Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure — Survey method using an enveloping measurement surface over a reflecting plane (Акустика. Определение уровней звуковой мощности источников шума по звуковому давлению. Ориентировочный метод с использованием измерительной поверхности над звукоотражающей плоскостью)

[1)] Заменен на ISO 3740:2019, Acoustics — Determination of sound power levels of noise sources — Guidelines for the use of basic standards (Акустика. Определение уровней звуковой мощности источников шума. Руководство по применению базовых стандартов).

[2)] Заменен на ISO 3741:2010, Acoustics — Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure — Precision methods for reverberation test rooms (Акустика. Определение уровней звуковой мощности и звуковой энергии источников шума по звуковому давлению. Точные методы для реверберационных камер).

[3)] Заменен на ISO 3741:2010.

[4)] Заменен на ISO 3743-2:2018.

[5)] Заменен на ISO 3744:2010, Acoustics — Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure — Engineering methods for an essentially free field over a reflecting plane (Акустика. Определение уровней звуковой мощности и звуковой энергии источников шума по звуковому давлению. Технический метод в существенно свободном звуковом поле над звукоотражающей плоскостью).

[6)] Заменен на ISO 3745:2012, Acoustics — Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure — Precision methods for anechoic test rooms and hemi-anechoic test rooms (Акустика. Определение уровней звуковой мощности и уровней звуковой энергии источников шума по звуковому давлению. Точные методы для заглушенных и полузаглушенных камер).

[7)] Заменен на ISO 3746:2010, Acoustics — Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure — Survey method using an enveloping measurement surface over a reflecting plane (Акустика. Определение уровней звуковой мощности и звуковой энергии источников шума по звуковому давлению. Ориентировочный метод с использованием измерительной поверхности над звукоотражающей плоскостью).

[8] ISO 3747:1987[1)], Acoustics — Determination of sound power levels of noise sources — Survey method using a reference sound source (Акустика. Определение уровней звуковой мощности источников шума. Ориентировочный метод с использованием образцового источника шума)

[9] ISO 5725-1:1994[2)], Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results — Part 1: General principles and definitions [Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Основные принципы и определения]

[10] ISO 7574-1:1985, Acoustics — Statistical methods for determining and verifying stated noise emission values of machinery and equipment — Part 1: General considerations and definitions (Акустика. Статистические методы определения и подтверждения заявленных шумовых характеристик машин и оборудования. Часть 1. Общие положения и определения)

[11] ISO 7574-4:1985, Acoustics — Statistical methods for determining and verifying stated noise emission values of machinery and equipment — Part 4: Methods for stated values for batches of machines (Акустика. Статистические методы определения и подтверждения заявленных шумовых характеристик машин и оборудования. Часть 4. Методы для заявленных характеристик партий машин)

[12] ISO/TR 7849:1987[3)], Acoustics — Estimation of airborne noise emitted by machinery using vibration measurement (Акустика. Оценка воздушного шума, излучаемого машинами, по результатам измерений вибрации)

[13] ISO 9614-1:1993, Acoustics — Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity — Part 1: Measurement at discrete points (Акустика. Определение уровней звуковой мощности источников шума по интенсивности звука. Часть 1. Измерения в дискретных точках)

[14] ISO 12001:1996, Acoustics — Noise emitted by machinery and equipment — Rules for the drafting and presentation of a noise test code (Акустика. Шум машин и оборудования. Правила построения и изложения испытательных кодов по шуму)

[1)] Заменен на ISO 3747:2010, Acoustics — Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure — Engineering/survey methods for use in situ in a reverberant environment (Акустика. Определение уровней звуковой мощности и звуковой энергии источников шума по звуковому давлению. Технический/ориентировочный метод в реверберационном звуковом поле на месте установки).

[2)] Заменен на ISO 5725-1:2023.

[3)] Заменен на ISO/TS 78491:2009, Acoustics — Determination of airborne sound power levels emitted by machinery using vibration measurement — Part 1: Survey method using a fixed radiation factor (Акустика. Определение уровня звуковой мощности воздушного шума, излучаемого машинами, по результатам измерений вибрации. Часть 1. Ориентировочный метод с использованием фиксированного коэффициента излучения) и ISO/TS 78492:2009, Acoustics — Determination of airborne sound power levels emitted by machinery using vibration measurement — Part 2: Engineering method including determination of the adequate radiation factor (Акустика. Определение уровня звуковой мощности воздушного шума, излучаемого машинами, по результатам измерений вибрации. Часть 2. Технический метод с измерением коэффициента излучения).

УДК 534.322.3.08:006.354 МКС 17.140.01 IDT

Ключевые слова: акустика, шум машин, интенсивность звука, уровень звуковой мощности, акустические измерения, сканирование, технический метод измерений, ориентировочный метод измерений

Редактор *Н.А. Аргунова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *М.И. Першина*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 26.02.2026. Подписано в печать 17.03.2026. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,72. Уч.-изд. л. 2,98.

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