ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО 8253-2— 2012

Акустика

МЕТОДЫ АУДИОМЕТРИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ

Часть 2

Аудиометрия в звуковом поле с использованием чистых тонов и узкополосных испытательных сигналов

ISO 8253-2:2009
Acoustics — Audiometric test methods —
Part 2: Sound field audiometry with pure-tone and narrow-band test signals
(IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2014

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Федеральным государственным унитарным предприятием Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы (ФГУП «ВНИИМС») на основе собственного аутентичного перевода на русский язык международного стандарта, указанного в пункте 4, с участием Автономной некоммерческой организации «Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем» (АНО «НИЦ КД»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 358 «Акустика»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 ноября 2012 г. № 1386-ст

4 Настоящий стандарт является идентичным международному стандарту ИСО 8253-2:2009 «Акустика. Методы аудиометрических испытаний. Часть 2. Аудиометрия в звуковом поле с использованием чистых тонов и узкополосных испытательных сигналов» (ISO 8253-2:2009 «Acoustics — Audiometric test methods — Part 2: Sound field audiometry with pure-tone and narrow-band test signals»).

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

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0—2012 (раздел 8). Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном 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.ru)

© Стандартинформ, 2014

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 Характеристики тестового сигнала 3
5 Характеристики звукового поля 5
6 Уровни фонового шума в испытательном помещении 6
7 Подготовка и инструктаж испытуемого 6
8 Определение порогового уровня прослушивания 6
9 Испытания с использованием слухового аппарата 8
10 Скрининговая аудиометрия 8
11 Протокол испытаний 8
12 Обслуживание и калибровка аудиометрической аппаратуры 9
Приложение А (справочное) Графическое представление результатов испытаний 11
Приложение В (справочное) Поправки для углов падения звуковой волны 45° и 90° 13
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным национальным стандартам Российской Федерации 14
Библиография 15

Введение

Методы определения порогов слышимости с использованием стимулов (тестовых сигналов) в виде чистых тонов, предъявляемых испытуемому посредством головного телефона или костного вибратора, рассмотрены в ИСО 8253-1. Настоящий стандарт устанавливает методы определения порогов слышимости в звуковом поле. В общем случае испытания в звуковом поле предполагают бинауральное прослушивание тестового сигнала, предъявляемого с помощью одного или нескольких громкоговорителей в испытательном помещении. Тестовый сигнал может представлять собой чистый тон, частотно-модулированный тон или узкополосный шум. Акустические характеристики звукового поля определяются выбором тестового сигнала, числом и акустическими параметрами применяемых громкоговорителей, а также акустическими свойствами испытательного помещения.

Цели проведения аудиометрии в звуковом поле могут быть разными, включая, например, оценку остроты слуха детей или функциональное усиление слухового аппарата применительно к конкретному пациенту.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Акустика

МЕТОДЫ АУДИОМЕТРИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ

Часть 2

Аудиометрия в звуковом поле с использованием чистых тонов и узкополосных испытательных сигналов

Acoustics. Audiometric test methods. Part 2. Sound field audiometry with pure-tone and narrow-band test signals

Дата введения — 2013—12—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает характеристики испытательных (далее — тестовых) сигналов, требования к свободному, диффузному и квазисвободному звуковым полям и методы аудиометрии в звуковом поле с использованием тональных сигналов, тональных сигналов с частотной модуляцией и других узкополосных тестовых сигналов, предъявляемых посредством одного или нескольких громкоговорителей. Эти методы предназначены, в первую очередь, для определения пороговых уровней прослушивания в диапазоне частот от 125 до 8000 Гц, но могут быть использованы и в более широком диапазоне от 20 до 16000 Гц.

Настоящий стандарт не распространяется на испытания с применением ручных громкоговорителей, а также на испытания с использованием речи в качестве тестового сигнала.

Применение методов аудиометрии в звуковом поле, установленных настоящим стандартом, позволяет получить высокую точность и воспроизводимость результатов испытаний слуха.

Примеры графических представлений результатов испытаний приведены в приложении А.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ИСО 226 Акустика. Стандартные кривые равной громкости (ISO 226, Acoustics — Normal equal-loudness-level contours)

ИСО 266 Акустика. Предпочтительные ряды частот (ISO 266, Acoustics — Preferred frequencies)

ИСО 389-7 Акустика. Опорный нуль для калибровки аудиометрической аппаратуры. Часть 7. Опорный порог слышимости при прослушивании в условиях свободного и диффузионного звуковых полей (ISO 389-7, Acoustics — Reference zero for the calibration of audiometric equipment — Part 7: Reference threshold of hearing under free-field and diffuse-field listening conditions)

ИСО 8253-1:2010 Акустика. Методы аудиометрических испытаний. Часть 1. Тональная пороговая аудиометрия по воздушной и костной проводимости (ISO 8253-1:2010, Acoustics — Audiometric test methods — Part 1: Basic pure-tone air and bone conduction threshold audiometry)

МЭК 60581-7 Аппаратура и системы акустические высококачественного воспроизведения. Минимальные требования к техническим характеристикам. Часть 7. Громкоговорители (IEC 60581-7, High fidelity audio equipment and systems — Minimum performance requirements — Part 7: Loudspeakers)

МЭК 60645-1 Электроакустика. Аудиометрическое оборудование. Часть 1. Оборудование для тональной аудиометрии (IEC 60645-1, Electroacoustics — Audiometric equipment — Part 1: Equipment for pure-tone audiometry)

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

Издание официальное

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями.

3.1 **воздушная проводимость** (air conduction): Передача звука внутреннему уху через наружное и среднее ухо.

3.2 **человек с нормальным слухом** (otologically normal person): Человек с нормальным состоянием здоровья, не имеющий симптомов ушных болезней, без серных пробок в ушных каналах, не подвергавшийся в прошлом чрезмерному воздействию акустического шума, ототоксичных веществ и не имеющий в роду наследственной потери слуха.

3.3 **контрольная точка** (reference point): Точка, делящая пополам отрезок прямой линии, проведенный между ушными каналами испытуемого, когда тот находится в положении для прослушивания тестового сигнала в звуковом поле.

3.4 **рабочая ось** (reference axis): Ось, перпендикулярная излучающей поверхности громкоговорителя.

Примечание 1 — У громкоговорителя с одной излучающей головкой рабочая ось проходит через геометрический центр диафрагмы.

Примечание 2 — У громкоговорителя с несколькими излучающими головками рабочую ось указывает изготовитель.

3.5 **порог слышимости** (hearing threshold): Уровень звукового давления, предъявленного в заданных условиях сигнала, при котором испытуемый дает правильный ответ о наличии звука в 50 % повторных испытаний.

3.6 **пороговый уровень звукового давления** (threshold sound pressure level): Уровень звукового давления заданного сигнала в заданных условиях предъявления в контрольной точке заданного звукового поля при отсутствии испытуемого, который при наличии испытуемого в положении для прослушивания при проведении испытаний соответствовал бы порогу слышимости данного испытуемого.

3.7 **опорный пороговый уровень звукового давления** (reference threshold sound pressure level): Выборочная медиана распределения порогового уровня звукового давления, полученная по выборке достаточно большого объема для людей обоих полов с нормальным слухом в возрасте от 18 до 25 лет включительно и выражающая собой порог слышимости в контрольной точке заданного звукового поля для заданного сигнала в заданных условиях предъявления.

3.8 **уровень прослушивания** (hearing level): Уровень звукового давления заданного сигнала в заданных условиях предъявления в контрольной точке заданного звукового поля за вычетом опорного порогового уровня звукового давления.

3.9 **пороговый уровень прослушивания** (hearing threshold level): Порог слышимости в условиях заданного сигнала и заданного звукового поля, выраженный через уровень прослушивания или уровень звукового давления.

3.10 **несущая частота (частотно-модулированного тона)** (carrier frequency of a frequency-modulated tone): Среднее значение периодически изменяющейся частоты тона.

Примечание — Несущую частоту называют номинальной тестовой частотой.

3.11 **девиация частоты** (frequency deviation): Максимальное отклонение мгновенного значения частоты частотно-модулированного тона от его несущей частоты.

3.12 **свободное звуковое поле** (free sound field): Звуковое поле, в котором влияние границ помещения на распространяющиеся в нем звуковые волны пренебрежимо мало.

3.13 **квазисвободное звуковое поле** (quasi-free sound field): Звуковое поле, в котором влияние границ помещения на распространяющиеся в нем звуковые волны незначительно.

Примечание — Требования к квазисвободному звуковому полю установлены в 5.4.

3.14 **диффузное звуковое поле** (diffuse sound field): Звуковое поле, в заданной области которого плотность звуковой энергии распределена равномерно, а направление распространения волны в каждой точке случайно.

3.15 **белый шум** (white noise): Шум, спектральная плотность мощности которого не зависит от частоты.

3.16 **ширина полосы (частот) шума** (noise bandwidth): Разность между верхней и нижней границами полосы частот шума.

Примечание — На границах полосы частот спектральная плотность мощности шума спадает до половины своего среднего значения в данной полосе частот.

3.17 **среднегеометрическая частота полосы (частот) шума** (centre frequency of a noise band): Геометрическое среднее границ полосы частот шума.

3.18 **функциональное усиление (слухового аппарата)** (functional gain of a hearing aid): Разность порогов слышимости с применением слухового аппарата и без него для данного испытуемого при применении заданного сигнала в заданных условиях предъявления в заданном звуковом поле.

4 Характеристики тестового сигнала

4.1 Общие положения

В настоящем стандарте рассматриваются тестовые сигналы следующих видов: тональный, тональный с частотной модуляцией и узкополосный шум.

4.2 Тональные сигналы

Тональные сигналы используют только в свободном звуковом поле, требования к которому установлены в 5.2.

Примечание — Использование тонального сигнала в звуковом поле другого типа может привести к большому разбросу значений уровня звукового давления в разных точках поля из-за образования стоячих волн.

При использовании тональных сигналов с фиксированными частотами значения этих частот должны быть выбраны из ряда частот для аудиометрических испытаний по МЭК 60645-1 или из ряда частот по ИСО 266.

Частота тестового сигнала должна находиться в пределах ±1,5 % своего номинального значения. Это согласуется с требованиями к аудиометрам классов 1 и 2 по МЭК 60645-1.

4.3 Тональные сигналы с частотной модуляцией

Для тональных сигналов с частотной модуляцией устанавливают следующие характеристики, которые должны быть отражены в протоколе испытаний:

a) несущая частота;

b) форма сигнала модуляции;

c) частота повторения сигнала модуляции;

d) девиация частоты.

Значение несущей частоты выбирают из ряда частот для аудиометрических испытаний по МЭК 60645-1 или из ряда частот по ИСО 266.

Модулирующий сигнал должен быть гармоническим или треугольным. Сигнал треугольной формы должен иметь равные периоды подъема и спада по линейной или логарифмической шкале частот.

Несущая частота должна находиться в пределах ±3 % своего номинального значения.

Частота повторения сигнала модуляции должна быть в диапазоне от 4 до 20 Гц, а ее значение не должно отличаться более чем на ±10 % от номинального.

Для гармонического модулирующего сигнала коэффициент гармоник должен быть менее 5 %. Для треугольного сигнала его боковые стороны должны быть прямолинейны в пределах 5 % максимального значения сигнала, а длительности подъема и спада не должны различаться между собой более чем на 10 %.

4.4 Узкополосные шумовые сигналы

Среднегеометрическая частота и ширина полосы частот узкополосного шума должны соответствовать требованиям к узкополосному маскирующему шуму по МЭК 60645-1. Их значения должны быть указаны в протоколе испытаний.

Примечание 1 — Если ширина полосы превышает треть октавы, то опорный пороговый уровень звукового давления может отличаться от того, что получен при ширине полосы в треть октавы и менее.

Примечание 2 — На результаты аудиометрии в свободном звуковом поле, в особенности с участием испытуемых с нарушением слуха, может оказать влияние мощность сигнала за пределами полосы частот шума, которая зависит, в первую очередь, от крутизны спада частотной характеристики и полосы задержания применяемого полосового фильтра.

4.5 Коэффициент гармоник

При использовании тональных тестовых сигналов акустический сигнал, измеряемый в контрольной точке испытательного помещения, должен иметь коэффициент гармоник не более 5 % на частоте 125 Гц и не более 3 % на частотах 250, 500 и 1000 Гц. Данное требование должно соблюдаться во всем динамическом диапазоне испытаний.

Примечание — Обычно соблюдение данного требования достаточно проверить для максимального уровня звукового давления тестового сигнала.

Коэффициент гармоник для громкоговорителя определяют только в свободном звуковом поле. Если возможно создание условий только квазисвободного или диффузного звукового поля, то коэффициент гармоник определяют только для электрического сигнала на входе громкоговорителя. В этом случае коэффициент гармоник должен быть не более 1 %, а громкоговоритель должен удовлетворять требованиям МЭК 60581-7 (раздел 10).

Если чистый тон в аудиометрических испытаниях не применяют, то линейность системы воспроизведения акустических сигналов проверяют с помощью внешнего генератора синусоидальных сигналов, которым заменяют задающий генератор системы.

Если в качестве тестового сигнала используют тональный сигнал с частотной модуляцией, то среднеквадратичное значение выходного сигнала внешнего генератора должно быть таким же, как для задающего генератора системы при его нормальном использовании.

Если в качестве тестового сигнала используют узкополосный шум, то среднеквадратичное значение выходного сигнала внешнего генератора должно быть на 9 дБ выше, чем задающего генератора системы при его нормальном использовании.

4.6 Последовательность тестовых сигналов

Тестовый сигнал предъявляют либо однократно в течение времени от 1 до 2 с, либо несколько раз в виде последовательности импульсов с соответствующим заполнением. Характеристики импульсной последовательности, такие как время нарастания и спада импульса, длительность импульса, частота повторения и скважность, а также перерегулирование и недорегулирование в системе проверяют на соответствие требованиям МЭК 60645-1 по электрическому сигналу на входе громкоговорителя, используя в качестве заполнения тональный сигнал.

Примечание — На затухание акустического тестового сигнала могут оказать существенное влияние реверберационные характеристики испытательного помещения.

4.7 Управление уровнем сигнала

4.7.1 Шаг изменения уровня

Уровень сигнала должен изменяться с шагом 5 дБ или менее.

4.7.2 Точность

Предельно допустимое отклонение разности между любыми двумя уровнями тестовых сигналов в пределах всего диапазона уровней тестового сигнала должно быть не более 3 дБ. Данное требование проверяют по измерениям акустического сигнала в контрольной точке. Кроме того, должны удовлетворяться требования к точности воспроизведения уровня сигнала по МЭК 60645-1.

4.7.3 Динамический диапазон

В диапазоне частот от 500 до 6000 Гц уровень прослушивания тестового сигнала в контрольной точке должен изменяться по крайней мере от 0 до 80 дБ.

Примечание — Вне указанного диапазона частот желательно удовлетворять тем же требованиям к динамическому диапазону сигнала.

4.8 Градуировка и регулировка

Оборудование должно иметь средства раздельной регулировки уровня каждого тестового сигнала. Шкала прибора должна быть размечена в единицах уровня прослушивания или уровня звукового давления. Измерения выполняют шумомером класса 1 по МЭК 61672-1.

Для тональных сигналов и для шумовых сигналов в третьоктавной полосе частот в поле, образованном распространяющейся волной вдоль рабочей оси громкоговорителя, а также для шумовых сигналов в третьоктавной полосе частот в диффузном поле в качестве опорных пороговых уровней звукового давления следует брать значения, соответствующие нормальным бинауральным порогам слышимости по ИСО 226. Те же значения следует использовать для тональных сигналов с частотной модуляцией, удовлетворяющим требованиям 4.3. Для других сочетаний тестовых сигналов и типов звуковых полей стандартизованные значения отсутствуют.

Примечание 1 — В практике аудиометрических испытаний могут быть использованы другие направления падения звуковой волны, например под углом 45°. Для них стандартизованных опорных пороговых уровней звукового давления в настоящее время не установлено. Однако в приложении В приведены поправки, которые следует применять для углов падения 45° и 90°.

Примечание 2 — Признано, что для испытаний, целью которых является только определение разности порогов слышимости в двух разных условиях прослушивания (например, с использованием и без использования слухового аппарата), достаточно знать относительные значения уровней звукового давления тестовых сигналов.

5 Характеристики звукового поля

5.1 Общие положения

Условия среды, в которой проводится аудиометрия в звуковом поле, могут варьироваться весьма значительно. В настоящем стандарте рассматриваются три типа звукового поля, что позволяет охватить большинство практических ситуаций. Два из них соответствуют двум предельным условиям окружающей среды — это свободное звуковое поле и диффузное звуковое поле. На практике, однако, не всегда удается удовлетворить условиям существования полей этих двух типов, поэтому в настоящем стандарте рассматривается дополнительно третий тип — квазисвободное звуковое поле. Пользователю настоящего стандарта необходимо определить, какому из трех типов полей соответствуют условия проводимых им испытаний.

Измерения уровней звукового давления выполняют шумомером по МЭК 61672-1, за исключением измерений с использованием направленного микрофона (см. 5.3).

Для определения типа звукового поля используют те же тестовые сигналы, что и при аудиометрических испытаниях.

5.2 Свободное звуковое поле

Чтобы установить соблюдение условий существования свободного звукового поля проверяют выполнение следующих требований:

a) громкоговоритель должен быть установлен на уровне головы сидящего испытуемого, контрольная точка должна быть расположена на рабочей оси громкоговорителя, расстояние между громкоговорителем и контрольной точкой должно быть не менее 1 м;

b) уровень звукового давления, создаваемого громкоговорителем на расстоянии 0,15 м от контрольной точки слева и справа, а также вверх и вниз от рабочей оси, не должен отличаться от уровня звукового давления в контрольной точке более чем на ±1 дБ для всех тестовых сигналов на частотах до 4000 Гц включительно и более чем на ±2 дБ для всех тестовых сигналов на частотах свыше 4000 Гц, а разность уровней звукового давления в указанных точках слева и справа от рабочей оси должна быть не более 3 дБ для всех тестовых сигналов на частотах свыше 4000 Гц. Данное требование проверяют при отсутствии испытуемого и его кресла;

c) разность в уровнях звукового давления, создаваемого громкоговорителем на расстоянии 0,15 м по обе стороны от контрольной точки вдоль рабочей оси от расчетных значений, определяемых теоретической зависимостью звукового давления от расстояния до источника звука, должна быть не более ±1 дБ для всех тестовых сигналов. Данное требование проверяют при отсутствии испытуемого и его кресла.

Примечание — Вышеуказанные требования могут быть соблюдены только в безэховом помещении.

5.3 Диффузное звуковое поле

Чтобы установить соблюдение условий существования диффузного звукового поля проверяют выполнение следующих требований:

a) уровень звукового давления, измеренный ненаправленным микрофоном на расстоянии 0,15 м от контрольной точки слева и справа, а также вверх и вниз от рабочей оси, не должен отличаться от уровня звукового давления в контрольной точке более чем на ±2,5 дБ для всех тестовых сигналов, а разность уровней звукового давления в указанных точках слева и справа от рабочей оси должна быть не более 3 дБ. Данное требование проверяют при отсутствии испытуемого и его кресла и при одинаковой ориентации микрофона во всех точках измерений;

b) на частотах 500 Гц и выше разброс уровней звукового давления в контрольной точке, измеренных в разных направлениях с помощью направленного микрофона с индексом направленности 5 дБ, не должен превышать 5 дБ. Допустимый разброс результатов измерений, полученных с применением направленных микрофонов с другими индексами направленности, — в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1 — Допустимый разброс результатов измерений при проверке условий диффузного звукового поля с использованием направленных микрофонов с разными индексами направленности

Индекс направленности микрофона[a), b)], дБ	Допустимый разброс, дБ
Более или равно 5	5
4,5	4,5
4	4
Менее 4	Для данной проверки не применяют

[a)] Измерения проводят в достаточном числе направлений, которое зависит от типа микрофона и характеристик громкоговорителя, включая как минимум измерения в двух плоскостях, в которых можно ожидать максимальный и минимальный результат измерения.

[b)] Для создания условий диффузного поля требуется более одного громкоговорителя. Для предотвращения образования стоячих волн может оказаться необходимым подавать на входы громкоговорителей электрические сигналы со случайными фазовыми соотношениями.

5.4 Квазисвободное звуковое поле

Чтобы установить соблюдение условий существования квазисвободного звукового поля проверяют выполнение следующих требований:

a) громкоговоритель должен быть установлен на уровне головы сидящего испытуемого, контрольная точка должна быть расположена на рабочей оси громкоговорителя, расстояние между громкоговорителем и рабочей точкой должно быть не менее 1 м;

b) уровень звукового давления, создаваемого громкоговорителем на расстоянии 0,15 м от контрольной точки слева и справа, а также верх и вниз от рабочей оси, не должен отличаться от уровня звукового давления в контрольной точке более чем на ±2 дБ для всех тестовых сигналов. Данное требование проверяют при отсутствии испытуемого и его кресла;

c) разность в уровнях звукового давления, создаваемого громкоговорителем на расстоянии 0,10 м по обе стороны от контрольной точки вдоль рабочей оси от расчетных значений, определяемых из закона обратно пропорциональной зависимости звукового давления от источника звука, должна быть не более ±1 дБ для всех тестовых сигналов. Данное требование проверяют при отсутствии испытуемого и его кресла.

Диапазон частот применимости метода испытаний в квазисвободном звуковом поле определяется диапазоном частот, в котором выполняются указанные требования.

6 Уровни фонового шума в испытательном помещении

Уровни фонового шума в испытательном помещении должны удовлетворять требованиям, указанным в таблице 2. Если в данном помещении проводят измерения порогового уровня прослушивания в диапазоне, нижняя граница которого отлична от 0 дБ, то к максимально допустимому уровню фонового шума, взятому из таблицы 2, добавляют значение нижней границы диапазона измерений.

7 Подготовка и инструктаж испытуемого

Подготовку и инструктаж испытуемого, а также условия аудиометрических испытаний — по ИСО 8253-1 (пункты 4.4, 4.6, 5.1 и 5.2). Кроме того, испытуемому должно быть указано на необходимость строгой фиксации положения и ориентации головы в контрольной точке во время испытаний.

Рекомендуется принять специальные меры, позволяющие испытуемому сохранять правильное и неизменное положение головы при проведении испытаний.

8 Определение порогового уровня прослушивания

8.1 Общие положения

Аудиометрические испытания проводят с использованием ручного аудиометра, автоматического регистрирующего аудиометра или компьютеризированной аудиометрической системы при моноауральном или бинауральном прослушивании.

Положение контрольной точки относительно громкоговорителя (громкоговорителей) должно быть строго определено и отражено в протоколе испытаний.

Тип тестового сигнала должен быть неизменным в течение испытаний и указываться на аудиограмме. При использовании ручного аудиометра или компьютеризированной аудиометрической системы испытания проводят, начиная с частоты 1000 Гц с дальнейшим ее увеличением, а потом на частотах ниже 1000 Гц с последовательным их уменьшением. Затем испытания повторяют на частоте 1000 Гц.

Таблица 2 — Максимально допустимые уровни звукового давления фонового шума в третьоктавных полосах частот для аудиометрии в звуковом поле

Среднегеометрические частоты третьоктавных полос[a), b)], Гц	Максимально допустимые уровни звукового давления[c)], дБ (относительно 20 мкПа), фонового шума для диапазонов частот измерения с нижними границами	
	125 Гц	250 Гц
31,5	52	60
40	44	53
50	38	46
63	32	41
80	27	36
100	22	32
125	17	25
160	14	18
200	12	12
250	10	10
315	8	8
400	6	6
500	5	5
630	5	5
800	4	4
1000	4	4
1250	4	4
1600	5	5
2000	5	5
2500	3	3
2150	1	1
4000	–1	–1
5000	1	1
6300	6	6
8000	12	12
10000	14	14
12500	15	15

a) При соблюдении указанных в таблице ограничений смещение порогового уровня прослушивания на уровне 0 дБ из-за фонового шума не превысит +2 дБ. При допустимом смещении до 5 дБ значения, приведенные в таблице, можно увеличить на 8 дБ. Приведенные в таблице значения взяты из ИСО 8253-1 в предположении бинаурального прослушивания.

b) При применении узкополосных шумовых тестовых сигналов максимально допустимые значения уровней фонового шума будут ниже указанных в данной таблице.

c) Большинство современных шумомеров не позволяют проводить измерения с необходимой точностью при уровне звукового давления ниже 5 дБ.

Предъявление и прерывание тестовых сигналов, ознакомление с ними испытуемого, измерения и расчеты пороговых уровней прослушивания — по ИСО 8253-1 (подразделы 6.2—6.4).

Пороговые уровни прослушивания обычно определяют в диапазоне частот от 125 до 8000 Гц, но этот диапазон может быть расширен до 20—16000 Гц согласно ИСО 389-7.

На низких частотах и при высоких уровнях прослушивания могут иметь место вибротактильные ощущения. Следует принять меры к тому, чтобы эти вибротактильные ощущения не были ошибочно интерпретированы испытуемым как слуховые ощущения.

8.2 Моноауральные испытания

Если испытание должно быть моноауральным, то для уха, противоположного исследуемому (контралатеральное ухо), либо создают условия обтурации, либо воздействуют на него маскирующим

шумом. Узкополосный шум используют для маскировки, если тестовый сигнал представляет собой тональный сигнал или тональный сигнал с частотной модуляцией, но не используют, если тестовый сигнал также является узкополосным шумовым сигналом. Если применяют обтурацию контралатерального уха, то используемое при этом слухозащитное приспособление указывают в протоколе испытаний.

Примечание 1 — Ослабление звука, полученное путем обтурации контралатерального уха, зачастую оказывается недостаточным и может привести к повышению ошибок измерения, особенно если острота слуха исследуемого уха существенно ниже, чем контралатерального.

Примечание 2 — Подача маскирующего шума через внутриушной (вставной) телефон является предпочтительной.

8.3 Бинауральные испытания

При бинауральных испытаниях испытуемому часто невозможно определить, слышит ли он звук обоими ушами или только одним из них. Поэтому результат бинаурального испытания отражает либо бинауральный порог слышимости, либо характеризует более чувствительное ухо.

Испытуемого можно попросить указывать, каким ухом он слышит тестовый сигнал: правым, левым или обоими сразу. Но в любом случае испытуемый должен ясно осознавать, что его главной задачей является реакция на самый слабый услышанный им звук.

9 Испытания с использованием слухового аппарата

Если целью испытаний является определение функционального усиления слухового аппарата, применяемого данным испытуемым, то их проводят в соответствии с разделами 7 и 8 настоящего стандарта.

10 Скрининговая аудиометрия

Скрининговую аудиометрию в звуковом поле выполняют в соответствии с ИСО 8253-1 (раздел 9).

Примечание — Установлено, что в ряде случаев скрининговые обследования выполнялись с использованием ручных громкоговорителей. Следует иметь в виду, что неизбежные в ходе испытаний с применением ручных громкоговорителей небольшие вариации расстояния между громкоговорителем и испытуемым способны привести к значительным вариациям в уровнях звукового давления, при которых условия испытаний перестанут удовлетворять требованиям раздела 5.

11 Протокол испытаний

11.1 Общие положения

Кроме результатов аудиометрических испытаний в звуковом поле в протоколе испытаний должны быть зафиксированы следующие данные:

a) тип звукового поля;

b) тип аудиометра (ручной или автоматический регистрирующий);

c) тип и характеристики тестового сигнала;

d) положение испытуемого относительно громкоговорителя (громкоговорителей);

e) шкала измерения уровня сигнала (для уровня прослушивания или для уровня звукового давления);

f) нижняя граница диапазона измерения порогового уровня прослушивания (обусловленная фоновым шумом), если она отлична от 0 дБ;

g) средства обтурации контралатерального уха (если применялись).

Для скрининговых испытаний указывают также скрининговые уровни тестового сигнала.

11.2 Аппаратура с градуировкой шкалы для измерений уровня прослушивания

Если шкала аудиометра градуирована для измерений уровней прослушивания, то результаты аудиометрических испытаний в звуковом поле представляют либо в виде таблицы, либо в виде аудиограммы согласно ИСО 8253-1 (раздел 10). Примеры аудиограмм и применяемых на ней символов приведены в приложении А. На аудиограмме указывают вид звукового поля, для которого она была полу-

чена. Приводят всю необходимую информацию, связанную с примененными маскирующими шумами или средствами обтурации контралатерального уха.

11.3 Аппаратура с градуировкой шкалы для измерений уровня звукового давления

Если шкала аудиометра градуирована для измерений уровней звукового давления, то результаты аудиометрических испытаний в звуковом поле представляют либо в виде таблицы, либо графически, например, как показано в приложении А.

Масштабы осей абсцисс и ординат рекомендуется использовать те же, что и при построении аудиограммы по 11.2.

12 Обслуживание и калибровка аудиометрической аппаратуры

12.1 Общие положения

Достоверные результаты аудиометрических испытаний могут быть получены только при условии применения калиброванных средств измерений. Порядок обслуживания, проверки и калибровки аудиометрической аппаратуры включает в себя три этапа:

a) этап А — регулярный контроль и проверки функционирования;

b) этап В — периодический инструментальный контроль (поверка);

c) этап С — основные калибровки.

12.2 Временные интервалы между проверками

В настоящем разделе приведены примерные временные интервалы между проверками, которые рекомендуется соблюдать, пока опыт работы с аудиометрической аппаратурой не покажет целесообразность их изменения.

Рекомендуется проверки этапа А выполнять еженедельно, а измерения уровня звукового давления в контрольной точке с применением данной аппаратуры — с интервалом не более трех месяцев. Периодический инструментальный контроль (этап В) рекомендуется осуществлять с интервалом от трех до шести месяцев. При условии соблюдения рекомендаций и сроков в отношении проверок по этапу А и с учетом накопленного опыта работы с конкретной аппаратурой в конкретных условиях ее применения допускается указанный интервал увеличить, но он не должен превышать 12 месяцев.

При соблюдении рекомендаций для этапов А и В в проведении регулярных калибровок аудиометрической аппаратуры (этап С) необходимости нет. Такие калибровки необходимы только в случае серьезных повреждений аппаратуры, при выявлении ошибок в ее работе или когда после долгого периода эксплуатации появились сомнения в том, что характеристики аппаратуры продолжают оставаться в пределах допуска. Тем не менее проводить калибровку аппаратуры следует после каждых пяти лет ее эксплуатации.

12.3 Регулярный контроль и проверка функционирования

Цель регулярного контроля аппаратуры заключается в том, чтобы убедиться, насколько это возможно, в ее правильном функционировании и в отсутствии явных свидетельств изменения ее метрологических характеристик. Фоновый шум при проведении проверок по этапу А не должен быть существенно выше того, что наблюдается в условиях применения аппаратуры.

Этап А включает в себя следующие процедуры:

a) осуществляют чистку и осмотр аудиометра и всех принадлежностей. Разъемы и провода проверяют на наличие признаков износа или повреждений. При обнаружении таких признаков соответствующие элементы подлежат замене;

b) оборудование включают и прогревают в течение требуемого времени. Если изготовителем не установлен период прогрева, то его принимают равным 5 мин. Выполняют все регулировки и настройки оборудования, предписанные изготовителем;

c) проверяют правильность и точность идентификации положения контрольной точки;

d) субъективно оценивают выходной сигнал аудиометра и соблюдение требований к фоновому шуму по обнаружению «едва слышимых» тонов оператором, обладающим хорошим слухом с известными значениями порогового уровня прослушивания. Проверку выполняют для тестовых сигналов всех видов. Рекомендуется, чтобы данная процедура каждый раз проводилась с участием одного и того же оператора;

e) на более высоких уровнях тестового сигнала (например, с уровнем прослушивания 60 или 70 дБ или с эквивалентным уровнем звукового давления) субъективно оценивают правильность рабо-

ты аппаратуры на всех режимах и для всех применяемых тестовых сигналов, включая отсутствие искажений, щелчков переключения и т. п.;

f) прослушивают тестовые сигналы на низких уровнях для выявления признаков шума, гудения или других нежелательных звуков как от самого аудиометра, так и от внешних источников. Проверяют способность аттенюаторов усиливать сигнал во всем диапазоне измерений. Проверяют отсутствие слышимого воздушного шума от аппаратуры в том месте, где при аудиометрических испытаниях должен находиться испытуемый;

g) проверяют правильность работы системы сигнализации, передающей реакцию испытуемого, а также работу системы речевой связи с испытуемым.

12.4 Периодические инструментальные проверки

В ходе периодических инструментальных проверок проводят измерения, результаты которых сравнивают с требованиями соответствующих стандартов. Применяя тональные сигналы, измеряют:

a) частоты тестовых сигналов;

b) уровни звукового давления в контрольной точке;

c) шаги изменения уровня сигнала аттенюаторами (в значимой части диапазона измерения);

d) коэффициент гармонических искажений;

e) уровни маскирующего шума;

Инструментальные проверки, указанные в перечислениях a)—d), с тестовыми сигналами других видов требуют применения оборудования для спектрального анализа и выполняются только в случае предполагаемой неправильности работы оборудования.

Уровни звукового давления измеряют шумомером класса 1 по МЭК 61672-1.

Перед проведением инструментальных проверок выполняют процедуры контроля этапа А.

12.5 Основные калибровки

Основные калибровки проводят для подтверждения того, что аудиометрическая аппаратура, звуковое поле и фоновый шум соответствуют установленным требованиям.

Основные калибровки и измерения характеристик звукового поля (см. раздел 5) выполняют при изменении акустических характеристик испытательного помещения, например, вследствие изменения положения элементов обстановки, оборудования или источников шума.

Приложение А
(справочное)

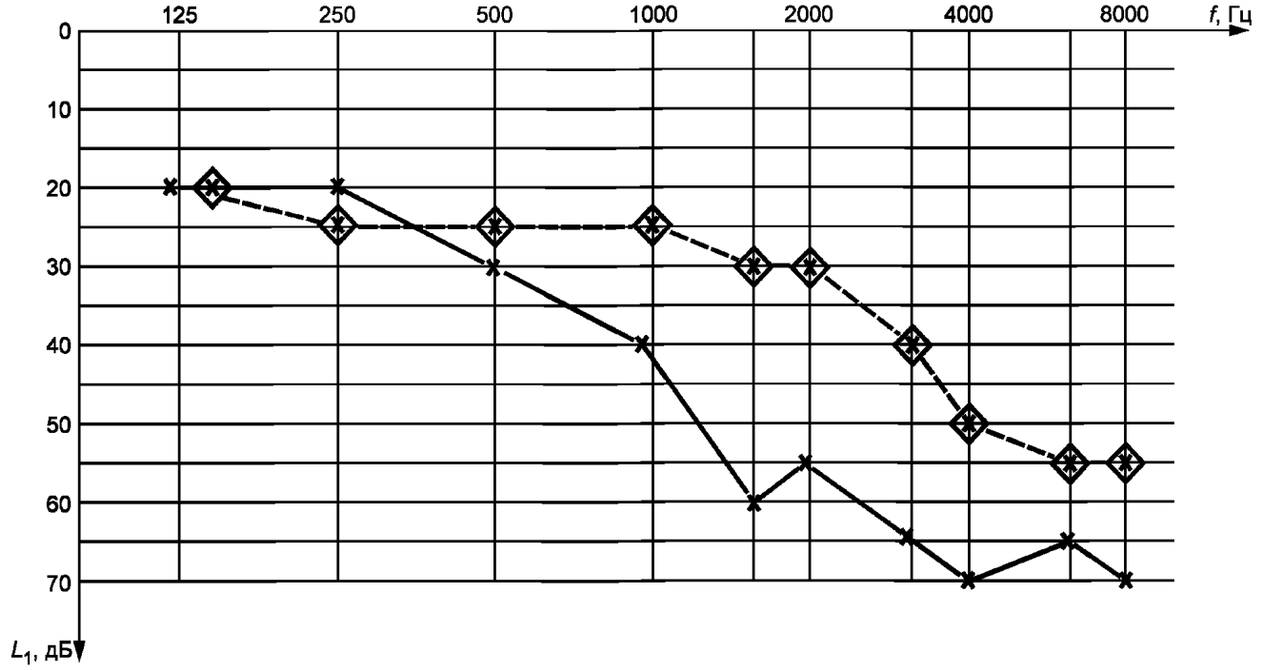
Графическое представление результатов испытаний

Примеры графического представления результатов аудиометрии в звуковом поле приведены на рисунках А.1 и А.2.

Если результаты представляют в виде аудиограммы, то на ней должны быть указаны тип звукового поля и другие условия испытаний. Пороговые уровни прослушивания на аудиограммах рекомендуется отмечать символами, приведенными в таблице А.1.

Таблица А.1 — Символы для графического представления пороговых уровней прослушивания

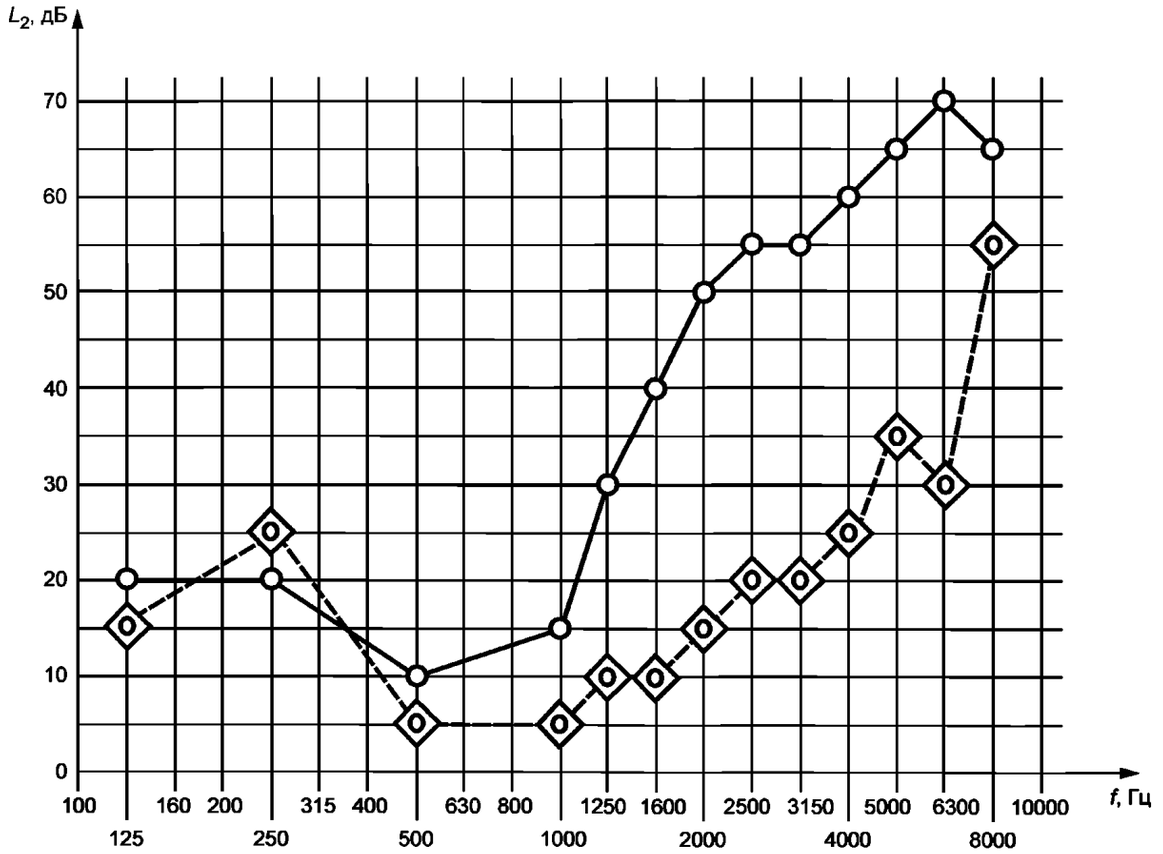
Вид испытания	Символ
Моноауральное, левое ухо, без слухового аппарата	
Моноауральное, правое ухо, без слухового аппарата	
Бинауральное, без слухового аппарата	
Моноауральное, левое ухо, со слуховым аппаратом	
Моноауральное, правое ухо, со слуховым аппаратом	
Бинауральное, со слуховым аппаратом	



f — частота; L_1 — пороговый уровень прослушивания; — моноауральное, левое ухо, без слухового аппарата;

— моноауральное, левое ухо, со слуховым аппаратом

Рисунок А.1 — Пороговые уровни прослушивания



f — частота; L_2 — пороговый уровень звукового давления; — моноауральное, правое ухо, без слухового аппарата;

— моноауральное, правое ухо, со слуховым аппаратом

Рисунок А.2 — Пороговые уровни звукового давления

Приложение В
(справочное)

Поправки для углов падения звуковой волны 45° и 90°

По разным причинам в ряде случаев аудиометрию в звуковом поле проводят в условиях применения громкоговорителей, когда направление падения звуковой волны отличается от 0°. Обзор практики показал, что зачастую угол падения составляет 45° или 90°. В таблице В.1 приведены поправки к уровням звукового давления для частот от 125 до 12500 Гц при углах падения волны 45° и 90° (по материалам [3]).

Таблица В.1 — Поправки к уровням звукового давления для уха, ближнего к громкоговорителю

Частота тестового сигнала, Гц	Поправки, дБ, для разных углов падения звуковой волны[a)]	
	45°	90°
125	0,5	1
160	1	1,5
200	1	1,5
250	1	2
315	1,5	2,5
400	2,5	3,5
500	3	4,5
630	3,5	5
800	3,5	5
1000	4	5,5
1250	4	6
1500	3,5	5
1600	3,5	4,5
2000	3	2
2500	3,5	2
3000	5	2,5
3150	5	2
4000	4	–0,5
5000	6	4
6000	7,5	9,5
6300	7,5	10
8000	5,5	8,5
10000	4,5	6
12500	1,5	8

[a)] Округленные с точностью до 0,5 дБ.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным национальным стандартам Российской Федерации

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
ИСО 226	IDT	ГОСТ Р ИСО 226—2009 «Акустика. Стандартные кривые равной громкости»
ИСО 266	—	*1)
ИСО 389-7	IDT	ГОСТ Р ИСО 389-7—2011 «Государственная система обеспечения единства измерений. Акустика. Опорный нуль для калибровки аудиометрической аппаратуры. Часть 7. Опорный порог слышимости при прослушивании в условиях свободного и диффузного звуковых полей»
ИСО 389-5	IDT	ГОСТ Р ИСО 389-5—2011 «Государственная система обеспечения единства измерений. Акустика. Опорный нуль для калибровки аудиометрической аппаратуры. Часть 5. Опорные эквивалентные пороговые уровни звукового давления чистых тонов в диапазоне частот от 8 до 16 кГц»
ИСО 8253-1:2010	IDT	ГОСТ Р ИСО 8253-1—2012 «Акустика. Методы аудиометрических испытаний. Часть 1. Тональная пороговая аудиометрия по воздушной и костной проводимости»
МЭК 60581-7	—	*
МЭК 60645-1:2001	—	*
МЭК 61672-1	MOD	ГОСТ Р 53188.1—2008 (МЭК 61672-1:2002) «Шумомеры. Часть 1. Технические требования»

[1] Действует ГОСТ 12090—80 «Частоты для акустических измерений. Предпочтительные ряды».

* Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта. Перевод данного международного стандарта находится в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов.

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

- IDT — идентичные стандарты;
- MOD — модифицированные стандарты.

Библиография

[1] ARLINGER, S.D., JERLVALL, L.B. Reliability in warble tone sound field audiometry. Scand. Audiol. 1987, 16, pp. 21—27

[2] MORGAN, D.E., DIRKS, D.D., BOWER, D.R. Suggested threshold sound pressure levels for frequencymodulated (warble) tones in the sound field. J. Speech Hear. Disord. 1979, 44, pp. 37—54

[3] SHAW, E.A.G., VAILLANCOURT, M.M. Transformation of sound pressure level from the free field to the eardrum presented in numerical form. J. Acoust. Soc. Am. 1985, 78, pp. 1120—23

[4] WALKER, G., DILLON, H., BYRNE, D. Sound field audiometry: Recommended stimuli and procedures. Ear Hear. 1984, 5, pp. 13—21

УДК 534.7:612.85:006.354 ОКС 13.140 Т34

Ключевые слова: аудиометрия, испытания, звуковое поле, пороговый уровень прослушивания, пороговый уровень звукового давления

Редактор *Б.Н. Колесов*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *В.И. Варенцова*
Компьютерная верстка *О.Д. Черепковой*

Сдано в набор 02.07.2014. Подписано в печать 30.07.2014. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 1,80. Тираж 74 экз. Зак. 2797.

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru