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

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ ISO 3747— 2025

Акустика

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЕЙ ЗВУКОВОЙ МОЩНОСТИ И ЗВУКОВОЙ ЭНЕРГИИ ИСТОЧНИКОВ ШУМА ПО ЗВУКОВОМУ ДАВЛЕНИЮ

Технический/ориентировочный метод в реверберационном звуковом поле на месте установки

(ISO 3747:2010, 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 29 декабря 2025 г. № 192-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
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
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 26 января 2026 г. № 38-ст межгосударственный стандарт ГОСТ ISO 3747—2025 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 марта 2027 г.

5 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ISO 3747:2010 «Акустика. Определение уровней звуковой мощности и звуковой энергии источников шума по звуковому давлению. Технический/ориентировочный метод в реверберационном звуковом поле на месте установки» («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», IDT).

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

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, 2010
© 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 Испытательное пространство 5
5 Средства измерений 5
6 Расположение, установка и работа испытуемого источника шума 6
7 Измерения 7
8 Определение уровней звуковой мощности и звуковой энергии 10
9 Неопределенность измерения 13
10 Регистрируемая информация 16
11 Протокол испытаний 17
Приложение А (обязательное) Оценка показателя реверберационности поля 19
Приложение В (рекомендуемое) Рекомендации по размещению микрофонов и устанавливаемого в единственном положении образцового источника шума 20
Приложение С (обязательное) Приведение уровней звуковой мощности и звуковой энергии к нормальным атмосферным условиям 23
Приложение D (обязательное) Расчет корректированных по А уровней звуковой мощности и звуковой энергии на основе результатов измерений в октавных полосах частот 24
Приложение Е (рекомендуемое) Руководство по применению информации для расчета неопределенности измерения 25
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам 33
Библиография 34

Введение

Настоящий стандарт входит в серию стандартов (см. [2] — [7]), устанавливающих методы определения уровней звуковой мощности и звуковой энергии источников шума, таких как машины, оборудование и их узлы. Выбор конкретного метода зависит от целей испытаний по определению уровня звуковой мощности (звуковой энергии) и от имеющегося в распоряжении испытательного оборудования. Общее руководство по выбору метода испытаний установлено в [1]. Стандарты [2] — [7], равно как и настоящий стандарт, дают только общие рекомендации в отношении установки машин и условий их работы при испытаниях. Подробные требования должны быть установлены в испытательных кодах по шуму для машин разных видов.

Метод, установленный настоящим стандартом, основан на сравнении эквивалентных уровней звукового давления в октавных полосах частот, создаваемых испытуемым и образцовым источниками шума. Полученные результаты измерений в октавных полосах частот могут быть использованы для получения уровней звуковой мощности или звуковой энергии с коррекцией по частотной характеристике А. Метод предназначен для использования в условиях применения испытуемого источника шума. Он может быть использован для большей части стационарно устанавливаемого оборудования, которое в силу особенностей своей конструкции и применения не может быть перемещено для испытаний в других условиях.

Метод, установленный настоящим стандартом, позволяет получать результаты измерений с точностью, соответствующей техническому или ориентировочному методу по классификации ISO 12001, в зависимости от того, в какой степени соблюдены требования к испытательному пространству. Если задачи определения уровня звуковой мощности или звуковой энергии источника шума требуют более высокой точности результатов, то следует обратиться к точным методам измерений, установленным в [2], [5] или [17] — [19]. Также к другим стандартам серий [2] — [7] или [17] — [19] следует обращаться при невозможности обеспечения условий измерений в соответствии с требованиями настоящего стандарта.

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 И ЗВУКОВОЙ ЭНЕРГИИ ИСТОЧНИКОВ ШУМА ПО ЗВУКОВОМУ ДАВЛЕНИЮ

Технический/ориентировочный метод в реверберационном звуковом поле на месте установки

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

Дата введения — 2027—03—01

1 Область применения

1.1 Общие положения

Настоящий стандарт устанавливает метод измерений уровней звуковой мощности источников шума (машин и оборудования) или, если шум источника имеет характер импульса или переходного процесса, уровней звуковой энергии в октавных полосах частот по результатам сравнительных измерений эквивалентных уровней звукового давления, создаваемых испытуемым источником шума, установленным на месте его применения, и образцовым источником шума. Уровни звуковой мощности или звуковой энергии с коррекцией по частотной характеристике А рассчитывают по результатам измерений в октавных полосах частот.

1.2 Вид шума и источники шума

Настоящий стандарт распространяется на все виды шума (постоянный, непостоянный, флуктуирующий, отдельные импульсы и др.) по ISO 12001. Метод измерений, установленный настоящим стандартом, применим преимущественно к источникам широкополосного шума. Тем не менее его можно использовать и в отношении источников, излучающих шум в узких полосах частот или в виде отдельных тонов, хотя при этом возможно ухудшение воспроизводимости результатов измерений.

Испытуемые источники шума могут представлять собой устройства, машины и их узлы, в особенности такие, которые не предполагают перемещения из места их применения.

1.3 Испытательное пространство

Испытательное пространство, соответствующее требованиям настоящего стандарта, представляет собой помещение, в котором эквивалентные уровни звукового давления в точках установки микрофонов определяются преимущественно отражениями звуковых волн от внутренних поверхностей помещения (см. 4.1). Если измерения проводят с точностью технического метода по ISO 12001, то фоновый шум в испытательном пространстве должен быть мал по сравнению с создаваемым испытуемым источником шума или образцовым источником шума (см. 4.2).

1.4 Неопределенность измерения

В настоящем стандарте приведены сведения о неопределенности измерений уровней звуковой мощности (звуковой энергии) в октавных полосах частот, а также рассчитанных по результатам этих измерений уровней звуковой мощности (звуковой энергии) в широкой полосе частот с применением коррекции по частотной характеристике А. Неопределенность измерения соответствует той, что установлена ISO 12001 для технического или ориентировочного метода измерений, в зависимости от того, в какой степени соблюдены требования к испытательному пространству.

Издание официальное

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)]:

ISO 5725 (all parts), Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results [Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений]

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 12001[1)], Acoustics — Noise emitted by machinery and equipment — Rules for the drafting and presentation of a noise test code (Акустика. Шум, излучаемый машинами и оборудованием. Правила составления испытательных кодов по шуму)

ISO/IEC Guide 983, Uncertainty of measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995) (Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения)

IEC 60942[2)], Electroacoustics — Sound calibrators (Электроакустика. Калибраторы акустические)

IEC 61260[3)], Electroacoustics — Octave-band and fractional-octave-band filters (Электроакустика. Полосовые фильтры на октаву и долю октавы)

IEC 61672-1[4)], Electroacoustics — Sound level meters — Part 1: Specifications (Электроакустика. Шумомеры. Часть 1. Технические требования)

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **звуковое давление *p*** (sound pressure, p): Разность между мгновенным и статическим давлениями воздушной среды.

Примечание 1 — Определение термина модифицировано по отношению к [22], 8-9.2.

Примечание 2 — Выражают в паскалях (Па).

3.2 **уровень звукового давления**[5)] ***L_p*** (sound pressure level, L_p): Десятикратный десятичный логарифм отношения квадрата звукового давления p к квадрату опорного звукового давления p_0 (p_0 = 20 мкПа), выраженный в децибелах (дБ),

$$L_p = 10 \lg \left[\frac{p^2}{p_0^2} \right]. \quad (1)$$

[ISO/TR 25417:2007, 2.2]

Примечание 1 — Применение коррекций по частотным или временным характеристикам, а также ограничение полосы частот измерений отражают соответствующим подстрочным индексом. Например, L_{pA} — уровень звукового давления, корректированного по А (называемый уровнем звука).

Примечание 2 — Пояснение к термину приведено в [22], 8-22.

[1)] *В оригинале вводимого международного стандарта приведена датированная ссылка (ISO 12001:1996), которая заменена недатированной ввиду отсутствия в тексте ссылок на структурные элементы указанного стандарта.*

[2)] *В оригинале вводимого международного стандарта приведена датированная ссылка (IEC 60942:2003), которая заменена недатированной ввиду отсутствия в тексте ссылок на структурные элементы указанного стандарта.*

[3)] *В оригинале вводимого международного стандарта приведена датированная ссылка (IEC 61260:1995), которая заменена недатированной ввиду отсутствия в тексте ссылок на структурные элементы указанного стандарта. IEC 61260 заменен документом, состоящим из трех частей. В целях настоящего стандарта следует использовать IEC 61260-1 «Electroacoustics — Octave-band and fractional-octave-band filters — Part 1: Specifications» (Электроакустика. Полосовые фильтры на октаву и долю октавы. Часть 1. Технические требования).*

[4)] *В оригинале вводимого международного стандарта приведена датированная ссылка (IEC 61672-1:2002), которая заменена недатированной ввиду отсутствия в тексте ссылок на структурные элементы указанного стандарта.*

[5)] *Данный термин приведен в оригинале вводимого международного стандарта, однако в тексте стандарта не используется.*

3.3 **эквивалентный уровень звукового давления $L_{p,T}$** (time-averaged sound pressure level, $L_{p,T}$): Десятикратный десятичный логарифм отношения усредненного на заданном временном интервале T (с началом t_1 и окончанием t_2) квадрата звукового давления p к квадрату опорного звукового давления p_0 (p_0 = 20 мкПа), выраженный в децибелах (дБ),

$$L_{p,T} = 10\lg\left[\frac{\frac{1}{T}\int_{t_1}^{t_2} p^2(t)\,dt}{p_0^2}\right]. \quad (2)$$

Примечание 1 — Обычно подстрочный индекс «T» опускают, поскольку из самого названия термина следует, что величину определяют на заданном временном интервале.

Примечание 2 — В большинстве применений интегрирование на временном интервале T сопровождается использованием коррекции по частотной характеристике A. Соответствующую величину обозначают $L_{pA,T}$ или сокращенно L_{pA}.

Примечание 3 — Определение термина модифицировано по отношению к [21], 2.3.

3.4 **уровень экспозиции отдельного шумового события L_E** (single event time-integrated sound pressure level, L_E): Десятикратный десятичный логарифм отношения интегрированного на заданном временном интервале T (с началом t_1 и окончанием t_2) квадрата звукового давления p отдельного шумового события (звукового импульса или переходного процесса) к опорному значению дозы шума E_0 [E_0 = (20 мкПа)^2 с = $4\cdot10^{-10}$ Па^2 с], выраженный в децибелах (дБ),

$$L_E = 10\lg\left[\frac{\int_{t_1}^{t_2} p^2(t)\,dt}{E_0}\right]. \quad (3)$$

Примечание 1 — Может быть выражена через эквивалентный уровень звукового давления по формуле $L_E = L_{p,T} + 10\lg\frac{T}{T_0}$, где T_0 = 1 с.

Примечание 2 — В случае описания звуковой иммиссии данную величину обычно называют «уровень звукового воздействия» (см. [21]).

3.5 **продолжительность измерений T** (measurement time interval, T): Период, включающий в себя часть операционного цикла или несколько операционных циклов источника шума, в течение которого проводят измерения эквивалентного уровня звукового давления.

Примечание — Выражают в секундах (с).

3.6 **метод сравнения** (comparison method): Метод измерения уровней звуковой мощности или звуковой энергии с использованием сравнения результатов измерений эквивалентных уровней звукового давления, создаваемых испытуемым источником шума и образцовым источником шума с известным уровнем звуковой мощности, которые получены при работе обоих источников в одном и том же испытательном пространстве.

3.7 **реверберационное (звуковое) поле** (reverberant sound field): Звуковое поле в той части испытательного помещения, в которой вклад в общее поле звуковой волны, пришедшей непосредственно от испытуемого источника, пренебрежимо мал.

3.8 **образцовый источник шума** (reference sound source): Источник звука, отвечающий установленным требованиям.

Примечание — Требования к образцовому источнику шума, применяемому в соответствии с настоящим стандартом, установлены в ISO 6926[1)].

[1)] *В оригинале вводимого международного стандарта приведена датированная ссылка (ISO 6926:1999, раздел 5), которая заменена недатированной для приведения в соответствие с разделом 2 и 6.1.*

3.9 **калибровочное положение** (calibration position): Точно заданное относительно звукоотражающих поверхностей положение образцового источника шума, при котором проводят его калибровку.

3.10 **показатель реверберационности поля ΔL_f** (excess of sound pressure level at a given distance, ΔL_f): Разность (в децибелах) между эквивалентными уровнями звукового давления, создаваемыми источником шума на заданном расстоянии от него в условиях заданного испытательного пространства и в условиях свободного звукового поля.

Примечание — Данный термин близок к термину «эксцесс уровня звукового давления», приведенному в [20], 3.6, и определенному как средняя разность указанных уровней в заданном диапазоне расстояний от источника шума.

3.11 **диапазон частот измерений** (frequency range of interest): Диапазон частот, включающий в себя октавные полосы со среднегеометрическими частотами (номинальными) от 125 до 8000 Гц.

Примечание — В отдельных случаях диапазон частот измерений может быть расширен или сокращен, если при этом условия испытаний, образцовый источник шума и применяемые средства измерений будут удовлетворять требованиям настоящего стандарта. Любое расширение или сокращение диапазона частот измерений отражают в протоколе испытаний. Результаты измерений уровней звуковой мощности (звукового давления) с коррекцией по частотной характеристике А не являются достоверными, если измеряемая величина в значительной степени определяется шумом в полосах частот, расположенных ниже и/или выше диапазона частот измерений.

3.12 **огибающий параллелепипед** (reference box): Воображаемая поверхность в виде прямоугольного параллелепипеда наименьшего объема, опирающегося одной гранью на пол испытательного помещения и заключающего в себе все элементы испытуемого источника шума, излучение которых дает существенный вклад в общий шум источника, вместе с испытательным столом (стендом), на который источник шума установлен (при его наличии).

3.13 **измерительное расстояние d_m** (measurement distance, d_m): Расстояние от огибающего параллелепипеда до точки измерений (установки микрофона).

Примечание — Выражают в метрах (м).

3.14 **фоновый шум** (background noise): Шум от всех источников, кроме испытуемого.

Примечание — Может включать в себя воздушный шум, шум излучения вибрирующих поверхностей, электрический шум средств измерений.

3.15 **коррекция на фоновый шум K_1** (background noise correction, K_1): Поправка к полученному значению эквивалентного уровня звукового давления в октавной полосе частот в данной точке измерений, вносимая для учета влияния фонового шума.

Примечание 1 — Выражают в децибелах (дБ).

Примечание 2 — Зависит от частоты. При измерениях в полосе частот коррекцию на фоновый шум обозначают K_{1f}, где f — среднегеометрическая частота полосы.

3.16 **звуковая мощность (через поверхность) P** (sound power, P): Интеграл по поверхности от произведения звукового давления p и составляющей скорости колебаний точки поверхности, нормальной к этой поверхности, u_n.

[ISO 80000-8:2007, 8-16]

Примечание 1 — Выражают в ваттах (Вт).

Примечание 2 — Характеризует скорость излучения звуковой энергии источником в воздушную среду.

3.17 **уровень звуковой мощности L_W** (sound power level, L_W): Десятикратный десятичный логарифм отношения звуковой мощности P к опорной звуковой мощности P_0 (P_0 = 1 пВт), выраженный в децибелах,

$$L_W = 10 \lg \frac{P}{P_0}. \quad (4)$$

Примечание 1 — При измерениях с применением коррекции по одной из частотных характеристик, установленных IEC 61672-1, или в заданной полосе частот в обозначение уровня звуковой мощности добавляют соответствующий подстрочный индекс. Например, L_{WA} обозначает корректированный по А уровень звуковой мощности.

Примечание 2 — Определение содержательно совпадает с [22, терминологическая статья 8-23].

[ISO/TR 25417:2007, 2.9]

3.18 **звуковая энергия *J*** (sound energy, *J*): Интеграл от звуковой мощности *P* на заданном временном интервале *T* (с началом t_1 и окончанием t_2),

$$J = \int_{t_1}^{t_2} P(t)\,dt. \quad (5)$$

Примечание 1 — Выражают в джоулях (Дж).

Примечание 2 — Данную величину обычно используют для описания нестационарных процессов и перемежающихся звуковых событий.

[ISO/TR 25417:2007, 2.10]

3.19 **уровень звуковой энергии L_J** (sound energy level, L_J): Десятикратный десятичный логарифм отношения звуковой энергии *J* к опорной звуковой энергии J_0 (J_0 = 1 пДж), выраженный в децибелах,

$$L_J = 10 \lg \frac{J}{J_0}. \quad (6)$$

Примечание — При измерениях с применением коррекции по одной из частотных характеристик, установленных IEC 61672-1, или в заданной полосе частот в обозначение уровня звуковой энергии добавляют соответствующий подстрочный индекс. Например, L_{JA} обозначает корректированный по А уровень звуковой энергии.

[ISO/TR 25417:2007, 2.11]

4 Испытательное пространство

4.1 Общие положения

Испытательным пространством является место, где испытуемый источник шума был построен или где он находится в соответствии с нормальными условиями его применения. Метод измерений, установленный настоящим стандартом, требует, чтобы звуковое поле в испытательном пространстве было существенно реверберационным. Это означает, что направленность излучения испытуемого источника шума не должна оказывать существенного влияния на результаты измерений, выполненных в соответствии с 7.5 и 7.6. Требования к испытательному пространству считают выполненными, если показатель реверберационности поля ΔL_f, определяемый в соответствии с приложением А, равен или превышает 7 дБ. Значение данного показателя учитывают при расчете неопределенности измерения (см. раздел 9).

4.2 Требования к уровню фонового шума

Требования настоящего стандарта к фоновому шуму считают выполненными, если в каждой точке измерений эквивалентные уровни звукового давления фонового шума в октавных полосах частот будут ниже соответствующего эквивалентного уровня звукового давления испытуемого источника шума (образцового источника шума), измеренного в условиях действия фонового шума, на величину, равную или превышающую 6 дБ (предпочтительно 15 дБ). При измерениях в полосах частот указанное требование должно соблюдаться для каждой полосы в пределах диапазона частот измерений.

Примечание — При необходимости — провести измерения в условиях, при которых разность в эквивалентных уровнях звукового давления для источника и фонового шума менее 6 дБ, применяют [7], [17] или [18].

5 Средства измерений

5.1 Общие положения

Измерительная система, включая микрофоны и соединительные кабели, должна соответствовать требованиям к средствам измерений класса 1 по IEC 61672-1, а электронные фильтры — класса 1 по IEC 61260. Образцовый источник шума должен удовлетворять требованиям ISO 6926.

5.2 Калибровки

До и после каждой серии измерений проверяют калибровку каждой измерительной цепи на одной или нескольких частотах в пределах диапазона частот измерений с использованием акустического

калибратора, удовлетворяющего требованиям IEC 60942, без выполнения регулировок измерительной цепи. Разность показаний до и после проведения измерений не должна превышать 0,5 дБ. Если данное требование не соблюдено, то результаты измерений считают недостоверными.

Работы по калибровке акустического калибратора, проверке соответствия измерительной системы требованиям к средствам измерений класса 1 по IEC 61672-1, а образцового источника шума — по ISO 6926 выполняют периодически в специализированной лаборатории.

Рекомендуемый минимальный интервал между калибровками для акустических калибраторов составляет 1 год, для образцовых источников шума — 2 года, для средств измерений класса 1 по IEC 61672-1 — 2 года, для фильтров класса 1 по IEC 61260 — 2 года. Для каждого средства измерений значение интервала между калибровками указывается в технической документации изготовителя.

6 Расположение, установка и работа испытуемого источника шума

6.1 Общие положения

Поскольку в соответствии с настоящим стандартом испытания проводят на месте установки испытуемого источника шума, расположение и установка источника считаются известными и изменены быть не могут. Вместе с тем звуковая мощность или звуковая энергия, излучаемая источником, могут зависеть от того, каким образом и в каком месте (например, относительно стен помещения и других отражающих поверхностей) источник установлен.

Часто источники шума малых размеров, не производящие существенного акустического излучения в низкочастотной области, могут при неудачном способе крепления передавать значительную низкочастотную вибрацию в опорную конструкцию, обладающую хорошей акустической излучательной способностью в области низких частот. В этом случае рекомендуется использовать виброизолирующие прокладки между испытуемым источником и опорной конструкцией. При этом опорная конструкция должна быть жесткой (т. е. иметь значительный входной механический импеданс), чтобы предотвратить возбуждение в ней чрезмерных колебаний с последующим излучением звука. Виброизолирующие прокладки не применяют, если типовые способы установки источника шума не предусматривают их использование.

На шумовое излучение испытуемого источника могут также оказывать влияние условия сопряжения механизмов (например, привода и машины). Исключить такое влияние можно применением гибкой муфты. Применение гибкой муфты аналогично применению виброизолирующих прокладок.

6.2 Вспомогательное оборудование

По возможности вспомогательное оборудование (кабели, трубопроводы, воздуховоды и т.п.), соединенное с испытуемым источником шума и необходимое для его работы во время испытаний, но не составляющее его неотъемлемую часть, следует размещать за пределами испытательного пространства. Если это трудновыполнимо, то принимают меры, чтобы максимально снизить акустический шум, излучаемый в испытательное пространство этим оборудованием. При невозможности удалить вспомогательное оборудование или существенно снизить его излучение в испытательное пространство это вспомогательное оборудование рассматривают как составную часть испытуемого источника и с его учетом определяют размеры огибающего параллелепипеда (см. 7.2).

6.3 Работа источника шума во время испытаний

На излучаемую источником звуковую мощность (звуковую энергию) могут влиять приложенная нагрузка, рабочая скорость и режим работы. По возможности источник испытывают в условиях, представительных с точки зрения максимального создаваемого им шума при его типичном использовании в условиях применения и, с другой стороны, обеспечивающих воспроизводимость результатов измерений. 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) на максимальной рабочей скорости в заданном режиме;

e) в типовом режиме работы, когда шум источника максимален;

f) в заданном режиме работы с моделируемой нагрузкой;

g) с воспроизведением типового рабочего цикла.

До проведения измерений уровня звуковой мощности или звуковой энергии работа источника шума должна быть стабилизирована в заданном режиме, включая температурную стабилизацию источника питания и системы привода. Нагрузку, скорость и другие эксплуатационные характеристики в процессе испытаний поддерживают постоянными или циклически изменяют установленным образом.

Если акустическое излучение источника зависит от других факторов, таких как обрабатываемый материал, используемый вставной инструмент или влажность воздуха, то их выбирают таким образом, чтобы они соответствовали, насколько это возможно, типичным условиям применения и при этом обеспечивали наименьший разброс результатов измерений. Если испытания проводят с моделированием нагрузки, то ее выбирают так, чтобы производимый источником шум был представителен с точки зрения нормальных условий его применения.

7 Измерения

7.1 Общие положения

Для определения как уровня звуковой мощности источника, излучающего стационарный шум, так и уровня звуковой энергии источника отдельных шумовых событий проводят две серии измерений эквивалентных уровней звукового давления в испытательном пространстве. Первую серию — при работающем испытуемом источнике шума, вторую — при работающем образцовом источнике шума. Иногда (см. 7.3.1) измерения шума, излучаемого образцовым источником шума, повторяют несколько раз для разных положений источника. При наличии испытательного кода по шуму необходимо следовать установленным в нем процедурам, а при его отсутствии — требованиям настоящего раздела.

7.2 Предварительное обследование испытуемого источника шума

В ходе предварительного обследования испытуемого источника шума определяют, можно ли выделить в нем элемент, излучение которого будет доминирующим в общем шуме источника. Если такой элемент обнаружен, то его геометрический центр принимают за акустический центр испытуемого источника (см. 7.3.2) и с учетом этого строят огибающий параллелепипед таким образом, чтобы тот охватывал указанный элемент источника и при этом нижняя грань параллелепипеда лежала в плоскости пола, на котором испытуемый источник установлен. Если такой элемент не обнаружен, то выявляют все части испытуемого источника, которые очевидным образом не вносят вклад в излучение шума, и исключают эти части из дальнейшего рассмотрения. После этого определяют геометрический центр оставшихся (излучающих) частей, принимают его за акустический центр испытуемого источника шума и соответствующим образом строят огибающий параллелепипед.

Кроме того, выполняют предварительные измерения с целью определить, не является ли излучение испытуемого источника шума направленным, что могло бы воспрепятствовать применению настоящего стандарта. Направленность источника оценивают по измерениям эквивалентных уровней звукового давления в плоскостях, параллельных боковым граням огибающего параллелепипеда и отстоящих от них на 1 м. Измерения проводят обычно на высоте 1,5 м от пола с шагом не более 2 м. Если источник излучает шум преимущественно вверх, то микрофон устанавливают на такой высоте, чтобы обеспечить прямую видимость акустического центра источника. В каждой точке измерений определяют уровень звука. Если разброс результатов измерений в разных точках не превышает ±2 дБ, то излучение испытуемого источника шума считают ненаправленным. В противном случае излучение считают направленным. Если разброс результатов измерений превышает ±7 дБ, то направленность излучения испытуемого источника является чрезмерно большой для технического метода измерений. В этом случае следует указывать, что измерения проведены ориентировочным методом согласно классификации ISO 12001 (см. раздел 9).

7.3 Расположение образцового источника шума

7.3.1 Общие положения

В большинстве измерительных задач достаточно устанавливать образцовый источник шума в одном положении. Несколько мест установки образцового источника шума используют в случае испытуемого источника шума больших размеров или когда в испытуемом источнике шум излучают два или более элементов, расположенных далеко друг от друга (см. 7.3.3).

7.3.2 Установка образцового источника шума в одном положении

Образцовый источник шума устанавливают как можно ближе к акустическому центру испытуемого источника. Если излучение последнего является направленным, то рекомендуется устанавливать образцовый источник шума так, чтобы его излучение имитировало излучение (диаграмму направленности) испытуемого источника шума. Если это невозможно или нецелесообразно из практических соображений, то образцовый источник шума устанавливают сверху испытуемого источника. Если и такое расположение невозможно, то образцовый источник шума устанавливают рядом с испытуемым источником в той точке и на такой высоте, чтобы обеспечить наилучшую имитацию излучения (диаграммы направленности) испытуемого источника. При этом образцовый источник шума должен быть расположен не ближе 0,5 м от поверхности огибающего параллелепипеда. В случае, если излучение испытуемого источника шума является ненаправленным, образцовый источник шума должен быть установлен так, чтобы излучать одинаковым образом во всех направлениях.

Примечание 1 — Чем более реверберационным является звуковое поле, создаваемое испытуемым источником шума, т. е. чем больше значение ΔL_f, тем менее критичным является выбор расположения образцового источника шума. Однако если положение, выбранное для установки образцового источника шума, не будет совпадать с калибровочным, это может привести к ухудшению точности измерений уровня звуковой мощности или звуковой энергии (см. раздел 9).

Примечание 2 — Любая звукоотражающая поверхность, находящаяся на расстоянии менее половины длины волны (λ/2) от образцового источника шума, может увеличить результат измерений его звуковой мощности, что приведет, в свою очередь, к занижению оценки уровня звуковой мощности испытуемого источника шума, причем смещение может достигать 3 дБ. И наоборот, если образцовый источник шума установлен на расстоянии менее 0,5 м от границы (границ) звукоотражающей плоскости пола, то это может привести к занижению оценки его уровня звуковой мощности на частотах свыше 400 Гц и, соответственно, к завышению оценки уровня звуковой мощности испытуемого источника шума со значением смещения вплоть до 3 дБ.

Примечание 3 — Дополнительные рекомендации по выбору места установки образцового источника шума приведены в приложении В.

7.3.3 Установка образцового источника шума в нескольких положениях

Число местоположений, которые необходимо использовать для установки образцового источника шума, зависит от отношения a/d_m, где a — наибольший размер огибающего параллелепипеда; d_m — измерительное расстояние (см. 7.4.1), и определяется следующим образом:

a) если $a/d_m > 1$ и испытуемый источник шума ненаправленный, то образцовый источник шума устанавливают по боковым сторонам испытуемого источника с шагом d_m;

b) если $a/d_m > 1$ и для испытуемого источника шума ясно определены области повышенного излучения, то каждой такой области будет соответствовать одно место установки образцового источника шума;

c) если $a/d_m \leq 1$, испытуемый источник шума ненаправленный и при этом невозможно установить образцовый источник шума сверху испытуемого источника, то используют четыре местоположения образцового источника шума — по одному рядом с каждой боковой гранью огибающего параллелепипеда.

7.4 Расположение микрофонов (точек измерений)

7.4.1 Общие положения

Микрофоны следует располагать со всех сторон от испытуемого источника шума таким образом, чтобы все излучающие звук элементы источника находились в равных условиях в отношении конкретной точки измерений: в области прямой видимости из этой точки или были от нее экранированы. Микрофоны не следует устанавливать в точках, из которых видна только часть излучающих звук элементов испытуемого источника.

Всего используют три или четыре точки измерений (см. 7.4.3), расположенные по возможности равномерно вокруг испытуемого источника шума. Точки измерений и направления измерительных осей микрофонов должны оставаться неизменными при измерениях шума от испытуемого источника, образцового источника шума и фонового шума. Измерительное расстояние d_m для каждой точки измерений выбирают таким образом, чтобы точка измерений находилась в области реверберационного поля испытательного пространства, т. е. чтобы в ней выполнялось соотношение $\Delta L_f \geq 7$ дБ (см. таблицу 2).

Микрофон должен находиться не ближе 0,5 м от внутренних поверхностей помещения. Если помещение достаточно большое и испытуемый источник шума расположен далеко от его внутренних поверхностей, то микрофоны устанавливают вокруг всех четырех боковых граней огибающего параллелепипеда. Расстояние между микрофонами должно быть не менее 2 м. Если потолок помещения

расположен высоко и обладает хорошим звукопоглощением и при этом существенная часть излучаемой испытуемым источником шума звуковой мощности (звуковой энергии) находится в области частот выше 2000 Гц, то следует по возможности дополнительно выбрать по крайней мере две точки измерений над испытуемым источником.

7.4.2 Зоны испытательного пространства

Чтобы выбрать места установки микрофонов и расположения образцового источника шума, испытательное пространство разбивают на зоны. Эти зоны, устанавливаемые для каждого возможного расположения образцового источника шума, различают по разнице в них звукового поля испытуемого и образцового источников шума. Классификация зон и их обозначения приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Зоны испытательного пространства

Наличие прямой видимости из зоны излучающего элемента		Соотношение измерительных расстояний $d_{m(ST)}$ и $d_{m(RSS)}$[a]	Влияние на оценку звуковой мощности испытуемого источника	Обозначение зоны
испытуемого источника шума	образцового источника шума			
Есть	Нет	—	Сильно завышена	++
Нет	Есть	—	Сильно занижена	- -
Есть	Есть	$d_{m(ST)} < d_{m(RSS)}$	Завышена	+
Есть	Есть	$d_{m(ST)} > d_{m(RSS)}$	Занижена	-
Есть	Есть	$d_{m(ST)} \approx d_{m(RSS)}$ (в пределах 10 %)	Несколько завышена или занижена	+/-
Нет	Нет	—	Сильно завышена или занижена	++/- -

[a] $d_{m(ST)}$ — измерительное расстояние для испытуемого источника шума; $d_{m(RSS)}$ — измерительное расстояние для образцового источника шума.

7.4.3 Выбор точек установки микрофонов

Когда испытуемый источник шума ненаправленный, а образцовый источник шума установлен сверху испытуемого источника, то все зоны испытательного пространства относятся либо к «+», либо к «+/-». В этом случае устанавливают по одному микрофону с каждой свободной стороны испытуемого источника шума в соответствии с требованиями 7.4.1.

Во всех других случаях микрофоны устанавливают в зоне «+/-». Если это невозможно, то один микрофон устанавливают в зоне «+», один в зоне «+/-» и один или два в зоне «-».

Если звуковое поле в испытательном пространстве не является существенно реверберационным, не следует устанавливать микрофоны в зоне «++/--».

Примечание — Не все микрофоны устанавливают в области прямой видимости образцового источника шума (см. разделы В.2 и В.4).

7.5 Измерение эквивалентных уровней звукового давления источников стационарного или нестационарного шума

В каждой точке измерений (установки микрофона) i, i = 1, 2, …, n, в каждой октавной полосе диапазона частот измерений определяют эквивалентные уровни звукового давления при работающем испытуемом источнике шума $L'_{pi(ST)}$ и при работающем образцовом источнике шума $L'_{pi(RSS)}$. Продолжительность измерений для образцового источника шума составляет 30 с. Если шум испытуемого источника столь же постоянный, как у образцового источника шума, то продолжительность измерений при определении $L'_{pi(ST)}$ может быть выбрана такой же. В противном случае, в том числе когда шум источника подвержен циклическим изменениям, продолжительность измерений при определении $L'_{pi(ST)}$ должна быть больше.

Кроме того, непосредственно до или сразу после измерений эквивалентных уровней звукового давления испытуемого источника шума в каждой точке измерений и в каждой октавной полосе диапазона частот измерений при той же продолжительности измерений, что использована при определении $L'_{pi(ST)}$, проводят измерения эквивалентного уровня звукового давления фонового шума $L_{pi(B)}$.

7.6 Измерение эквивалентных уровней звукового давления источников импульсного шума

В каждой точке измерений (установки микрофона) i, i = 1, 2, …, n, в каждой октавной полосе диапазона частот измерений определяют уровни экспозиции отдельных шумовых событий при работающем испытуемом источнике шума $L'_{Ei(\mathrm{ST})}$. Измерения проводят один раз на интервале времени, когда шумовое событие повторяется N раз, либо N раз для отдельных шумовых событий, $N \geq 5$. Продолжительность измерений должна быть достаточной, чтобы включить в себя все части отдельного шумового события, в том числе его затухание, которое может давать существенный вклад в $L'_{Ei(\mathrm{ST})}$. Также в каждой точке измерений в каждой октавной полосе диапазона частот измерений определяют эквивалентный уровень звукового давления образцового источника шума $L'_{pi(\mathrm{RSS})}$ при продолжительности измерений 30 с.

Кроме того, непосредственно до либо сразу после измерений эквивалентных уровней звукового давления испытуемого источника шума в каждой точке измерений и в каждой октавной полосе диапазона частот измерений при той же продолжительности измерений определяют значения эквивалентного уровня звукового давления фонового шума $L_{pi(\mathrm{B})}$.

8 Определение уровней звуковой мощности и звуковой энергии

8.1 Коррекция на фоновый шум

Коррекцию на фоновый шум K_{1i}, дБ, в каждой октавной полосе для каждой i-й точки установки микрофона рассчитывают по формуле

$$K_{1i} = -10\lg(1 - 10^{-0,1\Delta L_{pi}}), \tag{7}$$

где $\Delta L_{pi} = \overline{L'_{pi(\mathrm{ST})}} - \overline{L_{pi(\mathrm{B})}}$;

$\overline{L'_{pi(\mathrm{ST})}}$ — полученное в результате измерений значение эквивалентного уровня звукового давления в октавной полосе частот в i-й точке измерений при работающем испытуемом источнике шума, дБ;

$L_{pi(\mathrm{B})}$ — полученное в результате измерений значение эквивалентного уровня звукового давления в октавной полосе частот в i-й точке измерений фонового шума, дБ.

Если для данной октавной полосы в каждой точке измерений $\Delta L_{pi} \geq 6$ дБ, то считают, что измерения в этой октавной полосе удовлетворяют требованиям настоящего стандарта по критерию фонового шума.

Если для данной октавной полосы в каждой точке измерений $\Delta L_{pi} \geq 15$ дБ, то K_{1i} полагают равным нулю и поправку на фоновый шум не вносят. Коррекцию K_{1i}, рассчитанную по формуле (7), используют, если 6 дБ $\leq \Delta L_{pi} < 15$ дБ.

Если для данной октавной полосы в какой-то точке измерений $\Delta L_{pi} < 6$ дБ, то это приводит к снижению точности измерений. Максимальное значение коррекции K_{1i}, которое может быть применено, равно 1,3 дБ (соответствует $\Delta L_{pi} = 6$ дБ). Однако и в случае, когда $\Delta L_{pi} < 6$ дБ, результат измерений может быть полезен и включен в протокол испытаний, но с обязательным указанием, что полученное значение уровня звуковой мощности испытуемого источника шума представляет собой оценку сверху. В этих случаях в тексте протокола испытаний, в табличном или графическом представлении результатов измерений указывают, что требования к фоновому шуму, предъявляемые настоящим стандартом, не соблюдены.

8.2 Определение эквивалентного уровня звукового давления источников стационарного и нестационарного шума

Среднее по точкам измерений значение эквивалентного уровня звукового давления в октавной полосе частот для испытуемого источника шума, работающего в заданном режиме, после внесения поправки на фоновый шум $\overline{L_{p(\mathrm{ST})}}$, дБ, вычисляют по формуле

$$\overline{L_{p(\mathrm{ST})}} = 10\lg\left[\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} 10^{0,1L_{pi(\mathrm{ST})}}\right], \tag{8}$$

где $L_{pi(\mathrm{ST})} = L'_{pi(\mathrm{ST})} - K_{1i}$;

$L'_{pi(ST)}$ — полученное в результате измерений значение эквивалентного уровня звукового давления в октавной полосе частот в i-й точке установки микрофона при работающем испытуемом источнике шума, дБ;

K_{1i} — коррекция на фоновый шум в октавной полосе частот в i-й точке установки микрофона, дБ;

n — число точек установки микрофонов.

Среднее по точкам измерений значение эквивалентного уровня звукового давления в октавной полосе частот для образцового источника шума после внесения поправки на фоновый шум $\overline{L_{p(RSS)}}$, дБ, вычисляют по формуле

$$\overline{L_{p(RSS)}} = 10 \lg\left[\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} 10^{0,1L_{pi(RSS)}}\right], \quad (9)$$

где $L_{pi(RSS)} = L'_{pi(RSS)} - K_{1i(RSS)}$;

$L'_{pi(RSS)}$ — полученное в результате измерений значение эквивалентного уровня звукового давления в октавной полосе частот в i-й точке установки микрофона при работающем образцовом источнике шума, дБ;

$K_{1i(RSS)}$ — коррекция на фоновый шум в октавной полосе частот для образцового источника звука в i-й точке установки микрофона, дБ, полученная по формуле (7) с заменой $L'_{pi(ST)}$ на $L'_{pi(RSS)}$;

n — число точек установки микрофонов.

Если образцовый источник шума устанавливают в нескольких местах испытательного пространства, то вычисляют среднее по точкам измерений значение эквивалентного уровня звукового давления в октавной полосе частот для каждого j-го места установки образцового источника шума, $j = 1, 2, \ldots, m$, после внесения поправки на фоновый шум $\overline{L_{pj(RSS)}}$, дБ, по формуле

$$\overline{L_{pj(RSS)}} = 10 \lg\left[\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} 10^{0,1L_{pji(RSS)}}\right], \quad (10)$$

где $L_{pji(RSS)} = L'_{pji(RSS)} - K_{1i(RSS)}$;

$L'_{pji(RSS)}$ — полученное в результате измерения при j-м местоположении образцового источника шума значение эквивалентного уровня звукового давления в октавной полосе частот в i-й точке установки микрофона при работающем образцовом источнике шума, дБ;

$K_{1i(RSS)}$ — коррекция на фоновый шум в октавной полосе частот для образцового источника звука в i-й точке установки микрофона, дБ, полученная по формуле (7) с заменой $L'_{pi(ST)}$ на $L'_{pi(RSS)}$;

n — число точек установки микрофонов.

8.3 Расчет уровня звуковой мощности

8.3.1 Установка образцового источника шума в одном положении

Уровень звуковой мощности L_W, дБ, испытуемого источника шума в октавной полосе частот для атмосферных условий, имевших место во время проведения испытаний, рассчитывают по формуле

$$L_W = L_{W(RSS)} - \overline{L_{p(RSS)}} + \overline{L_{p(ST)}}, \quad (11)$$

где $L_{W(RSS)}$ — уровень звуковой мощности в октавной полосе частот для образцового источника шума, дБ.

При необходимости в соответствии с приложением С может быть рассчитан уровень звуковой мощности $L_{Wref,atm}$, приведенный к нормальным атмосферным условиям статического давления 101,325 кПа и температуры воздуха 23,0 °С.

8.3.2 Установка образцового источника шума в нескольких положениях

Уровень звуковой мощности L_W, дБ, испытуемого источника шума в октавной полосе частот для атмосферных условий, имевших место во время проведения испытаний, и полученный с использованием m разных местоположений образцового источника шума рассчитывают по формуле

$$L_W = 10\lg\left[\frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m}10^{0,1L_{Wj(\mathrm{RSS})}}\right] - 10\lg\left[\frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m}10^{0,1\overline{L_{pj(\mathrm{RSS})}}}\right] + \overline{L_{p(\mathrm{ST})}}, \quad (12)$$

где $L_{Wj(\mathrm{RSS})}$ — уровень звуковой мощности в октавной полосе частот для образцового источника шума, полученный при его калибровке в калибровочном положении, аналогичном j-му местоположению образцового источника шума во время испытаний, дБ.

При необходимости в соответствии с приложением С может быть рассчитан уровень звуковой мощности $L_{W\mathrm{ref,atm}}$, приведенный к нормальным атмосферным условиям статического давления 101,325 кПа и температуры воздуха 23,0 °С.

8.4 Определение эквивалентного уровня звукового давления источников импульсного шума

Если уровни экспозиции отдельного шумового события измеряют N раз для каждого одиночного процесса в i-й точке установки микрофона, то в полученные значения следует внести поправку на фоновый шум по формуле

$$L_{Ei,q(\mathrm{ST})} = L'_{Ei,q(\mathrm{ST})} - K_{1i}, \quad (13)$$

где $L_{Ei,q(\mathrm{ST})}$ — корректированный на фоновый шум уровень экспозиции отдельного шумового события в октавной полосе частот в i-й точке установки микрофона для q-го события, q = 1, 2, …, N, при работающем испытуемом источнике шума, дБ;

$L'_{Ei,q(\mathrm{ST})}$ — полученное в результате измерения значение уровня экспозиции отдельного шумового события в октавной полосе частот в i-й точке установки микрофона для q-го события, q = 1, 2, …, N, при работающем испытуемом источнике шума, дБ;

K_{1i} — коррекция на фоновый шум в октавной полосе частот в i-й точке установки микрофона, дБ.

Коррекцию на фоновый шум K_{1i}, дБ, в каждой октавной полосе и для каждого положения микрофона вычисляют таким же образом, как в 8.1, по формуле

$$K_{1i} = -10\lg(1 - 10^{-0,1\Delta L_{Ei}}), \quad (14)$$

где $\Delta L_{Ei} = L'_{Ei,q(\mathrm{ST})} - L_{pi(\mathrm{B})}$; $L_{pi(\mathrm{B})}$ — полученное в результате измерения значение эквивалентного уровня звукового давления в октавной полосе частот в i-й точке измерений фонового шума, дБ.

При измерениях $L'_{Ei,q(\mathrm{ST})}$ и $L_{pi(\mathrm{B})}$ продолжительность измерений $T = t_2 - t_1$ и другие характеристики измерений должны быть одинаковыми.

Среднее значение уровня экспозиции отдельного шумового события в октавной полосе частот в i-й точке установки микрофона $L_{Ei(\mathrm{ST})}$, дБ, рассчитывают по формуле

$$L_{Ei(\mathrm{ST})} = 10\lg\left[\frac{1}{N}\sum_{q=1}^{N}10^{0,1L_{Ei,q(\mathrm{ST})}}\right]. \quad (15)$$

Если же уровень экспозиции отдельного шумового события был измерен в i-й точке установки микрофона один раз для последовательности, включающей N событий, то поправку на фоновый шум для получения корректированного значения уровня экспозиции отдельного шумового события на основе последовательности из N событий $L_{Ei,N(\mathrm{ST})}$, дБ, получают по формуле

$$L_{Ei,N(\mathrm{ST})} = L'_{Ei,N(\mathrm{ST})} - K_{1i}, \quad (16)$$

и среднее значение уровня экспозиции отдельного шумового события в октавной полосе частот в i-й точке установки микрофона $L_{Ei(\mathrm{ST})}$, дБ, рассчитывают по формуле

$$L_{Ei(\mathrm{ST})} = L_{Ei,N(\mathrm{ST})} - 10\lg N. \quad (17)$$

Среднее по точкам измерений значение уровня экспозиции отдельного шумового события в октавной полосе частот для испытуемого источника шума, работающего в заданном режиме, после внесения поправки на фоновый шум $\overline{L_{E(\mathrm{ST})}}$, дБ, вычисляют по формуле

$$\overline{L_{E(\mathrm{ST})}} = 10\lg\left[\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}10^{0,1L_{Ei(\mathrm{ST})}}\right]. \quad (18)$$

Среднее по точкам измерений значение эквивалентного уровня звукового давления в октавной полосе частот для образцового источника шума после внесения поправки на фоновый шум $\overline{L_{p(\mathrm{RSS})}}$, дБ, или, в случае, если образцовый источник шума устанавливают в нескольких местах испытательного пространства, значение этой величины для j-го места установки, j = 1, 2, …, m, $\overline{L_{pj(\mathrm{RSS})}}$, дБ, вычисляют по формулам (9) и (10).

8.5 Расчет уровня звуковой энергии

8.5.1 Установка образцового источника шума в одном положении

Уровень звуковой энергии L_J, дБ, испытуемого источника шума в октавной полосе частот при атмосферных условиях, имевших место во время проведения испытаний, рассчитывают по формуле

$$L_J = L_{W(\mathrm{RSS})} - \overline{L_{p(\mathrm{RSS})}} + \overline{L_{E(\mathrm{ST})}}\,. \tag{19}$$

При необходимости в соответствии с приложением С может быть рассчитан уровень звуковой энергии $L_{J\mathrm{ref,atm}}$, приведенный к нормальным атмосферным условиям статического давления 101,325 кПа и температуры воздуха 23,0 °С.

8.5.2 Установка образцового источника шума в нескольких положениях

Уровень звуковой энергии L_J, дБ, испытуемого источника шума в октавной полосе частот при атмосферных условиях, имевших место во время проведения испытаний, и полученный с использованием m разных местоположений образцового источника шума рассчитывают по формуле

$$L_J = 10\ \mathrm{lg}\left[\frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m}10^{0{,}1\,L_{Wj(\mathrm{RSS})}}\right] - 10\ \mathrm{lg}\left[\frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m}10^{0{,}1\,\overline{L_{pj(\mathrm{RSS})}}}\right] + \overline{L_{E(\mathrm{ST})}}, \tag{20}$$

где $L_{Wj(\mathrm{RSS})}$ — уровень звуковой мощности в октавной полосе частот для образцового источника шума, полученный при его калибровке в калибровочном положении, аналогичном j-му местоположению образцового источника шума во время испытаний, дБ.

При необходимости в соответствии с приложением С может быть рассчитан уровень звуковой энергии $L_{J\mathrm{ref,atm}}$, приведенный к нормальным атмосферным условиям статического давления 101,325 кПа и температуры воздуха 23,0 °С.

8.6 Определение уровней звуковой мощности и звуковой энергии с коррекцией по частотной характеристике A

При необходимости рассчитывают корректированные по A уровни звуковой мощности и звуковой энергии испытуемого источника шума по результатам измерений в октавных полосах частот методом, описанным в приложении D.

9 Неопределенность измерения

9.1 Методология

Стандартные неопределенности для уровня звуковой мощности $u(L_W)$, дБ, и уровня звуковой энергии $u(L_J)$, дБ, определяют в соответствии с настоящим стандартом как стандартное отклонение

$$u(L_W) = u(L_J) = \sigma_{\mathrm{tot}}. \tag{21}$$

Общее стандартное отклонение σ_{tot} рассчитывают на основании модели измерений в соответствии с ISO/IEC Guide 98-3. При отсутствии необходимых сведений, позволяющих сформулировать такую модель, прибегают к результатам измерений, выполненных в условиях воспроизводимости.

Тогда стандартное отклонение σ_{tot} определяют через стандартное отклонение воспроизводимости σ_{R0} и стандартное отклонение σ_{omc}, характеризующее нестабильность условий работы и установки испытуемого источника шума, по формуле

$$\sigma_{\mathrm{tot}} = \sqrt{\sigma_{R0}^2 + \sigma_{\mathrm{omc}}^2}\,. \tag{22}$$

Из формулы (22) видно, что прежде, чем выбрать метод измерений заданного класса точности (характеризуемого σ_{R0}) для данного семейства машин, необходимо учесть возможный разброс результатов, обусловленный изменениями условий работы и установки этих машин (см. 9.5 и E.3).

Примечание — Результаты измерений, выполненные разными методами, установленными стандартами серии ISO 3740, могут быть смещены относительно друг друга.

Расширенную неопределенность U определяют через стандартное отклонение σ_{tot} по формуле

$$U = k\sigma_{tot}, \quad (23)$$

где k — коэффициент охвата. В предположении, что результат измерений может быть описан нормально распределенной случайной величиной, коэффициент охвата k принимают равным двум, что приблизительно соответствует вероятности охвата 95 %. Это означает, что интервалу охвата от $[L_W - U]$ до $[L_W + U]$ для уровня звуковой мощности или от $[L_J - U]$ до $[L_J + U]$ для уровня звуковой энергии будет соответствовать 95 % площади под кривой плотности распределения случайной величины.

Если полученное в результате измерений значение уровня звуковой мощности (звуковой энергии) предполагается сопоставить с неким предельным значением, то иногда более уместным может быть рассмотрение одностороннего интервала охвата от L_W до $[L_W + U]$ (от L_J до $[L_J + U]$) для указанной случайной величины. Тогда при том же уровне доверия 95 % значение коэффициента охвата будет равно $k = 1{,}6$.

9.2 Определение σ_{omc}

Стандартное отклонение σ_{omc} [см. формулу (Е.1)], характеризующее неопределенность, связанную с нестабильностью воспроизведения условий работы и установки источника шума, может давать существенный вклад в неопределенность измерения уровня звуковой мощности (звуковой энергии). Для получения оценки σ_{omc} можно провести отдельную серию повторных измерений для одного и того же источника шума в одном и том же месте установки одним и тем же испытателем, используя при этом одну и ту же измерительную систему и одну и ту же точку (или точки) измерений. Повторные измерения проводят в отношении $L'_{pi(ST)}$ в точке измерений, где значение этой величины максимально, или в отношении $\overline{L'_{p(ST)}}$. К полученным результатам применяют коррекцию на фоновый шум. Перед каждым повторным измерением испытуемый источник шума устанавливают заново и заново устанавливают необходимый режим работы. Если испытания проводят для единственного экземпляра источника шума, то полученное по повторным измерениям выборочное стандартное отклонение обозначают σ'_{omc}. В соответствующем испытательном коде по шуму может быть приведена оценка σ_{omc} для соответствующего семейства машин. Можно ожидать, что такая оценка была получена с учетом всех возможных источников вариативности в установке и условиях работы, на которые распространяется данный испытательный код.

Примечание — Если звуковая мощность мало изменяется в процессе повторных измерений, а сами измерения проведены правильно, то величине σ_{omc} можно приписать значение 0,5 дБ. В других случаях, например, когда на звук, производимый испытуемым источником шума, существенное влияние оказывает потребляемый или производимый материал, а также при непредсказуемых изменениях в потреблении или производстве этого материала, подходящей оценкой σ_{omc} можно считать 2 дБ. Но в особых случаях очень сильной зависимости шума от свойств обрабатываемого материала (когда испытуемым источником шума являются такие машины, как камнедробилки, металлорежущие станки или прессы, работающие под нагрузкой) эта величина может достигать 4 дБ.

9.3 Определение σ_{R0}

9.3.1 Общие положения

Стандартное отклонение σ_{R0} характеризует все источники неопределенности, которые могут оказать влияние на результат измерений, проводимых в соответствии с настоящим стандартом (различия в характеристиках излучения источников шума, в применяемых средствах измерений, в применении метода измерений), за исключением нестабильности звуковой мощности источника шума (последний фактор характеризуется значением σ_{omc}).

Обобщение накопленного к данному времени опыта испытаний позволило установить оценки σ_{R0}, которые приведены в таблице 2. Эти оценки можно рассматривать как оценки сверху для большинства машин и оборудования, на которое распространяется настоящий стандарт. Для машин конкретного вида могут быть получены свои оценки путем проведения межлабораторного эксперимента (см. 9.3.2) или с использованием математического моделирования (см. 9.3.3). Такие оценки приводят в испытательных кодах по шуму для машин конкретных видов (см. 9.2 и приложение Е).

9.3.2 Межлабораторный эксперимент

Межлабораторный эксперимент для определения σ_{R0} проводят в соответствии с ISO 5725, когда уровни звуковой мощности источника шума определяют в условиях воспроизводимости, т. е. с участием разных специалистов, проводящих измерения в разных положениях источника шума разными средствами измерений. Такой эксперимент позволяет получить оценку σ'_{tot} стандартного отклонения для источника шума, рассылаемого лабораториям — участникам эксперимента. Предполагается, что в таком эксперименте будет обеспечена вариативность всех существенных факторов, которые могут оказать влияние на результат измерений звуковой мощности данного источника шума.

Полученная в результате межлабораторного эксперимента оценка σ'_{tot}, дБ, включает в себя оценку σ'_{omc}, дБ, что позволяет получить оценку σ'_{R0} по формуле

$$\sigma'_{R0} = \sqrt{\sigma'^{2}_{tot} - \sigma'^{2}_{omc}}. \quad (24)$$

Если оценки σ'_{R0}, полученные в результате измерений для разных экземпляров источника шума данного вида, незначительно отличаются между собой, то их среднее можно рассматривать как оценку σ_{R0} для всех источников шума данного вида в измерениях, проводимых в соответствии с настоящим стандартом. Такую оценку (вместе с оценкой σ_{omc}) следует по возможности указывать в испытательном коде по шуму и использовать в процедуре декларирования шумовой характеристики машин.

Если межлабораторный эксперимент проведен не был, то для реалистической оценки σ_{R0} используют накопленные знания об измерениях шума машин данного вида.

Иногда затраты на проведение межлабораторного эксперимента можно сократить, исключив требование проведения измерений в разных положениях источника шума. Это можно сделать, например, если источник шума обычно устанавливают в условиях, когда коррекция на фоновый шум K_1 невелика, или если целью испытаний является подтверждение шумовой характеристики машины при ее работе в заданном положении. Оценку, полученную в таких условиях ограниченной вариативности, обозначают $\sigma_{R0,DL}$, и она может быть использована также в испытаниях крупногабаритных, стационарно устанавливаемых машин. Следует ожидать, что полученные значения $\sigma_{R0,DL}$ будут ниже приведенных в таблице 2.

Оценки σ_{R0}, полученные по формуле (24), будут обладать низкой достоверностью, если σ_{tot} лишь незначительно превышает σ_{omc}. Оценки σ_{R0} будут достаточно надежными только в том случае, если σ_{omc} не превышает $\sigma_{tot} / \sqrt{2}$.

9.3.3 Расчет σ_{R0} на основе математической модели

Обычно σ_{R0} зависит от нескольких факторов, дающих вклады $c_i u_i$ (i = 1, 2, …, n) в общую неопределенность измерения уровня звуковой мощности (звуковой энергии) (см. Е.4.2). Такими факторами, в частности, являются применяемые средства измерений, коррекция на условия окружающей среды и местоположения микрофонов. Если предположить, что данные факторы влияют на общую неопределенность независимо друг от друга, то оценку σ_{R0} можно представить в виде (см. ISO/IEC Guide 98-3)

$$\sigma_{R0} \approx \sqrt{(c_1 u_1)^2 + (c_2 u_2)^2 + \ldots + (c_n u_n)^2}. \quad (25)$$

В формулу (25) не входят неопределенности, связанные с нестабильностью излучения источника (поскольку они учтены в σ_{omc}). Источники неопределенности, дающие вклад в общую неопределенность измерения уровня звуковой мощности (звуковой энергии), рассматриваются в приложении Е.

Примечание — Если источники неопределенности, входящие в модель измерений, коррелированы, то формулу (25) применять нельзя. Кроме того, расчет на основе математической модели требует дополнительной информации, чтобы определить вклады $c_i u_i$ всех составляющих в формуле (25).

В противоположность этому оценки σ_{R0}, получаемые в результате межлабораторных экспериментов, не требуют каких-либо дополнительных предположений о возможной корреляции источников неопределенности, входящих в формулу (25). Оценки межлабораторных экспериментов в общем случае являются более устойчивыми, чем полученные на основе математических моделей. Однако проведение межлабораторных экспериментов не всегда осуществимо с практической точки зрения, и зачастую их приходится заменять обобщением опыта прошлых измерений.

9.4 Типичные оценки σ_{R0}

В таблице 2 приведены типичные оценки сверху стандартного отклонения σ_{R0} для методов измерений шума, которые могут применяться в соответствии с настоящим стандартом. В особых случаях, а также когда требования настоящего стандарта не могут быть в полном объеме соблюдены для машин

определенного вида или когда ожидается, что для машин данного вида σ_{R0} должно быть меньше значений, приведенных в таблице 2, для уточнения оценки σ_{R0} рекомендуется проведение межлабораторного эксперимента.

9.5 Стандартное отклонение σ_{tot} и расширенная неопределенность *U*

Стандартное отклонение σ_{tot} и расширенную неопределенность *U* рассчитывают по формулам (22) и (23) соответственно.

Пример — В результате измерений техническим методом (класс точности 2) получено L_{WA} = = 82 дБ при σ_{omc} = 2,0 дБ. Межлабораторный эксперимент с целью определения σ_{R0} для машин данного вида не проводился, поэтому использовано значение σ_{R0} из таблицы 2 σ_{R0} = 1,5 дБ). По формулам (22) и (23) с использованием k = 2 получаем $U = 2\sqrt{1,5^2 + 2^2} = 5$ ***(дБ).***

Таблица 2 — Типичные оценки сверху σ_{R0} для измерений корректированных по А уровней звуковой мощности (звуковой энергии), проводимых в соответствии с настоящим стандартом

Класс точности метода	Показатели реверберационности поля и направленности излучения источника	Стандартное отклонение воспроизводимости[a] σ_{R0}, дБ
Технический	$\Delta L_{fA} \geq 7$ дБ для всех точек измерений; диапазон направленности излучения не более ±7 дБ	1,5
Ориентировочный	$\Delta L_{fA} < 7$ дБ или не определен; диапазон направленности излучения не более ±7 дБ	4,0
	$\Delta L_{fA} \geq 7$ дБ для всех точек измерений; диапазон направленности излучения более ±7 дБ	

[a] Применительно к источникам, излучающим шум со сравнительно «плоским» спектром в диапазоне частот от 100 до 10000 Гц, когда наибольший вклад в корректированные по А уровни звуковой мощности или звуковой энергии с коррекцией по частотной характеристике А вносят частотные составляющие октавных полос со среднегеометрическими частотами от 250 до 4000 Гц. Однако в случае, когда основной вклад вносят частотные составляющие ниже 500 Гц, воспроизводимость результатов измерений может быть хуже указанной в настоящей таблице. Если значительная часть излучаемой энергии источника лежит в диапазоне частот свыше 2000 Гц, то такое излучение может быть узконаправленным. Если при этом испытательное пространство содержит поверхности с высоким звукопоглощением (например, звукопоглощающий потолок), близкие к испытуемому источнику шума, то это также может ухудшить воспроизводимость результатов измерений.

Дополнительные примеры расчета σ_{tot} приведены в Е.3.

Примечание — Расширенная неопределенность, определяемая по формуле (23), не включает в себя стандартное отклонение производства, использованное в [8] в целях определения и декларирования шумовой характеристики для партии машин.

10 Регистрируемая информация

10.1 Общие положения

Для всех измерений, выполненных в соответствии с настоящим стандартом, должна быть получена и зарегистрирована информация, указанная в 10.2—10.5.

10.2 Испытуемый источник шума

Приводят следующие сведения:

a) общие данные об испытуемом источнике шума (изготовитель, наименование и вид, тип, технические данные, габаритные размеры, порядковый номер по системе нумерации изготовителя, год выпуска);

b) вспомогательное оборудование и способ его использования при испытаниях;

c) режимы работы при испытаниях, продолжительность измерений в каждом режиме и дополнительные характеристики условий работы (см. 6.3);

d) условия установки испытуемого источника шума;

e) расположение(я) источника шума в испытательном пространстве.

10.3 Акустические условия

Приводят следующие сведения:

a) описание испытательного пространства, включающее указание типа здания, описание конструкции и покрытия стен, пола и потолка; схему с указанием расположения испытуемого источника шума и других предметов в помещении;

b) результаты проверки пригодности испытательного пространства для целей испытаний в соответствии с 4.1 с указанием значения (значений) ΔL_f;

c) атмосферные условия, включая температуру воздуха в градусах Цельсия и статическое атмосферное давление в килопаскалях, вблизи источника шума во время испытаний.

10.4 Средства измерений

Приводят следующие сведения:

a) данные об измерительной аппаратуре (изготовитель, наименование, тип, порядковый номер по системе нумерации изготовителя);

b) дату, место и методы калибровки акустического калибратора и образцового источника шума, результаты проверки калибровки до и после проведения измерений в соответствии с 5.2;

c) уровни звуковой мощности образцового источника шума при различных калибровочных положениях.

10.5 Результаты измерений

Приводят следующие общие сведения:

a) размеры огибающего параллелепипеда и измерительное расстояние;

b) расположение точек измерений (установки микрофонов) с приложением, при необходимости, соответствующих схем;

c) местоположения образцового источника шума.

Указывают следующие сведения для каждого режима работы испытуемого источника шума в условиях измерений:

d) результаты предварительного обследования испытуемого источника шума и полученные субъективные оценки степени направленности излучения, наличие дискретных тонов или узкополосных шумов, временные характеристики и т. п.;

e) все результаты измерений эквивалентных уровней звукового давления (уровней экспозиции отдельных шумовых событий) в октавных полосах частот в каждой точке измерений;

f) эквивалентные уровни звукового давления фонового шума;

g) уровни звуковой мощности (звуковой энергии), в децибелах, в октавных полосах частот и, при необходимости, в широкой полосе с применением коррекции по частотной характеристике A, округленные с точностью до 0,1 дБ. Дополнительно возможно представление данных характеристик в графическом виде.

Примечание — Согласно [15] заявляемые значения корректированного по A уровня звуковой мощности L_{WAd} компьютеров и офисной техники выражают в белах (1 Б = 10 дБ);

h) расширенную неопределенность измерения, использованное значение коэффициента охвата и соответствующую вероятность охвата;

i) дату и время проведения измерений.

11 Протокол испытаний

Указывают зарегистрированную в соответствии с разделом 10 информацию, необходимость приведения которой в протоколе испытаний вытекает из целей измерений. В протокол включают также все положения, необходимость которых указана в разделах настоящего стандарта.

Поскольку методы, установленные настоящим стандартом, имеют разную точность, в протоколе всегда должны быть указаны неопределенность измерения и класс точности примененного метода измерений: технический или ориентировочный. Дополнительная информация о точности измерений может быть приведена в соответствии с приложением E.

Если значения уровней звуковой мощности или звуковой энергии были получены в полном соответствии с требованиями настоящего стандарта, то соответствующая запись должна быть сделана в протоколе испытаний. Если при проверке соблюдения условий настоящего стандарта одна или

несколько проверяемых акустических характеристик выходят за установленные предельные значения, то в протокол вносят запись о том, что измерения были проведены в соответствии с требованиями настоящего стандарта, за рядом исключений, и указывают эти исключения. При этом в протоколе не допускается прямо или неявно указывать на то, что испытания проведены в полном соответствии с настоящим стандартом.

Приложение А
(обязательное)

Оценка показателя реверберационности поля

Для выбранного местоположения образцового источника шума (см. 7.3.2 и 7.3.3) измеряют эквивалентный уровень звукового давления $L'_{p(\mathrm{RSS}),r}$, создаваемого этим источником в области его прямой видимости на варьируемом расстоянии r. Показатель реверберационности поля для данного расстояния $\Delta L_f(r)$, дБ, рассчитывают по формуле

$$\Delta L_f(r) = L_{p(\mathrm{RSS}),r} - L_{W(\mathrm{RSS})} + 11 + 20 \lg \frac{r}{r_0}, \qquad (A.1)$$

где $L_{p(\mathrm{RSS}),r}$ — полученное в результате измерения значение уровня звукового давления при работающем образцовом источнике шума на расстоянии r от него, дБ;

$L_{W(\mathrm{RSS})}$ — уровень звуковой мощности образцового источника шума в калибровочном положении, аналогичном местоположению, что использовано при измерении, дБ;

r — расстояние от образцового источника шума до точки установки микрофона, м;

$r_0 = 1$ м.

Если предварительные измерения показывают, что шум, излучаемый испытуемым источником, является широкополосным и по своему характеру похож на шум, излучаемый образцовым источником, то при оценке показателя реверберационности поля допускается измерять эквивалентные уровни звукового давления с непосредственной коррекцией по частотной характеристике А. Если спектральный состав шумов, создаваемых испытуемым и образцовым источниками, различен, то измерения проводят в октавных полосах частот.

Приложение В
(рекомендуемое)

Рекомендации по размещению микрофонов и устанавливаемого в единственном положении образцового источника шума

В.1 Общие положения

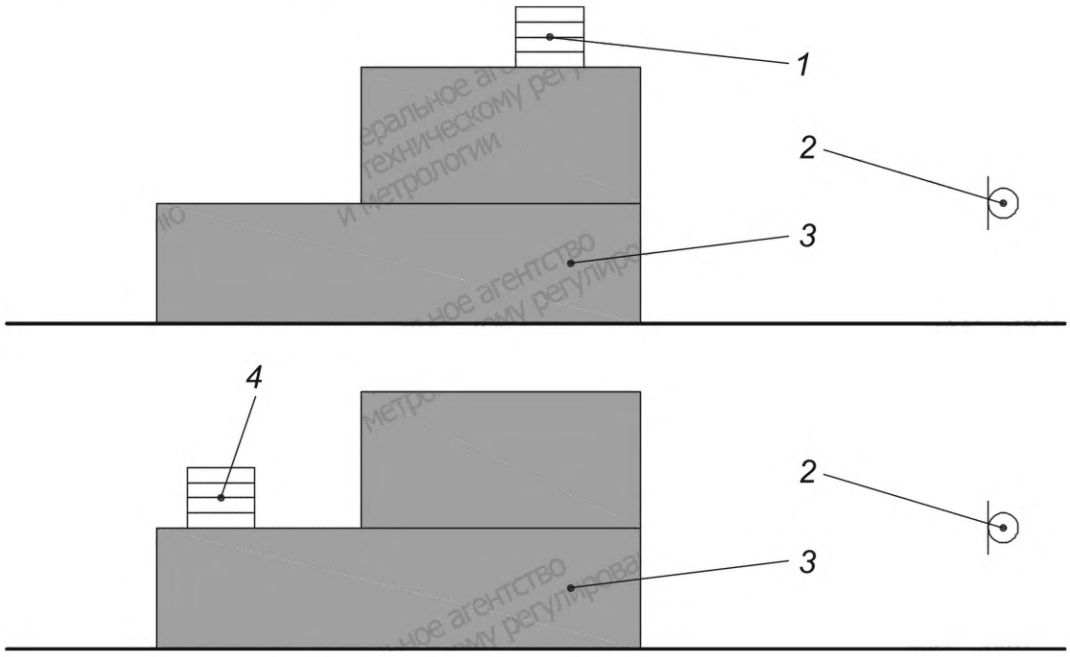
Выбор наилучшего местоположения образцового источника шума и микрофонов относительно испытуемого источника шума зависит от диаграммы направленности последнего. В ходе предварительного обследования определяют, является ли излучение испытуемого источника ненаправленным или же существует одно или несколько направлений в горизонтальной плоскости, в которых излучение доминирует. Для этого совершают обход испытуемого источника шума по периметру на расстоянии приблизительно 1 м от него и во время обхода выполняют измерения эквивалентных уровней звукового давления шумомером, располагаемым на высоте примерно 1,2 м над полом. Если в каждой октавной полосе результаты измерений варьируются в диапазоне ±2 дБ, то излучение испытуемого источника считают ненаправленным. В противном случае определяют направления, в которых излучение шума является доминирующим.

В.2 Рекомендация 1

Образцовый источник шума рекомендуется располагать таким образом, чтобы диаграмма направленности создаваемого им излучения в присутствии испытуемого источника шума была подобна диаграмме направленности последнего.

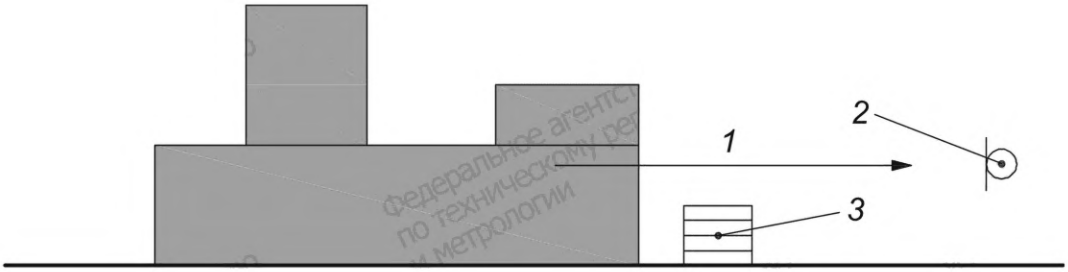
Если излучение испытуемого источника ненаправленное, то наиболее предпочтительным является установка образцового источника шума сверху испытуемого источника, как показано на рисунке В.1.

Если испытуемый источник излучает звук преимущественно в одном горизонтальном направлении, то образцовый источник шума рекомендуется устанавливать рядом с испытуемым источником со стороны доминирующего направления излучения (см. рисунок В.2).



1 — предпочтительное место установки образцового источника шума; *2* — место установки микрофона; *3* — испытуемый источник шума; *4* — нежелательное место установки образцового источника шума

Рисунок В.1 — Местоположения образцового источника шума в случае испытуемого источника шума с ненаправленным излучением

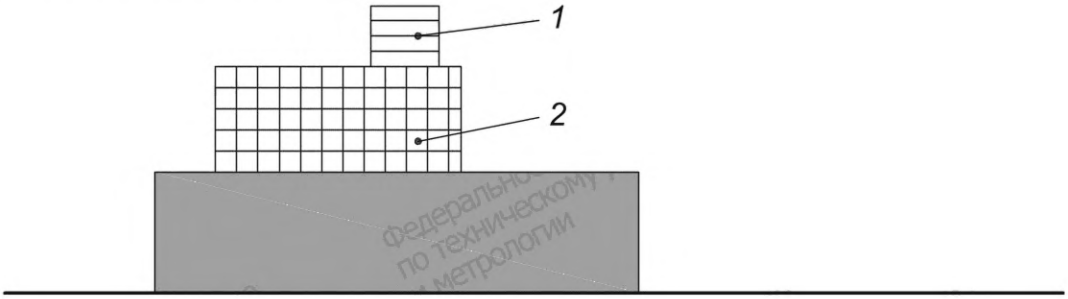


1 — доминирующее направление излучения испытуемого источника шума; *2* — место установки микрофона; *3* — предпочтительное место установки образцового источника шума

Рисунок В.2 — Местоположения образцового источника шума в случае испытуемого источника шума с доминирующим направлением излучения

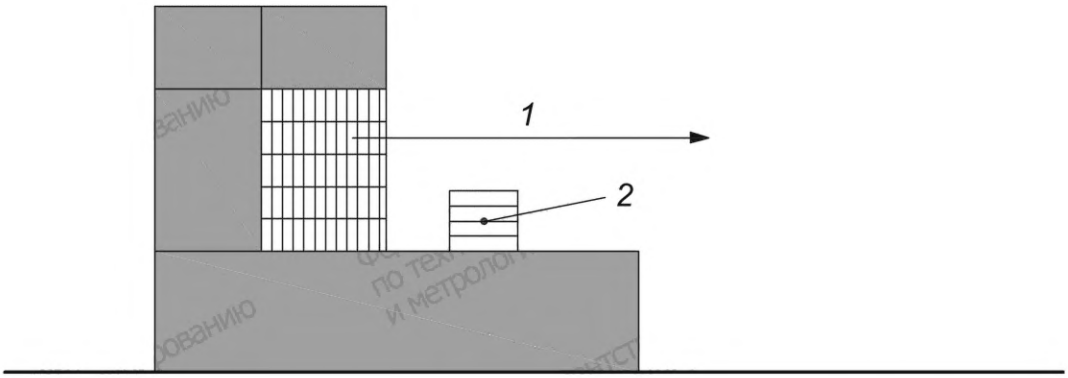
В.3 Рекомендация 2

Если испытуемый источник шума содержит элемент, излучение которого является доминирующим в общем шуме источника, и местоположение этого элемента известно, то рекомендуется устанавливать образцовый источник шума как можно ближе к этому элементу и, если излучение испытуемого источника является ненаправленным, сверху испытуемого источника (см. рисунок В.3). Если по практическим соображениям установить образцовый источник шума на испытуемом источнике не представляется возможным, то его устанавливают сбоку испытуемого источника со стороны указанного элемента (см. рисунок В.4).



1 — предпочтительное место установки образцового источника шума; *2* — элемент испытуемого источника шума с доминирующим излучением

Рисунок В.3 — Местоположение образцового источника шума при наличии у испытуемого источника шума элемента с доминирующим ненаправленным излучением

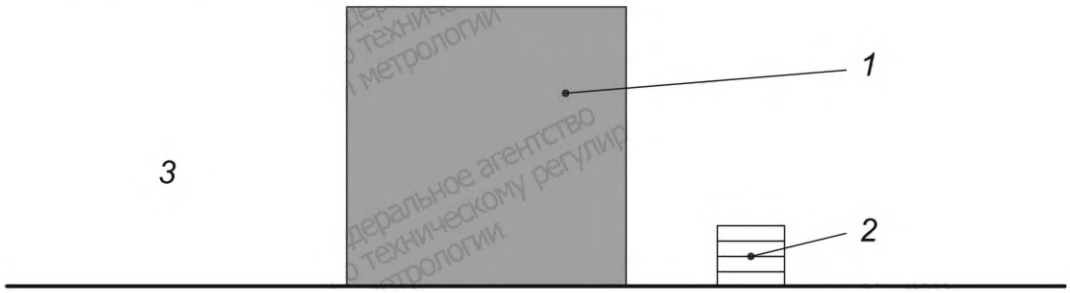


1 — направление доминирующего излучения; *2* — предпочтительное место установки образцового источника шума

Рисунок В.4 — Местоположение образцового источника шума при наличии у испытуемого источника шума элемента с доминирующим направленным излучением

В.4 Рекомендация 3

При заданном месте установки образцового источника шума сбоку от испытуемого источника весьма вероятно наличие области испытательного пространства, экранируемой от образцового источника шума испытуемым источником. Если испытуемый источник шума излучает в эту область, то рекомендуется установить в ней один микрофон для проведения измерений (см. рисунок В.5).



1 — испытуемый источник шума, экранирующий образцовый источник шума; *2* — место установки образцового источника шума; *3* — место установки микрофона

Рисунок В.5 — Установка микрофона в экранируемой области

В.5 Рекомендация 4

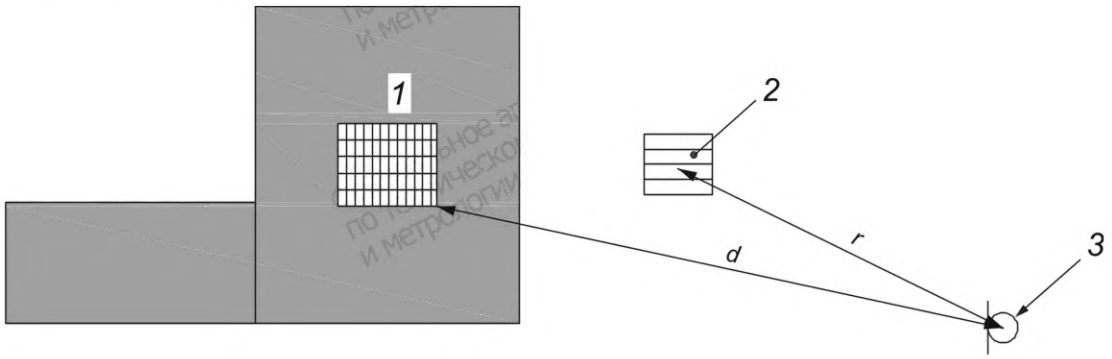
Если образцовый источник шума устанавливают сбоку от испытуемого источника, то не рекомендуется размещать микрофон в вертикальной плоскости, проходящей через оба эти источника. Не рекомендуется также устанавливать микрофон вблизи элемента испытуемого источника, создающего доминирующее излучение.

Рекомендуется, чтобы место установки микрофона выбиралось с учетом соблюдения неравенства

$$0,8 \le \frac{r}{d} \le 1,2\,, \tag{В.1}$$

где r — расстояние от образцового источника шума до точки установки микрофона;

d — расстояние от точки установки микрофона до элемента испытуемого источника шума с доминирующим излучением (см. рисунок В.6).



1 — элемент испытуемого источника шума с доминирующим излучением; *2* — место установки образцового источника шума; *3* — место установки микрофона; *d* — расстояние от точки установки микрофона до элемента испытуемого источника шума с доминирующим излучением; *r* — расстояние от образцового источника шума до точки установки микрофона

Рисунок В.6 — Положение микрофона относительно источников шума (вид сверху)

Приложение С
(обязательное)

Приведение уровней звуковой мощности и звуковой энергии к нормальным атмосферным условиям

Уровень звуковой мощности, приведенный к нормальным атмосферным условиям статического давления 101,325 кПа и температуры воздуха 23,0 °С, $L_{W\text{ref,atm}}$, дБ, рассчитывают по формуле (см. [24])

$$L_{W\text{ref,atm}} = L_W + C_2, \tag{C.1}$$

где L_W — уровень звуковой мощности, полученный в условиях испытаний [см. формулу (11)], дБ;

C_2 — поправка на импеданс излучения, используемая для приведения к нормальным атмосферным условиям, дБ. Эта величина должна быть определена в соответствующем испытательном коде по шуму. Если такой документ отсутствует, то используют следующую формулу, полученную для источника шума в виде монополя и рассматриваемую как результат усреднения для источников другого вида (см. [25]):

$$C_2 = -10\lg\frac{p_s}{p_{s,0}} + 15\lg\left(\frac{273{,}15+\theta}{\theta_{\text{ref}}}\right);$$

p_s — статическое давление в испытательном пространстве во время испытаний, кПа;

$p_{s,0}$ — нормальное атмосферное давление, $p_{s,0}$ = 101,325 кПа;

θ — температура воздуха в испытательном пространстве во время испытаний, °С;

θ_{ref} = 296 К.

Температура воздуха во время испытаний может быть измерена, а для оценки статического давления p_s, кПа, используют формулу

$$p_s = p_{s,0}(1 - aH_a)^b, \tag{C.2}$$

где $a = 2{,}2560 \cdot 10^{-5}$ м$^{-1}$;

b = 5,2553;

H_a — высота места проведения испытаний над уровнем моря, м.

Уровень звуковой энергии, приведенный к нормальным атмосферным условиям, $L_{J\text{ref,atm}}$, дБ, рассчитывают по формуле

$$L_{J\text{ref,atm}} = L_J + C_2, \tag{C.3}$$

где L_J — уровень звуковой энергии, полученный в условиях испытаний [см. формулу (19)], дБ;

C_2 — то же, что в формуле (С.1).

Если уровень звуковой мощности или звуковой энергии приведен к нормальным атмосферным условиям, то это должно быть отражено в протоколе испытаний.

Приложение D
(обязательное)

Расчет корректированных по А уровней звуковой мощности и звуковой энергии на основе результатов измерений в октавных полосах частот

D.1 Корректированные по А уровни звуковой мощности

Корректированный по А уровень звуковой мощности L_{WA}, дБ, вычисляют по формуле

$$L_{WA} = 10\lg \sum_{k=k_{min}}^{k_{max}} 10^{0,1(L_{Wk}+C_k)}, \quad (D.1)$$

где L_{Wk} — уровень звуковой мощности в k-й октавной полосе частот, дБ;

k — номер октавной полосы частот (см. таблицу D.1);

C_k — поправка для k-й октавной полосы частот по таблице D.1;

k_{min}, k_{max} — значения k для соответственно низшей и вышей полосы диапазона частот измерений.

D.2 Корректированные по А уровни звуковой энергии

Корректированный по А уровень звуковой энергии L_{JA}, дБ, вычисляют по формуле

$$L_{JA} = 10\lg \sum_{k=k_{min}}^{k_{max}} 10^{0,1(L_{Jk}+C_k)}, \quad (D.2)$$

где L_{Jk} — уровень звуковой энергии в k-й октавной полосе частот, дБ;

k — номер октавной полосы частот (см. таблицу D.1);

C_k — поправка для k-й октавной полосы частот по таблице D.1;

k_{min}, k_{max} — значения k для соответственно низшей и вышей полосы диапазона частот измерений.

D.3 Значения k и C_k

Для расчетов с использованием результатов измерений в октавных полосах частот используют значения k и C_k, приведенные в таблице D.1.

Таблица D.1 — Значения k и C_k, соответствующие среднегеометрическим частотам октавных полос

k	Среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц	C_k
2	63	–26,2[a]
5	125	–16,1
8	250	–8,6
11	500	–3,2
14	1000	0,0
17	2000	1,2
20	4000	1,0
23	8000	–1,1

[a] Значение поправки C_k используют только в случае, если для данной октавной полосы частот выполнены требования к испытательному пространству и средствам измерений.

Приложение Е
(рекомендуемое)

Руководство по применению информации для расчета неопределенности измерения

Е.1 Общие положения

Общий формат представления неопределенности измерения установлен ISO/IEC Guide 98-3. Он предполагает составление бюджета неопределенности, в котором идентифицированы основные источники неопределенности и их вклад в суммарную стандартную неопределенность.

В отношении шума, излучаемого машинами и оборудованием, целесообразно разделить все источники неопределенности на две группы:

a) присущие самому методу измерений;

b) обусловленные нестабильностью излучаемого шума.

В настоящем приложении приведены основанные на современном уровне знаний рекомендации по применению подхода ISO/IEC Guide 98-3 к измерениям, проводимым в соответствии с настоящим стандартом.

Е.2 Стандартное отклонение σ_{tot}

Характеристикой неопределенности измерения, проводимого в соответствии с настоящим стандартом, является расширенная неопределенность U, непосредственно получаемая из стандартного отклонения σ_{tot} [см. формулу (23)], которое рассматривается как аппроксимация стандартной неопределенности $u(L_W)$.

В свою очередь, σ_{tot} определяется двумя составляющими, σ_{R0} и σ_{omc} [см. формулу (22)], разными по своей природе.

Оценки σ_{R0} и σ_{omc} предполагаются статистически независимыми и определяемыми по отдельности.

Стандартное отклонение σ_{omc}, характеризующее шумоизлучение конкретной машины, не может быть рассчитано теоретически и поэтому определяется экспериментально (см. раздел Е.3). Другая составляющая, σ_{R0}, рассматривается в разделе Е.4.

Примечание 1 — Расширенная неопределенность, определяемая по формуле (23), не включает в себя стандартное отклонение производства, использованное в [8] в целях определения и декларирования шумовой характеристики для партии машин.

Примечание 2 — Неопределенность измерения может увеличиться, если шум, излучаемый испытуемым источником, содержит узкополосные составляющие или дискретные тоны. Еще одним источником дополнительной неопределенности является установка образцового источника шума в местах, отличных от калибровочного положения. Влияние данных факторов особенно сильно проявляется на низких частотах.

Е.3 Стандартное отклонение σ_{omc}

Стандартное отклонение σ_{omc}, дБ (см. 9.2), рассчитывают по формуле

$$\sigma_{omc} = \sqrt{\frac{1}{N-1}\sum_{j=1}^{N}\left(L_{p,j} - L_{pav}\right)^2}, \qquad (E.1)$$

где $L_{p,j}$ — значение корректированного на фоновый шум уровня звукового давления, полученное в результате j-го повторного измерения в заданной точке при заданных условиях установки и работы источника шума, дБ;

L_{pav} — среднее арифметическое $L_{p,j}$ по всем повторным измерениям.

Измерения для определения σ_{omc} проводят в точке установки микрофона, где эквивалентный уровень звукового давления максимален. Если используют усреднение по всем точкам измерения, то в формуле (Е.1) $L_{p,j}$ и L_{pav} заменяют на $\overline{L_{p,j}}$ и $\overline{L_{pav}}$ соответственно.

В общем случае условия установки и работы машины при измерениях ее шумовой характеристики определяются испытательным кодом по шуму. При его отсутствии эти условия должны быть точно заданы до проведения испытаний и зафиксированы в протоколе испытаний. Ниже приводятся некоторые рекомендации в отношении определения таких условий и их возможного влияния на σ_{omc}.

Условия работы при испытаниях должны соответствовать нормальному применению машины согласно рекомендациям изготовителя и практике пользователя. Однако даже при заданных нормальных условиях работы машины возможны некоторые вариации в режимах работы, обрабатываемом, потребляемом или производимом материале, между различными циклами работы машины и пр. Стандартное отклонение σ_{omc} характеризует неопределенность, связанную как с изменчивостью долговременных условий работы (например, день ото дня), так и с изменением излучаемого шума после повторной установки и пуска машины.

Если машину в любых условиях ее применения устанавливают либо на податливых пружинах, либо на тяжелый бетонный пол, то условия установки будут слабо влиять на результаты измерений. Однако если при испытаниях

машину устанавливают на твердый массивный пол, а в условиях применения используют другую опору, то шум, создаваемый машиной, может различаться весьма сильно. Составляющая неопределенности, обусловленная установкой машины, будет наибольшей, если машина соединена со вспомогательным оборудованием. Также эта неопределенность будет велика в случае ручных машин. Необходимо исследовать, как перемещения машины или ее крепления влияют на создаваемый машиной шум. Если необходимо заявить шумовую характеристику машины для разных способов ее установки, то σ_{omc} оценивают по результатам измерений при всех возможных способах установки. Если влияние условий установки машины на создаваемый ею шум известно, то в испытательном коде по шуму или в методике, применяемой пользователем, должен быть определен рекомендуемый способ установки машины для измерений.

С точки зрения важности вклада тех или иных источников неопределенности в σ_{tot} исследования для определения σ_{omc} более важны по сравнению с определением σ_{R0} [см. формулу (22)]. Это связано с тем, что σ_{omc} может принимать существенно бóльшие значения, чем стандартное отклонение σ_{R0}, которое, например, для технического метода измерений (как следует из таблицы 2) не превышает 1,5 дБ.

Если $\sigma_{omc} > \sigma_{R0}$, то проведение измерений с высокой точностью (т. е. с малым σ_{R0}) теряет практический смысл, поскольку это не способно привести к существенному снижению σ_{tot}. Примеры возможных соотношений между σ_{omc} и σ_{R0} приведены в таблице Е.1.

Из этих примеров видно, что при нестабильных условиях установки и работы испытуемой машины излишне прилагать усилия в попытках обеспечить условия точного метода измерений.

Кроме того, в ситуации, когда $\sigma_{omc} > \sigma_{R0}$, у пользователя стандарта возможно формирование неправильного представления об общей неопределенности измерения, если он ориентируется на класс точности измерений, который в настоящем стандарте определяется только значением σ_{R0}.

Таблица Е.1 — Примеры расчета σ_{tot} для разных соотношений между σ_{omc} и σ_{R0}

Стандартное отклонение воспроизводимости метода σ_{R0}, дБ	Стандартное отклонение σ_{tot}, дБ, для разных условий установки и работы машины, характеризующихся разными значениями σ_{omc}, дБ		
	Стабильные	Нестабильные	Очень нестабильные
	σ_{omc}, дБ		
	0,5	2	4
0,5 (точный метод)	0,7	2,1	4,0
1,5 (технический метод)	1,6	2,5	4,3
3 (ориентировочный метод)	3,0	3,6	5,0

Е.4 Стандартное отклонение σ_{R0}

Е.4.1 Общие положения

Оценки σ_{R0} сверху приведены в таблице 2. Кроме того, в 9.3 приведены рекомендации по проведению исследований для получения более реалистичных оценок σ_{R0} для отдельных машин или семейств машин. Такие исследования включают в себя либо проведение измерений в условиях воспроизводимости согласно ISO 5725, либо расчеты на основании математической модели измерения [см. формулу (25)], требующие привлечения дополнительной информации.

Если некоторые источники неопределенности несущественны для конкретных измерительных задач или трудны для исследования, то в испытательном коде по шуму приводят значение σ_{R0}, полученное либо в результате межлабораторного эксперимента, либо рассчитанное аналитически на основе модели, которое не учитывает вариативность этих источников.

Расчет на основе бюджета неопределенности предполагает статистическую независимость отдельных источников неопределенности и, главное, наличие уравнений, используя которые можно было бы оценить вклад этих источников по результатам соответствующих измерений или на основе накопленного практического опыта. В настоящее время, однако, объема накопленной экспериментальной информации, которая могла бы быть использована в целях настоящего стандарта, недостаточно. Тем не менее ниже приводятся данные, которые не следует рассматривать как окончательные, но которые могут быть использованы для ориентировочной оценки вкладов отдельных составляющих неопределенности.

Е.4.2 Вклад разных источников в σ_{R0}

Е.4.2.1 Общие положения

Предварительные исследования показали, что измеряемый уровень звуковой мощности $L_{W\mathrm{ref,atm}}$, дБ, в который внесена поправка на атмосферные условия, может быть представлен следующей зависимостью от влияющих факторов (входных величин):

$$L_{W_{ref,atm}} = \delta_{method} + \delta_{omc} + \overline{L'_{p(ST)}} - K_1 + C_2 + \delta_r + \delta_{mic} + \delta_{slm} + \delta_\theta + L_{W(RSS)} - \overline{L'_{p(RSS)}} + K_{1(RSS)}, \quad (E.2)$$

где δ_{method} — входная величина, описывающая влияние применяемого метода измерений, дБ;

δ_{omc} — входная величина, описывающая влияние условий установки и работы машины, дБ (эта величина не включена в расчеты σ_{R0});

$\overline{L'_{p(ST)}}$ — среднее по точкам измерений значение эквивалентного уровня звукового давления в октавной полосе частот при работе испытуемого источника шума, дБ (см. 8.2);

K_1 — коррекция на фоновый шум (см. 8.1), дБ;

C_2 — поправка на импеданс излучения, используемая для приведения к нормальным атмосферным условиям, дБ (см. приложение С);

δ_r — входная величина, описывающая влияние выбора точек измерений шума, дБ;

δ_{mic} — входная величина, описывающая влияние конечного числа точек измерений и мест установки образцового источника шума, дБ;

δ_{slm} — входная величина, описывающая влияние применяемых средств измерений, дБ;

δ_0 — входная величина, описывающая флуктуации температуры воздуха в помещении, где проводят испытания, дБ;

$L_{W(RSS)}$ — уровень звуковой мощности образцового источника шума в октавной полосе частот (см. 8.3.1) (этот влияющий фактор учитывает также отклонения условий работы образцового источника шума от номинальных), дБ;

$\overline{L'_{p(RSS)}}$ — средний по точкам измерений эквивалентный уровень звукового давления для образцового источника шума в октавной полосе частот (см. 8.2), дБ;

$K_{1(RSS)}$ — коррекция на фоновый шум для образцового источника шума, дБ (см. 8.1).

Примечание 1 — Если измеряемой величиной является уровень звуковой энергии, то для нее модель измерения будет иметь вид, аналогичный формуле (Е.2).

Примечание 2 — Модель, описываемую формулой (Е.2), применяют при измерениях как в полосе частот, так и с коррекцией по частотной характеристике А.

Примечание 3 — Входные величины, включенные в формулу (Е.2), отражают современное представление о факторах, способных оказать влияние на результат измерения уровня звуковой мощности при испытаниях по настоящему стандарту. Дальнейшие исследования могут показать необходимость модификации этой модели.

Каждой входной величине должно быть приписано соответствующее распределение вероятностей (нормальное, прямоугольное, Стьюдента и т. п.). Лучшей оценкой входной величины будет ее математическое ожидание. Стандартное отклонение распределения входной величины характеризует разброс ее возможных значений и принимается за ее стандартную неопределенность.

Составляющая неопределенности, связанная с условиями установки и работы источника шума, уже учтена в σ_{omc}. Остальные входные величины в совокупности характеризуются стандартным отклонением σ_{R0}.

Информация об ожидаемых значениях стандартных неопределенностей входных величин u_i и соответствующих им коэффициентах чувствительности c_i, необходимых для расчета σ_{R0}, дБ, $\sigma_{R0} = \sqrt{\sum_i (c_i u_i)^2}$, приведена в таблице Е.2.

Таблица Е.2 — Бюджет неопределенности для расчета σ_{R0} при измерении уровня звуковой мощности или звуковой энергии источника шума с относительно плоским спектром на частотах от 500 Гц до 4000 кГц или с коррекцией по частотной характеристике А

Входная величина (см. Е.4.2)	Оценка входной величины, дБ	Стандартное отклонение[a] u_i, дБ	Вид распределения	Коэффициент чувствительности[a] c_i
δ_{method}	0	0,5	Нормальное	1
$\overline{L'_{p(ST)}}$	$\overline{L'_{p(ST)}}$	s_r(stat) (стандартное отклонение повторяемости)	Нормальное	$1 + \frac{1}{10^{0,1\Delta L_p} - 1}$
K_1	K_1	s_r(stat) (стандартное отклонение повторяемости)	Нормальное	$\frac{1}{10^{0,1\Delta L_p} - 1}$
C_2	C_2	0,3	Треугольное	1
δ_r	0	$D / \sqrt{6}$	Прямоугольное	$10^{-0,1(\Delta L_f - 3)}\, 8,7 / r$

Окончание таблицы Е.2

Входная величина (см. Е.4.2)	Оценка входной величины, дБ	Стандартное отклонение[a] u_i, дБ	Вид распределения	Коэффициент чувствительности[a] c_i
δ_{mic}	0	$s_{r\,(stat)} / \sqrt{n}$	Нормальное	0,5
δ_{slm}	0	0,5	Нормальное	0,5
δ_θ	0	$\Delta\theta / \sqrt{3}$	Прямоугольное	$\frac{6,5}{273+\theta} + \frac{-0,57+0,25\log(2,6f)}{1+0,0011H+0,007\theta}$
$L_{W(RSS)}$	$L_{W(RSS)}$	0,5	Нормальное	1
$\overline{L'_{p(RSS)}}$	$\overline{L'_{p(RSS)}}$	s_r(stat) (стандартное отклонение повторяемости)	Нормальное	$1+\frac{1}{10^{0,1\Delta L_{p(RSS)}}-1}$
$K_{1(RSS)}$	$K_{1(RSS)}$	s_r(stat) (стандартное отклонение повторяемости)	Нормальное	$\frac{1}{10^{0,1\Delta L_{p(RSS)}}-1}$
[a] См. Е.4.2.2 — Е.4.2.11.				

Расчет σ_{R0} выполнен в предположении, что все входные величины некоррелированы.

Для некоторых входных величин соответствующие стандартные неопределенности должны быть получены в результате дополнительных исследований.

Пример информации, необходимой для расчета суммарной стандартной неопределенности при прямом методе измерений, приведен в таблице Е.2 и в Е.4.2.2 — Е.4.2.11.

Е.4.2.2 Метод измерений (δ_{method})

Неопределенность, связанная с самим применяемым методом измерений, характеризуется смещением метода и стандартной неопределенностью оценки этого смещения u_{method}. В предположении, что все необходимые поправки к полученному значению уровня звуковой мощности внесены должным образом, оставшееся смещение можно оценить только исходя из практического опыта измерений или по результатам межлабораторного эксперимента. В случае детально проработанной модели измерения, в которой учтены все основные влияющие величины, и для них получены количественные оценки этого влияния, неопределенность, связанная с методом измерения, будет мала. Если знаний о возможных влияющих величинах недостаточно, имеются трудности в оценке пределов этого влияния или проводить такую оценку нецелесообразно из практических соображений, то данная составляющая неопределенности может стать доминирующей в оценке σ_{R0}. Примером может служить применение метода измерений недостаточно квалифицированным или неопытным пользователем.

В предположении, что анализ модели измерения был выполнен правильно и в полном объеме, а излучение источника характеризуется относительно «плоским» спектром в диапазоне частот от 100 до 10 000 Гц, в качестве ориентировочной оценки можно принять u_{method} = 0,5 дБ.

Смещение, обусловленное методом измерения, непосредственно входит в оценку измеряемой величины, поэтому коэффициент чувствительности c_{method} = 1. В данном примере вклад $c_{method}u_{method}$ данного источника в суммарную стандартную неопределенность будет составлять 0,5 дБ.

Е.4.2.3 Изменения звукового поля во время испытаний ($\overline{L'_{p(ST)}}$)

Неопределенность, связанная с изменчивостью звукового поля, создаваемого испытуемым источником шума, характеризуется разбросом результатов последовательных измерений, выполненных в одних и тех же условиях. Соответственно, стандартная неопределенность $u_{L\overline{p}(ST)}$, дБ, может быть выражена через выборочное стандартное отклонение s результатов измерений и рассчитана по формуле

$$u_{L'_{p(ST)}} = s_{r(stat)} = \sqrt{\frac{1}{N-1}\sum_{j=1}^{N}\left(L'_{p,j} - L'_{pav}\right)^2},$$

где $L'_{p,j}$ — некорректированный на фоновый шум результат j-го повторного измерения в заданной точке эквивалентного уровня звукового давления в заданных условиях установки и работы испытуемого источника шума, дБ;

L'_{pav} — арифметическое среднее по всем $L'_{p,j}$, дБ;

N — число повторных измерений, которое должно быть не менее шести.

Повторные измерения выполнены в условиях повторяемости, т. е. за короткий промежуток времени в одном месте с использованием одного и того же метода измерений, включая средства измерений, одним и тем же оператором. При каждом повторном испытании включение и настройку средств измерений выполняют заново.

Коэффициент чувствительности $c_{L'_{p(ST)}}$ представляет собой производную функции измерения $L_{Wref,atm}$ по $\overline{L'_{p(ST)}}$ и зависит от уровня фонового шума. После подстановки выражения для коррекции на фоновый шум K_1 [формула (7)] формула для расчета $c_{L'_{p(ST)}}$ преобразуется к виду

$$c_{L'_{p(ST)}} = 1 + \frac{1}{10^{0,1\Delta L_p} - 1}.$$

Это выражение может быть упрощено до $c_{L'p(ST)} = 1 + c_{K1}$ и для наихудшего случая, когда уровень шума совпадает с предельно допустимым значением, может быть аппроксимировано как $c_{L'_{p(ST)}} = 1,3$. Если стандартное отклонение флуктуаций уровня звукового давления фонового шума составляет 3 дБ, то $u_{L'_{p(ST)}}$ будет не менее 0,6 дБ, и вклад данной составляющей неопределенности $c_{L'_{p(ST)}} u_{L'_{p(ST)}}$ в суммарную стандартную неопределенность составит 0,7 дБ. В данном примере за счет мер по снижению фонового шума это значение принято равным 0,4 дБ.

Если продолжительность измерений T не позволит охватить достаточное число циклов работы машины, то суммарная стандартная неопределенность может стать недопустимо большой. Увеличение продолжительности измерений, так чтобы они включали в себя несколько полных циклов работы машины, позволяет существенно снизить данную составляющую неопределенности.

Е.4.2.4 Коррекция на фоновый шум (K_1)

Стандартная неопределенность u_{K1}, дБ, связанная с коррекцией на фоновый шум K_1, может быть выражена через выборочное стандартное отклонение s по серии повторных измерений фонового шума в одной точке измерений (установки микрофона).

Коэффициент чувствительности c_{K1} получают, беря производную функции измерения $L_{Wref,atm}$ по $\overline{L_{p(B)}}$. Подстановка значения K_1, полученного по формуле (7), дает

$$\left|c_{K_1}\right| = \frac{1}{10^{0,1\Delta L_p} - 1}.$$

Данную формулу можно преобразовать к виду $\left|c_{K_1}\right| = 10^{-0,1\left(\overline{L_{p(ST)}} - \overline{L_{p(B)}}\right)}$, подставляя вместо $\overline{L'_{p(ST)}}$ корректированное на фоновый шум значение $\overline{L_{p(ST)}}$. В наихудшем случае высокого фонового шума со стандартным отклонением 3 дБ и $\Delta L_p = 6$ дБ (см. 8.1) получаем $c_{K1} = 0,3$. Это даст вклад $c_{K1}u_{K1}$ в суммарную стандартную неопределенность, равный 1,0 дБ, хотя в большинстве случаев его значение будет близко к 0,4 дБ. Уменьшение флуктуаций фонового шума уменьшает вклад данной составляющей неопределенности. Кроме того, можно ожидать, что u_{K1} снизится примерно вдвое, если вчетверо увеличить временной интервал усреднения T. Существенного уменьшения коэффициента чувствительности можно добиться за счет уменьшения фонового шума посредством выявления его источников с последующим принятием мер по их звукоизоляции или звукопоглощению. Такие меры могут включать в себя устройство правильного заземления, изоляцию проводов, виброизоляцию, использование дополнительных масс и дополнительных поглощающих материалов и т.д. В больших помещениях уровень реверберационного поля выше вблизи источника шума, поэтому уменьшить влияние фонового шума можно, располагая микрофон ближе к испытуемому источнику шума.

Стандартная неопределенность $u_{K1(RSS)}$ и коэффициент чувствительности $c_{K1(RSS)}$ для образцового источника шума определяются аналогичным образом. В данном примере вклад $c_{K1(RSS)}u_{K1(RSS)}$ в суммарную стандартную неопределенность предполагается равным 0,4 дБ.

Е.4.2.5 Поправка на импеданс излучения (C_2)

Неопределенность, связанную с поправкой на импеданс излучения C_2 (см. приложение С), можно описать через стандартное отклонение u_{C_2}, чье значение можно принять равным 0,3 дБ.

Если измерения проводят на высоте менее 500 м над уровнем моря, то поправку на атмосферные условия не учитывают (т. е. принимают $C_2 = 0$ дБ). При этом на высоте 120 м при температуре воздуха 23 °С значение этой поправки равно нулю, а на высоте 500 м при той же температуре — 0,6 дБ. Приписывая распределению случайной величины, связанной с неучетом поправки, треугольное распределение, получим для него стандартное отклонение $s_{met} = 0,6 / \sqrt{6} = 0,3$ дБ. Данное значение принимают за u_{C_2}.

Коэффициент чувствительности для данного фактора, c_{C_2}, равен единице.

Принимая, что испытания проводятся на высоте менее 500 м над уровнем моря, и не внося поправку на атмосферные условия, получим, что вклад данной составляющей неопределенности равен 0,3 дБ. Этот вклад можно уменьшить, изменив место проведения испытаний (например, проводя испытания на уровне моря при давлении 101,325 кПа и при нормальной температуре 23 °С) или учитывая поправку на атмосферные условия.

Е.4.2.6 Показатель реверберационности поля (δ_r и δ_{mic})

Е.4.2.6.1 Общие положения

Точность метода, установленного настоящим стандартом, в первую очередь определяется значением показателя реверберационности поля ΔL_{fA}. Если $\Delta L_{fA} \geq 7$ дБ, то вклад соответствующей составляющей неопределенности $c_\delta u_\delta$ не превышает 1 дБ. При $\Delta L_{fA} < 7$ дБ этот вклад может достигать 4 дБ и должен быть рассчитан

в соответствии с Е.4.2.6.2 и Е.4.2.6.3. Данную составляющую неопределенности можно разбить на две части: неопределенность, связанную с измерительным расстоянием δ_r, и неопределенность выборки δ_{mic}, т. е. $u_\delta^2 c_\delta^2 = u_r^2 c_r^2 + u^2_{mic} c^2_{mic}$ (см. Е.4.2.6.2 и Е.4.2.6.3).

Е.4.2.6.2 Измерительное расстояние (δ_r)

Давление в звуковой волне, распространяющейся от источника, зависит от пройденного расстояния. Испытуемый источник шума не является точечным, и с этим связана неопределенность определения расстояния от источника до микрофона. Если максимальный размер источника равен D, то указанную неопределенность можно характеризовать прямоугольным распределением вероятностей на интервале $\pm D/2$. Соответствующее стандартное отклонение будет равно $D/\left(2\sqrt{3}\right)$. Образцовый источник шума часто устанавливают рядом с испытуемым источником, поэтому расстоянию до образцового источника шума можно поставить в соответствие то же распределение с тем же стандартным отклонением. Суммирование двух распределений даст стандартное отклонение, которое принимают за стандартную неопределенность u_r измерительного расстояния r, равную $u_r = D/\sqrt{6}$.

Данную неопределенность можно уменьшить, если равномерно расставить вокруг испытуемого источника шума n микрофонов. Тогда $u_r = D/\sqrt{6n}$.

Усредненный по точкам измерений уровень звукового давления образцового источника шума $\overline{L'_{p(RSS)}}$ можно представить в виде двух составляющих. Первая из них определяется прямой звуковой волной, распространяющейся от источника, $L_{p,direct}$, вторая — реверберационным полем $L_{p,reverb}$, т. е. $\overline{L'_{p(RSS)}} = 10\lg\left(10^{0{,}1L_{p,direct}} + 10^{0{,}1L_{p,reverb}}\right)$. При этом составляющую прямой волны $L_{p,direct}$, дБ, можно представить в виде $L_{p,direct} = L_W + 10\lg(2\pi r^2 / r_0^2)$. Тогда слагаемое $L_{p(RSS),r}$, дБ, в формуле (А.1) можно выразить через $L_{p,direct}$, дБ, по формуле $L_{p(RSS),r} = L_{p,direct} + \Delta Lf - 3$. С учетом того, что $L_{p,reverb}$ от измерительного расстояния не зависит, производная от $L_{Wref,atm}$ по r дает значение коэффициента чувствительности $c_r = 10^{-0{,}1(\Delta Lf - 3)}8{,}7 / r$. Тот же результат будет получен для коэффициента чувствительности, связанного с неопределенностью определения расстояния от микрофона до испытуемого источника шума.

В качестве наихудшего варианта можно принять ΔLf = 7,1 дБ, все точки измерений находятся по одну сторону от испытуемого источника шума, его максимальный размер D = 3 м, измерительное расстояние r = 6 м. В этом случае получим u_r = 1,2 дБ и c_r = 0,6. Вклад данной составляющей неопределенности будет $c_r u_r$ = 0,7 дБ. Обычно измерения на большем удалении от машины позволяют снизить вклад до 0,4 дБ. Уменьшить вклад данной составляющей неопределенности можно за счет увеличения измерительного расстояния, повышения показателя реверберационности поля и распределения мест установки микрофонов вокруг испытуемого источника шума.

Е.4.2.6.3 Неравномерность распределения уровня звукового давления по испытательному пространству (δ_{mic})

Как для свободного, так и реверберационного звукового поля стандартная неопределенность u_{mic}, дБ, связанная с конечным числом точек измерений, имеет вид $u_{mic} = u_{\Delta L'_{p(ST\text{-}RSS)}} / \sqrt{n}$, где n — число точек установки микрофонов, $u_{\Delta L'_{p(ST\text{-}RSS)}}$ — выборочное стандартное отклонение по значениям $\Delta L'_{p(ST\text{-}RSS)} = L'_{p(ST)} - L'_{p(RSS)}$, определенным в каждой точке измерений. Если в испытании образцовый источник шума устанавливают в нескольких местах, то для каждой точки установки микрофона усреднение по $L'_{p(RSS)}$ следует выполнять таким образом, чтобы избежать влияния на оценку неопределенности результатов измерений, полученных, когда образцовый источник шума изолирован от одной или нескольких точек установки микрофона.

Коэффициент чувствительности для данного фактора, c_{mic}, равен единице.

В качестве наихудшего случая можно рассмотреть ситуацию, когда измерения проводят в трех точках и $u_{\Delta L'_{p(ST\text{-}RSS)}}$ = 3 дБ, тогда u_{mic} = 1,7 дБ. Обычно $u_{\Delta L'_{p(ST\text{-}RSS)}}$ принимает меньшие значения, и вклад данной составляющей неопределенности можно оценить как 0,7 дБ. Этот вклад можно уменьшить посредством увеличения числа мест установки образцового источника шума и микрофонов, увеличения ΔL_f за счет увеличения времени реверберации в помещении (уменьшения звукопоглощения), увеличения ΔL_f за счет отнесения точки измерений дальше от источника (максимум на 20 м) и применения акустических рассеивателей звука. Если точки измерений расположены вокруг испытуемого источника шума, то рассматриваемая входная величина будет коррелирована с измерительным расстоянием, и их суммарное влияние будет меньше рассчитанного.

Е.4.2.7 Инструментальная неопределенность (δ_{slm})

При измерениях звуковой мощности с использованием шумомеров класса 1 стандартную неопределенность u_{slm}, обусловленную применяемым средством измерений, можно принять равной приблизительно 0,5 дБ. Однако если измерения проводят методом сравнения с использованием одного и того же шумомера в течение короткого периода времени, то систематические эффекты, связанные с калибровкой, отклонением метрологических характеристик (направленности, частотной коррекции) и влияющими факторами (температура, давление, влажность), взаимно компенсируются и не оказывают влияния на результат измерений уровней звуковой мощности. Вклад данной составляющей неопределенности оказывается меньше 0,5 дБ, что можно интерпретировать как уменьшение значения коэффициента чувствительности. Полагая c_{slm} = 0,5, получаем вклад $c_{slm} u_{slm}$ = 0,3 дБ, причем это справедливо для измерений как с испытуемым, так и с образцовым источником шума. Суммирование (среднеквадратичное) инструментальной неопределенности для этих двух измерений дает общий вклад, равный 0,4 дБ.

Факторы, влияющие на инструментальную неопределенность при применении шумомеров, подробно рассматриваются в IEC 61672-1.

Е.4.2.8 Температура воздуха (θ)

В рассматриваемом примере предполагается, что изменения температуры θ, °С, попадают в диапазон $\pm\Delta\theta$ и характеризуются прямоугольным распределением в пределах этого диапазона. Тогда стандартная неопределенность u_θ будет равна стандартному отклонению данного распределения,

$$u_\theta = \Delta\theta / \sqrt{3}.$$

Коэффициент чувствительности c_θ определяют дифференцированием $L_{W\mathrm{ref,atm}}$ по θ. Основная формула для c_θ получена из [2] с исключением слагаемого C_1. Оценки звукопоглощения в помещении взяты из [16]. Коэффициент звукопоглощения определяют по коэффициенту звукопоглощения в камере α_{room}, звукопоглощению в воздухе на единицу пути α_{dBm}, оценке Сэбина среднего пути между двумя последовательными отражениями в камере $4V/S$ (что для помещений объемом от 70 до 200 м^3 в среднем составляет приблизительно 3,3 м). С учетом этого формула для коэффициента чувствительности c_θ принимает вид

$$c_\theta = \frac{6{,}5}{273+\theta} + 17{,}4\,\frac{V}{S}\left[1+\frac{1}{\alpha_{\mathrm{room}}+4(V/S)\alpha_{\mathrm{dBm}}}\right]\frac{\partial\alpha_{\mathrm{dBm}}}{\partial\theta} \approx \frac{6{,}5}{273+\theta} + \frac{-0{,}57+0{,}25\lg(2{,}6f)}{1+0{,}0011H+0{,}007\theta},$$

где H — относительная влажность воздуха в помещении, %;

f — максимальная среднегеометрическая частота третьоктавной полосы, эквивалентный уровень звукового давления в которой оказывает существенное влияние на результат измерения корректированного по А уровня звуковой мощности.

Коэффициент чувствительности c_θ принимает максимальные значения при f = 10 000 Гц, если испытания проводят в сухом помещении при низкой температуре.

Типичным неблагоприятным случаем можно считать, когда испытуемый источник шума изменяет температуру воздуха в помещении, например на 10 °С, что дает u_θ = 2,9 °С. В данном примере предполагается, что основная часть излучаемой звуковой мощности сосредоточена в диапазоне до 1000 Гц. Принимая значения температуры окружающего воздуха 10 °С и относительной влажности 10 %, получаем, что коэффициент чувствительности c_θ будет равен приблизительно 0,3 дБ/°С, и вклад данного источника неопределенности $c_\theta u_\theta$ составит 1 дБ. Принятие специальных мер по обеспечению стабильной температуры в испытательном помещении и сохранению условий температурного равновесия или сокращение общего времени измерений может позволить уменьшить составляющую неопределенности, связанную с изменениями температуры воздуха, до приблизительно 0,2 дБ.

При повышении температуры и влажности воздуха коэффициент чувствительности c_θ начинает слабее зависеть от изменений температуры. В [2] рекомендуемыми диапазонами изменений являются ±1 °С для температуры и ±3 % для влажности воздуха при температурах ниже 20 °С и при относительной влажности менее 30 %. Для температуры выше 20 °С при относительной влажности выше 50 % такими диапазонами являются соответственно ±5 °С и ±10 %.

Е.4.2.9 Калибровка образцового источника шума ($L_{W(\mathrm{RSS})}$)

Стандартная неопределенность $u_{LW(\mathrm{RSS})}$, связанная с калибровкой образцового источника шума в заданных условиях с применением поправок на атмосферные и рабочие условия, определенных изготовителем, обычно равна 0,5 дБ. Точное значение этой величины берут из сертификата калибровки (свидетельства о поверке). Смещение, обусловленное калибровкой образцового источника шума, непосредственно в качестве слагаемого входит в оценку измеряемой величины, поэтому коэффициент чувствительности $c_{LW(\mathrm{RSS})}$ = 1.

На результаты измерений уровня звукового давления, создаваемого образцовым источником шума в области нижних частот, влияют находящиеся в испытательном пространстве звукоотражающие поверхности. В качестве таковых могут рассматриваться все объекты с твердым покрытием размером более длины волны λ. Если образцовый источник шума придвинут к звукоотражающей поверхности на расстояние менее $\lambda/2$, то это может добавить до 3 дБ к звуковой мощности источника. Аналогично если образцовый источник шума поднять над полом на высоту более $\lambda/2$, то это отнимет до 3 дБ от его звуковой мощности. Вклад данной составляющей неопределенности может быть уменьшен, если калибровку образцового источника шума проводить при заданном расстоянии от звукоотражающей поверхности.

Е.4.2.10 Изменения звукового поля, создаваемого образцовым источником шума ($\overline{L'_{p(\mathrm{RSS})}}$)

Работа образцового источника шума отличается высокой стабильностью и высоким уровнем излучаемого звука, поэтому обычно связанная с данной входной величиной стандартная неопределенность $u_{L_{p(\mathrm{RSS})}}$ является несущественной. Исключением являются испытания в присутствии значительного фонового шума, когда разность уровней звукового давления образцового источника шума и фонового шума не превышает 15 дБ. В таких случаях возможна значительная вариация результатов измерений шума, производимого образцовым источником. Вклад данного источника неопределенности рассчитывается так же, как в Е.4.2.3. В качестве оценки стандартной неопределенности $u_{L_{p(\mathrm{RSS})}}$, дБ, берется выборочное стандартное отклонение s по результатам шести измерений уровня звукового давления в одной точке установки микрофона:

$$u_{L_{p(\mathrm{RSS})}} = s = \sqrt{\frac{1}{N-1}\sum_{j=1}^{N}\left(L_{p,j}-L_{p\mathrm{av}}\right)^2}.$$

Выражение для коэффициента чувствительности имеет вид

$$c_{L'_{p(\mathrm{RSS})}} = 1 + \frac{1}{10^{0,1\Delta L_{p(\mathrm{RSS})}} - 1},$$

где $\Delta L_{p(\mathrm{RSS})}$ — разность уровней звукового давления, полученных в результате измерений при работающем и отключенном (т. е. когда в испытательном пространстве присутствует только фоновый шум) образцовом источнике звука, дБ.

Наиболее неблагоприятной ситуацией с точки зрения влияния данного источника неопределенности будет та же, что рассмотрена в Е.4.2.3, с вкладом $c_{L'_{p(\mathrm{RSS})}} u_{L_{p(\mathrm{RSS})}}$, равным 0,7 дБ. В данном примере предполагается, что за счет лучшего контроля фонового шума этот вклад снижен до 0,4 дБ. Если результаты измерений фонового шума обладают хорошей повторяемостью, то значение $c_{L'_{p(\mathrm{RSS})}} u_{L_{p(\mathrm{RSS})}}$ может быть уменьшено при увеличении продолжительности измерений (как для фонового шума, так и для образцового источника шума). Снижение фонового шума имеет двойное действие. Оно приводит к уменьшению как стандартной неопределенности $u_{L_{p(\mathrm{RSS})}}$, так и коэффициента чувствительности $c_{L'_{p(\mathrm{RSS})}}$.

Е.4.2.11 Коррекция на фоновый шум для образцового источника шума ($K_{1(\mathrm{RSS})}$)

Если разность уровней звукового давления образцового источника шума и фонового шума не превышает 15 дБ, то в результаты измерений для образцового источника шума вносят поправку на фоновый шум, и эта поправка является дополнительным источником неопределенности измерения. Так же как и в Е.4.2.4 в качестве оценки стандартной неопределенности берется выборочное стандартное отклонение по шести повторным измерениям, и $u_{K_{1(\mathrm{RSS})}} = u_{K_1}$.

Коэффициент чувствительности $c_{K_{1(\mathrm{RSS})}}$ имеет вид

$$\left|c_{K_1(\mathrm{RSS})}\right| = \frac{1}{10^{0,1\Delta L_{p(\mathrm{RSS})}} - 1}.$$

В самом плохом случае, рассмотренном в Е.4.2.4, вклад составляющей неопределенности был равен 0,7 дБ. В настоящем примере вклад $c_{K_{1(\mathrm{RSS})}} u_{K_{1(\mathrm{RSS})}}$ с учетом предполагаемого лучшего контроля фонового шума оценивается в 0,4 дБ. Существенного уменьшения коэффициента чувствительности можно добиться за счет уменьшения фонового шума посредством выявления его источников с последующим принятием мер по их звукоизоляции или звукопоглощению. Такие меры могут включать в себя устройство правильного заземления, изоляцию проводов, виброизоляцию, использование дополнительных масс и дополнительных поглощающих материалов и т. д. Кроме того, можно ожидать, что $u_{K_{1(\mathrm{RSS})}}$ снизится примерно вдвое, если вчетверо увеличить временной интервал усреднения T. В больших помещениях уровень реверберационного поля выше вблизи источника шума, поэтому уменьшить влияние фонового шума можно, располагая микрофон ближе к испытуемому источнику шума.

Е.4.2.12 Типичное значение σ_{R0}

С учетом изложенного в Е.4.2.2 — Е.4.2.11 и формулы (Е.2) можно получить оценку типичного значения σ_{R0}, дБ, для технического метода измерений:

$$\sigma_{R0} = \sqrt{\sum_i (u_i\, c_i)^2} = \sqrt{0,5^2 + 0,4^2 + 0,4^2 + 0,3^2 + 0,4^2 + 0,7^2 + 0,4^2 + 0,2^2 + 0,5^2 + 0,4^2 + 0,4^2} = 1,4 \text{ дБ}.$$

Е.5 Суммарная стандартная неопределенность

В случае незначительной корреляции между входными величинами суммарную стандартную неопределенность $u(L_{W\mathrm{ref,atm}})$, дБ, для уровня звуковой мощности $L_{W\mathrm{ref,atm}}$, дБ, рассчитывают по формуле

$$u\left(L_{W\mathrm{ref,atm}}\right) \approx \sigma_{\mathrm{tot}} = \sqrt{\sigma_{R0}^2 + \sigma_{\mathrm{omc}}^2} = \sqrt{\sum_i \left(c_i u_i\right)^2 + \sigma_{\mathrm{omc}}^2}. \qquad (\text{Е.3})$$

Е.6 Использование результатов измерений в условиях воспроизводимости

При отсутствии информации о составляющих неопределенности и возможных корреляциях между входными величинами в качестве суммарной стандартной неопределенности $u(L_{W\mathrm{ref,atm}})$ может быть использовано стандартное отклонение воспроизводимости (см. раздел 9). Затем для получения расширенной неопределенности U выбирают значение коэффициента охвата k. По умолчанию интервал охвата определяют для вероятности охвата 95 %. Тогда в предположении нормального распределения случайной величины, ассоциированной с измеряемой величиной $L_{W\mathrm{ref,atm}}$, значение коэффициента охвата будет $k = 2$. Чтобы избежать неправильного толкования, вместе с расширенной неопределенностью в протоколе испытаний следует указывать примененное значение вероятности охвата.

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 5725 (all parts)	IDT	ГОСТ ИСО 5725-1—2003 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Основные положения и определения» ГОСТ ИСО 5725-2—2003 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 2. Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости стандартного метода измерений» ГОСТ ИСО 5725-3—2003 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 3. Промежуточные показатели прецизионности стандартного метода измерений» ГОСТ ИСО 5725-4—2003 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 4. Основные методы определения правильности стандартного метода измерений» ГОСТ ИСО 5725-5—2003 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 5. Альтернативные методы определения прецизионности стандартного метода измерений» ГОСТ ИСО 5725-6—2003 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 6. Использование значений точности на практике»
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 12001	—	*
ISO/IEC Guide 98-3	IDT	ГОСТ 34100.3—2017/ISO/IEC Guide 98-3:2008 «Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения»
IEC 60942	—	*, 1)
IEC 61260-1	—	*, 2)
IEC 61672-1	—	*, 3)

* Соответствующий межгосударственный стандарт отсутствует. До его принятия рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта.

Примечание — В настоящей таблице использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов:

- IDT — идентичные стандарты;
- MOD — модифицированный стандарт.

---

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

2) В Российской Федерации действует ГОСТ Р 70024.1—2022 «Государственная система обеспечения единства измерений. Фильтры полосовые октавные и на долю октавы. Часть 1. Технические требования», не эквивалентный международному стандарту.

3) В Российской Федерации действует ГОСТ Р 53188.1—2019 «Государственная система обеспечения единства измерений. Шумомеры. Часть 1. Технические требования», не эквивалентный международному стандарту.

Библиография

[1] ISO 3740 — 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] 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 звуковой энергии источников шума по звуковому давлению. Точные методы для реверберационных камер)

[3] ISO 3743-1 — Acoustics — Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure — Engineering methods for small, movable sources in reverberant fields — Part 1: Comparison method for a hard-wall test room (Акустика. Определение уровней звуковой мощности и звуковой энергии источников шума по звуковому давлению. Технические методы для малых переносных источников шума в реверберационных полях. Часть 1. Метод сравнения для испытательного помещения с жесткими стенами)

[4] ISO 3743-2 — 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 — 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. Технические методы в существенно свободном звуковом поле над звукоотражающей плоскостью)

[6] ISO 3745 — 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] ISO 3746 — 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 4871 — Acoustics — Declaration and verification of noise emission values of machinery and equipment (Акустика. Заявление и подтверждение характеристик излучения шума машинами и оборудованием)

[9] ISO 7574-1 — 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)

[10] ISO 7574-2 — Acoustics — Statistical methods for determining and verifying stated noise emission values of machinery and equipment — Part 2: Methods for stated values for individual machines (Акустика. Статистические методы определения и подтверждения заявленных шумовых характеристик машин и оборудования. Часть 2. Методы для заявленных характеристик отдельных машин)

[11] ISO 7574-3 — Acoustics — Statistical methods for determining and verifying stated noise emission values of machinery and equipment — Part 3: Simple (transition) method for stated values for batches of machines [Акустика. Статистические методы определения и подтверждения заявленных шумовых характеристик машин и оборудования. Часть 3. Простой метод для заявленных характеристик партий машин (на переходный период)]

[12] ISO 7574-4 — 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)

[13] ISO/TS 7849-1 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)

[14] ISO/TS 7849-2 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)

[15] ISO 9296 Acoustics — Declared noise emission values of information technology and telecommunications equipment (Акустика. Заявленные значения шума, излучаемого оборудованием, для информационных технологий и телекоммуникаций)

[16] 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)

[17] ISO 9614-1 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)

[18] ISO 9614-2 Acoustics — Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity — Part 2: Measurement by scanning (Акустика. Определение уровней звуковой мощности источников шума по интенсивности звука. Часть 2. Измерения сканированием)

[19] ISO 9614-3 Acoustics — Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity — Part 3: Precision method for measurement by scanning (Акустика. Определение уровней звуковой мощности источников шума по интенсивности звука. Часть 3. Точный метод для измерения сканированием)

[20] ISO 14257:2001 Acoustics — Measurement and parametric description of spatial sound distribution curves in workrooms for evaluation of their acoustical performance (Акустика. Построение и параметрическое описание линий пространственного распределения звука в рабочих помещениях для оценки их акустических характеристик)

[21] ISO/TR 25417:2007 Acoustics — Definitions of basic quantities and terms (Акустика. Определения основных величин и терминов)

[22] ISO 80000-8:2007 Quantities and units — Part 8: Acoustics (Величины и единицы измерений. Часть 8. Акустика)

[23] WITTSTOCK, V. On the uncertainty of meteorological corrections in sound power determination. In: Proceedings Inter-Noise 2004 (CD-ROM), Prague, 2004

[24] HÜBNER, G. Sound power related to normalized meteorological conditions. In: Proceedings Inter-Noise 1999 (CD-ROM), Fort Lauderdale, FL, 1999

[25] JONASSON, H.G. Accurate sound power measurements using a reference sound source. Borås: Swedish National Testing Institute, 1985. 50 p. (Technical report SP-RAPP 1984:19.)

[26] JONASSON, H.G. Sound power measurements in situ using a reference sound source. Borås: Swedish National Testing Institute, 1988. (SP report 1988:03.)

[27] JONASSON, H.G. Determination of emission sound pressure level and sound power level in situ. Borås: Swedish National Testing and Research Institute, 1999. 80 p. (SP report 1999:18.)

[28] PROBST, W. Checking of sound emission values. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW, Verlag für Neue Wissenschaft, 1999. 102 p. (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbietsschutz und Arbeitsmedizin: Forschung, Special report, 851.)

[29] TACHIBANA, H., YANO, H., YOSHIHISA, K. Definition and measurement of sound energy level of a transient sound source. J. Acoust. Soc. Jpn 1987, 8, pp. 235—240

УДК 534.322.3:006.354 МКС 17.140.01 IDT

Ключевые слова: шум машин, уровень звуковой мощности, уровень звуковой энергии, эквивалентный уровень звукового давления, испытательное пространство, измерения на месте, образцовый источник шума, технический метод измерений, ориентировочный метод измерений

Технический редактор *В.Н Прусакова*
Корректор *Л.С. Лысенко*
Компьютерная верстка *Е.О. Асташина*

Сдано в набор 28.01.2026. Подписано в печать 20.02.2026. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 4,65. Уч.-изд. л. 4,12.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

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

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

gost.e-ecolog.ru