ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ РИСО 26101— 2014

Акустика

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УСЛОВИЙ СВОБОДНОГО ЗВУКОВОГО ПОЛЯ

ISO 26101:2012
Acoustics — Test methods for the qualification of free-field environments (IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2015

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Открытым акционерным обществом «Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем» (АО «НИЦ КД») на основе собственного аутентичного перевода на русский язык стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 358 «Акустика»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 11 ноября 2014 г. № 1549-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 26101:2012 «Акустика. Экспериментальные методы определения условий свободного звукового поля» (ISO26101:2012 «Acoustics — Testmethodsforthequalificationoffree-fieldenvironments»).

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

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0—2012 (раздел 8). Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок – в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (gost.ru)

© Стандартинформ, 2015

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Акустика
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УСЛОВИЙ СВОБОДНОГО ЗВУКОВОГО ПОЛЯ

Acoustics. Test methods for the qualification of free-field environments

Дата введения — 2015—12—01

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает методы аттестации акустических испытательных пространств в качестве заглушенных и полузаглушенных пространств*, отвечающих условиям распространения звука в неограниченной свободной среде (условия свободного звукового поля).

1.2 Стандарт устанавливает дискретно-частотный и широкополосный методы аттестации характеристик испытательных пространств, определяет методы аттестации всенаправленного источника звука, пригодного для выполнения аттестации на соответствие условиям свободного поля, устанавливает неопределённость измерения и форму представления результатов испытаний.

1.3 Стандарт разработан для целей аттестации испытательных пространств, применяемых в различных методах акустических измерений. Предполагается, что в дальнейшем в стандартах и испытательных кодах по шуму проверка выполнения условий свободного поля в испытательных пространствах, предназначенных для выполнения конкретных видов испытаний,будет проводиться в соответствии с настоящим стандартом.

1.4 В отсутствие установленных критериев или требований к испытательным пространствам приложение А обеспечивает проверку выполнения условий свободного поля в целях акустических измерений общего назначения.

1.5 Настоящий стандарт устанавливает метод потерь при расхождении для измерения характеристик свободного поля испытательных пространств.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты. Недатированную ссылку относят к последней редакции ссылочного стандарта, включая его изменения.

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

МЭК 61260 Электроакустика. Фильтры полосовые октавные и надолиоктавы (IEC 61260, Electro acoustics — Octave-bandandfractional-octave-bandfilters)

МЭК 61672-1 Электроакустика. Шумомеры. Часть 1. Технические требования (IEC 61672-1, Electro acoustics – Sound levelmeters – Part 1:Specifications)

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями.

3.1 свободное (звуковое) поле (acoustic freefield): Звуковое поле в однородной изотропной безграничной среде.

Примечание – На практике свободным полем можно считать звуковое поле, в котором влияние отражения от границ или других объектов в диапазоне частот измерений пренебрежимо мало.

[ISO/TR 25417:2007, статья 2.17]

* Далее, где допустимо по смыслу, вместо словосочетаний «заглушенное» и/или «полузаглушенное пространство» для краткости используется обобщенный термин «испытательное пространство». Примерами рассматриваемых пространств являются заглушенные или полузаглушенные акустические камеры, свободное пространство или свободное пространство над звукоотражающей плоскостью.

3.2 заглушенное пространство (anechoicspace): Испытательное пространство, в котором созданы условия свободного поля.

3.3 полузаглушенное пространство(hemi-anechoicspace):Испытательное пространство над звукоотражающей плоскостью, в котором созданы условия свободного звукового поля в полупространстве при отсутствии других объектов, влияющих на распространение звуковых волн.

3.4 акустический центр (acousticcentre):(Для известного источника и при известном тестовом сигнале) точка пространства, из которой распространяется практически сферическая волна.

3.5 фоновый шум (backgroundnoise): Сумма всех сигналов за исключением подлежащего исследованию.

[ISO10815:1996, статья 3.2]

Примечание – Фоновый шум может включать в себя составляющие, обусловленные звуком, распространяющимся по воздуху, распространяющейся по конструкциям вибрации и электрическим шумом средств измерений.

3.6 потери при расхождении (divergenceloss): Явление, состоящее в уменьшение звукового давления в направлении распространения звуковой волны, обусловленное расширением пространства, занимаемого ее фронтом.

3.7 диапазон частот измерений (frequency range o finterest): Подлежащий аттестации диапазон, включающий в себя смежные стандартные третьоктавные полосы частот отнаименьшей до наибольшей частоты.

3.8 ссылающийся стандарт(referencingdocument): Стандарт или испытательный код, который ссылается на методы настоящего стандарта с целью подтверждения условий свободного поля.

4 Допустимые отклонения от закона обратных квадратов

Теоретическое уменьшение среднеквадратического звукового давления в направлении распространения звуковой волныпо обратной квадратичной зависимости от расстояния до источника, обусловленное сферическим расширением ее фронтапри распространении в свободном звуковомполе будет именоваться в дальнейшем законом обратных квадратов.

Для испытательного пространства, которое должно считаться заглушенным или полузаглушенным в соответствии с критериями, установленными в ссылающемся стандарте, отклонения измеренных уровней звуковогодавления от соответствующих уровней по закону обратных квадратов, рассчитанных по настоящему стандарту, не должны превышать значений, указанных вссылающемся стандарте.

При отсутствиив ссылающемся стандарте установленных допустимых отклонений должны применяться критерии, приведенные в приложении А, чтобы обеспечить проверку выполнения условий свободного поля для акустических измерений общего назначения.

Допустимые отклонения, устанавливаемые ссылающимся стандартом, могут быть выше или ниже величин, установленных в приложении А.

5 Измерение характеристик свободного поля

5.1 Метод потерь при расхождении

5.1.1 Сущность метода

Метод потерь при расхождении следует применять для оценки характеристик испытательного пространства в типичных для него условиях испытаний и для определения его пространственных границ.

Наличие свободного звукового поля оценивают по акустической энергии прямой и отраженной составляющей звукового поля.

Пространственное снижение звукового давления, создаваемого испытательным источником звука, следует сравнивать со снижением звукового давления, которое имело бы место в идеальном свободном звуковом поле.

5.1.2 Средства измерений и испытательное оборудование

5.1.2.1 Общие положения

Измерительная система для измерения уровня звукового давления, включая микрофон и кабель, должна применяться в диапазоне линейности шкалы шумомера 1-го класса 1 по МЭК 61672-1.

Микрофон должен быть всенаправленным (с учетом присоединенного к нему дополнительного оборудования, такого как защитная сетка и элементы крепления).

Для измерений в третьоктавных полосах следует применять фильтры 1-го класса, отвечающие требованиям МЭК 61260.

Примечание – Для измерений по данному методу на частоте свыше 5 кГц, обычно требуется микрофон с диаметром микрофона типа WS2F [1] или меньшим.

5.1.2.2 Испытательный источник звука

При испытаниях должен применяться источник звука, эквивалентный точечному источнику в диапазоне частот измерений. Источник должен

a) быть компактным и иметь известный акустический центр, расположенный вблизи начала траекторий микрофона, указанныхв 5.1.3.2, чтобы можно было построить зависимость уровня звукового давления от расстояния без корректировки положения акустического центра источника;

b) иметь характеристику направленности в соответствии с таблицей В.1, измеренную методом по приложению В, и гарантирующую излучение звуковой энергии во всех направлениях;

c) иметь достаточную звуковую мощностью в диапазоне частот измерений чтобы создавать уровни звукового давления по меньшей мере на 6 дБ выше уровней фонового шума для всех точек траектории микрофона, или во время сканирования микрофоном при помощи системы непрерывного сканирования[13];

d) обладать стабильностью, достаточной для поддержания во время выполнения измерений вдоль всей траектории перемещения микрофона постоянной излучаемой звуковой мощности (создаваемой источником звука, генератором сигнала и электронным усилителем), измеряемой при испытаниях по сигналу контрольного микрофона, расположенного в некоторой фиксированной точке. Если уровень звукового давления, измеряемый контрольным микрофоном, изменяется более чем на ±0,2 дБ, то результаты измерений вносят коррекцию по формуле

$$L_{pi} = L'_{pi} - L_{p,\mathrm{ref},i} + L_{p,\mathrm{ref},0}\,, \qquad (1)$$

где L_{pi} – корректированный уровень звукового давления в i-й точке испытательного пространства, дБ;

L'_{pi} – измеренный уровень звукового давления в i-й точке, дБ;

$L_{p,\mathrm{ref},i}$ – уровень звукового давления в i-й точке, измеренный контрольным микрофоном, дБ;

$L_{p,\mathrm{ref},0}$ – уровень звукового давления в нулевой точке, измеренный контрольным микрофоном, дБ;

Поскольку в общем случае для обеспечения испытаний в требуемом диапазоне частот измерений могут применяться два или более источника звука, то каждый из них должен удовлетворить указанным выше требованиям.

Примечание – Возможно, что для определения акустического центра источника могут потребоваться измерения в заглушенной акустической камере, заведомо удовлетворяющей требованиям приложения А.

Следует убедиться в том, что

- во всем испытательном пространстве уровни звукового давления превышают уровни фонового шумане менее чем на 6 дБ (предпочтительно на 15 дБ);
- в точке расположении контрольного микрофона отсутствуют акустические помехи от механизма сканирования измерительного микрофона, способные оказать влияние на результаты измерений;
- изменения атмосферных условийво время измерений не связаны с нестабильностью источника звука.

5.1.3 Размещение испытательных источников звука и измерительных микрофонов

5.1.3.1 Положение испытательного источника звука

Для аттестации испытательного пространства ссылающийся стандарт может устанавливать местоположение (положения) испытательного источника звука.

При отсутствии в ссылающемся стандарте требований, касающихся расположения испытательного источника, для аттестации испытательного пространствана соответствие условиям свободного поля следует применять приведенные в приложении А требования для акустических измерений общего назначения.

Следует выбрать определенную ориентацию испытательного источника, которая должна быть неизменной для всех траекторий микрофона.

Аттестация испытательного пространства может выполняться при нескольких местоположениях испытательного источника.

5.1.3.2 Траектории микрофона

Микрофон должен перемещаться по траекториям, которые требуются для оценки испытательного пространства при проведении определенных видов акустических измерений в условиях реальных испытаний. Траектории микрофона должны начинаться в пределах физического объема, занимаемого испытательным источником звука.

Для проверки испытательного пространства траектории микрофона могут устанавливаться также ссылающимся стандартом.

При отсутствиив ссылающемся стандарте требований к траекториям микрофона для аттестации испытательного пространства на соответствие условиям свободного поля следует применять приведенные в приложении А требования для акустических измерений в целях ссылочного стандарта.

Следует обеспечить отсутствие отражений от системы крепления микрофона.

5.1.4 Методика измерений

5.1.4.1 Определение рабочего диапазона частот

Аттестацию испытательного пространства следует проводить в диапазоне частот, типичном для испытуемых источников шума.

Проверка характеристик испытательного пространства на дискретных частотах может быть выполнена при помощи испытательного источника звука, генерирующего дискретные тоны или производящего широкополосный шум, и измерительной системы, обеспечивающей возможность анализа сигналов на дискретных частотах, подобной анализатору быстрого преобразования Фурье (БПФ-анализатор) [13].

Аттестация испытательного пространства в полосе частот может быть осуществлена применением испытательного источника широкополосного шума и системы анализа сигналов в третьоктавных полосах частот.

Подлежащий аттестации диапазон частот может устанавливаться в ссылающемся стандарте.

При отсутствии требований к диапазону частот в ссылающемся стандарте для аттестации испытательного пространства на соответствие условиям свободного поля следует применять приведенные в приложении А требования для акустических измерений в целях ссылающегося стандарта.

5.1.4.2 Генерация звука

Испытательный источник, описанный в 5.1.2.2, может воспроизводить тестовый сигнал в видеотдельных чистых тонов или их совокупности, в виде узкополосного или широкополосного шума.

Если для аттестации испытательного пространства на дискретных частотах применяют чистые тоны или их смесь, то измеренный сигнал после фильтрации на частотах, отличных от аттестуемой частоты, должен быть не менее чем на 15 дБ ниже сигнала на аттестуемой частоте. Если при аттестации в диапазоне или в полосах частот применяют широкополосный шум, то испытательный сигнал должен быть белым шумом или состоять из полосовых тестовых сигналов, полученных из белого шума.

При отсутствии требований в ссылающемся стандарте к испытательному сигналу для аттестации испытательного пространства на соответствие условиям свободного поля следует применять приведенные в приложении А требования для акустических измерений в целях ссылочного стандарта.

Примечание – Применение смеси чистых тонов, отличающихся по частоте более чем на ширину полосы третьоктавной полосы, может существенно ускорить измерения по сравнению с последовательными измерениями на отдельных дискретных тонах.

При использовании тональных сигналов или их смеси следует избегать наличия искажений в измерительном тракте из-за чрезмерных уровней сигнала.

5.1.4.3 Измерение уровня звукового давления

Уровни звукового давления следует измерять с применением третьоктавных полосовых фильтров или БПФ – анализаторов.

Для каждого тестового сигнала микрофон следует перемещать по траекториям, описанным в 5.1.3.2. Измерение уровня звукового давления следует начинать с расстояния не более четверти длины волны (самой низкой аттестуемой частоты) от начала траектории, сканируя не менее половины этой длины волны, до предполагаемой границы аттестуемого испытательного пространства.

Уровни звукового давления следует измерять вдоль каждой траектории микрофона в равномерно распределенных точках измерений при каждой частоте. При аттестации испытательного пространства с целью его использования по назначению в ссылающемся стандарте может быть установлен максимальный интервал между точками измерений.

При отсутствии требований к расстоянию между точками измерений для аттестации испытательного пространства на соответствие условиям свободного звукового поля следует применять приведенные в приложении А требования для акустических измерений общего назначения.

Альтернативно, при измерениях на дискретных частотах с использованием сигналов чистых тонов микрофон может медленно и непрерывно перемещаться вдоль траектории с одновременной ре-

гистрацией уровней звукового давления [13].В результате следует определить зависимость уровня звукового давления от расстояния, руководствуясь методами построения непрерывной функции по ее значениям в дискретных точках.

Если при измерениях применяют широкополосные сигналы, то продолжительность измерений должна быть достаточной для достижения уровнями звукового давления установившихся значений.

5.1.5 Представление результатов

5.1.5.1 Метод расчета

5.1.5.1.1 Общие положения

Измеренные уровни звукового давления сравнивают с теоретическим спадом уровня звукового давления согласно закону обратных квадратов в свободном звуковом поле.

5.1.5.1.2 Формула для оценки уровней звукового давления по закону обратных квадратов

По результатам измерений уровней звукового давленияв точках, установленных в 5.1.4.3, для каждой траектории микрофона рассчитывают оценку уровней звукового давления, соответствующих закону обратных квадратов, по формуле

$$L_p(r_i) = b - 20\lg\left(\frac{r_i}{r_0}\right), \qquad (2)$$

где $L_p(r_i)$ –уровень звукового давления на расстоянии r_i, соответствующий оценке по закону обратных квадратов, дБ;

r_i – расстояние точки измерений от акустического центра испытательного источника звука, м;

r_0 – опорное расстояние, равное 1 м;

b –параметр, подбираемый таким образом, чтобы в допустимых пределах оптимизировать измеренные уровни звукового давления с целью максимизировать аттестуемое расстояние от источника звука.

Если применяют непрерывное перемещение микрофона по траектории, то получают «аналоговую» запись уровня в зависимости от расстояния. Чтобы воспользоваться формулами настоящего раздела, следует из аналоговой записи получить значения уровней звукового давления в нескольких эквидистантных точках. Интервал между точками выбирают в соответствии с 5.1.4.3.

Примечание 1 – Величина b может быть определена в результате нескольких итераций с начальным значением, рассчитанным по формуле

$$b = \frac{\sum_{i=1}^{N} 20\lg\left(\frac{r_i}{r_0}\right) + \sum_{i=1}^{N} L_{pi}}{N}, \qquad (3)$$

где L_{pi} – измеренный уровень звукового давления (корректированный на стабильность источника звука) в i-й точке измерения, дБ;

N – число точек измерений вдоль траектории.

Примечание 2 – На длинных траекториях и особенно на высокой частоте имеет место значительное затухание звука в атмосфере, которое необходимо учитывать внесением коррекции в измеренный уровень звукового давления в соответствии с [4]. Например, на частоте 10 кГц поглощение звука атмосферой может составить 0,3 дБ/м.

5.1.5.1.3 Отклонения от закона обратных квадратов

Отклонение измеренного звукового уровня давления от закона обратных квадратов в каждойточке измерения определяют по формуле

$$\Delta L_{pi} = L_{pi} - L_p(r_i), \qquad (4)$$

где ΔL_{pi} – отклонение от закона обратных квадратов, дБ;

L_{pi} – измеренный уровень звукового давления (корректированный на стабильность источника звука) в i-й точке измерения, дБ;

5.1.6 Неопределенность измерения

Неопределенность измерения результатов, полученных в соответствии с настоящим стандартом, рекомендуется оценивать по Руководству ИСО/МЭК 98-3. Следует определить расширенную неопределенность вместе с соответствующим коэффициентом охвата для вероятности охвата 95 % как определено в Руководстве ИСО/МЭК 98-3. Руководство по определению расширенной неопределенности приведено в Приложении С.

5.2 Информация, подлежащая регистрации

Для результатов измерений согласно настоящему стандарту должна быть зарегистрирована следующая информация:

a) время и дата измерений;

b) лицо, ответственное за измерения и расчеты;

c) описание подлежащего аттестации испытательного пространства, включая размеры и описание акустических свойств стен, потолка и пола;

d) эскиз размещения испытательного источника звука и характерные особенности или неоднородности;

e) температура воздуха в градусах Цельсия, относительная влажность воздуха в процентах и атмосферное давление в Па;

f) средства измерений с указанием наименования, типа, порядкового номера и изготовителя;

g) испытательный источник (и) звука;

h) положение акустического центра каждого примененного испытательного источника звука;

i) идентификация траекторий перемещения микрофона;

j) расположение и ориентация траекторий микрофона, звукоотражающих плоскостей, ограждающих поверхностей и предполагаемого акустического центра источника (при необходимости с прилагаемым эскизом);

k) для каждой траектории микрофона начальная позиция относительно испытательного источника и длина траектории;

l) вид испытательного сигнала(ов) и его диапазон частот;

m) диапазон частот измерений (см. 3.7);

n) для каждой траектории число точек измерений и время усреднения в каждой точке измерения, или для непрерывных измерений скорость движения микрофона по траектории, постоянная времени средства измерения;

o) таблица или график уровней звукового давления или отклонений от закона обратных квадратов в диапазоне измерений в зависимости от расстояния от испытательного источника звука, измеренного вдоль каждой траектории;

p) результаты проверки критерия для допустимых отклонений от закона обратных квадратов;

q) размеры и положение испытательного пространства, в соответствии с требованиями ссылающегося стандарта или приложения А, если оно применялось.

5.3 Информация, вносимая в протокол испытаний

Для измерений, выполненных в соответствии снастоящим стандартом, в протокол испытаний должна быть внесена следующая информация:

a) дата и время измерений;

b) описание подлежащего аттестации испытательного пространства, включая размеры и описание акустических свойств стен, потолка и пола;

c) описание используемых средств измерений;

d) описание источника(ов) звука, использованного при испытании, включая заявление о соответствии настоящему стандарту характеристики направленности источника;

e) вид тестового сигнала(ов) и его диапазон частот;

f) диапазон частот измерений (см. 3.7);

g) идентификация траекторий перемещения микрофона;

h) результаты проверки критерия для допустимых отклонений от закона обратных квадратов;

i) размеры и положение испытательного пространства, в соответствии с требованиями ссылающегося стандарта или приложения А, если применялось;

j) результаты измерения потерь при расхождения уровня звукового давления или отклонений от закона обратных квадратов в зависимости от расстояния;

k) неопределенность измерения;

l) заявление о возможности использования по назначению аттестованного испытательного пространства;

m) заявление о выполнении аттестации в соответствии с настоящим стандартом.

Вследствие большого количества числовых данных результаты измерений рекомендуется представлять не в табличном, а в графическом виде.

Приложение А
(обязательное)

Критерии аттестациии требования к условиям измерений

А.1 Общие положения

В отсутствие требований и критериев в ссылающемся стандарте, требования и критерии, установленные в настоящем приложении, следует применять для аттестации акустических испытательных пространств в качестве заглушенных и полузаглушенных пространств, отвечающих условиям свободного звукового поля в целях выполнения акустических измерений общего назначения.

А.2 Критерии аттестации

А.2.1 Отклонения от закона обратных квадратов

В пределах пространства, подлежащего аттестации в качестве удовлетворяющего условиям свободного поля, отклонения измеренных уровней звукового давления от соответствующих оценок по закону обратных квадратов, определенных в соответствии снастоящим стандартом, не должны превышать значений, указанных в таблице А.1.

Т а б л и ц а А.1 – Максимально допустимые отклонения измеренных уровней звукового давления от теоретических значений уровней, рассчитанных по закону обратных квадратов

Вид испытательного пространства	Среднегеометрическая частота третьоктавной полосы, ГЦ	Допустимое отклонение, дБ
Заглушенное	невыше 630	±1,5
	от 800 до 5000	±1,0
	свыше 6300	±1,5
Полузаглушенное	невыше 630	±2,5
	от 800 до 5000	±2,0
	свыше 6300	±3,0

Допустимые отклонения, приведенные в таблице 1, могут применяться для определения возможности расширения испытательного пространства за пределы окружающего испытуемый источник объема, в котором выполняются условия свободного поля.

Указанные допустимые отклонения определяют также диапазон частот для смежных третьоктавных полос, при измерениях в котором можно считать выполненными условия свободного поля.

А.3 Положения испытательных источников звука и траекторий микрофона

А.3.1 Положение испытательного источника звука

Испытательный источник звука располагают в месте, где обычно размещают испытуемого источника шума. В заглушенном испытательном пространстве в качестве такого места рекомендуется выбирать центр испытательного пространства. В полузаглушенном пространстве местом расположения испытательного источника рекомендуется выбирать центр звукоотражающей плоскости.

А.3.2 Траектории микрофона

Траектории микрофона прокладывают не менее чем по пяти прямым линиям в различных направлениях от акустического центра звукового источника.

Траектории должны проходить в рабочей зоне пространства, то есть в его части, обычно используемой для измерений.

Траектории следует выбирать исходя из требований:

a) по меньшей мере одна траектория должна следовать в направлении двугранного угла, образованного акустически поверхностями, имеющими наиболее однородные свойства акустического покрытия и, вероятно, являющегося наиболее репрезентативным области идеального свободного звукового поля;

b) по меньшей мере одна траектория должна следовать в направлении вершины трехгранного угла, образованного акустически поверхностями, имеющими наиболее однородные свойства акустического покрытия и, вероятно, являющегося наиболее репрезентативным области идеального свободного звукового поля;

c) по меньшей мере одна траектория должна следовать к центру ограждающей поверхности испытательного пространства, имеющей наиболее однородные свойства акустического покрытия и, вероятно, являющейся наиболее репрезентативной области идеального свободного звукового поля;

d) если форма испытательного пространства в плане не является квадратом, то по одной траектории должны проходить к наиболее близкой и наиболее удаленной ограждающей поверхности;

e) дополнительные траектории должны быть выбраны в направлении других ограждающих поверхностей, имеющих характерные особенности или неоднородности в отношении акустических свойств (например, имеющих двери, смотровые люки, вентиляционные отверстия и отверстия,передающие посторонний шум).

f) В полузаглушенном испытательном пространстве траектории следует выбирать в заданных угловых пределах характеристики направленности источника звука, определяемой в соответствии с Приложением В.

А.4 Выполнение аттестации

А.4.1 Определение частотного диапазона

Если в ссылающемся стандарте отсутствуют соответствующие требования, то испытательное пространство следует аттестовать дискретно-частотным методом. Если испытательное пространство предполагается использовать для испытания оборудования, излучающего только широкополосный шум, то вместо тональных сигналов аттестация может быть выполнена с помощью случайного широкополосного шума и третьоктавных фильтров.

А.4.2 Генерация звука

А.4.2.1 Общие положения

Испытательный источник, описанным в 5.1.2.2, следует возбуждать чистым тоном или широкополосным тестовым сигналом.

А.4.2.2 Тональные тестовые сигналы

При аттестации испытательного пространства на дискретных частотах с помощью чистых тонов испытательный источник, описанный в 5.1.2.2, должен работать во всем диапазоне аттестуемых частот. Частоты тонов должны быть близки к среднегеометрическим частотам третьоктавных полос в диапазоне частот измерений.

Примечание – В общем случае, как правило, используют среднегеометрические частоты стандартных третьоктавныхполос от 100 Гц до 10 000 Гц(предпочтительные ряды частот для третьоктавных полос см. [3]).

Диапазон частот может быть расширен или уменьшен, при условии, что условия испытаний и средства измерений пригодны для использования в измененном диапазоне частот. Изменения диапазона частот измерений должны быть ясно указаны в протоколе испытаний.

А.4.2.3 Широкополосные тестовые сигналы

При аттестации испытательного пространства в широкой полосе частот или на дискретных частотахс использованием широкополосного тестового сигнала испытательный источник, описанный в 5.1.2.2, следует возбуждать случайным широкополосным шумом или широкополосными тестовыми сигналами, полученными из случайного широкополосного шума.

А.4.3 Расстояния между точками измерений

На каждой частоте уровни звукового давления должны быть измерены вдоль каждой траектории микрофона, описанной в 3.2, в равномерно распределенных точках измерений. Расстояние между точками измерений не должно превышать одной десятой части длины волны на частотах ниже 1 кГц и не должно превышать 25 мм на частотах выше 1 кГц в диапазоне частот измерений. На траектории микрофона должно быть не менее 10 точек измерений.

Альтернативно, для тональных сигналов микрофон может медленно и непрерывно перемещаться вдоль траектории с одновременной регистрацией уровней звукового давления. Зависимость уровня звукового давления от расстояния следует определять, руководствуясь методами построения непрерывной функции по ее значениям в дискретных точках.

Пространственное разрешение в десятую часть длины волны необходимо, чтобы полностью определить пространственное распределение отражений и гарантировать обнаружение пиковых отклонений уровней звукового давления. Если в двух любых точках траекторий при пространственном разрешении 25 мм значения уровней отличаются боле чем на 10 %, то рекомендуется уменьшить расстояние между точками измерений, чтобы гарантировать обнаружение максимальных отклонений.

Приложение В
(обязательное)

Общий метод оценки характеристики направленности источника звука

В.1 Общие положения

Характеристику направленности испытательного источника звука оценивают, измеряя уровни звукового давления в точках, лежащих на сфере или полусфере с центром в акустическом центре источника.

В.2 Средства измерений и испытательное оборудование

В.2.1 Положение испытательного источника звука

Испытательный источник должен быть установлен в положении, соответствующем его обычному применению, в центре испытательного помещения и создавать уровень звукового давления, применяемый при аттестации условий свободного звукового поля.

В.3 Процедура аттестации

В.3.1 Генерация звука

Испытательный источник должен возбуждаться звуковым сигналом, применяемым при аттестации условий свободного звукового поля.

В.3.2 Измерение уровня звукового давления

Выбирают сферическую систему координат с источником звука в центре r = 0 м и плоскостью для отсчета угла места φ = 90°, совпадающей со звукоотражающей плоскостью для полузаглушенного испытательного пространства или с плоскостью, параллельной полу в заглушенном пространстве. Плоскость с азимутальным углом Θ = 0° (или 90°, 180°, 270°) должна быть параллельна стенам пространства, если пространство имеет форму прямоугольного помещения. Выбирают точку r = 1,5 м, Θ = 0° и измеряют уровни звукового давления в третьоктавных полосах частот при φ = 80°, 60°, 40° и 20°. Для источника, используемого при аттестации заглушенного испытательного пространства выбирают дополнительные точки измерений при φ = 100°, 120°, 140° и 160 °. Для каждого из углов φ следует выполнить измерения при Θ = 0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270° и 315° – в общей сложности 32 измерения в полузаглушенном или 64 измерений в заглушенном испытательном пространстве. Для каждой третьоктавной полосы рассчитывают среднее арифметическое значение уровней и максимальные положительные и отрицательные отклонения от среднего. Если отклонения находятся в допустимых пределах, испытательный источник считают пригодным для выполнения аттестации условий свободного поля. Точку, расположенную непосредственно над источником звука при φ = 0°,можно рассматривать как дополнительную для измерений в каждом из 8 угловых положений с целью получения справочных данных и проверки стабильности источника звука, но это не требуется для определения его характеристики направленности.

Для измерений характеристики направленности источника его следует испытать в различных заглушенных или полузаглушенных пространствах, отличных от аттестуемого (например, в одном пространстве, имеющем в диапазоне частот измерений заведомо хорошие акустические свойства).

Примечание 1 –Источники звука, пригодные для использования при аттестации заглушенных и полузаглушенных пространств, описаны в [13].

При аттестации полузаглушенного пространства акустический центр испытательного источника должен быть расположен как можно ближе к звукоотражающей плоскости. Поэтому целесообразно иметь небольшое углубление в центре пола, в котором может быть установлен источник звука.

На частотах ниже 800 Гц для испытаний могут быть пригодны источники звука, отвечающие требованиям [2]. Альтернативой является электродинамический громкоговоритель в закрытомкорпусе, имеющем размеры менее одной десятой части наибольшей длины волны.

Для высоких частот вплоть до 20 кГц пригодным для испытаний источником является акустически экранированный компрессионный излучатель (компрессионный драйвер), присоединенный к цилиндрической трубе длиной 1,5 м и диаметром выходного отверстия 6 мм. Для более низких частот может быть использована труба меньшей длины или с большим диаметром выходного отверстия [13].

Примечание 2 –Рекомендуется использовать источник, который на радиусе 0,5 м от него отвечает требованиям В.4. В дальнем звуковом поле источники становятся более всенаправленными, и любыеотличия характеристик направленности источника в ближнем и дальнем поле приводят к большим сложностям при аттестации испытательного пространства.

В.4 Характеристика направленности испытательного источника звука

Характеристика направленности испытательного источника звука, определенная в соответствии с процедурой по В.3, должна быть равномерной в пределах допустимых отклонений, указанных в таблице В.1

Таблица В.1 – Допустимые отклонения характеристики направленности испытательного источника звука

Вид испытательного пространства	Среднегеометрическая частота третьоктавной полосы, ГЦ	Допустимое отклонение характеристики направленности, дБ
Заглушенное	невыше 630	±1,5
	от 800 до 5000	±2,0
	от 6300 до 10000	±2,5
	свыше 10000	±5,0
Полузаглушенное	невыше 630	±2,0
	от 800 до 5000	±2,5
	от 6300 до 10000	±3,0
	свыше 10000	±5,0

Приложение С
(справочное)

Неопределенность измерения

С.1 Общие положения

Общий формат представления неопределенности измерения установлен в Руководстве ИСО/МЭК 98-3. Оно предполагает составление бюджета неопределенности, в котором идентифицированы основные источники неопределенности и их вклад в суммарную стандартную неопределенность.На этапе подготовки указанного Международного стандарта необходимые для такого формата данные отсутствовали. Однако цель настоящего приложения состоит в развитии подходов для получения информации, пригодной для применения Руководства ИСО/МЭК 98-3. Основной задачей лаборатории, выполняющей измерения, является определение своей неопределенности измерения (которая может быть выше или ниже приведенных здесь значений), и настоящее приложение следует рассматривать лишь как рекомендуемое руководство.

С.2 Выражение для расчета отклонений от закона обратных квадратов

Отклонение уровня звукового давления в каждой точке измерений от значения, определенного согласно настоящему стандарту по закону обратных квадратов, является функцией многих параметров и выражается следующей зависимостью от влияющих факторов (входных величин):

$$\Delta L_{pi} = L'_{pi} - b + 20\lg\left(\frac{r_i}{r_0}\right) + F\left(\delta_{\text{instr}};\delta_{\text{offset}};\delta_{\text{dir(s)}};\delta_{\text{stable}};\delta_{\text{dir(m)}};\delta_{\text{app}};\delta_{\text{method}};\delta_{\text{atten}};\delta_{\text{resid}}\right), \quad \text{(С.1)}$$

где ΔL_{pi} – отклонение уровня звукового давления от закона обратных квадратов, дБ;

L'_{pi} – измеренный уровень звукового давления в i -й точке измерения, дБ;

b – параметр, характеризующий интенсивность источника, который подбирают так, чтобы результаты измерений оптимально аппроксимировать стандартной кривой спада;

r_i – расстояние между началом траектории и i -й точкой измерения, м;

r_0 – опорное расстояние, r_0 = 1 м;

δ_{instr} – входная величина, описывающая влияние средств измерений;

δ_{offset} – входная величина, описывающая влияние положения акустического центра источника звука;

$\delta_{\text{dir(s)}}$ – входная величина, описывающая влияние характеристики направленности источника звука;

δ_{stable} – входная величина, связанная со стабильностью источника звука;

$\delta_{\text{dir(m)}}$ – входная величина, описывающая влияние характеристики направленности микрофона;

δ_{app} – входная величина, описывающая влияние отражений от элементов измерительной установки;

δ_{method} – входная величина, связанная с применяемым методом измерений;

δ_{atten} – входная величина, описывающая влияние коррекции на поглощение звука атмосферой;

δ_{resid} – входная величина, учитывающая все не принятые в расчет возможные факторы влияния на неопределенность измерения.

Примечание 1 –Входные величины, включенные в формулу (С.1) для расчета неопределенности, соответствуют уровню исследований, имевшему место на этапе разработки настоящего стандарта. Однако дальнейшие исследования могут выявить наличие других влияющих величин.

Примечание 2 – С целью упрощения модели расчета неопределенности измерения в настоящем стандарте полагают несущественной возможную корреляцию между какими-либо входными величинами, хотя дальнейшие исследования могут установить, что корреляция должна быть принята во внимание.

С каждой из входных величин связано какое-либо распределение вероятностей (нормальное, прямоугольное, t - распределение Стьюдента, и т. д.). Его математическое ожидание (среднее значение) является наилучшей оценкой для значения входной величины, а его среднеквадратичное отклонение –мерой разброса значений. Неопределенность оценки входной величины называют стандартной

неопределенностью. Она является функцией среднеквадратичного отклонения, распределения вероятности и числа степеней свободы.

С.3 Составляющие неопределенности измерения

Суммарная неопределенность, связанная с отличием уровня звукового давления от закона обратных квадратов, зависит от каждой из входных величин, их распределений вероятности и коэффициентов чувствительности c_i. Коэффициенты чувствительности являются мерой влияния изменений соответствующих входных величин на выходную величину отклонения уровня. Математически коэффициенты чувствительности равны частным производным функции ΔL_{pi} [формула (С.1)] по соответствующим входным величинам. Поэтому вклад какой-либо входной величины в суммарную неопределенность равен произведению стандартной неопределенности данной величины и ее коэффициента чувствительности. В случае пренебрежимо малой корреляции между входными величинами суммарная стандартная неопределенность отклонения уровня звукового давления от закона обратных квадратов $u(\Delta L_{pi})$ выражается следующей формулой:

$$u(\Delta L_{pi}) = \sqrt{\sum (c_i u_i)^2} \,. \qquad \text{(С.2)}$$

Стандартная неопределенность для различных вкладов подлежит установлению в результате исследований. Чтобы рассчитать суммарную неопределенность требуется оценить параметры, приведенные в таблице С.1.

Расширенная неопределенность равна, как правило,удвоенной стандартной неопределенности в предположении, что распределение вероятности является нормальным и вероятность охвата равна 95 %.

Таблица С.1 - Бюджет неопределенности для отклонений от закона обратных квадратов

Величина	Оценка	Стандартная неопределенность u_i, дБ	Единицы измерения	Распределение вероятностей	Коэффициент чувствительности c_i	Составляющая неопределенности измерения $c_i u_i$, дБ
L'_{pi} - измеренный уровень звукового давления			дБ			
b – параметр интенсивности источника			дБ			
r_i	r'_i		м	Нормальное	8,7/r'_i дБ/м	
δ_{instr} средстваиз мерений			дБ			
δ_{offset} - смещение акустического центра источника			дБ			
$\delta_{\text{dir(s)}}$ характеристика направленности источника			дБ			
δ_{stable} стабильность источника			дБ			
$\delta_{\text{dir(m)}}$ характеристика направленности микрофона			дБ			

Окончание таблицы С.1

Величина	Оценка	Стандартная неопределенность u_i, дБ	Единицы измерения	Распределение вероятностей	Коэффициент чувствительности c_i	Составляющая неопределенности измерения $c_i u_i$, дБ
δ_{app} отражения от измерительной установки			дБ			
δ_{method} применяемый метод измерений			дБ			
δ_{atten} поглощение звука атмосферой			дБ			

Примечание 1 – Значения величин в незаполненных ячейках таблицы подлежат определению и, вероятно, они будут зависеть от частоты.

Примечание 2 – Если применяется коррекция на поглощение звука атмосферой, то соответствующая оценка неопределенности будет отлична от нуля (см. примечание 2 в 5.1.5.1.2).

Примечание 3 – Коэффициент чувствительности для расстояния между начальной точкой траектории и точкой измерения рассчитан на основе значения частной производной соответствующего слагаемого в формуле (С.1), т. е. 20/ln(10) = 8,7.

Приложение D
(справочное)

Указания по применению ссылок на метод испытаний по настоящему стандарту

D.1 Общие положения

Настоящий стандарт устанавливает метод аттестации испытательного пространства на соответствие его акустических характеристик условиям свободного звукового поляс целью применения метода в стандартах, испытательных кодах, закупочных спецификациях или при установлении требований к техническим характеристикам акустических испытательных камер. Многие из технических особенностей, имеющих отношение к аттестационным измерениям, как и критерии аттестации, не рассматриваются в основной части настоящего стандарта с целью допустить установление соответствующих условий измерений и критериев аттестации в ссылающихся стандартах.

Приложение А устанавливает требования к определяемым характеристикам и критерии аттестации для случая, когда они не заданы. Настоящее приложение указывает способы применения определяемых характеристик и критериев аттестации в ссылающихся стандартах.

D.2 Критерии аттестации

Ссылки на настоящий стандарт должны включать заявления о критериях аттестации, заявленных следующим образом.

- Максимальное допустимое отклонение от закона обратных квадратов не должно превышать $\pm t$ дБ.
- Испытательное пространство должно быть аттестовано в диапазоне частот от m Гцдо n Гц.
- Испытательное пространство должно отвечать указанному выше критерию и диапазону частотна расстоянии d м.

Для одного испытательного пространства допускается устанавливать несколько критериев по диапазону частот/расстоянию/отклонениям уровней звукового давления. В таком случае рекомендуется задавать значения критериев в табличной форме.

D.3 Положения испытательных источников звука и траекторий микрофона

D.3.1 Положение испытательного источника звука

Ссылки на настоящий стандарт должны включать требования к числу и положению источника(ов), применяемых при аттестации испытательного пространства.Данные требования должны быть заявленные следующим образом.

- При аттестации должно использоваться n положений испытательного источника звука.
- Испытательный источник должен быть расположен в точке(ах) с декартовыми координатами (x, y, z).

Примечание –Целесообразно привести общее описание положения(й) испытательного источника звука в испытательном пространстве (т. е. в центре камеры или на полу).

D.3.2 Траектории микрофона

Ссылки на настоящий стандарт должны включать требования к числу аттестуемых траекторий микрофона и их ориентации относительно акустической испытательной камеры. Данные требования должны быть заявленные следующим образом.

- Микрофон должен перемещаться вдоль n траекторий.

или

- Микрофон должен перемещаться не менее чем вдоль n траекторий.
- Аттестуемые траектории должны ориентироваться/выбираться следующим образом: *(привести описание траекторий)*.

D.4 Процедура аттестации

D.4.1 Аттестация диапазона частот

Ссылки на настоящий стандарт должны включать требования к методу аттестации диапазона частот. Данные требования должны быть заявленные следующим образом.

- Диапазон частот испытательного пространства должен быть аттестован *(с помощью метода широкополосного сигнала или дискретно-частотным методом)*.

D.4.2 Генерация звука

Ссылки на настоящий стандарт должны включать требования к виду тестовых сигналов, которые будут использоваться для генерация звука. Данные требования должны быть заявленные следующим образом.

- Испытательный источник звука следует возбуждать (*тональными или широкополосными*) тестовыми сигналами.

D.4.3 Расстояние между точками измерения вдоль траектории

Ссылки на настоящий стандарт должны включать требования к пространственному разрешению, необходимому для выполнения аттестационных измерений. Данные требования должны быть заявленные следующим образом.

- Уровни звукового давления должны быть измерены вдоль каждой траектории с пространственным разрешением, не превышающим (x мм*или* $1/n$ -ю *часть длины волны*) на аттестуемой частоте.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам Российской Федерации (и действующим в этом качестве межгосударственным стандартам)

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование национального стандарта
Руководство ИСО/МЭК 98-3	MOD	ГОСТ Р 54500.3-2011 «Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения»
МЭК 61260	MOD	ГОСТ Р 8.714-2010 «Государственная система обеспечения единства измерений. Фильтры полосовые октавные и на доли октавы. Технические требования и методы испытаний»
МЭК 61672-1	MOD	ГОСТ 17187-2010 «Шумомеры. Часть 1. Технические требования»
Примечание – В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов: - MOD – модифицированные стандарты.		

Библиография

[1] IEC 61094-4:1995, Measurement microphones —Part4: Specifications for working standard microphones.
[2] ISO 10140-5,Acoustics—Laboratory measurement of sound insulation of building elements—Part 5: Requirements for test facilities and equipment.
[3] ISO 266, Acoustics—Preferred frequencies.
[4] ISO 9613-1, Attenuation of sound during propagation outdoors—Part 1: Calculation of the absorption of sound by the atmosphere.
[5] ISO 10815:1996 ,Mechanical vibration—Measurement of vibration generated internally in railway tunnels by the passage of trains.
[6] ISO/TR 25417:2007, Acoustics—Definitions of basic quantities and terms.
[7] Babineau, J.,and Tinianov,B.D., «Research into quality assessment methods for anechoic chambers», Proc. Noise-Con 2000, paper 1pNSb6,CDROM proceeding savailable from Institute of Noise-Control Engineering,Saddle River,NJ.
[8] Ballagh,K.O.,Calibration of ananechoic room,J.Sound Vibration,1986,105(2),pp.233-241.
[9] Bedell,E.H.,Some data on a room design edforfree-field measurements, J.Acoust, Soc.Am.,1936,8,pp.118-125.
[10] Bell,E.C.,Hulley,L.N.,and Mazumder,N.C.,Thesteady-stateevaluationofsmallanechoicchambers,AppliedAcoustics,1973,6,pp.91-109.
[11]Beranek,L.L.,«Acoustics»,Chapter4.PublicationbyAIPforAcousticalSocietyofAmerica.
[12]Beranek,L.L.,andSleeper,H.P.Jr.,Thedesignandconstructionofanechoicsoundchambers,J.Acoust.Soc.Am.,1946,18(1),pp.140-150.
[13]Bethke,C.,andWittstock,V.,«Technicalaspectsinthequalificationoffree-fieldenvironments»,Proceedings/NAG/DAGA2009,InternationalConferenceonAcoustics:Rotterdam,23-26March2009.
[14]Biesel,V.B.,andCunefare,K.A.,Atestsystemforfree-fieldqualificationofanechoicchambers,SoundandVibrationMagazine,May2003.
[15]Chada,A.,Ristroph,E.,andWinker,D.,«Effectofsourcedirectionalityondeviationsfrominversesquarelawinahemi-anechoicchambertypicallyusedforproductnoiseemissiontesting»,Proc.Noise-Con2007.
[16]Chada,A.,Winker,D.,andRistroph,E.,«Soundsourcenearfieldanddirectionalityimpactsonhemi-anechoicchamberqualification»,Proc.Noise-Con2008.
[17]Cunefare,K.A.,Badertscher,J.,andWittstock,V.,Onthequalificationofanechoicchambers;Issuesrelatedtosignalsandbandwidth,J.Acoust.Soc.Am.,2006,120(2),pp.820-829.
[18]Cunefare,K.A.,Biesel,V.B.,Albanese,A.M.,Holdhusen,M.,Graf,A.,Rye,R.,andTran.,J.,«Anechoicchamberqualification-perISO3745andASA/ANSIS12.35.»,Proceedingsof17thInternationalCongressofAcoustics,Rome,Italy,CDProceedings,paper6B.05.03,(2001).
[19]Cunefare,K.A.,Biesel,V.B.,Tran,J.,Rye,R.,GrafA.,Holdhusen,M.,andAlbanese,A.M.,Anechoicchamberqualification:traversemethod,inversesquarelawanalysismethod,andnatureoftestsignal,J.Acoust.Soc.Am.,2003,113,pp.881-892.
[20]Davy,J.L.,Evaluatingtheliningofananechoicroom,J.SoundVibration,1989,132,pp.411-422.[21]Delany,M.E.,andBazley,E.N.,Thehighfrequencyperformanceofwedge-linedfreefieldrooms,J.SoundVibration,1977,55(2),pp.195-214.
[22]Dykstra,R.A.,andBaxa,D.E.,Semi-anechoictestingrooms:somesoundadvice,SoundandVibration,1977,11(5),pp.35-38.
[23]Hardy,H.C.,Tyzzer,F.G.,andHall,H.H.,PerformanceoftheanechoicroomoftheParmlysoundlaboratory,J.Acoust.Soc.Am.,1947,19(6),pp.992-995.
[24]Hübner,G.,Qualificationproceduresforfree-fieldconditionsforsoundpowerdeterminationofsoundsourcesandmethodsforthedeterminationoftheappropriateenvironmentalcorrection,J.Acoust.Soc.Am.,1977,61,pp.454-456.
[25]Ingerslev,F.,Pedersen,O.J.,Moller,P.K.,andKristensen,J.,NewroomsforacousticmeasurementsattheDanishTechnicalUniversity,Acustica,1968,19(4),pp.185-199.
[26]Keith,S.E.,Davidson,M.G.,andBly,S.H.P.,Assessmentoferrorsinsoundpressuremeasurementinalargeanechoicchamber,JournaloftheCanadianAcousticalAssociation,1994,22(3).
[27]Koidan,W.,andHruska,G.R.,AcousticalpropertiesoftheNationalBureauofStandardsanechoicchamber,J.Acoust.Soc.Am.,1978,64(2),pp.508-516.

[28]Lang,W.W.,Maling,G.C.Jr.,Nobile,M.A.,Wise,RE.,andYeager,D.M.,«Designandperformanceofahemi-
anechoicroomforthemeasurementofnoiseemittedbycomputerandbusi-
nessequipment»,NoiseNewsInternational,1993,March,pp.11-21.
[29]Luykx,M.P.M.,andVercammen,M.L.S.,«Reflectionsinanechoicrooms»,Proc.Inter-Noise2001,2187-
2191.
[30]Maling,G.C.Jr.,Wise,R.E.,andNobile,M.A.,Qualificationofhemi-
anechoicroomsfornoiseemissionmeasurements,Proc.Inter-Noise90,1990,pp.685-690.
[31]Maling,G.C.Jr.,Wise,R.E.,andNobile,M.A.,Draw-awaytestingforqualificationofhemi-
anechoicrooms,Proc.Noise-Con90,1990,pp.363-368.
[32]Mechel,F.P.,«ZurAnforderunganAbsorberfürreflexionsarmeMessräume.»,wksb41,1998,20-28.
[33]Mills,P.J.,ConstructionanddesignofParmlysoundlaboratoryandanechoicchamber,J.Acoust.Soc.Am.,
1947,19(6),pp.988-992.
[34]Milz,H.-
J.,SCHUBERT,R.,«ZurGüteprüfungvonakustischenFreifeldräumennachDIN45635,Teil1bzw.ISO3745»,
ZeitschriftfürLärmbekämpfung46,Nr.1,1999,pp.7-14.
[35]Moreland,J.B.,Performanceofhemi-
anechoicroomsforindustrialapplications,NoiseControlEngineeringJournal,1989,32(1),pp.7-14.
[36]Olson,H.F.,AcousticlaboratoryinthenewRCAlaboratories,J.Acoust.Soc.Am.,1943,15(2),pp.96-102.
[37]Pancholy,M.,Chapgar,A.F.,andMohanan,V.,DesignandconstructionofananechoicchamberatTheNati
onalPhysicalLaboratoryofIndia,AppliedAcoustics,1981,14,pp.101-111.
[38]Rivin,N.,Ananechoicchamberforacousticalmeasurements,SovietPhysicalAcoustics,1962,7(3),pp.25
8-268.
[39]Sleeper,H.P.Jr.,Moots,E.E.,andBeranek,L.L.,«TheHarvardanechoicchamber»,CIR-51,Electro-
AcousticLaboratory,HarvardUniversity,1945.
[40]Tomioka,H.,Fujimori,T.,Takahashi,T.,andMiura,H.,«Inversesquarelawversusaccuraciesofacousticpo
werlevelinananechoicroom.»Proc.ofNoiseCommittee,AcousticalSocietyofJapan,N86-04-3,1986.
[41]Winker,D.,Chada,A.,andRistroph,E.,«Sourcedesignconsiderationsforqualifyinghemi-
anechoicchambersincompliancewithISO3745»,Proc.Noise-Con2007.
[42]Winker,D.,Phillips,J.,Chada,A.andRistroph,E.,«Aprecisiongrade,widebandwidthsourceforthequalific
ationofhemi-anechoicchambers»,Proc.Noise-Con2008.
[43]Wittstock,V.,andBethke,C.,«Theinfluenceofbandwidthonthequalificationofanechoicandhemi-
an-
echoicrooms»,Proceedingsofthe33rdInternationalCongressandExpositiononNoiseControlEngineering,P
rague,CzechRepublic,CD-Proceedings,2004

УДК 534.322.3.08:006.354 ОКС13.140

Ключевые слова:уровень звукового давления, испытательное пространство, условия свободного звукового поля, закон обратных квадратов, неопределенность измерения.

Подписано в печать 02.03.2015. Формат 60x84 1/8.

Усл. печ. л. 2,33. Тираж 33 экз. Зак. 694.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»

123995 Москва, Гранатный пер., 4.

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

gost.e-ecolog.ru