ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО 11904-1— 2017

Акустика

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ БЛИЗКО РАСПОЛОЖЕННЫХ К УХУ ИСТОЧНИКОВ ЗВУКА

Часть 1

Метод с использованием микрофона внутри уха

**(ISO 11904-1:2002,
Acoustics — Determination of sound immission from sound sources placed close to the ear — Part 1: Technique using a microphone in a real ear (MIRE technique), IDT)**

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2019

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

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

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 358 «Акустика»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 октября 2017 г. № 1436-ст

4 Настоящий стандарт идентичен стандарту ИСО 11904-1:2002 «Акустика. Определение излучения близко расположенных к уху источников звука. Часть 1. Способ с использованием микрофона в реальном ухе (способ MIRE)» (ISO 11904-1:2002 «Acoustics — Determination of sound immission from sound sources placed close to the ear — Part 1: Technique using a microphone in a real ear (MIRE technique», IDT).

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

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

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

6 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Март 2019 г.

*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, 2002 — Все права сохраняются
© Стандартинформ, оформление, 2017, 2019

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 Сущность метода измерений 3
5 Средства измерений 3
6 Испытуемые 3
7 Использование микрофонов в слуховом канале 4
8 Определение корректированного по *A* эквивалентного сопряженного уровня звукового давления в свободном или диффузном поле 5
9 Частотные характеристики уха в свободном или диффузном поле в зависимости от положения точки измерения 6
10 Определение частотных характеристик уха в свободном или диффузном поле 7
11 Протокол испытаний 9
Приложение А (справочное) Примеры источников неопределенности измерения 10
Приложение В (справочное) Пример анализа неопределенности 16
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным и межгосударственным стандартам 18
Библиография 19

Введение

Серия стандартов ИСО 11904 устанавливает методы определения характеристик излучения расположенных вблизи уха источников звука. В таких ситуациях уровень звукового давления, измеренный в месте нахождения испытуемого лица (но в его отсутствии), неадекватно представляет звуковое воздействие на испытуемого.

Для надлежащей оценки звукового воздействия выполняют измерения на ухе с последующим преобразованием результатов измерений в соответствующий уровень звука в свободном или диффузном поле. Результат представляют в виде эквивалентного корректированного по характеристике *A* сопряженного уровня звукового давления свободного $L_{FF,H,A_{eq}}$ или диффузного $L_{DF,H,A_{eq}}$ поля в случае применения ИСО 11904-1 и свободного $L_{FF,M,A_{eq}}$ или диффузного $L_{DF,M,A_{eq}}$ поля в случае применения ИСО 11904-2.

В ИСО 11904-1 установлен метод измерения с помощью миниатюрного микрофона или микрофона-зонда, вставляемых в уши испытуемого лица (microphone in real ear, MIRE technique — «микрофон внутри уха», метод MIRE). ИСО 11904-2 устанавливает метод измерений при помощи манекена, имитирующего голову и уши человека, в которые вставляют микрофоны (метод с использованием манекена).

ИСО 11904 может применяться при испытаниях оборудования и для определения шумового воздействия на рабочем месте от источников, расположенных в непосредственной близости от уха. Примерами объектов, на которые распространяется стандарт, являются наушники, используемые для воспроизведения музыки или речи на рабочем месте или во время досуга, строительные пистолеты, применяемые близко к голове, и совокупное воздействие внешнего звукового поля и других источников звука, расположенных близко к органам слуха.

При испытаниях оборудования (например, портативных плееров или противошумных наушников со встроенными средствами радиосвязи), должны использоваться специальные испытательные сигналы, пригодные для оборудования конкретного вида. В ИСО 11904 не устанавливаются требования ни к испытательным сигналам, ни к режиму работы такого оборудования, но это может быть установлено другими стандартами.

При измерениях, выполняемых на рабочем месте в реальных условиях, идентифицируют все источники шума, дающие вклад в измеряемое звуковое давление. Режимы работы машин и оборудования могут быть установлены в других стандартах.

Обе части ИСО 11904 имеют целью измерение среднего для всех людей уровня звука в слуховом канале относительно свободного или диффузного поля. ИСО 11904-1 достигает этой цели путем определения среднего значения по совокупности испытуемых, тогда как ИСО 11904-2 — при измерениях с помощью манекена, который предназначен для моделирования акустического воздействия на среднестатистического взрослого человека. Однако эти два метода имеют разную неопределенность измерения, которая может повлиять на выбор метода. Лишь метод измерений по ИСО 11904-1 дает результаты, учитывающие индивидуальные различия испытуемых. Информация о неопределенности измерения приведена в приложениях А и В.

При использовании метода MIRE для измерения уровня звука от наушников, вставляемых в ушную раковину или слуховой канал, на практике могут возникнуть проблемы с позиционированием микрофона в слуховом канале. При использовании манекена наушник должен быть соединен с ушной раковиной, входом в слуховой канал и с имитатором слухового канала способом, максимально точно моделирующим контакт наушника с ухом человека. В случае, когда наушник или другие объекты прижимают к ушной раковине, возможное отклонение жесткости или формы ушной раковины манекена от соответствующих параметров уха человека может оказать существенное влияние на результаты измерений и может даже сделать их недействительными.

Перечень различий обеих частей ИСО 11904 приведен в таблице 0.1.

Таблица 0.1 — Различия метода MIRE и метода с использованием манекена

Параметр	ИСО 11904-1	ИСО 11904-2
Метод	С использованием микрофона в ухе человека (метод MIRE)	С использованием манекена

Окончание таблицы 0.1

Параметр	ИСО 11904-1	ИСО 11904-2
Ограничения метода	С наушниками, вставляемыми в ушную раковину или слуховой канал, на практике могут возникнуть проблемы с позиционированием микрофона в слуховом канале	Если ушная раковина манекена отличается от уха человека по форме или жесткости, то надлежащее соединение источника звука не всегда может быть обеспечено. В некоторых случаях испытуемый, находящийся в пределах опасной зоны, не может быть заменен манекеном, например, на месте эксплуатации создающего шум оборудования.
Основные факторы, влияющие на точность метода	Число лиц, подвергающихся испытанию. При использовании табличных значений $\Delta L_{FF,H}$ или $\Delta L_{DF,H}$: - калибровка микрофона в слуховом канале; - точность позиционирования микрофона в слуховом канале. Когда $\Delta L_{FF,H}$ или $\Delta L_{DF,H}$ определяют индивидуально: - качество опорного звукового поля; - стабильность чувствительности и частотной характеристики микрофона, а также его позиционирование в слуховом канале	Адекватность параметров манекена параметрам человека. Калибровка манекена
Частотный диапазон	от 20 до 16 кГц	от 20 до 10 кГц

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Акустика

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ БЛИЗКО РАСПОЛОЖЕННЫХ К УХУ ИСТОЧНИКОВ ЗВУКА

Часть 1

Метод с использованием микрофона внутри уха

Acoustics. Determination of sound immission from sound sources placed close to the ear.
Part 1. Technique using a microphone in a real ear

Дата введения — 2018—12—01

1 Область применения

1.1 Общие положения

Настоящий стандарт устанавливает методы измерения параметров излучения близко расположенных к уху источников звука. Измерения выполняют с помощью миниатюрных микрофонов или микрофонов-зондов, вставляемых в слуховой канал испытуемых. Измеренные величины преобразуют затем в соответствующие уровни звукового давления в свободном или в диффузном поле. Результаты приводятся в виде корректированных по частотной характеристике *A* (далее — корректированных по *A*) эквивалентных сопряженных уровней звукового давления свободного или диффузного поля. Метод измерения называют MIRE (microphone-in-real-ear technique).

Настоящий стандарт применяют для оценки воздействия звука близко расположенные к уху источников, например, вставных наушников или противошумных наушников со встроенными средствами связи, используемых при испытаниях шумного оборудования или на рабочем месте.

Методы настоящего стандарта применимы в диапазоне частот от 20 Гц до 16 кГц.

2 Нормативные ссылки

Для применения настоящего стандарта необходимы следующие ссылочные стандарты. Для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного стандарта, для недатированных — последнее издание (включая все изменения к нему):

ISO 8253-2:1992, Acoustics — Audiometric test methods — Part 2: Sound field audiometry with pure tone and narrow-band test signals (Акустика. Методы аудиометрических испытаний. Часть 2. Аудиометрия в звуковом поле с использованием чистых тонов и узкополосных испытательных сигналов)

IEC 60065, Audio, video and similar electronic apparatus — Safety requirements (Аудио-, видео- и аналогичная электронная аппаратура. Требования безопасности)

IEC 60268-7:1996, Sound system equipment — Part 7: Headphones and earphones (Оборудование звуковых систем. Часть 7. Головные телефоны и наушники)

IEC 60601-1, Medical electrical equipment — Part 1: General requirements for safety (Оборудование медицинское электрическое. Часть 1. Общие требования безопасности)

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

IEC 61094-1, Measurement microphones — Part 1: Specifications for laboratory standard microphones (Микрофоны измерительные. Часть 1. Технические условия на лабораторные эталонные микрофоны)

IEC 61260, Electroacoustics — Octave-band and fractional-octave-band filters (Электроакустика. Фильтры полосовые октавные и на доли октавы)

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

Издание официальное

GUM:1993, Guide to the expression of uncertainty in measurement. BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML [Руководство по выражению неопределенности измерений (GUM:1995), BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML]

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **точка измерения (в слуховом канале)** (ear canal measurement position): Место в слуховом канале, где измеряют звуковое давление.

3.2 **уровень звукового давления в слуховом канале L_{ear}** (ear canal sound pressure level): Эквивалентный уровень звукового давления, измеренный в точке измерения в слуховом канале.

Примечание — При измерении воздействия испытуемого источника звука применяют обозначение $L_{ear,exp}$. При необходимости измерения воздействия в опорном звуковом поле для определения частотной характеристики уха в свободном или диффузном звуковом поле в соответствии с разделом 10 применяют обозначения $L_{ear,FF}$ и $L_{ear,DF}$ соответственно. При измерении в третьоктавных полосах частот со среднегеометрическими частотами f применяют обозначения $L_{ear,exp,f}$, $L_{ear,FF,f}$, $L_{ear,DF,f}$.

3.3 **частотная характеристика уха (человека) в свободном поле $\Delta L_{FF,H,f}$** (human free-field frequency response): Разность следующих величин как функция среднегеометрической частоты октавных полос:

- уровня звукового давления в точке измерения в слуховом канале, когда испытуемый обращен лицом к фронту плоской звуковой волны, и
- уровня звукового давления того же звукового поля в отсутствии испытуемого.

Примечание 1 — Частотная характеристика уха в свободном поле идентична амплитуде коэффициента передачи головы человека (HRTF) при фронтальном падении звуковой волны.

Примечание 2 — Определение применимо к одному человеку или группе лиц.

3.4 **частотная характеристика уха (человека) в диффузном поле $\Delta L_{DF,H,f}$** (human diffuse-field frequency response): Разность следующих величин как функция среднегеометрической частоты октавных полос:

- уровня звукового давления в точке измерения в слуховом канале, когда испытуемый находится в диффузном звуковом поле, и
- уровня звукового давления того же звукового поля в отсутствии испытуемого.

Примечание — Определение применимо к одному человеку или группе лиц.

3.5 **сопряженный уровень звукового давления свободного поля $L_{FF,H}$** (free-field related sound pressure level): Уровень звукового давления фронтально воздействующей на испытуемого плоской звуковой волны, которая создает уровень звукового давления в слуховом канале $L_{ear,exp}$.

Примечание — Определение применимо как для отдельных частот, так и для полос частот, как для экспоненциально усредненных, так и для линейно усредненных уровней с заданным временем усреднения и т. п., например «корректированный по A эквивалентный сопряженный уровень звукового давления свободного поля» (сопряженный уровень $L_{H,Aeq}$ свободного поля сокращенно обозначают $L_{FF,H,Aeq}$).

3.6 **сопряженный уровень звукового давления диффузного поля $L_{DF,H}$** (free-field related sound pressure level): Уровень звукового давления воздействующего на испытуемого диффузного звукового поля, который создает уровень звукового давления в слуховом канале $L_{ear,exp}$.

Примечание — Определение применимо как для отдельных частот, так и для полос частот, как для экспоненциально усредненных, так и для линейно усредненных уровней с заданным временем усреднения и т. п., например «корректированный по A эквивалентный сопряженный уровень звукового давления диффузного поля» (сопряженный с $L_{H,Aeq}$ уровень диффузного поля сокращенно обозначают $L_{DF,H,Aeq}$).

3.7 **открытый слуховой канал** (open ear canal): Слуховой канал, в котором посторонние объекты (такие как микрофон, элементы его крепления и электрические проводники) занимают менее 5 мм^2 площади сечения в любой точке вдоль слухового канала.

3.8 **закрытый слуховой канал** (blocked ear canal): Слуховой канал, в котором инородное тело (например, слуховой вкладыш) занимает общую площадь поперечного сечения в некоторой точке вдоль слухового канала.

3.9 **частично закрытый слуховой канал** (partly blocked ear canal): Слуховой канал, который не является ни полностью открытым, ни закрытым одновременно.

4 Сущность метода измерений

Для измерения звукового давления миниатюрные микрофон или микрофон-зонд помещают в точку измерения слухового канала. Субъект подвергают воздействию требуемого источника звука, измеряя в третьоктавных полосах частот эквивалентный уровень звукового давления в слуховом канале $L_{ear,exp,f}$.

Для получения соответствующего сопряженного уровня звукового давления в третьоктавной полосе частот свободного или диффузного поля измеренный уровень в третьоктавной полосе частот корректируют, используя частотную характеристику уха в свободном $\Delta L_{FF,H,f}$ или диффузном $\Delta L_{DF,H,f}$ поле. Полученные для третьоктавных полос уровни подвергают частотной коррекции по характеристике A, затем энергетически суммируют для получения эквивалентных сопряженных уровней звукового давления свободного $L_{FF,H,Aeq}$ и диффузного $L_{DF,H,Aeq}$ поля.

Измерения выполняют для одного или обоих ушей испытуемого одновременно, используют частотную характеристику уха в свободном или диффузном поле, приведенные в разделе 9, или определяют их для каждого отдельного испытуемого лица и каждого его уха как описано в разделе 10.

Примечание — Точность конечного результата зависит от нескольких параметров, например, от положения точки измерения в слуховом канале, от числа испытуемых и от метода получения частотной характеристики уха в свободном или диффузном поле (по разделам 9 или 10).

5 Средства измерений

5.1 Микрофон для измерений в слуховом канале

Звуковое давление в слуховом канале измеряют с помощью микрофона одного из следующих типов:

- миниатюрного микрофона, помещаемого в слуховой канал;
- микрофона-зонда, состоящего из размещенного снаружи уха микрофона, оснащенного трубкой зонда, помещаемой в слуховой канал. Для предотвращения повреждения барабанной перепонки и кожи слухового канала трубка должна быть изготовлена из мягкого материала.

Кривая чувствительности миниатюрного или микрофона-зонда по звуковому давлению не должна содержать явно выраженных резонансов и это должно быть известно заранее, за исключением ситуаций, описанных в 10.9. Кривая чувствительности должна быть проверена путем сравнения с калиброванным микрофоном давления, отвечающего требованиям МЭК 61094-1.

В ушной раковине микрофон (включая элементы его крепления и электрические проводники) должен занимать площадь не более 10 мм^2 в любой плоскости.

5.2 Микрофон опорного поля

Когда определены частотные характеристики уха в свободном или диффузном поле ($\Delta L_{FF,H}$ или $\Delta L_{DF,H}$) как описано в разделе 10, для определения уровня звукового давления в опорном поле в отсутствии испытуемого используют микрофон опорного поля. Микрофон и другое подключаемое оборудование должно соответствовать требованиям стандарта МЭК 61672-1 для шумомеров 1-го класса и иметь известные частотные характеристики в свободном или диффузном поле.

5.3 Проверка калибровки

Калибровка микрофона и средств измерений должна быть надлежащим образом проверена. Для микрофона опорного поля это должно быть сделано с помощью акустического калибратора 1-го класса по МЭК 60942.

5.4 Фильтры

Анализ сигналов должен выполняться с помощью третьоктавных фильтров 1-го класса по МЭК 61260.

6 Испытуемые

В качестве испытуемых подходят люди без признаков воспалительных или других заболеваний наружного и среднего уха. Для измерений в открытом слуховом канале выбирают испытуемых без дефектов

барабанной перепонки, слуховой канал которых не является слишком узким, плоским или сильно изогнутым. Если ушная сера в слуховом канале препятствует измерениям, ее удаляют. Все необходимые действия по подготовке испытуемых и их выбору должны быть выполнены квалифицированным специалистом.

7 Использование микрофонов в слуховом канале

7.1 Выбор точки измерения в слуховом канале

Точка измерения должна быть выбрана между входом в слуховой канал и барабанной перепонкой, или, в случае заблокированного слухового канала, между входом и блокирующим вкладышем, ближе к центральной оси канала.

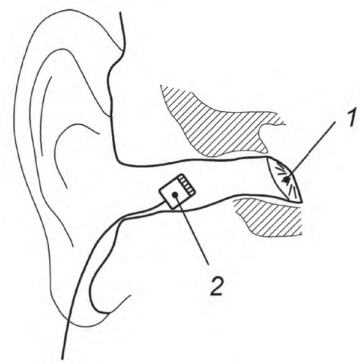
Если для частотных характеристик уха в свободном или диффузном поле применять данные из таблицы 1, возможен выбор только трех точек измерения звукового давления, как указано в разделе 9.

Для каждого испытуемого точка измерения может быть выбрана независимо от других испытуемых.

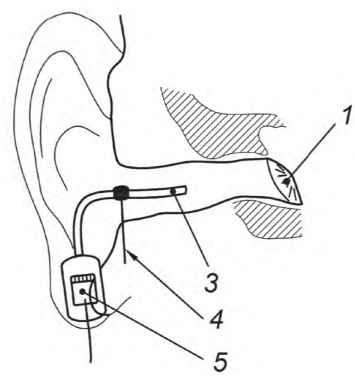
Примечание — Для гарнитуры или наушников, занимающих много пространства снаружи непосредственно перед входом в слуховой канал, для заблокированного или частично заблокированного слухового канала метод измерений может иметь пониженную точность, если излучение испытуемого источника звука имеет значительные узкополосные составляющие на частотах свыше 3 кГц.

Из-за риска повреждения барабанной перепонки точки измерения, расположенные близко к ней, должны выбираться только квалифицированным специалистом при использовании микрофона-зонда с мягким пластиковым зондом.

Примеры надлежащего выбора точки измерения проиллюстрированы на рисунке 1.

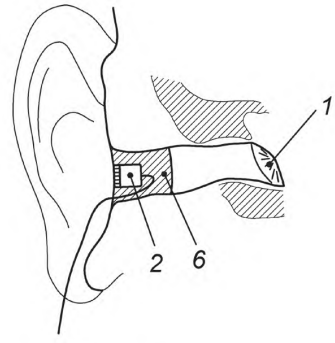


a) миниатюрный микрофон в открытом слуховом канале



b) микрофон-зонд в открытом слуховом канале

Рисунок 1 — Примеры ушных микрофонов и их установки (Лист 1)



c) миниатюрный микрофон в блокированном слуховом канале

1 — барабанная перепонка; *2* — миниатюрный микрофон; *3* — зонд; *4* — элемент крепления; *5* — микрофон зонда; *6* — ушной вкладыш

Рисунок 1 — (Лист 2)

7.2 Установка микрофонов

Стабильное положение микрофона должно быть обеспечено с помощью элементов крепления. Для этого обычно применяют гибкие микрофонные провода или гибкий зонд. Надежности крепления следует уделить особое внимание, если испытуемый носит наушники, гарнитуру или эксплуатирует шумное оборудование. Микрофон, элементы его крепления и электрические проводники не должны создавать утечку звука между наушником и ухом. Звуковое поле должно оставаться практически невозмущенным.

Для крепления электрических проводников и трубки зонда рекомендуется использовать медицинский пластырь и клей.

В случае использования микрофона-зонда необходимо удостовериться в отсутствии зажима трубки зонда при измерении.

Примечание — Если в качестве точки измерения выбран вход в заблокированный слуховой канал, то целесообразно поместить микрофон в отверстие в наушнике или в блокирующем вкладыше в слуховом канале (рисунок 1c).

7.3 Безопасность

Микрофон должен быть вставлен и закреплен в слуховом канале таким образом, чтобы избежать возможности какого-либо повреждения слуха испытуемого. В особенности следует исключить возможность повреждения органа слуха при внезапных движениях головы испытуемого. По требованиям безопасности следует исключить глубокое введение микрофона в слуховой канал.

Если электрические проводники вводятся в ушную раковину, то должны соблюдаться специальные требования электробезопасности по МЭК 60065 и МЭК 60601-1.

Рекомендуется заручиться экспертной оценкой квалифицированного специалиста относительно безопасности используемых для измерения микрофонов и способа их установки. Гигиенические требования безопасного использования оборудования также должны быть установлены квалифицированным специалистом.

Если во время измерений испытуемый подвергается воздействию потенциально опасных уровней звука, выбирают вариант измерений с заблокированным ушным каналом, при условии, что ушные вкладыши ослабляют шум до безопасного уровня.

8 Определение корректированного по *A* эквивалентного сопряженного уровня звукового давления в свободном или диффузном поле

8.1 Измерение уровня звукового давления в слуховом канале

При воздействии на испытуемое лицо звука испытуемого источника измеряют третьоктавный уровень звукового давления в выбранной точке измерения с помощью миниатюрного микрофона или

микрофона-зонда, установленного как это описано в разделе 7. Частотный диапазон измерений должен включать в себя все существенные для целей измерений частоты, и, кроме того, в каждой третьоктавной полосе частот отношение сигнала к шуму должно быть не менее 10 дБ.

Длительность измерений должна обеспечивать получение достоверных результатов о звуковом воздействии. Для третьоктавной полосы со среднегеометрической частотой f длительность измерения должна удовлетворять следующим условиям

$$t \geq \frac{5000}{f} \text{ с (для } f \leq 2) \text{ кГц и}$$

$$t \geq 2{,}5 \text{ с (для } f > 2) \text{ кГц.}$$

Примечание — Условия на длительность измерений приведено для постоянного широкополосного шума. Для шумов другого вида длительность измерений выбирают, исходя из ограничений на величину неопределенности измерений.

Уровень звукового давления в третьоктавной полосе корректируют на частотную характеристику микрофона. В некоторых случаях такая коррекция может не проводиться (см. 10.9).

Полученный в результате воздействия звука испытуемого источника третьоктавный уровень звукового давления в слуховом канале обозначают $L_{ear,exp,f}$.

8.2 Оценка сопряженного уровня звукового давления свободного или диффузного поля

Для получения третьоктавных сопряженных уровней звукового давления свободного $L_{FF,H,f}$ или диффузного $L_{DF,H,f}$ поля следует уменьшить уровень звукового давления в слуховом канале $L_{ear,exp,f}$ на соответствующие частотные характеристики уха в свободном или диффузном поле $\Delta L_{FF,H,f}$ и $\Delta L_{DF,H,f}$:

$$L_{FF,H,f} = L_{ear,exp,f} - \Delta L_{FF,H,f}, \quad (1)$$

$$L_{DF,H,f} = L_{ear,exp,f} - \Delta L_{DF,H,f}, \quad (2)$$

где $\Delta L_{FF,H,f}$ или $\Delta L_{DF,H,f}$ следует выбрать согласно разделу 9 или определить в соответствии с разделом 10 отдельно для каждого испытуемого лица и каждого его уха.

8.3 Коррекция по частотной характеристике *A*

Корректированный по *A* эквивалентный сопряженный уровень звукового давления свободного или диффузного поля рассчитывают с использованием значений A_f частотной характеристики *A* в третьоктавных полосах частот, приведенных в МЭК 61672-1, по следующим формулам:

$$L_{FF,H,Aeq} = 10\lg\left[\sum_f 10^{(L_{FF,H,f} + A_f)/10}\right], \quad (3)$$

$$L_{DF,H,Aeq} = 10\lg\left[\sum_f 10^{(L_{DF,H,f} + A_f)/10}\right]. \quad (4)$$

9 Частотные характеристики уха в свободном или диффузном поле в зависимости от положения точки измерения

Если точка измерения выбрана

a) вблизи барабанной перепонки в открытом слуховом канале;

b) на входе в открытый слуховой канал;

c) на входе в закрытый слуховой канал при блокирующем вкладыше, находящемся вблизи входа в слуховой канал,

то значения частотных характеристик уха следует выбирать из таблицы 1.

10 Определение частотных характеристик уха в свободном или диффузном поле

10.1 Общие положения

Следующая процедура должна применяться для определения частотных откликов в свободном или диффузном поле для каждого отдельного испытуемого лица и каждого его уха, например, если выбраны позиции для измерения звукового давления, не перечисленные в таблице 1.

Таблица 1 — Частотные характеристики уха в свободном и диффузном поле в зависимости от положения точки измерения

Среднегеометрическая частота третьоктавной полосы, Гц	Частотная характеристик уха в свободном поле $\Delta L_{FF,H,f}$			Частотная характеристика уха в диффузном поле $\Delta L_{DF,H,f}$		
	Барабанная перепонка, дБ	Открытый вход, дБ	Закрытый вход, дБ	Барабанная перепонка, дБ	Открытый вход, дБ	Закрытый вход, дБ
≤ 100	0	0	0	0	0	0
125	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
160	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
200	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
250	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
315	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
400	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
500	2,0	1,6	1,7	2,1	1,7	1,7
630	2,3	1,8	1,8	2,8	2,1	2,2
800	3,1	1,3	1,4	3,3	2,5	2,3
1000	2,7	0,6	-0,4	4,1	2,9	2,3
1250	2,9	1,5	1,3	5,5	3,6	3,1
1600	5,8	5,2	4,1	7,7	4,7	3,8
2000	12,4	8,6	6,6	11	6,4	4,4
2500	15,7	9,5	7,1	15,3	8,2	5,9
3150	14,9	7,8	10,1	15,7	5,8	8,1
4000	13,2	5,7	12,8	12,9	3	10,3
5000	8,9	5,6	10,5	10,6	5,1	10
6300	3,1	2,9	2,8	9,4	6,9	7,3
8000	-1,4	-2	-1,2	9,5	5,6	6
10000	-3,8	-5	0,2	6,8	-0,9	3,8
12500	-0,1	5,1	6,1	3,8	1	2
16000	-0,4	2,2	2,4	0,7	-0,9	-0,2

Примечание — Данные для свободного поля: для барабанной перепонки взяты из [5], [6], [7] и [18], для открытого входа из [4] и [5], для закрытого входа из [4], [5], [7], [8] и [9]; для диффузного поля: для барабанной перепонки из [7], [10] и [11], для открытого входа из [4] и [12], для закрытого входа из [4], [8], [9] и [12]. Для частот 800 Гц и выше было взято средневзвешенное по числу испытуемых, ниже 800 Гц — корректировка выполнена по методу [19].

10.2 Принцип измерения

Уровень звукового давления в слуховом канале измеряют при воздействии на испытуемого опорным звуковым полем, которое можно считать плоской звуковой волной, или диффузным полем. Кроме того измеряют уровень звукового давления опорного звукового поля в отсутствии испытуемого, используя микрофон опорного поля (см. пункт 5.2). Разность этих двух уровней равна частотной характеристике уха в свободном или диффузном поле.

10.3 Создание свободного опорного звукового поля

Свободное опорное звуковое поле создают с помощью громкоговорителя, излучающего звук в свободное пространство и установленного к испытуемому фронтально.

Испытательная установка подробно описана в приложениях В.1—В.5 МЭК 60268-7:1996, за исключением того, что испытуемому разрешено стоять. Кроме того, необходимо, чтобы уровни звукового давления в соседних третьоктавных полосах частот отличались не более чем на 3 дБ.

10.4 Создание квазисвободного опорного звукового поля

Если условия, установленные в В.1—В.3 МЭК 60268-7:1996 для свободного звукового поля, не могут быть соблюдены и допустимо некоторое снижение точности, то используют квазисвободное опорное звуковое поле, принцип создания которого описан в ИСО 8253-2:1992 (п. 5.3).

10.5 Создание диффузного опорного звукового поля

Испытательная установка подробно описана в приложениях С.1—С.5 МЭК 60268-7:1996, за исключением того, что испытуемому разрешено стоять. Кроме того, необходимо чтобы уровни звукового давления в соседних третьоктавных полосах частот отличались не более чем на 3 дБ.

10.6 Измерение опорного звукового поля

Уровень звукового давления в контрольной точке (середина линии между входами ушных каналов испытуемого) следует измерять микрофоном опорного поля и анализировать в третьоктавных полосах частот. В каждой полосе отношение сигнал-шум должно быть не менее 10 дБ. Длительность измерений выбирают согласно 8.1.

Измерения должны включать коррекцию на частотную характеристику микрофона в свободном или диффузном поле. Результат измерений обозначают $L_{\mathrm{ref,FF},f}$ для свободного поля и $L_{\mathrm{ref,DF},f}$ для диффузного поля.

10.7 Измерение уровня звукового давления в слуховом канале в опорном звуковом поле

При воздействии на испытуемого опорного звукового поля в каждой точке измерения измеряют уровень звукового давления в третьоктавной полосе частот с помощью миниатюрного микрофона или микрофона-зонда (см. 7).

При измерениях, как с испытуемым источником звука, так и с опорным звуковым полем микрофон или микрофон-зонд должны оставаться в одном и том же положении. В противном случае должно быть гарантировано размещение микрофона практически в том же положении.

Продолжительность измерений определяют в соответствии с 8.1.

Отношение сигнал-шум в каждой третьоктавной полосе должно быть не менее 10 дБ. Если это условие не может быть выполнено одновременно для всего диапазона измерений, то опорное звуковое поле создают в каждой третьоктавной полосе частот, увеличивая уровни звукового давления в свободном и диффузном поле не более чем до 85 дБ.

Измерения должны включать поправку на частотную характеристику микрофона. В некоторых случаях коррекция может быть опущена (см. пункт 10.9).

Результат измерений уровня звукового давления в слуховом канале при воздействии опорного звукового поля обозначают $L_{\mathrm{ear,FF},f}$ в свободном поле или $L_{\mathrm{ear,DF},f}$ в диффузном поле.

10.8 Определение частотных характеристик уха в свободном или диффузном поле

Частотные характеристики уха определяют по формулам:

$$\Delta L_{\mathrm{FF,H},f} = L_{\mathrm{ear,FF},f} - L_{\mathrm{ref,FF},f}, \quad (5)$$

$$\Delta L_{\mathrm{DF,H},f} = L_{\mathrm{ear,DF},f} - L_{\mathrm{ref,DF},f}. \quad (6)$$

Для частот меньше 100 Гц $\Delta L_{FF,H,f}$ и $\Delta L_{DF,H,f}$ принимают равными нулю.

10.9 Допустимые упрощения

Когда один и тот же микрофон или микрофон-зонд используют при измерениях с испытуемым источником звука и опорным звуковым полем, коррекция на частотную характеристику микрофона или микрофона-зонда не требуется (см. 8.1 и 10.7), поскольку она компенсируется в конечном результате. Кроме того, по той же причине не требуется точная калибровка микрофона или микрофона-зонда.

10.10 Дополнительная проверка испытательной установки

Дополнительная и частичная проверка испытательной установки и процедуры измерений может быть проведена путем проверки согласованности уровней звука в соседних третьоктавных полосах частот (дополнительно корректированных по *A*):

a) опорного звукового поля, измеряемого с помощью шумомера, отвечающего требованиям МЭК 61672-1;

b) сопряженных уровней $L_{FF,H,f}$ или $L_{DF,H,f}$ звукового давления поля свободного или диффузного поля, определяемых в соответствии с разделом 8.

11 Протокол испытаний

В протоколе испытаний должна быть представлена как минимум следующая информация:

a) дата и место измерений, ссылка на настоящий стандарт и его разделы, примененные при измерениях, наименование организации, в которой проведены измерения и ответственное лицо за результаты измерений;

b) информация об испытуемом источнике, излучаемом им звуке, режиме его работы, диапазоне частот излучения и т.п.;

c) описание места измерения, его акустические свойства;

d) описание средств измерений, включая информацию о продолжительности измерений, а также дату и место калибровки;

e) описание испытуемых лиц (количество, пол, возраст) и положение точки измерений звукового давления в слуховом канале;

f) описание опорного звукового поля, если применялось;

g) для каждого испытуемого лица и каждого его уха значения величин $L_{ear,FF,f}$, $L_{ear,DF,f}$, $L_{ref,FF,f}$, $L_{ref,DF,f}$, $\Delta L_{FF,H,f}$, $\Delta L_{DF,H,f}$, если они определены по разделу 10 (данные могут быть представлены графически);

h) для каждого испытуемого лица и каждого его уха $L_{ear,exp,f}$, значения величин $L_{FF,H,f}$, $L_{DF,H,f}$, $L_{FF,H,Aeq}$, $L_{DF,H,Aeq}$, данные могут быть представлены графически;

i) среднее значение и стандартное отклонение для $L_{FF,H,Aeq}$ или $L_{DF,H,Aeq}$ для всех ушей испытуемых;

j) оценка неопределенности измерения в соответствии с GUM (примеры приведены в приложении B).

Другая важная информация, которая может повлиять на результат измерения.

Приложение А
(справочное)

Примеры источников неопределенности измерения

А.1 Общие положения

Настоящее приложение идентично в обеих частях ИСО 11904. Неопределенность конечного результата зависит от того, выбран ли метод MIRE (ИСО 11904-1) или способ с использованием манекена (ИСО 11904-2).

Для метода MIRE ключевым вопросом является репрезентативность ограниченной выборки испытуемых всему населению, и способ получения частотных характеристик уха в свободном или диффузном поле (взяты из таблицы 1 или определены индивидуально). Для метода с использованием манекена важна адекватность манекена параметрам среднестатистического человека.

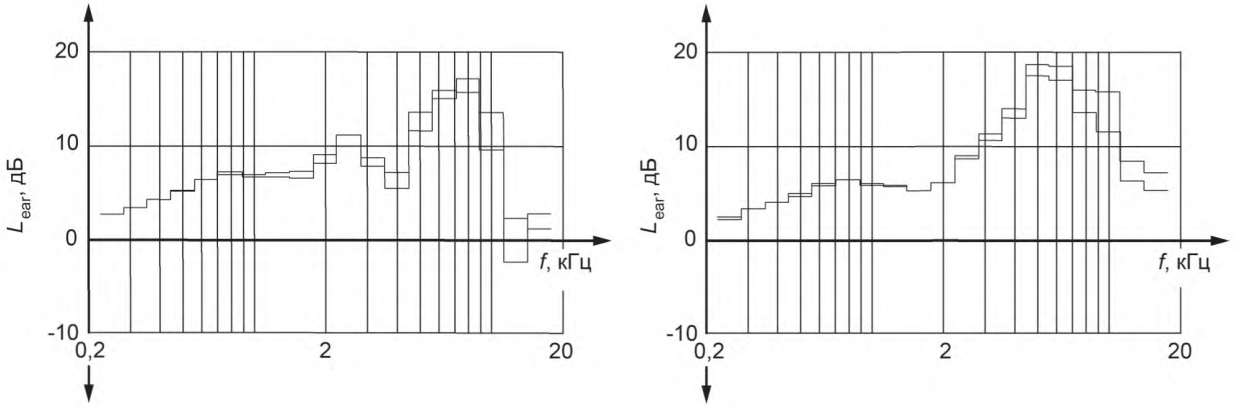
В таблице А.1 приведены некоторые типичные источники неопределенности и их влияние на конечный результат при использовании обеих частей ИСО 11904. Типичные изменения уровней звукового давления, обусловленные представленными источниками неопределенности, приведены в А.2 — А.4. Данная информация может быть полезна для оценки неопределенности измерения и необходимого числа испытуемых для достижения желаемого уровня неопределенности при измерениях по методу MIRE.

Каждая из частей ИСО 11904 содержит отдельное приложение с примером расчета неопределенностей для соответствующего метода.

Формулы и данные в приложениях заимствованы из [19].

А.2 Изменение положения микрофона в слуховом канале

Рисунок А.1 иллюстрирует примеры изменения уровня звукового давления вследствие смещения положения микрофона в слуховом канале.



a) открытый слуховой канал

b) закрытый слуховой канал

Рисунок А.1 — Пример изменения уровня звукового давления, вызванный смещением точки измерения на 3 мм в открытом и закрытом слуховом канале

Таблица А.1 — Типичные источники неопределенности измерения и их влияние в различных ситуациях

Источник неопределенности измерения	ИСО 11904-1, метод MIRE		ИСО 11904-2, метод с использованием манекена
	$\Delta L_{FF,H}$ или $\Delta L_{DF,H}$, выбранный из таблицы	$\Delta L_{FF,H}$ или $\Delta L_{DF,H}$, определенный индивидуально	$\Delta L_{FF,M}$ или $\Delta L_{DF,M}$, выбранный из таблицы
Неточная калибровка микрофона опорного поля или неточные данные, используемые для частотной характеристики	–	+	–

Окончание таблицы А.1

Источник неопределенности измерения	ИСО 11904-1, метод MIRE		ИСО 11904-2, метод с использованием манекена
	$\Delta L_{FF,H}$ или $\Delta L_{DF,H}$, выбранный из таблицы	$\Delta L_{FF,H}$ или $\Delta L_{DF,H}$, определенный индивидуально	$\Delta L_{FF,M}$ или $\Delta L_{DF,M}$, выбранный из таблицы
Неточная калибровка микрофона слухового канала или микрофона манекена или неточные данные для частотной характеристики	+	o	+
Нестабильность чувствительности или частотной характеристики (между измерениями) микрофона слухового канала или микрофона манекена	–	+	–
Неточное позиционирование микрофона в слуховом канале	+ (см. А.2, приложение А)	o	–
Отклонение опорного звукового поля от требуемого	–	+	–
Неадекватность манекена человеку	–	–	+ (см. А.4, приложение А)
Ограниченность объема выборки испытуемых	+ (см. А.3.2, приложение А)	+ (см. А.3.3, приложение А)	–
Нестабильность испытуемого источника звука	+	+	+
+ — прямое влияние на конечный результат; o — отсутствие влияния; – — неприменимость данного пункта.			

А.3 Ограниченность объема выборки испытуемых

А.3.1 Общие положения

Ограниченность числа испытуемых вносит статистическую неопределенность. Она может быть представлена двумя составляющими:

- случайные изменения $L_{ear,exp,f}$ и
- случайные изменения $\Delta L_{FF,H,f}$ или $\Delta L_{DF,H,f}$

Изменчивость табличных данных для $\Delta L_{FF,H,f}$ или $\Delta L_{DF,H,f}$ предполагается малой, и ей пренебрегают (см. А.3.2). Однако это не означает, что использование табличных данных обеспечит наименьшую неопределенность в окончательном результате, поскольку взаимосвязь между двумя указанными выше составляющими может внести дополнительный вклад в неопределенность измерений (см. пункт А.3.3).

А.3.2 Использование табличных данных для частотных характеристик в свободном или диффузном поле

Стандартное отклонение среднего сопряженного уровня звукового давления свободного поля $\sigma(\overline{L_{FF,H,f}})$ или стандартное отклонение среднего сопряженного уровня звукового давления диффузного поля $\sigma(\overline{L_{DF,H,f}})$ может быть рассчитано, исходя из:

- стандартного отклонения (по испытуемым) уровня звукового давления в слуховом канале $\sigma(L_{ear,exp,f})$ и
- числа испытуемых n по формуле

$$\sigma(\overline{L_{FF,H,f}}) \approx \sigma(\overline{L_{DF,H,f}}) \approx \sqrt{\frac{\sigma^2(L_{ear,exp,f})}{n}}. \quad (A.1)$$

Типовые значения $\sigma(L_{ear,exp,f})$ для точки измерений на барабанной перепонке в открытом и закрытом канале показаны на рисунке А.2.

Для восьми испытуемых в диапазоне частот вплоть до 5 кГц расчетные значения стандартных отклонений $\sigma(\overline{L_{FF,H,f}})$ и $\sigma(\overline{L_{DF,H,f}})$ в приведенном примере не превышают 1 дБ на барабанной перепонке, составляют менее 1,4 дБ на открытом входе и не превышают 0,7 дБ на закрытом входе.

А.3.3 Индивидуально определенные частотные характеристики уха в свободном или диффузном поле

Стандартное отклонение среднего сопряженного уровня звукового давления свободного поля $\sigma(\overline{L_{FF,H,f}})$ или стандартное отклонение среднего сопряженного уровня звукового давления диффузного поля $\sigma(\overline{L_{DF,H,f}})$ могут быть рассчитаны, исходя из:

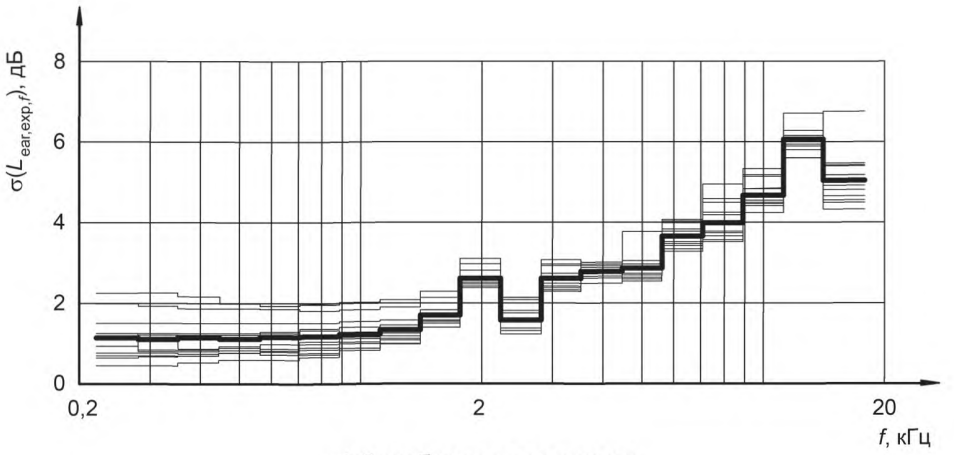
- стандартного отклонения (по испытуемым) сопряженных уровней звукового давления свободного поля $\sigma(\overline{L_{FF,H,f}})$ и стандартного отклонения (по испытуемым) сопряженных уровней звукового давления диффузного поля $\sigma(\overline{L_{DF,H,f}})$ и
- числа испытуемых n по формулам

$$\sigma(\overline{L_{FF,H,f}}) = \sqrt{\frac{\sigma^2(L_{FF,H,f})}{n}}, \quad (A.2)$$

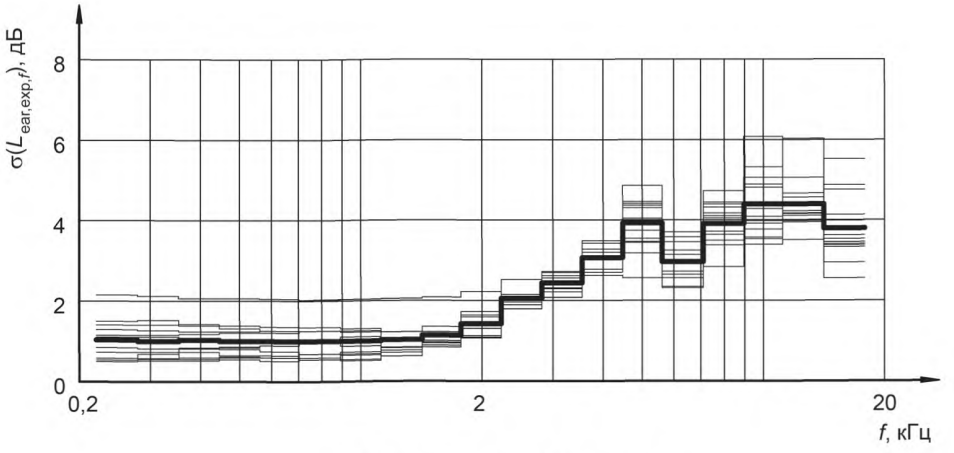
$$\sigma(\overline{L_{DF,H,f}}) = \sqrt{\frac{\sigma^2(L_{DF,H,f})}{n}}. \quad (A.3)$$

Примеры зависимостей $\sigma(\overline{L_{FF,H,f}})$ и $\sigma(\overline{L_{DF,H,f}})$ от частоты приведены на рисунке А.3.

Для восьми испытуемых в диапазоне частот вплоть до 5 кГц в приведенном примере расчетные значения $\sigma(\overline{L_{FF,H,f}})$ не превышают 0,7 дБ и значения $\sigma(\overline{L_{DF,H,f}})$ ниже 0,6 дБ.

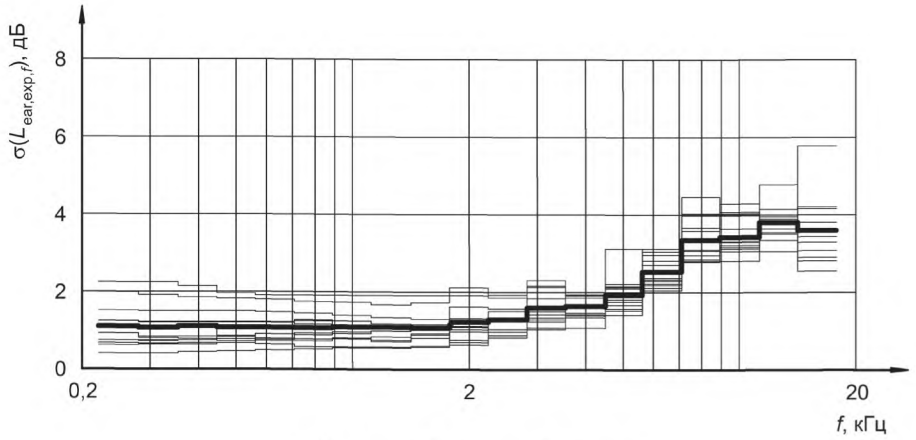


a) барабанная перепонка



b) открытый слуховой канал

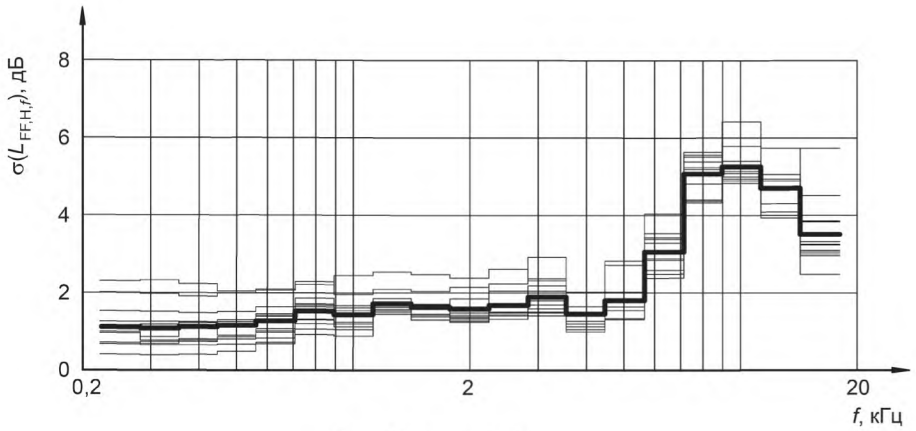
Рисунок А.2 — Примеры зависимости $\sigma(L_{ear,exp,f})$ от частоты для трех точек измерения (Лист 1)



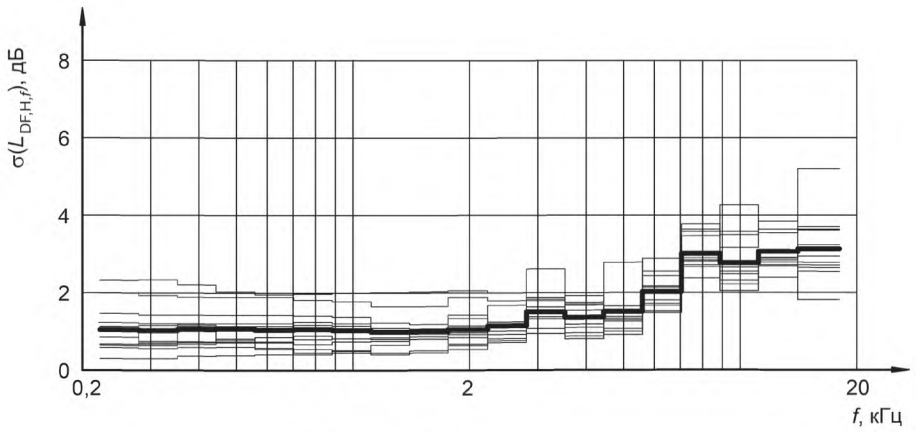
c) закрытый слуховой канал

Примечание — Тонкой линией отображены данные для 14 наушников, утолщенной линией — их среднее значение.

Рисунок А.2 — (Лист 2)



a) свободное поле



b) диффузное поле

Примечание — Данные для 14 наушников (тонкие линии) и их среднее значение (утолщенная линия).

Рисунок А.3 — Примеры зависимостей $\sigma(L_{FF,H,f})$ и $\sigma(L_{DF,H,f})$ от частоты при использовании индивидуальных значений для $\Delta L_{FF,H,f}$ и $\Delta L_{DF,H,f}$

А.4 Различие между манекеном и человеком

Возможные различия между человеком и манекеном дают вклад в неопределенность результата. Он может быть представлен двумя составляющими:

- изменениями $L_{M,exp,f}$ и
- изменениями $\Delta L_{FF,M,f}$ или $\Delta L_{DF,M,f}$

Предполагая, что табличные данные $\Delta L_{FF,M,f}$ или $\Delta L_{DF,M,f}$ определены с необходимой точностью, вторую составляющую не учитывают.

На рисунке А.4 показаны отклонения результатов испытаний, полученных обоими методами (MIRE и с использованием манекена) для большой группы испытуемых.

Для частот вплоть до 5 кГц, типичное отклонение $L_{FF,f}$ не превышает 2,5 дБ и составляет не более 2 дБ для $L_{DF,f}$. Тем не менее, некоторые комбинации наушников и манекенов могут давать большие отклонения, в частности для определенных третьоктавных полос частот.

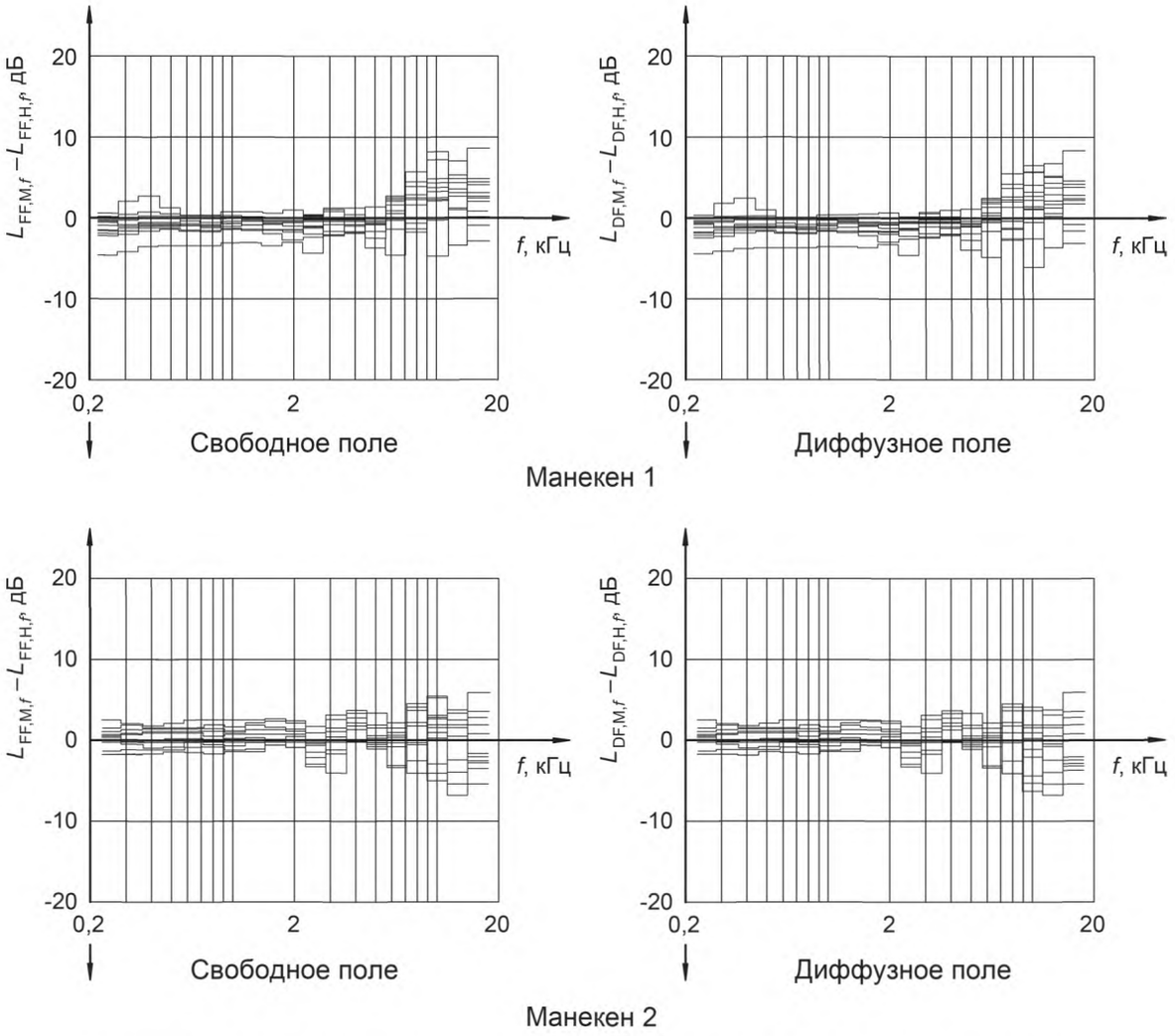
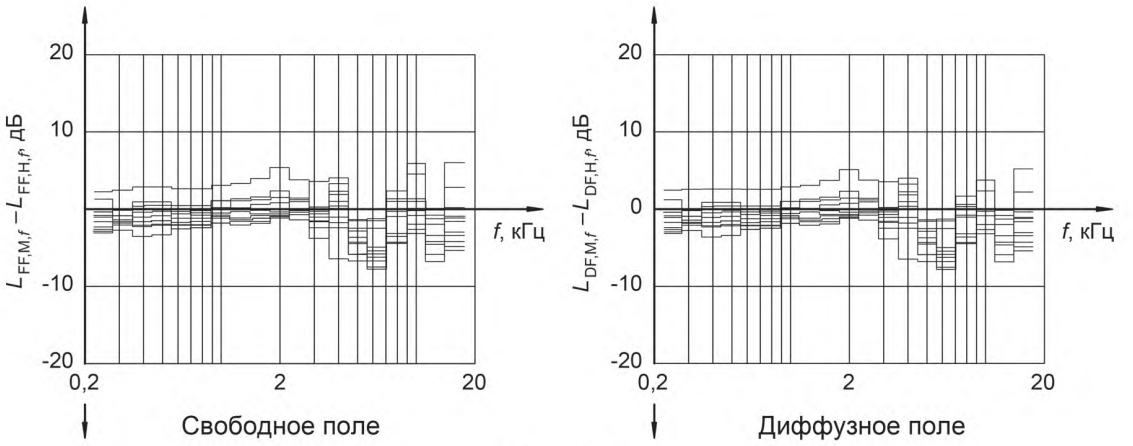


Рисунок А.4 — Примеры отклонений величин $L_{FF,f}$ или $L_{DF,f}$ в зависимости от частоты, измеренных обоими методами (MIRE и с использованием манекена) для большой группы испытуемых (данные для трех манекенов) (Лист 1)



Манекен 3

Примечание — Для метода с применением манекена используются табличные данные для величин $\Delta L_{FF,M,f}$ или $\Delta L_{DF,M,f}$.

Рисунок А.4 — (Лист 2)

Приложение В
(справочное)

Пример анализа неопределенности

В настоящем приложении приведен пример оценки неопределенности $L_{FF,H,Aeq}$ или $L_{DF,H,Aeq}$ в некотором гипотетическом эксперименте для случая охватывающих наушников открытого типа. При этом предполагается, что могут быть учтены не все возможные источники неопределенности, и значения стандартной неопределенности в реальной ситуации могут быть иные. Анализ выполнен в соответствии с GUM.

Оценка неопределенности выполнена для измерений, удовлетворяющих следующим условиям:

- применяют миниатюрный микрофон в соответствии с пунктом 5.1;
- частотные характеристики уха испытуемого в свободном или диффузном поле определяют в соответствии с разделом 9;
- в качестве тестового сигнала на входе наушников применяют розовый шум или шум, имитирующий речь или музыку в соответствии с МЭК 60268-1;
- результат измерений определяют как среднее значение измерений на обоих ушах восьми испытуемых;
- проводится шесть измерений на обоих ушах каждого из восьми испытуемых;
- у охватывающих наушников открытого типа левый капсюль расположен всегда у левого уха, соответственно, правый — у правого;
- контрольное измерение частотной характеристики повторяют каждый раз за измерением исследуемого шума и сравнивают с предыдущим результатом; если имеются значительные отклонения, всю процедуру измерения повторяют.

Анализ неопределенности выполнен для конечного результата $L_{FF,H,Aeq}$ или $L_{DF,H,Aeq}$. Величины $L_{FF,H,Aeq}$ или $L_{DF,H,Aeq}$ как функции влияющих параметров аппроксимируются линейной моделью.

В таблице В.1 для данного примера приведены показатели, характерные для компетентной лаборатории в указанных выше условиях. Если на практике условия эксперимента меняются (например, применяют другие тестовые сигналы, наушники другого типа), расчет повторяют. Расширенную неопределенность рассчитывают умножением стандартной неопределенности на коэффициент охвата $k = 2$, обеспечивая тем самым вероятность охвата 95%.

Выделяют шесть различных источников неопределенности. Все компоненты в таблице оцениваются по типу В.

Таблица В.1 — Анализ неопределенности измерения

Составляющая неопределенности	Стандартная неопределенность, дБ
Неопределенность, связанная с чувствительностью микрофона и шумомера	
Неопределенность L_{Aeq}, связанная с калибровкой микрофона и с применением прецизионного шумомера, предполагается равной ± 0,2 дБ. Половина этого интервала равна 0,2 дБ, что при равномерном распределении эквивалентно стандартной неопределенности $0,2/3^{0,5} = 0,12$ дБ	0,12
Отклонение частотной характеристики	
Неопределенность L_{Aeq}, обусловленная отклонением частотной характеристики уха испытуемых в ходе измерения шума от полученной при контрольных измерениях, и вызванная также отклонением частотных характеристик $\Delta L_{FF,H,f}$ и $\Delta L_{DF,H,f}$ конкретных испытуемых от средних для большой группы лиц, считается равной ± 0,7 дБ	0,7
Уровень тестового сигнала	
Неопределенность L_{Aeq}, обусловленная отклонением тестового сигнала от требуемого, составляет ± 0,12 дБ	0,12
Отклонение условий окружающей среды	
Лабораторные измерения обычно проводят при нормальных условиях, т.е. при температуре (21 ± 2) °С, относительной влажности (50 ± 15) %. Неопределенность L_{Aeq}, связанная с отклонением условий окружающей среды от нормальных, составляет ± 0,4 дБ, поэтому стандартная неопределенность для прямоугольного распределения составляет $0,4 / \sqrt{3} = 0,23$ дБ	0,23

Окончание таблицы В.1

Составляющая неопределенности	Стандартная неопределенность, дБ
Отклонение L_{ear}	
Стандартная неопределенность величины L_{ear} с нормальным распределением	0,8
Ошибка округления	
Результат L_{Aeq} записывают с точностью до одного знака после запятой, что дает прямоугольное распределение с полуинтервалом 0,05 дБ, т.е. стандартная неопределенность 0,05 / $\sqrt{3}$ = 0,03 дБ	0,03
Комбинированная и расширенная неопределенность. Комбинированная неопределенность, полученная по правилу сложения составляющих, приведенных выше, дает величину 1,1 дБ. Расширенная неопределенность вдвое выше: 2,2 дБ.	

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным и межгосударственным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального, межгосударственного стандарта
ISO 8253-2	IDT	ГОСТ Р ИСО 8253-2—2012 «Акустика. Методы аудиометрических испытаний. Часть 2. Аудиометрия в звуковом поле с использованием чистых тонов и узкополосных испытательных сигналов»
IEC 60065	IDT	ГОСТ IEC 60065—2013 «Аудио-, видео- и аналогичная электронная аппаратура. Требования безопасности»
IEC 60268-7	—	*
IEC 60601-1	IDT	ГОСТ Р МЭК 60601-1—2010 «Изделия медицинские электрические. Часть 1. Общие требования безопасности с учетом основных функциональных характеристик»
IEC 60942	IDT	ГОСТ Р МЭК 60942—2009 «Калибраторы акустические. Технические требования и требования к испытаниям»
IEC 61094-1	—	*
IEC 61260[1)]	MOD	ГОСТ Р 8.714—2010 (МЭК 61260:1995) «Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Фильтры полосовые октавные и на доли октавы. Технические требования и методы испытаний»
IEC 61672-1	—	*,[2)]
GUM:1993	—	ГОСТ Р 54500.3—2011 (Руководство ИСО/МЭК 98-3:2008) «Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения»

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

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

[1)] На момент опубликования настоящего стандарта последняя редакция международного стандарта МЭК 61260:1995 заменена серией стандартов из трех частей МЭК 61260-1:2014, МЭК 61260-2:2016, МЭК 61260-3:2016.

[2)] Действует ГОСТ 17187—2010 (IEC 61672 1:2002) «Шумомеры. Часть 1. Технические требования», модифицированный по отношению к МЭК 61672-1:2002, который заменен на МЭК 61672-1:2013.

Библиография

[1] ISO 11904-2 Acoustics — Determination of sound immission from sound sources placed close to the ears — Part 2: Technique using a manikin (manikin technique)

[2] IEC 60268-1 Sound system equipment — Part 1: General

[3] EN 50332-1 Sound system equipment — Headphones and earphones associated with portable audio equipment — Maximum sound pressure level measurement methodology and limit considerations — Part 1: General method for “one package equipment”

[4] MOLLER H., SORENSEN M.F, HAMMERSHOI D., JENSEN C.B. Head-related transfer functions of human subjects. J. Audio Eng. Soc., 43(5), 1995, pp. 300—321

[5] HAMMERSHOI D., MOLLER H. Sound transmission to and within the human ear canal. J. Acoust. Soc. Am., 100(1), 1996, pp. 408—427

[6] HELLSTRÖM P.-A. Free-field-front eardrum HRTFs for 220 subjects (384 ears), measured as described by HELLSTRÖM and AXELSSON [13]. Personal communication, 1999

[7] BRONKHORST A.W. Free-field-front and diffuse-field eardrum HRTFs for 31 subjects (62 ears) and free-field-front and diffuse field blocked-entrance HRTFs for 69 subjects (138 ears). Data from LANGENDIJK and BRONKHORST [14] and DRULLMANN and BRONKHORST [15], using largely the methods described by BRONKHORST [16]. Personal communication, 1999

[8] SANDVAD J. Dynamic aspects of auditory virtual environments. Proc. 100 th Audio Eng. Soc. Conv., Copenhagen, May 11-14 1996, preprint 4226, pp. 1—14

[9] BRUEGGEN M. Free-field-front and diffuse-field blocked-entrance HRTFs for 3 subjects (6 ears), measured largely as described by Hartung [17]. Personal communication, 1999

[10] KILLION M., BERGER E.H., NUSS R.A. Diffuse field response of the ear. Meet. Acoust. Soc. Am., Indianapolis 11-15 May 1987, abstract in J. Acoust. Soc. Am. Suppl. 1, S75, 1987

[11] BERGER E.H. Diffuse-field eardrum HRTFs for 16 subjects (one ear or subject mean). Originally presented by Killion et al. [10]. Personal communication, 1999

[12] MOLLER H., JENSEN C.B., HAMMERSHOI D., SORENSEN M. F. Design criteria for headphones. J. Audio Eng. Soc., 43(4), 1995, pp. 208—232

[13] HELLSTROM P.-A., AXELSSON A. Miniature microphone probe tube measurements in the external auditory canal. J. Acoust. Soc. Am., 93(4), 1993, pp. 907—919

[14] LANGENDIJK E.H.A. and BRONKHORST A.W. Fidelity of three-dimensional sound reproduction using a virtual auditory display. J. Acoust. Soc. Am., 107(1), 2000, pp. 528—537

[15] DRULLMANN R., BRONKHORST A.W. Multichannel speech intelligibility and talker recognition using monaural, binaural and three-dimensional auditory presentation. J. Acoust. Soc. Am., 107(4), 2000, pp. 2224—2235

[16] BRONKHORST A.W. Localization of real and virtual sound sources. J. Acoust. Soc. Am., 98, 1995, pp. 2542—2553

[17] HARTUNG K. Messung, Verifikation und Analyse von Außenohrübertragungsfunktionen. Fortschritte der Akustik, DAGA ’95, 1995, pp. 755—758

[18] STOREY L., DILLON H. Self-consistent correction figures for hearing aids. In preparation

[19] HAMMERSHOI D., MOLLER H. Determination of noise immission from sound sources close to the ears. In preparation

УДК 534.322.3.08:006.354 ОКС 17.140.01 Т34 IDT

Ключевые слова: вставной наушник, микрофон-зонд, частотная характеристика уха, слуховой канал, сопряженный уровень звукового давления свободного поля

Редактор *В.Н. Шмельков*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Р.А. Ментова*
Компьютерная верстка *А.А. Ворониной*

Сдано в набор 20.03.2019. Подписано в печать 03.04.2019. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,26. Уч.-изд. л. 2,95.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» 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