МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)
INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ ISO 4869-2— 2022

Система стандартов безопасности труда

СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ОРГАНА СЛУХА

Определение эффективных А-корректированных уровней звукового давления при использовании средств индивидуальной защиты органа слуха

(ISO 4869-2:2018, Acoustics — Hearing protectors — Part 2: Estimation of effective A-weighted sound pressure levels when hearing protectors are worn, IDT)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2022

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели, основные принципы и общие правила проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Федеральным государственным бюджетным учреждением «Российский институт стандартизации» (ФГБУ «РСТ») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 5

2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 31 августа 2022 г. № 153-П)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Армения	AM	ЗАО «Национальный орган по стандартизации и метрологии» Республики Армения
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Россия	RU	Росстандарт
Узбекистан	UZ	Узстандарт

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 октября 2022 г. № 1122-ст межгосударственный стандарт ГОСТ ISO 4869-2—2022 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 января 2024 г.

5 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ISO 4869-2:2018 «Акустика. Средства защиты органа слуха. Часть 2. Определение эффективных А-корректированных уровней звукового давления при использовании средств защиты органа слуха» («Acoustics — Hearing protectors — Part 2: Estimation of effective A-weighted sound pressure levels when hearing protectors are worn», IDT).

Международный стандарт разработан Техническим комитетом ISO/TC 43 «Акустика», подкомитетом SC 1 «Шум» Международной организации по стандартизации (ISO).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта в целях приведения в соответствие с ГОСТ 1.5 (подраздел 3.6) и для увязки с наименованиями, принятыми в существующем комплексе межгосударственных стандартов.

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

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

7 Некоторые элементы настоящего стандарта могут являться объектами патентных прав

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории указанных выше государств публикуется в указателях национальных стандартов, издаваемых в этих государствах, а также в сети Интернет на сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации.

В случае пересмотра, изменения или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации в каталоге «Межгосударственные стандарты»

© ISO, 2018
© Оформление. ФГБУ «РСТ», 2022



В Российской Федерации 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 Измерение поглощения шума средствами индивидуальной защиты органа слуха 2
5 Вычисление показателя ожидаемой защиты APV_{fx} средств индивидуальной защиты органа слуха для выбранной эффективности защиты 2
6 Метод расчета по октавным полосам 3
7 Метод *HML* 3
7.1 Общие положения 3
7.2 Вычисление значений показателей *H, M* и *L* 3
7.3 Применение метода *HML* для определения эффективного А-корректированного уровня звукового давления 5
8 Метод *SNR* 6
8.1 Общие положения 6
8.2 Расчет значений показателя *SNR* 6
8.3 Применение метода *SNR* для определения эффективного А-корректированного уровня звукового давления 7
Приложение А (справочное) Пример расчета показателя ожидаемой защиты APV_{fx} 8
Приложение В (справочное) Пример расчета $L'_{p,Ax}$ по методу расчета по октавным полосам 9
Приложение С (справочное) Пример расчета и использования значений показателей *H, M* и *L* 10
Приложение D (справочное) Пример расчета и использования значений показателя *SNR* 12
Приложение Е (справочное) Неопределенность оценок показателей поглощения шума 14
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам 15
Библиография 16

Введение

В настоящем стандарте определяется ожидаемый «эффективный» уровень, то есть А-корректированный уровень звукового давления в точке, соответствующей центру головы, за вычетом шума, поглощенного средствами индивидуальной защиты органа слуха (при отсутствии пользователя). Эффективные значения определяются, поскольку они необходимы для оценки опасности влияния шума относительно предельно допустимых уровней воздействия. «Эффективный уровень» отличается от А-корректированного уровня звукового давления в слуховом канале на величину передаточной функции открытого уха. Эффективные уровни обычно на 5—10 дБ ниже уровней в слуховом канале в зависимости от спектра действующего шума.

Теоретически эффективный А-корректированный уровень звукового давления при надетых средствах индивидуальной защиты органа слуха следует определять на основе данных о поглощении шума[1)] средствами индивидуальной защиты органа слуха (измеренных в соответствии с ISO 4869-1) и уровней звукового давления шума в октавных полосах. В то же время, во многих ситуациях информация об уровнях звукового давления шума в октавных полосах может быть недоступна. Поэтому для многих практических целей необходимы более простые методы определения эффективных А-корректированных уровней звукового давления, которые основаны только на А-корректированных и С-корректированных уровнях звукового давления. В настоящем стандарте учтены обе ситуации[2)] и помимо метода расчета по октавным полосам приведены две альтернативные упрощенные процедуры — метод *HML* и метод *SNR*.

Метод расчета по октавным полосам использует результаты измерений уровня звукового давления шума в октавных полосах частот на рабочем месте и данные о поглощении шума в октавных полосах оцениваемым средством индивидуальной защиты органа слуха. Хотя его можно рассматривать как «точный» эталонный метод, он имеет свои собственные неточности, поскольку он основан на использовании средних значений показателей поглощения шума и стандартных отклонений для группы испытателей, а не на конкретных значениях показателей поглощения шума для конкретного работника.

Метод *HML* использует три показателя поглощения шума: *H, M* и *L*, определяемые из данных о поглощении шума в октавных полосах средствами индивидуальной защиты органа слуха. Эти значения в сочетании с С-корректированным и А-корректированным уровнями звукового давления используют для расчета эффективного А-корректированного уровня звукового давления при надетых средствах индивидуальной защиты органа слуха.

Метод *SNR* использует одночисловой показатель поглощения шума, определяемый из данных о поглощении шума в октавных полосах средствами индивидуальной защиты органа слуха. Это значение вычитают из С-корректированного уровня звукового давления для расчета эффективного А-корректированного уровня звукового давления при надетых средствах индивидуальной защиты органа слуха.

Из-за большого разброса значений показателей поглощения шума, обеспечиваемого средствами индивидуальной защиты органа слуха при надевании отдельными людьми, все три метода практически одинаковы по своей точности в большинстве шумовых обстановок. Даже самый простой метод *SNR* обеспечивает достаточно точное определение эффективного А-корректированного уровня звукового давления, что поможет при выборе и определении технических характеристик средств индивидуальной защиты органа слуха. В особых ситуациях, например, для высокочастотных или низкочастотных шумов, необходимо использовать метод *HML* или метод расчета по октавным полосам.

В зависимости от выбора определенного параметра в процессе расчета может быть получена различная эффективность защиты. Следует отметить, что значения эффективности защиты для всех трех методов действительны только в том случае, если:

- средства индивидуальной защиты органа слуха надеты правильно и так же, как их надевали испытатели при выполнении испытания по ISO 4869-1;
- средства индивидуальной защиты органа слуха содержатся в надлежащем состоянии;

[1)] В рамках стандартов серии «Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органа слуха» англоязычный термин «sound attenuation» переведен как «поглощение шума», в то же время предпочтительным переводом указанного англоязычного термина является «ослабление шума», который широко используется в рамках стандартов серии «Акустика».

[2)] Учтены ситуации доступности и недоступности информации об уровнях звукового давления шума в октавных полосах.

- анатомические характеристики испытателей, участвовавших в испытании по ISO 4869-1, допустимо совпадают с характеристиками фактических пользователей.

Таким образом, основным источником потенциальной неточности использования трех методов, описанных в настоящем стандарте, являются основные входные данные по ISO 4869-1. Если входные данные неточно описывают степень защиты, достигаемую целевой группой, то никакой метод расчета не обеспечит достаточной точности.

Неопределенность оценок показателей поглощения шума описана в приложении Е.

Примечание — Различия в 3 дБ или меньше в определении эффективного уровня звукового давления для сопоставимых средств индивидуальной защиты органа слуха, как правило, считаются незначительными.

М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т

Система стандартов безопасности труда

СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ОРГАНА СЛУХА

Определение эффективных А-корректированных уровней звукового давления при использовании средств индивидуальной защиты органа слуха

Occupational safety standards system. Personal protective means of hear body.
Estimation of effective A-weighted sound pressure levels when hearing protectors are worn

Дата введения — 2024—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает три метода расчета (метод расчета по октавным полосам, метод *HML* и метод *SNR*) А-корректированного уровня звукового давления шума, воздействующего на работника при надетом средстве индивидуальной защиты органа слуха. Эти методы применимы к уровню звукового давления постоянного шума и эквивалентному уровню звукового давления непостоянного шума. Хотя эти методы в первую очередь предназначены для постоянного шума, они также применимы к шумам, содержащим импульсные компоненты. Данные методы не применяются к измеренным пиковым значениям уровня звукового давления шума.

Показатели поглощения шума в октавных полосах, *H, M, L* или *SNR* могут быть использованы в качестве критериев при установлении требований к средствам индивидуальной защиты органа слуха или для сравнения разных средств защиты и их выбора.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты [для датированных ссылок используют только указанное издание ссылочного стандарта, для недатированных — последнее издание (включая все изменения)].

ISO 4869-1, *Acoustics — Hearing protectors — Part 1: Subjective method for the measurement of sound attenuation* (Акустика. Средства защиты органа слуха. Часть 1. Субъективный метод измерения поглощения шума)

ISO 9612:2009, *Acoustics — Determination of occupational noise exposure — Engineering method* (Акустика. Определение воздействия шума в производственных условиях. Технический метод)

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

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями.

ИСО и МЭК ведут терминологические базы данных для использования в области стандартизации по следующим адресам:

- платформа онлайн-просмотра ИСО: доступна на gost.e-ecolog.ru
- Электропедия МЭК: доступна на gost.e-ecolog.ru

3.1 **эффективность защиты *x*** (protection performance): Процент лиц, для которых достигнутое значение показателя поглощения шума средством индивидуальной защиты органа слуха равно или

Издание официальное

превышает заданное значение, указывается путем добавления нижнего индекса к показателям, соответствующим различным методам, например APV_{fx}, H_x, M_x, L_x, SNR_x.

Примечание 1 — Значение эффективности защиты часто выбирается равным 84 % [соответствует константе α = 1 (см. раздел 5)].

3.2 **эффективный А-корректированный уровень звукового давления $L'_{p,Ax}$** (effective A-weighted sound pressure level): А-корректированный уровень звукового давления шума, воздействующий на орган слуха при надетом средстве индивидуальной защиты с заданной эффективностью защиты x в конкретной шумовой обстановке.

Примечание 1 — Он рассчитывается в соответствии с любым из трех методов, указанных в настоящем стандарте.

3.3 **ожидаемое снижение уровня шума PNR_x** (predicted noise level reduction): Разность между А-корректированным уровнем звукового давления шума $L_{p,A}$ и эффективным А-корректированным уровнем звукового давления $L'_{p,Ax}$ при использовании данного средства индивидуальной защиты органа слуха с заданной эффективностью защиты x в конкретной шумовой обстановке.

3.4 **показатель ожидаемой защиты APV_{fx}** (assumed protection value): Поглощение шума в данной октавной полосе для конкретной частоты f при заданной эффективности защиты x и данного средства индивидуальной защиты органа слуха.

3.5 **показатель поглощения высокочастотного шума H_x** (high-frequency attenuation value): Ожидаемое снижение уровня шума PNR_x для шумов с $(L_{p,C} - L_{p,A})$ = −2 дБ при заданной эффективности защиты x и данного средства индивидуальной защиты органа слуха.

3.6 **показатель поглощения среднечастотного шума M_x** (medium-frequency attenuation value): Ожидаемое снижение уровня шума PNR_x для шумов с $(L_{p,C} - L_{p,A})$ = +2 дБ при заданной эффективности защиты x и данного средства индивидуальной защиты органа слуха.

3.7 **показатель поглощения низкочастотного шума L_x** (low-frequency attenuation value): Ожидаемое снижение уровня шума PNR_x для шумов с $(L_{p,C} - L_{p,A})$ = +10 дБ при заданной эффективности защиты x и данного средства индивидуальной защиты органа слуха.

3.8 **одночисловой показатель поглощения шума SNR_x** (single number rating): Значение, которое вычитают из измеренного С-корректированного уровня звукового давления $L_{p,C}$, чтобы определить эффективный А-корректированный уровень звукового давления $L'_{p,Ax}$ для заданной эффективности защиты x и данного средства индивидуальной защиты органа слуха.

4 Измерение поглощения шума средствами индивидуальной защиты органа слуха

Измерения поглощения шума средством индивидуальной защиты органа слуха в третьоктавной полосе, которое будет использоваться в методах расчета в настоящем стандарте, проводят в соответствии с ISO 4869-1.

5 Вычисление показателя ожидаемой защиты APV_{fx} средств индивидуальной защиты органа слуха для выбранной эффективности защиты

Расчет начинают с выбора желаемой эффективности защиты x и соответствующей константы α (см. таблицу 1). Когда α = 1 и x = 84 %, индексы значений поглощения шума могут быть опущены.

Показатель ожидаемой защиты APV_{fx} рассчитывается для каждой октавной полосы по следующей формуле:

$$APV_{fx} = m_f - \alpha \cdot s_f, \quad (1)$$

где f — центральная частота октавной полосы;

x — выбранная эффективность защиты;

m_f — среднее поглощение шума, определенное в соответствии с ISO 4869-1;

s_f — стандартное отклонение, определенное в соответствии с ISO 4869-1;

α — квантиль стандартного нормального распределения, уровень которого равен эффективности защиты x (см. таблицу 1).

Таблица 1 — Значения α для различных значений эффективности защиты x

Значение эффективности защиты x, %	Значение α
50	0,00
75	0,67
80	0,84
84	1,00
90	1,28
95	1,64
98	2,00

Пример расчета показателя ожидаемой защиты APV_{fx} приведен в приложении А.

6 Метод расчета по октавным полосам

Для этого метода требуются октавные уровни звукового давления шума и показатели ожидаемой защиты APV_{fx}. Поскольку метод зависит от вида шума, расчет должен производиться для каждой шумовой обстановки.

Эффективный А-корректированный уровень звукового давления при надетом средстве индивидуальной защиты органа слуха $L'_{p,Ax}$ рассчитывается по следующей формуле:

$$L'_{p,Ax} = 10 \lg \sum_{k=1}^{8} 10^{0,1\left(L_{p,f(k)} + A_{f(k)} - APV_{f(k)x}\right)} \text{ dB}, \quad (2)$$

где $f(k)$ — средняя частота октавной полосы; $f(1) = 63$ Гц; $f(2) = 125$ Гц; $f(3) = 250$ Гц; …; $f(8) = 8\,000$ Гц;

$L_{p,f(k)}$ — уровень звукового давления шума в октавной полосе;

$A_{f(k)}$ — частотная коррекция А в соответствии с IEC 61672-1 на средних частотах октавных полос (см. таблицу В.1).

Если данные октавной полосы 63 Гц для шума или средства индивидуальной защиты органа слуха недоступны, то расчет в формуле (2) начинается с 125 Гц. Для последующих методов *HML* и *SNR* вычисления всегда начинаются с 125 Гц, независимо от доступности данных на частоте 63 Гц. Полученное значение $L'_{p,Ax}$ округляют до ближайшего целого числа.

Пример определения эффективного А-корректированного уровня звукового давления при надетом средстве индивидуальной защиты органа слуха в конкретной шумовой обстановке приведен в приложении В.

7 Метод *HML*

7.1 Общие положения

Для данного метода требуются С-корректированные и А-корректированные уровни звукового давления и значения показателей *H, M* и *L*.

7.2 Вычисление значений показателей *H, M* и *L*

Расчет показателей H_x, M_x и L_x в дБ основывается на восьми эталонных спектрах шума с различными значениями ($L_{p,C} - L_{p,A}$) (см. таблицу 2) и индивидуальных значениях поглощения шума $a_{jf(k)}$ средством индивидуальной защиты органа слуха. Значения не зависят от реальной шумовой обстановки, к которой они применяются, их рассчитывают с использованием следующих формул, где H_m, M_m и L_m относятся к средним значениям показателей, а H_s, M_s и L_s относятся к стандартным отклонениям этих показателей:

$$H_x = H_m - \alpha H_s; \quad (3)$$

$$M_x = M_m - \alpha M_s; \quad (4)$$

$$L_x = L_m - \alpha L_s, \quad (5)$$

где x — выбранная эффективность защиты;

α — константа, указанная в таблице 1.

$$H_m = \frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N} H_j; \quad (6)$$

$$M_m = \frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N} M_j; \quad (7)$$

$$L_m = \frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N} L_j; \quad (8)$$

$$H_s = \sqrt{\frac{1}{N-1}\sum_{j=1}^{N}\left(H_j - H_m\right)^2}; \quad (9)$$

$$M_s = \sqrt{\frac{1}{N-1}\sum_{j=1}^{N}\left(M_j - M_m\right)^2}; \quad (10)$$

$$L_s = \sqrt{\frac{1}{N-1}\sum_{j=1}^{N}\left(L_j - L_m\right)^2}; \quad (11)$$

$$H_j = 0{,}25\sum_{i=1}^{4} PNR_{ji} - 0{,}48\sum_{i=1}^{4} d_i PNR_{ji}; \quad (12)$$

$$M_j = 0{,}25\sum_{i=5}^{8} PNR_{ji} - 0{,}16\sum_{i=5}^{8} d_i PNR_{ji}; \quad (13)$$

$$L_j = 0{,}25\sum_{i=5}^{8} PNR_{ji} + 0{,}23\sum_{i=5}^{8} d_i PNR_{ji}; \quad (14)$$

$$PNR_{ji} = 100\text{dB} - 10\lg\sum_{k=2}^{8} 10^{0{,}1\left(L_{p,Af(k)i} - \alpha_{jf(k)}\right)}\text{dB}, \quad (15)$$

где N — количество испытателей;

$\alpha_{jf(k)}$ — поглощение шума в дБ для испытателя j и частоты $f(k)$, определенное в соответствии с ISO 4869-1;

нижний индекс j — номер испытателя;

нижний индекс i — номер эталонного спектра шума;

$L_{p,Af(k)i}$ и d_i — согласно таблице 2.

Примечание — В формуле (15) значение 100 дБ представляет собой общий А-корректированный уровень звукового давления каждого из шумов в таблице 2, определенных для октавных полос от 125 Гц до 8 000 Гц.

Полученные значения показателей H_x, M_x и L_x округляют до ближайшего целого числа.

Пример расчета значений показателей H, M и L приведен в приложении С.

Таблица 2 — А-корректированные уровни звукового давления в октавной полосе $L_{p,Af(k)i}$ восьми эталонных шумов i, нормированные по отношению к А-корректированному уровню звукового давления, равному 100 дБ, значениям ($L_{p,C} - L_{p,A}$) и константе d_i

i	А-корректированные уровни звукового давления в октавной полосе $L_{p,Af(k)i}$, дБ							($L_{p,C} - L_{p,A}$) дБ	d_i
	Центральная частота октавной полосы f, Гц k								
	125 $k = 2$	250 …	500 …	1 000 …	2 000 …	4 000 …	8 000 $k = 8$		
1	62,6	70,8	81,0	90,4	96,2	94,7	92,3	−1,2	−1,20
2	68,9	78,3	84,3	92,8	96,3	94,0	90,0	−0,5	−0,49
3	71,1	80,8	88,0	95,0	94,4	94,1	89,0	0,1	0,14
4	77,2	84,5	89,8	95,5	94,3	92,5	88,8	1,6	1,56
5	77,4	86,5	92,5	96,4	93,0	90,4	83,7	2,3	−2,98
6	82,0	89,3	93,3	95,6	93,0	90,1	83,0	4,3	−1,01
7	84,2	90,1	93,6	96,2	91,3	87,9	81,9	6,1	0,85
8	88,0	93,4	93,8	94,2	91,4	87,9	79,9	8,4	3,14

Примечание 1 — d_i — это число, полученное эмпирическим путем [1], [2].

Примечание 2 — Значение 100 дБ для общего А-корректированного уровня звукового давления $L_{p,A}$ является произвольным и было выбрано для простоты вычислений.

7.3 Применение метода *HML* для определения эффективного А-корректированного уровня звукового давления

Эффективный А-корректированный уровень звукового давления $L'_{p,Ax}$ рассчитывается в два этапа следующим образом.

a) Ожидаемое снижение уровня шума PNR_x рассчитывается на основе показателей H_x, M_x и L_x и А-корректированных и С-корректированных уровней звукового давления. Расчеты следующие.

Для шумов с ($L_{p,C} - L_{p,A}$) ≤ 2 дБ

$$PNR_x = M_x - \frac{N_x - M_x}{4}\left(L_{p,C} - L_{p,A} - 2\text{dB}\right). \quad (16)$$

Для шумов с ($L_{p,C} - L_{p,A}$) > 2 дБ

$$PNR_x = M_x - \frac{M_x - L_x}{8}\left(L_{p,C} - L_{p,A} - 2\text{dB}\right); \quad (17)$$

b) $L'_{p,Ax}$ рассчитывается по следующей формуле:

$$L'_{p,Ax} = L_{p,A} - PNR_x. \quad (18)$$

Разность ($L_{p,C} - L_{p,A}$) может быть определена на основе измерений уровня звукового давления, продолжительных измерений эквивалентных уровней звукового давления или может быть представлена в виде таблицы для типичных шумовых обстановок.

Вместо С-корректированного уровня звукового давления можно использовать некорректированный уровень звукового давления. Для шумов очень низкой частоты эта процедура приведет к более высоким значениям $L'_{p,Ax}$.

Полученное значение $L'_{p,Ax}$ округляют до ближайшего целого числа.

Пример определения эффективного А-корректированного уровня звукового давления при надетом средстве индивидуальной защиты органа слуха в конкретной шумовой обстановке приведен в приложении С.

8 Метод *SNR*

8.1 Общие положения

Для данного метода требуются С-корректированный уровень звукового давления шума и значение показателя *SNR*.

8.2 Расчет значений показателя *SNR*

Расчет показателя SNR_x в дБ основывается на спектре розового шума (см. таблицу 3) и индивидуальных значениях поглощения шума $\alpha_{jf(k)}$ средством индивидуальной защиты органа слуха.

SNR_x не зависит от фактического спектра шума, к которому он применяется, и рассчитывается по следующей формуле, где SNR_m — среднее значение показателя *SNR*, а SNR_s — стандартное отклонение *SNR*:

$$SNR_x = SNR_m - \alpha \cdot SNR_s, \tag{19}$$

где нижний индекс x — выбранная эффективность защиты;

α — константа, указанная в таблице 1.

$$SNR_m = \frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N} SNR_j; \tag{20}$$

$$SNR_s = \sqrt{\frac{1}{N-1}\sum_{j=1}^{N}\left(SNR_j - SNR_m\right)^2}; \tag{21}$$

$$SNR_j = 100\text{dB} - 10\lg \sum_{k=2}^{8} 10^{0{,}1\left(L_{p,Af(k)} - \alpha_{jf(k)}\right)}, \tag{22}$$

где N — количество испытателей;

$\alpha_{jf(k)}$ — поглощения шума в дБ для испытателя j и частоты $f(k)$, определенное в соответствии с ISO 4869-1;

нижний индекс j — номер испытателя.

Значения $L_{p,Af(k)}$ приведены в таблице 3.

Примечание — В формуле (22) значение 100 дБ представляет собой общий С-корректированный уровень звукового давления эталонного розового шума, указанного в таблице 3.

Полученное значение показателя SNR_x округляют до ближайшего целого числа.

Пример расчета *SNR* приведен в приложении D.

8.3 Применение метода *SNR* для определения эффективного А-корректированного уровня звукового давления

$L'_{p,Ax}$ рассчитывается на основе показателя SNR_x и С-корректированного уровня звукового давления по следующей формуле:

$$L'_{p,Ax} = L_{p,C} - SNR_x. \quad (23)$$

Когда доступен только общий А-корректированный уровень звукового давления и известна разность ($L_{p,C} - L_{p,A}$), для данного шума можно использовать значение показателя *SNR*. Разность ($L_{p,C} - L_{p,A}$) может быть определена на основе измерений уровня звукового давления, продолжительных измерений эквивалентных уровней звукового давления или может быть представлена в виде таблицы для типичных шумовых обстановок. $L'_{p,Ax}$ тогда определяется как:

$$L'_{p,Ax} = L_{p,A} + (L_{p,C} - L_{p,A}) - SNR_x. \quad (24)$$

Вместо С-корректированного уровня звукового давления можно использовать некорректированный уровень звукового давления. Для шумов очень низкой частоты эта процедура приведет к более высоким значениям $L'_{p,Ax}$.

Полученное значение $L'_{p,Ax}$ округляют до ближайшего целого числа.

Пример определения эффективного А-корректированного уровня звукового давления при надетом средстве индивидуальной защиты органа слуха в конкретной шумовой обстановке приведен в приложении D.

Таблица 3 — А-корректированные уровни звукового давления в октавной полосе $Lp,Af(k)$ розового шума, для которого С-корректированный уровень звукового давления равен 100 дБ

Центральная частота октавной полосы *f*, Гц	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000
$L_{p,Af(k)}$, дБ	75,9	83,4	88,8	92,0	93,2	93,0	90,9
Примечание — В данной таблице указаны значения для розового шума с общим С-корректированным уровнем звукового давления, равным 100 дБ. Значение уровня было выбрано для простоты вычислений и не влияет на значение показателя *SNR*. Частотная коррекция С определена в IEC 61672-1.							

Приложение А
(справочное)

Пример расчета показателя ожидаемой защиты APV_{fx}

В данном примере рассчитывают значения показателя APV_{f84} для средств индивидуальной защиты органа слуха; т.е. выбирают эффективность защиты 84 % с соответствующей константой α = 1,00 (см. таблицу 1). Эти значения показателя APV_{f84} затем используют в расчетах для всех пояснительных примеров.

Таблица А.1 — Расчет APV_{f84}

Значения в дБ

Испытатель, j	Поглощение шума							
	Центральная частота октавной полосы f Гц							
	63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000
1	4	8	13	18	20	30	35	30
2	6	12	16	21	29	35	47	35
3	10	16	17	23	25	32	48	37
4	3	7	12	18	20	25	33	30
5	8	10	16	16	25	27	43	32
6	4	7	10	15	19	32	35	31
7	5	5	9	16	20	25	30	28
8	15	15	21	26	25	38	46	38
9	5	6	10	13	19	22	29	28
10	9	9	10	19	20	27	37	31
11	9	16	18	24	25	35	44	39
12	5	6	11	12	17	20	28	28
13	7	10	17	22	25	35	41	44
14	6	8	16	18	19	19	30	33
15	10	12	17	25	28	33	45	40
16	12	13	17	27	29	38	49	41
m_f	7,4	10,0	14,4	19,6	22,8	29,6	38,8	34,1
s_f	3,3	3,6	3,6	4,6	4,0	6,2	7,4	5,2
$\alpha\ s_f$ (α = 1,00)	3,3	3,6	3,6	4,6	4,0	6,2	7,4	5,2
$APV_{f84} = m_f - \alpha\ s_f$	4,1	6,4	10,8	15,0	18,8	23,4	31,4	28,9

Приведенный пример расчета предоставляется в виде таблицы Excel standards.iso.org/iso/4869/-2/ed-2/en, с помощью которой пользователь может выполнять собственные расчеты.

Приложение В
(справочное)

Пример расчета $L'_{p,Ax}$ по методу расчета по октавным полосам

В данном примере для шума с $L_{p,A}$ = 104 дБ и эффективностью защиты 84 % значения показателя APV_{f84} взяты из таблицы А.1.

Таблица В.1 — Расчет $L'_{p,A84}$ с использованием метода расчета по октавным полосам

Значения в дБ

	Центральная частота октавной полосы *f*, Гц							
	63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000
Измеренный уровень звукового давления шума в октавной полосе $L_{p,f(k)}$	75,0	84,0	86,0	88,0	97,0	99,0	97,0	96,0
Частотная коррекция А (согласно IEC 61672-1) $A_{f(k)}$	−26,2	−16,1	−8,6	−3,2	0	+1,2	+1,0	−1,1
А-корректированный уровень звукового давления шума в октавной полосе $L_{p,f(k)} + A_{f(k)}$	48,8	67,9	77,4	84,8	97,0	100,2	98,0	94,9
$APV_{f(k)84}$ из таблицы А.1	4,1	6,4	10,8	15,0	18,8	23,4	31,4	28,9
$L_{p,f(k)} + A_{f(k)} - APV_{f(k)84}$	44,7	61,5	66,6	69,8	78,2	76,8	66,6	66,0

$L'_{p,A84}$ вычисляют путем подстановки значений из последней строки таблицы В.1 в формулу (2):

$$L'_{p,A84} = 10\lg(10^{0,1 \times 44,7} + \ldots + 10^{0,1 \times 66,0}) \text{ дБ} = 81,4 \text{ дБ}.$$

После округления получаем $L'_{p,A84}$ = 81 дБ.

Можно утверждать, что эффективный А-корректированный уровень звукового давления будет меньше или равен 81 дБ у 84 % людей, когда средство индивидуальной защиты органа слуха правильно надевают различные люди в этой шумовой обстановке.

Примечание — Разность между $L_{p,A}$ и $L'_{p,A84}$ — это ожидаемое снижение уровня шума PNR_{84}, которое в данном примере равно 23 дБ.

Приведенный пример расчета предоставляется в виде таблицы Excel standards.iso.org/iso/4869/-2/ed-2/en, с помощью которой пользователь может выполнять собственные расчеты.

Приложение С
(справочное)

Пример расчета и использования значений показателей *H, M* и *L*

С.1 Расчет показателей *H, M* и *L* для конкретного средства индивидуальной защиты органа слуха

Расчет выполняют с использованием значений α_{jf} из приложения А и А-корректированных уровней звукового давления в октавной полосе $L_{p,Af(k)i}$ из таблицы 2.

Таблица С.1 — А-корректированные уровни звукового давления в октавной полосе $L_{p,Af(k)i}$ из таблицы 2

Значения в дБ

	Центральная частота октавной полосы *f*, Гц						
	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000
$L_{p,Af(k)1}$	62,6	70,8	81,0	90,4	96,2	94,7	92,3
$L_{p,Af(k)2}$	68,9	78,3	84,3	92,8	96,3	94,0	90,0
$L_{p,Af(k)3}$	71,1	80,8	88,0	95,0	94,4	94,1	89,0
$L_{p,Af(k)4}$	77,2	84,5	89,8	95,5	94,3	92,5	88,8
$L_{p,Af(k)5}$	77,4	86,5	92,5	96,4	93,0	90,4	83,7
$L_{p,Af(k)6}$	82,0	89,4	93,5	95,6	93,0	90,1	83,0
$L_{p,Af(k)7}$	84,2	90,1	93,6	96,2	91,3	87,9	81,9
$L_{p,Af(k)8}$	88,0	93,4	93,8	94,2	91,4	87,9	79,9

Восемь значений показателя PNR_{ji} вычисляют по формуле (15), а значения показателей H_j, M_j и L_j вычисляют по формулам (12), (13) и (14) для каждого испытателя *j*.

Таблица С.2 — Значения показателей PNR_{ji}, H_j, M_j и L_j для каждого испытателя *j*

j	1	2	3	4	5	6	7	8
PNR_{j1}	26,9	33,3	31,3	25,2	27,8	26,2	24,6	33,1
PNR_{j2}	24,7	30,7	29,3	23,5	26,1	23,5	22,6	30,8
PNR_{j3}	22,7	28,5	27,5	22,0	24,4	21,1	21,0	28,7
PNR_{j4}	21,1	26,3	26,1	20,5	22,7	19,3	19,1	27,4
PNR_{j5}	19,8	24,6	24,6	19,3	21,0	17,7	17,7	26,2
PNR_{j6}	18,5	22,7	23,5	17,9	19,7	16,3	15,9	25,4
PNR_{j7}	17,6	21,8	22,8	17,0	19,0	15,5	15,0	24,5
PNR_{j8}	15,6	19,3	20,9	14,8	17,2	13,4	12,5	22,8
H_j	27,8	34,5	32,1	26,0	28,7	27,2	25,6	33,8
M_j	20,1	24,8	24,9	19,6	21,2	18,0	18,0	26,5
L_j	14,7	18,2	20,2	13,9	16,4	12,5	11,4	22,2
j	9	10	11	12	13	14	15	16
PNR_{j1}	22,6	26,2	32,3	21,0	32,0	21,4	33,1	35,5
PNR_{j2}	21,1	24,0	30,0	19,6	29,4	20,6	31,0	32,6
PNR_{j3}	19,6	22,2	28,0	18,3	27,3	20,3	29,3	30,5
PNR_{j4}	18,1	20,5	26,6	17,0	25,4	19,5	27,2	28,2

Окончание таблицы С.2

j	9	10	11	12	13	14	15	16
PNR_{j5}	16,6	19,1	25,2	15,7	24,0	18,9	25,9	26,8
PNR_{j6}	15,3	17,6	24,2	14,7	22,3	18,2	23,9	24,7
PNR_{j7}	14,6	16,8	23,4	14,1	21,3	17,6	22,9	23,6
PNR_{j8}	12,7	14,5	21,6	12,6	18,8	16,1	20,2	20,8
H_j	23,5	27,1	33,1	21,6	33,0	21,6	34,2	36,7
M_j	16,9	19,4	25,5	15,9	24,3	19,1	26,2	27,1
L_j	11,9	13,5	20,9	12,0	17,7	15,6	19,0	19,5

Значения показателей H_m, M_m и L_m вычисляют по формулам (6), (7) и (8):
H_m = 29,2 дБ;
M_m = 21,7 дБ;
L_m = 16,2 дБ.
Значения показателей H_s, M_s и L_s вычисляют по формулам (9), (10) и (11):
H_s = 4,8 дБ;
M_s = 3,8 дБ;
L_s = 3,5 дБ.
Значения показателей H_{84}, M_{84} и L_{84} вычисляют по формулам (3), (4) и (5) при α = 1,00. Результаты округляют до ближайшего целого числа.
H_{84} = 24 дБ;
M_{84} = 18 дБ;
L_{84} = 13 дБ.

С.2 Использование значений показателей H_{84}, M_{84} и L_{84} для определения $L'_{p,A84}$ конкретного средства индивидуальной защиты органа слуха в конкретной шумовой обстановке

Эффективный А-корректированный уровень звукового давления $L'_{p,A84}$ для средства индивидуальной защиты органа слуха с заданными значениями H_{84}, M_{84} и L_{84} (из С.1) и конкретной шумовой обстановки можно определить в два этапа следующим образом:

a) Рассчитывают разность $(L_{p,C} - L_{p,A})$. Использование спектра шума из приложения В дает $(L_{p,C} - L_{p,A})$ = −1 дБ. Ожидаемое снижение уровня шума PNR_{84} рассчитывают по формуле (16) следующим образом:

$$PNR_{84} = 18\ \text{дБ} - \frac{24-18}{4}(103{,}0 - 104{,}0 - 2)\ \text{дБ} = 22{,}5\ \text{дБ};$$

b) А-корректированный уровень звукового давления $L_{p,A}$ спектра шума из приложения В равен 104 дБ. Эффективный А-корректированный уровень звукового давления $L'_{p,A84}$ рассчитывают по формуле (18) следующим образом:

$$L'_{p,A84} = 104\ \text{дБ} - 22{,}5\ \text{дБ} = 81{,}5\ \text{дБ}.$$

Данное значение округляют до ближайшего целого числа. Можно утверждать, что эффективный А-корректированный уровень звукового давления будет меньше или равен 82 дБ для 84 % людей, когда средства индивидуальной защиты органа слуха правильно носят различные люди в этой шумовой обстановке.

Приведенный пример расчета предоставляется в виде таблицы Excel standards.iso.org/iso/4869/-2/ed-2/en, с помощью которой пользователь может выполнять собственные расчеты.

Приложение D
(справочное)

Пример расчета и использования значений показателя *SNR*

D.1 Расчет показателя SNR для конкретного средства индивидуальной защиты органа слуха

В данном примере выбрано значение эффективности защиты 84 %. Используя значения α_{jf} из приложения А и значения $L_{p,\mathrm{A}f(k)}$ из таблицы 3, рассчитывают значение показателя *SNR*.

Таблица D.1 — А-корректированные уровни звукового давления в октавной полосе $L_{p,\mathrm{A}f(k)}$ из таблицы 3

Значения в дБ

	Центральная частота октавной полосы *f*, Гц						
	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000
$L_{p,\mathrm{A}f(k)}$ из таблицы 3	75,9	83,4	88,8	92,0	93,2	93,0	90,9

Значения показателя SNR_j рассчитывают по формуле (22) для каждого испытателя *j*.

Таблица D.2 — Значения SNR_j для каждого испытателя *j*

Значения в дБ

j	1	2	3	4	5	6	7	8
SNR_j	23,1	27,7	28,0	22,3	24,1	21,2	20,7	29,8
j	9	10	11	12	13	14	15	16
SNR_j	19,7	22,4	28,7	18,8	27,2	21,4	28,9	29,9

Значения показателей SNR_m и SNR_s рассчитывают по формулам (20) и (21):

$$SNR_m = 24{,}6 \text{ дБ};$$

$$SNR_s = 3{,}9 \text{ дБ}.$$

Значение показателя SNR_{84} рассчитывают по формуле (19) при $\alpha = 1{,}00$. Результат округляют до ближайшего целого числа.

$$SNR_{84} = 21 \text{ дБ}.$$

D.2 Использование значения показателя SNR_{84} для определения $L'_{p,\mathrm{A}84}$ конкретного средства индивидуальной защиты органа слуха в конкретной шумовой обстановке, для которой известно $L_{p,\mathrm{C}}$

Эффективный А-корректированный уровень звукового давления $L'_{p,\mathrm{A}84}$ для средства индивидуальной защиты органа слуха с заданным значением SNR_{84} (из D.1) можно определить на основе измеренного С-корректированного уровня звукового давления для конкретного шума. Используя спектр шума из приложения В, получаем $L_{p,\mathrm{C}} = 103$ дБ.

$L'_{p,\mathrm{A}84}$ рассчитывают по формуле (23) следующим образом:

$$L'_{p,\mathrm{A}84} = 103 \text{ дБ} - 21 \text{ дБ} = 82 \text{ дБ}.$$

Можно утверждать, что эффективный А-корректированный уровень звукового давления $L'_{p,\mathrm{A}84}$ будет меньше или равен 82 дБ для 84 % людей, когда средство индивидуальной защиты органа слуха правильно носят различные люди в этой шумовой обстановке.

D.3 Использование значения показателя SNR_{84} для определения $L'_{p,A84}$ конкретного средства индивидуальной защиты органа слуха в конкретной шумовой обстановке, в которой был измерен А-корректированный уровень звукового давления и доступно обоснованное значение ($L_{p,C} - L_{p,A}$)

Эффективный А-корректированный уровень звукового давления $L'_{p,A84}$ для средства индивидуальной защиты органа слуха с заданным значением показателя SNR_{84} (из D.1) можно определить на основе измеренного А-корректированного уровня звукового давления $L_{p,A}$ и расчетных или измеренных значений ($L_{p,C} - L_{p,A}$) конкретного шума. Используя спектр шума из приложения В, получаем $L_{p,A}$ = 104 дБ и ($L_{p,C} - L_{p,A}$) = −1,0 дБ.

$L'_{p,A84}$ рассчитывают по формуле (24) следующим образом:

$$L'_{p,A84} = 104 \text{ дБ} + (-1,0) \text{ дБ} - 21 \text{ дБ} = 82 \text{ дБ}.$$

Можно утверждать, что эффективный А-корректированный уровень звукового давления $L'_{p,A84}$ будет меньше или равен 82 дБ для 84 % людей, когда средства индивидуальной защиты органа слуха правильно носят различные люди в этой шумовой обстановке.

Приведенный пример расчета предоставляется в виде таблицы Excel standards.iso.org/iso/4869/-2/ed-2/en, с помощью которой пользователь может выполнять собственные расчеты.

Приложение Е
(справочное)

Неопределенность оценок показателей поглощения шума

Е.1 Общие положения

Неопределенности в определении эффективных А-корректированных уровней звукового давления при надетых средствах индивидуальной защиты органа слуха в соответствии с настоящим стандартом могут возникать из-за различных источников, влияющих на входные данные. Основные источники неопределенности звукового воздействия приведены в ISO 9612:2009, данные о поглощении шума приведены в ISO 4869-1, а анализ неопределенностей, связанных с расчетами самих значений и оценок, приведен ниже.

Суммарная неопределенность u зависит от стандартных неопределенностей u_i от всех источников и их коэффициентов чувствительности c_i. Коэффициент чувствительности — это мера того, как на значение влияет изменение соответствующей входной величины. Суммарная стандартная неопределенность определяется как квадратный корень из суммы квадратов отдельных стандартных неопределенностей, скорректированных с помощью коэффициентов чувствительности:

$$u = \sqrt{\sum_i (c_i u_i)^2}\ , \tag{Е.1}$$

где u — суммарная неопределенность;

c_i — коэффициент чувствительности источника i;

u_i — стандартная неопределенность источника i.

В модели [формула (Е.1)] все распределения вероятностей для стандартных неопределенностей u_i считаются нормальными, а все коэффициенты чувствительности c_i имеют значение 1.

Расширенная неопределенность измерения U_{95} вычисляется путем умножения суммарной стандартной неопределенности u на коэффициент охвата $k = 2$ (подходит для нормально распределенных параметров), так что интервал от А $-U_{95}$ до А $+U_{95}$ покрывает 95 % значения А.

Для расчета неопределенности вычисленных значений показателей H_x, M_x, L_x и SNR_x с конкретными характеристиками защиты может применяться метод вычислительной статистики.

Е.2 Пример неопределенности

Расчет неопределенности для H_{84}, M_{84}, L_{84} и SNR_{84} для репрезентативных данных, приведенных в таблице А.1, приведен в таблице Е.1. Данные вычисляются с использованием метода бутстрэппинга с 2 048 итерациями.

Таблица Е.1 — Неопределенности для H_{84}, M_{84}, L_{84} и SNR_{84}, вычисленные для данных в таблице А.1

Значения в дБ

	H_{84}	M_{84}	L_{84}	SNR_{84}
Результаты итерации 1	25	18	12	21
Результаты итераций 2, 3, …, 2 047	…	…	…	…
Результаты итерации 2 048	24	16	11	19
Среднее значение	24,5	18,0	12,8	20,8
Стандартное отклонение (суммарная стандартная неопределенность u)	1,4	1,0	0,9	1,0
Расширенная неопределенность измерения U_{95}	2,8	2,0	1,8	2,0

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта
ISO 4869-1	—	*
ISO 9612:2009	IDT	ГОСТ ISO 9612—2016 «Акустика. Измерения шума для оценки его воздействия на человека. Метод измерений на рабочих местах»
IEC 61672-1	—	*

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

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

- IDT — идентичный стандарт.

Библиография

[1] Lundin R. Properties of Hearing Protectors Rating Methods. *Proceedings Hearing Conservation Conference, Off. Eng. Serv., Univ. Kentucky, Lexington,* KY, 55—60, 1992

[2] Lundin R. New Nordic draft for calculating three attenuation parameters for hearing protectors and how to use them in practice. *Proceedings InterNoise 86,* Vol. 1, 1986

[3] Murphy W.J., Byrne D.C., Gauger D., Ahroon W.A., Berger E.H., Gerges S.N.Y., McKinley R.L., Witt B., Krieg E.F. Results of the National Institute for Occupational Safety and Health-US Environmental Protection Agency Interlaboratory Comparison of American National Standards Institute S12.6-1997 Methods A and B. *J. Acoust. Soc. Am.* 2009, **125** (5), pp. 3262—3277

[4] Waugh R. Simplified hearing protector ratings — An international comparison. *J. Sound Vib.* 1984, **93** (2), pp. 289—305

[5] Williams W. A Proposal for a More Refined Single Number Rating System for Hearing Protector Attenuation Specification. *Noise Health,* 2012, **14** pp. 210—214

УДК 614.892:006.354 МКС 13.340.20 IDT

Ключевые слова: охрана труда, средства индивидуальной защиты органа слуха, методы определения, А-корректированный уровень звукового давления, поглощение шума

Редактор *М.В. Митрофанова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *И.Ю. Литовкиной*

Сдано в набор 17.10.2022. Подписано в печать 25.10.2022. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,79. Уч-изд. л. 2,40.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «РСТ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru