

Государственное санитарно-эпидемиологическое нормирование
Российской Федерации

4.3. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ФИЗИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗМЕРЕНИЮ ШУМА
НА РАБОЧИХ МЕСТАХ**

Методические указания по методам контроля
МУК 4.3. 4172 -25

Москва 2025

Методические указания по измерению шума на рабочих местах.
МУК 4.3.4172-25

1. Разработаны: ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора (С.В. Мартин, И.Н. Кудряшов, А.А. Федорук, А.А. Калинин); ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья» (В.Е. Крийт, Д.Н. Скляр, Ю.Н. Сладкова, О.В. Волчкова).

2. Утверждены руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации А.Ю. Поповой «25» ~~июля~~ 2025 г.

3. **МУК 4.3.4172-25 введены взамен** Методических указаний по проведению измерений и гигиенической оценки шумов на рабочих местах, утвержденных заместителем Главного государственного санитарного врача СССР **25.04.1978 № 1844-78.**

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель Федеральной службы
по надзору в сфере защиты прав
потребителей и благополучия человека,
Главный государственный санитарный
врач Российской Федерации



А.Ю. Попова

«25» марта 2025 г.
Дата введения «25» октября 2025 г.

4.3. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ФИЗИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗМЕРЕНИЮ ШУМА НА РАБОЧИХ МЕСТАХ

Методические указания по методам контроля
МУК 4.3. 4172-25

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1. Настоящие методические указания по методам контроля (далее – МУК) описывают порядок проведения измерений производственного шума на рабочих местах с целью оценки соответствия его параметров гигиеническим нормативам¹.

1.2. Нормируемыми параметрами шума являются²:

- эквивалентный уровень звука (L_{PAeqT}, дБА) – уровень, воздействующий на работающего за рабочую смену (измеренный или рассчитанный относительно 8 ч рабочей смены);

- максимальные уровни звука А, измеренные с временными коррекциями S

¹ Глава V СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания», утвержденных постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 № 2 (зарегистрировано Министерством России 29.01.2021, регистрационный № 62296), с изменениями, внесенными постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 30.12.2022 № 24 (зарегистрировано Министерством России 09.03.2023, регистрационный № 72558) (далее – СанПиН 1.2.3685-21).

² Пункт 34 СанПиН 1.2.3685-21.

и I (LpA_{max}) – наибольшая величина уровня звука, измеренная на заданном интервале времени со стандартной временной коррекцией;

- пиковый корректированный по С уровень звука (LpC_{peak} , дБС) – С – взвешенное наибольшее значение за время измерений.

1.3. Результаты измерений и расчета контролируемых показателей, выполненные в соответствии с настоящим МУК, представляются с расширенной неопределенностью измерений.

1.4. Настоящие МУК могут применяться при:

- осуществлении федерального государственного санитарно-эпидемиологического контроля (надзора);

- осуществлении санитарно-эпидемиологических экспертиз, обследований, исследований, испытаний, оценок;

- осуществлении производственного контроля;

- проведении других видов контроля соблюдения санитарно-эпидемиологических требований (например, лицензионный) и выполнения профилактических мероприятий.

- рассмотрении обращений работников с жалобами на неблагоприятные условия труда.

1.5. МУК применим для контроля шума на всех рабочих местах и во всех условиях шумового воздействия (например, в общественных зданиях, на производстве, транспорте, в строительстве, горных и других работах), за исключением рабочих мест, на которых работник использует головной телефон (например, секретари, телефонисты, летчики, авиадиспетчеры) или шлем (например, летчики или мотоциклисты). Измерение шума на таких рабочих местах требует применения специальных методов.

Настоящие МУК не применимы в отношении рабочих мест, на которые не распространяется действие гигиенических нормативов³.

1.6. МУК носят рекомендательный характер.

II. СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1. Для проведения измерений используются средства измерения (далее – СИ) утвержденного типа, имеющие действующую поверку, а также соответствующие проводимым исследованиям область применения и диапазон измерений, в соответствии с законодательством Российской Федерации об обеспечении единства измерений⁴.

Сведения об утвержденных типах СИ, о внесенных в них изменениях включены в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений⁵.

2.2. Измерения шума на рабочем месте выполняют с помощью интегрирующих-усредняющих или персональных шумометров.

³ СанПиН 1.2.3685-21.

⁴ Статья 9 Федерального закона от 26.06.2008 № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений»; постановление Правительства Российской Федерации от 16.11.2020 № 1847 «Об утверждении перечня измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений».

⁵ Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений (утверженные типы СИ) – fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/4 (в свободном доступе).

Интегрирующий-усредняющий шумомер вместе с микрофоном и соединительными кабелями должен удовлетворять требованиям межгосударственного стандарта⁶ к средствам измерений 1 или 2 класса. Шумомеры класса 1 предпочтительны.

Персональный шумомер вместе с микрофоном и соединительным кабелем должен удовлетворять требованиям международного стандарта⁷.

2.3. Акустический калибратор должен удовлетворять требованиям международного стандарта⁸ к СИ 1 класса. Допускается использовать калибраторы 2 класса, если такая возможность предусмотрена изготовителем шумомера. При этом применяемый калибратор должен соответствовать типу, указанному производителем шумомера.

2.4. При эксплуатации СИ рекомендуется соблюдать требования (в т.ч. требования безопасности), установленные в эксплуатационной документации на СИ.

III. УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

3.1. Рабочие условия проведения измерений, порядок эксплуатации СИ шума и их калибровки должны соответствовать эксплуатационной документации.

3.2. Проведение измерений на открытом воздухе во время выпадения атмосферных осадков не допускается.

3.3. При наличии воздушных потоков скоростью более 1 м/с использование ветровой защиты микрофона обязательно. Не допускается проведение измерений при скорости воздушного потока более 5 м/с или при сильных порывах ветра. Факт применения ветровой защиты отражается в протоколе измерения.

3.4. Не допускается проводить измерение, если шумомер не находится в состоянии термодинамического равновесия с окружающей средой. В случае переноса измерительного оборудования из теплой среды в холодную и наоборот следует выдержать время, указанное в руководстве по эксплуатации для стабилизации средств измерений, но не менее 30 мин.

IV. МЕТОД ИЗМЕРЕНИЙ

4.1. Принцип метода заключается в получении методом прямых измерений средних по времени (эквивалентных) уровней звука с последующим усреднением с учетом продолжительности воздействия и выбранной стратегии измерения, а также – максимальных (корректированных по А) и пиковых (корректированных по С) уровней звука с последующим выбором максимального зафиксированного за все время измерения значения.

4.2. Для измерений эквивалентного уровня звука может быть применено три основные стратегии, различающиеся базовым элементом измерения:

а) на основе рабочей операции, когда проведенный анализ работ, выполняемых в течение дня данным работником, позволяет разбить их на ряд

⁶ МЭК 61672-1:2013 «Электроакустика. Измерители уровня звука. Часть 1. Требования».

⁷ МЭК 61252:2017 «Электроакустика. Технические условия на шумомеры индивидуального пользования».

⁸ МЭК 60942:2017 «Электроакустика. Калибраторы акустические».

представительных рабочих операций, для каждой из которых потом выполняют несколько измерений. Принцип стратегии измерения в таком случае заключается в измерении средних по времени (эквивалентных) уровней звука для рабочих операций, из которых состоит трудовая функция, и последующего усреднения с учетом продолжительности каждой операции (см. главу VII);

б) на основе трудовой функции, когда выборочные измерения проводят в процессе выполнения данной рабочей функции. Принцип данной стратегии измерения заключается в формировании случайной выборки результатов измерений $L_{p,A,eqT}$ в ходе выполнения работ, определенных при анализе рабочей обстановки (см. главу VIII);

в) на основе рабочего дня, когда значение измеряемой величины получают непрерывным измерением шума на рабочем месте в течение всего рабочего дня. В таком случае непрерывное измерение в течение нескольких рабочих дней, являющихся представительными с точки зрения шумовой нагрузки на работника, позволяет учесть все события, связанные с шумовым воздействием на него (см. главу IX).

4.3. Измерения максимального уровня звука А и пикового корректированного по С уровня звука возможно производить одновременно с измерениями эквивалентного уровня звука на рабочем месте, выполняемыми в соответствии с главами VII-IX.

V. ПОДГОТОВКА К ПРОВЕДЕНИЮ ИЗМЕРЕНИЙ

5.1. Перед проведением измерений выполняется анализ производственной обстановки, который должен предоставить измеряющему информацию о характере работы и рабочем месте, достаточную для выбора стратегии и планирования измерения.

5.2. В ходе анализа рабочей обстановки:

а) оцениваются деятельность работника, технологии и работы, являющиеся источниками акустического воздействия на работника при выполнении его трудовых функций;

б) определяется номинальный (рабочий) день;

в) идентифицируются (при необходимости) рабочие операции, выполняемые работником;

г) идентифицируются все потенциальные существенные источники шума и условия их появления;

д) при необходимости выделяются группы равного шумового воздействия;

е) выбирается стратегия измерения;

ж) вырабатывается план измерения.

5.4. Выбор стратегии измерения зависит от ряда факторов, таких как: цель измерения; сложность рабочей обстановки с точки зрения оценки шумового воздействия; число работающих, для которых оценивают воздействие шума; эффективная длительность рабочего дня; время дня, в течение которого можно проводить измерения и анализ; объем необходимой для анализа информации.

5.5. При применении интегрирующего-усредняющего шумомера контрольные точки для замеров шума выбирают так, чтобы они были равномерно

распределены по рабочей зоне с учетом фактического положения работника в период измерений.

VI. ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ

6.1. Измерения могут быть выполнены с использованием:

а) персонального шумомера;

б) интегрирующего-усредняющего шумомера, который оператор устанавливает в определенных точках или удерживает в руках, перемещаясь вслед за работником.

Использование персонального шумомера является предпочтительным при необходимости проведения долговременных измерений на рабочем месте работника, который в течение рабочего дня перемещается с места на место, выполняет сложные или плохо формализуемые рабочие задания или большое число разных операций.

Если же работник в течение рабочего дня находится преимущественно на одном и том же месте, выполняя при этом одну или несколько рабочих операций, то в этом случае удобно использовать шумомер, установленный в фиксированном положении или удерживаемый руками оператора.

6.2. Программа измерений может быть сокращена, если есть возможность выделить группы работников, выполняющих схожую работу и подвергающихся, как можно ожидать, приблизительно однаковому воздействию производственного шума в течение рабочего дня (группы равного шумового воздействия). Группы равного шумового воздействия могут быть сформированы на основании идентичности профессии работников, их функциональных обязанностей, мест выполнения работ, используемого оборудования и технологического инструмента, являющегося источником шума.

6.3. Проверку работоспособности СИ на месте проведения измерений проводят непосредственно перед и после серии измерений с использованием акустического калибратора в соответствии с эксплуатационной документацией на СИ.

6.4. Микрофон персонального шумомера закрепляют непосредственно на работнике на расстоянии около 0,04 м от поверхности тела или средств индивидуальной защиты (например, защитной каски) и на расстоянии не менее 0,1 м от входного отверстия наружного слухового прохода со стороны уха, где шум максимален. Микрофон и соединительный кабель фиксируют таким образом, чтобы движения работника и его одежда не искали результаты измерений.

Способ крепления выбирается таким образом, чтобы не мешать работнику выполнять его функции и не создавать для него дополнительные производственные риски.

Обследуемый работник информируется о цели измерений, предупреждается о необходимости носить установленный прибор в течение измерений и выполнять при этом свои функции обычным образом.

6.5. Результат измерения интегрирующим-усредняющим шумометром должен быть представительным для шумового воздействия на ухо работника.

Предпочтительным является проведение измерений в отсутствие

обследуемого работника на рабочем месте. Микрофон располагают в точке(-ах), где должна находиться голова работника при обычном способе выполнения работ, в центральной плоскости головы на линии между глазами, так, чтобы его измерительная ось совпадала с направлением взгляда работника. При этом следует учитывать, что работник при выполнении рабочих операций может принимать разные позы с разным расположением и ориентацией головы. Микрофон удаляется от оператора проводящего измерения на расстояние не менее, чем на 0,5 м.

Если в отсутствие работника результаты измерения на рабочем месте нельзя считать представительными, то измерения проводят во время выполнения работником своих функций, размещая микрофон на расстоянии от 0,1 до 0,4 м от входного отверстия наружного слухового прохода со стороны уха, где шум максимальен.

Если определить типичное положение головы работника во время его работы невозможно, то микрофон устанавливают следующим образом:

- а) для стоящего работника – на высоте $(1,55 \pm 0,08)$ м над уровнем поверхности, на которой стоит работник;
- б) для сидящего работника – на высоте $(0,80 \pm 0,05)$ м над центром поверхности сидения при его среднем регулировочном положении (при наличии возможности регулировки по росту работника).

VII. ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТРАТЕГИИ ИЗМЕРЕНИЯ НА ОСНОВЕ РАБОЧЕЙ ОПЕРАЦИИ

7.1. Для рабочих мест или групп равного шумового воздействия, на которых проводят измерения, номинальный день разбивается на отдельные рабочие операции и перерывы между ними. Каждая рабочая операция определяется таким образом, чтобы при ее многократных повторениях характеризующее ее значение L_{p,A,eqT_e} изменялось не очень значительно. Необходимо убедиться, что все значимые источники шума во время выполнения операции учтены.

7.2. Определяется продолжительность каждой рабочей операции T_m , для чего используются:

- а) наблюдения и измерения продолжительности выполнения операции во время измерений шума;
- б) беседы с работниками и их непосредственными руководителями (руководителями низшего звена);
- в) сбор информации о длительности действия типичных источников шума (технологических процессов; работающих машин) и действий, совершаемых на рабочем месте и вблизи него.

Допускается рассматривать продолжительность рабочей операции как переменную величину и определять ее возможные вариации. Для этого либо несколько раз наблюдают за выполнением данной операции и регистрируют ее продолжительность при каждом наблюдении, либо просят нескольких работников и руководителя низшего звена дать оценку диапазона возможных значений продолжительности данной операции.

Если получены J наблюдений продолжительности операции $T_{m,j}$, то вычисляют среднее арифметическое значение \bar{T}_m , по формуле (1):

$$\bar{T}_m = \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J T_{m,j} \quad (1)$$

Сумма продолжительностей (\bar{T}_m) операций в течение номинального дня равна эффективной длительности рабочего дня (T_e). Таким образом, эффективная длительность рабочего дня рассчитывается по формуле (2):

$$T_e = \sum_{m=1}^M \bar{T}_m, \quad (2)$$

где: \bar{T}_m – средняя продолжительность m -й рабочей операции;

m – номер рабочей операции;

M – число рабочих операций, выполняемых в течение номинального дня.

7.3. Для каждой рабочей операции измеряют величину $L_{p,A,eqT,m}$ (в соответствии с положениями, изложенными в главе VI), характеризующую воздействие шума на работника во время этой операции. При измерении необходимо учитывать изменения уровня шума в пределах каждой операции во времени, в пространстве и в разных условиях работы.

Следует убедиться, что шумовая обстановка во время измерения является представительной для данной рабочей операции. Во время измерения следует по возможности контролировать действия работника. Если в выполняемой работником операции или в шумовой обстановке будут замечены какие-то отклонения, то измерения останавливаются. В таком случае результаты измерений признаются непригодными, а сами измерения повторяются. В исключительных случаях, в зависимости от целей исследования, возможно продолжение измерений с обязательной фиксацией отклонений и указанием в протоколе измерений.

Длительность каждого измерения должна быть достаточной для надежной оценки эквивалентного уровня звука при выполнении данной операции. Если продолжительность операции менее 5 мин, то длительность измерения выбирают равной продолжительности операции.

Если изменения уровня шума при выполнении операции близки к периодическим, то каждое измерение должно включать в себя не менее трех периодов. Если при этом длительность измерения шума окажется менее 5 мин, то её следует увеличить не менее чем до 5 мин.

Если шум во время выполнения операции непостоянный, то длительность каждого измерения шума должна быть достаточной, чтобы получить результат измерения $L_{p,A,eqT,m}$ представительный для данной операции.

Для каждой операции необходимо выполнить не менее трех измерений. Чтобы оценить возможные изменения в уровне шума, рекомендуется проводить измерения в различные фазы выполнения операции или для разных работников

данной группы.

Если результаты трех измерений будут различаться на 3 дБ и более, то следует выполнить одно из следующих действий:

- а) выполнить еще не менее трех измерений для данной операции;
- б) разбить операцию на более мелкие части и повторить процедуру измерения;
- в) повторить процедуру измерения, увеличив длительность каждого измерения.

По I измерениям шума во время выполнения m -й рабочей операции рассчитывают эквивалентный уровень звука $L_{p, A, eqT, m}$, дБ, по формуле (3):

$$L_{p, A, eqT, m} = 10 \lg \left(\frac{1}{I} \sum_{i=1}^I 10^{0,1 \times L_{p, A, eqT, m_i}} \right), \quad (3)$$

где: L_{p, A, eqT, m_i} – эквивалентный уровень звука при выполнении m -й операции на периоде i -го измерения;

i – номер выборочного измерения шума m -й операции;

I – число измерений при выполнении m -й операции.

7.4. Эквивалентный уровень звука, воздействующий на работающего за рабочую смену (рассчитанный относительно 8 ч рабочей смены) $L_{EX, 8h}^{*9}$, дБ, вычисляется по формуле (4):

$$L_{EX, 8h} = 10 \lg \left(\sum_{m=1}^M \frac{\bar{T}_m}{T_0} 10^{0,1 \times L_{p, A, eqT, m}} \right), \quad (4)$$

где: $L_{p, A, eqT, m}$ – эквивалентный уровень звука при выполнении m -й операции;

\bar{T}_m – средняя продолжительность m -й операции, рассчитываемая по формуле (1), ч;

T_0 – базовая длительность рабочего дня, равная 8 ч;

m – номер рабочей операции;

M – число рабочих операций.

При проведении измерений на рабочих местах, рабочая смена у работников которых отличается от 8 ч, в качестве базовой длительности рабочего дня используется величина равная 8 ч. Таким образом осуществляется приведение к нормируемой продолжительности рабочего дня, что не требует дальнейшего пересчета.

Неопределенность измерения рассчитывают в соответствии с главой XII.

⁹ Примечание: * – здесь и далее обозначение $L_{EX, 8h}$ эквивалентно нормируемому L_{pAeqT} .

VIII. ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТРАТЕГИИ ИЗМЕРЕНИЯ НА ОСНОВЕ ТРУДОВОЙ ФУНКЦИИ

8.1. После идентификации работ, для которых должен быть получен эквивалентный уровень звука, воздействующий на работающего за рабочую смену (рассчитанный относительно 8 ч рабочей смены), при наличии возможности и необходимости формируют группы равного шумового воздействия (см. пункт 6.2). Для каждой из таких групп:

а) по таблице 1 определяют минимальную суммарную длительность измерения в зависимости от числа работников n_G в группе равного шумового воздействия;

б) определяют число I выборочных измерений $L_{p,A,eqT}$ ($I \geq 5$), а длительность этих измерений T равномерно распределяют таким образом, чтобы сумма длительностей измерений была не менее той, что определена на этапе а;

в) планируют проведение выборочных измерений так, чтобы они были случайным образом распределены среди работников группы и по всему рабочему дню.

Таблица 1
Зависимость минимальной суммарной длительности выборочных измерений от числа работников n_G в группе равного шумового воздействия

№	Число работников в группе n_G	Минимальная суммарная длительность распределенных по группе измерений, ч
1	$n_G \leq 5$	5
2	$5 < n_G \leq 15$	$5 + (n_G - 5) \times 0,5$
3	$15 < n_G \leq 40$	$10 + (n_G - 15) \times 0,25$
4	$n_G > 40$	17*

Примечание: * – допускается разбить группу на две или более подгрупп, чтобы уменьшить суммарную длительность измерений для каждой группы.

8.2. Измерения проводят в соответствии с главой VI.

8.3. Производят расчет эквивалентного уровня звука, воздействующего на работающего за рабочую смену (относительно 8 ч рабочей смены) для работников группы равного шумового воздействия.

Вычисляют эквивалентный уровень звука L_{p,A,eqT_e} , дБ, для эффективной длительности рабочего дня T_e по формуле (5):

$$L_{p,A,eqT_e} = 10 \lg \left(\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N 10^{0,1 \times L_{p,A,eqT,n}} \right), \quad (5)$$

где: $L_{p,A,eqT,n}$ – эквивалентный уровень звука n-го выборочного измерения

длительностью T ;

n – номер выборочного измерения;

N – число выборочных измерений.

Эквивалентный уровень звука, воздействующий на работающего за рабочую смену (рассчитанный относительно 8 ч рабочей смены), $L_{EX,8h}$, дБ, для работников группы равного шумового воздействия рассчитывают по формуле (6):

$$L_{EX,8h} = L_{p,A,eqT_e} + 10 \lg \left(\frac{T_e}{T_0} \right), \quad (6)$$

где: L_{p,A,eqT_e} – эквивалентный уровень звука L_{p,A,eqT_e} , дБ, для эффективной длительности рабочего дня;

T_e – эффективная длительность рабочего дня, ч;

T_0 – базовая длительность рабочего дня, равная 8 ч.

Неопределенность измерения рассчитывают в соответствии с разделом XIII.

Если составляющая стандартной неопределенности $c_1 u_1$, обусловленная случайной выборкой измерений согласно таблице 5, превысит 3,5 дБ, то следует рассмотреть две возможности ее уменьшения: изменить число работников группы равного шумового воздействия или увеличить число выборочных измерений N .

IX. ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТРАТЕГИИ ИЗМЕРЕНИЯ НА ОСНОВЕ РАБОЧЕГО ДНЯ

9.1. При использовании данной стратегии следует убедиться, что выбранный для измерений день представлен с точки зрения шумовой обстановки для данного работника.

Проведение измерения в течение всего рабочего дня может оказаться невозможным по практическим соображениям. В таком случае измерения должны охватить максимально большую часть рабочего дня, включая все значительные периоды шумового воздействия.

9.2. Измерения проводят в соответствии с главой VI. Вначале проводят три измерения величины L_{p,A,eqT_e} , характеризующей шумовое воздействие на работника, в течение полного рабочего дня.

Если результаты трех измерений отличаются менее чем на 3 дБ, то вычисляют эквивалентный уровень звука для номинального дня усреднением этих результатов с использованием формулы (5) (где: под n понимается номер дня, в котором проводились измерения, а N равно трем).

Если результаты трех измерений отличаются друг от друга на 3 дБ и более, то проводят еще не менее двух измерений (за полный рабочий день) и вычисляют эквивалентный уровень звука для номинального дня усреднением по пяти измерениям.

9.3. По формуле (7) рассчитывают эквивалентный уровень звука, воздействующий на работающего за рабочую смену (относительно 8 ч рабочей смены), $L_{EX,8h}$, дБ:

$$L_{EX,8h} = L_{p,A,eqT_e} + 10 \lg \left(\frac{T_e}{T_0} \right), \quad (7)$$

где: L_{p,A,eqT_e} – эквивалентный уровень звука L_{p,A,eqT_e} , дБ, полученный в соответствии с пунктом 9.2;

T_e – эффективная длительность рабочего дня, ч;

T_0 – базовая длительность рабочего дня, равная 8 ч.

Неопределенность измерения рассчитывают в соответствии с главой XIII.

Х. ИЗМЕРЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОГО УРОВНЯ ЗВУКА А И ПИКОВОГО КОРРЕКТИРОВАННОГО ПО С УРОВНЯ ЗВУКА

10.1. Перед проведением измерений максимального уровня звука А и пикового корректированного по С уровня звука необходимо установить, какие рабочие операции или шумовые события (процессы) характеризуются их наибольшими уровнями соответственно. Номинальный рабочий день (или период, в течение которого проводятся измерения при использовании стратегий на основе трудовой функции или рабочего дня) применительно к измерениям, планируется таким образом, чтобы в него вошло несколько таких операций или шумовых событий. Число N реализаций выбранных шумовых событий (операций) в течение номинального рабочего дня должно быть не менее пяти.

В процессе измерений для каждой i -й операции (либо шумового события) получают значение измеряемой величины $((Lp,Cpeak)i, \text{дБ}$, $(Lp,ASmax)i, \text{дБ}$ и $(Lp,AImax)i, \text{дБ}$). В качестве результата измерения $Lp,Cpeak$, $Lp,ASmax$ и $Lp,AImax$ принимают максимальное значение $((Lp,Cpeak)_{\max}, (Lp,ASmax)_{\max}$ и $Lp,AImax)_{\max}$ соответственно).

10.2. При условии тщательно выполненного анализа рабочей обстановки и правильного определения операции (шумового события), сопровождающегося наибольшим мгновенным воздействием на орган слуха работника для расчета стандартных неопределенностей $u(Lp,Cpeak)$, $u(Lp,ASmax)$, а также $u(Lp,AImax)$ принимают во внимание три источника неопределенности с соответствующими стандартными неопределенностями:

- изменчивость $Lp,Cpeak$ $Lp,ASmax$ или $Lp,AImax$ по выборке (u_1),
- инструментальную неопределенность (u_2)
- выбор положения микрофона (u_3).

10.3. Стандартную неопределенность u_1 , дБ, рассчитывают по приближенной формуле (8) для пикового уровня звука, и (9, 10) для максимальных уровней звука:

$$u_1 = ((Lp,Cpeak)_{\max} - (Lp,Cpeak)_{\min})/(N+2), \quad (8)$$

где: N – число реализаций выбранных шумовых событий (операций) в течение номинального рабочего дня;

$$u_1 = ((Lp,ASmax)_{\max} - (Lp,ASmax)_{\min})/(N+2); \quad (9)$$

$$u_1 = ((Lp,AImax)_{\max} - (Lp,AImax)_{\min})/(N+2), \quad (10)$$

где: N – число реализаций выбранных шумовых событий (операции) в течение номинального рабочего дня.

10.4. Стандартную неопределенность $u_2 (Lp,Speak)$, обусловленную применяемым средством измерений, определяют в соответствии с таблицей 2.

Стандартную неопределенность $u_2 (Lp,ASmax$ и $Lp,AImax$), обусловленную применяемым средством измерений, определяют в соответствии с таблицей 4.

Таблица 2
Стандартная неопределенность $u_2 (Lp,Speak)$

№	Применяемое средство измерений	u_2 , дБ
1	Шумомер класса 1 по IEC 61672	1,4
2	Персональный шумомер по IEC 61252	3,0
3	Шумомер класса 2 по IEC 61672	3,0

Стандартную неопределенность u_3 , связанную с выбором положения микрофона, принимают равной 1 дБ.

Суммарную стандартную неопределенность, рассчитывают по формулам (11-13):

$$u(Lp,Speak) = \sqrt{(u_1^2 + u_2^2 + u_3^2)} ; \quad (11)$$

$$u(Lp,ASmax) = \sqrt{(u_1^2 + u_2^2 + u_3^2)} ; \quad (12)$$

$$u(Lp,AImax) = \sqrt{(u_1^2 + u_2^2 + u_3^2)} \quad (13)$$

XI. ОЦЕНКА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

11.1. В таблице 3 приведены источники неопределенности, учитываемые при расчете параметров неопределенности эквивалентного уровня звука, воздействующего на работающего за рабочую смену.

11.2. Вклады в суммарную стандартную неопределенность u для эквивалентного уровня звука, воздействующего на работающего за рабочую смену, зависят от стандартных неопределенностей u_i входных величин и их коэффициентов чувствительности c_i .

При известных u_i и c_i суммарную стандартную неопределенность u рассчитывают по формуле (14):

$$u^2 = \sum_i c_i^2 u_i^2 \quad (14)$$

Расширенную стандартную неопределенность рассчитывают по формуле (15):

$$U=ku, \quad (15)$$

где: k – коэффициент охвата для данного уровня доверия.

В качестве коэффициента охвата k для уровня доверия 95% берут значение $k=1,65$.

Таблица 3

Источники неопределенности, учитываемые при расчете параметров неопределенности эквивалентного уровня звука, воздействующего на работающего за рабочую смену, в зависимости от выбранной стратегии измерений

№	Стратегия измерения	Источник неопределенности	Подстрочный индекс*	Глава
1	На основе рабочей операции	Выборка для рабочей операции	1a	XII
		Оценка длительности операции	1b	XII
		Средства измерений	2	XII
		Положение микрофона	3	XII
2	На основе трудовой функции	Выборка для трудовой функции	1	XIII
		Средства измерений	2	XII
		Положение микрофона	3	XII
3	На основе рабочего дня	Средства измерений	2	XII
		Положение микрофона	3	XII

Примечание: * – индекс, используемый в обозначениях составляющих неопределенности и их коэффициентов чувствительности.

XII. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУММАРНОЙ СТАНДАРТНОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ДЛЯ СТРАТЕГИИ ИЗМЕРЕНИЯ НА ОСНОВЕ РАБОЧЕЙ ОПЕРАЦИИ

12.1. Суммарную стандартную неопределенность $u(L_{Ex,8h})$ рассчитывают в соответствии с документами по стандартизации¹⁰ на основе стандартных неопределенностей входных величин по формуле (16)¹¹:

¹⁰ ГОСТ 34100.3-2017 «Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения», введенный приказом Росстандарта от 12.09.2017 № 1065-ст (далее – ГОСТ 34100.3-2017).

¹¹ Примечание: вследствие линейности зависимостей коэффициенты чувствительности, связанные с неопределенностью средства измерений, $c_{2,m}$, и положения микрофона, $c_{3,m}$, совпадают и равны $c_{1a,m}$, т.е. $c_{2,m}=c_{3,m}=c_{1a,m}$. Поэтому в формуле (15) они заменены на $c_{1a,m}$.

$$u^2(L_{EX,8h}) = \left\{ \sum_{m=1}^M \left[c_{1a,m}^2 (u_{1a,m}^2 + u_{2,m}^2 + u_3^2) + (c_{1b,m} u_{1b,m})^2 \right] \right\}, \quad (16)$$

где: $u_{1a,m}$ – стандартная неопределенность измерения эквивалентного уровня звука при выполнении m -й рабочей операции (см. пункт 12.2);

$u_{1b,m}$ – стандартная неопределенность измерения продолжительности выполнения m -й рабочей операции (см. пункт 12.2);

$u_{2,m}$ – стандартная неопределенность инструментальной составляющей неопределенности измерения шума при выполнении m -й рабочей операции;

u_3 – стандартная неопределенность фактора, описывающего место установки микрофона;

$c_{1a,m}$ и $c_{1b,m}$ – коэффициенты чувствительности для соответствующих входных величин, действующих во время выполнения m -й операции;

m – номер рабочей операции;

M – число рабочих операций.

12.2. Для стратегии измерения на основе рабочей операции значения коэффициентов чувствительности рассчитывают по формулам (17,18):

$$c_{1a,m} = \frac{\partial L_{EX,8h}}{\partial L_{p,A,eqT,m}^*} = \frac{T_m}{T_0} 10^{0,1 \times (L_{p,A,eqT,m} - L_{EX,8h})}; \quad (17)$$

$$c_{1b,m} = \frac{\partial L_{EX,8h}}{\partial T_m} = 4,34 \times \frac{c_{1a,m}}{T_m} \quad (18)$$

Стандартную неопределенность $u_{1a,m}$, характеризующую непостоянство шума при выполнении m -й операции, рассчитывают по формуле (19):

$$u_{1a,m} = \sqrt{\frac{1}{I(I-1)} \left[\sum_{i=1}^I (L_{p,A,eqT,m_i} - \bar{L}_{p,A,eqT,m})^2 \right]}, \quad (19)$$

где: $\bar{L}_{p,A,eqT,m}$ – эквивалентный уровень звука при выполнении m -й операции, усредненный по результатам I выборочных измерений, т.е.

$$\bar{L}_{p,A,eqT,m} = \frac{1}{I} \sum_{i=1}^I L_{p,A,eqT,m_i};$$

i – номер выборочного измерения;

I – число выборочных измерений.

Стандартную неопределенность $u_{1b,m}$, характеризующую непостоянство продолжительности m -й операции, рассчитывают на основе независимых наблюдений (измерений) времени ее выполнения по формуле (20):

$$u_{1b,m} = \sqrt{\frac{1}{J(J-1)} \left[\sum_{j=1}^J (T_{m,j} - \bar{T}_m)^2 \right]}, \quad (20)$$

где: j – номер наблюдения продолжительности выполнения m -й операции;
 J – общее число таких наблюдений.

Примечание – если в результате анализа рабочей обстановки установлен диапазон возможных значений продолжительности выполнения m -й операции от T_{\min} до T_{\max} , то в качестве стандартной неопределенности можно принять $u_{1b,m} = 0,5(T_{\max} - T_{\min})$.

12.3. Стандартную неопределенность u_2 (или $u_{2,m}$ для стратегии измерения на основе рабочей операции), обусловленную применяемым средством измерений, определяют в соответствии с таблицей 4.

12.4. Стандартную неопределенность u_3 , связанную с выбором положения микрофона, принимают равной 1 дБ.

Таблица 4
Стандартная неопределенность u_2

№	Применяемое средство измерений	$u_2 (u_{2,m})$, дБ
1	Шумомер класса 1 по IEC 61672	0,7
2	Персональный шумомер по IEC 61252	1,5
3	Шумомер класса 2 по IEC 61672	1,5

ХIII. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУММАРНОЙ СТАНДАРТНОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ДЛЯ СТРАТЕГИИ ИЗМЕРЕНИЯ НА ОСНОВЕ ТРУДОВОЙ ФУНКЦИИ

13.1. В предположении, что входные величины, влияющие на эквивалентный уровень звука, действующий на работающего за рабочую смену $L_{EX,8h}$, некоррелированы, суммарную стандартную неопределенность $u(L_{EX,8h})$ рассчитывают в соответствии с документами по стандартизации¹² на основе коэффициентов чувствительности и стандартных неопределенностей входных величин по формуле (21):

$$u^2(L_{EX,8h}) = c_1^2 u_1^2 + c_2^2 (u_2^2 + u_3^2) \quad (21)$$

13.2. Для стратегии измерения на основе трудовой функции вклад c_1 определяемый по выборочным измерениям шума при выполнении работниками данной функции, находят по таблице 4 в зависимости от числа выборочных измерений N и стандартной неопределенности u измерения $L_{p,A,eqT,n}$. Коэффициенты чувствительности c_2 и c_3 , определяющие влияние на

¹² ГОСТ 34100.3-2017.

неопределенность измерения средства измерения и выбора точки измерения (расположения микрофона), соответственно, определяют по формулам (22,23):

$$c_2=1; \quad (22)$$

$$c_3=1 \quad (23)$$

Вклад $c_1 u_1$ в суммарную стандартную неопределенность u фактора, характеризующего шумовую обстановку на рабочих местах, определяют по таблице 5 на основе усреднения (по энергии) выборочных значений $L_{p, A, eqT, n}$ и оценивания стандартной неопределенности u_1 .

Стандартную неопределенность u_1 рассчитывают по формуле (24):

$$u_1 = \sqrt{\frac{1}{(N-1)} \left[\sum_{n=1}^N (L_{p, A, eqT, n} - \bar{L}_{p, A, eqT})^2 \right]}, \quad (24)$$

где: $L_{p, A, eqT, n}$ – эквивалентный уровень звукового давления для n -го выборочного измерения при выполнении заданной трудовой функции;

$\bar{L}_{p, A, eqT}$ – среднее арифметическое по результатам N измерений эквивалентного уровня звука, т.е. $\bar{L}_{p, A, eqT} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N L_{p, A, eqT, n}$;

n – номер выборочного измерения при выполнении заданной трудовой функции;

N – число выборочных измерений при выполнении заданной трудовой функции.

Таблица 5

Вклад $c_1 u_1$ в суммарную стандартную неопределенность, определяемый по выборке объема N значений $L_{p, A, eqT, n}$ для стратегий измерений на основе трудовой функции и рабочего дня

№	Вклад $c_1 u_1$ для значений стандартной неопределенности u_1 величины $L_{p, A, eqT, n}$, дБ											
	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
3*	0,6	1,6	3,1	5,2	8,0	11,5	15,7	20,6	26,1	32,2	39,0	46,5
4*	0,4	0,9	1,6	2,5	3,6	5,0	6,7	8,6	10,9	13,4	16,1	19,2
5	0,3	0,7	1,2	1,7	2,4	3,3	4,4	5,6	6,9	8,5	10,2	12,1
6	0,3	0,6	0,9	1,4	1,9	2,6	3,3	4,2	5,2	6,3	7,6	8,9
7	0,2	0,5	0,8	1,2	1,6	2,2	2,8	3,5	4,3	5,1	6,1	7,2
8	0,2	0,5	0,7	1,1	1,4	1,9	2,4	3,0	3,6	4,4	5,2	6,1
9	0,2	0,4	0,7	1,0	1,3	1,7	2,1	2,6	3,2	3,9	4,6	5,4
10	0,2	0,4	0,6	0,9	1,2	1,5	1,9	2,4	2,9	3,5	4,1	4,8
12	0,2	0,3	0,5	0,8	1,0	1,3	1,7	2,0	2,5	2,9	3,5	4,0
14	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	1,2	1,5	1,8	2,2	2,6	3,0	3,5
16	0,1	0,3	0,5	0,6	0,8	1,1	1,3	1,6	2,0	2,3	2,7	3,2
18	0,1	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5	1,8	2,1	2,5	2,9
20	0,1	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,4	1,7	2,0	2,3	2,6
25	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,7	2,0	2,3
30	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	2,0

Примечание: строки таблицы используют только при выборе стратегии измерения на основе рабочего дня (см. главу XIV).

Если полученное по таблице 5 значение $c_1 u_1 \geq 3,5$ дБ (в таблице 5 такие значения выделены полужирным шрифтом), то рекомендуется пересмотреть план измерений или скорректировать его таким образом, чтобы уменьшить значение u_1 (см. пункт 8.3).

XIV. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУММАРНОЙ СТАНДАРТНОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ДЛЯ СТРАТЕГИИ ИЗМЕРЕНИЯ НА ОСНОВЕ РАБОЧЕГО ДНЯ

14.1. Процедура расчета неопределенности измерения для стратегии на основе рабочего дня такая же, как для стратегии на основе трудовой функции. Таким образом, для вычислений суммарной стандартной неопределенности следует использовать формулу (21) и таблицу 5 для определения $c_1 u_1$ и получить значения u_2 и u_3 согласно пунктам 12.3 и 12.4.

XV. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ И ОФОРМЛЕНИЕ ПРОТОКОЛА

15.1. Окончательный результат измерений должен включать в себя полученное значение (измеренное и рассчитанное) величины контролируемого показателя и параметры расширенной неопределенности измерения.

15.2. Результаты измерений шума на рабочем месте, выполненные в соответствии с настоящими МУК, оформляются в виде протокола измерений в соответствии с методическими документами и с прописанными в лаборатории требованиями системы менеджмента качества. Информация, отражаемая в протоколе измерений приведена в приложении 1 к настоящим МУК.

Приложение 1
к МУК 4.3. 4172-25

ИНФОРМАЦИЯ, ОТРАЖАЕМАЯ В ПРОТОКОЛЕ ИЗМЕРЕНИЙ

1. Сведения общего характера, в том числе:
 - 1) Наименование заказчика;
 - 2) Идентификационные данные обследуемых рабочих мест работников или групп работников;
 - 3) Наименование организации, проводившей измерения, и фамилии лиц, проводивших измерения;
 - 4) Цель проведения измерений;
 - 5) Выбранная стратегия проведения измерений;
 - 6) Дата и время проведения измерений;
2. Анализ рабочей обстановки, в том числе:
 - 1) Размер и состав групп равного шумового воздействия (при наличии);
 - 2) Описание рабочей обстановки в течение рабочих дней, включенных в анализ, включая операции, из которых состоит рабочий день (при выборе стратегии измерения на основе рабочих операций);
 - 3) Описание работ, выполненных работником во время проведения измерений, включая их длительность и, при их наблюдении, продолжительность циклов событий, вызывающих изменение шумовой обстановки в течение рабочего дня;
3. Средства измерений, в том числе:
 - 1) Класс средства измерений и его идентифицирующие данные (изготовитель, модель, заводской номер);
 - 2) Конфигурация измерительной системы (использованные ветровые экраны, соединительные кабели и т.п.);
 - 3) Данные последних поверок;
 - 4) Результаты проверок работоспособности, выполненных до и после каждой серии измерений;
4. Условия измерений, в том числе:
 - 1) Запись любых отклонений от нормальных условий работ или в действиях работника во время проведения измерений;
 - 2) Производственные показатели для работ, выполненных обследуемым работником (при необходимости);
 - 3) Описание источников шума, дающих существенный вклад в шумовую обстановку на рабочем месте;
 - 4) Описание всех нетипичных источников шума с указанием, включены ли они в расчет измеряемой величины;
 - 5) Описание всех событий, которые могли оказать влияние на результат измерений (потоки воздуха, удары по микрофону, импульсы шума и т.п.);
 - 6) Информация о метеорологических условиях (температура воздуха, скорость движения воздуха, относительная влажность, наличие осадков);
 - 7) Число измерений в каждой точке измерений;
 - 8) Длительность каждого измерения;

9) Продолжительность каждой операции в номинальный рабочий день и соответствующая неопределенность измерения (при выборе стратегии измерения на основе рабочей операции);

10) Результаты каждого измерения $L_{p,A,eqT}$, максимальное наблюдаемое значение $L_{p,Cpeak}$, $L_{p,ASmax}$, $L_{p,Almax}$.

5. Результаты измерений и выводы, в том числе:

1) эквивалентные уровни звука с частотной коррекцией А $L_{p,A,eqT}$, пиковые уровни звука с частотной коррекцией С $L_{p,Cpeak}$ и максимальные уровни звука А $L_{p,ASmax}$, $L_{p,Almax}$ для каждой рабочей операции или трудовой функции;

2) значения $L_{Ex,8h,m}$ для каждой операции (при необходимости);

3) эквивалентный уровень звука, действующий на работающего за рабочую смену $L_{Ex,8h}$ для рабочего дня (дней) и максимальное по всем операциям значение пикового уровня звука с частотной коррекцией С $L_{p,Cpeak}$, максимальные уровни звука А, $L_{p,ASmax}$ и $L_{p,Almax}$ округленные с точностью до одного знака после запятой;

4) параметры неопределенности измерения, соответствующей $L_{Ex,8h}$, для номинального рабочего дня (дней), округленные с точностью до одного знака после запятой (эквивалентный уровень звука, действующий на работающего за рабочую смену и параметры неопределенности указывают по отдельности не суммируя).

Приложение 2
к МУК 4.3. 4172 -25

**ПРИМЕР РАСЧЕТА ЭКВИВАЛЕНТНОГО УРОВНЯ ЗВУКА ЗА
8-ЧАСОВОЙ РАБОЧИЙ ДЕНЬ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СТРАТЕГИИ
ИЗМЕРЕНИЯ НА ОСНОВЕ РАБОЧЕЙ ОПЕРАЦИИ**

1. Анализ рабочей обстановки на рабочем месте электрогазосварщика при использовании стратегии измерения на основе рабочей операции показал, что рабочий день включает в себя следующие производственные операции с соответствующими им продолжительностями (см. таблицу 6):

Таблица 6
Номинальный день сварщика

Рабочая операция	Продолжительность, ч
Планирование работ, перерывы (малошумные условия)	1,5
Резка и зачистка	1,5
Сварка	5
Всего	8

Интервал измерений должен охватывать не менее трех рабочих циклов. Обследование рабочего места показало, что длительность измерения шума при выполнении операции зачистки должна быть не менее 7 мин, а для операции сварки – не менее 4 мин. Однако согласно пункту 7.3 длительность измерения должна быть не менее 5 мин для каждой операции. Поэтому для операции сварки длительность измерений принята равной 5 мин.

В результате измерений были получены следующие значения.

Для планирования работ и перерывов:

$$L_{p, A, eqT, 11} < 70 \text{ дБ}$$

Для сварки:

$$L_{p, A, eqT, 21} = 80,1 \text{ дБ}; L_{p, A, eqT, 22} = 82,2 \text{ дБ}; L_{p, A, eqT, 23} = 79,6 \text{ дБ}$$

Для зачистки (резки):

$$L_{p, A, eqT, 31} = 86,5 \text{ дБ}; L_{p, A, eqT, 32} = 92,4 \text{ дБ}; L_{p, A, eqT, 33} = 89,3 \text{ дБ}$$

Поскольку разброс значений, полученных при измерении во время зачистки и резки, превысил 3 дБ, для данной операции были выполнены три дополнительных измерения со следующими результатами:

$$L_{p, A, eqT, 34} = 93,2 \text{ дБ}; L_{p, A, eqT, 35} = 87,8 \text{ дБ}; L_{p, A, eqT, 36} = 86,2 \text{ дБ}$$

Для каждой рабочей операции рассчитаны эквивалентные уровни звука по формуле (3). Так, для операции сварки расчет дал следующее значение:

$$L_{p, A, eqT, 2} = 10 \lg \left[\frac{1}{3} \times (10^{0,1 \times 80,1} + 10^{0,1 \times 82,2} + 10^{0,1 \times 79,6}) \right] = 80,8 \text{ дБ}$$

Аналогично для операции резки и зачистки было получено $L_{p, A, eqT, 3} = 90,1 \text{ дБ}$.

Для периода планирования работ и перерывов изначально было определено, что $L_{p, A, eqT, 1} = 70 \text{ дБ}$.

Эквивалентный уровень звука за 8 ч рабочий день рассчитан по формуле (4):

$$L_{EX, 8h} = 10 \lg \left(\frac{1,5}{8} 10^{0,1 \times 70,0} + \frac{1,5}{8} 10^{0,1 \times 90,1} + \frac{5}{8} 10^{0,1 \times 80,8} \right) = 84,3 \text{ дБ}$$

1.1. Расчет суммарной стандартной неопределенности.

Стандартная неопределенность $u_{1a,2}$, определяемая по выборочным измерениям в процессе сварки, рассчитана по формуле (19):

$$u_{1a,2} = \sqrt{\frac{1}{2 \times 3} \left[(-0,5)^2 + (1,6)^2 + (-1,0)^2 \right]} = 0,8 \text{ дБ}$$

Аналогично получено значение стандартной неопределенности $u_{1a,3}$ для операции резки и зачистки $u_{1a,3} = 1,2 \text{ дБ}$. Стандартная неопределенность, соответствующая периоду планирования работ и перерывов, может быть принята равной нулю, поскольку данная операция не дает вклад в суммарную стандартную неопределенность u .

В измерениях был использован персональный шумомер. Следовательно, инструментальная составляющая стандартной неопределенности $u_{2,m}$, взятая из таблицы 4, равна 1,5 дБ.

В соответствии с пунктом 10.4 стандартная неопределенность u_3 , обусловленная расположением микрофона, равна 1,0 дБ.

Коэффициенты чувствительности для всех трех входных величин (вариация уровня шума во время выполнения операции, средство измерений, положение микрофона) рассчитывают по формуле (17). Получены следующие значения коэффициентов чувствительности для разных операций.

Для планирования работ и перерывов:

$$c_{1a,1} \leq \frac{1,5}{8} \times 10^{(70,0-84,3)/10} = 0,007 \approx 0$$

Для сварки:

$$c_{1a,2} = \frac{5}{8} \times 10^{(80,8-84,3)/10} = 0,28$$

Для резки и зачистки:

$$c_{1a,3} = \frac{1,5}{8} \times 10^{(90,1-84,3)/10} = 0,71$$

Стандартная неопределенность эквивалентного уровня звука за 8-часовой рабочий день, обусловленная только неопределенностью измерения шума, может быть рассчитана по формуле (16), в которой опускают выражение в последних круглых скобках:

$$u^2(L_{EX,8h}) = 0,28^2 \times (0,8^2 + 1,5^2 + 1,0^2) + 0,71^2 \times (1,2^2 + 1,5^2 + 1,0^2) = 2,67, \text{ т.е.}$$

$$u(L_{EX,8h}) = \sqrt{2,67} = 1,63 \text{ дБ}$$

Если дополнительно принять во внимание составляющую неопределенности, связанную с оценкой продолжительности каждой операции, то применение формулы (20) дает следующую оценку стандартной неопределенности $u_{1b,2}$ для времени сварки:

$$u_{1b,2} = \sqrt{\frac{1}{2} (1^2 + 1^2)} = 1,0 \text{ ч}$$

Соответствующий коэффициент чувствительности рассчитывают по формуле (18). Для операции сварки он равен:

$$c_{1b,2} = 4,34 \times \frac{0,28}{5} = 0,24 \text{ дБ}^{-1} \cdot \text{ч}$$

Стандартная неопределенность $u_{1b,3}$, связанная с операцией резки и зачистки, будет равна 0,5 ч, а соответствующий коэффициент чувствительности – $c_{1b,3} = 2,1$ (дБ $^{-1}$ · ч).

Тогда применение формулы (16) для расчета суммарной стандартной неопределенности дает результат:

$$u^2(L_{EX,8h}) = 0,28^2 \times (0,8^2 + 1,5^2 + 1,0^2) + 0,71^2 \times (1,2^2 + 1,5^2 + 1,0^2) + (0,24 \times 1,0)^2 + (2,1 \times 0,5)^2 = 3,83, \text{ откуда}$$

$$u(L_{EX,8h}) = \sqrt{3,83} = 1,95 \text{ дБ}$$

1.2. Расчет расширенной стандартной неопределенности.

В соответствии с формулой (15), расширенная стандартная

25

неопределенность составит без учета неопределенности измерения продолжительности выполнения рабочих операций:

$$U=1,65*1,63=2,7\text{дБ}$$

а учетом этого:

$$U=1,65*1,95=3,2\text{дБ}$$

1.3. Результат вычислений.

Полученный эквивалентный уровень звука за 8 ч рабочий день на рабочем месте электрогазосварщика равен 84,3 дБ с расширенной стандартной неопределенностью, равной 2,7 дБ без учета неопределенности измерения продолжительности выполнения рабочих операций и 3,2 дБ с учетом этого.

Приложение 3
к МУК 4.3. 4172-25

**ПРИМЕР РАСЧЕТА ЭКВИВАЛЕНТНОГО УРОВНЯ ЗВУКА ЗА 8 Ч
РАБОЧИЙ ДЕНЬ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СТРАТЕГИИ ИЗМЕРЕНИЯ НА
ОСНОВЕ ТРУДОВОЙ ФУНКЦИИ**

1. В примере рассматривается оценка шума на рабочем месте работника на поточной линии с использованием стратегии измерения на основе трудовой функции. На производстве имеется несколько автоматизированных линий без существенных отличий в условиях работы занятых на них работников.

1.1. Анализ рабочей обстановки.

Работники на поточной линии выполняют схожие функции: пуск линии, контроль ее работы и устранение неполадок. Эти функции включают в себя разные операции (например, загрузка сырья, наблюдение за производством, удаление готовой продукции, регулировка режима работы линии), однако в процессе анализа рабочей обстановки между этими операциями не было выявлено никакого различия с точки зрения действующего шума (от операции к операции шумовая обстановка оставалась для работников практически неизменной), и, кроме того, затруднение представляло определение продолжительности каждой операции. Восемнадцать работников, работающих в схожей шумовой обстановке, составили группу равного шумового воздействия. Эффективная длительность рабочего дня для этой группы была определена равной 7,5 ч.

1.2. Выбор стратегии измерения.

Анализ работы группы показал отсутствие необходимости детального описания выполняемых ими рабочих операций. Как следствие, была принята стратегия измерения на основе трудовой функции.

1.3. Проведение измерений.

При выборе плана измерений во внимание были приняты следующие обстоятельства:

- общее время измерений для группы согласно таблице 1 должно быть не менее 10,75 ч;
- в указанный период времени должно быть выполнено не менее пяти выборочных измерений равной длительности.

Исходя из этого, было принято решение проводить шесть выборочных измерений длительностью два часа каждое.

При распределении шести измерений между членами группы на временном интервале выполнения работ было учтено, что:

- а) измерения могут проводиться одновременно с использованием двух персональных шумометров;
- б) члены группы работали в две смены от 05:00 до 13:00 и от 13:00 до 21:00.

Из членов группы случайным образом были отобраны шесть работников. Измерения были запланированы следующим образом:

- день 1, утренняя смена, два работника, время измерений с 10:00 до 12:00 и с 10:30 до 12:30;

- день 2, утренняя смена, два работника, время измерений с 8:00 до 10:00 и с 8:30 до 10:30;

- день 2, вечерняя смена, два работника, время измерений с 14:00 до 16:00 и с 18:00 до 20:00.

Указанные измерения дали следующие значения $L_{p,A,eqT,n}$, дБ: 88,1; 86,1; 89,7; 86,5; 91,1; 86,7.

1.4. Расчет эквивалентного уровня звука за 8 ч рабочий день.

Расчет L_{p,A,eqT_e} по формуле (5) дал следующее значение:

$$L_{p,A,eqT_e} = 10 \lg \left(\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N 10^{0,1 \times L_{p,A,eqT,n}} \right) = 88,4 \text{ дБ}$$

Принятое в качестве стандартной неопределенности u_1 выборочное стандартное отклонение по результатам повторных измерений $L_{p,A,eqT,n}$ составило 2,0 дБ (согласно формуле (24)).

Вклад данного источника неопределенности в суммарную стандартную неопределенность определен по таблице 5 для значений $N=6$ и $u_1=2,0$ дБ: $c_1 u_1 = 1,4$ дБ.

Коэффициенты чувствительности для других источников неопределенности $c_2=c_3=1$.

Для инструментальной составляющей неопределенности значение u_2 было взято из таблицы 4: $u_2=1,5$ дБ (для персонального шумомера).

Стандартная неопределенность, связанная с положением микрофона, согласно п. 10.4 была взята равной $u_3=1,0$ дБ.

По формуле (21) была рассчитана суммарная стандартная неопределенность:

$$u^2(L_{EX,8h}) = 1,4^2 + 1,5^2 + 1,0^2 = 5,21 \text{ дБ}^2;$$

$$u(L_{EX,8h}) = 2,3 \text{ дБ}$$

1.5. Расчет расширенной стандартной неопределенности.

В соответствии с формулой (15), расширенная стандартная неопределенность составит:

$$U = 1,65 * 2,3 = 3,8 \text{ дБ}$$

1.6. Результат вычислений.

Для данных значений эффективной длительности рабочего дня $T_e=7,5$ ч и эквивалентного уровня звука $L_{p,A,eqT_e}=88,4$ дБ эквивалентный уровень звука за 8 ч рабочий день для группы равного шумового воздействия рассчитано по формуле (6):

$$L_{EX,8h} = L_{p,A,eqT_e} + 10 \lg \left(\frac{T_e}{T_0} \right) = 88,1 \text{ дБ}$$

Расширенная стандартная неопределенность $u(L_{EX,8h})=3,8$ дБ.

Приложение 4
к МУК 4.3. ~~4172~~ -25

**ПРИМЕР РАСЧЕТА ЭКВИВАЛЕНТНОГО УРОВНЯ ЗВУКА ЗА 8 Ч
РАБОЧИЙ ДЕНЬ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СТРАТЕГИИ ИЗМЕРЕНИЯ НА
ОСНОВЕ РАБОЧЕГО ДНЯ**

1. В примере рассматривается использование стратегии измерения на основе рабочего дня (см. главу IX) для определения эквивалентного уровня звука за 8-часовой рабочий день на рабочем месте водителя вилочного автопогрузчика предприятия, занимающегося изготовлением и хранением проволочных канатов.

1.1. Анализ рабочей обстановки.

Рабочие функции водителя вилочного автопогрузчика включают в себя транспортировку материалов-полуфабрикатов и готовой продукции на участках производства, хранения и отгрузки. В большой степени работа, выполняемая работником, зависит от заданий, которые ему дает мастер. Передвижения автопогрузчика осуществляются при разной нагрузке (полной, частичной, без груза) и по разным поверхностям. Большую часть времени водитель проводит в кабине автопогрузчика, но периодически покидает ее для получения инструкций от мастера и обсуждения производственных вопросов с другими работниками. Автопогрузчик имеет систему звукового оповещения о движении задним ходом, применение которой является обязательным.

На производстве занято три водителя вилочных автопогрузчиков, рабочая смена которых длится 10 ч, включая три перерыва по 20, 45 и 20 мин. Два коротких перерыва могут быть использованы водителем в любое удобное для него время и в любом месте в пределах производственной зоны. Большой перерыв является обеденным, и водитель проводит его в столовой предприятия. Эффективная длительность рабочего дня составляет, таким образом, 9,25 ч.

Описание рабочей обстановки было составлено по наблюдениям и беседам с водителями и их мастерами. Принято решение, что три водителя вилочных автопогрузчиков составляют группу равного шумового воздействия.

1.2. Выбор стратегии измерения.

Поскольку картина рабочего дня водителя вилочного автопогрузчика является относительно сложной и малопредсказуемой, наиболее подходящей была признана стратегия измерения на основе рабочего дня.

1.3. Проведение измерений.

Вначале для каждого из водителей были проведены измерения в течение полного рабочего дня.

Измерения проводились с помощью калиброванного персонального шумомера, в начале рабочей смены прикрепляемого к плечу водителей. Водители были проинструктированы о проводимых измерениях и предупреждены о необходимости выполнять работу обычным образом, не допуская прикосновений и иных воздействий на микрофон и шумомер, и избегая ведения во время рабочего дня разговоров, не вызванных производственной необходимостью.

В конце рабочей смены оператор снимал персональный шумомер с работника и вновь выполнял процедуру калибровки.

После первых трех измерений выяснилось, что расхождение в результатах составляет более 3 дБ. В связи с этим были проведены три дополнительных измерения, вновь в течение полного рабочего дня каждое, с использованием вышеописанной процедуры. Таким образом, общее число измерений было равно шести.

Результаты шести измерений показаны в таблице 7.

Таблица 7

Результаты измерений

Водитель/День	Эквивалентный уровень звука $L_{p,A,eqT,n}$, дБ	Длительность измерения, t
1/1	88,0	8 ч 15 мин
2/1	91,8	8 ч 10 мин
3/1	87,6	8 ч 15 мин
1/2	90,4	8 ч 00 мин
2/2	89,0	8 ч 05 мин
3/2	88,4	8 ч 10 мин

1.4. Расчет эквивалентного уровня звука за 8 ч рабочий день.

Эквивалентный уровень звука при эффективной длительности рабочего дня 9,25 ч для группы равного шумового воздействия, составленной из водителей вилочных автопогрузчиков, рассчитан по формуле (5) усреднением по шести результатам измерений $L_{p,A,eqT,n}$ (см. таблицу 7), что дало $L_{p,A,eqT_e}=89,5$ дБ.

Расчет эквивалентного уровня звука за 8 ч рабочий день $L_{EX,8h}$ по формуле (7) дал:

$$L_{EX,8h} = 89,5 + 10 \lg \left(\frac{9,25}{8} \right) = 90,1 \text{ дБ}$$

1.5. Расчет неопределенности измерения.

Расширенная неопределенность U для стратегии измерения на основе рабочего дня была определена в соответствии с разделом XIV следующим образом:

По формуле (24) определена стандартная неопределенность u_1 для L_{p,A,eqT_e} :

$$u_1 = \sqrt{\frac{1}{5} \left[(-1,2)^2 + 2,6^2 + (-1,6)^2 + 1,2^2 + (-0,2)^2 + (-0,8)^2 \right]} = 1,61 \text{ дБ}$$

Определение по таблице 5 вклада данной неопределенности для значения $N=6$ и значения $u_1=1,5$ дБ (как ближайшего к рассчитанному значению u_1 равному

1,61дБ): $c_1 u_1 = 0,9$ дБ.

Для инструментальной составляющей неопределенности значение u_2 было взято из таблицы 4: $u_2 = 1,5$ дБ (для персонального шумомера).

Стандартная неопределенность, связанная с положением микрофона, согласно пункту 10.4 была взята равной $u_3 = 1,0$ дБ.

Соответствующие коэффициенты чувствительности согласно п.13.2, $c_2 = c_3 = 1$.

По формуле (21) была рассчитана суммарная стандартная неопределенность:

$$u^2(L_{EX,8h}) = 0,9^2 + 1,5^2 + 1,0^2 = 4,06 \text{ дБ}^2;$$

$$u(L_{EX,8h}) = 2,01 \text{ дБ}$$

В соответствии с формулой (15), расширенная стандартная неопределенность составит:

$$U = 1,65 * 2,01 = 3,3 \text{ дБ}$$

1.6. Результат вычислений.

Три водителя вилочных автопогрузчиков на своем рабочем месте подвергаются шумовому воздействию с эквивалентным уровнем звука за 8 ч рабочий день 90,1 дБ с расширенной стандартной неопределенностью 3,3дБ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».
2. Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании».
3. Федеральный закон от 26.06.2008 № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений».
4. Постановление Правительства Российской Федерации от 16.11.2020 № 1847 «Об утверждении перечня измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений».
5. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».
6. СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда».
7. ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий».
8. ГОСТ 34100.3-2017 «Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения».
9. МЭК 61672-1:2013 «Электроакустика. Измерители уровня звука. Часть 1. Требования».
10. МЭК 61672-1:2013 «Электроакустика. Шумомеры. Часть 1. Технические требования».
11. МЭК 60942:2017 «Электроакустика. Калибраторы акустические».
12. ГОСТ ISO 9612-2016 «Акустика. Измерения шума для оценки его воздействия на человека. Метод измерений на рабочих местах».
13. ГОСТ 12.1.003-2014 «Шум. Общие требования безопасности».
14. ГОСТ 17187-2010 «Шумомеры. Часть 1. Технические требования».

СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

В настоящих МУК используются следующие термины и определения:

Шум – звуковые колебания в диапазоне слышимых частот, способные оказать вредное воздействие на безопасность и здоровье работника.

Шум в каждой точке пространства характеризуется звуковым давлением p в этой точке или звуковым давлением, корректированным по одной из стандартизованных частотных характеристик шумомера. Например, звуковое давление, корректированное по частотной характеристике А шумомера, обозначают p_A . ГОСТ Р 53188.1-2019¹³ устанавливает два основных вида частотной коррекции: А и С.

Звуковое давление p , Па – разность между мгновенным и статическим давлениями воздушной среды.

Поскольку минимальное и максимальное значения звукового давления p , различаемые ухом человека вплоть до появления у него болевых ощущений, отличаются друг от друга приблизительно в миллион раз, для описания шума принято использовать выражаемый в децибелах (дБ) уровень звукового давления, формула (25):

$$L_p = 10 \lg \frac{p^2}{p_0^2}, \quad (25)$$

где: p_0 – опорное значение звукового давления, равное 20 мкПа.

Использование логарифмического масштаба для описания шумового воздействия удобно также потому, что соответствует субъективному восприятию громкости шума человеком. Поскольку звуковое давление p и уровень звукового давления L_p являются величинами, изменяющимися со временем, для описания шумового воздействия на некотором временном интервале T часто используют средний по этому интервалу уровень звукового давления, называемый эквивалентным уровнем звукового давления $L_{p,T}$. Другим способом усреднения по времени является экспоненциальное усреднение (интегрирование) с разными постоянными времени τ . ГОСТ Р 53188.1-2019¹⁴ устанавливает следующие временные характеристики экспоненциального интегрирования с разными постоянными времени τ : $f(\tau=0,125 \text{ с})$, $s(\tau=1 \text{ с})$, $z(\tau=0,035 \text{ с})$.

Оценка шумового воздействия (на работника) – сравнение значения показателя шумового воздействия, полученного в результате измерения, с гигиеническим нормативом. Причем понятие «измерение» здесь рассматривается в широком смысле и может включать в себя при необходимости процедуры расчетов и прогнозирования.

Гигиенический норматив (по шуму) – законодательно установленное предельно допустимое значение нормируемой характеристики шумового воздействия на работника на его рабочем месте¹⁵.

¹³ ГОСТ Р 53188.1-2019 «Шумомеры. Часть 1. Технические требования», введенный приказом Росстандарта от 23.04.2019 № 162-ст (далее – ГОСТ Р 53188.1-2019).

¹⁴ ГОСТ Р 53188.1-2019.

¹⁵ Подпункт 3.2.2 ГОСТ 12.1.003-2014 «Шум. Общие требования безопасности», введенного приказом Росстандарта от 29.12.2014 № 2146-ст.

Эквивалентный уровень звука $L_{p, A, eqT}$, дБ – десять десятичных логарифмов отношения усредненного на заданном временном интервале T (с началом t_1 и окончанием t_2) квадрата, корректированного по частотной характеристике A звукового давления p_A , к квадрату опорного звукового давления p_0 ($p_0=20$ мкПа), определяемый по формуле (26):

$$L_{p, A, eqT} = 10 \lg \left[\frac{\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} p_A^2(t) dt}{\frac{p_0^2}{T_0}} \right] \quad (26)$$

Эквивалентный уровень звука за 8 ч рабочий день (применительно к данному МУК, понятие равносильно **эквивалентному уровню звука, действующему на работающего за рабочую смену (измеренный или рассчитанный относительно 8 ч рабочей смены)**), дБ – величина, используемая в целях нормирования и оценки шума на рабочем месте, определяемая по формуле (27):

$$L_{EX, 8h} = L_{p, A, eqT_e} + 10 \lg \left[\frac{T_e}{T_0} \right], \quad (27)$$

где: L_{p, A, eqT_e} – эквивалентный уровень звука, определенный в соответствии с настоящим стандартом для номинального рабочего дня, характеризующегося времененным интервалом T_e , дБ;

T_e – эффективная длительность номинального рабочего дня (т.е. период времени, в течение которого наблюдается воздействие шума, существенного и представительного для данного рабочего места), ч;

T_0 – базовая длительность рабочего дня ($T_0=8$ ч).

Номинальный (рабочий) день – реальный или смоделированный рабочий день, выбранный для оценки шумового воздействия. Номинальный день определяют на основе анализа проводимых работ как представительный для расчета шумового воздействия на работника.

Корректированный по С пиковый уровень звука, дБ – десять десятичных логарифмов отношения квадрата пикового звукового давления, корректированного по частотной характеристике C , p_{Cpeak} на заданном интервале времени, к квадрату опорного звукового давления p_0 ($p_0=20$ мкПа) определяемый по формуле (28):

$$L_{p, Cpeak} = 10 \lg \frac{p_{Cpeak}^2}{p_0^2} \quad (28)$$

Рабочая операция – четко выделяемая часть действий работника в течение рабочей смены.

Трудовая функция – поставленный в соответствие конкретному работнику элемент производственного процесса, который включает в себя все рабочие операции, выполняемые работником в течение рабочего дня или рабочей смены.

Примечание: трудовую функцию чаще всего идентифицируют профессией работника, иногда для определенности указывая дополнительные атрибуты (например, электрогазосварщик, участок комплексных подземных работ № 1).