ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО 8253-3— 2014

Акустика

МЕТОДЫ АУДИОМЕТРИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ

Часть 3
Речевая аудиометрия

ISO 8253-3:2012
Acoustics – Audiometric test methods – Part 3: Speech audiometry
(IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2015

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

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

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 358 «Акустика»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 11 ноября 2014 г. № 1547-ст .

4 Настоящий стандарт является идентичным по отношению к международному стандарту ИСО 8253-3:2012 «Акустика. Методы аудиометрических испытаний. Часть 3. Речевая аудиометрия» (ISO 8253-3:2012 «Acoustics – Audiometric test methods – Part 3: Speech audiometry»).

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

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

© Стандартинформ, 2015

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

Содержание

1 Область применения ... 1
2 Нормативные ссылки ... 1
3 Термины и определения ... 1
4 Требования к записи речевого материала ... 4
5 Оценивание записи речевого материала ... 6
6 Требования к речевой аудиометрии ... 7
7 Требования к звуковому полю помещения для речевой аудиометрии ... 8
8 Речевая аудиометрия в звуковом поле ... 8
9 Подготовка и инструктаж испытуемого ... 8
10 Виды реакций испытуемого ... 9
11 Определение порогового уровня различения речи ... 9
12 Определение порогового уровня разборчивости речи ... 10
13 Определение показателя разборчивости ... 12
14 Маскирование контралатерального уха ... 12
15 Речевая аудиометрия с конкурирующим звуком ... 13
16 Формат речевой аудиограммы ... 15
17 Неопределенность измерения ... 15
18 Обслуживание и калибровка аудиометрического оборудования ... 15
Приложение А (справочное)
Примеры речевых материалов ... 18
Приложение В (справочное)
Примеры конкурирующих звуков ... 19
Приложение С (справочное)
Типичные результаты речевой аудиометрии ... 20
Приложение D (справочное)
Оптимизация перцептивного баланса тестовых таблиц ... 22
Приложение Е (справочное)
Неопределенность измерения ... 23
Приложение ДА (справочное)
Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам Российской Федерации и действующим в этом качестве межгосударственным стандартам ... 28
Библиография ... 29

Введение

Речевую аудиометрию используют для оценки слуха в программах диагностики органа слуха и его реабилитации.

Результаты речевой аудиометрии зависят от речевого материала и применяемого метода испытаний. Настоящий стандарт устанавливает требования к речевому материалу, позволяющие обеспечить минимально необходимые условия по точности и сопоставимости результатов разных испытаний с использованием разных речевых материалов (включая материалы на разных языках), а также методы испытаний на восприятие речи.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Акустика
МЕТОДЫ АУДИОМЕТРИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ
Часть 3
Речевая аудиометрия

Acoustics. Audiometric test methods. Part 3. Speech audiometry

Дата введения — 2015—12—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает основные методы испытаний на восприятие речи в различных аудиологических приложениях.

Для обеспечения минимально необходимых требований к точности и сопоставимости результатов испытаний, включая испытания на восприятие речи на разных языках, настоящий стандарт устанавливает требования к составу и оцениванию применяемого в испытаниях речевого материала, но не устанавливает требований к его содержанию.

Настоящий стандарт устанавливает также способы определения, получения и представления нормальных уровней разборчивости речевого сигнала.

Методы, установленные настоящим стандартом, предусматривают предъявление записей речевого материала через головные телефоны или громкоговорители для речевой аудиометрии. Описаны способы использования маскирующего шума для контралатерального уха и применения конкурирующего звука.

Для некоторых классов испытуемых, например детей, методы, установленные настоящим стандартом, могут потребовать модификаций, которые, однако, в настоящем стандарте не рассматриваются.

Настоящий стандарт не распространяется на специальные испытания, такие как определение направления звука или дихотическое прослушивание.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

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

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

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

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

МЭК 60645-1 Электроакустика. Аудиологическое оборудование. Часть 1. Аудиометры тональные (IEC 60645-1:2001, Electroacoustics – Audiological equipment – Part 1: Pure-tone audiometers)

МЭК 60645-2:1993 Аудиометры. Часть 2. Оборудование для речевой аудиометрии (IEC 60645-2:1993, Audiometers – Part 2: Equipment for speech audiometry)

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

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины и определения по ИСО 8253-1 и ИСО 8253-2, а также следующие термины с соответствующими определениями.

3.1 **речевой сигнал** (speech signal): Звуковой сигнал, несущий информацию на данном языке.

Примечание – Речевой сигнал может представлять собой человеческий голос или его имитацию.

3.2 **тестовый элемент** (test item): Отдельное односложное или многосложное слово или логатом, фраза или фрагмент слитной речи, используемый в соответствии с заданными правилами предъявления и оценивания реакции на предъявление в процедурах речевой аудиометрии.

Примечание – Оценивание реакции может быть основано на распознавании всего тестового элемента или его части.

3.3 **речевой материал** (speech material): Полный набор тестовых элементов, используемый в испытаниях на восприятие речи.

Примечание – Обычно речевой материал разделяют на несколько тестовых таблиц.

3.4 **материал открытой формы тестирования** (open-set test material): Набор тестовых элементов, для каждого из которых число возможных ответов неограниченно.

3.5 **материал закрытой формы тестирования** (closed-set test material): Набор тестовых элементов, для каждого из которых число возможных ответов ограниченно.

3.6 **фонема** (phoneme): Минимальная распознаваемая звуковая единица данного естественного языка.

3.7 **класс (эквивалентности) фонемы** (phoneme class): Группа фонем, близких с точки зрения голосового восприятия и акустических характеристик.

3.8 **слог** (syllable): Фрагмент речи, содержащий один гласный звук, который может сопровождаться или не сопровождаться одним или несколькими предшествующими или последующими согласными звуками.

3.9 **спондей** (spondee): Двухсложное слово с равным ударением на каждой гласной.

3.10 **логатом** (logatom): Слоговая единица речи, не несущая вербального значения для слушателя.

Примечание – Логатом иногда называют «бессмысленным слогом».

3.11 **тестовая таблица** (test list): Совокупность отобранных тестовых элементов, которые предъявляют как единое целое и распознавание которых оценивают единым показателем.

3.12 **группа тестовых элементов** (set of test items): Ряд отобранных из тестовой таблицы тестовых элементов.

3.13 **фонетически сбалансированная тестовая таблица** (phonemically balanced test list): Тестовая таблица, в которой соотношение между различными фонемами приблизительно то же, что и при обычном речевом общении на данном языке.

3.14 **перцептивно сбалансированная тестовая таблица** (perceptually balanced test list): Тестовая таблица, обеспечивающая эквивалентное значение (с возможными небольшими вариациями) показателя разборчивости при заданном уровне речевого сигнала и в эквивалентных условиях испытаний (при заданном способе предъявления для заданной группы испытуемых).

Примечание – Обычно группа испытуемых состоит из лиц с нормальным слухом в возрасте от 18 до 25 лет включительно. Однако в специальных испытаниях группа испытуемых может быть иной (например, включающая детей с нормальным слухом заданного возрастного диапазона).

3.15 **фраза-носитель** (carrier phrase): Фраза, в которой тестовый элемент расположен таким образом, что его правильное распознавание не зависит от контекста и смысла фразы.

3.16 **образцовая запись (речевого материала)** (reference recording of speech material, master recording): Запись, осуществленная в строго определенных условиях и используемая для представления речевого материала, его оценивания и применения.

3.17 **уровень речевого сигнала** (speech level): Эквивалентный уровень звукового давления при предъявлении речевого материала, измеренный в акустической камере связи, в имитаторе уха или в звуковом поле с применением частотной характеристики *C* по МЭК 61672-1.

Примечание – Если тестовая таблица состоит из отдельных тестовых элементов, разделенных интервалами тишины, то последние в общее время интегрирования [см. формулу 1)] не включают. Если тестовый элемент содержится во фразе-носителе, то интегрирование выполняют только во время звучания тестового элемента. В цифровой записи речевого сигнала интервалы тишины могут быть удалены редактированием. Допускается проводить измерения по всему периоду времени предъявления тестовых элементов, если известно (измерено) общее время периодов тишины во время предъявления, после чего в результат измерения вносят соответствующую поправку.

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

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

Примечание – Средство измерений всегда вносит ограничения по диапазону частот измерений, поэтому под p понимают звуковое давление в некоторой полосе частот и с некоторой коррекцией по частоте. В случае применения стандартизованных частотных коррекций по МЭК 61672-1 или при измерениях в ограниченной полосе частот это указывают в обозначении измеряемой величины. Например, $L_{pA,10}$ обозначает эквивалентный уровень звукового давления, корректированного по частотной характеристике *A*, на интервале 10 с.

[ISO/TR 25417, 2.3]

3.19 **пороговый уровень различения (речи)** (speech detection threshold level): Минимальный уровень речевого сигнала, при котором данный испытуемый обнаруживает его наличие в 50 % повторных испытаний в заданных условиях предъявления заданного речевого материала.

3.20 **показатель разборчивости (речи)** (speech recognition score): Доля (в процентах) правильно распознанных данным испытуемым тестовых элементов (или некоторым образом определенной части тестовых элементов) в заданных условиях предъявления заданного речевого материала при заданном уровне речевого сигнала.

3.21 **максимальный показатель разборчивости (речи)** (maximum speech recognition score): Максимальное по всем уровням речевого сигнала значение показателя разборчивости речи.

3.22 **пороговый уровень разборчивости (речи)** (speech recognition threshold level): Минимальный уровень речевого сигнала или отношениия «сигнал/шум», при котором показатель разборчивости речи равен 50 %, в заданных условиях предъявления заданного речевого материала.

Примечание – Иногда эту величину называют порогом речевого восприятия.

3.23 **нормальный пороговый уровень разборчивости (речи)** (reference speech recognition threshold level): Выборочная медиана порогового уровня разборчивости, полученная по выборке достаточно большого объема для людей обоих полов с нормальным слухом в возрасте от 18 до 25 лет включительно.

3.24 **уровень максимальной разборчивости (речи)** (optimum speech level): Уровень (или диапазон уровней) речевого сигнала, при котором достигается максимальный показатель разборчивости речи

3.25 **уровень половины максимальной разборчивости (речи)** (half-optimum speech level): Уровень речевого сигнала, при котором показатель разборчивости речи равен половине максимального.

3.26 **артикуляционная кривая** (speech recognition curve): Линия, описывающая зависимость показателя разборчивости речи от уровня речевого сигнала.

3.27 **нормальная артикуляционная кривая** (reference speech recognition curve): Линия, описывающая зависимость выборочной медианы показателя разборчивости речи, полученной по выборке достаточно большого объема для людей обоих полов с нормальным слухом в возрасте от 18 до 25 лет включительно, от уровня речевого сигнала.

3.28 **уровень прослушивания (речи)** (hearing level for speech): Разность между уровнем речевого сигнала и нормальным пороговым уровнем разборчивости речи в заданных условиях предъявления заданного речевого материала.

3.29 **конкурирующий звук** (competing sound): Дополнительный звук, предъявляемый испытуемому во время испытания на восприятие речи.

3.30 **уровень звукового давления конкурирующего звука** (competing sound pressure level): Эквивалентный уровень звукового давления конкурирующего звука, измеренный в акустической камере связи, в имитаторе уха или в звуковом поле с применением частотной характеристики *C* по МЭК

61672-1.

3.31 **отношение «сигнал/шум»** (speech-to-noise level difference, speech-to-noise ratio, SNR): Разность между уровнем речевого сигнала и уровнем звукового давления конкурирующего звука.

3.32 **эффективный уровень маскирующего звука (для речевого сигнала)** (effective masking level for speech): Уровень заданного маскирующего звука, численно равный уровню прослушивания, до которого повышается пороговый уровень разборчивости речи для заданного речевого сигнала при наличии маскирующего звука.

3.33 **уровень комфортного восприятия (речи)** (most comfortable level for speech): Уровень речевого сигнала в заданных условиях предъявления, при котором данный испытуемый оценивает громкость сигнала как наиболее комфортную для восприятия.

3.34 **слитная речь** (connected speech, running speech): Непрерывная речь с естественными интонациями, отдельные фразы которой находятся между собой в логической связи.

4 Требования к записи речевого материала

4.1 Общие требования

Каждая копия записи речевого материала должна включать в себя:

a) речевой материал;

b) сигнал калибровки оборудования для речевой аудиометрии длительностью не менее 60 с и представляющий собой корректированный по частоте случайный шум (например, по МЭК 60645-2:1993, пункт 13.1) или гармонический сигнал с частотной модуляцией. В случае сигнала в виде случайного шума тот должен быть сосредоточен в третьоктавной полосе со среднегеометрической частотой 1 кГц. В случае модулированного сигнала его несущая должна иметь частоту 1 кГц, боковые полосы должны занимать не менее трети октавы, а сигнал модуляции должен быть либо синусоидальной, либо треугольной формы с частотой от 4 до 20 Гц;

c) сигнал для проверки частотной характеристики оборудования для речевой аудиометрии, включая устройства воспроизведения и записи. Сигнал должен иметь длительность не менее 15 с и представлять собой белый шум, вырезанный третьоктавным фильтром со среднегеометрической частотой из предпочтительного ряда частот по ИСО 266 в диапазоне от 125 до 8000 Гц.

Примечание – Если речевой материал характеризуется не через эквивалентный уровень звукового давления с применением частотной характеристики *C*, а каким-либо иным способом, то в отношении уровней речевого сигнала, калибровочного сигнала и конкурирующего звука, определенных в соответствии с настоящим стандартом, могут быть применены соответствующие поправочные коэффициенты.

4.2 Образцовая запись

При создании образцовой записи в качестве диктора может участвовать лицо любого пола, обладающее нормальной отчетливой артикуляцией без диалектных особенностей произношения. Чтец должен быть проинструктирован о необходимости поддерживать постоянный естественный темп речи, не допускать усиления или понижения голоса и не делать ударений на ключевых словах.

Образцовая запись включает в себя элементы, указанные в 4.1. Все копии записи речевого материала должны быть сделаны с образцовой записи. Вносить в нее изменения не допускается, а если такие изменения необходимы (например, в целях обновления, изменения уровней сигнала или его частотного состава), то образцовая запись должна заново пройти процедуру оценивания (см. раздел 5).

Если образцовая запись предназначена для аудиометрических испытаний с воспроизведением речи на фоне шума, то ней должен содержаться записанный по основному или по отдельному каналу конкурирующий звук.

4.3 Помещение для звукозаписи

Помещение, в котором происходит запись, должно быть малошумным (отношение «сигнал/шум» должно быть не менее 40 дБ) и иметь время реверберации менее 0,5 с во всем диапазоне частот от 125 до 8000 Гц.

4.4 Частотная характеристика звукозаписывающего оборудования

Звукозаписывающее оборудование, включая микрофон, должно иметь плоскую частотную характеристику с допустимыми отклонениями не более 2 дБ в диапазоне частот от 125 до 8000 Гц.

Примечание – С учетом требований к качеству записи и сохранению этого качества после многочисленных воспроизведений применение цифровой формы записи является предпочтительным.

4.5 Интервалы между последовательными тестовыми элементами

Интервалы между последовательными тестовыми элементами в записи должны быть заданы и поддерживаться постоянными в пределах ± 10 %.

Если тестовый элемент представляет собой отдельное слово, то рекомендуется, чтобы интервал между словами был не менее 4 с.

4.6 Уровни

4.6.1 Речевой материал

Средний нормальный пороговый уровень разборчивости по минимальной группе тестовых элементов не должен отличаться более чем на ± 1 дБ от среднего по всем тестовым элементам тестовой таблицы. Нормальный пороговый уровень разборчивости для каждого тестового элемента[1)] не должен отличаться более чем на ± 3 дБ от среднего по всем тестовым элементам тестовой таблицы. Нормальный пороговый уровень разборчивости по тестовой таблице не должен отличаться от среднего нормального порогового уровня разборчивости по всем записанным тестовым элементам более чем на ± 1 дБ (см. приложение D).

4.6.2 Калибровочный сигнал

Уровень калибровочного сигнала не должен отличаться более чем на ± 0,5 дБ от среднего уровня речевого сигнала по всем тестовым элементам данного речевого материала. Уровень калибровочного сигнала измеряют с применением той же частотной коррекции, что используют при измерениях уровня речевого сигнала.

4.7 Отношение «сигнал/шум»

Уровень собственного фонового шума записи должен быть не менее чем на 40 дБ ниже уровня калибровочного сигнала (см. 4.6.2). Уровень фонового шума измеряют с применением той же частотной коррекции, что используют при измерениях уровня речевого сигнала.

4.8 Фонетическая сбалансированность

Все тестовые таблицы речевого материала должны быть фонетически сбалансированы.

Иногда достижение полного фонетического баланса может оказаться невозможным. В таких случаях тестовые таблицы должны быть сбалансированы фонетически на основе классов фонем (звонких и глухих взрывных и фрикативных согласных, носовых звуков, долгих и кратких гласных).

Желательно, чтобы распределение фонем по речевому материалу было как можно ближе к их распределению в обычной речи. Данное условие легче выполнить, используя речевой материал большого объема (с большим числом тестовых элементов). В некоторых видах испытаний (например, в скрининговых испытаниях или в тестах с участием детей) соблюдение указанного условия может быть затруднено из-за относительной ограниченности числа используемых тестовых элементов.

4.9 Перцептивная сбалансированность

Все тестовые таблицы речевого материала должны быть перцептивно сбалансированы, т. е. результат испытания на восприятие речи не должен зависеть от выбора таблицы.

Перцептивно сбалансированные тестовые таблицы должны удовлетворять требованиям 4.6.1, а также следующим.

Нормальные артикуляционные кривые для всех тестовых таблиц должны быть построены таким образом, чтобы расширенная неопределенность (при коэффициенте охвата, равным двум) для порогового уровня разборчивости не превышала 1 дБ (см. приложение E). Для соблюдения данного требования проводят испытание с разными уровнями предъявления речевого сигнала (или с разными отношениями «сигнал/шум», если распознавание должно осуществляться в условиях шума) 10 лицам с нормальным слухом, для которых язык речевого материала является родным. Оценивание распознавания осуществляют в условиях нормального предъявления речевых стимулов (например, предложений, если испытание предполагает воспроизведение предложений). Результаты распознавания каждого отдельного тестового элемента оценивают и анализируют независимо (например, по каждому слову предложения).

Для обеспечения требуемой расширенной неопределенности может потребоваться принятие мер по уменьшению вкладов в неопределенность всех потенциальных источников.

Для достижения перцептивной однородности речевого материала следует обеспечить приблизительно одинаковую потенциальную распознаваемость всех тестовых элементов данного материала (см. приложение D).

[1)] Пороговый уровень распознавания отдельного тестового элемента определяется как минимальный уровень речевого сигнала, при котором тестовый элемент правильно распознается испытуемым.

5 Оценивание записи речевого материала

5.1 Общие положения

Для оценивания записи речевого материала используют оборудование, удовлетворяющее требованиям МЭК 60645-2:1993, разделы 6-17, к оборудованию типов А, А-Е, В или В-Е. В процессе испытаний используют моноауральное прослушивание. Если применяют оборудование типа А-Е или В-Е, то при оценивании используют выходные сигналы головного телефона как без коррекции, так и с коррекцией для приведения к условиям свободного звукового поля. В процессе испытаний применяют только полные тестовые таблицы.

Примечание – Можно ожидать, что вследствие применяемой частотной коррекции для приведения к условиям свободного звукового поля результаты испытаний с оборудованием типа А-Е или В-Е при бинауральном прослушивании через головные телефоны будут теми же, что и при прослушивании от громкоговорителя.

5.2 Определение нормальной артикуляционной кривой

Нормальную артикуляционную кривую строят для каждого речевого материала и каждого способа предъявления по результатам испытаний на восприятие речи с участием достаточно большой группы испытуемых (не менее 25 человек), состоящей из лиц с нормальным слухом, чей родной язык тот же, что и язык речевого материала. Лаборатория, проводящая испытания, должна установить минимальные требования к пороговому уровню прослушивания чистого тона испытуемых.

Рекомендуется применять следующие критерии отбора испытуемых по аудиометрии чистого тона: пороговые уровни прослушивания не должны превышать 10 дБ на частотах 250, 500, 750, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000, 6000 и 8000 Гц. Допускается повышение порогового уровня прослушивания до 15 дБ на некоторых (но не более двух) частотах указанного ряда.

Если объектом испытаний по восприятию речи являются дети, то нормальную артикуляционную кривую получают с использованием достаточно большой группы (не менее 25 человек) детей с нормальным слухом того возраста, для которого предназначен речевой материал.

Если испытания на восприятие речи должны быть проведены в условиях отсутствия шума, то нормальную артикуляционную кривую определяют в таких же условиях.

Если испытания на восприятие речи должны быть проведены в условиях конкурирующего звука, то нормальную артикуляционную кривую определяют в условиях действия такого же звука. Если конкурирующий звук может быть разных видов, то нормальную артикуляционную кривую получают для каждого вида конкурирующего звука.

Нормальная артикуляционная кривая речи должна быть представлена в виде таблицы значений уровня речевого сигнала (или отношения «сигнал/шум»), соответствующих разным значениям показателя разборчивости. Уровни речевого сигнала (отношения «сигнал/шум») должны быть определены для следующих значений показателя разборчивости: 30 %, 40 %, 50 %, 60 %, 70 %, 80 % и 90 %. Графическую (аналитическую) артикуляционную кривую получают интерполяцией табличных значений.

Если испытуемые демонстрируют большой разброс результатов распознавания (что характерно, например, для испытаний с участием детей), то для достоверного определения нормальной артикуляционной кривой может потребоваться увеличение числа испытуемых.

В случае затруднений в определении нормальной артикуляционной кривой во всем диапазоне изменений показателя разборчивости (от 0 % до 100 %), ее определяют в некотором ограниченном диапазоне, представляющем интерес для исследований. Так, если целью испытаний является определение пороговых уровней разборчивости, то нормальную артикуляционную кривую строят в диапазоне, включающем в себя этот пороговый уровень, с использованием достаточного числа измерений. Если же целью испытаний является определение уровня максимальной разборчивости, то нормальная артикуляционная кривая должна быть построена в диапазоне значений показателя разборчивости от 50 % (или менее) до почти 100 %.

5.3 Определение перцептивной эквивалентности тестовых таблиц

Перцептивная эквивалентность тестовых таблиц речевого материала, соответствующая требованиям 4.9, должна быть оценена в ходе выполнения испытаний на восприятие речи с участием достаточно большой группы (не менее 10 человек) лиц с нормальным слухом согласно 5.2.

Если испытания на восприятие речи должны быть проведены в условиях отсутствия шума, то перцептивную эквивалентность тестовых таблиц определяют в таких же условиях.

Если испытания на восприятие речи должны быть проведены в условиях конкурирующего звука, то перцептивную эквивалентность тестовых таблиц определяют в условиях действия такого же звука. Если конкурирующий звук может быть разных видов, то оценивание выполняют для каждого вида конкурирующего звука.

Если испытуемые демонстрируют большой разброс результатов распознавания (что характер-

но, например, для испытаний с участием детей), то для достоверного определения перцептивной эквивалентности тестовых таблиц может потребоваться увеличение числа испытуемых.

Перцептивную эквивалентность тестовых таблиц и, в частности, соблюдение требований 4.6.1 проверяют, строя соответствующие 95-% доверительные интервалы по выборкам значений уровня речевого сигнала для заданных показателей разборчивости по группе испытуемых. Если целью испытаний является определение пороговых уровней разборчивости, то определяют 95 %-ный доверительный интервал для порогового уровня разборчивости. Если же целью испытаний является определение уровня максимальной разборчивости, то 95 %-ные доверительные интервалы определяют при значениях показателя разборчивости 50 %, 60 %, 70 %, 80 % и 90 %.

Ширину 95 %-ного доверительного интервала определяют следующим образом. Возводят в квадрат разность соответствующих значений уровней речевого сигнала для данного показателя разборчивости и для каждого испытуемого, усредняют полученные значения по числу испытуемых, извлекают из результата усреднения квадратный корень и умножают его на два.

5.4 Определение повторяемости результатов распознавания

Повторяемость результатов испытаний на восприятие речи оценивают усреднением результатов по парам повторных испытаний с участием каждого испытуемого. Обычно в процессе повторных испытаний используют разные тестовые таблицы, поскольку испытуемый может запомнить свою реакцию на первое предъявление, и это может исказить его реакцию на повторное предъявление той же тестовой таблицы.

Если испытания на восприятие речи должны быть проведены в условиях отсутствия шума, то повторяемость результатов распознавания оценивают в таких же условиях.

Если испытания на восприятие речи должны быть проведены в условиях конкурирующего звука, то повторяемость результатов распознавания оценивают в условиях действия такого же звука. Если конкурирующий звук может быть разных видов, то оценивание выполняют для каждого вида конкурирующего звука.

Повторяемость результатов распознавания определяют через усредненный 95 %-ный доверительный интервал для разности результатов повторных испытаний, ширину которого определяют следующим образом. Возводят в квадрат разность уровней речевого сигнала для заданного показателя разборчивости для данного испытуемого, полученных после предъявления ему двух произвольных тестовых таблиц, усредняют полученные значения по числу испытуемых, извлекают из результата усреднения квадратный корень и умножают его на два.

Если целью испытаний является определение пороговых уровней разборчивости, то повторяемость результатов испытаний определяют для порогового уровня разборчивости. Если же целью испытаний является определение уровня максимальной разборчивости, то повторяемость результатов испытаний определяют для значений показателя разборчивости 50 %, 60 %, 70 %, 80 % и 90 %.

5.5 Сопроводительная документация

Каждая копия записи речевого материала должна сопровождаться документацией, содержащей следующие сведения:

a) распечатанную версию записанного речевого материала;

b) способ или способы оценивания разборчивости речи (например, по предложениям, словам, ключевым словам или фонемам);

c) нормальные артикуляционные кривые по 5.2 для каждого способа оценивания с указанием осей координат и описанием условий, в которых они были получены (число испытуемых, их возрастной диапазон и диапазон пороговых уровней прослушивания, использованное оборудование для речевой аудиометрии и, при необходимости, расположение громкоговорителей для создания конкурирующего звука);

d) повторяемость результатов распознавания по 5.4;

e) длительности, частотный состав и уровни (относительно речевого сигнала) сигналов калибровки и сигналов для проверки оборудования по 4.1 b) и c);

f) уровень калибровочного сигнала относительно опорного порогового уровня разборчивости;

g) интервалы времени между последовательными тестовыми элементами;

h) характеристики сигналов конкурирующего звука.

6 Требования к речевой аудиометрии

Аудиометрические испытания проводят с использованием оборудования, удовлетворяющего требованиям МЭК 60645-2, с применением головных телефонов для моноаурального или бинаурального прослушивания, костного вибратора или в звуковом поле. Речевой сигнал должен быть описан либо через уровень речевого сигнала, либо через уровень прослушивания для используемого речевого материала.

7 Требования к звуковому полю помещения для речевой аудиометрии

Звуковое поле в помещении для речевой аудиометрии не должно маскировать предъявляемые речевые сигналы. Требования к звуковому полю в помещении зависят от способа предъявления речевых сигналов (через головной телефон, костный вибратор или громкоговоритель).

Примечание – Требования к фоновому шуму при речевой аудиометрии могут быть ниже тех, что предъявляются при тональной пороговой аудиометрии. Если помещение признано пригодным для проведения тональной пороговой аудиометрии в заданном диапазоне уровней прослушивания, то его можно также использовать для речевой аудиометрии с использованием того же способа предъявления стимула в том же диапазоне уровней прослушивания. Максимально допустимые значения уровней звукового давления фонового шума в испытательном помещении в диапазоне частот от 125 до 8000 Гц установлены ИСО 8253-1 для испытаний с использованием телефонов и костных вибраторов и в ИСО 8253-2 для испытаний в звуковом поле.

8 Речевая аудиометрия в звуковом поле

Речевая аудиометрия в звуковом поле может быть выполнена в вариантах с использованием и без использования конкурирующего звука.

Рекомендуется располагать громкоговоритель перед слушателем таким образом, чтобы угол падения звуковой волны составлял 0°. Если результаты испытаний с участием конкретного испытуемого предполагается сравнивать с нормальным пороговым уровнем разборчивости или с нормальной артикуляционной кривой, то положение громкоговорителя должно быть таким же, как и при получении указанных характеристик.

Если испытания проводят в условиях конкурирующего звука, то этот звук воспроизводят с помощью громкоговорителей, положение которых выбирают в соответствии с рекомендациями 15.2.

Тип звукового поля по ИСО 8253-2 (свободное, диффузное, квазисвободное) и положение контрольной точки указывают в протоколе испытаний.

9 Подготовка и инструктаж испытуемого

9.1 Общие положения

Предполагается, что речевой аудиометрии, как правило, должна предшествовать тональная аудиометрия.

9.2 Подготовка испытуемого

Если испытуемый недавно подвергался воздействию сильного акустического шума, то это могло вызвать у него кратковременное повышение пороговых уровней прослушивания. Поэтому перед проведением аудиометрических испытаний таких воздействий следует избегать, а если это невозможно, то о них указывают в протоколе испытаний. Для предотвращения ошибок, связанных с чрезмерным физическим напряжением испытуемого, последний должен прибыть на место испытаний не менее чем за пять минут до их начала.

Как правило, аудиометрическим испытаниям предшествует отоскопическое обследование, проводимое квалифицированным специалистом. Если в его ходе будут обнаружены серные пробки в слуховых каналах, то их следует удалить, а начало аудиометрических испытаний отложить. При обследовании проверяют также возможное сужение наружного слухового прохода и в случае его обнаружения принимают решение о последующих действиях.

Примечание – К специалисту, отвечающему за подготовку испытуемого, также могут предъявляться квалификационные требования, установленные соответствующим национальным органом или иной организацией.

Перед проведением испытаний следует проверить способность испытуемого понимать тестовый материал. Если реакция испытуемого предъявление тестового материала должна быть речевой, то следует убедиться в способности испытуемого воспроизводить такую реакцию.

9.3 Инструктаж испытуемого

Для получения объективных результатов испытаний важно, чтобы испытуемый был проинструктирован о смысле и порядке испытаний, чтобы формулировка предъявляемых ему требований исключала неоднозначность их толкования и была ему ясна.

Инструктаж проводят на языке, хорошо понятному испытуемому. Инструктаж зависит от вида испытания на восприятие речи, и, как правило, включает в себя следующие сведения и указания:

a) порядок обследования ушей испытуемого;

b) тип тестовых элементов и ожидаемая реакции на их предъявление;

c) требование к испытуемому проявлять реакцию, как только каким-либо ухом будет услышан пусть даже очень слабый речевой сигнал;

d) требование к испытуемому реагировать на тестовый элемент сразу же, как только тот был услышан;

e) если реакция должна быть речевой, то требование четко повторить услышанный тестовый элемент даже в том случае, если испытуемый не уверен в правильности его распознавания. Предъявление тестового элемента должно сопровождаться только одной реакцией испытуемого.

Испытуемый должен быть проинформирован о необходимости не совершать лишних движений во избежание создания посторонних шумов. После проведения инструктажа необходимо убедиться в том, что все сказанное испытуемому было им правильно понято. Если у испытуемого остались какие-либо неясности или сомнения, то инструктаж следует повторить. Испытуемому следует сообщить о том, что тот может прервать испытания в случае ощущения какого-либо дискомфорта.

10 Виды реакций испытуемого

Обычной для аудиометрических испытаний является речевая реакция испытуемого, но допускается также реакция в письменном виде или вводом с клавиатуры. Если во время испытаний аудиометрист (оператор) и испытуемый находятся в разных помещениях, и если по условиям проведения испытаний испытуемый должен выражать свою реакцию голосом, то общение между аудиометристом и испытуемым осуществляется через переговорное устройство.

Речевая реакция испытуемого должна быть четкой и понятной аудиометристу. Если добиться этого не удается, то используют реакции других видов. Аудиометрист должен быть знаком с языком, на котором проводится испытание, и иметь хороший слух, достаточный для понимания ответов испытуемого.

Должны быть определены интервалы между предъявлениями тестовых элементов. Эти интервалы выбирают с учетом вида тестового материала, цели испытаний и вида реакции испытуемого. От выбора интервалов может зависеть полученное в испытании значение показателя разборчивости. Чтобы иметь возможность сопоставлять результаты испытания с нормальным пороговым уровнем разборчивости и нормальной артикуляционной кривой для данного речевого материала, рекомендуется в испытании использовать те же интервалы, что и при получении указанных характеристик.

11 Определение порогового уровня различения речи

11.1 При моноауральном прослушивании испытания начинают с уха, обладающего большей чувствительностью.

11.2 Каждый тестовый элемент должен представлять собой участок речевого сигнала длительностью от 1 до 2 с. Для первого предъявления первого тестового элемента уровень речевого сигнала выбирают достаточно большим (например, на 30 дБ выше порогового уровня прослушивания чистого тона для данного испытуемого, усредненного по частотам 500, 1000 и 2000 Гц), чтобы заведомо обеспечить реакцию испытуемого на слышимый им сигнал.

11.3 Последовательно уменьшают уровень речевого сигнала с шагом 20 дБ до тех пор, пока не прекратится поступление ответов от испытуемого.

11.4 Последовательно с шагом 5 дБ повышают уровень речевого сигнала с предъявлением на каждом уровне одного тестового элемента до тех пор, пока не начнут поступать ответы от испытуемого.

11.5 Фиксируют уровень, на котором начали поступать ответы, уменьшают его на 10 дБ и снова начинают серию последовательных повышений уровня с шагом 5 дБ до тех пор, пока снова не появится реакция испытуемого.

11.6 Процедуру, описанную в 11.5, повторяют до тех пор, пока не будет зафиксировано три одинаковых уровня начала поступления ответов в не более чем пяти сериях последовательных повышений. Зафиксированное значение принимают за пороговый уровень различения.

11.7 Если в пяти сериях предъявления речевого сигнала по восходящему ряду уровней ни для одного уровня не будут получены три реакции испытуемого, то в качестве нового начального отсчета предъявляют сигнал с уровнем на 10 дБ выше уровня, соответствующего последней реакции. После этого всю процедуру повторяют заново: спускаются вниз с шагом 10 дБ после появления реакции и поднимаются вверх с шагом 5 дБ до появления реакции.

11.8 При необходимости процедуру, описанную в 11.3-11.7 повторяют для другого уха.

11.9 Приблизительно те же результаты получают при сокращенном варианте метода восходящих рядов, в котором для трех серий испытаний необходимо получить две реакции на одном и том же уровне предъявленного речевого сигнала. В ряде случаев применение сокращенного варианта можно считать допустимым.

12 Определение порогового уровня разборчивости речи

12.1 Общие положения

12.1.1 При испытаниях данного вида используют всю тестовую таблицу. Элементами таблицы могут быть одиночные слова, фразы или предложения. Если тестовым элементом является предложение, то оцениваться может правильность воспроизведения испытуемым всего предложения или его ключевых слов.

Метод нисходящих рядов, описанный в 12.2 и 12.3, может быть реализован в двух вариантах:

a) базовый с шагом понижения уровня 5 дБ;

b) альтернативный с шагом понижения уровня 2 или 5 дБ.

Ожидается, что оба варианта дадут приблизительно одинаковые результаты, однако достаточных экспериментальных данных, подтверждающих это, на момент опубликования настоящего стандарта не имеется. Общая часть обоих вариантов описана в 12.1.2-12.1.4. В различающейся части базовый вариант описан в 12.2, альтернативный – в 12.3.

В 12.4 и 12.5. описаны два адаптивных метода, в одном из которых значение шага изменения уровня речевого сигнала постоянно, а в другом – переменно.

12.1.2 При моноауральном прослушивании испытания начинают с уха, обладающего большей чувствительностью.

12.1.3 Испытуемого знакомят с поставленной перед ним задачей реагирования на тестовые элементы, предъявляя некоторые из них на уровне, достаточном для их отчетливого восприятия. Обычно для этого используют уровень прослушивания на 20 или 30 дБ выше порогового уровня прослушивания чистого тона для данного испытуемого, усредненного по частотам 500, 1000 и 2000 Гц.

12.1.4 Уменьшают уровень речевого сигнала с шагом 5 дБ, предъявляя при этом на каждом шаге не менее двух тестовых элементов, до тех пор, пока испытуемый не ошибется в распознавании по крайней мере одного предъявленного тестового элемента. Далее испытания продолжают в соответствии с 12.2 или 12.3.

12.2 Базовый вариант метода

12.2.1 Предъявляют испытуемому группу тестовых элементов на том уровне, когда у него начались ошибки в распознавании (см. 12.1.4), и записывают число правильных ответов. Группа должна включать в себя не менее 10 тестовых элементов.

12.2.2 Если по результатам оценивания по 12.2.1 показатель разборчивости оказался равным 50 % или более, то уменьшают уровень речевого сигнала с шагом 5 дБ и на каждом новом уровне предъявляют испытуемому группу новых тестовых элементов до тех пор, пока показатель разборчивости не будет менее 50 %. Обычно такое происходит на первом же шаге понижения уровня. Фиксируют уровень, на котором получено значение показателя разборчивости менее 50 % и после этого начинают повышать уровень речевого сигнала с шагом 5 дБ, предъявляя каждый раз испытуемому новую группу тестовых элементов, до тех пор, пока значение показателя разборчивости не превысит 50 %.

12.2.3 В координатах, где ось абсцисс соответствует уровню речевого сигнала, а ось ординат – показателю разборчивости, определяют две точки, одна из которых соответствует наибольшему уровню сигнала, при котором было получено значение показателя разборчивости менее 50 %, а другая – наименьшему уровню сигнала, при котором было получено значение показателя разборчивости более 50 %. Соединяют эти точки прямой линией. Точка пересечения этой линии горизонтальной прямой, соответствующей показателю разборчивости 50 %, определяет значение уровня речевого сигнала, которое после его округления до ближайшего целого (в дБ) принимают за пороговый уровень разборчивости. Если в процессе пошагового изменения уровня на одном из уровней будет получено значение показателя разборчивости, точно равное 50 %, то этот уровень принимают за пороговый уровень разборчивости.

12.3 Альтернативный вариант метода

12.3.1 Если испытуемый ошибается в распознавании одного тестового элемента, то ему предъявляют другой на том же самом уровне. Продолжают понижать уровень речевого сигнала с шагом 10 дБ до тех пор, пока испытуемый не совершит ошибки в распознавании двух последовательно предъявленных ему тестовых элементов.

12.3.2 Повышают уровень, где были совершены две последовательные ошибки, на 10 дБ и считают новый уровень речевого сигнала стартовым уровнем L_S.

12.3.3 Предъявляют на стартовом уровне, а затем на последующих уровнях, понижающихся с шагом 2 дБ, по два тестовых элемента. Если в альтернативном варианте метода предусмотрен шаг не 2 дБ, а 5 дБ, то см. 12.3.6.

12.3.4 Процедуру, описанную в 12.3.3, продолжают выполнять, если из первых шести предъявлений тестовых элементов, начиная со стартового уровня, правильные ответы были даны не менее чем в пяти случаях. В противном случае повышают стартовый уровень на величину от 4 до 10 дБ.

12.3.5 Процедуру, описанную в 12.3.3, завершают, когда от испытуемого поступят пять неверных ответов на шесть последних предъявленных тестовых элементов.

12.3.6 Если метод предусматривает уменьшение уровня не на 2, а на 5 дБ, то на каждом уровне предъявляют по пять тестовых элементов, и процесс уменьшения уровня речевого сигнала останавливают тогда, когда на каком-то уровне будут получены пять неправильных ответов.

12.3.7 Рассчитывают пороговый уровень разборчивости T, дБ, по формуле

$$T = L_S - \frac{dr}{n} + \frac{d}{2}, \qquad (2)$$

где L_S – стартовый уровень в соответствии с 12.3.2, дБ,

r – общее число правильных ответов, полученных начиная со стартового уровня в соответствии с 12.3.3 и заканчивая уровнем, определенным в соответствии с 12.3.5 или 12.3.6;

d – шаг понижения уровня речевого сигнала, дБ;

n – число тестовых элементов, предъявляемых на каждом уровне.

12.4 Адаптивный метод с постоянным шагом

12.4.1 Ниже приведен пример адаптивного метода с постоянным шагом, основанном на поиске уровня речевого сигнала, при котором от испытуемого будут получено 50 % правильных ответов. Если используются варианты адаптивного метода для поиска уровня, которому соответствует другая, отличная от 50 % доля правильных ответов, то все отличия этих вариантов должны быть строго определены.

12.4.2 При моноауральном прослушивании испытания начинают с уха, обладающего большей чувствительностью.

12.4.3 Испытуемого знакомят с поставленной перед ним задачей реагирования на тестовые элементы, предъявляя некоторые из них на уровне, достаточном для их отчетливого восприятия. Обычно для этого используют уровень прослушивания на 20 или 30 дБ выше порогового уровня прослушивания чистого тона для данного испытуемого, усредненного по частотам 500, 1000 и 2000 Гц.

12.4.4 Уменьшают уровень речевого сигнала с шагом 5 дБ, предъявляя на каждом новом уровне только один тестовых элемент, до тех пор, пока испытуемый не даст неправильный ответ. Далее испытания продолжают в соответствии с 12.4.5 или 12.5.

12.4.5 Уменьшают уровень на 2 дБ и предъявляют один тестовый элемент из новой тестовой таблицы.

12.4.6 Если в качестве тестового элемента используется отдельное слово или полное предложение, то испытания продолжают в соответствии с 12.4.7–12.4.9, а если оценивание осуществляют по правильному распознаванию ключевых слов в предложении – то в соответствии с 12.4.10–12.4.12.

12.4.7 Если испытуемый воспроизвел предъявленный тестовый элемент правильно, то уровень понижают на 2 дБ, а если неправильно – то повышают на 2 дБ. После изменения уровня предъявляют другой тестовый элемент.

12.4.8 Повторяют процедуру, описанную в 12.4.7, с использованием всех оставшихся тестовых элементов тестовой таблицы.

12.4.9 Усредняют уровни речевого сигнала, на которых были предъявлены тестовые элементы данной тестовой таблицы за исключением первых двух. Результат усреднения будет представлять собой пороговый уровень разборчивости.

12.4.10 Если испытуемый способен правильно повторить более половины ключевых слов, то уровень понижают на 2 дБ, если менее половины ключевых слов – то повышают на 2 дБ, а если ровно половину – то оставляют уровень неизменным.

12.4.11 Повторяют процедуру, описанную в 12.4.10 с использованием всех оставшихся предложений тестовой таблицы.

12.4.12 Усредняют уровни речевого сигнала, на которых были предъявлены тестовые элементы данной тестовой таблицы за исключением первых двух. Результат усреднения будет представлять собой пороговый уровень разборчивости.

12.5 Вариант адаптивного метода

Иногда целесообразно использовать адаптивную процедуру, отличную от описанной в 12.4. В этом случае речевой материал должен сопровождаться соответствующими данными о нормальной артикуляционной кривой, нормальном пороговом уровне разборчивости, а также показателе повто-

ряемости, полученными с участием достаточно большой группы лиц с нормальным слухом, как описано в 5.1. Должны быть подробно описаны все элементы адаптивного метода, включая размер шага, оценивание разборчивости по словам или предложениям, определяемый показатель восприятия речи, а также отклонения от процедуры, установленной в 12.4.

13 Определение показателя разборчивости

Если требуется определить показатель разборчивости на более чем одном уровне речевого сигнала (например, чтобы построить артикуляционную кривую), то испытания проводят так, чтобы в рамках одной сессии тестовые элементы предъявлялись без повторения. Оценивание осуществляют по результатам предъявления всей тестовой таблицы.

Если перед испытанием данного вида определение порогового уровня разборчивости не выполнялось, то испытуемого знакомят с поставленной перед ним задачей реагирования на тестовые элементы, предъявляя некоторые из них на уровне, достаточном для их отчетливого восприятия. Обычно для этого используют уровень прослушивания на 20 или 30 дБ выше порогового уровня прослушивания чистого тона для данного испытуемого, усредненного по частотам 500, 1000 и 2000 Гц.

Настраивают аудиометрическое оборудование на заданный уровень речевого сигнала и на каждом уровне предъявляют испытуемому для распознавания полную тестовую таблицу.

Выбор уровня речевого сигнала зависит от конкретных целей испытаний, какими могут быть, например:

a) определение максимального показателя разборчивости речи. В этом случае первое значение показателя разборчивости обычно определяют на уровне на 25-30 дБ выше порогового уровня разборчивости. После этого уровень повышают с шагом 5 или 10 дБ до тех пор, пока не будет получено максимальное значение показателя или пока испытуемый не сообщит о чувстве дискомфорта или усталости. Если с повышением уровня значение показателя начинает понижаться, то испытания продолжают на более низких уровнях;

b) определение показателя разборчивости на наиболее комфортном уровне громкости речевого сигнала. В этом случае уровень речевого сигнала выбирают в ходе непрерывного предъявления речевого сигнал того же типа, что будет использован в испытании для определения показателя разборчивости. Испытуемый должен сообщать о своем субъективном восприятии громкости предъявляемого сигнала (например, в терминах «чересчур тихо», «нормально», «слишком громко», «чересчур громко»). Часто среднее между уровнями, соответствующими реакции «слишком тихо» и «слишком громко», является хорошим начальным приближением уровня комфортного восприятия;

c) определение уровня половины максимальной разборчивости речи. В этом случае вначале определяют максимальный показатель разборчивости. Затем уменьшают уровень последовательно с шагом 5 или 10 дБ, предъявляя на каждом уровне полную тестовую таблицу, до тех пор, пока на одном из уровней не будет получено значение показателя разборчивости больше половины максимального, а на следующем – меньше половины максимального. Последние два уровня используют для линейной интерполяции зависимости показателя разборчивости от уровня речевого сигнала, определяют точку пересечения интерполяционной прямой с уровнем показателя разборчивости, равным 50 %, округляют значение уровня речевого сигнала в этой точке до ближайшего целого (в дБ) и принимают полученное значение за уровень половины максимальной разборчивости речи.

Полученное значение показателя разборчивости выражают в процентах и регистрируют вместе с уровнем речевого сигнала, для которого оно было получено.

14 Маскирование контралатерального уха

Чтобы во время моноауральной речевой аудиометрии предотвратить прослушивание предъявляемого сигнала контралатеральным ухом, на это ухо может быть подан посредством воздушного звукопроведения маскирующий шум. Условия подачи одного из видов маскирующего шума установлены МЭК 60645-2. Эффективный уровень применяемого маскирующего шума с определенным частотным составом и заданным уровнем звукового давления зависит от характеристик речевого сигнала и поэтому его значение для разных речевых сигналов будет разным.

Маскирование используют в испытаниях на воздушную проводимость, если уровень речевого сигнала, выраженный как уровень прослушивания, превышает на 40 дБ и более средний пороговый уровень прослушивания по костной проводимости для двух частот из ряда 500, 1000 и 2000 Гц, для которых пороговый уровень прослушивания для контралатерального уха ниже.

Минимальный уровень маскирующего шума L_{M}, дБ, выраженный как эффективный уровень маскирующего шума, определяют по формуле

$$L_{\mathrm{M}} = L_{\mathrm{t}} - 40 + \left(L_{\mathrm{A\,min}} - L_{\mathrm{B\,min}}\right), \qquad (3)$$

где L_{t} – уровень речевого сигнала, выраженный как уровень прослушивания, дБ;

$L_{\mathrm{A\,min}}$ – определенный в ходе тональной аудиометрии и выраженный через уровень прослушивания средний пороговый уровень по воздушной проводимости для двух частот из ряда 500, 1000 и 2000 Гц, для которых пороговый уровень прослушивания для контралатерального уха ниже, дБ;

$L_{\mathrm{B\,min}}$ – определенный в ходе тональной аудиометрии и выраженный через уровень прослушивания средний пороговый уровень по костной проводимости для двух частот из ряда 500, 1000 и 2000 Гц, для которых пороговый уровень прослушивания для контралатерального уха ниже, дБ.

В некоторых случаях уровень маскирующего шума должен быть повышен для обеспечения надежной маскировки по контралатеральному уху.

15 Речевая аудиометрия с конкурирующим звуком

15.1 Типы конкурирующего звука

В качестве конкурирующего звука может быть использован немодулированный случайный шум с заданной спектральной плотностью мощности по МЭК 60645-2. Если используется какой-либо другой вид конкурирующего звука, то его характеристики должны быть определены. При использовании конкурирующего звука, отличающегося от включенного в образцовую запись речевого материала, указанные в ней нормальная артикуляционная кривая и нормальный пороговый уровень не будут достоверны (см. приложение В).

Примечание – В качестве конкурирующего звука может быть использована человеческая речь, например в виде шума голосов на вечеринке или слитная речь одного говорящего человека. Однако при использовании конкурирующего звука такого вида ожидается больший разброс результатов испытаний, чем при использовании случайного шума с заданной спектральной плотностью мощности.

15.2 Предъявление конкурирующего звука

Если испытания проводят с использованием головных телефонов, то конкурирующий звук предъявляют через тот же телефон, что и тестовый речевой сигнал. В случае проведения аудиометрии в звуковом поле следует задать расположение всех громкоговорителей. Рекомендуемое положение громкоговорителя, передающего речевой сигнал, – прямо перед испытуемым, так чтобы угол падения звуковой волны был 0°. На восприятие речи в условиях звукового поля с конкурирующим звуком могут повлиять акустические характеристики испытательного помещения. Чтобы уменьшить это влияние, может потребоваться знание нормальной артикуляционной кривой и нормального порогового уровня, полученных в соответствующих акустических условиях.

Рекомендуется для предъявления конкурирующего звука использовать два громкоговорителя, расположенных симметрично относительно направления на источник речевого сигнала под углами $\pm 45°$ к нему. Если для предъявления конкурирующего звука используют два и более громкоговорителя, то излучаемые звуковые волны не должны быть когерентными.

15.3 Уровни речевого сигнала и конкурирующего звука

Уровни речевого сигнала и конкурирующего звука должны быть измерены в соответствии с определениями этих величин (см. 3.17 и 3.30). Рекомендуемый уровень речевого сигнала – 65 дБ, что приблизительно соответствует нормальной речи при беседе. Если применяют речевой сигнал с другим уровнем, то его значение должно быть указано. Уровень конкурирующего звука может быть фиксированным или переменным. В первом случае рекомендуется использовать уровень шума 60 дБ. Если уровень конкурирующего звука в ходе испытаний изменяют, то шаг изменения должен быть 5 дБ или менее.

15.4 Метод испытаний

15.4.1 Общие положения

Целью испытаний может быть как определение показателя разборчивости на одном или нескольких фиксированных уровнях отношения «сигнал/шум», так и определение значения отношения «сигнал/шум», соответствующего пороговому уровню разборчивости.

15.4.2 Определение показателя разборчивости при заданном отношении «сигнал/шум»

15.4.2.1 Настраивают аудиометрическое оборудование для воспроизведения заданного уровня речевого сигнала.

15.4.2.2 Знакомят испытуемого с поставленной перед ним задачей реагирования на тестовые элементы, предъявляя некоторые из них на уровне, достаточном для их отчетливого восприятия, при пониженном уровне конкурирующего звука (например, на 20 дБ ниже уровня речевого сигнала).

15.4.2.3 Устанавливают уровень конкурирующего звука, требуемый для проведения испытаний, и предъявляют испытуемому полную тестовую таблицу. По ответам испытуемого определяют показатель разборчивости.

15.4.3 Определение порогового уровня разборчивости в условиях конкурирующего звука

15.4.3.1 Общие положения

15.4.3.1.1 В описываемых ниже двух методах испытаний для определения отношения «сигнал/шум», соответствующего пороговому уровню разборчивости при заданном уровне речевого сигнала или конкурирующего звука, последовательное повышение уровня конкурирующего звука может быть заменено последовательным понижением уровня речевого сигнала и наоборот. Однако конкретный выбор может в некоторой степени повлиять на результат испытаний.

Ожидается, что оба метода дадут приблизительно одинаковые результаты, однако достаточных экспериментальных данных, подтверждающих это, на момент опубликования настоящего стандарта не имеется. Общая часть обоих методов описана в 15.4.3.1.2 и 15.4.3.1.3. В различающейся части базовый метод, использующий последовательное понижение отношения «сигнал/шум», описан в 15.4.3.2, а альтернативный – в 15.4.3.3.

15.4.3.1.2 Выполняют процедуры, описанные в 15.4.2.1 и 15.4.2.2.

15.4.3.1.3 Повышают уровень конкурирующего звука с шагом 5 дБ или менее и на каждом уровне предъявляют не менее двух тестовых элементов до тех пор, пока испытуемый не совершит ошибку в распознавании.

15.4.3.2 Базовый метод

15.4.3.2.1 При уровне конкурирующего звука, на котором завершилась процедура по 15.4.3.1.3, предъявляют группу тестовых элементов и регистрируют число правильных ответов. Группа должна содержать не менее 10 тестовых элементов.

15.4.3.2.2 Если полученное по 15.4.3.2.1 значение показателя разборчивости будет не менее 50 %, то уровень конкурирующего звука повышают с шагом 5 дБ или менее, предъявляя испытуемому при каждом новом уровне новую группу тестовых элементов и определяя значение показателя разборчивости, до тех пор, пока не будет получено значение показателя разборчивости менее 50 %. Последние два уровня используют для линейной интерполяции зависимости показателя разборчивости от отношения «сигнал/шум», определяют точку пересечения интерполяционной прямой уровня показателя разборчивости, равного 50 %, и принимают полученное значение отношения «сигнал/шум» за пороговый уровень разборчивости. Если при каком-либо уровне конкурирующего звука будет получено значение показателя разборчивости, точно равное 50 %, то за пороговый уровень разборчивости принимают соотношение «сигнал/шум» при данном уровне конкурирующего звука.

15.4.3.3 Альтернативный метод

15.4.3.3.1 После первого неправильного ответа предъявляют следующий тестовый элемент при том же уровне конкурирующего звука. Продолжают повышать уровень конкурирующего звука с шагом 10 дБ до тех пор, пока испытуемый не совершит ошибки в распознавании двух последовательно предъявленных ему тестовых элементов.

15.4.3.3.2 Понижают уровень конкурирующего звука до значения, при котором были совершены две последовательные ошибки, на 10 дБ и считают новый уровень конкурирующего звука стартовым уровнем $L_{\mathrm{N,S}}$.

15.4.3.3.3 Предъявляют при стартовом уровне конкурирующего звука, а затем при последующих, повышающихся с шагом 2 дБ, по два тестовых элемента. Если в альтернативном методе предусмотрен шаг не 2 дБ, а 5 дБ, то см. 15.4.3.3.6.

15.4.3.3.4 Процедуру, описанную в 15.4.3.3.3, продолжают выполнять, если из первых шести предъявлений тестовых элементов, начиная со стартового уровня, правильные ответы были даны не менее чем в пяти случаях. В противном случае понижают стартовый уровень на величину от 4 до 10 дБ.

15.4.3.3.5 Процедуру, описанную в 15.4.3.3.3, завершают, когда от испытуемого поступят пять неверных ответов на шесть последних предъявленных тестовых элементов.

15.4.3.3.6 Если метод предусматривает повышение уровня конкурирующего звука не на 2, а на 5 дБ, то при каждом уровне конкурирующего звука предъявляют по пять тестовых элементов, и процесс повышения уровня конкурирующего звука останавливают тогда, когда будут получены пять неправильных ответов.

15.4.3.3.6 Рассчитывают уровень конкурирующего звука $L_{\mathrm{N,SRT}}$, дБ, соответствующий пороговому уровню разборчивости, по формуле

$$L_{\mathrm{N,SRT}} = L_{\mathrm{N,S}} + \frac{dr}{n} - \frac{d}{2}, \qquad (4)$$

где $L_{\mathrm{N,S}}$ – стартовый уровень в соответствии с 15.4.3.3.2, дБ,

r – общее число правильных ответов, полученных начиная со стартового уровня в соответствии с 15.4.3.3.2 и заканчивая уровнем, определенным в соответствии с 15.4.3.3.5 или 15.4.3.3.6;

d – шаг повышения уровня конкурирующего звука, дБ;

n – число тестовых элементов, предъявляемых при каждом уровне конкурирующего звука.

Пороговый уровень разборчивости определяют как разность между уровнем речевого сигнала и $L_{\mathrm{N,SRT}}$.

16 Формат речевой аудиограммы

Если результат речевой аудиометрии представляют в графическом виде (речевая аудиограмма), то по оси абсцисс откладывают значения уровня речевого сигнала или отношения сигнал шум (в децибелах), а по ординат – соответствующие им значения показателя разборчивости (в процентах). Соотношения масштабов осей должно быть следующим: 20 % по оси ординат соответствуют 10 дБ по оси абсцисс. На аудиограмме указывают виды речевого материала и конкурирующего звука. На аудиограмме приводят также нормальную артикуляционную кривую, полученную для данного речевого материала.

17 Неопределенность измерения

На результаты измерения показателя разборчивости методами, установленными настоящим стандартом, могут оказать влияние, в частности, такие факторы, как:

a) применяемое аудиометрическое оборудование;
b) тип звукового преобразователя и способ его крепления к испытуемому;
c) применяемый речевой материал;
d) используемый метод испытаний;
e) акустические условия испытательного помещения (в особенности фоновый шум);
f) квалификация и опыт аудиометриста;
g) способность испытуемого адекватно воспринимать поставленную задачу и давать надежные ответы на предъявленные стимулы;
h) неоптимальное маскирование контралатерального уха.

Ввиду сложности испытаний данного вида, включающих, в частности, субъективный фактор как со стороны аудиометриста, так и со стороны испытуемого, невозможно дать единую оценку неопределенности измерения для всех применений речевой аудиометрии в соответствии с настоящим стандартом. Однако подробное исследование источников неопределенности позволит получить полезную информацию о степени надежности результатов аудиометрических испытаний и оценить неопределенность измерения для конкретного испытания.

Общее руководство по оцениванию неопределенности измерения установлено Руководством ИСО/МЭК 98-3. В качестве характеристики неопределенности следует использовать расширенную неопределенность, соответствующую вероятности охвата 95 %. Рекомендации по расчету расширенной неопределенности приведены в приложении Е.

18 Обслуживание и калибровка аудиометрического оборудования

18.1 Общие положения

Достоверные результаты аудиометрических испытаний могут быть получены только при условии применения калиброванных средств измерений. Порядок обслуживания, проверки и калибровки аудиометрического оборудования 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.

18.2 Временные интервалы между проверками

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

Рекомендуется проверки этапа А выполнять каждый раз за день до применения оборудования. Измерения уровней звукового давления в контрольных точках звукового поля рекомендуется повторять с интервалом не менее трех месяцев, а также каждый раз, когда в средство измерений внесено какое-либо изменение (например, изменено взаимное расположение его частей). 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 конкретным оборудованием в конкретных условиях его применения допускается указанный интервал увеличить, но желательно, чтобы он не превышал 12 месяцев.

При соблюдении рекомендаций для этапов А и В в проведении регулярных калибровок аудиометрического оборудования (этап С) необходимости нет. Калибровки необходимы только в случае серьезных повреждений оборудования, при выявлении ошибок в его работе или когда после долгого периода эксплуатации появились сомнения в том, что характеристики оборудования продолжают оставаться в пределах допуска. Рекомендуется проводить калибровку оборудования после каждых пяти лет его эксплуатации.

18.3 Регулярный контроль и проверка функционирования

18.3.1 Цель этапа А заключается в том, чтобы убедиться, насколько это возможно, в правильном функционировании оборудования и в отсутствии явных свидетельств изменения его метрологических характеристик. Во время проведения этапа А фоновый шум в помещении должен быть приблизительно таким же, как и при обычном применении оборудования.

Процедуры, выполняемые на этапе А, приведены в 18.3.2–18.3.9.

18.3.2 Осуществляют чистку и осмотр аудиометра и всех принадлежностей. Амбушюры, разъемы, основные и вспомогательные провода проверяют на наличие признаков износа или повреждений. При обнаружении неисправностей соответствующие элементы подлежат замене.

18.3.3 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. Проверяют, если это возможно, соответствие маркировки звуковых преобразователей маркировке аудиометра.

18.3.4 Если речевую аудиометрию проводят в звуковом поле, то проверяют правильность и точность идентификации положения контрольной точки.

18.3.5 Субъективно оценивают выходной сигнал аудиометра, а также то, что фоновый шум типичен и не мешает прослушиванию тихой речи. Желательно, чтобы такое прослушивание всегда выполнялось одним и тем же лицом, обладающим хорошим слухом, проверенным посредством аудиометрических испытаний. Данную проверку выполняют с применением соответствующих выходных звуковых преобразователей.

18.3.6 Прослушивают речевой материал на более высоких уровнях речевого сигнала (например, на уровне прослушивания от 60 до 70 дБ) с применением разных функций аудиометра и всех имеющихся тестовых сигналов. В ходе прослушивания оценивают правильность работы оборудования, в частности, отсутствие искажений сигнала и помех.

18.3.7 Прослушивают сигнал аудиометра на низких уровнях тона для выявления шума, гудения и других нежелательных звуков от оборудования в том месте, где при проведении аудиометрических испытаний должен находиться испытуемый.

18.3.8 Проверяют способность аттенюаторов усиливать сигнал во всем диапазоне измерений.

18.3.9 Проверяют правильность работы переговорного устройства и системы контроля испытаний.

18.4 Периодические инструментальные проверки

В ходе периодических инструментальных проверок проводят измерения и проверку соответствия требованиям стандартов следующих характеристик оборудования:

a) частотной характеристики оборудования вместе с выходными преобразователями – по МЭК 60645-2;

b) выходной уровень звукового преобразователя – по МЭК 60645-2;

c) шаги изменения уровня сигнала аттенюаторами (в значимой части диапазона измерения) – по МЭК 60645-1;

d) коэффициент гармонических искажений – по МЭК 60645-2;

e) уровни маскирующего шума – по МЭК 60645-2;

f) прижимной силы оголовья телефонов.

Перед проведением инструментальных проверок выполняют процедуры контроля этапа А.

18.5 Основные калибровки

Основные калибровки проводят с целью подтверждения того, что аудиометрическое оборудование, звуковое поле и, при необходимости, уровень фонового шума удовлетворяют требованиям МЭК 60645-2 и настоящего стандарта.

Приложение А
(справочное)

Примеры речевых материалов

А.1 Общие положения

Речевые материалы, используемые в аудиометрических испытаниях, можно разделить по классам. В настоящем приложении приведены некоторые типичные речевые материалы разных классов. Ввиду большого числа таких материалов дать их полный перечень не представляется возможным.

А.2 Материалы открытой формы тестирования

Примеры таких материалов приведены в [12] – [15] и [30].

А.3 Материалы закрытой формы тестирования

Примеры таких материалов приведены в [16] – [18] и [29].

А.4 Тест на воспроизведение предложений открытой формы

Примеры таких материалов приведены в [19] – [24] и [28].

А.5 Тест на воспроизведение предложений закрытой формы

Примеры таких материалов приведены в [25] – [27].

Приложение В
(справочное)

Примеры конкурирующих звуков

В.1 Общие положения

Если образцовая запись должна содержать конкурирующий звук, то рекомендуется использовать виды звуков, указанные в настоящем приложении.

В.2 Немодулированный шум

Данный вид конкурирующего звука не содержит или содержит в незначительной степени составляющие с амплитудной модуляцией. Часто спектральная плотность мощности такого шума представляет собой усредненную на большом временном интервале спектральную плотность мощности речевого сигнала, используемого в испытаниях на восприятие речи. Обычно применение конкурирующего звука данного вида обеспечивает хорошую повторяемость определения пороговых уровней разборчивости. Однако разность между пороговыми уровнями разборчивости для лиц с разной степенью потери слуха будет относительно невелика. Типичные примеры такого шума приведены в [8] и [31] (последний получен с применением усреднения спектральной плотности сигналов речи на разных языках).

В.3 Модулированный шум

Данный вид шума содержит амплитудную модуляцию и по восприятию похож на речь одного человека или беседу группы из нескольких людей. Пример такого шума, полученного на основе усреднения спектральной плотности сигналов речи и использования временной структуры речи говорящего человека, приведен в [32]. В этом шуме амплитудные модуляции независимы и разнесены по трем частотным каналам. В модифицированной версии этого шума была изменена структура речи (паузы были ограничены 250 мс). Обычно конкурирующий звук данного вида обеспечивает большую разность между пороговыми уровнями разборчивости для лиц с разной степенью потери слуха по сравнению с немодулированным шумом. Другой пример модулированного шума приведен в [33]. В нем использована одинаковая амплитудная модуляция для всех частотных составляющих сигнала.

В.4 Многоголосный шум

Данный вид шума представляет собой наложение речей одного или нескольких лиц. Он может иметь разные степени модуляции и разный маскирующий эффект.

Подобный вид конкурирующего звука может быть получен разными способами обработки речи (запись речи в обратном направлении, ускоренная речь, совмещение речей нескольких лиц и т.д.).

Способ представления конкурирующего звука данного вида также может быть разным. Если используется техника временного окна, то некоторый период в начале и в конце окна (например, 500 мс), содержит запись шума, между которым находится запись речи. Другая модификация предполагает непрерывное применение многоголосного шума в ходе испытания.

Поскольку разные виды многоголосного шума дают разные нормальные уровни разборчивости и разные показатели повторяемости результатов испытания, на речевой аудиограмме должно быть указано, какой вид шума применен (см. раздел 16).

Приложение С
(справочное)

Типичные результаты речевой аудиометрии

С.1 Типичная нормальная артикуляционная кривая

В качестве примера приведены данные испытаний, описанные в [20]. Речевой материал содержал 20 тестовых таблиц, по 10 тестовых предложений в каждой. Группа испытуемых состояла из 12 лиц с нормальным слухом. Показатель разборчивости R в диапазоне от 0 % до 100 % может быть определен по формуле

$$R = \frac{100}{1 + \exp\left[0{,}04 \times S\left(L_{50} - L\right)\right]}, \qquad \text{(С.1)}$$

где L – уровень речевого сигнала (в отсутствие конкурирующего звука) или отношение «сигнал/шум» (при наличии конкурирующего звука), дБ;

L_{50} – пороговый уровень разборчивости (50 % правильных ответов), дБ.

Примечание – В испытании без конкурирующего звука L_{50} = 20 дБ. В испытании с конкурирующим звуком в виде немодулированного шума L_{50} = –6 дБ (пороговое отношение «сигнал/шум»);

S – наклон артикуляционной кривой в точке $L = L_{50}$, %/дБ, который равен:

S_{S} = 11 %/дБ для испытания без конкурирующего звука;

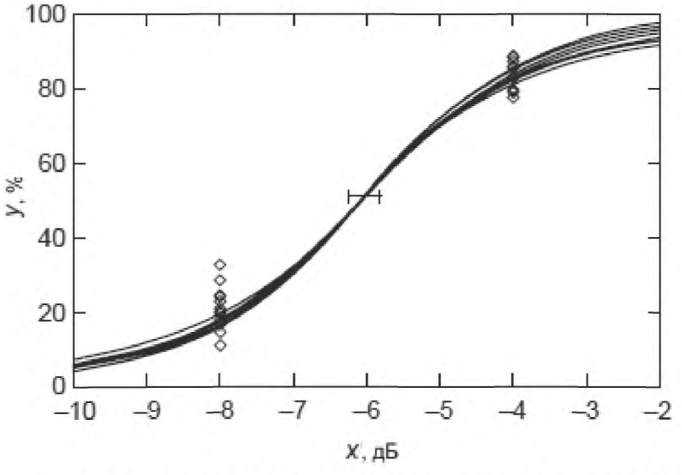
S_{N} = 19 %/дБ для испытания с конкурирующим звуком.

На рисунке С.1 показана типичная нормальная артикуляционная кривая, полученная для речевого материала данного вида.

С.2 Типичные пороговые уровни разборчивости

В таблице С.1 приведены типичные пороговые уровни разборчивости, полученные в испытаниях на восприятие речи с применением разных речевых материалов, указанных в приложении А, в которых принимали участие лица с нормальным слухом.

Примечание – Во всех испытаниях с применением конкурирующего звука (в таблице С.1 отмечены обозначением «SNR») в качестве такового использовался случайный шум с заданной формой спектральной плотности мощности.



y – доля правильных ответов; x – отношение «сигнал/шум»

Примечание – Символы «◊» показывают разброс усредненных по 20 испытуемым значений показателя разборчивости для разных тестовых таблиц для значений отношения «сигнал/шум», равных минус 8 дБ и минус 4 дБ. Отрезок на кривой в точке, где отношение «сигнал/шум» равно минус 6 дБ, показывает стандартное отклонение для порогового уровня разборчивости, полученное для одной тестовой таблицы.

Рисунок С.1 – Типичная нормальная артикуляционная кривая, полученная в испытании с конкурирующим звуком

Таблица С.1 – Типичные пороговые уровни разборчивости

Тип испытания	Ссылка	Тестовый элемент	Пороговый уровень разборчивости
Воспроизведение предложений, открытой формы	[20]	Слово	20 дБ
Воспроизведение предложений, открытой формы	[20]	Слово	– 6 дБ (SNR)
Воспроизведение предложений, открытой формы	[19]	Слово	– 5 дБ (SNR)
Воспроизведение предложений, открытой формы	[19]	Предложение	– 3 дБ (SNR)
Воспроизведение предложений, открытой формы	[23]	Предложение	– 6 дБ (SNR)
Воспроизведение предложений, открытой формы	[22]	Предложение	– 3 дБ (SNR)
Воспроизведение слов, открытой формы	[13]	Слово	28 дБ
Воспроизведение слов, открытой формы	[30]	Слово	23 дБ
Воспроизведение слов, открытой формы	[13]	Фонема	24 дБ
Воспроизведение предложений, закрытой формы	[27]	Слово	– 8 дБ (SNR)

С.3 Типичные пороговые уровни разборчивости

В таблице С.2 приведены типичные показатели повторяемости (доверительные интервалы по 5.4), полученные в испытаниях на восприятие речи с применением разных речевых материалов, указанных в приложении А, в которых принимали участие лица с нормальным слухом.

Таблица С.2 – Типичные значения показателя повторяемости

Тип испытания	Ссылка	Тестовый элемент	Показатель повторяемости для порогового уровня разборчивости (дБ) и показателя разборчивости (%)
Воспроизведение предложений, открытой формы, без конкурирующего звука, 10 предложений в тестовой таблице	[20]	Слово	2 дБ
Воспроизведение предложений, открытой формы, с конкурирующим звуком, 10 предложений в тестовой таблице	[19]	Предложение	0,9 дБ
Воспроизведение предложений, открытой формы, с конкурирующим звуком, 10 предложений в тестовой таблице	[21]	Предложение	1,2 дБ
Воспроизведение слов, открытой формы, без конкурирующего звука, 50 слов в тестовой таблице	[13]	Слово	10 %
Воспроизведение слов, открытой формы, без конкурирующего звука, 50 слов в тестовой таблице	[13]	Фонема	8 %
Воспроизведение предложений, закрытой формы, без конкурирующего звука, 20 предложений в тестовой таблице	[27]	Слово	1 дБ

Приложение D
(справочное)

Оптимизация перцептивного баланса тестовых таблиц

Добиться перцептивной эквивалентности тестовых таблиц можно разными способами.

Первый способ состоит в регулировке уровня речевого сигнала отдельного тестового элемента таким образом, чтобы реакция на него соответствовала реакции (среднему показателю разборчивости) на другие тестовые элементы тестовой таблицы. Это означает, что при предъявлении тестового элемента с низким показателем разборчивости относительно среднего по таблице коэффициент усиления следует повысить, а при предъявлении элемента с высоким показателем разборчивости – наоборот, понизить. Однако усиление или ослабление сигнала не должно превышать 0,5 дБ, поскольку такая регулировка не должна вызывать у испытуемого ощущения, что ему предъявляют тестовые элементы (например, отдельные слова в тестовом предложении) разной громкости.

Другой способ заключается в сохранении уровня предъявления различных тестовых элементов (например, в рамках тестового предложения) неизменным, но вводить весовые коэффициенты для разны тестовых элементов. Тестовые элементы с более низким показателем разборчивости получают более высокий весовой коэффициент, а тестовые элементы с высоким показателем разборчивости – более низкий. Сумма весовых коэффициентов в рамках одного предъявления (например, тестового предложения) должна быть равна единице.

Приложение Е
(справочное)

Неопределенность измерения

Е.1 Общие положения

Общепризнанный способ представления неопределенности измерения установлен в Руководстве ИСО/МЭК 98-3. Этот способ требует наличия известной функциональной зависимости (модели измерения) между измеряемой величиной, под которой в настоящем приложении понимается пороговый уровень разборчивости, и входными величинами, описывающими факторы, которые могут оказать влияние на результат измерения. Каждая такая входная величина должна быть описана через ассоциированное с этой величиной распределение вероятностей, оценку (математического ожидания) для этой величины и стандартную неопределенность этой оценки. Имеющуюся информацию о входных величинах представляют в виде бюджета неопределенности, на основе которого рассчитывают стандартную неопределенность и расширенную неопределенность для оценки измеряемой величины.

В настоящее время отсутствуют надежные данные, которые позволили бы составить бюджет неопределенности, пригодный для каждого измерения, выполненного в соответствии с настоящим стандартом. Однако существует возможность, в первую очередь, основанная на результатах экспериментальных исследований, указать основные источники неопределенности таких измерений и характеристики этих источников. Настоящий пример иллюстрирует общий подход к расчету неопределенности измерения согласно Руководству ИСО/МЭК 98-3. Данный подход позволяет получить приближенную оценку неопределенности измерения, проводимого в некоторых заданных условиях.

Е.2 Модель измерения

Модель измерения для порогового уровня разборчивости L_{HT} имеет вид

$$L_{\mathrm{HT}} = L'_{\mathrm{HT}} + \delta_{\mathrm{eq}} + \delta_{\mathrm{tr}} + \delta_{\mathrm{m}} + \delta_{\mathrm{te}} + \delta_{\mathrm{su}} + \delta_{\mathrm{pr}} + \delta_{\mathrm{tm}} + \delta_{n} + \delta_{\mathrm{mth}}, \quad \text{(E.1)}$$

где L'_{HT} – значение порогового уровня разборчивости, полученное в результате выполнения процедуры, установленной настоящим стандартом (см. Е.3.2);

δ_{eq} – входная величина, описывающая отклонения от номинальных метрологических характеристик применяемого аудиометрического оборудования (см. Е.3.3);

δ_{tr} – входная величина, описывающая возможные вариации, связанные с типом применяемого преобразователя и способом его установки (см. Е.3.4);

δ_{m} – входная величина, описывающая отклонения, связанные с неоптимальным выбором уровня маскирующего шума или конкурирующего звука (см. Е.3.5);

δ_{te} – входная величина, описывающая влияние недостаточной квалификации и опыта аудиометриста (см. Е.3.6);

δ_{su} – входная величина, описывающая влияние ошибок в коммуникации аудиометриста с испытуемым и неадекватных реакций испытуемого на предъявляемые стимулы (см. Е.3.7);

δ_{pr} – входная величина, связанная с особенностями конкретного измерения (см. Е.3.8);

δ_{tm} – входная величина, описывающая отклонения в характеристиках записи в соответствии с разделом 4 (см. Е.3.9);

δ_{n} – входная величина, описывающая отклонения от нормальных (идеальных) акустических условий, в особенности связанные с фоновым шумом (см. Е.3.10);

δ_{mth} – входная величина, описывающая отклонения, связанные с выбранным методом испытаний (см. Е.3.11).

Обычно оценку каждой входной величины δ полагают равной 0 дБ, что означает отсутствие поправок, вносимых в полученное значение L'_{HT}. Однако каждой из этих величин соответствует своя неопределенность (см. Е.3). Взаимной статистической зависимостью входных величин можно пренебречь.

Примечание – Если измеряемой величиной является не пороговый уровень разборчивости, то формулу (Е.1) нужно соответствующим образом видоизменить.

Е.3 Входные величины

Е.3.1 Общие положения

Входные величины, описанные в Е.3.2–Е.3.6 и Е.3.9–Е.3.11 следует принимать во внимание при расчете неопределенности для практически всех аудиометрических испытаний. Входные величины, описанные в Е.3.7 и Е.3.8 необходимо принимать во внимание только в особых ситуациях и по усмотрению аудиометриста.

Е.3.2 Полученное значение порогового уровня прослушивания L'_{HT}

Обычно в ходе аудиометрических испытаний получают только одно значение порогового уровня разборчивости при бинауральном тестировании или по одному значению для каждого уха испытуемого при моноауральном тестировании. Однако имеющиеся данные наблюдений повторных измерений в стабильных условиях измерения показывают, что данной величине может быть приписана следующая стандартная неопределенность (см. 5.3 и раздел С.3):

– 1 дБ для испытаний с воздушным звукопроведением с использованием тестовой таблицы из 10 предложений;

– 2,5 дБ для испытаний с воздушным звукопроведением с использованием группы тестовых элементов из 10 отдельных слов.

Величине L'_{HT} приписывается нормальное распределение, ее оценка обозначается $L'_{\mathrm{HT,est}}$ (см. таблицу Е.1).

Е.3.3 Влияние аудиометрического оборудования δ_{eq}

При условии, что аудиометрическое оборудование удовлетворяет требованиям к приборам типа А или В по МЭК 60645-2, можно считать, что вклад данного источника в неопределенность измерения обусловлен, преимущественно, отклонением показываемого значения от номинального значения физической величины. МЭК 60645-2 устанавливает для испытаний по воздушной проводимости предельное отклонение ± 3 дБ.

В отсутствие иной дополнительной информации входной величине, описывающей влияние оборудования на результат измерения, приписывается равномерное распределение, стандартное отклонение для которого равно отношению половины диапазона, определяемого указанным предельным отклонением, к $\sqrt{3}$.

Если шаг управления уровнем прослушивания составляет 5 дБ, то это вносит дополнительный существенный вклад в неопределенность измерения, которому можно поставить в соответствие равномерное распределение со стандартной неопределенностью $2{,}5/\sqrt{3}$ дБ.

Объединяя эти два вклада, можно получить стандартную неопределенность для данного источника неопределенности в виде $\sqrt{\left(3/\sqrt{3}\right)^2+\left(2{,}5/\sqrt{3}\right)^2}$ дБ = 2,3 дБ.

Е.3.4 Влияние преобразователя и способа его установки δ_{tr}

Уровни звукового давления, создаваемого преобразователями разных типов в ухе испытуемого, не являются полностью эквивалентными. В качестве разумной оценки составляющей неопределенности измерения, обусловленной указанной неэквивалентностью, можно принять значение стандартной неопределенности 1,5 дБ.

Кроме того, уровни звукового давления, воспроизводимые при аудиометрических испытаниях, зависят от анатомических и физиологических особенностей испытуемого, способа размещения преобразователя в ухе испытуемого, а также отклонения прижимных сил оголовья от их номинальных значений. Дать достоверные количественные оценки влияния указанных эффектов на неопределенность измерения в настоящее время не представляется возможным. Однако до получения более надежных данных вклад этих эффектов можно приближенно оценить стандартной неопределенностью, равной 2,5 дБ.

Объединяя два вышеуказанных вклада, можно получить значение стандартной неопределенности, связанной с используемыми преобразователями, равное $\sqrt{(1{,}5)^2+(2{,}5)^2}$ = 2,9 дБ.

Е.3.5 Влияние маскирующего шума δ_{m}

На результат измерения порогового уровня разборчивости может оказать влияние неоптимальный выбор уровня маскирующего шума. Дать достоверные количественные оценки влияния указанного фактора на неопределенность измерения не представляется возможным. Однако в качестве пер-

вого приближения входной величине δ_{m} (входящей в модель измерения только в случае применения маскирующего шума) можно приписать нормальное распределение и стандартное отклонение 2 дБ. Влияние вариаций конкурирующего звука при условии, что его вид и условия применения точно соответствуют заданным, учтено в стандартной неопределенности, оцениваемой по повторным наблюдениям (см. Е.3.2).

Е.3.6 Влияние опыта аудиометриста δ_{te}

Если аудиометрист обладает необходимой квалификацией (см. 4.4) и достаточным опытом работы, то можно считать, что вносимый им субъективный фактор уже учтен при оценке стандартной неопределенности по результатам повторных наблюдений (см. Е.3.2). Однако в особых случаях может потребоваться специально учесть вклад δ_{te} и дать оценку стандартной неопределенности, связанной с этой величиной.

Е.3.7 Влияние реакции испытуемого δ_{su}

В обычных условиях проведения испытаний вариативность, связанная с незначительными отклонениями в реакции испытуемого, уже учтена при оценке стандартной неопределенности по результатам повторных наблюдений (см. Е.3.2). В особых ситуациях, однако, может возникнуть необходимость оценить дополнительную стандартную неопределенность для δ_{su}

Е.3.8 Влияние особенностей конкретного измерения δ_{pr}

При аудиометрических испытаниях возможны ситуации, когда определение порогового уровня разборчивости для данного испытуемого сталкивается со значительными трудностями. В этом случае может потребоваться учесть входную величину δ_{pr} и приписать ей соответствующую стандартную неопределенность.

Е.3.9 Влияние отклонений в записи речевого материала δ_{tm}

Полученные значения пороговых уровней разборчивости могут зависеть от характеристик речевого материала, записанного в соответствии с разделом 4. Дать достоверные количественные оценки влияния указанного фактора на неопределенность измерения не представляется возможным. Однако в качестве первого приближения входной величине δ_{tm} можно приписать нормальное распределение и стандартное отклонение 2 дБ. Вариативность, обусловленная применением разных тестовых таблиц одного речевого материала, уже учтена в стандартной неопределенности, оцениваемой по повторным наблюдениям (см. Е.3.2).

Е.3.10 Влияние условий окружающей среды δ_{n}

Если требования к фоновому шуму (см. раздел 7) выполнены полностью, то для измерений порогового уровня различения с участием испытуемого с пороговым уровнем прослушивания близким к 0 дБ входной величине δ_{n} можно приписать нормальное распределение со стандартной неопределенностью 2 дБ. Для измерений порогового уровня разборчивости, а также если же пороговый уровень прослушивания у испытуемого значительно выше 0 дБ, влиянием фонового шума на неопределенность измерения можно пренебречь.

Е.3.11 Влияние метода испытаний δ_{mth}

Полученное значение порогового уровня разборчивости может зависеть от метода испытаний, выбранного в соответствии с разделом 12. На результат испытаний влияют тип метода (применение нисходящего ряда или адаптивная процедура), шаг изменения уровня речевого сигнала, число используемых тестовых элементов (полные тестовые таблицы, группы тестовых элементов или отдельные тестовые элементы). Экспериментальных данных, свидетельствующих об эквивалентности установленных в разделе 12 методов, в настоящее время нет, поэтому данному фактору неопределенности может быть дана только грубая оценка. В качестве первого приближения можно принять значение стандартной неопределенности равным 2 дБ.

Е.4 Бюджет неопределенности

Стандартная неопределенность для порогового уровня разборчивости зависит от стандартных неопределенностей входных величин u_i (см. раздел Е.3) и соответствующих им коэффициентов чувствительности c_i. Коэффициент чувствительности определяет вес, с которым стандартная неопределенность каждой входной величины входит в суммарную стандартную неопределенность для измеряемого порогового уровня разборчивости. Математически коэффициент чувствительности представляет собой частную производную функции, описывающей модель измерений (функции измере-

ний), по данной входной величине. Тогда вклад каждого фактора (источника неопределенности), описываемого входной величиной, в суммарную стандартную неопределенность измерения можно представить в виде произведения коэффициента чувствительности входной величины на стандартную неопределенность для данной входной величины.

Под бюджетом неопределенности понимают табличное представление информации о вкладах различных источников неопределенности (см. таблицу Е.1).

Е.5 Суммарная и расширенная неопределенности

Стандартную неопределенность u (иногда называемую также суммарной стандартной неопределенностью) для измеряемой величины, которой в данном случае является пороговый уровень разборчивости, рассчитывают по формуле

$$u = \sqrt{\sum_{i=1}^{8} u_i^2} \ . \quad \text{(E.2)}$$

Таблица Е.1 – Общий вид бюджета неопределенности для измерения порогового уровня разборчивости

Величина	Оценка, дБ	Стандартная неопределенность u_i, дБ	Распределение вероятностей	Коэффициент чувствительности c_i	Вклад в неопределенность $c_i u_i$, дБ
L'_{HT}	$L'_{\text{HT,est}}$	u_1	нормальное	1	u_1
δ_{eq}	0	u_2	равномерное	1	u_2
δ_{tr}	0	u_3	нормальное	1	u_3
δ_{m}	0	u_4	нормальное	1	u_4
δ_{te}	0	u_5	нормальное	1	u_5
δ_{su}	0	u_6	нормальное	1	u_6
δ_{pr}	0	u_7	нормальное	1	u_7
δ_{tm}	0	u_8	нормальное	1	u_8
δ_{n}	0	u_9	нормальное	1	u_9
δ_{mth}	0	u_{10}	нормальное	1	u_{10}

Согласно Руководству ИСО/МЭК 98-3 должна быть рассчитана также расширенная неопределенность U, определяемая таким образом, чтобы интервал $\left[L'_{\text{HT,est}} - U, L'_{\text{HT,est}} + U\right]$ охватывал, например, 95 % значений, которые обоснованно могут быть приписаны измеряемой величине L_{HT}. Расширенную неопределенность часто определяют через коэффициент охвата k, так что $U = ku$. Если случайная величина, ассоциированная с измеряемой величиной, распределена по нормальному закону, то $k = 2$ при вероятности охвата, равной 95 %.

Е.6 Пример

Необходимо оценить расширенную неопределенность для измерения порогового уровня разборчивости по воздушному звукопроведению для данного испытуемого. Предполагается, что маскирующий шум в испытаниях не применяется, требования к фоновому шуму соблюдены, и источниками неопределенности, описанными в Е.3.5–Е.3.10 можно пренебречь. Бюджет неопределенности для данного примера представлен в таблице Е.2.

Таблица Е.2 – Бюджет неопределенности для примера раздела Е.6

Величина	Оценка, дБ	Стандартная неопределенность u_i, дБ	Распределение вероятностей	Коэффициент чувствительности c_i	Вклад в неопределенность $c_i u_i$, дБ
L'_{HT}	$L'_{\mathrm{HT,est}}$	2,5	нормальное	1	2,5
δ_{eq}	0	2,3	равномерное	1	2,3
δ_{tr}	0	2,9	нормальное	1	2,9
δ_{mth}	0	2,0	нормальное	1	2,0

Для данного примера расчет стандартной неопределенности дает $u = 4{,}9$ дБ.

Округленная до ближайшего целого расширенная неопределенность для вероятности охвата 95 % будет равна $U = 10$ дБ.

Приложение ДА
(справочное)

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

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование межгосударственного стандарта
ИСО 266	–	*
ИСО 8253-1	IDT	ГОСТ Р ИСО 8253-1–2012 «Акустика. Методы аудиометрических испытаний. Часть 1. Тональная пороговая аудиометрия по воздушной и костной проводимости»
ИСО 8253-1:2010	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»
Руководство ИСО/МЭК 98-3	IDT	ГОСТ Р 54500.3–2011 «Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения»
МЭК 60645-1	–	*
МЭК 60645-2:1993	–	*
МЭК 61672-1	MOD	ГОСТ Р 53188.1–2008 «Шумомеры. Часть 1. Технические требования»

* 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 стандарта:

- IDT – идентичный стандарт;
- MOD – модифицированный стандарт.

Библиография

[1] ISO 389-1, Acoustics – Reference zero for the calibration of audiometric equipment – Part 1: Reference equivalent threshold sound pressure levels for pure tones and supra-aural earphones
[2] ISO 389-4, Acoustics – Reference zero for the calibration of audiometric equipment – Part 4: Reference levels for narrow-band masking noise
[3] ISO/TR 25417, Acoustics – Definitions of basic quantities and terms
[4] IEC 50801, International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 801: Acoustics and electroacoustics
[5] IEC 60318-1, Electroacoustics – Simulators of human head and ear – Part 1: Ear simulator for the measurement of supra-aural and circumaural earphones
[6] IEC 60318-3, Electroacoustics – Simulators of human head and ear – Part 3: Acoustic coupler for the calibration of supra-aural earphones used in audiometry
[7] IEC 61260, Electroacoustics – Octave-band and fractional-octave-band filters
[8] ITU-T Recommendation G.227, International analogue carrier systems – General characteristics common to all analogue carrier-transmission systems – Conventional telephone signal. Available (viewed 2012-02-21) at: gost.e-ecolog.ru
[9] Ludvigsen, C. Comparison of certain measures of speech and noise level. Scand. Audiol. 1992, **21**, pp. 23–29
[10]Martin, M., editor. Speech audiometry. London: Whurr, 1987
[11]Wilson, R.H., Morgan. D.E., Dirks, D.D. A proposed SRT procedure and its statistical precedent. J. Speech Hear. Dis. 1973, **38**, pp. 184–191
[12]Elberling, C., Ludvigsen, C., Lyregaard, P.E. Dantale: a new Danish speech material. Scand. Audiol. 1989, **18**, pp. 169–175
[13]Keidser, G. Normative data in quiet and in noise for “DANTALE” — a Danish speech material. Scand. Audiol. 1993, **22**, pp. 231–236
[14]Olsen, S.Ø. Evaluation of the list of numerals in the Danish speech audiometry material. Scand. Audiol. 1996, **25**, pp. 103–107
[15]Sakamoto, S., Yoshikawa, T., Amano, S., Suzuki, Y., Kondo, T. New 20-word lists for word intelligibility test in Japanese, In: Proc. of 9th International Conference on Spoken Language Processing (INTERSPEECH 2006 - ICSLP), 2006, pp. 2158–2161
[16]Brand, T., Achtzehn, J., Kollmeier, B. Erstellung von Testlisten für den Oldenburger Kinder-Reimtest [Development of test lists for the Oldenburger children’s rhyme test]. Z. Audiol. 1999, (Suppl. II), pp. 50–51
[17]Brand, T., Wagener, K.C. Wie lässt sich die maximale Verständlichkeit optimal bestimmen? [How can maximum speech recognition be determined optimally?] In: 8. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Audiologie, Tagungs CD, ISBN 3-9809869-4-2. 2005
[18]Von Wallenberg, E.L., Kollmeier, B. Sprachverständlichkeitsmessungen für die Audiologie mit einem Reimtest in deutscher Sprache: Erstellung und Evaluation von Testlisten [Measurements of speech recognition in audiology with a rhyme test in the German language: Development and evaluation of test lists]. Audiol. Akust. 1989, **28**, pp. 50–65
[19]Hällgren, M., Larsby, B., Arlinger, S. A Swedish version of the Hearing in Noise Test (HINT) for measurement of speech recognition. Int. J. Audiol. 2006, **45**, pp. 227–237
[20]Kollmeier, B., Wesselkamp, M. Development and evaluation of a German sentence test for objective and subjective speech intelligibility assessment. J. Acoust. Soc. Am. 1997, **102**, pp. 2412–2421
[21]Kalikow, D.N., Stevens, K.N., Elliot, L.L. Development of a test of speech intelligibility in noise using sentences with controlled word predictability. J. Acoust. Soc. Am. 1977, **61**, pp. 1337–1351
[22]Nilsson, M., Soli, S.D., Sullivan, J.A. Development of Hearing In Noise Test for measurement of speech reception thresholds in quiet and in noise. J. Acoust. Soc. Am. 1994, **95**, pp. 1085–1099
[23]Plomp, R., Mimpen, A.M. Improving the reliability of testing the speech reception threshold for sentences. Audiology 1979, **18**, pp. 43–52
[24]Killion, M.C., Niquette, P.A., Gudmundsen, G.I., Revit, L.J., Banerjee, S. Development of a quick speech-in-noise test for measuring signal-to-noise ratio loss in normal-hearing and hearing-impaired listeners. J. Acoust. Soc.Am. 2004, **116**, pp. 2395–2405
[25]Hagerman, B. Sentences for testing speech intelligibility in noise. Scand. Audiol. 1982, **11**, pp. 79–87
[26]Wagener, K., Brand, T., Kühnel, V., Kollmeier, B. Entwicklung und Evaluation eines Satztests für die deutsche Sprache I-III: Design, Optimierung und Evaluation des Oldenburger Satztests [Development and evaluation of a sentence test for the German language I-III: Design, optimization and evaluation of the Oldenburger sentence test]. Z. Audiol. 1999, **38**, pp. 4–15, 44–56, 86–95

[27] Wagener, K., Josvassen, J.L., Ardenkjaer, R. Design, optimization and evaluation of a Danish sentence test in noise. Int. J. Audiol. 2003, **42**, pp. 10–17

[28] Wagener, K.C., Kollmeier, B. Evaluation des Oldenburger Satztests mit Kindern und Oldenburger Kinder-Satztest [Evaluation of the Oldenburger sentence test with children and the Oldenburger sentence test for children]. Z. Audiol. 2005, **44**, pp. 134–143

[29] Wagener, K.C., Brand, T., Kollmeier, B. Evaluation des Oldenburg Kinder-Reimtests in Ruhe und im Störgeräusch [Evaluation of the Oldenburger rhyme test for children in silence and in noise]. HNO 2006, **54**, pp. 171–178

[30] Han, H., Lee, J., Cho, S., Kim, J., Lee, K., Choi, W. Reference sound pressure level for Korean speech audiometry. Int. J. Audiol. 2011, **50**, pp. 59–62

[31] Dreschler, W.A., Verschuure, H., Ludvigsen, C., Westermann, S. ICRA noises: artificial noise signals with speech-like spectral and temporal properties for hearing instrument assessment. International Collegium of Rehabilitative Audiology. Audiology 2001, **40**, pp. 148–157

[32] Wagener, K.C., Brand, T. Sentence intelligibility in noise for listeners with normal hearing and hearing impairment: Influence of measurement procedure and masking parameters. Int. J. Audiol. 2005, **44**, pp. 144–157

[33] Fastl, H. A background noise for speech audiometry. Audiol. Acoust. 1987, **26**, pp. 2–13

УДК 534.7:612.85:006.354 ОКС 13.140

Ключевые слова: речевая аудиометрия, испытания, конкурирующий звук, речевой материал, тестовая таблица, тестовый элемент, пороговый уровень различения, пороговый уровень разборчивости, показатель разборчивости

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

Усл. печ. л. 4,19. Тираж 31 экз. Зак. 774.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»

123995 Москва, Гранатный пер., 4.

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

gost.e-ecolog.ru