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

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ ISO 9295— 2023

Акустика

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЕЙ ЗВУКОВОЙ МОЩНОСТИ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ШУМА, ИЗЛУЧАЕМОГО МАШИНАМИ И ОБОРУДОВАНИЕМ

(ISO 9295:2015, IDT)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2024

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 15 декабря 2023 г. № 64)

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	Узстандарт

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 декабря 2023 г. № 1735-ст межгосударственный стандарт ГОСТ ISO 9295—2023 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 июня 2024 г.

5 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ISO 9295:2015 «Акустика. Определение уровней звуковой мощности высокочастотного шума, излучаемого машинами и оборудованием» («Acoustics — Determination of high-frequency sound power levels emitted by machinery and equipment», IDT).

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

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, 2015
© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2024



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 1
3 Термины и определения 1
4 Требования соответствия 2
5 Требования к измерениям в реверберационной камере 2
6 Метод на основе измерения времени реверберации 4
7 Метод на основе расчетного звукопоглощения 5
8 Метод с использованием образцового источника шума 8
9 Метод с использованием свободного поля над звукоотражающей плоскостью 9
10 Расчет уровня звуковой мощности в нормальных условиях измерений 12
11 Неопределенность измерения 12
12 Регистрируемые данные 12
13 Протокол испытаний 14
Приложение А (обязательное) Расчет коэффициента затухания звука 15
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам 16
Библиография 17

Введение

Работа ряда машин и оборудования характеризуется излучением высокочастотного шума, который может быть как широкополосным (например, шум печатающих устройств), так и узкополосным или содержащим дискретные тоны (например, шум от импульсных источников питания, дисплеев или медицинского оборудования).

Настоящий стандарт устанавливает методы определения уровня звукового давления излучаемого шума в диапазоне октавной полосы со среднегеометрической частотой 16 кГц без применения какой-либо частотной коррекции.

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 ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ШУМА, ИЗЛУЧАЕМОГО МАШИНАМИ И ОБОРУДОВАНИЕМ

Acoustics.
Determination of high-frequency sound power levels emitted by machinery and equipment

Дата введения — 2024—06—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает четыре метода определения уровней звуковой мощности высокочастотного шума, излучаемого машинами и оборудованием (далее — испытуемое оборудование) в пределах октавной полосы со среднегеометрической частотой 16 кГц, включающей в себя частоты от 11,2 до 22,4 кГц. Эти методы дополняют ISO 3741 и ISO 3744, обеспечивая измерение шума в расширенном диапазоне частот. Первые три метода включают в себя испытания в акустической реверберационной камере (далее — реверберационная камера). В четвертом методе используется свободное поле над звукоотражающей плоскостью.

Требования к установке и режиму работы испытуемого оборудования в зависимости от применяемого метода установлены в ISO 3741 или ISO 3744.

2 Нормативные ссылки

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

ISO 3741, 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 уровней звуковой энергии источников шума по звуковому давлению. Точные методы для реверберационных камер)

ISO 3744, 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 уровней звуковой энергии источников шума по звуковому давлению. Технические методы в существенно свободном звуковом поле над звукоотражающей плоскостью)

ISO 6926, Acoustics — Requirements for the performance and calibration of reference sound sources used for the determination of sound power levels (Акустика. Требования к характеристикам и калибровке образцового источника шума, применяемого для определения уровней звуковой мощности)

ISO 9613-1, Acoustics — Attenuation of sound during propagation outdoors — Part 1: Calculation of the absorption of sound by the atmosphere (Акустика. Затухание звука при распространении на местности. Часть 1. Расчет поглощения звука атмосферой)

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ISO 3741 и ISO 3744.

Издание официальное

4 Требования соответствия

Метод измерения высокочастотного шума соответствует требованиям настоящего стандарта, если он удовлетворяет всем обязательным требованиям одного из установленных в разделах 6—9 четырех методов, а зарегистрированная и представленная в протоколе испытаний информация соответствует требованиям разделов 12 и 13 соответственно.

5 Требования к измерениям в реверберационной камере

5.1 Общие положения

В настоящем стандарте установлены три метода для испытаний в реверберационной камере по ISO 3741. Первый и второй методы обычно называют «прямыми методами», поскольку в них используется непосредственно измеренное или полученное в результате расчетов время реверберации. Третий метод — это так называемый «метод сравнения», в котором уровни звуковой мощности испытуемого оборудования определяют путем сравнения с уровнем звуковой мощности образцового источника шума.

Все три метода требуют определения эквивалентного уровня звукового давления в реверберационном звуковом поле.

Поскольку средства измерений и основные процедуры измерения одинаковы для всех трех методов, они кратко изложены в 5.3—5.7. Специфические для каждого метода требования приведены отдельно. Дополнительные требования к средствам измерений приведены в ISO 3741.

5.2 Условия окружающей среды

Поглощение звука в воздухе реверберационной камеры зависит от температуры и влажности и особенно заметно на частотах свыше 1000 Гц. Температура θ, °C, и относительная влажность h_r, %, должны контролироваться во время измерения уровня звукового давления.

Во время акустических измерений произведение $h_r \cdot (\theta + 5\ °C)$ не должно изменяться более чем на ±10 %.

При испытании оборудования, уровень шума которого изменяется в зависимости от температуры внешней среды (например, вследствие изменения скорости вентиляторов штатной системы охлаждения), температура в помещении во время измерений должна составлять (23 ± 2) °C. Если температура воздуха в помещении выходит за указанные пределы, то скорость вращения вентилятора регулируют так, чтобы она соответствовала температуре в диапазоне (23 ± 2) °C.

Рекомендуются следующие параметры внешней среды:

- статическое давление: от 86 до 106 кПа;
- температура: от 15 °C до 30 °C;
- относительная влажность: от 40 % до 70 %.

Примечание — Как видно из таблиц 1 и 2, в диапазоне температуры от 18 °C до 27 °C повышение температуры и влажности способствует уменьшению поглощения звука в воздухе.

5.3 Средства измерений

Средства измерения шума, включая микрофон, должны иметь равномерную частотную характеристику в октавной полосе 16 кГц для падающего на микрофон под случайным углом звука. Микрофон должен иметь равномерную частотную характеристику в октавной полосе 16 кГц с допуском в пределах ±1,0 дБ в диапазоне частот от 11,2 до 22,4 кГц.

Примечание 1 — Для обеспечения указанных параметров обычно требуются микрофоны диаметром 13,2 мм или менее.

Если шум испытуемого оборудования по своему характеру является широкополосным без какого-либо значимого дискретного тона, следует использовать анализатор с частотным разрешением не более одной трети октавы. При наличии в спектре шума дискретных тонов для определения их частоты следует применять узкополосный анализатор, имеющий частотное разрешение менее одной трети октавы.

Примечание 2 — Для узкополосного анализа подходит анализатор с частотным разрешением, равным или меньшим одной двенадцатой октавы. Допускается применять цифровые анализаторы на основе быстрого преобразования Фурье (БПФ) или аналогичных методов, особенно когда анализатор сочетает узкополосный анализ и усреднение.

5.4 Установка и ориентация микрофона

Микрофон должен быть установлен на конце вращающейся штанги, обеспечивающей сканирование по окружности диаметром не менее 2 м. Чтобы уменьшить влияние прямого звука на результат измерения уровня звукового давления, нормаль к диафрагме микрофона должна быть параллельна оси вращения, а сама диафрагма перпендикулярна к направлению на испытуемое оборудование. Период вращения должен соответствовать требованиям ISO 3741.

Для уменьшения фонового шума приводного механизма и минимизации модуляции дискретных тонов, вызванной движением микрофона, могут использоваться увеличенные по сравнению с минимальными траектории и периоды сканирования. Необходимо принять меры по устранению электрических наводок от средств измерений, способных помешать измерению уровня звукового давления.

Примечание — Максимально допустимый уровень электрических шумов средств измерений при работающем испытуемом оборудовании можно определить при помощи измерений с применением электрического эквивалента микрофона. При отсутствии эквивалента микрофона может быть использован измерительный микрофон с заглушенными диафрагмой и отверстиями для выравнивания давления, помещенный в неподвижный диэлектрический корпус, обеспечивающий акустическое затухание не менее 10 дБ на всех частотах в диапазоне частот измерений.

5.5 Установка и ориентация испытуемого оборудования

Оборудование следует располагать на полу реверберационной камеры на расстоянии не менее 1 м от любой стены и не менее 1,8 м от точки наибольшего приближения микрофона. Используют следующие четыре возможные ориентации испытуемого оборудования:

- лицевая сторона (по отношению к оператору) обращена к центру окружности, по которой перемещается микрофон (исходное положение);
- испытуемое оборудование повернуто на 90° по часовой стрелке (при виде сверху) относительно исходного положения вокруг вертикальной оси, проходящей через его центр;
- испытуемое оборудование повернуто на 180° по часовой стрелке от исходного положения вокруг вертикальной оси, проходящей через его центр;
- испытуемое оборудование повернуто на 270° по часовой стрелке от исходного положения вокруг вертикальной оси, проходящей через его центр.

Допускается помещать испытуемое оборудование на поворотный стол, вращающийся во время измерений. Движение поворотного стола не должно быть синхронным с вращением штанги микрофона.

5.6 Калибровка измерительной системы

Перед измерением шума испытуемого оборудования проверяют калибровку измерительной системы согласно ISO 3741. Если межповерочный интервал для измерительной системы, включая октавную полосу 16 кГц, не превышает двух лет, то допускается выполнять проверку калибровки на одной частоте.

Если калибровку БПФ-анализатора проверяют с помощью одночастотного акустического калибратора, то следует учитывать, что истинный уровень калибрующего сигнала включает в себя уровни боковых полос БПФ-спектра.

5.7 Измерение уровня звукового давления

Уровень звукового давления измеряют в третьоктавных полосах или в узких полосах частот, которые включают дискретные тоны при их наличии. Выполняют измерения эквивалентного уровня звукового давления вдоль круговой траектории сканирования микрофоном для каждой полосы частот в пределах диапазона частот измерений. Регистрируют следующие данные:

a) эквивалентный уровень звукового давления в частотной полосе при работающем испытуемом оборудовании;

b) эквивалентные уровни звукового давления фонового шума (включая шум, производимый вспомогательным оборудованием, при наличии);

c) эквивалентные уровни звукового давления образцового источника шума (при необходимости см. раздел 8).

Предпочтительным является метод усреднения (интегрирования) без применения какой-либо частотной или временной коррекции шума на периоде полного оборота сканирования микрофона. При использовании узкополосного анализатора, выполняющего анализ в последовательные периоды времени, каждый такой период должен соответствовать одному обороту сканирования. Влияние продолжительности измерения и поправок на фоновый шум следует учитывать в соответствии с ISO 3741.

Время анализа при использовании БПФ-анализаторов обычно превышает длительность отдельного временного окна. По этой причине общее время измерения должно быть увеличено или отдельные измерения должны быть повторены для трех оборотов штанги, каждый из другой начальной точки.

Среднее значение $\overline{L_p}$ из N измерений эквивалентного уровня звукового давления рассчитывают по формуле

$$\overline{L_p} = 10 \lg \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} 10^{0,1 L_i} \right], \quad (1)$$

где L_i — эквивалентный уровень звукового давления (относительно 20 мкПа) для i-го измерения, дБ.

Для четырех ориентаций испытуемого оборудования среднее значение $\overline{L_p}$ получают при $N = 4$. Для трех оборотов штанги $\overline{L_p}$ получают при $N = 3$.

При анализе дискретного тона движение микрофона вызывает распределение звуковой энергии в боковые полосы, примыкающие к частоте тона. Чтобы получить уровень тона с учетом такого эффекта, полоса пропускания анализатора должна быть не меньше, чем

$$\Delta f = 2 f \frac{v}{c}, \quad (2)$$

где Δf — минимальная полоса пропускания анализатора, Гц;

f — центральная частота тона, Гц;

c — скорость звука, м/с;

v — скорость перемещения микрофона, м/с.

При использовании БПФ или аналогичных методов анализа дискретных тонов частотное разрешение анализатора может быть значительно меньше указанной в формуле (2) полосы. В этом случае для получения уровня звукового давления тона уровни в боковых полосах, примыкающих к центральной частоте тона и вносящие вклад в его уровень, должны быть просуммированы по формуле энергетического суммирования

$$L_{tot} = 10 \lg \sum_{i=1}^{N_{sb}} 10^{0,1 L_i}, \quad (3)$$

где L_{tot} — общий уровень звукового давления тона (относительно 20 мкПа), дБ;

L_i — i-й уровень звукового давления (относительно 20 мкПа) в боковых полосах частот, дБ;

N_{sb} — число суммируемых уровней в боковых полосах.

6 Метод на основе измерения времени реверберации

6.1 Общие положения

Основным допущением метода является предположение о преобладании реверберационной составляющей (отраженного звука) в звуковом поле в позициях микрофона. Эксперименты показывают, что в октавной полосе 16 кГц прямой звук от испытуемого оборудования все еще может присутствовать. Однако ориентация микрофона в соответствии с 5.4 значительно снижает вклад прямого звука, и, следовательно, измеренный уровень звукового давления определяется в основном реверберационной составляющей поля. По измеренному времени реверберации, которое определяется затуханием звука в воздухе и звукопоглощением поверхностей помещения, рассчитывают общее звукопоглощение в помещении. Хотя затухание в воздухе является основным, звукопоглощение стенами может способствовать общему ослаблению звука в помещении. На частотах выше 10 кГц коэффициент звукопоглощения в помещении α_{room} нельзя считать малым по сравнению с единицей. Следовательно, для расчета

звукопоглощения в помещении вместо более простой формулы Сабина следует применять формулу Эйринга [см. формулу (5)].

6.2 Измерение времени реверберации

Время реверберации реверберационной камеры T в секундах в присутствии испытуемого оборудования следует определять в третьоктавных полосах с центральными частотами от 12,5 до 20 кГц, представляющими интерес с точки зрения шума оборудования. Если испытуемое оборудование излучает дискретные звуковые тоны, время реверберации следует измерять на частоте тонов в более узких полосах частот, например в одной двенадцатой октавы. Для каждой полосы частот должно быть определено среднее значение времени реверберации, измеренное в трех или более точках, равномерно расположенных на траектории движения микрофона. Время отклика измерительного прибора (например, самописца уровня) должно позволять измерить время реверберации менее 0,7 с.

6.3 Расчет звукопоглощения в помещении

Постоянную помещения реверберационной камеры R, м^2, для каждой частотной полосы рассчитывают на основе измеренного времени реверберации по формулам:

$$R = \frac{S \cdot \alpha_{room}}{1 - \alpha_{room}}, \tag{4}$$

$$\alpha_{room} = 1 - e^{-0,16V/(S \cdot T)}, \tag{5}$$

где S — общая площадь ограждающих поверхностей реверберационной камеры, м^2;

V — объем помещения реверберационной камеры, м^3;

T — измеренное среднее время реверберации, с;

α_{room} — коэффициент звукопоглощения помещения.

6.4 Установка микрофона и испытуемого оборудования

Микрофон и испытуемое оборудование должны быть установлены в соответствии с 5.4 и 5.5.

6.5 Измерение уровня звукового давления

Перед измерением шума испытуемого оборудования калибровка средств измерения должна быть проверена в соответствии с 5.6. Средний по измерениям эквивалентный уровень звукового давления, $\overline{L_p}$, следует определять по 5.7. Если испытуемое оборудование излучает широкополосный шум, то следует применять третьоктавный анализатор. Если шум испытуемого оборудования содержит дискретные тоны и требуется определить частоту тонов, то следует использовать узкополосный анализатор, имеющий разрешение по частоте менее одной трети октавы.

6.6 Расчет уровня звуковой мощности

Уровень звуковой мощности (относительно 1 пВт) в каждой частотной полосе L_W, дБ, рассчитывают по формуле

$$L_W = \overline{L_{p(ST)}} - 10\lg\frac{4}{R}, \tag{6}$$

где $\overline{L_{p(ST)}}$ — средний уровень звукового давления в полосе (относительно 20 мкПа) для четырех ориентаций испытуемого оборудования, измеренный в соответствии с 6.5, дБ;

R — постоянная помещения в соответствии с 6.3, м^2.

7 Метод на основе расчетного звукопоглощения

7.1 Общие положения

Основным допущением метода является предположение о преобладании реверберационной составляющей в звуковом поле в позициях микрофона. Эксперименты показывают, что в октавной полосе 16 кГц прямой звук от источника все еще может присутствовать. Однако ориентация микрофона в соответствии с 5.4 значительно снижает вклад прямого звука, и, следовательно, измеренный уровень зву-

кового давления определяется в основном реверберационной составляющей поля. Кроме того, предполагается, что поглощение звука в помещении происходит только за счет затухания в воздухе. Это позволяет упростить метод измерений по сравнению с описанным в 6.3, поскольку он не требует измерения времени реверберации. Затухание звука в воздухе помещения рассчитывают непосредственно по коэффициенту звукопоглощения, приведенному в таблицах 1 и 2 для диапазона температур от 18 °С до 27 °С. Формулы для расчета коэффициента поглощения звука в воздухе приведены в приложении А.

7.2 Расчет постоянной помещения

На частотах 10 кГц и выше практически все поглощение звука в реверберационной камере происходит за счет затухания звука при распространении в воздухе. В этих условиях постоянную помещения R, м^2, для каждой полосы частот рассчитывают по формуле

$$R = \frac{8 \cdot \alpha \cdot V}{1 - \frac{8 \cdot \alpha \cdot V}{S}}, \quad (7)$$

где α — коэффициент затухания звука в воздухе, непер на метр, приведенный в таблицах 1 и 2 как функция частоты, относительной влажности и температуры воздуха в реверберационной камере;

S — общая площадь ограждающих поверхностей камеры, м^2;

V — объем помещения реверберационной камеры, м^3.

Таблица 1 — Коэффициент затухания звука в воздухе (при температуре от 18 °С до 22 °С)

Частота, Гц	Коэффициент затухания звука в воздухе α, Нп/м, при атмосферном давлении 101,325 кПа											
	Температура 18 °С			Температура 20 °С			Температура 21 °С			Температура 22 °С		
	Относительная влажность			Относительная влажность			Относительная влажность			Относительная влажность		
	40 %	50 %	60 %	40 %	50 %	60 %	40 %	50 %	60 %	40 %	50 %	60 %
10 000	0,0239	0,0198	0,0168	0,0223	0,0183	0,0155	0,0215	0,0176	0,0149	0,0207	0,0169	0,0143
10 500	0,0259	0,0216	0,0184	0,0243	0,0200	0,0170	0,0234	0,0192	0,0163	0,0226	0,0185	0,0157
11 000	0,0280	0,0234	0,0200	0,0263	0,0217	0,0185	0,0254	0,0209	0,0178	0,0245	0,0201	0,0171
11 500	0,0301	0,0253	0,0217	0,0284	0,0236	0,0201	0,0274	0,0227	0,0193	0,0265	0,0218	0,0186
12 000	0,0322	0,0273	0,0234	0,0305	0,0254	0,0217	0,0295	0,0245	0,0209	0,0286	0,0236	0,0201
12 500	0,0344	0,0293	0,0252	0,0326	0,0273	0,0234	0,0316	0,0264	0,0226	0,0307	0,0254	0,0217
13 000	0,0365	0,0313	0,0271	0,0348	0,0293	0,0252	0,0338	0,0283	0,0242	0,0328	0,0273	0,0234
13 500	0,0387	0,0334	0,0290	0,0370	0,0313	0,0277	0,0366	0,0303	0,0266	0,0355	0,0292	0,0251
14 000	0,0409	0,0355	0,0309	0,0392	0,0334	0,0288	0,0382	0,0323	0,0278	0,0372	0,0312	0,0268
14 500	0,0430	0,0376	0,0329	0,0415	0,0355	0,0307	0,0405	0,0344	0,0296	0,0394	0,0332	0,0286
15 000	0,0452	0,0398	0,0349	0,0437	0,0376	0,0326	0,0428	0,0365	0,0315	0,0417	0,0353	0,0304
15 500	0,0474	0,0420	0,0369	0,0460	0,0398	0,0346	0,0451	0,0386	0,0334	0,0444	0,0374	0,0323
16 000	0,0496	0,0442	0,0390	0,0483	0,0420	0,0366	0,0474	0,0408	0,0354	0,0464	0,0395	0,0342
16 500	0,0517	0,0464	0,0411	0,0506	0,0442	0,0386	0,0497	0,0433	0,0374	0,0487	0,0417	0,0362
17 000	0,0539	0,0486	0,0432	0,0529	0,0464	0,0407	0,0521	0,0452	0,0395	0,0511	0,0439	0,0382
17 500	0,0560	0,0509	0,0454	0,0552	0,0487	0,0428	0,0544	0,0475	0,0415	0,0535	0,0462	0,0402
18 000	0,0581	0,0531	0,0476	0,0575	0,0510	0,0455	0,0568	0,0498	0,0437	0,0558	0,0484	0,0423
18 500	0,0602	0,0554	0,0498	0,0598	0,0533	0,0472	0,0591	0,0521	0,0458	0,0582	0,0508	0,0444

Окончание таблицы 1

Частота, Гц	Коэффициент затухания звука в воздухе α, Нп/м, при атмосферном давлении 101,325 кПа											
	Температура 18 °С			Температура 20 °С			Температура 21 °С			Температура 22 °С		
	Относительная влажность			Относительная влажность			Относительная влажность			Относительная влажность		
	40 %	50 %	60 %	40 %	50 %	60 %	40 %	50 %	60 %	40 %	50 %	60 %
19 000	0,0623	0,0576	0,0520	0,0620	0,0556	0,0494	0,0615	0,0544	0,0488	0,0607	0,0531	0,0466
19 500	0,0643	0,0599	0,0543	0,0643	0,0580	0,0516	0,0638	0,0568	0,0502	0,0631	0,0554	0,0488
20 000	0,0664	0,0622	0,0566	0,0666	0,0603	0,0539	0,0662	0,0591	0,0525	0,0655	0,0578	0,0511
20 500	0,0684	0,0644	0,0589	0,0688	0,0627	0,0562	0,0685	0,0615	0,0548	0,0679	0,0602	0,0533
21 000	0,0704	0,0667	0,0612	0,0711	0,0651	0,0585	0,0709	0,0639	0,0571	0,0703	0,0626	0,0555
21 500	0,0724	0,0689	0,0635	0,0733	0,0675	0,0609	0,0732	0,0664	0,0594	0,0727	0,0651	0,0579
22 000	0,0743	0,0712	0,0658	0,0755	0,0699	0,0632	0,0755	0,0688	0,0618	0,0752	0,0675	0,0602
22 400	0,0759	0,0730	0,0677	0,0773	0,0718	0,0651	0,0774	0,0707	0,0637	0,0771	0,0695	0,0621

Таблица 2 — Коэффициент затухания звука в воздухе (при температуре от 23 °С до 27 °С)

Частота, Гц	Коэффициент затухания звука в воздухе α, Нп/м, при атмосферном давлении 101,325 кПа											
	Температура 23 °С			Температура 24 °С			Температура 25 °С			Температура 27 °С		
	Относительная влажность			Относительная влажность			Относительная влажность			Относительная влажность		
	40 %	50 %	60 %	40 %	50 %	60 %	40 %	50 %	60 %	40 %	50 %	60 %
10 000	0,0199	0,0162	0,0138	0,0191	0,0156	0,0133	0,0184	0,0151	0,0129	0,0171	0,0144	0,0121
10 500	0,0217	0,0178	0,0151	0,0209	0,0171	0,0146	0,0201	0,0165	0,0141	0,0187	0,0153	0,0132
11 000	0,0236	0,0194	0,0165	0,0228	0,0187	0,0159	0,0219	0,0188	0,0154	0,0203	0,0167	0,0144
11 500	0,0256	0,0211	0,0179	0,0247	0,0203	0,0173	0,0238	0,0195	0,0167	0,0221	0,0182	0,0156
12 000	0,0276	0,0227	0,0194	0,0266	0,0219	0,0187	0,0257	0,0211	0,0181	0,0239	0,0197	0,0169
12 500	0,0296	0,0245	0,0209	0,0286	0,0236	0,0202	0,0276	0,0228	0,0195	0,0257	0,0212	0,0182
13 000	0,0317	0,0263	0,0225	0,0307	0,0254	0,0217	0,0297	0,0245	0,0211	0,0276	0,0228	0,0196
13 500	0,0339	0,0282	0,0242	0,0328	0,0272	0,0233	0,0317	0,0263	0,0225	0,0296	0,0245	0,0211
14 000	0,0361	0,0301	0,0259	0,0355	0,0291	0,0255	0,0339	0,0281	0,0241	0,0316	0,0262	0,0225
14 500	0,0383	0,0321	0,0276	0,0372	0,0311	0,0266	0,0366	0,0330	0,0257	0,0337	0,0288	0,0244
15 000	0,0406	0,0341	0,0294	0,0394	0,0333	0,0284	0,0382	0,0319	0,0274	0,0358	0,0298	0,0256
15 500	0,0429	0,0362	0,0312	0,0417	0,0355	0,0301	0,0405	0,0338	0,0291	0,0388	0,0316	0,0272
16 000	0,0452	0,0383	0,0331	0,0444	0,0371	0,0322	0,0428	0,0359	0,0309	0,0402	0,0335	0,0289
16 500	0,0476	0,0404	0,0355	0,0464	0,0392	0,0338	0,0451	0,0379	0,0327	0,0425	0,0355	0,0306
17 000	0,0499	0,0426	0,0369	0,0487	0,0413	0,0357	0,0474	0,044	0,0346	0,0448	0,0375	0,0323
17 500	0,0523	0,0448	0,0389	0,0511	0,0435	0,0377	0,0498	0,0421	0,0365	0,0471	0,0395	0,0341
18 000	0,0548	0,0471	0,0411	0,0536	0,0457	0,0397	0,0522	0,0443	0,0384	0,0495	0,0416	0,0366
18 500	0,0572	0,0494	0,0431	0,0566	0,0488	0,0417	0,0547	0,0465	0,0404	0,0519	0,0437	0,0378
19 000	0,0596	0,0517	0,0452	0,0585	0,0503	0,0438	0,0572	0,0488	0,0424	0,0543	0,0459	0,0398

Окончание таблицы 2

Частота, Гц	Коэффициент затухания звука в воздухе α, Нп/м, при атмосферном давлении 101,325 кПа											
	Температура 23 °С			Температура 24 °С			Температура 25 °С			Температура 27 °С		
	Относительная влажность			Относительная влажность			Относительная влажность			Относительная влажность		
	40 %	50 %	60 %	40 %	50 %	60 %	40 %	50 %	60 %	40 %	50 %	60 %
19 500	0,0621	0,0544	0,0473	0,0609	0,0526	0,0459	0,0597	0,0511	0,0445	0,0568	0,0481	0,0417
20 000	0,0646	0,0564	0,0495	0,0634	0,0549	0,0488	0,0622	0,0534	0,0466	0,0593	0,0503	0,0437
20 500	0,0677	0,0588	0,0517	0,0666	0,0573	0,0502	0,0647	0,0558	0,0487	0,0618	0,0526	0,0458
21 000	0,0695	0,0612	0,0544	0,0685	0,0597	0,0524	0,0672	0,0582	0,0509	0,0644	0,0549	0,0478
21 500	0,0722	0,0637	0,0563	0,0711	0,0622	0,0547	0,0698	0,0606	0,0531	0,0669	0,0573	0,0550
22 000	0,0745	0,0661	0,0586	0,0735	0,0646	0,0577	0,0724	0,0633	0,0553	0,0695	0,0597	0,0521
22 400	0,0765	0,0681	0,0605	0,0756	0,0666	0,0588	0,0744	0,0655	0,0571	0,0716	0,0616	0,0538

7.3 Установка микрофона и испытуемого оборудования

Микрофон и испытуемое оборудование должны быть установлены в соответствии с 5.4 и 5.5.

7.4 Измерение уровня звукового давления

Измерения выполняют в соответствии с 6.5.

7.5 Расчет уровня звуковой мощности

Расчет выполняют в соответствии с 6.6.

8 Метод с использованием образцового источника шума

8.1 Образцовый источник шума

Применяют образцовый источник шума (RSS), акустическая энергия излучаемого звука которого в октавной полосе 16 кГц достаточна для получения среднего уровня звукового давления, не менее чем на 10 дБ превышающего уровень фонового шума в реверберационной камере. Уровень звуковой мощности образцового источника шума должен быть известен и определяться в соответствии с ISO 6926.

Для измерения широкополосного шума калибровка образцового источника шума должна выполняться в третьоктавных полосах.

Для измерения дискретных тонов калибровка образцового источника шума должна выполняться в узких полосах (например, в фиксированной полосе шириной 100 Гц или в одной двенадцатой октавы), а величина тона должна характеризоваться уровнем спектральной плотности мощности (т. е. уровнем звуковой мощности, деленной на частотное разрешение анализатора).

8.2 Установка микрофона и испытуемого оборудования

Микрофон и испытуемое оборудование должны быть установлены в соответствии с 5.4 и 5.5.

8.3 Установка образцового источника шума

Образцовый источник шума располагают и ориентируют в реверберационной камере так же, как и испытуемое оборудование.

Достаточно одной позиции и одной ориентации RSS.

8.4 Измерение уровня звукового давления

Перед измерением шума испытуемого оборудования калибровка средств измерения должна быть проверена в соответствии с 5.6. Средний эквивалентный уровень звукового давления $\overline{L_p}$ следует измерять последовательно для испытуемого оборудования и образцового источника шума в соот-

ветствии с 5.7. Если испытуемое оборудование излучает широкополосный шум, то следует применять третьоктавный анализатор. Если шум испытуемого оборудования содержит дискретные тоны и требуется определить частоту тонов, то следует использовать узкополосный анализатор, имеющий частотное разрешение менее одной трети октавы. Для измерения уровня звукового давления испытуемого оборудования и образцового источника шума должно использоваться одинаковое частотное разрешение анализатора. Частотное разрешение и характеристики фильтра анализатора должны быть зарегистрированы в протоколе испытаний.

8.5 Расчет уровня звуковой мощности

8.5.1 Оборудование, излучающее широкополосный шум

Уровень звуковой мощности (относительно 1 пВт) испытуемого оборудования в третьоктавной полосе частот L_W, дБ, рассчитывают по формуле

$$L_W = L_{W(\mathrm{RSS})} - \overline{L_{p(\mathrm{RSS})}} + \overline{L_{p(\mathrm{ST})}}, \quad (8)$$

где $L_{W(\mathrm{RSS})}$ — третьоктавный уровень звуковой мощности (относительно 1 пВт) образцового источника звука, калиброванного в соответствии с 8.1, дБ;

$\overline{L_{p(\mathrm{RSS})}}$ — средний третьоктавный уровень звукового давления (относительно 20 мкПа) образцового источника звука, измеренный в соответствии с 5.7, дБ;

$\overline{L_{p(\mathrm{ST})}}$ — средний третьоктавный уровень звукового давления (относительно 20 мкПа) для четырех ориентаций испытуемого оборудования, измеренный в соответствии с 5.7, дБ.

8.5.2 Оборудование, создающее шум с дискретными тонами

Уровень звуковой мощности (относительно 1 пВт) испытуемого оборудования для каждого тона L_W, дБ, рассчитывают по формуле

$$L_W = L_{W(\mathrm{RSS})} - \overline{L_{p(\mathrm{RSS})}} + \overline{L_{p(\mathrm{ST})}} + 10\lg(\Delta F/1\ \text{Гц}), \quad (9)$$

где $L_{W(\mathrm{RSS})}$ — уровень спектральной плотности звуковой мощности (относительно 1 пВт) образцового источника звука, калиброванного в соответствии с 8.1, дБ;

$\overline{L_{p(\mathrm{RSS})}}$ — средний уровень звукового давления (относительно 20 мкПа) образцового источника звука, измеренный в соответствии с 5.7 в узкой полосе, дБ;

$\overline{L_{p(\mathrm{ST})}}$ — средний уровень звукового давления (относительно 20 мкПа) для четырех ориентаций испытуемого оборудования, измеренный в соответствии с 5.7 в узкой полосе, дБ;

ΔF — частотное разрешение анализатора. Для анализаторов с фиксированной абсолютной полосой пропускания (например, анализатора БПФ), используемых для измерений уровня звукового давления, это шумовая полоса фильтра, а не ширина частотной характеристики на уровне половинной мощности. Для анализаторов с постоянной процентной полосой пропускания (например, полоса 1/24 октавы) этот параметр можно принять равным 1 Гц. Полоса пропускания БПФ должна быть не более 112 Гц.

Примечание — Шумовая полоса фильтра — это ширина частотной характеристики идеального (прямоугольного) фильтра, выходной сигнал которого имел бы такую же мощность, как и выходной сигнал реального фильтра при стационарном случайном шуме с постоянной спектральной плотностью мощности на входе каждого из них.

9 Метод с использованием свободного поля над звукоотражающей плоскостью

9.1 Общие положения

Метод с использованием свободного поля над звукоотражающей плоскостью установлен в ISO 3744. Для описанных ниже измерений должна использоваться полузаглушенная камера. Испытательное пространство должно обеспечивать практически свободное звуковое поле над звукоотражающей плоскостью. Критерии пригодности испытательного пространства приведены в ISO 3744.

Примечание 1 — Пригодные для испытаний испытательные пространства определены также в [1].

Примечание 2 — Метод испытаний может внести незначительную ошибку из-за помех, вызванных звукоотражающей плоскостью.

Примечание 3 — Несмотря на то, что в высокочастотном диапазоне поглощение звука в воздухе значительно, его влияние в свободном поле над звукоотражающей плоскостью относительно невелико для измерительного расстояния менее 2 м.

9.2 Условия окружающей среды

Следует выполнять применимые требования ISO 3744. Для испытуемого оборудования, уровень шума которого связан с изменением температуры внешней среды (например, из-за изменения скорости вентиляторов штатной системы охлаждения), температура во время акустических измерений должна составлять (23 ± 2) °С или должна быть приведена к такому значению с помощью изменения скорости вращения вентиляторов.

Рекомендуются следующие параметры внешней среды:

- статическое давление: от 86 до 106 кПа;
- температура: от 15 °С до 30 °С;
- относительная влажность: от 40 % до 70 %.

Примечание — Как следует из данных, приведенных в таблицах 1 и 2, более высокие значения температуры и влажности приводят к снижению затухания звука в воздухе.

9.3 Средства измерений

Средства измерения звука, включая микрофон, должны иметь равномерную частотную характеристику в свободном поле для нормально падающего на микрофон звука в октавной полосе 16 кГц. При необходимости отклик микрофона следует корректировать для получения равномерной частотной характеристики в октавной полосе 16 кГц с допуском после коррекции в пределах ±1,0 дБ в диапазоне частот от 11,2 до 22,4 кГц.

Примечание 1 — Для выполнения этого требования обычно требуется микрофон диаметром не более 13,2 мм.

Если шум испытуемого оборудования является широкополосным, то следует применять анализатор с частотным разрешением не более одной трети октавы. Если шум испытуемого оборудования содержит дискретные тоны, то для определения частоты тона (тонов) и для повышения отношения тон/шум должен использоваться узкополосный анализатор с частотным разрешением менее одной трети октавы.

Примечание 2 — Для узкополосного анализа подходит анализатор с частотным разрешением, равным или менее одной двенадцатой октавной полосы. Могут быть полезны цифровые анализаторы на основе быстрого преобразования Фурье (БПФ) или эквивалентных методов анализа, особенно когда анализатор сочетает узкополосный анализ и усреднение.

9.4 Установка и ориентация микрофона

Микрофоны устанавливают на воображаемой полусфере, опирающейся на звукоотражающую плоскость. Нормаль к диафрагме микрофонов должна проходить через центр измерительной полусферы. Следует применять один из трех следующих способов расположения микрофонов:

a) на вращающейся штанге, которая перемещает микрофон как минимум по 10 смещенным по высоте коаксиальным круговым траекториям на воображаемой полусфере с периодом сканирования, установленным в ISO 3744. Более длительные периоды могут применяться для снижения фонового шума приводного механизма;

b) в фиксированных узлах решетки микрофонов с испытуемым оборудованием, установленным на поворотном столе. Вращение поворотного стола обеспечивает движение микрофонов относительно испытуемого оборудования по коаксиальным круговым траекториям. Следует использовать не менее 10 смещенных по высоте коаксиальных круговых траекторий в соответствии с ISO 3744;

c) при фиксированных положениях микрофона и неподвижном испытуемом оборудовании следует применять положения микрофонов, рекомендуемые ISO 3744 для источников шума всех видов.

Примечание 1 — Если предварительными исследованиями выявлена высокая направленность излучения источника шума, точность измерений может быть повышена изменением ориентации источника относительно траектории перемещения микрофона, повторением измерений и усреднением результатов с использованием формулы (1).

Необходимо обеспечить отсутствие электрических помех от средств измерений, способных помешать измерению уровня звукового давления.

Примечание 2 — Уровень электрических помех при работающем испытуемом оборудовании может быть определен измерениями с фиктивным микрофоном.

9.5 Установка испытуемого оборудования

Испытуемое оборудование размещают на звукоотражающем полу. Проекция геометрического центра оборудования на пол должна совпадать с центром измерительной полусферы радиусом r (см. 9.4).

9.6 Калибровка измерительной системы

Перед измерением шума испытуемого оборудования проверяют калибровку измерительной системы согласно ISO 3744. Если межповерочный интервал для измерительной системы, включая октавную полосу 16 кГц, не превышает двух лет, то допускается выполнять проверку калибровки на одной частоте.

Если калибровку БПФ-анализатора проверяют с помощью одночастотного акустического калибратора, то следует учитывать, что истинный уровень калибрующего сигнала включает в себя уровни боковых полос БПФ-спектра.

9.7 Измерение уровня звукового давления

Эквивалентный уровень звукового давления измеряют в третьоктавных полосах или в узких полосах, содержащих дискретные тоны. Измерения эквивалентного уровня звукового давления в соответствии с 9.3 должны выполняться для каждой полосы частот в пределах диапазона частот измерений.

Получают следующие данные:

a) эквивалентные уровни звукового давления при работающем испытуемом оборудовании;

b) эквивалентные уровни звукового давления фонового шума (включая шум, производимый вспомогательным оборудованием, при наличии).

Рекомендуется метод усреднения (интегрирования) без применения какой-либо частотной или временной коррекции шума на периоде полного оборота сканирования микрофона или за время полного оборота источника шума. Если испытуемое оборудование вращается, эквивалентный уровень звукового давления должен определяться для одного оборота. Влияние продолжительности измерения и поправок на фоновый шум учитывают в соответствии с ISO 3744. Если используют установку микрофона в соответствии с 9.4, перечисление a) или b), то минимальное время интегрирования должно составлять 30 с. Если используют фиксированные позиции микрофонов в соответствии с 9.4, перечисление c), то минимальное время интегрирования должно составлять 8 с в каждой позиции микрофона или общее время интегрирования не менее 30 с, если измерения проводят одновременно на всех микрофонах.

При использовании БПФ-анализаторов время анализа обычно превышает ширину отдельного временного окна. По этой причине для установки микрофона в соответствии с 9.4, перечисление a) или b), увеличивают общее время измерения или повторяют отдельные измерения в соответствии с 5.7. Для установки микрофонов в соответствии с 9.4, перечисление c), минимальное время усреднения должно быть увеличено до 30 с.

Кроме того, при использовании БПФ или эквивалентных методов для анализа дискретных тонов уровни в боковых полосах должны учитываться в соответствии с 5.7 [формула (3)].

Частотное разрешение и характеристики фильтра анализатора должны быть указаны в протоколе испытаний.

9.8 Расчет среднего на измерительной поверхности эквивалентного уровня звукового давления и уровня звуковой мощности

Следует применять методы ISO 3744. Если измерительное расстояние r превышает 2 м, то перед определением уровня звуковой мощности уровень звукового давления на измерительной поверхности, определенный в соответствии с ISO 3744, должен быть увеличен прибавлением поправки на звукопоглощение K_α, дБ, рассчитываемой по формуле

$$K_\alpha = r \cdot \alpha, \tag{10}$$

где α — коэффициент затухания звука в воздухе, дБ/м.

10 Расчет уровня звуковой мощности в нормальных условиях измерений

10.1 Измерения в реверберационной камере

Понижение статического давления приводит к изменению уровня звуковой мощности. Уровни звуковой мощности, соответствующие нормальным условиям по атмосферному давлению 101,325 кПа и температуре воздуха 23,0 °С, рассчитывают по ISO 3741.

10.2 Измерения в полузаглушенной камере

Понижение статического давления приводит к изменению уровня звуковой мощности. Уровни звуковой мощности, соответствующие нормальным условиям по атмосферному давлению 101,325 кПа и температуре воздуха 23,0 °С (включая приведение к нормальным условиям при высоте над уровнем моря более 500 м), рассчитывают по ISO 3744.

11 Неопределенность измерения

Неопределенность уровней звуковой мощности $u(L_W)$, дБ, определенные в соответствии с настоящим стандартом, оценивают по общему стандартному отклонению σ_{tot} по формуле

$$u(L_W) \approx \sigma_{tot}. \quad (11)$$

Полное стандартное отклонение получают с использованием подхода, изложенного в [2]. Для этого требуется математическая модель, которую в случае недостатка априорной информации можно заменить результатами измерений, включая результаты межлабораторных испытаний. Измерения, проведенные в соответствии с методами [2], дают стандартные отклонения воспроизводимости уровня звуковой мощности в октавной полосе 16 кГц, равные 3 дБ или менее.

Примечание — Данное значение стандартного отклонения отражает совокупное влияние всех причин неопределенности измерения, включая вариации условий от лаборатории к лаборатории, но исключает вариации уровня звуковой мощности от одного экземпляра испытуемого оборудования к другому или от испытания к испытанию, которые могут быть вызваны, например, изменением условий установки или режима работы испытуемого оборудования. Воспроизводимость и повторяемость результатов испытаний для одного и того же испытуемого оборудования и одних и тех же условий измерения могут быть значительно лучше (т. е. иметь меньшие стандартные отклонения), чем указанная выше неопределенность. Значения воспроизводимости основаны на данных [4] и измерениях, которые были выполнены также в других лабораториях при подготовке первого издания ISO 9295.

В целях настоящего стандарта с учетом измерений в октавной полосе 16 кГц в зависимости от конкретной ситуации могут быть использованы сведения о неопределенности измерений, содержащиеся в соответствующих разделах ISO 3741 и ISO 3744.

12 Регистрируемые данные

12.1 Общие положения

Для всех измерений, выполненных в соответствии с настоящим стандартом, должна быть по применимости зарегистрирована следующая информация.

12.2 Испытуемое оборудование

Регистрируют следующую информацию:

a) описание испытуемого оборудования (включая основные размеры);

b) описание режима работы согласно ISO 3741 или ISO 3744; если испытуемое оборудование имеет несколько режимов работы, приводят описание каждого отдельного режима, для которого проводились измерения;

c) условия установки;

d) расположение испытуемого оборудования в испытательном пространстве.

12.3 Испытательное пространство

Регистрируют следующую информацию:

a) свойства акустической камеры, ее размеры, форму и акустические характеристики (коэффициент звукопоглощения и/или время реверберации в полосах частот) помещения;

b) расположение микрофонов;

c) температуру воздуха, выраженную в градусах Цельсия, относительную влажность, выраженную в процентах, и статическое давление, выраженное в паскалях.

12.4 Средства измерений

Регистрируют следующую информацию:

a) перечень оборудования, используемого для измерений, включая наименование, тип, серийный номер и производителя;

b) тип и частотное разрешение анализатора спектра;

c) частотную характеристику всей измерительной системы;

d) метод, используемый для проверки калибровки микрофонов и других элементов системы; дату и место поверки;

e) тип и способ поверки образцового источника шума, а также дату и место поверки;

f) метод, используемый для определения среднего эквивалентного уровня звукового давления.

12.5 Акустические данные

Регистрируют следующую информацию:

a) метод определения уровня звуковой мощности;

b) вид шума в соответствии с таблицей 3;

c) уровни звуковой мощности (относительно 1 пВт) в нормальных условиях измерений, в децибелах, в третьоктавных полосах и/или узких полосах вместе с частотами тональных составляющих. Должны соблюдаться требования ISO 3741 или ISO 3744, в зависимости от того, который из них применен, включая расчет шума для нормальных условий измерений;

d) расширенную неопределенность результатов измерения в соответствии с требованиями ISO 3741 или ISO 3744, в зависимости от того, который из них применен;

e) дату, время и место, где были выполнены измерения, а также имя лица, выполнявшего измерения.

Таблица 3 — Вид шума и определяемого уровня звуковой мощности

Вид шума в октавной полосе со среднегеометрическими частотами в диапазоне		Подлежащий определению уровень звуковой мощности
От 125 до 8000 Гц	16 кГц	
Широкополосный или узкополосный шум[a]	Незначительный шум	Корректированный по А уровень звуковой мощности (в октавных полосах от 125 до 8000 Гц) в соответствии с ISO 3741 или ISO 3744, в зависимости от применимости
	Широкополосный шум	Корректированный по А уровень звуковой мощности (в октавных полосах от 125 до 8000 Гц) в соответствии с ISO 3741 или ISO 3744 в зависимости от применимости и уровни звуковой мощности в третьоктавных полосах частот в пределах октавной полосы 16 кГц в соответствии с методами настоящего стандарта
	Дискретный тон	Корректированный по А уровень звуковой мощности (в октавных полосах от 125 до 8000 Гц) в соответствии с ISO 3741 или ISO 3744 в зависимости от применимости, а также уровень звуковой мощности и частота дискретного тона в соответствии с методами настоящего стандарта
	Несколько дискретных тонов	Корректированный по А уровень звуковой мощности (в октавных полосах от 125 до 8000 Гц) в соответствии с ISO 3741 или ISO 3744 в зависимости от применимости, а также уровни звуковой мощности и частоты дискретных тонов в октавной полосе 16 кГц в соответствии с методами настоящего стандарта (регистрируют уровни тонов, которые не более чем на 10 дБ ниже уровня наиболее сильного тона)

Окончание таблицы 3

Вид шума в октавной полосе со среднегеометрическими частотами в диапазоне		Подлежащий определению уровень звуковой мощности
От 125 до 8000 Гц	16 кГц	
Незначительный шум[b]	Дискретный тон	Уровень звуковой мощности и частота дискретного тона в октавной полосе 16 кГц в соответствии с методами настоящего стандарта
	Несколько дискретных тонов	Уровни звуковой мощности и частоты дискретных тонов в октавной полосе 16 кГц в соответствии с методами настоящего стандарта (регистрируют уровни тонов, которые не более чем на 10 дБ ниже уровня наиболее сильного тона)

[a] Для шума в октавных полосах от 125 Гц до 8 кГц уровень звуковой мощности в третьоктавных и октавных полосах может быть указан также в соответствии с ISO 3741 или ISO 3744, в зависимости от применимости.

[b] Методы по ISO 3741 или ISO 3744 не применимы для значительного шума вне диапазона октавных полос от 125 Гц до 8 кГц. В этом случае следует применять только настоящий стандарт.

13 Протокол испытаний

Протокол испытаний должен включать заявление о том, что уровни звуковой мощности были получены в полном соответствии с одним или несколькими методами настоящего стандарта. В протокол испытаний включают как минимум следующую информацию:

a) наименование и идентификационный номер испытуемого оборудования;

b) вид излучаемого шума в соответствии с таблицей 3;

c) уровни звуковой мощности (относительно 1 пВт) для нормальных условий измерений (в децибелах) в третьоктавных или узких полосах частот, а также частоты всех тональных составляющих, уровень которых не ниже уровня доминирующего тона более чем на 10 дБ;

d) подробное описание условий испытаний, включая режимы работы испытуемого оборудования.

Если испытуемым оборудованием является оборудованием для информационных технологий и телекоммуникаций, то приводят ссылку на соответствующий раздел действующей редакции [4] в соответствии с требованиями [2], например: «режим работы и условия установки — в соответствии с ECMA-74:2010, раздел C.20».

Приложение А
(обязательное)

Расчет коэффициента затухания звука

Коэффициент затухания звука в воздухе α, Нп/м, рассчитывают по формулам (А.1) — (А.5). Значения частоты f, абсолютной температуры T, относительной влажности h_r и статического давление p_s должны быть известны.

Обозначения:

T_{01} — температура тройной точки воды, К (равная 273,16 К);

T_0 — нормальная температура воздуха, К (равная 293,15 К);

T — температура воздуха, К;

p_{s0} — нормальное атмосферное давление, кПа (равное 101,325 кПа);

p_{sat} — давление насыщенного пара, кПа;

p_s — статическое давление, кПа;

h — молярная концентрация водяного пара, %;

h_r — относительная влажность, %;

$f_{r,O}$ — частота релаксации кислорода, Гц;

$f_{r,N}$ — частота релаксации азота, Гц;

f — частота, Гц;

Расчет основан на ISO 9613-1. Вычисляют $\lg(p_{sat}/p_{s0})$ по формуле

$$\lg\left(\frac{p_{sat}}{p_{s0}}\right) = -6,8346\left(\frac{T_{01}}{T}\right)^{1,261} + 4,6151. \quad (А.1)$$

Вычисляют h, %, по формуле

$$h = h_r \frac{\left(\frac{p_{sat}}{p_{s0}}\right)}{\left(\frac{p_s}{p_{s0}}\right)}. \quad (А.2)$$

Вычисляют $f_{r,O}$, Гц, и $f_{r,N}$, Гц, по формулам:

$$f_{r,O} = \frac{p_s}{p_{s0}}\left(24 + 4,04 \cdot 10^4 \cdot h \cdot \frac{0,02 + h}{0,391 + h}\right), \quad (А.3)$$

$$f_{r,N} = \frac{p_s}{p_{s0}}\left(\frac{T}{T_0}\right)^{-1/2}\left\{9 + 280 \cdot h \cdot \exp\left\{-4,170\left[\left(\frac{T}{T_0}\right)^{-1/3} - 1\right]\right\}\right\}. \quad (А.4)$$

Рассчитывают значение коэффициента затухания звука в воздухе α, Нп/м, по формуле

$$\alpha = f^2\left[1,84 \cdot 10^{-11} \cdot \left(\frac{p_s}{p_{s0}}\right)^{-1}\left(\frac{T}{T_0}\right)^{1/2} + \left(\frac{T}{T_0}\right)^{-5/2} \times \right.$$
$$\left. \times \left(\frac{1,275 \cdot 10^{-2} \cdot \exp(-2239,1/T)}{f_{r,O} + \frac{f^2}{f_{r,O}}} + \frac{1,068 \cdot 10^{-1} \cdot \exp(-3352/T)}{f_{r,N} + \frac{f^2}{f_{r,N}}}\right)\right]. \quad (А.5)$$

Для получения значений коэффициента затухания α в децибелах на метр следует умножить значение α в неперах на метр на 8,686.

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
ISO 3741	MOD	ГОСТ 31274—2004 (ИСО 3741:1999) «Шум машин. Определение уровней звуковой мощности по звуковому давлению. Точные методы для реверберационных камер»[1)]
ISO 3744	IDT	ГОСТ 31275—2002 (ИСО 3744:1994) «Шум машин. Определение уровней звуковой мощности источников шума по звуковому давлению. Технический метод в существенно свободном звуковом поле над звукоотражающей плоскостью»[2)]
ISO 6926	MOD	ГОСТ 35045—2023 (ISO 6926:2016) «Акустика. Образцовый источник шума для определения уровней звуковой мощности машин. Требования к характеристикам и калибровке»
ISO 9613-1	MOD	ГОСТ 31295.1—2005 (ИСО 9613-1:1993) «Шум. Затухание звука при распространении на местности. Часть 1. Расчет поглощения звука атмосферой»

Примечание — В настоящей таблице использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов:
- IDT — идентичный стандарт;
- MOD — модифицированные стандарты.

[1)] В Российской Федерации действует ГОСТ Р ИСО 3741—2013 «Акустика. Определение уровней звуковой мощности и звуковой энергии источников шума по звуковому давлению. Точные методы для реверберационных камер».

[2)] В Российской Федерации действует ГОСТ Р ИСО 3744—2013 «Акустика. Определение уровней звуковой мощности и звуковой энергии источников шума по звуковому давлению. Технический метод в существенно свободном звуковом поле над звукоотражающей плоскостью».

Библиография

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

Примечание — Рекомендуется применять гармонизированный стандарт ГОСТ ISO 3745—2014 «Акустика. Определение уровней звуковой мощности и звуковой энергии источников шума по звуковому давлению. Точные методы для заглушенных и полузаглушенных камер»

[2] ISO 7779, Acoustics — Measurement of airborne noise emitted by information technology and telecommunications equipment (Акустика. Измерение воздушного шума, излучаемого оборудованием для информационных технологий и телекоммуникаций)

Примечание — Рекомендуется применять гармонизированный стандарт ГОСТ 35049—2023 «Акустика. Измерение воздушного шума, излучаемого оборудованием для информационных технологий и телекоммуникаций»

[3] ISO/IEC Guide 98-3, Uncertainty in measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995) [Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения (GUM:1995)]

Примечание — Рекомендуется применять гармонизированный стандарт ГОСТ 34100.3—2017 «Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения»

[4] ECMA-74, Measurement of airborne noise emitted by information technology and telecommunications equipment, [viewed on 2014-07-01]

[5] Gaunt D.S., Woerhle K.K. Measurement of high frequency noise in hemi-anechoic chambers and reverberation rooms, Proc. INTER-NOISE 84, pp. 1255—1260, 1984

gost.e-ecolog.ru

УДК 621.3.002.5:534.635.462.001.4:006.354 МКС 17.140.20
35.020 IDT

Ключевые слова: высокочастотный шум, измерение в узких полосах, уровень звукового давления, уровень звуковой мощности, реверберационная камера, полузаглушенная камера, образцовый источник шума, затухание звука в воздухе

Редактор *Е.В. Якубова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Л.С. Лысенко*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 10.01.2024. Подписано в печать 29.01.2024. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,37.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

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

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru