ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 72014— 2025 (ИСО 16283-1: 2014)

ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

Натурные измерения изоляции воздушного шума элементами зданий

(ISO 16283-1:2014+Amd. 1:2017, Acoustics — Field measurement of sound insulation in buildings and of building elements — Part 1: Airborne sound insulation, MOD)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2025

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Федеральным государственным бюджетным учреждением «Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук» (НИИСФ РААСН) на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 9 апреля 2025 г. № 261-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту ИСО 16283-1:2014 «Акустика. Эксплуатационное (полевое) измерение звукоизоляции в зданиях и элементах зданий. Часть 1. Звукоизоляция от шума, переносимого в воздушной среде» (ISO 16283-1:2014 «Acoustics — Field measurement of sound insulation in buildings and of building elements — Part 1: Airborne sound insulation», MOD, включая изменение Amd.1, путем внесения технических отклонений, объяснение которых приведено во введении к настоящему стандарту. При этом дополнительные слова и фразы, включенные в текст стандарта для учета потребностей национальной экономики Российской Федерации и особенностей российской национальной стандартизации, выделены курсивом.

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2012 (пункт 3.5).

Сведения о соответствии ссылочных национальных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте, приведены в дополнительном приложении ДА

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© ISO, 2014
© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2025

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

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 2
4 Средства измерений 4
4.1 Общие положения 4
4.2 Калибровка 4
4.3 Поверка 4
5 Частотный диапазон 5
6 Общие положения 5
7 Основной метод измерения уровня звукового давления 6
7.1 Общие положения 6
7.2 Создание звукового поля 6
7.3 Положения неподвижных микрофонов 7
7.4 Механически непрерывно перемещаемый микрофон 8
7.5 Микрофон, сканируемый вручную 8
7.6 Минимальные расстояния между положениями микрофонов 10
7.7 Времена усреднения 11
7.8 Вычисление средних по энергии уровней звукового давления 11
8 Дополнительный низкочастотный метод измерения уровня звукового давления 12
8.1 Общие положения 12
8.2 Создание звукового поля 12
8.3 Положения микрофонов 12
8.4 Время усреднения 13
8.5 Расчет низкочастотных средних по энергии уровней звукового давления 13
9 Фоновый шум (основной и *дополнительный* низкочастотный методы) 14
9.1 Общие положения 14
9.2 Коррекция на фоновый шум 15
10 Время реверберации в приемном помещении (*основной* и *дополнительный* низкочастотный методы) 15
10.1 Общие положения 15
10.2 Создание звукового поля 16
10.3 *Основной* метод 16
10.4 *Дополнительный* низкочастотный метод 16
10.5 Метод прерываемого шума 17
10.6 Метод интегрированной импульсной переходной характеристики 17
11 Преобразование для октавных полос 17
12 Запись результатов 17
13 Неопределенность 17
14 Протокол испытаний 18
Приложение А (обязательное) Требования к громкоговорителям 19
Приложение В (справочное) Формы представления результатов 20
Приложение С (справочное) Вспомогательное руководство 23
Приложение D (справочное) Горизонтальные измерения — примеры подходящих положений громкоговорителей и микрофонов 27
Приложение Е (справочное) Вертикальные измерения — примеры подходящих положений громкоговорителей и микрофонов 34
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных национальных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте 41
Библиография 42

Введение

Настоящий стандарт устанавливает метод определения изоляции воздушного шума элементами зданий в натурных условиях. На характер звукового поля в помещении не накладывается каких-либо требований: оно может приближаться к диффузному, а может и отличаться от него.

В зависимости от частотного диапазона, в котором проводят измерения, выделяют основной метод, применяемый в случаях, когда измерения проводят в диапазоне третьоктавных полос со среднегеометрическими частотами от 100 до 3150 Гц, и дополнительный низкочастотный метод, используемый, когда измерения выполняют в диапазоне третьоктавных полос со среднегеометрическими частотами от 50 до 80 Гц, если объем помещения источника и/или приемного помещения меньше 25 м^3. Измерения в третьоктавных полосах со среднегеометрическими частотами 4000 и 5000 Гц также являются дополнительными и факультативными.

В отличие от действующего *ГОСТ 27296* настоящий стандарт позволяет определять фактическую изоляцию воздушного шума и стандартизованную разность уровней звукового давления для элемента здания в расширенном диапазоне частот, а также дает рекомендации по определению соответствующих одночисловых параметров звукоизоляции. В нем предусмотрено применение нескольких измерительных схем при использовании основного метода: неподвижный микрофон; микрофон, вручную перемещаемый из одного положения в другое; набор неподвижных микрофонов; микрофон, непрерывно перемещаемый по определенной траектории механическим путем или вручную (сканируемый микрофон). Приведена также процедура выполнения измерений оператором, находящимся в помещении с удерживаемым в руках микрофоном или шумомером.

Примечание — Ориентировочные методы для натурных измерений изоляции воздушного шума рассматриваются в ГОСТ Р 56689.

Настоящий стандарт содержит следующие технические отклонения от примененного в нем международного стандарта ИСО 16283-1:2014:

- в соответствии с требованиями ГОСТ Р 1.7—2014 (подраздел 7.4) ссылки на международные стандарты ИСО 717-1, ИСО 10052, ИСО 12999-1, ИСО 18233, МЭК 61260 и МЭК 61672-1 заменены ссылками на модифицированные национальные стандарты Российской Федерации ГОСТ Р 56669, ГОСТ Р 56689, ГОСТ Р 57900, ГОСТ Р 54579, ГОСТ Р 8.714 и неэквивалентный ГОСТ Р 53188.1, ссылки на международные стандарты ИСО 3382-2 и МЭК 60942 заменены ссылками на идентичные им национальные стандарты Российской Федерации ГОСТ Р ИСО 3382-2 и ГОСТ Р МЭК 60942—2009;

- уточнена используемая терминология: термин «метод по умолчанию» заменен в тексте термином «основной метод», термин «низкочастотный метод» — термином «дополнительный низкочастотный метод»;

- из раздела 2 в структурный элемент «Библиография» перенесен международный стандарт IEC 61183;

*- в 3.10, 3.11 вместо буквального перевода английского термина как «**перегородка**» применен обобщающий термин* **«разделительный элемент»** и дано его определение: «Ограждение (стена, перегородка, перекрытие), отделяющее помещение источника от приемного помещения»;

- ввиду неопределенности трактовки исключено примечание 4 к 3.14; примечанию 5 присвоен номер 4;

- в подразделе 4.3 исключен второй абзац, устанавливающий срок поверки средств измерений, так как необходимость и периодичность поверки устанавливаются свидетельством об утверждении типа и указываются в технической документации средства измерения. Кроме того, если измерения не предназначены для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, т. е. не подпадают под действие Федерального закона от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении средства измерений», то поверка необязательна;

- в разделе 5 исключено примечание как частично повторяющее положения двух последних абзацев раздела;

- в описаниях всех размерных величин, входящих в формулы, приведены единицы измерений;

- в раздел «Библиография» включен ИСО 15186-2, на который имеется ссылка во втором примечании пункта С.4.4 приложения С, и из этого раздела исключены источники, приведенные в ИСО 16283-1, не имеющие ссылок в основном тексте стандарта;

- исправлены опечатки, обнаруженные в тексте стандарта, в п. С.4.4 в описании обозначений L_{1_ins} и L_{2_ins} указано, что они являются средними уровнями звукового давления в помещении источника и приемном помещении соответственно.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

Натурные измерения изоляции воздушного шума элементами зданий

Buildings and constructions. Field measurement of sound insulation of building elements

Дата введения — 2025—05—01

1 Область применения

В *настоящем стандарте* установлены методы определения изоляции воздушного шума между двумя помещениями в здании с использованием измерений *уровня* звукового давления. Эти методы предназначены для объема помещений в диапазоне от 10 до 250 м^3 в частотном диапазоне *со среднегеометрическими частотами третьоктавных полос* от 50 до 5000 Гц. Результаты испытаний могут быть использованы для количественной оценки, оценки и сравнения изоляции воздушного шума в пустых или меблированных помещениях, в которых звуковое поле может приближаться к диффузному, а может отличаться от него. Измеренная звукоизоляция зависит от частоты и может быть преобразована в одночисловой параметр для характеристики акустического качества с использованием процедур оценки по *ГОСТ Р 56769*.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 27296 Здания и сооружения. Методы измерения звукоизоляции ограждающих конструкций

ГОСТ Р 8.714 (МЭК 61260:1995) Государственная система обеспечения единства измерений. Фильтры полосовые октавные и на доли октавы. Технические требования и методы испытаний

ГОСТ Р 53188.1 Государственная система обеспечения единства измерений Шумомеры. Часть 1. Технические требования

ГОСТ Р 54579 (ИСО 18233:2006) Акустика. Применение новых методов измерений в акустике зданий и помещений

ГОСТ Р 56769 (ИСО 717-1:2013) Здания и сооружения. Оценка звукоизоляции воздушного шума

ГОСТ Р 57900—2017 (ИСО 12999-1:2014) Здания и сооружения. Определение и применение неопределенностей измерения звукоизоляции

ГОСТ Р ИСО 3382-2 Акустика. Измерение акустических параметров помещений. Часть 2. Время реверберации обычных помещений

ГОСТ Р МЭК 60942—2009 Калибраторы акустические. Технические требования и требования к испытаниям

Примечание — При использовании настоящего стандарта целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого

Издание официальное

стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **средний по энергии уровень звукового давления в помещении *L*** (energy-average sound pressure level in a room, *L*): *Десять десятичных логарифмов* отношения усредненного по пространству и по времени квадрата звукового давления к квадрату опорного звукового давления, при этом усреднение по пространству берется по центральной зоне помещения, где прямое излучение от любого громкоговорителя или излучение ближнего поля от границ помещения оказывает незначительное влияние.

Примечание — L выражают в децибелах.

3.2 **угловой уровень звукового давления в помещении L_{Corner}** (corner sound pressure level in a room, L_{Corner}): *Десять десятичных логарифмов* отношения наибольшего усредненного по времени квадрата звукового давления из набора угловых измерений к квадрату опорного звукового давления в низкочастотном диапазоне *(третьоктавные полосы со среднегеометрическими частотами* 50, 63 и 80 Гц*)*.

Примечание — L_{Corner} выражают в децибелах.

3.3 **низкочастотный средний по энергии уровень звукового давления в помещении $L_{2,LF}$** (low-frequency energy-average sound pressure level in a room, $L_{2,LF}$): *Десять десятичных логарифмов* отношения усредненного по пространству и по времени квадрата звукового давления к квадрату опорного звукового давления в низкочастотном диапазоне (третьоктавные полосы *со среднегеометрическими частотами* 50, 63 и 80 Гц*),* при этом пространственное усреднение является корректированным усреднением, рассчитываемым по углам помещения, в которых уровни звукового давления имеют наибольшие значения, и в центральной зоне, где прямое излучение от любого громкоговорителя или излучение ближнего поля от границ помещения оказывает незначительное влияние.

Примечания

1 L_{LF} выражают в децибелах.

2 L_{LF} оценивает средний по энергии уровень звукового давления для всего объема помещения.

3.4 **время реверберации *T*** (reverberation time, *T*): Время, необходимое для снижения уровня звукового давления на 60 дБ после отключения источника звука.

Примечание — T выражают в секундах.

3.5 **уровень фонового шума** (background noise level): Измеренный в приемном помещении уровень звукового давления от всех источников, кроме громкоговорителя, в помещении источника.

3.6 **фиксированный микрофон** (fixed microphone): Микрофон, стационарное положение которого фиксируется в пространстве с помощью штатива.

3.7 **механически непрерывно перемещаемый микрофон** (mechanized continuously-moving microphone): Микрофон, который механически перемещается с приблизительно постоянной угловой скоростью по окружности или механически движется вдоль кругового пути с углом вращения вокруг неподвижной оси между 270° и 360°.

3.8 **вручную сканируемый микрофон** (manually-scanned microphone): Микрофон, закрепленный на удерживаемом в руке шумомере или удлинительном стержне, которые перемещаются оператором вдоль заданной траектории.

3.9 **вручную удерживаемый микрофон** (manually-held microphone): Микрофон, закрепленный на удерживаемом в руке шумомере или стержне, которые оператор удерживает рукой в фиксированном положении на расстоянии по меньшей мере длины руки от тела оператора.

3.10 ***разделительный элемент*** *(partition): Ограждение (стена, перегородка, перекрытие), отделяющее помещение источника от приемного помещения*.

Примечание — Для двух помещений, смещенных друг относительно друга вертикально или горизонтально, общая часть *разделительного элемента* не видна с его обеих сторон; следовательно, необходимо ввести понятие *общего разделительного элемента (3.11).*

3.11 **общий *разделительный элемент*** (*common partition*): Часть *разделительного элемента,* общая для помещения источника и приемного помещения.

3.12 **разность уровней *D*** (level difference, *D*): Разность энергетически усредненных уровней звукового давления между помещением источника и приемным *помещением* при наличии одного или нескольких громкоговорителей в помещении источника, вычисляемая по формуле (1)

$$D = L_1 - L_2, \quad (1)$$

где L_1 — средний по энергии уровень звукового давления в помещении источника, если его объем не менее 25 м^3, или низкочастотный средний по энергии уровень звукового давления (только в *третьоктавных* полосах *со среднегеометрическими частотами* 50 Гц, 63 Гц и 80 Гц) в помещении источника, если его объем меньше 25 м^3;

L_2 — средний по энергии уровень звукового давления в приемном помещении, если его объем не менее 25 м^3 или низкочастотный средний по энергии уровень звукового давления (только в *третьоктавных* полосах *со среднегеометрическими частотами* 50, 63 и 80 Гц) в приемном помещении, если его объем меньше 25 м^3.

Примечание — *D* выражают в децибелах.

3.13 **стандартизованная разность уровней D_{nT}** (standardized level difference, D_{nT}): Разность, приведенная к стандартному времени реверберации в помещении приемника и вычисляемая по формуле (2)

$$D_{nT} = D + 10 \lg \frac{T}{T_0}, \quad (2)$$

где T — время реверберации в приемном помещении, *с*;

T_0 — стандартное время реверберации, *с*; для жилых помещений T_0 = 0,5 с.

Примечания

1 D_{nT} выражают в децибелах.

2 Разность уровней приведена к времени реверберации 0,5 с, поскольку было обнаружено, что в меблированных жилых помещениях время реверберации не зависит от объема и частоты и приблизительно равно 0,5 с. В результате D_{nT} зависит от направления прихода звука, если помещение источника и приемное помещение имеют разные объемы; D_{nT} будет больше, когда при испытаниях звук передастся из меньшего помещения источника в большее приемное помещение по сравнению с обратной ситуацией. По этой причине методики испытаний звукоизоляции воздушного шума для удовлетворения минимальному нормативу изоляции воздушного шума требуют, чтобы в качестве приемного помещения использовали меньшее помещение для получения наименьших измеренных значений $D_{nT.}$

3 D_{nT} представляет прямую связь с субъективным восприятием изоляции воздушного шума.

3.14 **фактическая изоляция воздушного шума *R′*** (apparent sound reduction index, *R′*): *Десять десятичных логарифмов* отношения звуковой мощности W_1, падающей на испытуемый элемент, к общей звуковой мощности, излучаемой в приемное помещение, в случае, когда в дополнение к звуковой мощности W_2, излучаемой испытуемым элементом, значимой является звуковая мощность W_3, излучаемая другими элементами приемного помещения

$$R' = \frac{W_1}{W_2 + W_3} \quad (3)$$

и оцениваемая с помощью формулы (4)

$$R' = D + 10 \lg \frac{S}{A}, \quad (4)$$

где S — площадь *разделительного элемента*, м^2;

A — эквивалентная площадь звукопоглощения приемного помещения, м^2.

Примечания

1 R' выражается в децибелах.

2 В общем звуковая мощность, передаваемая в приемное помещение, состоит из суммы нескольких составляющих, *излучаемых* различными элементами (окна, пол, потолок и пр.).

3 R' можно использовать для сравнения натурных измерений с лабораторными измерениями изоляции воздушного шума R. По сравнению с D_{nT} она менее связана с субъективным восприятием изоляции воздушного шума.

4 В случае зигзагообразного или ступенчатого расположения помещений S является площадью *общего разделительного элемента*. Если эта площадь равна 0 м^2, фактическая изоляция воздушного шума не определяется, и логично использовать стандартизованную разность уровней. Если необходимо указать фактическую изоляцию воздушного шума (например, для целей нормирования) для *указанных* помещений с площадью *общего разделительного элемента* больше 0 м^2, но меньше 10 м^2, можно использовать следующую процедуру. Рассчитывают $V/7{,}5$, где V — объем в кубических метрах приемного помещения, который должен быть меньше объема помещения источника, если объемы помещений отличаются. За S принимают площадь *общего разделительного элемента*, если она превышает $V/7{,}5$, и $V7/{,}5$ — в противном случае.

3.15 **эквивалентная площадь звукопоглощения *A*** (equivalent absorption area, A): Площадь поглощения звука, определяемая по формуле Сэбина:

$$A = \frac{0{,}16V}{T}, \tag{5}$$

где V — объем приемного помещения, м^3;

T — время реверберации в приемном помещении, с.

Примечание — A выражают в *квадратных метрах*.

4 Средства измерений

4.1 Общие положения

Средства измерений уровней звукового давления, включая микрофоны, кабели, противоветровые насадки, регистрирующие устройства и другие применяемые принадлежности, должны удовлетворять требованиям к приборам 1-го класса согласно *ГОСТ Р 53188.1 (см. также [1]) для случайного падения звука.*

Фильтры должны удовлетворять требованиям к фильтрам класса 1 по *ГОСТ Р 8.714.*

Средства измерений времени реверберации должны соответствовать требованиям *ГОСТ Р ИСО 3382-2.*

4.2 Калибровка

В начале и в конце каждой серии измерений и, по крайней мере, в начале и в конце каждого измерительного дня все средства измерений уровня звукового давления должны быть проверены на одной или нескольких частотах с помощью калибратора звука 1-го класса по *ГОСТ Р МЭК 60942*. Уровень звукового давления, зарегистрированный при каждой калибровке, должен быть указан в документации на измерения, в качестве которой могут быть записи в рабочих журналах испытателей или приложение данных о калибровке к протоколу испытаний. Без какой-либо дополнительной регулировки разность между показаниями двух последовательных проверок не должна превышать 0,5 дБ. Если это условие не выполняется, результаты измерений, полученные после предыдущей калибровки, должны быть исключены.

4.3 Поверка

Средства измерения уровня звукового давления, фильтры и калибратор звука должны иметь действующие свидетельства о поверке. По возможности характеристика микрофона для случайного падения звука должна быть проверена (см. *[1]*).

5 Частотный диапазон

Все величины должны быть измерены в третьоктавных полосах со среднегеометрическими частотами: 100,125,160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800,1000,1250, 1600, 2000, 2500, 3150 Гц.

При необходимости дополнительно выполняют также измерения в низкочастотном диапазоне в третьоктавных полосах со среднегеометрическими частотами 50, 63, 80 Гц и высокочастотном диапазоне в третьоктавных полосах со среднегеометрическими частотами 4000, 5000 Гц.

6 Общие положения

Определение изоляции воздушного шума в соответствии с настоящим стандартом требует, чтобы одно помещение было выбрано в качестве помещения источника, которое будет содержать громкоговоритель(и), а другое помещение — в качестве приемного помещения. Необходимые измерения включают измерения уровней звукового давления в обоих помещениях при работающем источнике (источниках), измерения фонового шума в приемном помещении, при всех выключенных источниках, и измерение времени реверберации в приемном помещении.

Описаны два метода измерения, которые следует использовать при измерении уровня звукового давления, времени реверберации и фонового шума: основной метод и дополнительный низкочастотный метод.

При выполнении основного метода измерения для измерения уровня звукового давления *источника шума* и фонового шума на всех частотах можно использовать *несколько измерительных схем*: неподвижный микрофон или удерживаемый в руках микрофон, перемещаемые из одного положения в другое; набор неподвижных микрофонов; микрофон, непрерывно перемещаемый по определенной траектории механическим путем или вручную (сканируемый микрофон). Эти измерения проводят в центральной зоне помещения в положениях, удаленных от границ помещения. Оператор выбирает наиболее подходящую измерительную схему для помещения источника и приемного помещения. В помещении источника человеком-оператором должны использоваться средства защиты слуха. При этом, так как для приемного помещения важно минимизировать влияние фонового шума на результаты измерений, оператор должен принять решение о необходимости своего присутствия в помещении для контроля уровня фонового шума в случае его непостоянства или находиться вне помещения, чтобы не оказывать влияния на фоновый шум.

Для помещения источника и/или приемного помещения объемом менее 25 м^3 (при округлении вычисляемого объема с точностью до целого числа) требуется выполнение *дополнительного* низкочастотного метода с измерением уровней звукового давления источника шума и фонового шума в третьоктавных полосах со среднегеометрическими частотами 50, 63 и 80 Гц. Этот метод выполняется в дополнение к основному методу и состоит из дополнительных измерений уровней звукового давления в углах помещения источника и/или приемного помещения с помощью неподвижного микрофона или микрофона, удерживаемого в руках.

Примечание — Дополнительный низкочастотный метод необходим в небольших помещениях из-за значительной изменчивости уровня звукового давления вследствие наличия пространственных мод в звуковом поле. В этих ситуациях угловые измерения используются для улучшения повторяемости, воспроизводимости и достоверности результатов измерения.

Для предотвращения повреждения слуха оператор должен надевать защитные наушники при измерении уровня звукового давления в помещении источника и при измерении времени реверберации в приемном помещении. При измерении уровней звукового давления в приемном помещении, где нет риска повреждения слуха, желательно снять средства защиты органов слуха, чтобы оператор мог контролировать кратковременные внешние шумовые события, которые могут сделать измерение недействительным, а также минимизировать собственный шум.

Дополнительный низкочастотный метод следует применять и для определения времени реверберации в третьоктавных полосах со среднегеометрическими частотами 50, 63 и 80 Гц для помещения источника и/или приемного помещения объемом менее 25 м^3 (при округлении вычисляемого объема с точностью до целого числа).

При применении методов обработки сигналов по *ГОСТ Р 54579* измерения следует проводить с использованием неподвижных микрофонов и не следует применять удерживаемый в руках, механически или вручную сканируемый микрофон.

Звуковые поля в типичных помещениях (меблированных или без мебели) редко будут близки к диффузному звуковому полю во всем диапазоне частот, от 50 до 5000 Гц. Совместное применение основного и дополнительного низкочастотного методов позволяет проводить измерения без необходимости иметь информацию о диффузном характере звукового поля. Однако во время выполнения испытаний звуковое поле не следует изменять путем временного внесения дополнительной мебели или диффузоров в одно или оба помещения.

Примечание — Если требуются измерения с дополнительным *рассеиванием звука*, например, из-за нормативных требований или из-за того, что результаты испытаний следует сравнивать с лабораторными измерениями на аналогичном испытуемом образце, то обычно будет достаточно трех диффузоров с площадью не менее 1,0 $м^2$ каждый.

Все измерительные схемы для основного метода или *дополнительного* низкочастотного метода эквивалентны. В случае расхождений за базовый результат принимают звукоизоляцию, определенную с использованием измерений без оператора в помещении источника и приемном помещении.

Примечание — Выбор базового результата обоснован двумя причинами. Во-первых, оператор вносит дополнительное поглощение в помещение источника, которое отсутствует, когда оператор проводит измерения в приемном помещении. Это потенциально меняет звуковое поле, измеряемое в помещениях, хотя во многих ситуациях эффект будет незначительным. Во-вторых, при ручном сканировании возникают изменения в уровне фонового шума из-за влияния оператора, которые отсутствуют при неподвижных микрофонах и механически сканируемом микрофоне.

7 Основной метод измерения уровня звукового давления

7.1 Общие положения

Измерения уровня звукового давления используют для определения среднего уровня в центральной зоне помещения источника и приемного помещения с работающим громкоговорителем (громкоговорителями) и уровня фонового шума в приемном помещении, когда громкоговоритель выключен.

Звук следует создавать в помещении источника с использованием громкоговорителей, работающих одновременно, по крайней мере в двух позициях, или с помощью одного громкоговорителя, перемещаемого, как минимум, в две позиции.

Мощность звука громкоговорителя(ей) должна быть достаточно высокой, чтобы уровень звукового давления в приемном помещении был значительно выше уровня фонового шума, как описано в разделе 9.

Дополнительные указания по выполнению измерений приведены в приложениях C, D и E.

7.2 Создание звукового поля

7.2.1 Общие положения

Следует использовать один или несколько громкоговорителей одного типа, работающих одновременно, при условии, что они создают одинаковые, но некоррелированные сигналы. Громкоговоритель(и) должен быть установлен стационарно во время измерения. Каждый громкоговоритель должен удовлетворять требованиям к направленности в соответствии с приложением A.

Звук, генерируемый в помещении источника, должен быть постоянным и иметь непрерывный спектр в пределах частотного диапазона измерений. Параллельные измерения в требуемом диапазоне третьоктавных полос могут быть выполнены с использованием широкополосного шумового сигнала. При применении фильтрации сигнала источника для каждой испытуемой частотной полосы используют фильтр с соответствующей среднегеометрической частотой, который имеет полосу пропускания, равную по крайней мере одной трети октавы.

Средний по энергии уровень звукового давления в помещении источника не должен иметь разность уровней более 8 дБ (далее — требование 8 дБ) между соседними третьоктавными полосами, по крайней мере выше 100 Гц. В ситуациях, когда это не может быть достигнуто с помощью широкополосного источника шума, последовательные измерения в третьоктавных полосах следует использовать с ограниченным по полосе шумом.

В качестве широкополосного шумового сигнала рекомендуется *использовать* белый или розовый шум. Однако может потребоваться форма спектра, обеспечивающая адекватное отношение сигнал/шум на высоких частотах в приемном помещении.

Примечание — Часто требуется графический эквалайзер, так как могут возникать ситуации, когда требование 8 дБ не может быть выполнено без формирования сигнала источника. Если требование 8 дБ не выполняется на низких частотах, оно может быть выполнено посредством изменения положения громкоговорителя и выравнивания сигнала источника.

7.2.2 Положения громкоговорителя

Расстояние между границами помещения и громкоговорителем должно быть не менее 0,5 м и не менее 1,0 м, если границей является разделительная перегородка. Расстояние измеряется от границы до центра блока динамика, ближайшего к рассматриваемой границе.

Гоомкоговорители не должны располагаться в плоскостях, параллельных границам помещения, которые находятся на расстоянии менее 0,7 м друг от друга. Расстояние между разными положениями громкоговорителя должно быть не менее 0,7 м. По крайней мере два положения должны быть выбраны на расстоянии не менее 1,4 м друг от друга.

При измерении изоляции воздушного шума полом с помощью громкоговорителя(ей) в верхнем помещении основание громкоговорителя(ей) должно быть над полом не менее чем на 1,0 м.

7.3 Положения неподвижных микрофонов

7.3.1 Общие положения

Неподвижные микрофоны могут использоваться без оператора в помещении посредством закрепления их на штативе. В качестве альтернативы оператор может присутствовать в помещении с микрофоном, закрепленным на штативе, или удерживая микрофон в руках в фиксированном положении; в обоих случаях тело оператора должно оставаться на расстоянии по крайней мере на длину руки от микрофона. Время усреднения должно удовлетворять требованиям 7.7.1.

7.3.2 Число измерений

a) Когда одновременно работают несколько громкоговорителей, в каждом помещении должно использоваться не менее пяти положений микрофона. Они должны быть распределены в максимально разрешенном пространстве в пределах каждого помещения. Никакие два положения микрофонов не должны быть расположены в одной плоскости относительно границ помещения и положения микрофонов не должны быть в *узлах* регулярной сетки.

b) При использовании одного громкоговорителя в каждой комнате должно быть не менее пяти положений микрофонов для каждого положения громкоговорителя (дополнительные наборы положений микрофонов могут отличаться от первого набора положений). Каждый набор положений микрофона должен быть распределен в максимально допустимом пространстве в каждом помещении. Никакие два положения микрофонов не должны быть расположены в одной плоскости относительно границ помещения и положения микрофонов не должны быть в *узлах* регулярной сетки.

7.3.3 Несколько громкоговорителей, работающих одновременно

Измеряют уровни звукового давления как в помещении источника, так и в приемном помещении. Рассчитывают средний по энергии уровень звукового давления в обоих помещениях в соответствии с 7.8, затем вносят необходимые поправки на фоновый шум в соответствии с 9.2. Рассчитывают стандартизованную разность уровней по формулам (1) и (2) или фактическую изоляцию воздушного шума по формулам (1) и (4).

7.3.4 Один громкоговоритель, работающий в более чем одном положении

Измеряют уровень звукового давления в помещении источника и в приемном помещении для первого положения громкоговорителя. Рассчитывают средние по энергии уровни звукового давления в обоих помещениях в соответствии с 7.8, затем вносят необходимые поправки на фоновый шум в соответствии с 9.2. Для этого положения громкоговорителя рассчитывают стандартизованную разность уровней по формулам (1) и (2) или фактическую изоляцию воздушного шума по формулам (1) и (4). Измерения уровней звукового давления должны быть выполнены в помещении источника и приемном помещении до перемещения громкоговорителя. Повторяют этот процесс для других положений громкоговорителя. Рассчитывают стандартизованную разность уровней по формуле (6) или фактическую изоляцию воздушного шума по формуле (7):

$$D_{nT} = -10 \lg \frac{1}{m} \sum_{j=1}^{m} 10^{-D_{nT,j}/10}, \quad (6)$$

$$R' = -10\lg\frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m}10^{-R'_j/10}\ , \qquad (7)$$

где m — число положений громкоговорителя;

$D_{nT,j}$ — стандартизованная разность уровней для положения громкоговорителя j;

R'_j — фактическая изоляция воздушного шума для положения громкоговорителя j.

7.4 Механически непрерывно перемещаемый микрофон

7.4.1 Общие положения

Микрофон следует механически перемещать с приблизительно постоянной угловой скоростью по кругу или по круговой траектории с углом поворота вокруг неподвижной оси между 270° и 360°. Радиус траектории должен составлять не менее 0,7 м. Плоскость траектории должна быть наклонной, чтобы покрыть большую часть разрешенного пространства помещения, и не должна иметь наклон менее 10° относительно любой поверхности помещения (стены, пола или потолка).

Продолжительность одиночного хода должна составлять не менее 15 с. Каждый полный ход может быть повторен для удовлетворения требований по времени усреднения из 7.7.2.

7.4.2 Число измерений

a) Когда одновременно работают несколько громкоговорителей, по крайней мере одно измерение следует проводить с использованием постоянно движущегося микрофона. Местоположение фиксированной точки, относительно которой движется микрофон, должно быть изменено для каждого набора положений громкоговорителей. В каждом месте должно быть проведено одинаковое количество измерений.

b) При использовании одного громкоговорителя для каждого положения громкоговорителя должно быть проведено не менее одного измерения с использованием постоянно движущегося микрофона. Местоположение фиксированной точки, относительно которой движется микрофон, может быть изменено для каждой позиции громкоговорителя.

В каждом месте должно быть проведено одинаковое количество измерений.

7.4.3 Несколько громкоговорителей, работающих одновременно

Измеряют уровни звукового давления как в помещении источника, так и в приемном помещении. Рассчитывают средний по энергии уровень звукового давления в обоих помещениях в соответствии с 7.8, затем вносят необходимые поправки на фоновый шум в соответствии с 9.2. Рассчитывают стандартизованную разность уровней по формулам (1) и (2) или фактическую изоляцию воздушного шума по формулам (1) и (4).

7.4.4 Один громкоговоритель, работающий в более чем одном положении

Измеряют уровень звукового давления в помещении источника и в приемном помещении для первого положения громкоговорителя. Рассчитывают средние по энергии уровни звукового давления в обоих помещениях в соответствии с 7.8, затем вносят необходимые поправки на фоновый шум в соответствии с 9.2. Для этого положения громкоговорителя рассчитывают стандартизованную разность уровней по формулам (1) и (2) или фактическую изоляцию воздушного шума по формулам (1) и (4). Измерения уровней звукового давления должны быть выполнены в помещении источника и приемном помещении до перемещения громкоговорителя. Этот процесс повторяют для других положений громкоговорителя. Рассчитывают стандартизованную разность уровней по формуле (6) или фактическую изоляцию воздушного шума по формуле (7).

7.5 Микрофон, сканируемый вручную

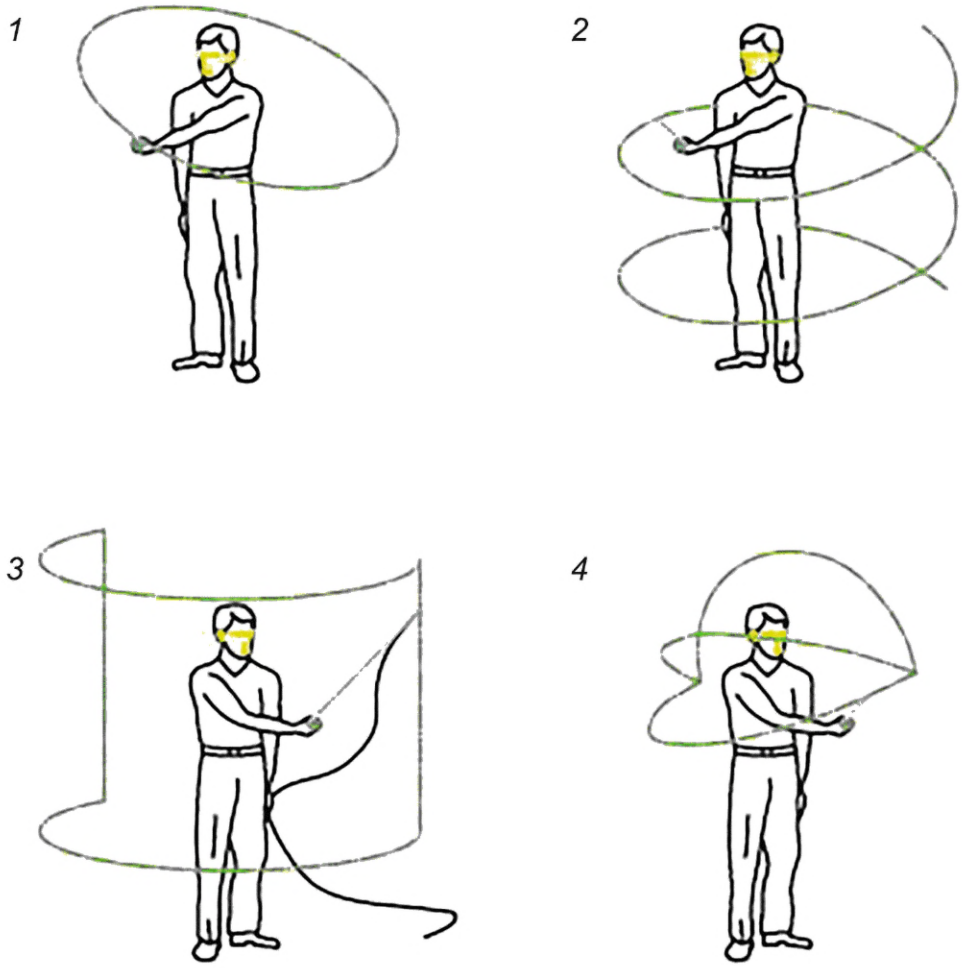
7.5.1 Общие положения

Траектория ручного сканирования должна представлять собой окружность, спираль, траекторию цилиндрического типа или три полуокружности, как показано на рисунке 1. Круговую, спиральную или цилиндрическую траектории следует использовать в немеблированных или меблированных помещениях. Если в помещении недостаточно места для оператора, чтобы использовать эти траектории, следует использовать траекторию, состоящую из трех полуокружностей. Каждый полный путь может потребоваться повторить для удовлетворения требований к времени усреднения по 7.7.3.

7.5.2 Окружность

Круговая траектория показана на рисунке 1. Оператор должен стоять, держа микрофон или шумомер на вытянутой руке при вращении тела на угол от 270° до 360°. Плоскость окружности должна быть наклонена, чтобы покрыть значительную часть разрешенного пространства, и не должна иметь угол менее 10° относительно любой поверхности помещения (стены, пола или потолка). Если необходимо, колени могут быть согнуты, чтобы уменьшить общую высоту микрофона; это всегда следует делать, когда траектория повторяется при другом положении оператора в помещении. Для минимизации влияния тела оператора может быть целесообразно приостановить измерение в середине траектории, чтобы оператор мог изменить положение тела перед продолжением сканирования.

Оператор должен стремиться к достижению постоянной угловой скорости во время сканирования. Максимальная угловая скорость должна составлять приблизительно 20° в секунду.



1 — окружность; *2* — спираль; *3* — цилиндрическая траектория; *4* — три полуокружности

Рисунок 1 — Траектории ручного сканирования

7.5.3 Спираль

Траектория по спирали показана на рисунке 1. Оператор удерживает микрофон или шумомер на вытянутой руке в исходном положении на высоте 0,5 м от пола и поворачивает тело, по меньшей мере дважды, на 360°, от приседания до стоячего положения, заканчивая с положением микрофона на высоте не более 0,5 м от потолка. Чтобы свести к минимуму влияние тела оператора, может быть целесообразно приостановить измерение на середине траектории, чтобы оператор мог изменить положение тела перед продолжением сканирования.

Оператор должен стремиться к достижению постоянной угловой скорости во время сканирования. Максимальная угловая скорость должна составлять приблизительно 20° в секунду.

7.5.4 Цилиндрическая траектория

Цилиндрическая траектория показана на рисунке 1. Для удержания микрофона оператор должен использовать (телескопическую) штангу от 0,3 до 0,9 м. Для правостороннего оператора траектория движения начинается на высоте 0,5 м от пола от положения микрофона под углом приблизительно 90° напротив левого плеча, затем микрофон перемещают по круговой траектории, параллельной полу, на угол приблизительно 220°. Движение продолжают вертикально вверх по прямой линии, пока микрофон не окажется на расстоянии 0,5 м от потолка, после чего штангу с микрофоном поворачивают по круговой траектории параллельно полу на 220° в противоположном направлении и затем вертикально опускают до исходного положения. Для левостороннего оператора направления вращения противоположны.

Во время круговых движений оператор должен стремиться к достижению постоянной угловой скорости. Максимальная угловая скорость должна составлять приблизительно 20° в секунду. Максимальная скорость на прямых участках — приблизительно 0,25 м/с.

7.5.5 Три полуокружности

Траектория, содержащая три полуокружности, показана на рисунке 1. Оператор должен стоять, удерживая микрофон или шумомер на вытянутой руке и перемещать микрофон по трем полуокружностям, наклоненным друг к другу от 45° до 60°. Плоскость каждой полуокружности должна составлять угол не менее 10° относительно любой поверхности помещения (стены, пола или потолка). Если необходимо, колени могут быть согнуты, чтобы уменьшить общую высоту микрофона; это всегда следует делать, когда траектория повторяется при другом положении *оператора* в помещении.

Для каждой из трех полуокружностей оператор должен стремиться к достижению постоянной угловой скорости. Максимальная угловая скорость должна составлять приблизительно 20° в секунду.

7.5.6 Число измерений

a) Когда одновременно работают несколько громкоговорителей, по крайней мере одно измерение следует проводить с использованием сканируемого вручную микрофона. Положение оператора следует изменять для каждого из положений громкоговорителей. В каждом положении *оператора* должно быть проведено одинаковое количество измерений.

b) При использовании одного громкоговорителя для каждого положения громкоговорителя должно быть проведено как минимум одно измерение с использованием сканируемого вручную микрофона. Положение оператора должно быть изменено для каждого положения громкоговорителя. В каждом положении *оператора* должно быть проведено одинаковое количество измерений.

7.5.7 Несколько громкоговорителей, работающих одновременно

Измеряют уровни звукового давления как в помещении источника, так и в приемном помещении. Рассчитывают средний по энергии уровень звукового давления в обоих помещениях в соответствии с 7.8, затем вносят необходимые поправки на фоновый шум в соответствии с 9.2. Рассчитывают стандартизованную разность уровней по формулам (1) и (2) или фактическую изоляцию воздушного шума по формулам (1) и (4).

Если сканируемый вручную микрофон используется оператором в одной фиксированной точке в приемном помещении, измеренный уровень, скорректированный с учетом фонового шума, представляет собой средний по энергии уровень звукового давления в приемном помещении.

7.5.8 Один громкоговоритель, работающий в более чем одном положении

Измеряют уровень звукового давления в помещении источника и в приемном помещении для первого положения громкоговорителя. Рассчитывают средние по энергии уровни звукового давления в обоих помещениях в соответствии с 7.8, затем вносят необходимые поправки на фоновый шум в соответствии с 9.2. Для этого положения громкоговорителя рассчитывают стандартизованную разность уровней по формулам (1) и (2) или фактическую изоляцию воздушного шума по формулам (1) и (4). Измерения уровней звукового давления должны быть выполнены в помещении источника и приемном помещении до перемещения громкоговорителя. Повторяют этот процесс для других положений громкоговорителя. Рассчитывают стандартизованную разность уровней по формуле (6) или фактическую изоляцию воздушного шума по формуле (7).

7.6 Минимальные расстояния между положениями микрофонов

Для основного метода приведенные ниже расстояния между положениями микрофонов являются минимальными и должны быть по возможности превышены:

a) 0,7 м между фиксированными микрофонами;

b) 0,5 м от любого положения микрофона до ограждающих поверхностей помещения;

c) 1,0 м от любого положения микрофона до громкоговорителя.

7.7 Времена усреднения

7.7.1 Фиксированные положения микрофона

В каждой точке измерений время усреднения должно быть не менее 6 с для всех частотных полос *со среднегеометрическими частотами* от 100 до 400 Гц. Для частотных полос *со среднегеометрическими частотами* от 500 до 5000 Гц допускается меньшее время усреднения, но не менее 4 с. Для полос *со среднегеометрическими частотами* от 50 до 80 Гц время усреднения в каждой точке измерений должно быть не менее 15 с.

7.7.2 Механически непрерывно перемещаемый микрофон

Время усреднения должно включать в себя все перемещения микрофона и быть не менее 30 с для частотных полос *со среднегеометрическими частотами* от 100 до 5000 Гц и не менее 60 с для полос *со среднегеометрическими частотами* от 50 до 80 Гц.

7.7.3 Микрофон, сканируемый вручную

Время усреднения должно включать в себя все перемещения микрофона для полного прохождения выбранной траектории и быть не менее 30 с для полос *со среднегеометрическими частотами* от 100 до 5000 Гц и не менее 60 с для полос *со среднегеометрическими частотами* от 50 до 80 Гц.

7.8 Вычисление средних по энергии уровней звукового давления

7.8.1 Фиксированные положения микрофона

Для измерений, выполненных при одновременной работе громкоговорителей или при работе единственного громкоговорителя в одном положении, средний по энергии уровень звукового давления в помещении источника или приемном помещении рассчитывают по формуле (8)

$$L = 10\lg\frac{p_1^2 + p_2^2 + \ldots + p_n^2}{np_0^2}, \tag{8}$$

где p_1^2, p_2^2, ..., p_n^2 — квадраты средних за время измерений значений звукового давления в n различных положениях микрофона в помещении, *Па*;

p_0 — опорное звуковое давление, равное 20 мкПа.

На практике обычно измеряют уровни звукового давления и средний по энергии уровень звукового давления рассчитывают по формуле (9)

$$L = 10\lg\left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}10^{L_{p,i}/10}\right), \tag{9}$$

где $L_{p,i}$ — уровень звукового давления в i-м положении микрофона, дБ;

n — число различных положений микрофона в помещении.

7.8.2 Механически непрерывно перемещаемый микрофон и микрофон, сканируемый вручную

Для измерений, выполненных при одновременной работе громкоговорителей или при работе единственного громкоговорителя в одном положении, средний по энергии уровень звукового давления в помещении источника или приемном помещении рассчитывают по формуле (10)

$$L = 10\lg\frac{\frac{1}{T_m}\int_0^{T_m}p^2(t)\,dt}{p_0^2}, \tag{10}$$

где $p(t)$ — *мгновенное* звуковое давление, *Па*;

T_m — время усреднения, с.

Когда в одном помещении выполняется более одного сканирования, средний по энергии уровень звукового давления в этом помещении рассчитывают по формуле (11)

$$L_2 = 10\lg\left(\frac{10^{L_1/10} + 10^{L_2/10} + \ldots + 10^{L_n/10}}{n}\right), \quad (11)$$

где L_1, L_2, ... L_n — средние по энергии уровни звукового давления для n различных сканирований в помещении.

8 Дополнительный низкочастотный метод измерения уровня звукового давления

8.1 Общие положения

Дополнительный низкочастотный метод применяется для третьоктавных полос со среднегеометрическими частотами 50, 63 и 80 Гц в помещении источника и/или приемном помещении, если его объем меньше 25 м^3 (рассчитывается с точностью до 1 м^3). Уровни звукового давления измеряют вблизи углов помещения, чтобы определить угол с самым высоким уровнем в каждой третьоктавной полосе. Измерения выполняют (a) в помещении источника и/или приемном помещении с работающим громкоговорителем (громкоговорителями) для определения углового уровня звукового давления и (b) в приемном помещении при выключенном громкоговорителе для определения уровня фонового шума.

Звук в помещении источника следует создавать громкоговорителями, работающими одновременно по меньшей мере в двух положениях, или одним громкоговорителем, помещаемым по меньшей мере в два положения.

Звуковая мощность громкоговорителя (громкоговорителей) должна быть достаточно высокой, чтобы уровень звукового давления в приемном помещении был значительно выше уровня фонового шума, как описано в разделе 9.

8.2 Создание звукового поля

8.2.1 Общие положения

Используется один или несколько громкоговорителей одного типа, работающих одновременно, при условии, что они создают одинаковые, но некоррелированные сигналы. Громкоговоритель(и) не следует передвигать во время измерений. Каждый громкоговоритель должен удовлетворять требованиям направленности в соответствии с приложением А.

Звук, генерируемый в помещении источника, должен быть постоянным и иметь непрерывный спектр в пределах измеряемого частотного диапазона. Допускаются параллельные измерения в требуемом диапазоне третьоктавных полос с использованием широкополосного шумового сигнала. При применении фильтрации сигнала источника для каждой частотной полосы используется фильтр с соответствующей среднегеометрической частотой, который имеет полосу пропускания не менее одной трети октавы.

Примечание — В качестве широкополосного сигнала рекомендуется использовать белый или розовый шум.

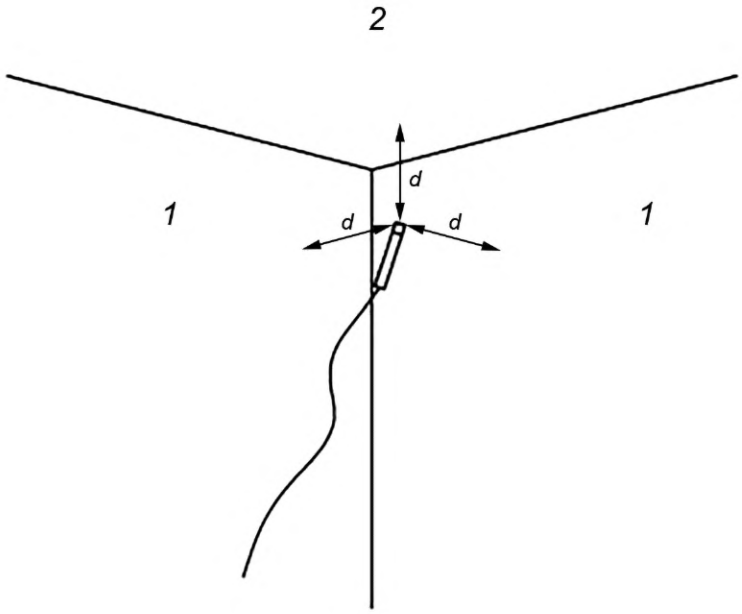
8.2.2 Положение громкоговорителя

Положения громкоговорителя, используемые в *дополнительном* низкочастотном методе, должны быть теми же, что и в основном методе, и удовлетворять требованиям, приведенным в 7.2.2.

8.3 Положение микрофонов

В низкочастотном методе микрофон располагают в углах помещения на расстоянии d от 0,3 до 0,4 м от каждой поверхности помещения, образующей угол (см. пример на рисунке 2).

Примечание — Расстояние от каждой поверхности, образующей угол, не должно быть одинаковым. Например, для одной поверхности оно может быть принято равным 0,3 м, для другой — 0,35 м, для третьей — 0,4 м.



1 — стена; *2* — потолок

Примечание — Этот пример иллюстрирует лишь одно возможное угловое положение в помещении.

Рисунок 2 — Пример углового положения микрофона в помещении с расстоянием *d* от 0,3 до 0,4 м

Минимальное расстояние между любым положением микрофона и громкоговорителя должно составлять 1,0 м.

Так как громкоговорители часто располагают вблизи угла, в таких углах измерения не проводят.

При одновременной работе нескольких громкоговорителей измерения должны быть выполнены минимум для четырех углов с использованием неподвижного или удерживаемого в руках микрофона.

При использовании одного громкоговорителя измерения должны быть выполнены минимум для четырех углов с использованием неподвижного или удерживаемого в руках микрофона для каждого положения громкоговорителя.

Для каждой серии из четырех угловых измерений два угла должны быть выбраны на уровне пола, два других — на уровне потолка. Эти углы могут примыкать или не примыкать к перегородке. Следует использовать углы, образованные пересечением трех перпендикулярных друг другу поверхностей (таких, как стены, двери, окна, пол или потолок), каждая из которых имеет площадь не менее 0,5 м^2, свободную от объектов, таких как мебель, в пределах 0,5 м от угла. Если это невозможно, допускается использовать углы, образованные тремя пересекающимися поверхностями, две из которых образуют угол от 45° до 135°, и/или имеются объекты, близкие к трем пересекающимся поверхностям, и/или объект, такой как шкаф, образует одну из пересекающихся поверхностей.

Для третьоктавных полос со среднегеометрическими частотами 50, 63 и 80 Гц рассчитывают низкочастотный средний по энергии уровень звукового давления в помещении источника и/или приемном помещении в соответствии с 8.5, затем рассчитывают стандартизованную разность уровней по формулам (1) и (2) или фактическую изоляцию воздушного шума по формулам (1) и (4).

8.4 Время усреднения

Для *дополнительного* низкочастотного метода время усреднения в каждом отдельном положении микрофона должно быть не менее 15 с.

8.5 Расчет низкочастотных средних по энергии уровней звукового давления

8.5.1 Несколько громкоговорителей, работающих одновременно

При одновременной работе нескольких громкоговорителей в качестве углового уровня звукового давления в помещении L_{Corner} принимается самый высокий уровень звукового давления из серии изме-

рений в углах для каждой третьоктавной полосы *со среднегеометрическими частотами* 50, 63 и 80 Гц с учетом коррекции на фоновый шум в соответствии с 9.2.

Примечание — Для каждой из указанных полос наибольший уровень звукового давления может быть связан с разными углами помещения.

Средний по энергии низкочастотный уровень звукового давления в третьоктавных полосах *со среднегеометрическими частотами* 50, 63 и 80 Гц рассчитывают, объединяя L_{Corner} и среднее значение L, *определенное в основном* методе, по формуле (12)

$$L_{LF} = 10 \lg \left[\frac{10^{0,1L_{Corner}} + (2 \cdot 10^{0,1L})}{3} \right]. \quad (12)$$

Разность уровней рассчитывают по формуле (1), заменяя в ней L_1 и/или L_2 на L_{LF} в зависимости от объемов помещений. Стандартизованную разность уровней рассчитывают по формуле (2), фактическую изоляцию воздушного шума рассчитывают по формуле (4) в третьоктавных полосах *со среднегеометрическими частотами* 50, 63 и 80 Гц.

8.5.2 Один громкоговоритель, работающий в нескольких положениях

Для каждого положения громкоговорителя в качестве углового уровня звукового давления в помещении L_{Corner} принимают самый высокий уровень звукового давления из серии измерений в углах для каждой третьоктавной полосы *со среднегеометрическими частотами* 50, 63 и 80 Гц с учетом коррекции на фоновый шум в соответствии с 9.2.

Примечание — Для каждой из указанных полос наибольший уровень звукового давления может быть связан с разными углами помещения.

Для каждого положения громкоговорителя средний по энергии низкочастотный уровень звукового давления в третьоктавных полосах со *среднегеометрическими частотами* 50, 63 и 80 Гц рассчитывают, объединяя L_{Corner} и среднее значение L, *определенное в основном методе*, по формуле (12).

Разность уровней рассчитывают по формуле (1), заменяя в ней L_1 и/или L_2 на L_{LF} в зависимости от объемов помещений. Для каждого положения громкоговорителя рассчитывают стандартизованную разность уровней по формуле (2) или фактическую изоляцию воздушного шума по формуле (4) в третьоктавных полосах *со среднегеометрическими частотами* 50, 63 и 80 Гц. Наконец, рассчитывают стандартизированную разность уровней по формуле (6) или фактическую изоляцию воздушного шума по формуле (7).

9 Фоновый шум (основной и *дополнительный* низкочастотный методы)

9.1 Общие положения

Измерения уровней фонового шума следует проводить с целью проверки отсутствия его влияния на уровень сигнала в приемном помещении либо для внесения коррекции на фоновый шум по 9.2.

Уровень фонового шума определяется внешним шумом, проникающим снаружи испытуемого помещения, электрическим шумом в приемной системе, электрическими перекрестными помехами между источником и приемными системами, механическими устройствами, используемыми для движения микрофона, и операторами внутри испытательной комнаты.

Рекомендуется проверить, что шумомер не создает ложных сигналов при нажатии кнопок запуска, паузы или прекращения измерения.

Операторы являются потенциальным источником фонового шума при использовании (a) фиксированных положений микрофона, если оператор остается внутри приемного помещения, (b) вручную удерживаемых или (c) вручную сканируемых микрофонов. Шум от оператора может быть результатом действия таких источников, как одежда, обувь или ручные/коленные суставы. Для ситуаций (a), (b) и (c) оператор должен использовать по меньшей мере один из трех следующих методов, чтобы определить генерируемый им шум в приемном помещении: (1) анализ временно́й истории уровня звука *A* в режиме временно́го усреднения «быстро» для обнаружения необычных переходных событий, (2) анализ разности между максимальным уровнем звукового давления в режиме временно́го усреднения «быстро» и эквивалентным уровнем звукового давления в полосах частот для выявления необычных переходных

событий и (3) анализ собственных слуховых ощущений, но только тогда, когда не требуются и не используются средства индивидуальной защиты слуха. Используя один или несколько из этих методов, оператор должен обеспечить, чтобы шум, генерируемый им вследствие движения и активности во время измерения *суммарного* сигнала, был аналогичен шуму, создаваемому им во время измерения фонового шума.

Для сканируемых вручную микрофонов оператор должен выполнить измерение фонового шума, используя тот же тип траектории ручного сканирования, который используется для измерения уровня *суммарного* сигнала.

Для *дополнительного* низкочастотного метода измерение фонового шума следует выполнять в каждом углу, который используется для расчета угловых уровней звукового давления.

Примечание — Для каждой *третьоктавной полосы со среднегеометрическими частотами* 50, 63 и 80 Гц значения L_{Corner} могут быть связаны с разными углами в помещении, поэтому для каждой полосы может потребоваться индивидуальная коррекция на уровень фонового шума.

Минимальное время усреднения при измерении фонового шума должно удовлетворять требованиям 7.7. Использовать время усреднения, равное указанным минимальным периодам времени, следует только для постоянных фоновых шумов, в противном случае следует использовать более продолжительное время усреднения.

Чтобы проверить наличие электрического шума в измерительной системе или электрических перекрестных помех между источником и приемными системами, следует заменить микрофон его пассивным электрическим эквивалентом или заменить громкоговоритель на эквивалентное сопротивление.

9.2 Коррекция на фоновый шум

Для *основного* метода и *дополнительного* низкочастотного метода уровень фонового шума должен быть по крайней мере на 6 дБ (предпочтительно на 10 дБ) ниже суммарного уровня сигнала и фонового шума для каждой частотной полосы. Если разность уровней меньше 10 дБ, но больше 6 дБ, коррекцию к среднему по энергии уровню звукового давления и угловому уровню звукового давления вычисляют по формуле (13)

$$L = 10\lg(10^{L_{sb}/10} - 10^{L_b/10}), \quad (13)$$

где L — корректированный уровень сигнала, дБ;

L_{sb} — суммарный уровень сигнала и фонового шума, дБ;

L_b — уровень фонового шума, дБ.

Значения L_{sb} и L_b должны быть округлены до одного десятичного разряда перед использованием в формуле (13). Для этого значение XX,XYZZZ … округляют до XX,X, если Y — меньше 5, и до XX,X + 0,1, если Y равен или больше 5.

Если разность уровней меньше или равна 6 дБ в какой-либо полосе частот, принимают коррекцию равной 1,3 дБ. Для каждой частотной полосы, где это имеет место для *основного* метода и/или *дополнительного* низкочастотного метода, в отчете должно быть указано, что принята коррекция 1,3 дБ, и что полученное значение является пределом измерения.

10 Время реверберации в приемном помещении (*основной* и *дополнительный* низкочастотный методы)

10.1 Общие положения

В настоящем разделе описывается *основной* метод, который следует использовать в приемном помещении для всех измерений времени реверберации, и *дополнительный* низкочастотный метод, который используют, когда объем приемного помещения меньше 25 м^3 (рассчитанный с точностью до 1 м^3).

Время реверберации измеряют методом прерываемого шума или методом интегрированной импульсной переходной характеристики, как описано в *ГОСТ Р ИСО 3382-2* и *ГОСТ Р 54579*. Технический метод является предпочтительным, хотя точный метод также может быть использован.

Оценку времени реверберации по кривой спада начинают со значения на 5 дБ ниже начального уровня звукового давления. Предпочтительный интервал оценки составляет 20 дБ. Нижняя часть интервала оценки должна быть не менее чем на 10 дБ выше общего уровня фонового шума.

Любой оператор, который находился в приемном помещении во время измерения уровня звукового давления, должен также находиться в приемном помещении во время измерения времени реверберации. Оператор может присутствовать в помещении с микрофоном, закрепленным на штативе, или с микрофоном, удерживаемым в руках в фиксированной позиции; в обоих случаях туловище оператора должно оставаться на расстоянии, по крайней мере, не менее вытянутой руки от микрофона. Для определения фактической изоляции воздушного шума вычисляют эквивалентную площадь звукопоглощения по времени реверберации, используя формулу (5).

10.2 Создание звукового поля

Используют громкоговоритель(и) в фиксированных положениях, которые соответствуют требованиям по направленности по приложению А. Одновременно допускается использовать несколько громкоговорителей при условии, что они одного типа и работают на одном уровне с подачей аналогичных, но некоррелированных сигналов.

Для *основного* метода звук, генерируемый в помещении, должен быть постоянным и иметь непрерывный спектр в рассматриваемом частотном диапазоне. Параллельные измерения в требуемом диапазоне третьоктавных полос могут быть выполнены с использованием широкополосного шумового сигнала. Если используется фильтрация сигнала источника для каждой испытуемой полосы частот, то применяют фильтр с соответствующей среднегеометрической частотой и полосой пропускания, по меньшей мере в одну треть октавы.

Для *дополнительного* низкочастотного метода шум, генерируемый в помещении, должен быть постоянным и иметь непрерывный спектр, по меньшей мере, в частотном диапазоне, включая октавную полосу со среднегеометрической частотой 63 Гц.

10.3 *Основной* метод

В *основном* методе используют метод прерывания шума, описанный в 10.5, или метод интегрированной импульсной переходной характеристики, описанный в 10.6, для всех третьоктавных полос *со среднегеометрическими частотами* от 50 до 5000 Гц, когда приемное помещение имеет объем, превышающий или равный 25 м^3 (рассчитанный с точностью до 1 м^3), и от 100 до 5000 Гц, когда приемное помещение имеет объем меньше 25 м^3 (рассчитанный с точностью до 1 м^3).

10.4 *Дополнительный* низкочастотный метод

В *дополнительном* низкочастотном методе следует использовать метод прерывания шума, описанный в 10.5, или метод интегрированной импульсной переходной характеристики, описанный в 10.6, когда объем приемного помещения меньше 25 м^3 (рассчитанный с точностью до 1 м^3). Время реверберации необходимо измерять в октавной полосе *со среднегеометрической частотой* 63 Гц вместо третьоктавных полос *со среднегеометрическими частотами* 50, 63 и 80 Гц, и это одно измеренное значение следует использовать для третьоктавных полос *со среднегеометрическими частотами* 50, 63 и 80 Гц для расчета D_{nT} и/или R′.

Примечания

1 В помещении малого объема существует сравнительно небольшое число мод, которые определяют кривую спада в третьоктавных полосах *со среднегеометрическими частотами* 50, 63 и 80 Гц. Вследствие этого использование интервалов оценки в 20 или 30 дБ на кривых спада в третьоктавных полосах подвержено ошибкам, поскольку кривые спада с одиночным выбросом обычно возникают только в том случае, когда несколько мод попадают в каждую частотную полосу. Эту проблему можно частично решить, используя фильтр октавной полосы *со среднегеометрической частотой* 63 Гц.

2 В деревянных или металлокаркасных зданиях с обшивкой гипсовыми или деревянными панелями время реверберации в полосах *со среднегеометрическими частотами* 50, 63 и 80 Гц может быть достаточно низким, потому что на кривую затухания влияет время задержки фильтров третьоктавной полосы в анализаторе. Этого можно избежать, используя фильтр октавной полосы *со среднегеометрической частотой* 63 Гц из-за его более широкой полосы пропускания, что позволяет измерять более низкие значения времени реверберации.

10.5 Метод прерываемого шума

Для фиксированных или удерживаемых в руках микрофонов минимальное количество измерений, требуемых для каждой полосы частот, равно шести. По крайней мере одно положение громкоговорителя следует использовать с тремя фиксированными положениями микрофона и двумя измерениями в каждом положении или с шестью фиксированными положениями микрофона и одним измерением в каждом положении.

Для механически непрерывно перемещаемого микрофона минимальное количество измерений, требуемых для каждой полосы частот, равно шести. По крайней мере одно положение громкоговорителя следует использовать с шестью измерениями, выполняемыми по траектории движения микрофона.

10.6 Метод интегрированной импульсной переходной характеристики

В методе интегрированной импульсной переходной характеристики следует использовать фиксированные положения микрофона.

При применении импульсного источника минимальное количество измерений, требуемых для каждой полосы частот, равно шести. Следует использовать по крайней мере одно положение источника и шесть фиксированных положений микрофона.

Время реверберации следует рассчитывать посредством обратного интегрирования квадрата импульсного отклика.

11 Преобразование для октавных полос

При необходимости значения стандартизованной разности уровней и фактической изоляции воздушного шума в октавных полосах частот рассчитывают по трем третьоктавным значениям в каждой октавной полосе по формулам (14) или (15) соответственно.

$$D_{nT} = -10 \lg \left(\sum_{n=1}^{3} \frac{10^{-D_{nT,1/3oct}/10}}{3} \right), \quad (14)$$

$$R'_{oct} = -10 \lg \left(\sum_{n=1}^{3} \frac{10^{-R'_{1/3oct}/10}}{3} \right). \quad (15)$$

Значения в третьоктавных полосах должны быть представлены с точностью 0,1 дБ перед использованием в формулах (14) и (15). Это делается путем принятия десятичного значения дБ, ближайшего к указанным в протоколе значениям, таким образом, что XX.XYZZZ... округляют до XX,X, если Y < 5, и до XX,X + 0,1, если Y ≥ 5. Окончательный результат округляют с точностью не более чем 0,1 дБ.

12 Запись результатов

В целях заявления изоляции воздушного шума испытанным элементом результаты измерений D_{nT} или R' следует представлять в децибелах для всех измеренных третьоктавных полос частот с точностью до одного знака после запятой в табличной и графической форме.

Графики в протоколе испытаний должны показывать значения в децибелах, нанесенные в зависимости от частоты в логарифмическом масштабе; следует использовать следующие размеры:

a) 5 мм на третьоктавную полосу;

b) 20 мм для 10 дБ.

Предпочтительный формат для графического представления приведен в приложении В с включением существенной информации о месте проведения испытаний, испытуемой конструкции, методе и результатах.

13 Неопределенность

Неопределенность результатов измерений определяется в соответствии с методикой *ГОСТ Р 57900*.

14 Протокол испытаний

Протокол испытаний должен содержать по меньшей мере следующую информацию:

a) ссылку на настоящий стандарт и любые изменения к нему;

b) наименование организации, выполнившей измерения;

c) наименование и адрес организации или лица (клиента), заказавшего испытание;

d) дату испытания;

e) описание и идентификацию конструкции здания (адрес или другой однозначный идентификатор) и схему испытания (включая любое временное изменение в оборудовании измерительного помещения, например введение диффузоров (см. 6));

f) объемы помещения источника и приемного помещения (рассчитанные до ближайшего кубического метра) и площадь *S разделительного* элемента (в случае зигзагообразно или ступенчато расположенных помещений следует указать, является ли *S* общей площадью *общего разделительного элемента* или *S принята равной V*/7,5, как указано в 3.14, *примечание 4*);

g) стандартизованную разность уровней D_{nT} или фактическую изоляцию воздушного шума R', разделяющего элемента в зависимости от частоты;

h) краткое описание процедуры испытаний, краткие сведения об оборудовании и указание, в каких помещениях использовался *дополнительный* низкочастотный метод для определения уровней звукового давления и времени реверберации в третьоктавных полосах *со среднегеометрическими частотами* 50, 63 и 80 Гц;

i) значения D_{nT} или R', которые должны быть приняты в качестве пределов измерения. Они должны быть приведены в виде неравенств $D_{nT} \geq$ ... дБ или $R' \geq$ ... дБ. Эти значения следует приводить, если уровень звукового давления в какой-либо полосе не может быть измерен из-за фонового шума (см. 9).

Оценку одночисловых параметров проводят по кривым *ГОСТ Р 56769*. Должно быть явно указано, что оценка основана на результатах натурных испытаний. Протокол испытаний должен также включать неопределенность в оценке одночислового параметра.

Рекомендуемая форма записи результатов дана в приложении В.

Приложение А
(обязательное)

Требования к громкоговорителям

А.1 Общие положения

Громкоговоритель должен иметь корпус, содержащий одну или несколько отдельных электродинамических головок прямого излучения. Все электродинамические головки в одном корпусе должны излучать в фазе.

Расположение и направленность громкоговорителя(ей) должны позволять использовать положения микрофона вне прямого звука и обеспечивать отсутствие превышения прямого излучения над отраженным звуком на общей перегородке и, по возможности, на расположенных по ее сторонам элементах.

Направленность громкоговорителя должна быть примерно равномерной (всенаправленное излучение). Для подтверждения пригодности источника для измерений следует использовать квалификационную процедуру определения направленности, описанную в А.2.

Примечание — При выборе подходящего источника можно использовать динамики, установленные на поверхностях многогранника, предпочтительно додекаэдра, дающие равномерное всенаправленное излучение. Этого также можно достичь с помощью полусферического многогранного громкоговорителя, установленного непосредственно на полу. Однако в последнем случае исключается возможность выполнить вертикальные измерения из-за требования 7.2.2, когда приемное помещение расположено сверху.

А.2 Квалификационная процедура по определению направленности

Для проверки направленного излучения громкоговорителя измеряют уровни звукового давления вокруг источника на расстоянии 1,5 м от его геометрического центра в условиях свободного поля. Громкоговоритель поворачивают с помощью вращающегося стола или дискретно с шагом 5°. На громкоговоритель подают широкополосный шумовой сигнал и выполняют измерения в третьоктавных полосах частот.

Измеряют $L_{360°}$, который является средним по энергии уровнем для полного угла 360°. Измеряют значения $L_{30,i}$ для каждого углового шага i (обычно выбирают интервалы в 1° или 5°), которые соответствуют среднему по энергии значению по углу 30°, центрированному по угловому шагу i (т. е. *внутри сектора* ±15°) *и равны энергетическому среднему* 30 измеренных значений уровня с шагом в 1° или пяти значений, измеренных с шагом 5°. Показатели направленности рассчитывают по формуле (А.1)

$$DI_i = L_{360°} - L_{30,i}. \quad (А.1)$$

Громкоговоритель можно считать имеющим равномерное всенаправленное излучение, если в третьоктавных полосах значения DI_i находятся в пределах ±2 дБ для диапазона частот от 100 до 630 Гц, ±5 дБ для полосы 800 Гц и ±8 дБ для диапазона частот от 1000 до 5000 Гц.

Тестирование осуществляется в разных плоскостях, чтобы оценить направленность для «худшего» случая. Для многогранного источника достаточно тестирования для одной плоскости.

Для обеспечения соответствия настоящая квалификационная процедура должна проводиться не реже одного раза в два года.

Приложение В
(справочное)

Формы представления результатов

В настоящем приложении приведены примеры представления результатов для натурных измерений изоляции воздушного шума между помещениями в третьоктавных полосах частот. Оценочные кривые приведены в соответствии с *ГОСТ Р 56769*. Оценочные кривые должны быть дополнены или по меньшей мере заменены смещенными оценочными кривыми согласно методу сравнения по *ГОСТ Р 56769*.

Стандартизованная разность уровней, измеренная в соответствии с *ГОСТ Р 72014—2025*
Натурные измерения звукоизоляции элементами зданий

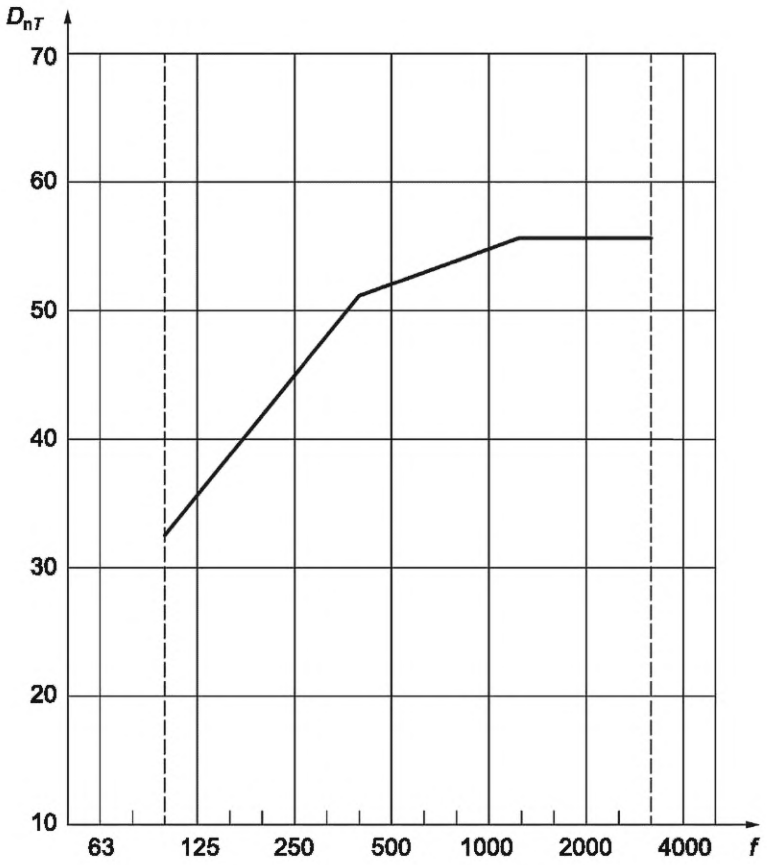
Заказчик: **Дата испытания:**

Описание и идентификация конструкции здания и схема испытания, направление измерения и т.д.

Площадь общей перегородки: м^2
Объем: помещения источника: м^3
Объем приемного помещения: м^3

------ Частотный диапазон в соответствии
——— с оценочной кривой (*ГОСТ Р 56769*)

Частота f, Гц	D_{nT} в третьоктавных полосах, дБ
50 63 80	
100 125 160	
200 250 315	
400 500 630	
800 1000 1250	
1600 2000 2500	
3150 4000 5000	



Оценка в соответствии с *ГОСТ Р 56769*:
$D_{nT,W}(C, C_{tr})$ = (,) дБ; $C_{50–3150}$ = дБ; $C_{50–5000}$ = дБ; $C_{100–5000}$ = дБ.

Оценка, основанная на натурных измерениях, использующая результаты, полученные техническим методом:
$C_{tr,50–3150}$ = дБ; $C_{tr,50–5000}$ = дБ; $C_{tr,100–5000}$ = дБ.

Протокол № **Наименование испытательной организации:**

Дата: **Подпись:**

Рисунок В.1 — Пример формы для представления результатов испытаний

Фактическая изоляция воздушного шума, измеренная в соответствии с *ГОСТ Р 72014—2025*
Натурные измерения звукоизоляции элементами зданий

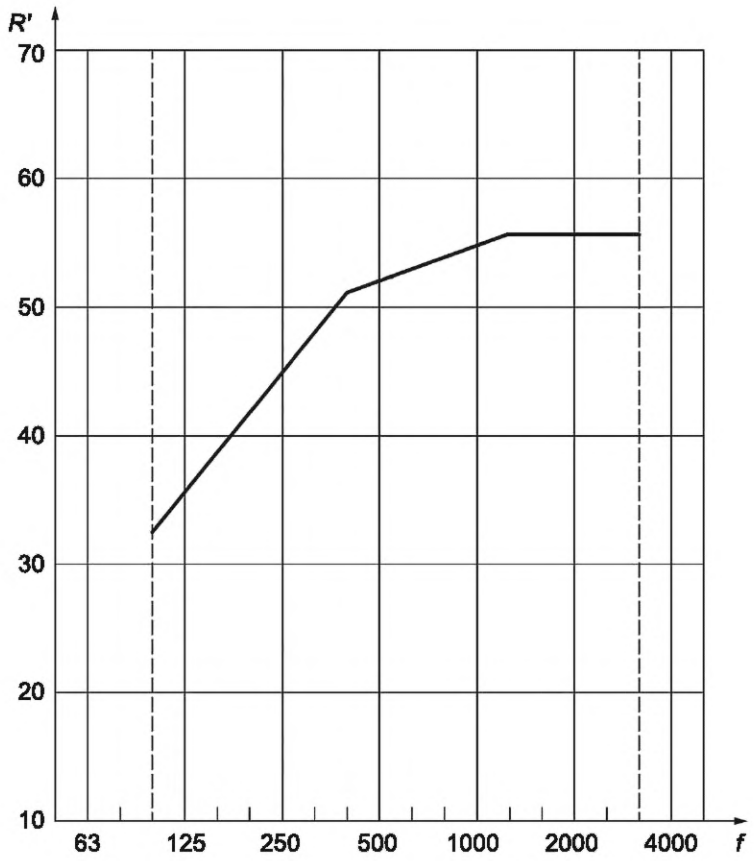
Заказчик: **Дата испытания:**

Описание и идентификация конструкции здания и схема испытания, направление измерения и т.д.

Площадь общей перегородки: м^2
Объем: помещения источника: м^3
Объем приемного помещения: м^3

------ Частотный диапазон в соответствии
——— с оценочной кривой (*ГОСТ Р 56769*)

Частота *f*, Гц	*R'* в треть-октавных полосах, дБ
50 63 80	
100 125 160	
200 250 315	
400 500 630	
800 1000 1250	
1600 2000 2500	
3150 4000 5000	



Оценка в соответствии с *ГОСТ Р 56769*:
$R'_w(C; C_{tr})$ = (,) дБ; $C_{50–3150}$ = дБ; $C_{50–5000}$ = дБ; $C_{100–5000}$ = дБ.

Оценка, основанная на натурных измерениях, использующая результаты, полученные техническим методом:
$C_{tr,50–3150}$ = дБ; $C_{tr,50–5000}$ = дБ; $C_{tr,100–5000}$ = дБ.

Протокол № **Наименование испытательной организации:**

Дата: **Подпись:**

Рисунок В.2 — Пример формы для представления результатов испытаний

Приложение С
(справочное)

Вспомогательное руководство

С.1 Общие положения

В настоящем приложении содержатся дополнительные методические указания по проведению измерений для помещений объемом от 10 до 250 м^3 в частотном диапазоне третьоктавных полос со среднегеометрическими частотами от 100 до 3150 Гц. Основные принципы могут использоваться также для измерений в диапазоне частот от 50 до 80 Гц (когда объем помещения равен или превышает 25 м^3 с точностью 1 м^3) и в частотном диапазоне третьоктавных полос со среднегеометрическими частотами от 4000 до 5000 Гц.

С.2 Принципы

С.2.1 Выбор помещения источника и приемного помещения

Если помещения имеют разные объемы, то при оценке стандартизованной разности уровней в качестве помещения источника следует выбрать помещение большего размера, за исключением описанных ниже ситуаций a) и b):

a) для горизонтальных измерений, когда одно из помещений имеет четко определенный простой объем (то есть форму параллелепипеда), а второе помещение имеет более сложную геометрию, первое помещение следует использовать в качестве приемного помещения, даже если оно является большим из двух;

b) верхнее помещение может использоваться в качестве помещения источника только в том случае, если ненаправленный громкоговоритель располагают на достаточном расстоянии от пола, чтобы предотвратить возбуждение пола прямым звуком. Основание под громкоговорителем следует установить на упругий материал, чтобы предотвратить структурную передачу звуковой мощности.

С.2.2 Расчет объемов помещений

При определении объема приемного помещения в общий объем не следует включать объемы объектов с замкнутыми непоглощающими поверхностями, таких как шкафы, гардеробные и инженерные шахты.

С.2.3 Расчет площади общей преграды

При определении площади общей преграды не следует вычитать площадь таких объектов, как шкаф и/или гардеробная, частично примыкающих к общей преграде.

С.2.4 Число положений микрофона и громкоговорителя

Рекомендуемое число положений микрофона и громкоговорителя приведено в таблице С.1.

Таблица С.1 — Число положений микрофона и громкоговорителя, определенных по площади пола в помещении источника и приемном помещении

Вид измерения	Площадь пола, м^2	Число положений			
		Громкоговорители (помещение источника)	Фиксированные или удерживаемые в руках микрофоны	Механически непрерывно перемещаемый микрофон	Вручную сканируемый микрофон
А	< 50	2	5[а] (10)	1[а] (2)	1[а] (2)
Б	50 ~ 100	2	10[б] (10)	2[б] (2)	2[б] (2)
[а] Одинаковые положения микрофонов, траектории механически непрерывного перемещения или ручного сканирования могут быть использованы для обоих положений громкоговорителя. [б] Одинаковые положения микрофонов, траектории механически непрерывного перемещения или ручного сканирования не могут быть использованы для обоих положений громкоговорителя.					

Примечание — Числа в скобках для позиций микрофонов соответствуют общему числу измерений уровня звукового давления, которые должны быть выполнены в помещении.

С.2.5 Горизонтальные измерения

Примеры подходящих положений громкоговорителей и микрофонов для горизонтальных измерений приведены в приложении D.

Положения громкоговорителей обычно следует выбирать в двух углах у задней стены помещения источника, которые находятся напротив общей перегородки.

Для помещения источника с площадью пола более 50 м^2 громкоговорители не следует размещать на расстоянии от общей перегородки, превышающем 10 м или в 2,5 раза превышающем ширину перегородки в помещении источника. Следует использовать критерий кратчайшего расстояния (см. приложение D, примеры 1, 2 и 3). Выбор числа положений громкоговорителей и микрофонов проводят с помощью таблицы С.1 исходя из площади пола помещения (см. пример 2 приложения D).

Если при передаче звука преобладает косвенное прохождение через примыкающие *к перегородке конструкции* (стена, пол или фасад), громкоговоритель не должен располагаться близко к соответствующему примыкающему элементу.

С.2.6 Вертикальные измерения

Примеры подходящих положений громкоговорителей и микрофонов для вертикальных измерений приведены в приложении Е.

Положения громкоговорителей обычно следует выбирать как можно ближе к углам помещения.

Если при передаче звука преобладает косвенное прохождение через примыкающие *элементы* (стена, пол или фасад), громкоговоритель не должен располагаться близко к соответствующему примыкающему элементу.

В случае, если приемное помещение меньше помещения источника и площадь пола помещения источника превышает 50 м^2, громкоговорители должны быть расположены в той части помещения источника, которая ближе всего к общей части разделяющего *помещения* перегородки (см. примеры 21, 23 и 25 приложения Е).

С.3 Особая конфигурация помещений

С.3.1 Частично разделенные помещения

Частично разделенные помещения можно найти в (a) готовых зданиях (например, объединенное пространство кухни и гостиной открытой планировки, которое частично разделено перегородкой) или (b) незавершенных строящихся зданиях.

Для горизонтальной звукопередачи между частично разделенными помещениями в готовом здании такое помещение можно считать двумя отдельными помещениями, если площадь проема равна или меньше одной трети общей площади вертикальной отсечки помещений в плане, включающей в себя разделительную перегородку. Если помещение рассматривается как единый объем, то при необходимости следует использовать вид измерения Б в таблице С.1. Позиции громкоговорителей располагаются таким образом, чтобы «покрывать» всю площадь общей перегородки как можно полнее. Там, где это возможно, вся перегородка должна быть видна с положений обоих громкоговорителей. Те же принципы применимы и к межкомнатным перегородкам высотой меньше высоты помещения. Примеры горизонтальных измерений между частично разделенными помещениями приведены в приложении D (примеры 9, 10, 11, 12 и 13). Для вертикальной звукопередачи, где одно или оба помещения частично разделены стеной, следует использовать те же принципы, что и для горизонтальной передачи (см. примеры 26, 27 и 28 приложения Е).

Для недостроенного здания, где два помещения соединены большим проемом, для четкого определения границ помещений во время измерений следует закрыть проем листовым материалом, таким как фанера или гипсокартон.

С.3.2 Сильно заглушенные помещения

В больших или длинных помещениях, которые сильно заглушены (т. е. имеют малое время реверберации), уровень звукового давления может значительно уменьшаться с расстоянием от громкоговорителя. Типичным примером является длинный коридор с сильно поглощающим потолком и ковром на полу.

В сильно заглушенном приемном помещении может потребоваться ограничение объема помещения, в котором фиксируют уровни звукового давления. Части приемного помещения, где уровень звукового давления ниже на 6 дБ или более, чем в части помещения, ближайшей к общей перегородке, должны быть исключены. Для горизонтальных измерений базовое положение точки измерения выбирают на расстоянии 0,5 м от середины общей перегородки и на высоте 1,5 м от уровня пола. Для вертикальных измерений базовое положение точки измерения выбирают на расстоянии 1,5 м от общего перекрытия.

При включенном громкоговорителе в помещении источника затухание уровня звукового давления может быть оценено путем измерения уровня звука А в базовом положении и в положениях с увеличивающимися расстояниями от него. Можно использовать удерживаемый в руках шумомер. Ограниченный объем приемного помещения используют для измерения и для расчета изоляции воздушного шума.

В сильно заглушенном помещении источника спад уровня звукового давления на отрезке между точками, расположенными в 1 м от передней части громкоговорителя и 0,5 м от общей преграды, не должен превышать 6 дБ. В противном случае громкоговоритель следует переместить ближе к общей перегородке.

С.3.3 Смещенные друг относительно друга помещения

Если помещения смещены друг относительно друга и площадь помещения источника превышает 50 м^2, громкоговорители должны быть расположены в той части помещения источника, которая ближе всего к общей пре-

граде. Для вертикальных измерений громкоговорители не следует располагать на расстоянии от задней стены помещения источника, превышающем 2,5 ширины помещения или 10 м. Следует использовать критерий кратчайшего расстояния (см. примеры 17, 21 и 23 приложения Е).

Если ширина общей перегородки для горизонтальных измерений меньше половины ширины перегородки в помещении источника, то расстояние между положениями громкоговорителя должно быть уменьшено примерно в 2,5 раза относительно ширины общей перегородки (это актуально, если приемное помещение намного меньше помещения источника или если помещения смещены друг относительно друга). Положения выбираются в той части помещения, которая ближе всего к общей перегородке. Расстояние не должно быть менее 5 м (см. примеры 4 и 5 приложения D).

Следует избегать расположения громкоговорителей на линиях симметрии помещения. Если помещения полностью смещены (нет общей перегородки), расстояние между громкоговорителями уменьшать не следует (см. пример 6 приложения D).

Примеры вертикальных измерений приведены в приложении Е (примеры 17, 18 и 19).

С.3.4 Помещение сложной геометрии

Для измерений между помещениями с необычной сложной геометрией не может быть дано никаких общих указаний. Одним из таких примеров может быть двухуровневая квартира открытой планировки, состоящая из нескольких объединенных помещений. В таких случаях не всегда можно определить объем приемного помещения и площадь общей перегородки. Кроме того, может быть очень сложным выбор положений громкоговорителя и микрофона. Основное правило в таких ситуациях заключается в том, что громкоговорители следует размещать в той части жилища, которая ближе всего к тому, что было определено как общая перегородка, и часто требуются три или четыре положения громкоговорителя.

С.4 Измерения перегородки с дверью

С.4.1 Положение громкоговорителя и микрофона

Обычно одна сторона двери может рассматриваться как внешняя, например, сторона двери, обращенная к коридору или лестничной клетке. В этом случае коридор или лестница должны использоваться в качестве помещения источника. Следует использовать два положения громкоговорителя. Громкоговоритель должен быть установлен на полу в углу помещения напротив двери. Он не должен быть расположен близко к двери и перегородке, в которой установлена дверь. При применении стационарных микрофонов следует использовать пять положений как в помещении источника, так и в приемном помещении. При использовании сканирующего микрофона следует использовать по одному положению для каждого помещения.

Примечание — Для дверей, установленных между двумя типовыми помещениями (например, между гостиничными номерами или классными комнатами), когда внутренняя и наружная стороны не могут быть определены, изложенные выше принципы также могут быть использованы.

С.4.2 Дверь между коридором и помещением

Примером двери между коридором и помещением является прихожая. В коридоре позиции громкоговорителей следует располагать на расстоянии примерно 6 м друг от друга. Во избежание симметрии положения громкоговорителя должны быть смещены, чтобы одно положение находилось, например, в 2,5 м справа от двери, а другое — в 3,5 м слева (см. пример 14 приложения D).

С.4.3 Дверь между лестничной клеткой и помещением

В узких лестничных клетках без подходящих углов два громкоговорителя размещаются на пол-этажа вверх и на пол-этажа вниз, либо на лестнице, либо на площадке.

С.4.4 Определение фактической изоляции воздушного шума дверью в здании

Фактическая изоляция воздушного шума дверью определяется по формуле (С.1). Использование этой формулы предполагает, что весь звук передается через площадь двери S_{door}. В этом случае R'_{door} является корректным значением изоляции воздушного шума дверью.

$$R'_{door} = L_1 - L_2 + 10\lg\left(\frac{S_{door}}{A}\right), \quad (С.1)$$

где R'_{door} — фактическая изоляция воздушного шума дверью, дБ;

L_1 — средний уровень звукового давления в помещении источника, дБ;

L_2 — средний уровень звукового давления в приемном помещении, дБ;

A — эквивалентная площадь звукопоглощения в приемном помещении, м^2;

S_{door} — площадь свободного проема, в котором установлена дверь, включая ее коробку, м^2.

Чтобы проверить косвенную звукопередачу, необходимо второе измерение при установке двери с дополнительной звукоизоляцией. Фактическая изоляция воздушного шума звукоизолированной дверью определяется по формуле (С.2)

$$R'_{door_ins} = L_{1_ins} - L_{2_ins} + 10\lg\left(\frac{S_{door}}{A}\right), \quad (C.2)$$

где L_{1_ins} и L_{2_ins} — *средние* уровни *звукового давления* в помещении источника и приемном помещении соответственно.

Примечание 1 — Предполагается, что работы по дополнительной звукоизоляции двери достаточны, чтобы гарантировать, что передача звука через изолированную дверь была незначительной по сравнению с передачей через окружающую ее перегородку и другие косвенные пути.

При сравнении результатов, полученных по формулам (С.1) и (С.2), могут возникнуть следующие три ситуации:

$$R'_{door_ins} - R'_{door} \geq 15 \text{ дБ}, \quad (C.3)$$

формула (С.1) дает требуемую изоляцию воздушного шума дверью

$$6 \text{ дБ} < R'_{door_ins} - R'_{door} < 15 \text{ дБ}, \quad (C.4)$$

передача звука определяется распространением через окружающую конструкцию (перегородку). Это верно, если дополнительная изоляция работает по назначению, то есть передача через дополнительно изолированную дверь незначительна по сравнению с передачей через окружающую перегородку. Приблизительная изоляция воздушного шума дверью R'_{door_app} может быть оценена по формуле (С.5)

$$R'_{door_app} = -10\lg\left(10^{\frac{-R_{door}}{10}} - 10^{\frac{-R_{door}\eta_{ins}}{10}}\right), \quad (C.5)$$

$$R'_{door_ins} - R'_{door} \leq 6 \text{ дБ}, \quad (C.6)$$

изоляция воздушного шума окружающей дверь перегородкой слишком низкая, чтобы можно было точно определить изоляцию воздушного шума дверью. Как и в случае с (С.4), дополнительная звукоизоляция достаточно высока. Нижний предел приблизительной изоляции воздушного шума дверью оценивается по формуле (С.7).

$$R'_{door_app} > R'_{door} + 1{,}3 \text{ дБ}. \quad (C.7)$$

Если единственной целью испытания является проверка, удовлетворяет ли дверь определенному требованию к изоляции воздушного шума, и это уже выполняется при значении фактической изоляции воздушного шума дверью R'_{door}, то нет необходимости выполнять второе измерение с дополнительной изоляцией и определять R'_{door_app}, поскольку всегда справедливо соотношение (С.8):

$$R'_{door_app} \geq R'_{door}. \quad (C.8)$$

В протоколе измерения изоляции воздушного шума дверью не следует использовать различные обозначения параметров звукоизоляции, введенные в настоящем пункте. Они используются в настоящем приложении только для уточнения метода.

Примечание — В некоторых ситуациях возможно определить звукопередачу через окружающую перегородку путем выполнения измерений в другом смежном приемным помещении с тем же типом перегородки, но без дверного проема. В таких случаях можно избежать сложностей по устройству дополнительной звукоизоляции двери. В качестве альтернативы изоляция воздушного шума дверью может быть определена методом интенсивности звука (см.[2]).

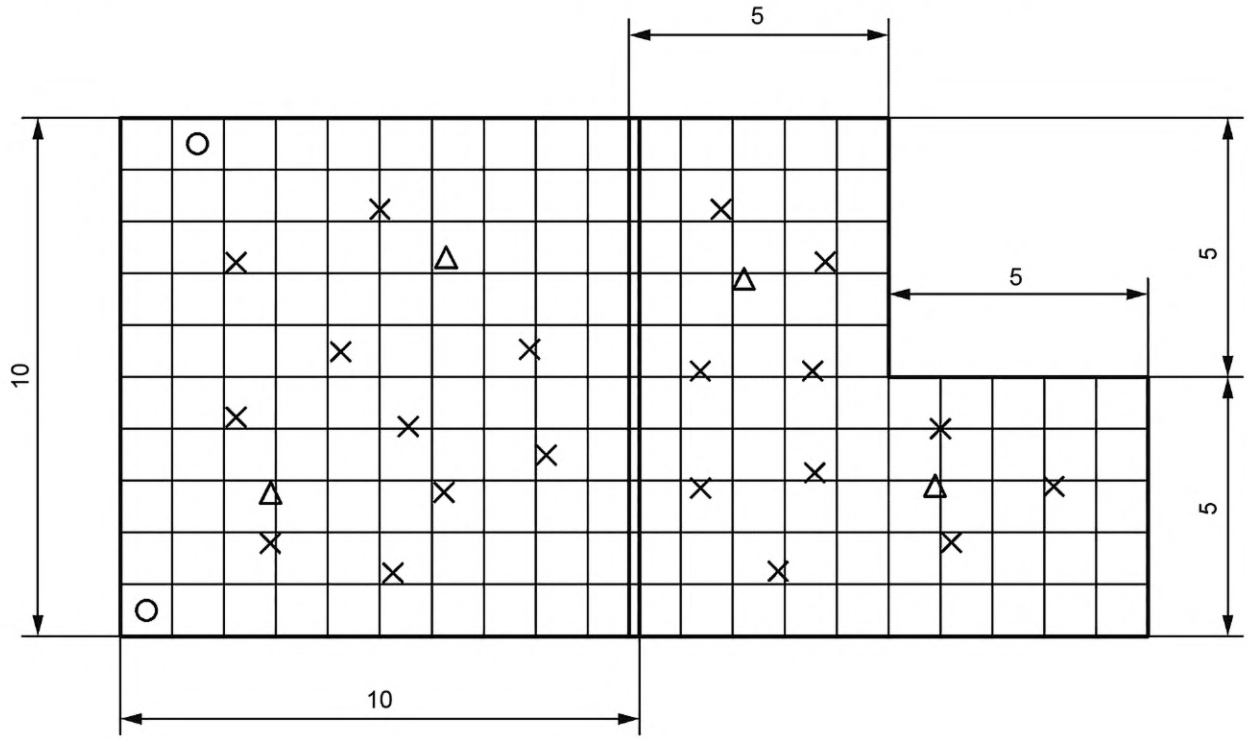
Приложение D
(справочное)

Горизонтальные измерения — примеры подходящих положений громкоговорителей и микрофонов

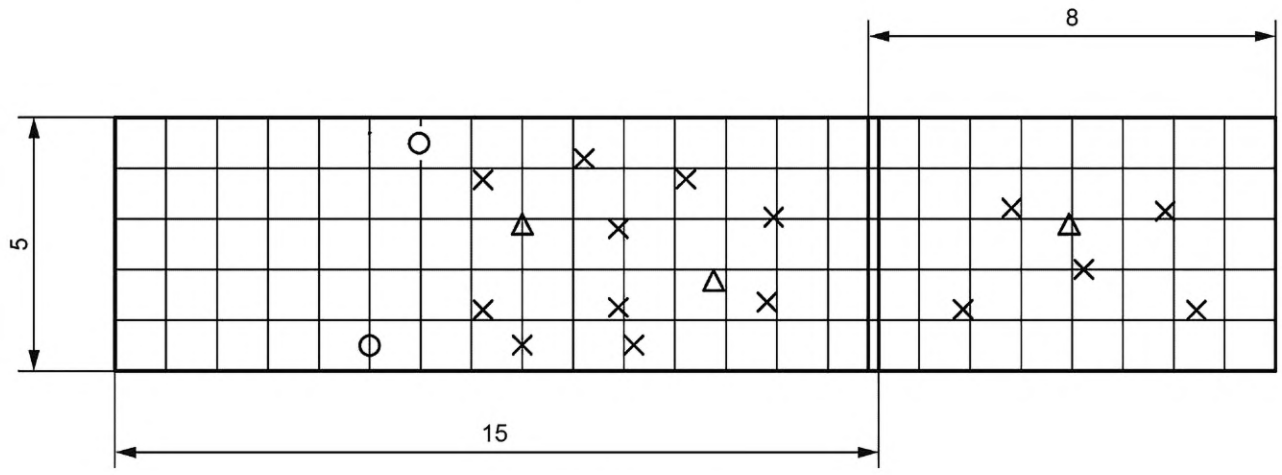
В настоящем приложении приведены примеры подходящих положений громкоговорителей и микрофонов для измерения изоляции воздушного шума по горизонтали.

На всех примерах приведены горизонтальные сечения.

Размеры помещений в метрах приведены на эскизах только для иллюстрации примера.

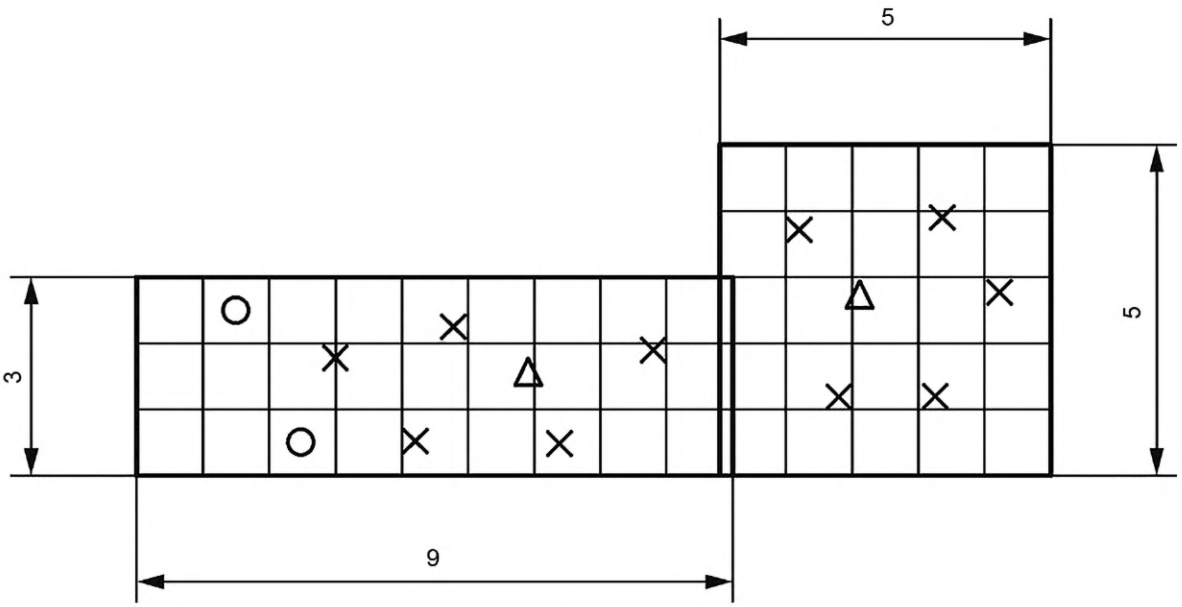


a) Пример 1

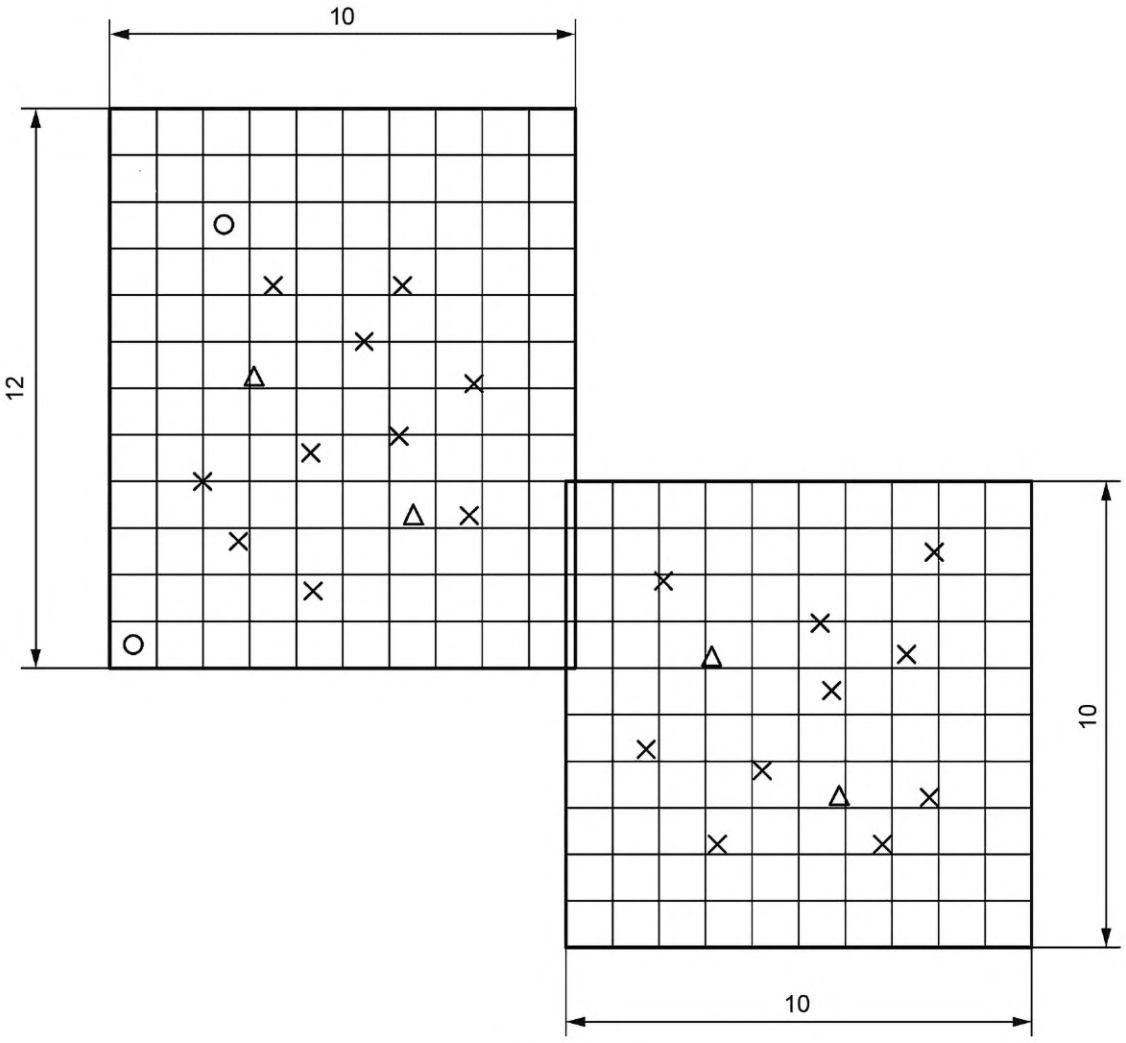


b) Пример 2

Рисунок D.1 — Горизонтальные измерения, примеры 1—14, лист 1

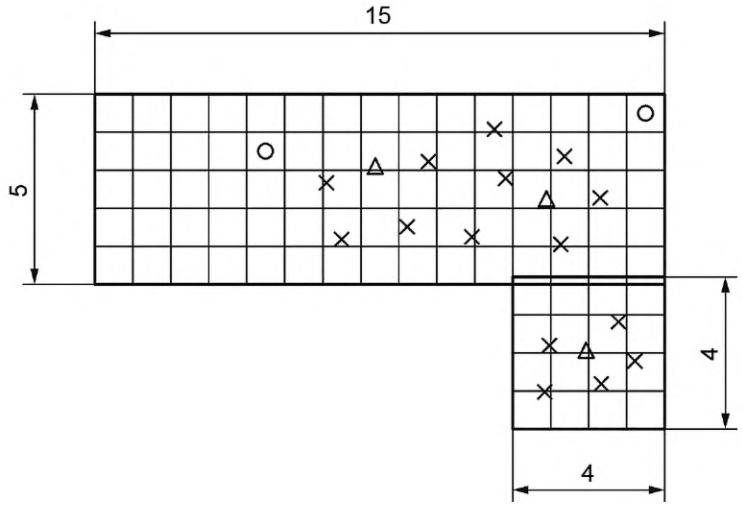


c) Пример 3

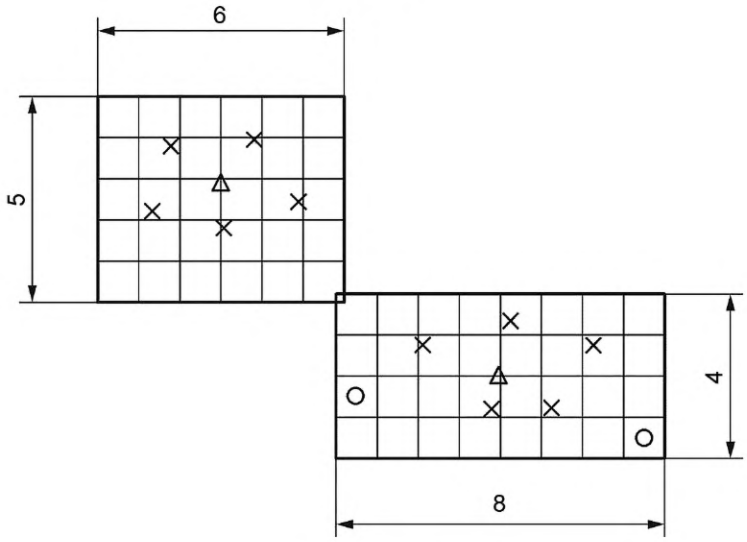


d) Пример 4

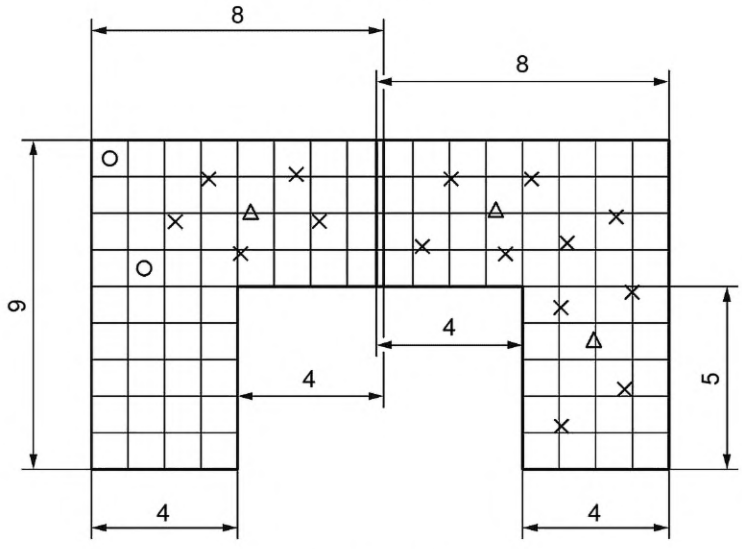
Рисунок D.1, лист 2



e) Пример 5

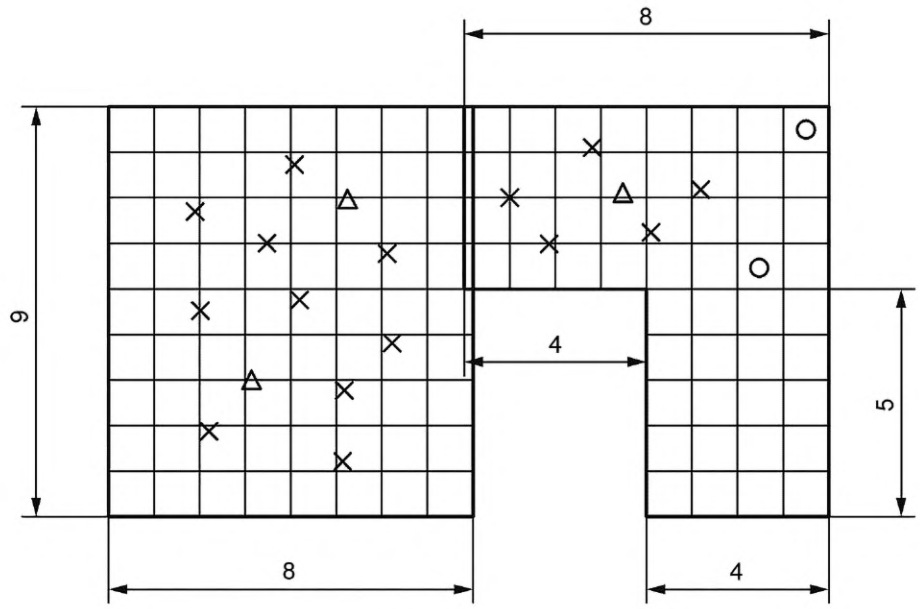


f) Пример 6

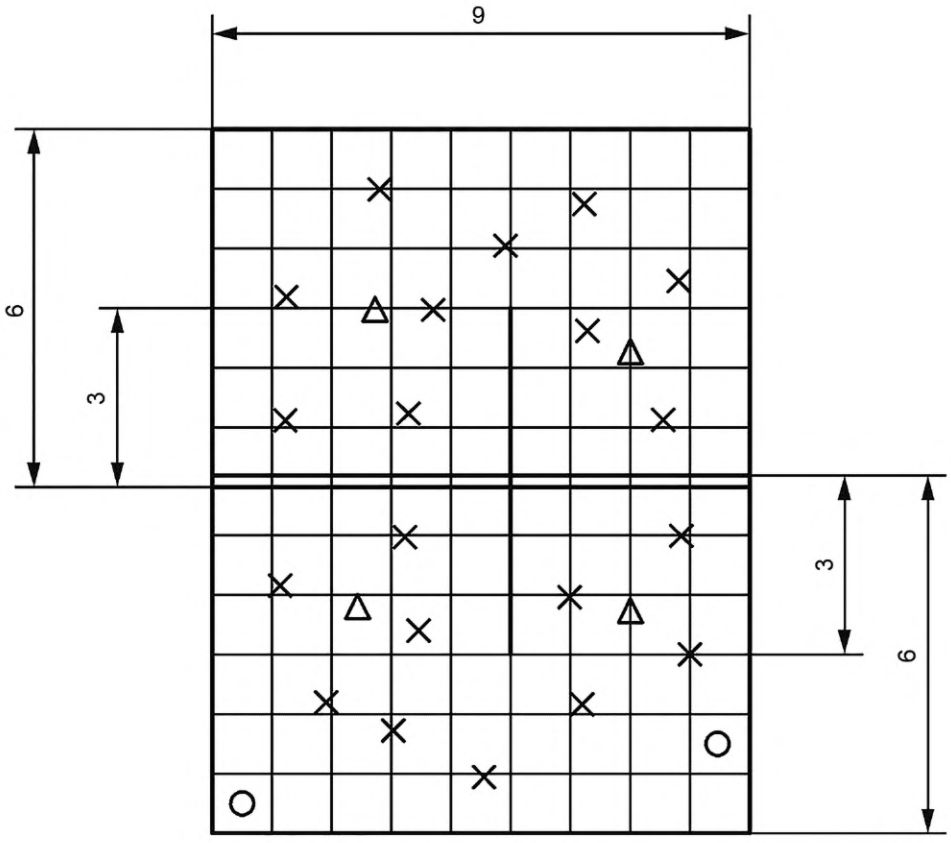


g) Пример 7

Рисунок D.1, лист 3

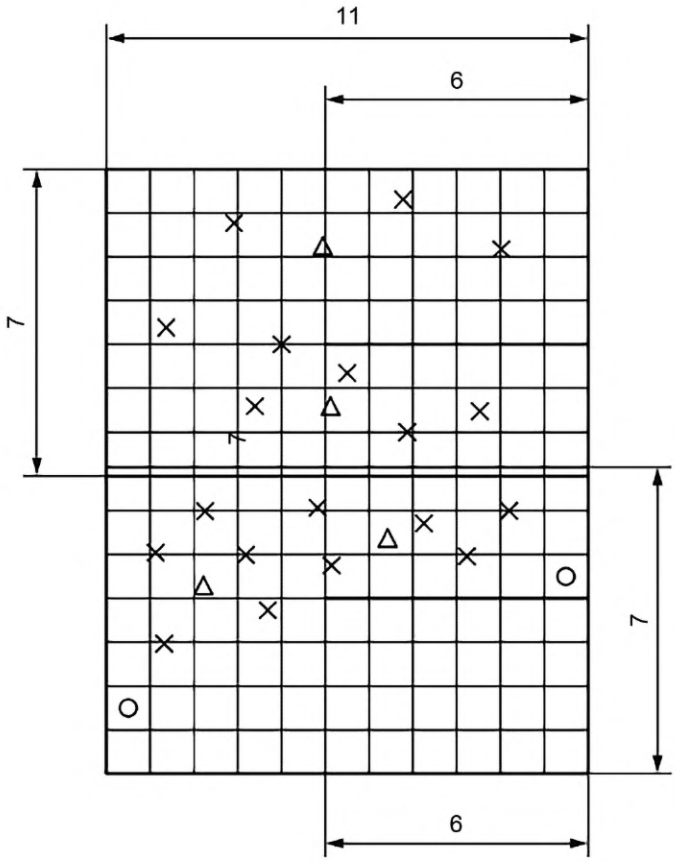


h) Пример 8

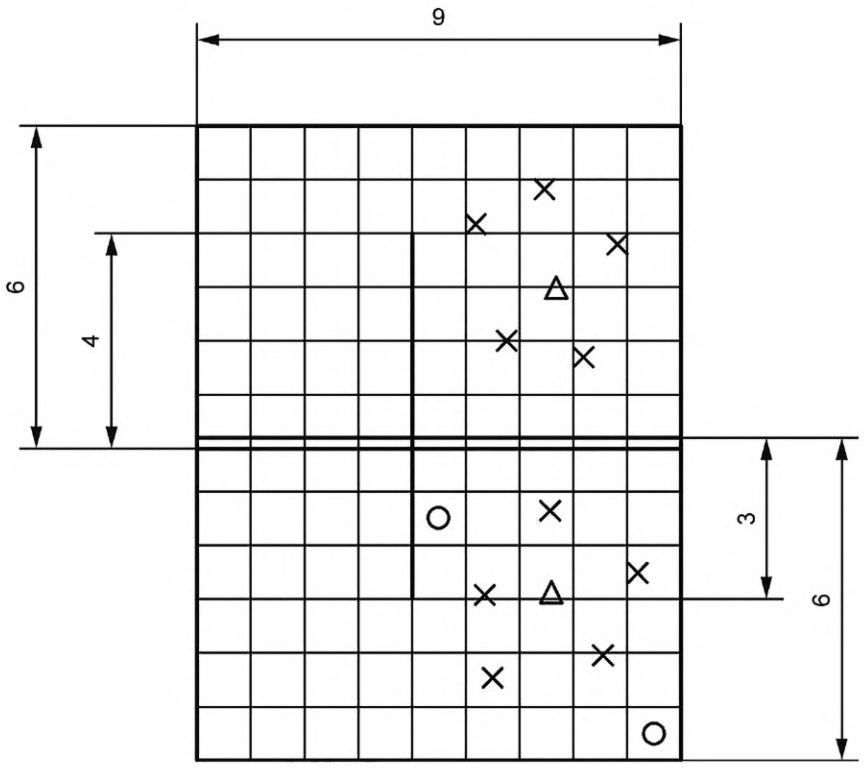


i) Пример 9

Рисунок D.1, лист 4

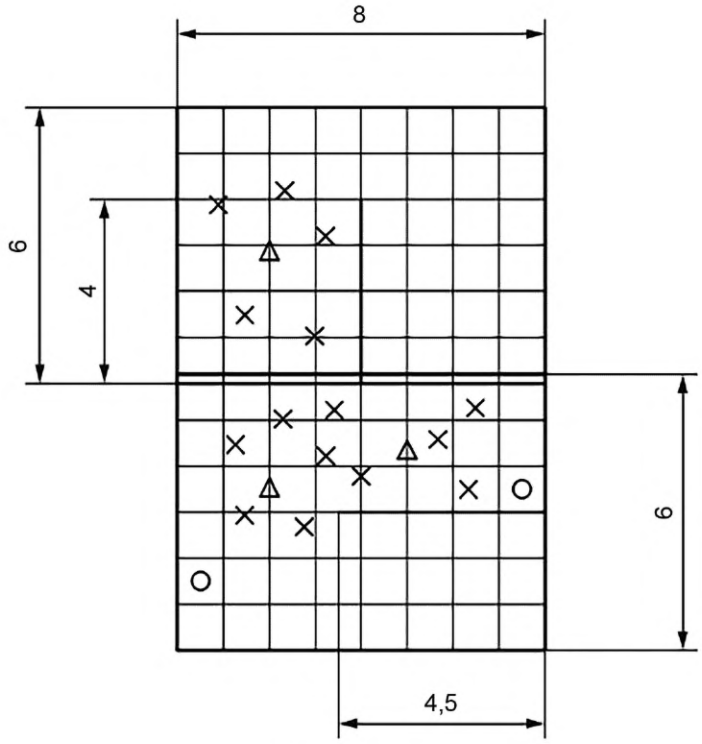


j) Пример 10

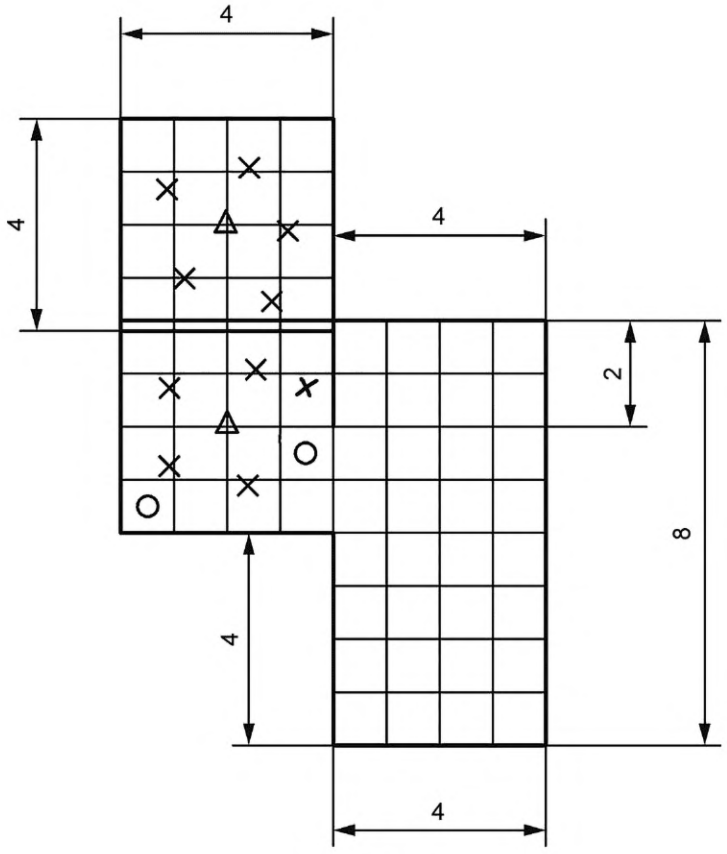


k) Пример 11

Рисунок D.1, лист 5

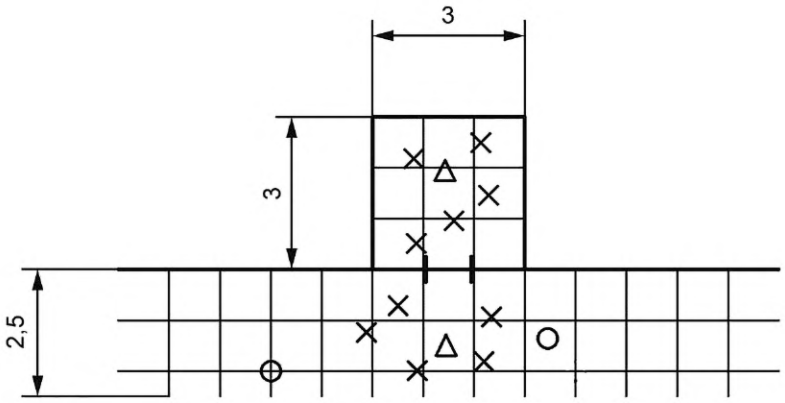


l) Пример 12



m) Пример 13

Рисунок D.1, лист 6



n) Пример 14

Обозначения:

○ — громкоговоритель; × — фиксированное положение микрофона; △ — фиксированная точка, вокруг которой механически непрерывно перемещается сканирующий микрофон, или положение оператора со сканируемым вручную микрофоном; — — границы помещений; = — общая стена

Рисунок D.1, лист 7

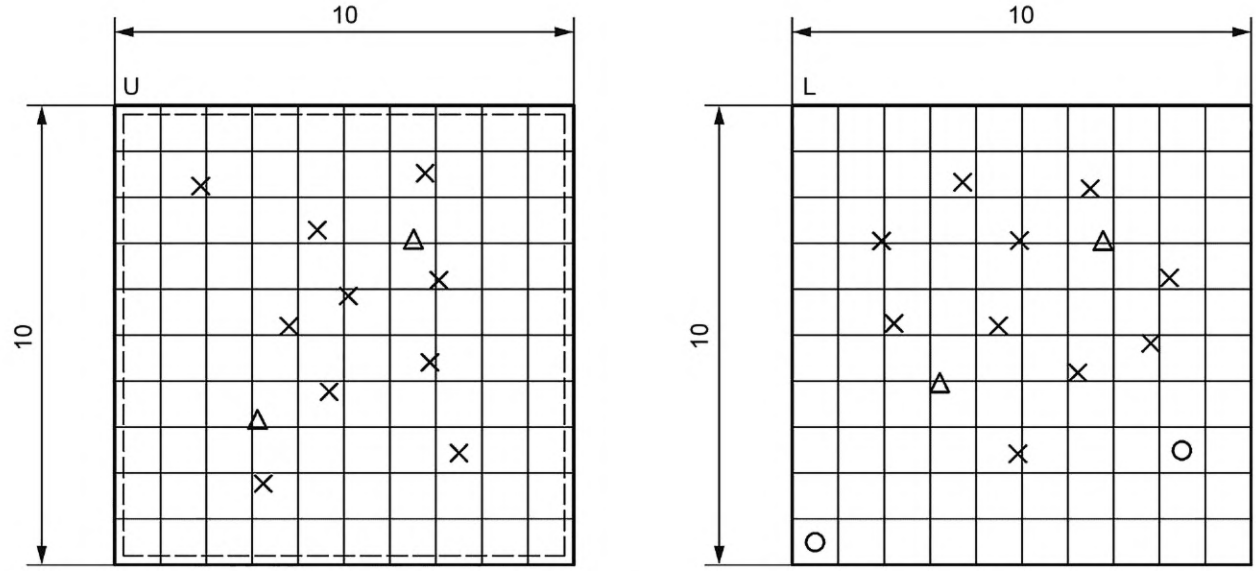
Приложение Е
(справочное)

Вертикальные измерения — примеры подходящих положений громкоговорителей и микрофонов

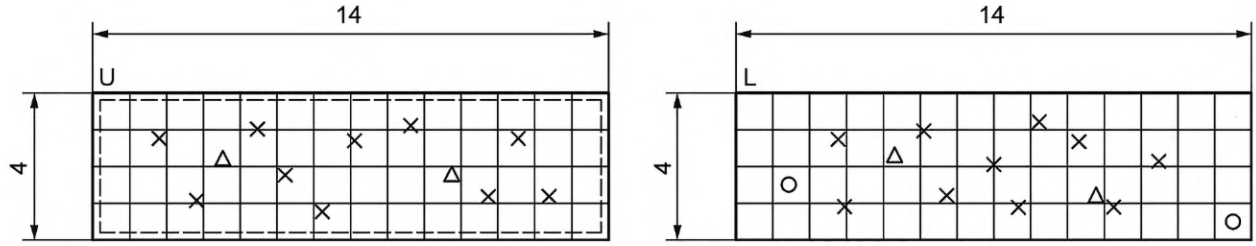
В настоящем приложении приведены примеры подходящих положений громкоговорителей и микрофонов для измерения изоляции воздушного шума по вертикали.

На всех примерах приведены горизонтальные сечения.

Размеры помещений в метрах приведены на эскизах только для иллюстрации примера.

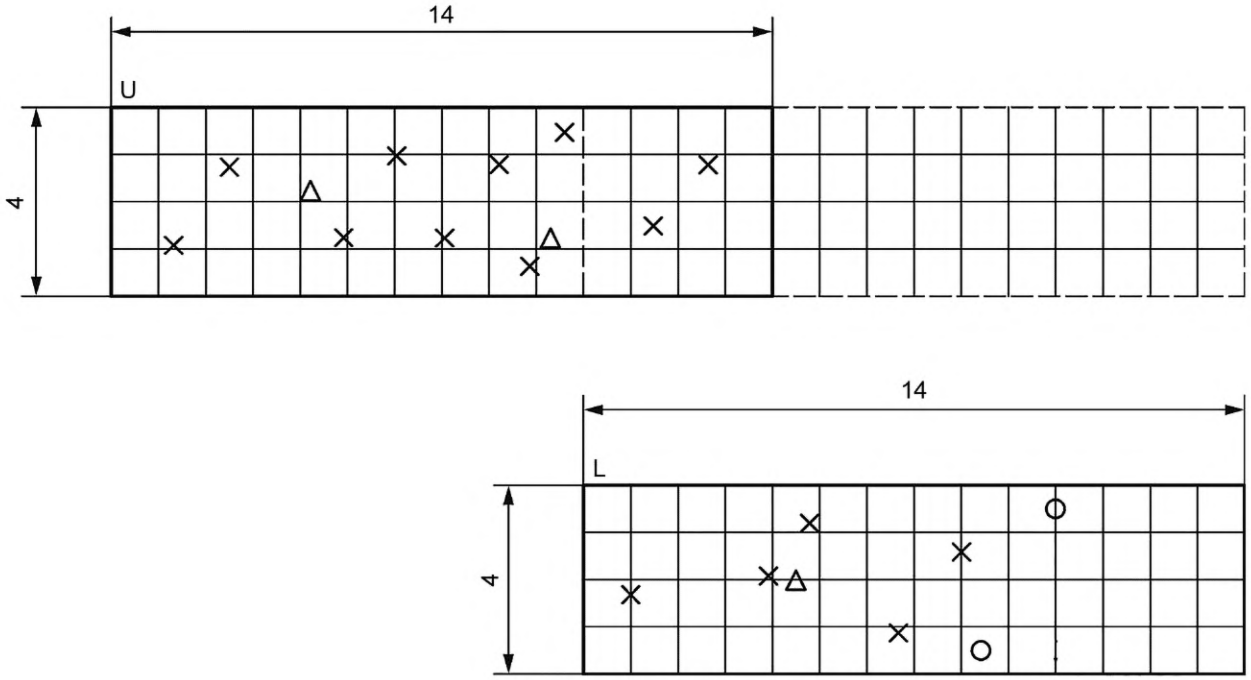


a) Пример 15

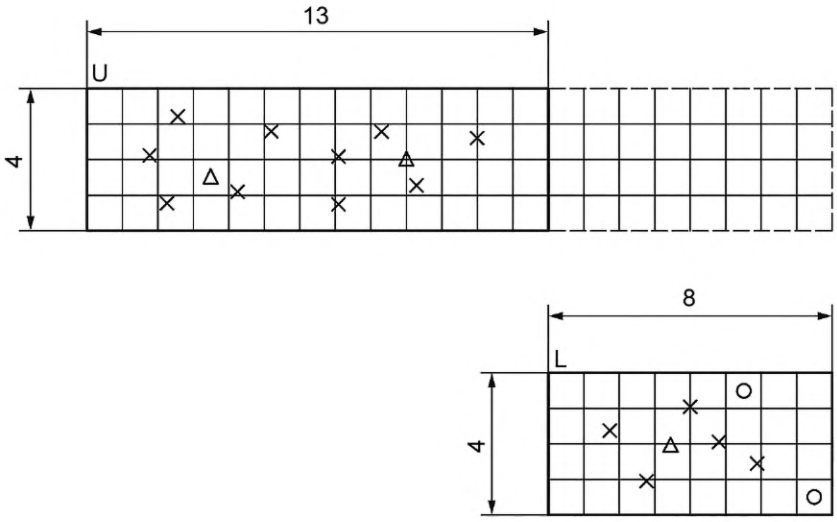


b) Пример 16

Рисунок Е.1 — Вертикальные измерения, примеры 15—23, лист 1

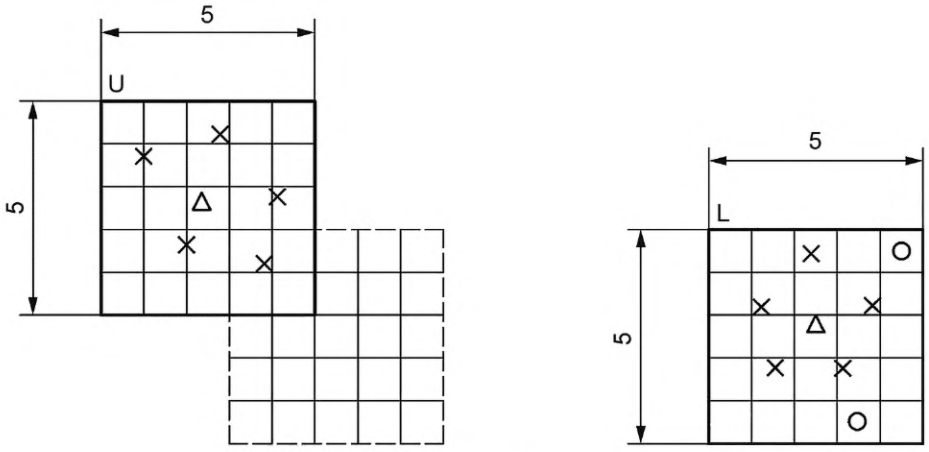


c) Пример 17

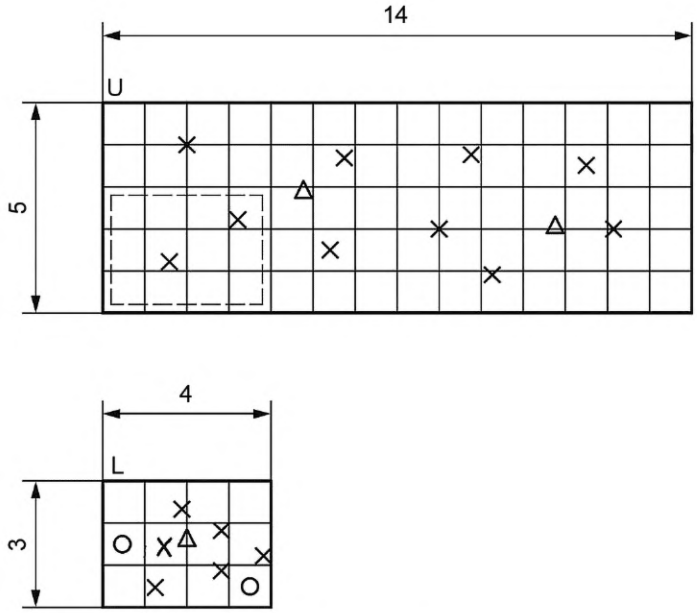


d) Пример 18

Рисунок Е.1, лист 2

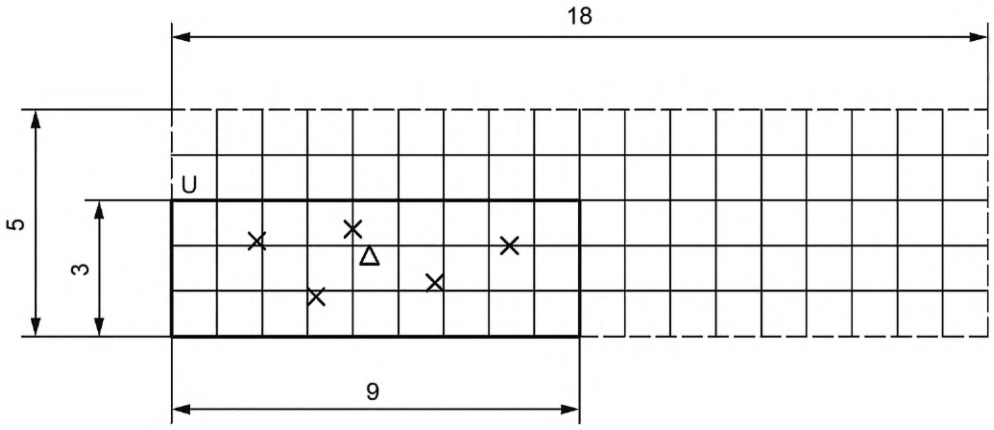


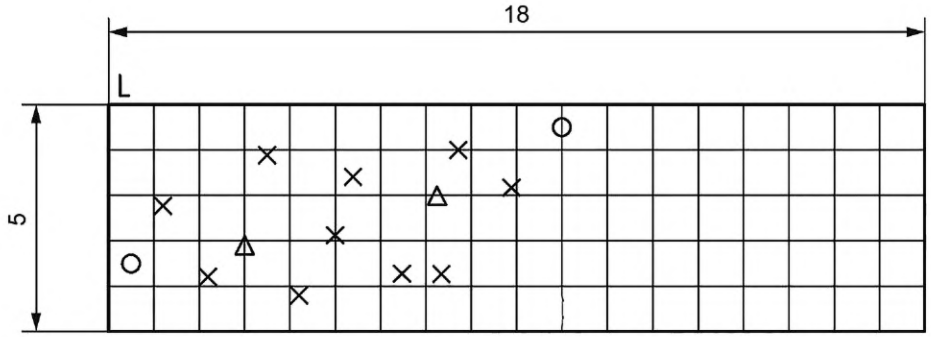
e) Пример 19



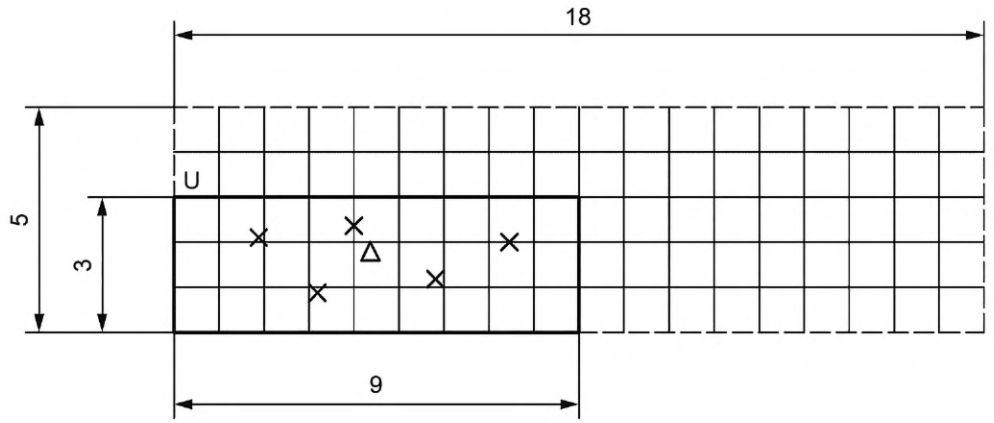
f) Пример 20

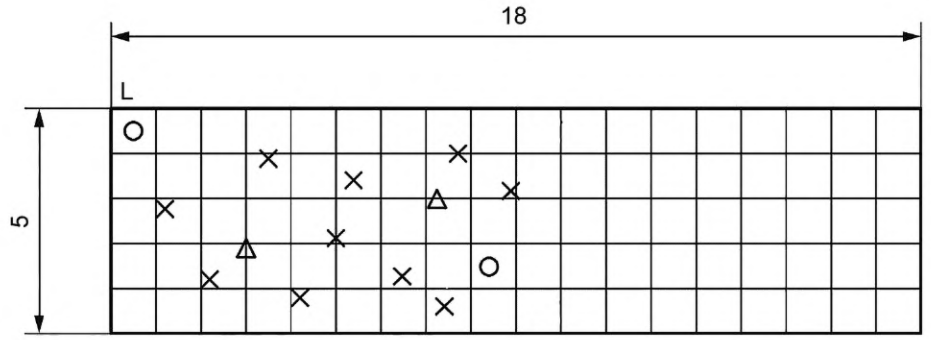
Рисунок Е.1, лист 3





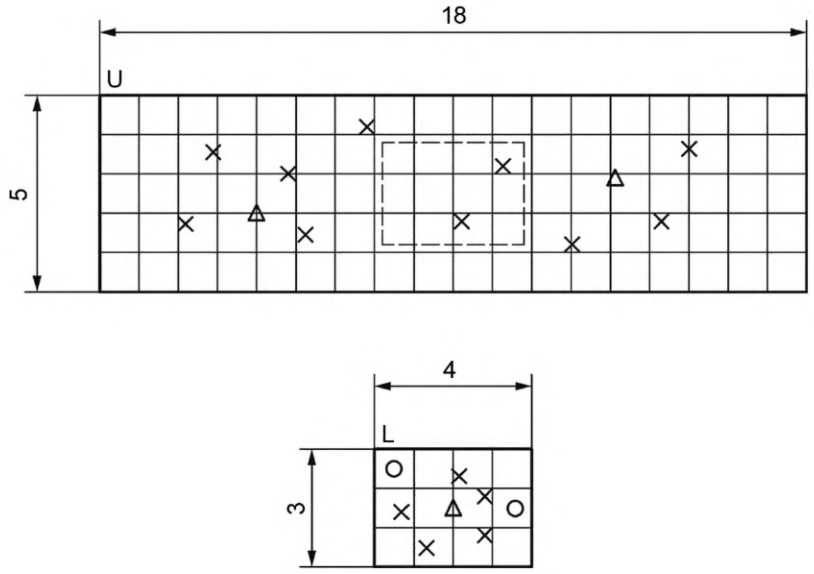
g) Пример 21



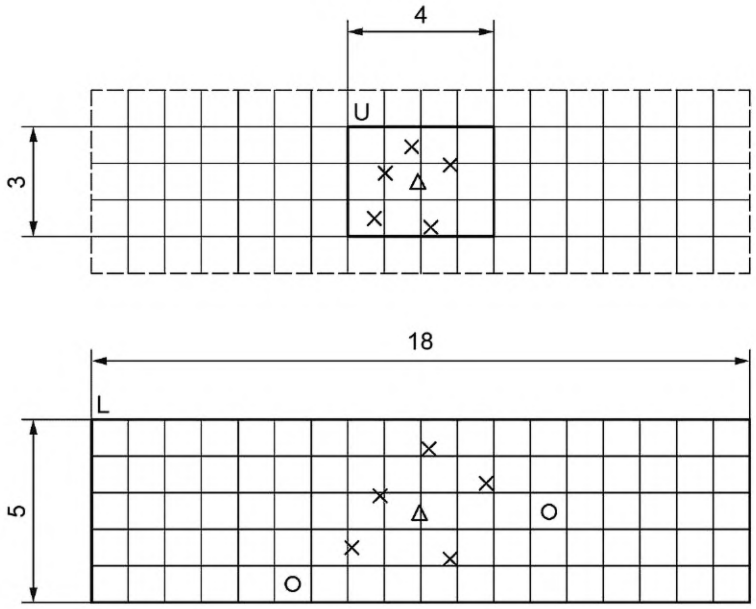


h) Пример 22

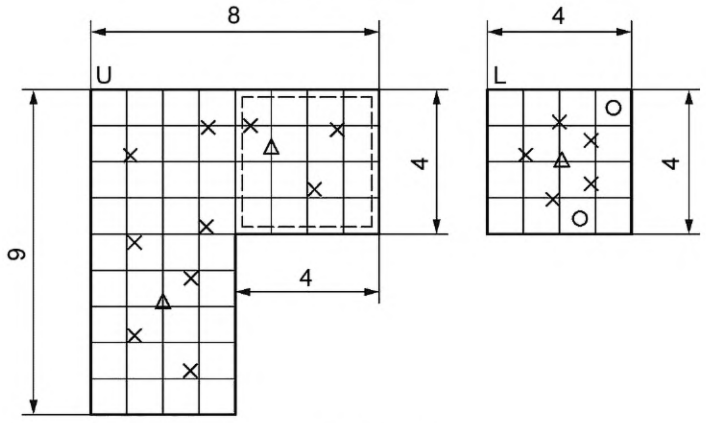
Рисунок Е.1, лист 4



i) Пример 23

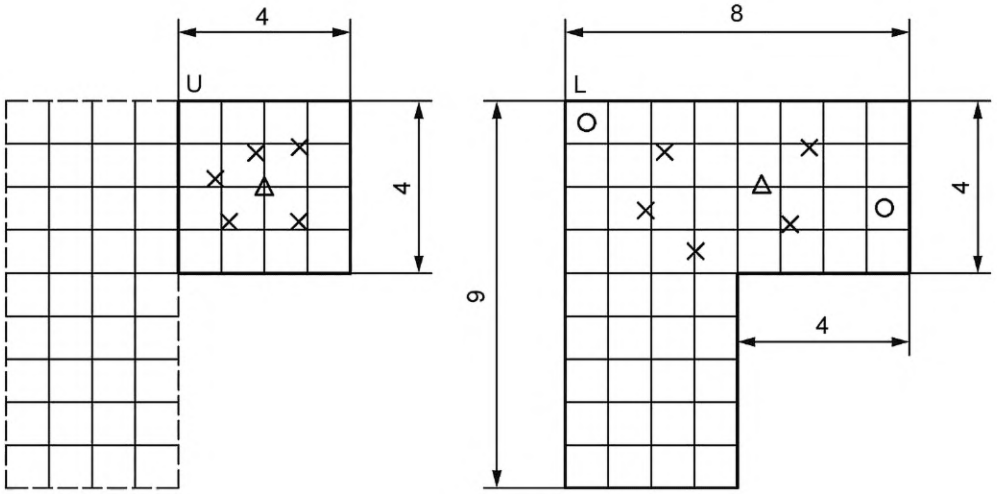


j) Пример 24

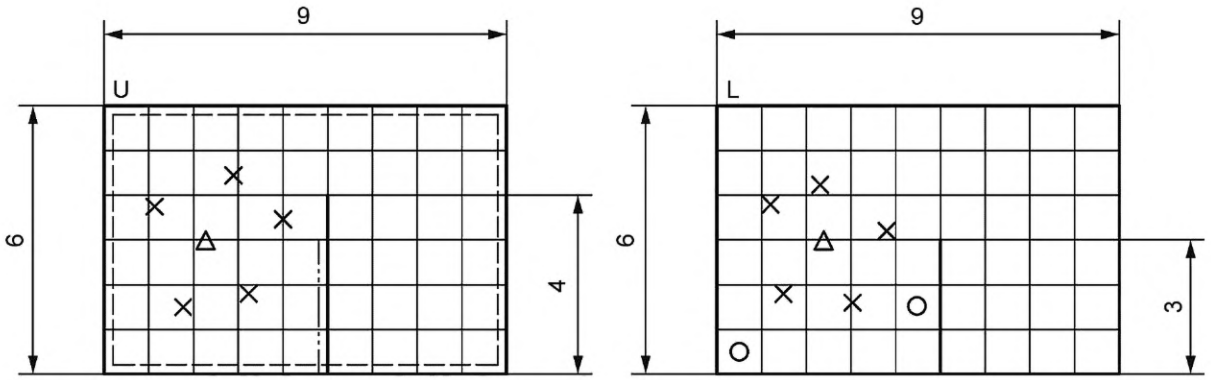


k) Пример 25

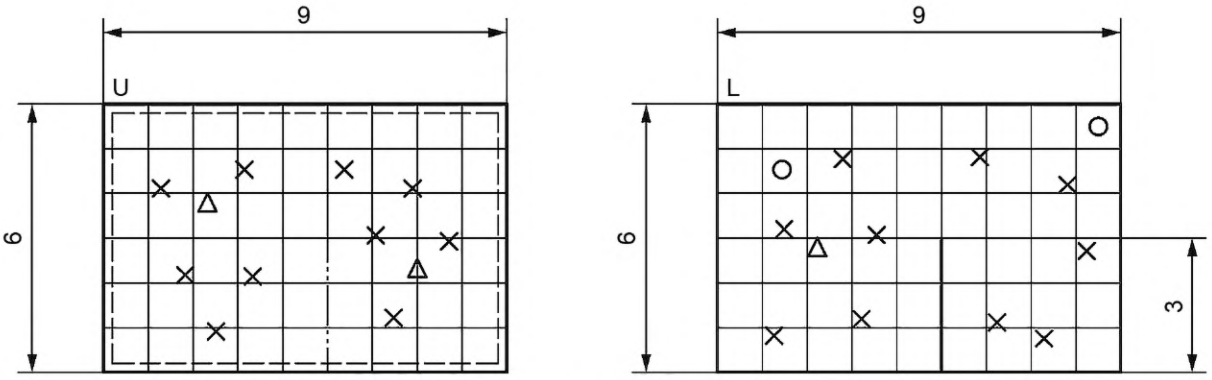
Рисунок Е.1, лист 5



l) Пример 26

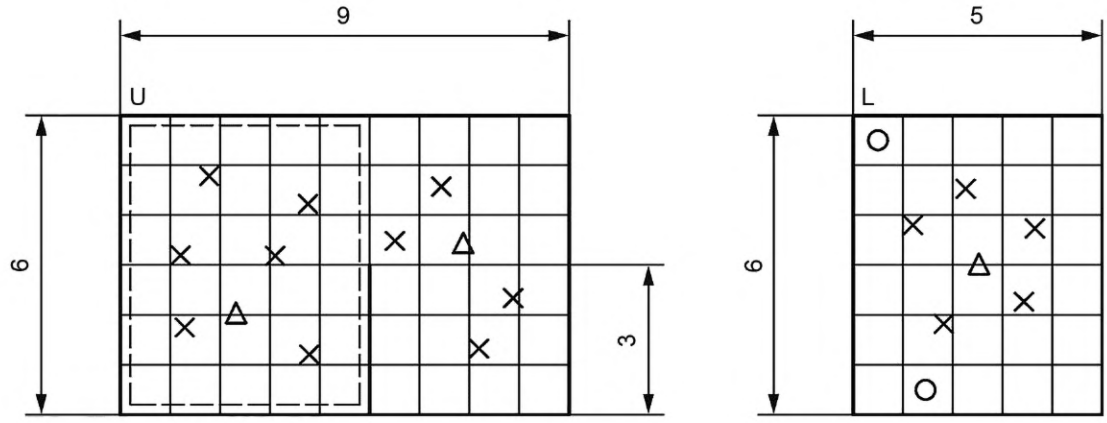


m) Пример 27



n) Пример 28

Рисунок Е.1, лист 6



о) Пример 29

Обозначения:

○ — громкоговоритель; ✕ — фиксированное положение микрофона; △ — фиксированная точка, вокруг которой механически непрерывно перемещается сканирующий микрофон, или положение оператора со сканируемым микрофоном вручную; U — помещение сверху; L — помещение снизу; —— — границы помещений; – – – — проекция границ помещения снизу на помещение сверху; ═ — общая стена; —·— — границы помещения по площади пола

Рисунок Е.1, лист 7

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных национальных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного национального стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта
ГОСТ Р 8.714—2010 (МЭК 61260:1995)	MOD	IEC 61260:1995 «Электроакустика. Фильтры полосовые октавные и на доли октав»
ГОСТ Р 53188.1—2019	NEQ	IEC 61672-1:2013 «Электроакустика. Шумомеры. Часть 1. Технические требования»
ГОСТ Р 54579—2011 (ИСО 18233:2006)	MOD	ISO 18233:2006 «Акустика. Применение новых методов измерений в акустике зданий и помещений»
ГОСТ Р 56769—2015 (ИСО 717-1:2013)	MOD	ISO 717-1:2013 «Акустика. Оценка звукоизоляции в зданиях и строительных элементах. Часть 1. Изоляция от воздушного шума»
ГОСТ Р 57900—2017 (ИСО 12999-1:2014)	MOD	ISO 12999-1:2014 «Акустика. Определение и применение неопределенностей измерения в строительной акустике. Часть 1. Звукоизоляция»
ГОСТ Р МЭК 60942—2009	IDT	IEC 60942:2003 «Электроакустика. Звуковые калибраторы»
ГОСТ Р ИСО 3382-2—2013	IDT	ISO 3382-2:2008 «Акустика. Измерение акустических параметров помещений. Часть 2. Время реверберации обычных помещений»

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

Библиография

[1] *МЭК 61183* *Электроакустика. Калибрование шумомеров при случайном падении звука и в условиях диффузного поля (Electroacoustics — Random-incidence and diffuse-field calibration of sound level meters)*

[2] *ИСО 15186-2* *Акустика. Измерение звукоизоляции в зданиях и элементах зданий с помощью интенсиметрии. Часть 2. Натурные измерения (Acoustics — Measurement of sound insulation in buildings and of building elements using sound intensity — Part 2: Field measurements)*

УДК 66.018.64.001.4:006.354

ОКС 17.140.01;
91.120.20

Ключевые слова: звукоизоляция в зданиях, звукоизоляция элементами зданий, изоляция воздушного шума, натурные измерения

Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Л.С. Лысенко*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 10.04.2025. Подписано в печать 15.04.2025. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 5,12. Уч.-изд. л. 4,25.

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