ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ГОСТ Р ИСО 1999— 2017**

# Акустика

# ОЦЕНКА ПОТЕРИ СЛУХА ВСЛЕДСТВИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ШУМА

(ISO 1999:2013, IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2017

gost.e-ecolog.ru

## Предисловие

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

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 358 «Акустика»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 октября 2017 г. № 1435-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 1999:2013 «Акустика. Оценка потери слуха вследствие воздействия шума» (ISO 1999:2013, «Acoustics — Estimation of noise-induced hearing loss», IDT).

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

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

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

© Стандартинформ, 2017

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

## Введение

В настоящем стандарте описана статистическая связь между воздействием шума и «постоянным смещением порога слышимости, вызванного шумом» (NIPTS — «noise-induced permanent threshold shift», русскоязычное сокращение ПСП — постоянное смещение порога слышимости) для людей различного возраста. Приведены процедуры оценки потери слуха вследствие воздействия шума для групп людей, у которых наблюдается ухудшение слуха исключительно в результате воздействия шума (с поправкой на возраст), а также для произвольных групп людей. Величина NIPTS рассматривается здесь в качестве дополнительного фактора, независимого от других величин, определяющих пороговый уровень слышимости. Для любого заданного уровня воздействия шума существует диапазон положительных значений порога слышимости, характеризующий вариативность чувствительности к шуму представителей одной группы людей.

При регулярном воздействии шума возможна потеря слуха различной степени тяжести. Потеря слуха приводит к ухудшению понимания речи и восприятия повседневных звуковых сигналов или музыки. Исключая воздействие взрыва, который может привести к акустической травме, сильный импульсный шум и постоянный шум высоких уровней, приводят к расстройству слуха, которое постепенно развивается в тугоухость на протяжении месяцев, лет или десятилетий воздействия. Появлению NIPTS обычно предшествует обратимый временный эффект, называемый «временным смещением порога слышимости, вызванного шумом» (TTS — «temporary threshold shift», русскоязычное сокращение ВСП — временное смещение порога слышимости). Величина TTS и возможность восстановления слуха зависят от интенсивности и продолжительности воздействия шума. Для конкретного человека невозможно однозначно определить, какие изменения порога слышимости обусловлены шумом, а какие связаны с другими факторами, хотя в отдельных случаях настоящий стандарт может предоставить дополнительные способы оценки наиболее вероятных причин при аудиологической диагностике. Несмотря на это, для большой группы людей, подвергнутых воздействию определенного шума, можно определить изменения параметров статистического распределения порога слышимости. Такие параметры, как среднее и медианное значения NIPTS, могут использоваться для описания различий порогов слышимости двух сходных по всем характеристикам групп людей, за исключением того, что одна из групп подвергается воздействию определенного (обычно связанного с родом деятельности, например производственного) шума. В настоящем стандарте термин NIPTS характеризует изменения статистического распределения обусловленного воздействием шума постоянного смещения порога слышимости большой группы людей (выборки) и не может применяться к отдельным людям.

Настоящий стандарт может применяться для расчета вероятности устойчивой потери слуха вследствие регулярного воздействия производственного шума или любого ежедневно повторяющегося шума. В некоторых странах потеря слуха, обусловленная воздействием производственного шума, может повлечь за собой юридические последствия, такие как привлечение к ответственности и выплата компенсаций. Порог слышимости на различных частотах, связанный нарушением слуха (граничный порог слышимости), зависит не только от непосредственно потери слуха, но и зачастую от юридических определений и толкований, учитывающих социальные и экономические особенности. Кроме этого, определение нарушения слуха зависит от необходимого качества распознавания речи, среднего уровня фонового шума и степени относительной значимости различных частот (возможно также влияние особенностей языка), вследствие чего в настоящем стандарте (в отличие от первого издания стандарта ИСО 1999) отсутствуют конкретные формулы для оценки вероятности нарушения слуха, однако установлены единые методы прогнозирования потери слуха, которые можно использовать для оценки нарушения согласно рекомендуемой или обязательной формуле в конкретной стране. Результаты, полученные путем применения настоящего стандарта, можно также использовать для оценки влияния постоянного воздействия шума на восприятие повседневных звуковых сигналов, восприятие музыки или звука одной определенной частоты без необходимости применения формулы нарушения слуха.

Потеря слуха возникает не только при воздействии производственного шума, но и вследствие общей шумовой нагрузки на людей, поэтому может оказаться важным учет непроизводственного шумового воздействия (во время поездки на работу и обратно, при нахождении дома и на отдыхе). Настоящий стандарт можно использовать для прогнозирования потери слуха, обусловленной воздействием производственного шума, только при достаточной малости непроизводственной шумовой составляющей по сравнению с шумом на рабочем месте. В противном случае при расчете ожидаемой потери слуха необходимо учитывать полное ежедневное воздействие шума (производственного и непроизводственного). Затем при необходимости можно оценить вклад воздействия производственного шума в суммарную потерю слуха.

Выбор максимально допустимого или максимально безопасного воздействия шума и требований, предъявляемых к защите от шума, а также выбор конкретных формул для оценки вероятности нарушения слуха или для целей возмещения вреда требуют учета этических, социальных, экономических и политических факторов, которые не учитываются в международной стандартизации. Интерпретация этих факторов зависит от конкретной страны, поэтому их рассмотрение выходит за рамки настоящего стандарта.

По вышеуказанным причинам в настоящем стандарте отсутствуют детальные рекомендации по оценке вероятности потери слуха и требования, предъявляемые к защите от шума. Для практических целей необходимо дополнительно применять национальные стандарты или своды правил, описывающие факторы, не рассмотренные в настоящем стандарте.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Акустика**

# ОЦЕНКА ПОТЕРИ СЛУХА ВСЛЕДСТВИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ШУМА

Acoustics. Estimation of noise-inducted hearing loss

**Дата введения — 2018—12—01**

## 1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает метод расчета потенциального постоянного смещения порога слышимости взрослого человека вследствие воздействия шума различного уровня и продолжительности, что является основой для количественной оценки потери слуха, выявляемой при превышении пороговых уровней слышимости на стандартных аудиометрических частотах или их комбинации в ходе общего аудиометрического обследования.

Примечание 1 — Настоящий стандарт не регламентирует частоты, комбинации частот или корректированные частоты для оценки нарушения слуха, а также не устанавливает граничный порог слышимости, превышение которого свидетельствует о наличии нарушения слуха. Значения перечисленных параметров задаются пользователем стандарта. Приведенные в настоящем стандарте уровни звукового давления установлены без учета влияния средств защиты органов слуха, способных уменьшить эффективные уровни воздействия и изменить спектр воспринимаемого ухом звука.

Воздействие шума на группу риска характеризуют эквивалентным уровнем звукового воздействия $L_{EX,8h}$ за 8-часовой рабочий день в течение определенного количества лет. Настоящий стандарт применим к постоянным, прерывистым, импульсным и нерегулярным шумам с частотой меньше 10 кГц. Применение стандарта для звукового давления свыше 200 Па (140 дБ относительно 20 мкПа) возможно в пределах экстраполяции.

Приведенные в стандарте формулы используют для расчета потери слуха (в том числе параметров статистического распределения) в диапазоне аудиометрических частот шумового воздействия как функции его уровня и продолжительности (в годах). Формулы не учитывают анатомические различия между представителями обоих полов (мужчинами и женщинами).

Примечание 2 — Поскольку модели процессов потери слуха построены на основе данных для групп людей, подвергавшихся воздействию производственного шума, их применение для оценки влияния сопоставимых непроизводственных и комбинированных воздействий должно происходить с некоторой осторожностью.

Примечание 3 — Представленный метод прогнозирования основан главным образом на данных, собранных для широкополосного постоянного шума без тональных составляющих.

Для расчета порогов слышимости и вероятности потери слуха вследствие воздействия шума необходимо использовать сопоставимые группы людей. Настоящий стандарт содержит определение группы людей с нормальным слухом (согласно ИСО 7029), выявленных предварительным обследованием, и три примера для групп, сформированных методом случайного отбора людей без предварительного обследования в трех типичных промышленно развитых странах. Пользователи стандарта могут сформировать группу обследуемых людей в соответствии со своими требованиями.

Примечание 4 — Величины и процедуры, приведенные в стандарте, требуют заведомых упрощений экспериментальных данных, если ежедневная продолжительность воздействия звука не превышает 12 ч. Полученные приближенные результаты имеют ограниченное применение по заявленным диапазонам значений, процентилям, уровням звукового воздействия и диапазону частот.

**Издание официальное**

Настоящий стандарт разработан на основе статистических данных, поэтому его применение для прогнозирования или оценки потери слуха отдельных людей носит вероятностный характер.

## 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты и документы. В случае датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного стандарта, для недатированных — последнее издание (включая все изменения к нему):

ISO 7029, Acoustics — Statistical distribution of hearing thresholds as a function of age* (Акустика. Статистическое распределение порогов слышимости как функция возраста)

ISO 9612, Acoustics — Determination of occupational noise exposure — Engineering method (Акустика. Определение воздействия шума в производственных условиях. Технический метод)

ISO/TR 25417, Acoustics — Definitions of basic quantities and terms (Акустика. Определения основных величин и терминов)

## 3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **корректированный по *A* уровень звукового воздействия за номинальный 8-часовой рабочий день $L_{EX,8h}$** (A-weighted noise exposure level normalized to a nominal 8 h working day): Уровень (в дБ), определяемый по следующей формуле

$$L_{EX,8h} = L_{pAeq,T_e} + 10\lg(T_e/T_0),$$

где $L_{pAeq,T_e}$ — эквивалентный уровень звука на интервале времени $T_e$,

$T_e$ — эффективная продолжительность рабочего дня (в часах),

$T_0$ — номинальная продолжительность рабочего дня ($T_0$ = 8 ч).

Примечание 1 — Величина «уровень звукового воздействия за номинальный 8-часовой рабочий день» может быть названа также «ежедневный уровень звукового воздействия».

Примечание 2 — Если необходимо усреднить звуковое воздействие за $n$ дней, например за неделю, при известном ежедневном уровне шумового воздействия ($L_{EX,8h}$), то среднее значение $\overline{L_{EX,8h}}$ (в дБ) за весь период времени воздействия можно определить по следующей формуле:

$$\overline{L_{EX,8h}} = 10\lg\left[\frac{1}{c}\sum_{i=1}^{n} 10^{0,1(L_{EX,8h})_i}\right].$$

Величина $c$ выбирается в соответствии с целью усреднения: если необходимо вычислить среднее значение, то $c = n$; если требуется получить уровень звукового воздействия, приведенный к 5-дневной 8-часовой рабочей неделе, то следует выбрать $n$ = 7, $c$ = 5. Случай нерегулярного звукового воздействия на длительном периоде времени рассмотрен в ИСО 9612.

3.2 **потеря слуха** (hearing loss): Отклонение или ухудшение порога слышимости относительно нормального уровня.

Примечание — Термин «потеря слуха» может иногда относиться только к изменению слышимости.

3.3 **нарушение слуха** (hearing disability): Влияние потери слуха на повседневную деятельность.

Примечание — Иногда используют термин «ограничение активности» [ВОЗ].

3.4 **граничный порог слышимости** (fence): Порог слышимости, выше которого предполагается наличие определенной степени нарушения слуха.

3.5 **вероятность нарушения слуха** (risk of hearing disability): Процент населения (людей в группе), имеющего нарушение слуха.

3.6 **вероятность нарушения слуха вследствие воздействия шума** (risk of hearing disability due to noise): Вероятность нарушения слуха группы людей, подвергавшихся воздействию шума, сформированной методом случайного отбора.

---

* На момент опубликования настоящего стандарта последнее издание международного стандарта имеет отличное от указанного наименование: ISO 7029:2017 «Acoustics — Statistical distribution of hearing thresholds related to age and gender».

3.7 **порог слышимости, связанный с возрастом *H*** (hearing threshold level associated with age; HTLA): Для указанной части населения порог слышимости, наблюдаемый в зависимости от возраста людей, не подвергавшихся воздействию какого-либо производственного шума.

Примечание — HTLA может непосредственно наблюдаться только при отсутствии других причин нарушения слуха, таких как патологические состояния или воздействие шума.

3.8 **постоянное смещение порога слышимости, вызванное шумом (NIPTS) *N*** (noise-induced permanent threshold shift; NIPTS): Для указанной части населения фактическое или потенциальное постоянное смещение порога слышимости, измеряемое в децибелах (дБ), вследствие воздействия шума при отсутствии других причин.

3.9 **порог слышимости, связанный с возрастом и шумом (HTLAN) *H'*** (hearing threshold level associated with age and noise; HTLAN): Для указанной части населения постоянный порог слышимости.

Примечание 1 — В соответствие с ИСО 389 порог слышимости (HTL) выражают в децибелах (дБ).

Примечание 2 — Согласно 6.1 значение HTLAN представляет собой комбинацию компонентов, связанных с шумом (NIPTS; см. 3.8) и возрастом (HTLA; см. 3.7).

## 4 Обзор приложений стандарта

В приложении А установлены процедуры расчета параметров статистического распределения порогов слышимости (предварительно обследованных) людей с нормальным слухом согласно ИСО 7029 в зависимости от их возраста относительно порогов слышимости людей в возрасте 18 лет.

В приложении В приведены три примера базы данных, характеризующие статистическое распределение порогов слышимости в зависимости от возраста для людей, отобранных без предварительного обследования слуха в трех типичных промышленно развитых странах. Эти базы данных созданы на основе трех недавних исследований, проведенных в различных странах. Полученные результаты значительно отличаются от баз данных в предыдущей редакции настоящего стандарта. В двух примерах субъекты обследования не подвергались воздействию опасного производственного шума, но на них оказывали влияние все остальные факторы, способные ухудшить слух, например, возраст, генетическая предрасположенность, непроизводственный шум и болезни органов слуха. Третья база данных, дополнительные сведения о которой приведены в В.3, сформирована на основе данных для необследованного населения.

В приложении С приведен пример оценки вероятности нарушения слуха на основе настоящего стандарта.

Приложение D содержит таблицы значений NIPTS для различной продолжительности воздействия шума (10, 20, 30 и 40 лет) и ежедневного корректированного по частотной характеристике *A* (далее — корректированного по *A*) звукового воздействия ($3{,}64\times10^3$ $Па^2с$, $1{,}15\times10^4$ $Па^2с$, $3{,}64\times10^4$ $Па^2с$, $1{,}15\times10^5$ $Па^2с$) или корректированного по *A* эквивалентного уровня звукового воздействия за номинальный 8-часовой рабочий день (85 дБ, 90 дБ, 95 дБ и 100 дБ) на шести частотах (0,5 кГц, 1 кГц, 2 кГц, 3 кГц, 4 кГц и 6 кГц) для трех процентилей (уровней* 10 %, 50 % и 90 %).

## 5 Описание и измерение шумового воздействия

Методы определения воздействия производственного шума установлены в ИСО 9612.

## 6 Прогнозирование влияния шума на порог слышимости

### 6.1 Статистическое распределение порога слышимости для людей, подвергавшихся воздействию шума

Порог слышимости (в дБ), связанный с возрастом и воздействием шума (HTLAN) $H'$ для людей, подвергавшихся воздействию шума, рассчитывают по формуле

$$H' = H + N - \frac{H \times N}{120}, \qquad (1)$$

* Как следует из приведенных далее формул (4) и (5), в настоящем стандарте под уровнем процентиля понимают величину $Q = 100 - p$, где p — уровень квантиля, выраженный в процентах (определение квантиля см. пункт 1.14 в ГОСТ Р 50779.10—2000).

где $H$ — порог слышимости, выраженный в дБ и связанный с возрастом (HTLA),

$N$ — фактическое или потенциальное постоянное смещение слухового порога, обусловленное шумом (NIPTS) и выраженное в дБ.

Формула (1) справедлива только для соответствующих процентилей величин $H'$, $H$ и $N$.

Примечание — Соотношение (1) приближенно выражает биологические закономерности и считается достаточно точным для целей настоящего стандарта. Слагаемое $H \times N/120$ начинает оказывать существенное влияние на результат для значений суммы $H + N$, превышающей 40 дБ.

### 6.2 Базы данных порогов слышимости, связанных с возрастом (HTLA)

#### 6.2.1 Общие положения

Слух людей, которые не подвергались воздействию шума, зависит не только от возраста, но и от степени влияния других факторов. Заболевания, прием вредных для органов слуха лекарств и производственные или непроизводственные шумы неустановленной природы могут изменять HTLA. Для отбора таких факторов использовались различные подходы. Выбор наиболее подходящей базы данных зависит от цели применения (см. 6.2.4). Настоящий стандарт для определения HTLA допускает использование двух баз данных (базы данных А и В) (см. 6.1). База данных А полностью определена, в то время как формирование базы данных В возлагается на пользователя стандарта по его усмотрению. В стандарте приведены три примера базы данных В.

Примечание — Базы данных, представленные в приложениях А и В, созданы на основе данных для населения европейских и североамериканских стран. Такие данные в некоторых случаях репрезентативны выборкам в других географических регионах. Но необходимо отметить, что даже при отсутствии различий естественного старения среди представителей этнических групп существуют различия, связанные со стилем жизни, влиянием непроизводственного шума, заболеваемостью и приемом вредных для слуха лекарств.

#### 6.2.2 База данных А

База данных А содержит данные о пороге слышимости людей с нормальным слухом, т. е. людей, имеющих нормальное состояние здоровья без каких-либо признаков или симптомов болезни органов слуха и наличия ушной серы в наружных слуховых проходах и которые не подвергались чрезмерному воздействию шума. Статистические распределения порога слышимости таких специально отобранных групп людей стандартизированы в ИСО 7029 отдельно для каждого пола (мужчин и женщин). Формулы для расчетов на основе базы данных А приведены в А.1. Некоторые характерные значения (в дБ) статистического распределения порогов слышимости из базы данных А представлены в таблице А.3.

#### 6.2.3 База данных В

Для базы данных В рекомендуется использовать набор данных контрольной группы людей, которые не подвергались воздействию производственного шума в рассматриваемой стране, но при этом на них воздействовали другие факторы риска, сопоставимые с производственным шумом. Если в странах, где такая идеальная контрольная группа отсутствует и факторы риска (например, непроизводственный шум) более распространены среди людей, подверженных производственному шуму, нежели среди всего населения, то может оказаться предпочтительным использование контрольной выборки, сформированной методом случайного отбора предварительного необследованных людей.

Для мужчин и женщин требуется формировать отдельные базы данных HTLA (кроме случаев, когда можно продемонстрировать отсутствие значительных половых различий). Для определения достоверного статистического распределения необходим достаточно большой размер выборки.

Следовательно, пользователь стандарта должен использовать подходящие критерии выбора, чтобы сформировать базу данных порогов слышимости для сравнения с уровнями, указанными в приложении В. В качестве основы базы данных В можно использовать, например, HTLA одного уха с наибольшей потерей слуха или среднее значение HTLA для обоих ушей.

В приложение В приведены три примера базы данных В для группы необследованных людей (мужчины и женщины), отобранных случайным образом. Примеры подготовлены на основе репрезентативных данных в трех промышленно развитых стран: Швеция (В.2), Норвегия (В.3) и США (В.4).

Необходимо подчеркнуть, что для реальных ситуаций точность прогнозирования порога слышимости людей, подвергавшихся воздействию шума, будет существенно зависеть от точности данных выбранной базы данных порога слышимости, обусловленного возрастом. Поскольку аудиометрические методы измерений влияют на измерения пороговых уровней, то при формировании конкретной базы

данных HTLA необходимо использовать ту же методику измерений, что может быть применена и для получения или проверки порога слышимости людей, подвергавшихся воздействию шума.

### 6.2.4 Выбор базы данных

Пригодность базы данных А или В (или численных примеров для базы данных В из приложения В) зависит от поставленной цели. Например, если необходимо оценить размер компенсации, подлежащий выплате людям, подвергавшимся воздействию шума, когда не учитываются отологические отклонения и влияние непроизводственного шума (в большинстве случаев при воздействии производственного шума применяют метод случайного отбора), случайно отобранная группа необследованных людей обеспечит формирование более подходящие базы данных для данной задачи.

## 6.3 Расчет постоянного смещения порога слышимости *N*, обусловленного воздействием шума

### 6.3.1 Расчет $N_{50}$

Медианные значения потенциального постоянного смещения порога слышимости, обусловленного шумом (NIPTS), используемые в расчетах по 6.1, зависят от аудиометрической частоты, продолжительности воздействия, соотношения $t/t_0$ и уровня звукового воздействия за номинальный 8-часовой рабочий день $L_{EX,8h}$ (см. 3.1) при 5-дневной рабочей неделе и усредненного по продолжительности воздействия $t$.

При продолжительности воздействия от 10 лет до 40 лет медианные потенциальные значения NIPTS ($N_{50}$) рассчитывают для обоих полов по формуле

$$N_{50} = [u + v\lg(t/t_0)](L_{EX,8h} - L_0)^2, \quad (2)$$

где $L_{EX,8h}$ — уровень звукового воздействия за номинальный 8-часовой рабочий день, выраженный в дБ (см. 3.1);

$L_0$ — уровень звукового давления, зависящий от частоты (см. таблицу 1), ниже которого воздействие шума на остроту слуха считается несущественным или пренебрежимо малым;

$t$ — продолжительность воздействия (выражена в годах);

$t_0$ = 1 год;

u и v — параметры, зависящие от частоты (см. таблицу 1).

Данная формула применима в случае, когда $L_{EX,8h}$ превышает $L_0$. В противном случае их считают равными ($L_{EX,8h} = L_0$), и тогда $N_{50} = 0$.

Для продолжительностей воздействия менее 10 лет величину $N$ необходимо экстраполировать с помощью значения $N_{50}$ для 10 лет, используя формулу

$$N_{50,t<10} = \frac{\lg(t+1)}{\lg(11)} N_{50,t=10}. \quad (3)$$

Формула (3) применима в случае, когда воздействие шума продолжается от 1 года до 10 лет. Для продолжительности воздействия менее 1 года результаты, рассчитанные по формуле (3), экстраполируют.

Таблица 1 — Значения u, v и $L_0$, использованные для определения NIPTS по медиане $N_{50}$

| Частота, Гц | u | v | $L_0$, дБ |
|---|---|---|---|
| 500 | –0,033 | 0,110 | 93 |
| 1000 | –0,020 | 0,070 | 89 |
| 2000 | –0,045 | 0,066 | 80 |
| 3000 | 0,012 | 0,037 | 77 |
| 4000 | 0,025 | 0,025 | 75 |
| 6000 | 0,019 | 0,024 | 77 |

### 6.3.2 Статистическое распределение постоянного смещения порога слышимости *N*, вызванного шумом

В настоящем стандарте статистическое распределение величины $N$ аппроксимируют двумя половинами двух нормальных распределений. Верхняя часть (для людей со слухом хуже среднего уровня)

характеризуется параметром $d_u$. Нижняя часть обладает меньшей дисперсией и характеризуется параметром $d_1$. Величина NIPTS выражается соответствующей формулой в зависимости от значения $Q$:

$$5\% \le Q \le 50\% : N_Q = N_{50} + kd_u, \quad (4)$$

$$50\% \le Q \le 95\% : N_Q = N_{50} - kd_1. \quad (5)$$

Значения множителя $k$, соответствующие нормальному распределению, приведены в таблице 2 (см. 6.3.2.1). Параметры $d_u$ и $d_1$ должны вычисляться согласно 6.3.2.2.

Хвосты статистических распределений для процентилей в интервалах уровней $0\% \le Q \le 5\%$ и $95\% \le Q \le 100\%$ недостоверны и не должны применяться при расчетах, поскольку для проверки этих диапазонов недостаточно экспериментальных данных.

Величина $N_Q$ имеет некоторый диапазон положительных значений, характеризующий индивидуальные различия восприимчивости отдельных людей к шумовому воздействию. При расчетах возможно получение отрицательных $N_Q$ (главным образом для процентилей в интервале уровней 55% — 95% и продолжительности воздействия шума менее 12 лет, а также для процентилей в интервале уровней 5% — 45% и продолжительности воздействия шума менее 1 года). В таких случаях $N_Q$ следует принимать равным нулю.

6.3.2.1 Значения $k$

Значения множителя $k$ приведены в таблице 2.

Таблица 2 — Значения множителя $k$

| $Q$, % | | $k$ |
|---|---|---|
| 5 | 95 | 1,645 |
| 10 | 90 | 1,282 |
| 15 | 85 | 1,036 |
| 20 | 80 | 0,842 |
| 25 | 75 | 0,675 |
| 30 | 70 | 0,524 |
| 35 | 65 | 0,385 |
| 40 | 60 | 0,253 |
| 45 | 55 | 0,126 |
| 50 | | 0 |

Примечание — Промежуточные значения можно получить посредством интерполяции (см. ИСО 7029).

6.3.2.2 Параметры $d_u$ и $d_1$

Параметры $d_u$ и $d_1$, выраженные в дБ, которые следует применять в формулах (4) и (5), рассчитывают следующим образом:

$$d_u = [X_u + Y_u \lg(t/t_0)](L_{EX,8h} - L_0)^2, \quad (6)$$

$$d_1 = [X_1 + Y_1 \lg(t/t_0)](L_{EX,8h} - L_0)^2, \quad (7)$$

где $X_u$, $Y_u$, $X_1$, $Y_1$ — величины, зависящие от аудиометрической частоты (см. таблицу 3);

$L_{EX,8h}$ — эквивалентный уровень звукового воздействия за 8-часовой рабочий день (см. 3.1);

$t$ — продолжительность воздействия (в годах) не менее 1 года;

$t_0 = 1$ год;

$L_0$ — верхний граничный порог (см. 6.3.1) по таблице 1 для $L_{EX,8h}$, превышающих $L_0$. Если $L_{EX,8h}$ менее $L_0$, тогда полагают $L_{EX,8h} = L_0$.

Таблица 3 — Значения $X_u$, $Y_u$, $X_1$, $Y_1$ для определения параметров $d_u$ и $d_1$, характеризующих верхние и нижние части статистического распределения NIPTS ($N_{50} \le Q \le N_{95}$)

| Частота, Гц | $X_u$ | $Y_u$ | $X_1$ | $Y_1$ |
|---|---|---|---|---|
| 500 | 0,044 | 0,016 | 0,033 | 0,002 |
| 1000 | 0,022 | 0,016 | 0,020 | 0,000 |
| 2000 | 0,031 | –0,002 | 0,016 | 0,000 |
| 3000 | 0,007 | 0,016 | 0,029 | –0,010 |
| 4000 | 0,005 | 0,009 | 0,016 | –0,002 |
| 6000 | 0,013 | 0,008 | 0,028 | –0,007 |

## 7 Оценка потери и нарушения слуха вследствие воздействия шума

### 7.1 Потеря слуха

Потенциальная потеря слуха вследствие воздействия производственного шума оценивается с помощью величины постоянного смещения порога слышимости, рассчитанного в соответствии с 6.3 для конкретных условий воздействия и групп людей. NIPTS может быть:

a) определен на одной интересующей частоте;

b) рассчитан на определенном числе дополнительных к имеющемуся множеству частот с целью получения полного смещения порога слышимости;

c) усреднен по выбранным частотам, которые обычно соответствуют основному частотному диапазону разборчивой речи (см. 7.2).

### 7.2 Нарушение слуха

Для расчета нарушения слуха необходимо использовать комбинацию порогов слышимости на определенных частотах. Пороги слышимости для групп людей, их процентили и условия воздействия шума следует рассчитывать согласно разделу 6.

Пользователи стандарта должны применять национальные нормативы или критерии оценки нарушения слуха.

### 7.3 Вероятность нарушения слуха

Вероятность нарушения слуха вследствие воздействия шума и естественного старения (или вследствие воздействия только шума) часто используют в качестве характеристики вредного воздействия шума на людей. Для порога слышимости может быть определен некоторый граничный порог слышимости, при превышении которого имеет место нарушение слуха. Затем можно рассчитать процент людей, средний порог слышимости которых равен или превышает этот граничный уровень. Вероятности нарушения слуха вследствие совместного воздействия шума и возрастных причин (или вследствие воздействия только шума) можно рассчитать на основе их определений.

Примечание 1 — Выбор расчетной формулы и граничного порога слышимости зависит главным образом от медицинских и правовых факторов, хотя и другие, например экономические и этические особенности, могут сыграть определенную роль.

Примечание 2 — Пример оценки вероятности нарушения слуха вследствие воздействия производственного шума приведен в приложении С.

Вероятность нарушения слуха вследствие воздействия шума не должна рассматриваться как числовая константа, поскольку зависит от выбора комбинации частот, граничного порога слышимости и порога слышимости, связанного с возрастом. При указании вероятности нарушения слуха вследствие воздействия шума необходимо также приводить сведения об этих параметрах.

Примечание 3 — Вероятность нарушения слуха вследствие воздействия шума дает процент людей, у которых значение HTLAN превышает заданный граничный порог слышимости. Однако вероятность не несет информации непосредственно о степени нарушения слуха.

Примечание 4 — Для людей с нарушениями слуха вследствие воздействия шума, значение HTLAN по-прежнему определяется составляющими, связанными как с возрастом, так и с шумом, относительный вклад которых может меняться.

После нескольких лет воздействия шума возможно уменьшение вероятности соответствующего нарушения слуха для некоторых баз данных HTLA, а также конкретных вариантов выбора комбинаций частот и граничного порога слышимости. Данное обстоятельство является характерным недостатком концепции «вероятности нарушения слуха» и не должно интерпретироваться как прекращение вредного воздействия шума. Объяснить этот эффект можно тем, что люди с превышением граничного порога слышимости вследствие возрастных смещений порога слышимости не могут рассматриваться как удовлетворяющие условиям оценки вероятности нарушения слуха, обусловленного воздействием шума (см. также примечания 3 и 4).

**Приложение А**
**(справочное)**

## Расчеты с использованием базы данных А, статистическое распределение HTLA для людей с нормальным слухом

### А.1 Параметры базы данных А

Выборочные значения, формирующие базу данных А, идентичны статистическому распределению стандартного порога слышимости при воздушной звукопроводимости как функции возраста и пола, установленному в ИСО 7029. Формулы, характеризующие зависимость порога слышимости $H$ от возраста $Y$ (лет) для процентилей уровня $Q$ превышения порога слышимости соответствующего значения $H_Q$, имеют следующий вид:

$$Q = 50\% : H_{md,Y} = a(Y - 18)^2 + H_{md,18}, \quad (A.1)$$

$$5\% \le Q \le 50\% : H_Q = H_{md,Y} + ks_u, \quad (A.2)$$

$$50\% \le Q \le 95\% : H_Q = H_{md,Y} - ks_1, \quad (A.3)$$

где $s_u$ — стандартное отклонение верхней половины распределения;

$s_1$ — стандартное отклонение нижней половины распределения;

$H_{md,18}$ — медиана порога слышимости людей с нормальным слухом одинакового пола 18-летнего возраста (для практических целей выбирается равной нулю, как указано в серии стандартов ИСО 389). В настоящем стандарте величина $H_Q$ называется порогом слышимости, связанным с возрастом.

Значения коэффициента $a$ приведены в таблице А.1. Значения множителя $k$ совпадают со значениями, приведенными в 6.3.2.1 (таблица 2). Параметры $s_u$ и $s_1$ рассчитывают по формулам:

$$s_u = b_u + 0{,}445H_{md,Y}, \quad (A.4)$$

$$s_1 = b_1 + 0{,}356H_{md,Y}. \quad (A.5)$$

Значения $b_u$ и $b_1$ приведены в таблице А.2.

Таблица А.1 — Значения коэффициента $a$

| Частота, Гц | $a$, дБ/год$^2$ | |
|---|---|---|
| | Мужчины | Женщины |
| 125 | 0,0030 | 0,0030 |
| 250 | 0,0030 | 0,0030 |
| 500 | 0,0035 | 0,0035 |
| 1000 | 0,0040 | 0,0040 |
| 1500 | 0,0055 | 0,0050 |
| 2000 | 0,0070 | 0,0060 |
| 3000 | 0,0115 | 0,0075 |
| 4000 | 0,0160 | 0,0090 |
| 6000 | 0,0180 | 0,0120 |
| 8000 | 0,0220 | 0,0150 |

Таблица А.2 — Значения $b_u$ и $b_1$, используемые для определения, соответственно, верхних и нижних частей статистического распределения $H_Q$

| Частота, Гц | $b_u$, дБ | | $b_1$, дБ | |
|---|---|---|---|---|
| | Мужчины | Женщины | Мужчины | Женщины |
| 125 | 7,23 | 6,67 | 5,78 | 5,34 |
| 250 | 6,67 | 6,12 | 5,34 | 4,89 |
| 500 | 6,12 | 6,12 | 4,89 | 4,89 |
| | | | | |

*Окончание таблицы А.2*

| Частота, Гц | $b_0$, дБ | | $b_1$, дБ | |
|---|---|---|---|---|
| | Мужчины | Женщины | Мужчины | Женщины |
| 1000 | 6,12 | 6,12 | 4,89 | 4,89 |
| 1500 | 6,67 | 6,67 | 5,34 | 5,34 |
| 2000 | 7,23 | 6,67 | 5,78 | 5,34 |
| | | | | |
| 3000 | 7,78 | 7,23 | 6,23 | 5,78 |
| 4000 | 8,34 | 7,78 | 6,67 | 6,23 |
| 6000 | 9,45 | 8,90 | 7,56 | 7,12 |
| | | | | |
| 8000 | 10,56 | 10,56 | 8,45 | 8,45 |

**А.2 Значения из базы данных А**

Некоторые характерные значения, выбранные из базы данных А, приведены в таблице А.3.

Таблица А.3 — Характерные значения статистического распределения порогов слышимости из базы данных А

| Частота, Гц | Порог слышимости, дБ | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Возраст, лет | | | | | | | | | | | | | | |
| | 30 | | | 40 | | | 50 | | | 60 | | | 70 | | |
| | Уровень процентиля, % | | | | | | | | | | | | | | |
| | 90 | 50 | 10 | 90 | 50 | 10 | 90 | 50 | 10 | 90 | 50 | 10 | 90 | 50 | 10 |
| Мужчины | | | | | | | | | | | | | | | |
| 500 | –6 | 1 | 9 | –5 | 2 | 11 | –4 | 4 | 14 | –3 | 6 | 18 | –1 | 9 | 23 |
| 1000 | –6 | 1 | 9 | –5 | 2 | 11 | –4 | 4 | 14 | –2 | 7 | 19 | 0 | 11 | 25 |
| 2000 | –7 | 1 | 11 | –6 | 3 | 15 | –3 | 7 | 21 | –1 | 12 | 29 | 3 | 19 | 39 |
| 3000 | –7 | 2 | 13 | –5 | 6 | 19 | –2 | 12 | 29 | 3 | 20 | 42 | 9 | 31 | 59 |
| 4000 | –7 | 2 | 14 | –4 | 8 | 23 | 0 | 16 | 36 | 7 | 28 | 55 | 15 | 43 | 79 |
| 6000 | –8 | 3 | 16 | –5 | 9 | 26 | 0 | 18 | 41 | 8 | 32 | 62 | 17 | 49 | >80 |
| 8000 | –9 | 3 | 19 | –5 | 11 | 30 | 1 | 23 | 49 | 10 | 39 | 75 | 22 | 60 | >80 |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| Женщины | | | | | | | | | | | | | | | |
| 500 | –6 | 1 | 9 | –5 | 2 | 11 | –4 | 4 | 14 | –3 | 6 | 18 | –1 | 9 | 23 |
| 1000 | –6 | 1 | 9 | –5 | 2 | 11 | –4 | 4 | 14 | –2 | 7 | 19 | 0 | 11 | 25 |
| 2000 | –6 | 1 | 10 | –5 | 3 | 13 | –3 | 6 | 18 | –1 | 11 | 25 | 2 | 16 | 34 |
| 3000 | –7 | 1 | 11 | –5 | 4 | 15 | –3 | 8 | 21 | 0 | 13 | 30 | 4 | 20 | 41 |
| 4000 | –7 | 1 | 12 | –6 | 4 | 17 | –3 | 9 | 24 | 1 | 16 | 35 | 5 | 24 | 48 |
| 6000 | –8 | 2 | 14 | –6 | 6 | 21 | –2 | 12 | 31 | 2 | 21 | 45 | 9 | 32 | 62 |
| 8000 | –10 | 2 | 17 | –7 | 7 | 25 | 3 | 15 | 38 | 4 | 27 | 55 | 11 | 41 | 77 |

**Приложение В**
**(справочное)**

## Примеры базы данных В

### В.1 Общие положения

Данное приложение содержит три примера базы данных В для людей, отобранных без предварительного обследования слуха. Примеры подготовлены на основе данных, полученных в трех промышленно развитых странах: Швеция (В.2), Норвегия (В.3) и США (В.4). В В.2 и В.3 приведено описание групп людей, которые не подвергались воздействию производственного шума, в отличие от В.4, где воздействие имело место.

### В.2 Значения из базы данных В2

В приведенном примере для базы данных В используются зависящие от возраста пороги слышимости людей, отобранных без предварительного обследования слуха в трех типичных промышленно развитых странах, когда исключены воздействия производственного шума. Данные приведены для обоих ушей представителей обследуемой группы.

Примечание — Данные получены на основе результатов исследования [17]. Значения порога слышимости определялись с использованием вставных телефонов, откалиброванных согласно ИСО 389-2. Измерения проводились методом повышения тона с шагом 5 дБ в соответствии с ИСО 8253-1.

Таблица В.1 — Характерные значения статистического распределения порогов слышимости для людей, отобранных в Швеции без предварительного обследования [17]

| Частота, Гц | Порог слышимости, дБ | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Возраст, лет | | | | | | | | | | | | | | |
| | 30 | | | 40 | | | 50 | | | 60 | | | 70 | | |
| | Уровень процентиля, % | | | | | | | | | | | | | | |
| | 90 | 50 | 10 | 90 | 50 | 10 | 90 | 50 | 10 | 90 | 50 | 10 | 90 | 50 | 10 |
| Мужчины | | | | | | | | | | | | | | | |
| 500 | –1 | 5 | 12 | 0 | 7 | 15 | 2 | 9 | 20 | 5 | 13 | 27 | 8 | 17 | 37 |
| 1000 | 0 | 5 | 14 | 1 | 7 | 18 | 3 | 11 | 24 | 5 | 15 | 33 | 8 | 20 | 43 |
| 2000 | 0 | 5 | 16 | 1 | 8 | 24 | 4 | 13 | 35 | 7 | 20 | 49 | 11 | 30 | 63 |
| 3000 | –2 | 5 | 21 | 0 | 9 | 31 | 4 | 16 | 44 | 10 | 28 | 57 | 19 | 43 | 69 |
| 4000 | –2 | 5 | 23 | 1 | 11 | 34 | 5 | 21 | 48 | 13 | 36 | 62 | 25 | 51 | 73 |
| 6000 | –2 | 5 | 21 | –1 | 9 | 33 | 2 | 19 | 48 | 10 | 36 | 64 | 22 | 53 | 76 |
| 8000 | –2 | 4 | 16 | –1 | 9 | 31 | 4 | 23 | 55 | 16 | 46 | 76 | 35 | 65 | 87 |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| Женщины | | | | | | | | | | | | | | | |
| 500 | –1 | 5 | 13 | 0 | 6 | 15 | 1 | 8 | 21 | 4 | 13 | 30 | 8 | 20 | 42 |
| 1000 | –1 | 5 | 12 | 0 | 6 | 14 | 2 | 9 | 20 | 5 | 14 | 32 | 9 | 23 | 48 |
| 2000 | –1 | 5 | 13 | 0 | 7 | 17 | 3 | 10 | 26 | 6 | 18 | 39 | 11 | 30 | 53 |
| 3000 | –2 | 4 | 13 | –1 | 6 | 18 | 1 | 11 | 27 | 6 | 19 | 41 | 12 | 32 | 55 |
| 4000 | –4 | 4 | 13 | –3 | 5 | 17 | 0 | 9 | 27 | 5 | 20 | 43 | 14 | 36 | 59 |
| 6000 | –5 | 3 | 12 | –4 | 5 | 17 | 1 | 10 | 28 | 5 | 22 | 48 | 14 | 41 | 66 |
| 8000 | –5 | 2 | 12 | –3 | 5 | 19 | 1 | 13 | 37 | 9 | 31 | 61 | 21 | 55 | 77 |

### В.3 Значения из базы данных В3

В приведенном ниже примере для базы данных В используются зависящие от возраста пороги слышимости для случайным образом отобранных людей (мужчины и женщины) без предварительного обследования слуха в промышленно развитой стране, когда исключены воздействия производственного шума (для каждой частоты испытания и субъекта исследования данные соответствуют уху с большей чувствительностью).

Примечание — Данные получены на основе результатов исследования [18]. Значения порога слышимости определялись с использованием прижимных телефонов, откалиброванных согласно ИСО 389-1. Измерения проводились методом повышения уровня испытательного сигнала с шагом 5 дБ в соответствии с ИСО 8253-1.

Таблица В.2 — Характерные значения статистического распределения порогов слышимости для людей, отобранных в Норвегии без предварительного обследования слуха [18]

| Частота, Гц | Порог слышимости, дБ | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Возраст, лет | | | | | | | | | | | | | | |
| | 30 | | | 40 | | | 50 | | | 60 | | | 70 | | |
| | Уровень процентиля, % | | | | | | | | | | | | | | |
| | 90 | 50 | 10 | 90 | 50 | 10 | 90 | 50 | 10 | 90 | 50 | 10 | 90 | 50 | 10 |
| Мужчины | | | | | | | | | | | | | | | |
| 500 | –5 | 3 | 13 | –3 | 5 | 14 | –2 | 6 | 16 | –1 | 8 | 19 | 2 | 12 | 25 |
| 1000 | –5 | 2 | 11 | –4 | 3 | 13 | –3 | 5 | 15 | –2 | 7 | 19 | 1 | 12 | 30 |
| 2000 | –7 | 1 | 13 | –6 | 3 | 16 | –4 | 6 | 19 | –1 | 10 | 28 | 5 | 20 | 46 |
| 3000 | –8 | 1 | 13 | –5 | 4 | 19 | –3 | 8 | 26 | 1 | 15 | 45 | 9 | 31 | 60 |
| 4000 | –9 | 2 | 15 | –4 | 7 | 25 | 1 | 13 | 35 | 6 | 24 | 56 | 17 | 45 | 68 |
| 6000 | –4 | 9 | 23 | 2 | 13 | 29 | 5 | 19 | 41 | 12 | 31 | 61 | 23 | 53 | 76 |
| 8000 | –6 | 4 | 19 | –2 | 10 | 28 | 2 | 16 | 42 | 10 | 31 | 63 | 24 | 58 | 81 |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| Женщины | | | | | | | | | | | | | | | |
| 500 | –3 | 5 | 14 | –2 | 6 | 16 | 0 | 8 | 20 | 2 | 11 | 24 | 5 | 16 | 31 |
| 1000 | –5 | 2 | 11 | –4 | 4 | 14 | –2 | 6 | 18 | 0 | 9 | 23 | 3 | 15 | 33 |
| 2000 | –7 | 2 | 12 | –5 | 4 | 15 | –3 | 7 | 20 | 0 | 11 | 28 | 5 | 20 | 41 |
| 3000 | –8 | 0 | 10 | –6 | 2 | 14 | –4 | 6 | 20 | 0 | 12 | 29 | 6 | 21 | 45 |
| 4000 | –8 | 1 | 12 | –6 | 4 | 16 | –3 | 8 | 23 | 2 | 14 | 34 | 8 | 26 | 52 |
| 6000 | –3 | 8 | 21 | 0 | 12 | 25 | 3 | 16 | 32 | 9 | 22 | 46 | 15 | 36 | 65 |
| 8000 | –5 | 7 | 17 | 1 | 10 | 25 | 4 | 16 | 39 | 10 | 26 | 58 | 16 | 48 | 74 |

### В.4 Значения из базы данных В4

В данном примере для базы данных В используются зависящие от возраста пороги слышимости для случайным образом отобранных людей (мужчины и женщины) без предварительного обследования слуха в промышленно развитой стране (для каждой частоты испытания и субъекта исследования данные соответствуют уху с большей чувствительностью). Такие данные соответствуют случайно отобранной группе людей, в которую включены также подвергавшиеся воздействию производственного шума люди. Аргументом в пользу выбора такой контрольной группы является имеющая место связь воздействия производственного шума с рядом факторов, таких как уровень образования, влияние непроизводственного шума и курение [20]. В подобных случаях контрольная выборка, исключающая влияние производственного шума, будет иметь более низкую распространенность этих и других факторов риска потери слуха по сравнению со всем населением, особенно для типичных групп людей, подвергающихся воздействию производственного шума. Однако следует иметь в виду, что подобные взаимосвязи могут меняться в зависимости от страны.

Примечание — Данные получены на основе результатов исследования [19]. Значения порога слышимости определялись с помощью прижимных телефонов, калиброванных согласно ИСО 389-1, кроме случаев воз-

можного повреждения наружных слуховых проходов, которое выявлялось при предварительном отоскопическом обследовании. В этом случае использовались вставные телефоны, калиброванные согласно ИСО 389-2. Измерения выполнялись методом повышения тона с шагом 5 дБ в соответствии с ИСО 8253-1.

Таблица В.3 — Характерные значения статистического распределения порогов слышимости для предварительно не обследованных людей в США [19, 22]

| Частота, Гц | Порог слышимости, дБ | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Возраст, лет | | | | | | | | | | | | | | |
| | 30 | | | 40 | | | 50 | | | 60 | | | 70 | | |
| | Уровень процентиля, % | | | | | | | | | | | | | | |
| | 90 | 50 | 10 | 90 | 50 | 10 | 90 | 50 | 10 | 90 | 50 | 10 | 90 | 50 | 10 |
| Мужчины | | | | | | | | | | | | | | | |
| 500 | –1 | 7 | 16 | –1 | 8 | 19 | 1 | 10 | 20 | 2 | 11 | 23 | 4 | 15 | 28 |
| 1000 | –2 | 4 | 14 | –1 | 6 | 17 | 1 | 9 | 18 | 1 | 11 | 23 | 4 | 14 | 31 |
| 2000 | –5 | 4 | 14 | –3 | 6 | 20 | 0 | 10 | 24 | 3 | 14 | 38 | 6 | 21 | 54 |
| 3000 | –5 | 4 | 17 | –1 | 9 | 29 | 3 | 15 | 45 | 7 | 25 | 57 | 13 | 37 | 66 |
| 4000 | –2 | 7 | 23 | 2 | 13 | 39 | 6 | 22 | 57 | 13 | 35 | 65 | 20 | 49 | 73 |
| 6000 | 0 | 11 | 27 | 4 | 17 | 41 | 9 | 25 | 64 | 16 | 40 | 74 | 26 | 56 | 84 |
| 8000 | –2 | 8 | 21 | 2 | 14 | 41 | 7 | 23 | 61 | 13 | 42 | 78 | 30 | 60 | 86 |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| Женщины | | | | | | | | | | | | | | | |
| 500 | 0 | 7 | 17 | –1 | 7 | 19 | 1 | 9 | 21 | 4 | 13 | 27 | 5 | 17 | 32 |
| 2000 | –4 | 4 | 12 | –2 | 5 | 16 | –1 | 7 | 21 | 1 | 11 | 28 | 4 | 17 | 35 |
| 3000 | –6 | 2 | 11 | –2 | 4 | 15 | –2 | 7 | 21 | 2 | 12 | 33 | 8 | 20 | 42 |
| 4000 | –5 | 4 | 14 | –2 | 7 | 19 | 0 | 10 | 26 | 4 | 16 | 40 | 10 | 27 | 48 |
| 6000 | 0 | 10 | 22 | 3 | 12 | 27 | 4 | 17 | 34 | 9 | 24 | 49 | 17 | 37 | 61 |
| 8000 | –2 | 7 | 17 | 1 | 10 | 25 | 4 | 16 | 39 | 10 | 26 | 58 | 16 | 48 | 74 |

**Приложение С**
**(справочное)**

## Пример оценки вероятности потери слуха и трудоспособности вследствие воздействия шума

Рассчитаем вероятность потери слуха вследствие воздействия шума для специально отобранных 50-летних мужчин, которые подвергались воздействию шума со среднесуточной интенсивностью $L_{EX,8h}$ = 90 дБ ($E_{A,8h} = 11{,}5 \times 10^3$ Па$^2$с) на протяжении 30 лет (8 ч в день, 5 дней в неделю, 50 недель в год). Данная группа характеризуется следующими особенностями: у представителей отсутствуют болезни органов слуха, отсутствует влияние непроизводственного шума, отсутствуют другие факторы риска потери слуха.

Для оценки потери трудоспособности используется комбинация частот 1 кГц, 2 кГц и 4 кГц. Возрастной порог слышимости $H_Q$ для группы людей, которые не подвергаются воздействию шума, рассчитывают как среднее арифметическое порогов слышимости на частотах 1 кГц, 2 кГц и 4 кГц, взятых из таблицы А.3. Для большинства необследованных групп предпочтительнее вычислять возрастной порог слышимости на основе приложения В.

$$H_{90,50} = [(-4) + (-3) + 0]/3 = -2{,}3 \text{ дБ}, \quad (C.1)$$

$$H_{50,50} = (4 + 7 + 16)/3 = 9 \text{ дБ}, \quad (C.2)$$

$$H_{10,50} = (14 + 21 + 36)/3 = 23{,}7 \text{ дБ}. \quad (C.3)$$

Вызванное шумом постоянное смещение порога слышимости $N$ выражается величиной (см. 6.1)

$$N - \frac{HN}{120} \approx N. \quad (C.4)$$

Слагаемое $HN/120$ начинает оказывать значительное влияние на результат при $(H + N) > 40$ дБ. Следовательно, если $(H + N) < 40$ дБ, то NIPTS можно получить непосредственно из таблицы D.2. Это имеет место для процентилей уровней 90 %, 50 % и 10 % на частотах 1 кГц и 2 кГц, а также для процентилей уровней 90 % и 50 % на частоте 4 кГц.

Для процентиля уровня 10 % на частоте 4 кГц сумма $(H + N) = (36 + 19) > 40$ дБ, поэтому значение NIPTS из таблицы D.2 уменьшается следующим образом:

$$19 - \frac{(36 \times 19)}{120} = 13{,}3 \text{ дБ}. \quad (C.5)$$

NIPTS полагают равным среднему арифметическому значений NIPTS в децибелах на частоте 1 кГц, 2 кГц и 4 кГц. Необходимые значения выбирают или преобразуют из таблицы D.2 следующим образом:

$$N_{90;30} = (0 + 3 + 10)/3 = 4{,}3 \text{ дБ}, \quad (C.6)$$

$$N_{50;30} = (0 + 5 + 14)/3 = 6{,}3 \text{ дБ}, \quad (C.7)$$

$$N_{10;30} = (0 + 9 + 13{,}3)/3 = 7{,}4 \text{ дБ}. \quad (C.8)$$

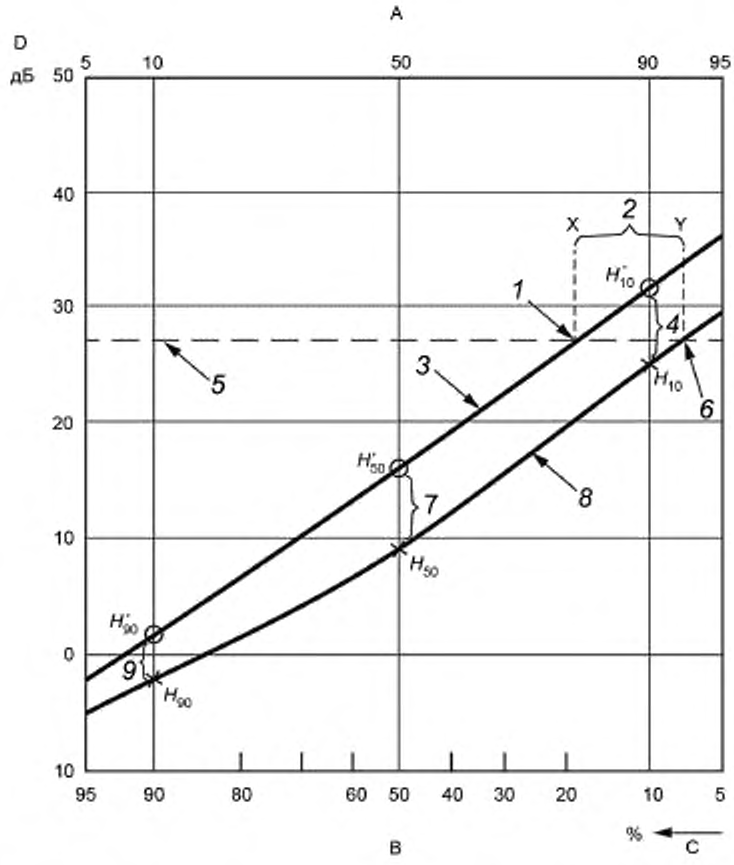
Порог слышимости, связанный с возрастом и шумом $H'$, для группы людей, подвергавшейся воздействию шума, рассчитывают путем суммирования возрастных порогов слышимости $H$ и значений NIPTS $N$ (см. формулу 1 в 6.1) следующим образом:

$$H'_{90} = (-2{,}3) + 4{,}3 = 2{,}0 \text{ дБ}, \quad (C.9)$$

$$H'_{50} = 9{,}0 + 6{,}3 = 5{,}3 \text{ дБ}, \quad (C.10)$$

$$H'_{10} = 23{,}7 + 7{,}4 = 31{,}1 \text{ дБ}. \quad (C.11)$$

Итоговое соотношение показано на рисунке С.1 в гауссовых координатах с различными вероятностями потери трудоспособности для произвольно выбранного граничного порога слышимости 27 дБ. Данный график, как показано, позволяет увидеть зависимость вероятности от граничного порога слышимости.




A — процент людей с хорошим слухом; B — процент людей с пониженным слухом; C — вероятность потери слуха (%); D — порог слышимости (дБ); *1* — вероятность потери слуха вследствие возраста и воздействия шума. 18 % (точка X); *2* — вероятность потери слуха вследствие воздействия шума, 11,5 % (разность между точками X и Y); *3* — порог слышимости, связанный с возрастом, для группы людей, подвергавшейся воздействию шума; *4* — постоянное смещение порога слышимости, обусловленное шумом (10 %); *5* — предполагаемый граничный порог слышимости, 27 дБ; *6* — вероятность потери слуха группы людей; *7* — постоянное смещение порога слышимости, обусловленное шумом (50 %), *8* — порог слышимости, связанный с возрастом, для группы людей не подвергавшейся воздействию шума; *9* — постоянное смещение порога слышимости, обусловленное шумом (90 %)

Рисунок С.1 — Пример оценки вероятности потери слуха вследствие воздействия шума $L_{EX,8h}$ = 90 дБ на протяжении 30 лет (используются значения HTLA из базы данных A)

**Приложение D**
**(справочное)**

## Примеры таблиц со значениями NIPTS

Таблицы D.1 — D.4 содержат примеры зависимости NIPTS от продолжительности воздействия шума (в годах) для ряда значений корректированного по *A* эквивалентного уровня за 8-часовой рабочий день $L_{EX,8h}$ (85 дБ, 90 дБ, 95 дБ и 100 дБ) и соответствующего звукового воздействия для шести частот (0,5 кГц, 1 кГц, 2 кГц, 3 кГц, 4 кГц и 6 кГц) и трех процентилей (уровней 10 %, 50 % и 90 %), рассчитанные в соответствии с 6.3.

Таблица D.1 — $L_{EX,8h}$ = 85 дБ ($E_{A,8h}$ = 3,64×10$^3$ Па$^2$с)

| Частота, Гц | NIPTS, дБ | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Продолжительность воздействия, лет | | | | | | | | | | | |
| | 10 | | | 20 | | | 30 | | | 40 | | |
| | Уровень процентиля, % | | | | | | | | | | | |
| | 90 | 50 | 10 | 90 | 50 | 10 | 90 | 50 | 10 | 90 | 50 | 10 |
| 500 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2000 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| 3000 | 2 | 3 | 5 | 3 | 4 | 6 | 3 | 4 | 7 | 3 | 5 | 7 |
| 4000 | 3 | 5 | 7 | 4 | 6 | 8 | 5 | 6 | 9 | 5 | 7 | 9 |
| 6000 | 1 | 3 | 4 | 2 | 3 | 5 | 2 | 3 | 6 | 2 | 4 | 6 |

Таблица D.2 — $L_{EX,8h}$ = 90 дБ ($E_{A,8h}$ = 11,5×10$^3$ Па$^2$с)

| Частота, Гц | NIPTS, дБ | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Продолжительность воздействия, лет | | | | | | | | | | | |
| | 10 | | | 20 | | | 30 | | | 40 | | |
| | Уровень процентиля, % | | | | | | | | | | | |
| | 90 | 50 | 10 | 90 | 50 | 10 | 90 | 50 | 10 | 90 | 50 | 10 |
| 500 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2000 | 0 | 2 | 6 | 2 | 4 | 8 | 3 | 5 | 9 | 4 | 6 | 10 |
| 3000 | 4 | 8 | 13 | 7 | 10 | 16 | 8 | 11 | 18 | 9 | 12 | 19 |
| 4000 | 7 | 11 | 15 | 9 | 13 | 18 | 10 | 14 | 19 | 11 | 15 | 20 |
| 6000 | 3 | 7 | 12 | 4 | 8 | 14 | 5 | 9 | 15 | 6 | 10 | 15 |

Таблица D.3 — $L_{EX,8h}$ = 95 дБ ($E_{A,8h}$ = 36,4×10$^3$ Па$^2$с)

| Частота, Гц | NIPTS, дБ | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Продолжительность воздействия, лет | | | | | | | | | | | |
| | 10 | | | 20 | | | 30 | | | 40 | | |
| | Уровень процентиля, % | | | | | | | | | | | |
| | 90 | 50 | 10 | 90 | 50 | 10 | 90 | 50 | 10 | 90 | 50 | 10 |
| 500 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1000 | 1 | 2 | 4 | 2 | 3 | 5 | 2 | 3 | 5 | 2 | 3 | 6 |
| 2000 | 0 | 5 | 13 | 5 | 9 | 17 | 7 | 12 | 20 | 9 | 14 | 22 |
| 3000 | 8 | 16 | 25 | 13 | 19 | 31 | 16 | 22 | 34 | 18 | 23 | 37 |
| 4000 | 13 | 20 | 27 | 16 | 23 | 32 | 18 | 25 | 34 | 19 | 26 | 36 |
| 6000 | 5 | 14 | 23 | 8 | 16 | 26 | 10 | 18 | 28 | 12 | 19 | 29 |

Таблица D.4 — $L_{EX,8h}$ = 100 дБ ($E_{A,8h}$ = 115×10$^3$ Па$^2$с)

| Частота, Гц | NIPTS, дБ | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Продолжительность воздействия, лет | | | | | | | | | | | |
| | 10 | | | 20 | | | 30 | | | 40 | | |
| | Уровень процентиля, % | | | | | | | | | | | |
| | 90 | 50 | 10 | 90 | 50 | 10 | 90 | 50 | 10 | 90 | 50 | 10 |
| 500 | 2 | 4 | 8 | 3 | 5 | 9 | 4 | 6 | 11 | 5 | 7 | 11 |
| 1000 | 3 | 6 | 12 | 6 | 9 | 15 | 7 | 10 | 17 | 8 | 11 | 19 |
| 2000 | 0 | 8 | 23 | 8 | 16 | 31 | 13 | 21 | 35 | 16 | 24 | 39 |
| 3000 | 13 | 26 | 41 | 21 | 32 | 51 | 26 | 35 | 56 | 29 | 38 | 60 |
| 4000 | 20 | 31 | 42 | 25 | 36 | 49 | 28 | 39 | 53 | 30 | 41 | 56 |
| 6000 | 9 | 23 | 37 | 14 | 27 | 42 | 17 | 29 | 46 | 19 | 30 | 48 |

**Приложение ДА**
**(справочное)**

## Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам

Таблица ДА.1

| Обозначение ссылочного международного стандарта | Степень соответствия | Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта |
|---|---|---|
| ISO 7029 | IDT | ГОСТ Р ИСО 7029-2011 «Акустика. Статистическое распределение порогов слышимости в зависимости от возраста человека» |
| ISO 9612 | IDT | ГОСТ Р ИСО 9612-2013 «Акустика. Измерения шума для оценки его воздействия на человека. Метод измерений на рабочих местах» |
| ISO/TR 25417 | — | * |

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

Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов:

- IDT — идентичные стандарты.

## Библиография


[1] ISO 8253-1, Acoustics — Audiometric test methods — Part 1: Pure-tone air and bone conduction audiometry

[2] 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

[3] ISO 389-2, Acoustics — Reference zero for the calibration of audiometric equipment — Part 2: Reference equivalent threshold sound pressure levels for pure tones and insert earphones

[4] Johnson D.L. Prediction of NIPTS Due to Continuous Noise Exposure, EPA-550/9-73-001-B, Washington DC, USA or AMRL-TR-73-91 (AD 767205), Wright-Patterson Air Force Base, Ohio, USA, July 1973

[5] PASSCHIER-VERMEER W. Hearing loss due to exposure to steady-state broadband noise, Report no. 35. Institute for Public Health Eng, The Netherlands, 1968

[6] PASSCHIER-VERMEER W. Hearing Levels of Non-Noise Exposed Subjects and of Subjects Exposed to Constant Noise During Working Hours, Report B367. Research Institute for Environmental Hygiene, The Netherlands, June 1977

[7] BURNS W., & ROBINSON D.W. Hearing and Noise in Industry. Appendix 10. HMSO, London, 1970

[8] ROBINSON D.W., & SHIPTON M.S. Tables for Estimation of Noise-Induced Hearing Loss, Report AC 61. National Physical Laboratory, England, June 1977

[9] ROBINSON D.W., & SUTTON G.J. Age Effect in Hearing -A Comparative Analysis of Published Threshold Data. Int. Audiolp. 1979, 18 pp. 320—334

[10] SPOOR A., & PASSCHIER-VERMEER W. Spread in Hearing Levels of Non-Noise Exposed People at Various Ages. Int. Audiol. 1969, 8 pp. 328—336

[11] THIESSEN G.J. Hearing Distribution in a Population that has Suffered Hearing Loss. J. Acoust. Soc. Am. 1977, 61 pp. 887—888

[12] THIERY L., PIETRI-VERDI M.F., DAMONGEOT A., DERZKO G., GROSDEMANGE J.P. Etude de l'audition d'une population urbaine non soumise a ses bruits d'origine professionnelle. Rev. Acoust. (Paris). 1979, 49 pp. 107—116

[13] GIERKE V.H.E., ROBINSON D., KARMY S.J. Results of the workshop on impulse noise and auditory hazard, Institute of Sound and Vibration Research, Southampton, U.K., ISVR Memorandum 618 October 1981. J. Sound Vibrat. 1982, 83 pp. 579—584

[14] MACRAE J.H. A procedure for classifying degree of hearing loss. J. Otolaryngol. Soc. Aust. 1975—1976, 4 pp. 26—35

[15] CARTER N.L., WAUGH R.L., MURRAY N., BULTEAN V.G. Hearing levels of Australian youth aged 1620, National Acoustics Laboratory Report No. 99. Canberra, Australian Government Publishing Service, 1983

[16] PASSCHIER-VERMEER W. The effects of age, otological factors and occupational noise exposure on hearing threshold levels of various populations. In: Basic and Applied Aspects of Noise-induced Hearing Loss, SALVI, Richard J, (HENDERSON D., HAMERNIK R.P., COLLETTI V.eds.). Plenum Press, New York, London, 1986

[17] JOHANSSON M.S.K., & ARLINGER S.D. Hearing threshold levels for an otologically unscreened, nonoccupationally noise exposed population in Sweden. Int. J. Audiol. 2002, 41 pp. 180—194

[18] ENGDAHL B., TAMBS K., BORCHGREVINK H.M., HOFFMAN H.J. Screened and unscreened hearing threshold levels for the adult population: Results from the Nord-Trondelag Hearing Loss Study. Int. J. Audiol. 2005, 44 pp. 213—230

[19] HOFFMAN H., DOBIE R.A., Ko C.-W., THEMANN C.L., MURPHY W.J. Americans hear as well or better today compared to 40 years ago: Hearing threshold levels in the unscreened adult population of the United States, 1959—1962 and 1999—2004. Ear Hear. 2010, 31 pp. 725—734

[20] AGRAWAL Y., NIPARKO J.K., DOBIE R.A. Estimating the effect of occupational noise exposure on hearing thresholds: The importance of adjusting for confounding variables. Ear Hear. 2010, 31 pp. 234—237

[21] WORLD HEALTH ORGANIZATION. International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF). World Health Organization, Geneva, 2001

[22] HOFFMAN H.J., DOBIE R.A., Ko C.-W., THEMANN C.L., MURPHY W.J. Hearing Threshold Levels at Age 70 (65—74 years) in the Unscreened Older Adult Population of the United States, 1959—1962 and 1999—2006. Ear Hear. 2012, 33(3) pp. 437—440

УДК 534.322.3.08:006.354 ОКС 13.140 Т34 IDT

Ключевые слова: постоянное смещение порога слышимости, обусловленной действием шума, статистическое распределение, медиана, человек с нормальным слухом, изменение слуха в зависимости от возраста

**БЗ 10—2017/146**

Редактор *В.Н. Шмельков*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *С.В. Смирнова*
Компьютерная верстка *А.А. Ворониной*

Сдано в набор 19.10.2017. Подписано в печать 02.11.2017 Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,54. Тираж 22 экз. Зак. 2183

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123001 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru
gost.e-ecolog.ru