

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ИЗМЕРЕНИЙ И ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ШУМОВ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ

## 1. Назначение и область применения

1.1. Настоящие указания являются руководством по измерению шумов на рабочих местах для их гигиенической оценки в соответствии с действующими гигиеническими нормами и разработаны в развитие ГОСТ 12.1.003-76 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности» и ГОСТ 20445-75 «Здания в сооружения промышленных предприятий. Метод измерения шума на рабочих местах».

1.2. Указания распространяются на следующие виды измерений:

- оценка шума на рабочих местах в помещениях и на территории предприятий,
- оценка машин и оборудования по шуму на их рабочих местах в типичных уровнях эксплуатации,
- определение эффективности мероприятий по уменьшению шума на рабочих местах, а также выявления источников шумов.

1.3. Настоящие указания не распространяются на измерение шумовых характеристик машин и оборудования; эти измерения должны выполняться в соответствии с ГОСТ 8.055-73 "ГСИ. Машины. Методика выполнения измерений для определения шумовых характеристик" или стандартами на машины и оборудование конкретных видов.

1.4. Приведенные в указаниях положения должны соблюдаться всеми учреждениями санэпидслужбы при осуществлении контроля шума на рабочих местах в различных отраслях народного хозяйства.

## 2. Определения и единицы измерения основных акустических величин

2.1. Шумом называют любой нежелательный звук или совокупность таких звуков. При гигиенической оценке шумов на рабочих местах следует иметь в виду их возможное мешающее, вредное или травмирующее действие на организм человека.

2.2. Звук называют колебания частиц воздушной среды, воспринимаемые органом слуха.

2.3. Ток звука оценивают числом колебаний в секунду, т. е. его частотой. Частота колебаний измеряется в герцах (Гц), один герц - одно колебание в секунду. Ухо человека воспринимает звуки с частотами в диапазоне от 20 до 20000 Гц.

2.4. Для гигиенической оценки шумов практический интерес представляет звуковой диапазон частот от 45 до 11000 Гц, включающий восемь октавных полос со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц ([таблица 3](#)).

2.5. Звуковые колебания вызывают в воздушной среде чередующиеся повышения и понижения давления относительно атмосферного давления; разность между ними называют звуковым давлением. Так как звуковые давления изменяются во времени, то их оценивают среднеквадратичной величиной с усреднением в зависимости от временной

характеристики шумомера.

Звуковое давление измеряют в ньютонах на квадратный метр. Эта единица в международной системе единиц называется паскалем ( $1 \text{ Па} = 1 \text{ Н/м}^2$ ).

2.6. Орган слуха различает не разность, а кратность изменений звуковых давлений, поэтому интенсивность звука принято оценивать не абсолютной величиной звукового давления, а его уровнем, т. е. отношением создаваемого давления к давлению, принятому за единицу сравнения.

2.7. В диапазоне от порога слышимости до болевого порога отношение звуковых давлений изменяется в миллионы раз, поэтому для уменьшения шкалы измерения звуковые давления выражают через их уровни в логарифмических единицах - децибелах (дБ) и определяют по формуле:

$$L = 20 \lg \left( \frac{p}{p_0} \right) \quad (1)$$

где:

$L$  - уровень звукового давления, дБ,

$p$  - измеряемая среднеквадратичная величина звукового давления, Па.

$p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  Па - пороговая величина среднеквадратичного звукового давления (приблизительно соответствующая порогу слышимости тона частоты 1000 Гц).

Нуль децибел соответствует звуковому давлению  $2 \cdot 10^{-5}$  Па.

2.8. Изменение объективного восприятия шума отличается от изменения его уровня звукового давления: изменению уровня звукового давления на 5, 10, 15 и 20 дБ соответствует изменение его громкости в 1,4; 2; 3 и 4 раза.

2.9. Для гигиенической оценки шума используют:

- спектр шума (уровни звукового давления в дБ в октавных полосах частот) для сравнения с гигиеническими нормами и разработки мер по снижению шума,
- для ориентировочной оценки шумовой обстановки допускается использовать уровень звука в дБ А, измеряемый по характеристике "А" шумомера (приблизительно соответствующей частотной характеристике слуха человека).

2.10. Шумы содержат звуки различных частот и различаются между собой распределением уровней по отдельным частотам и характером изменения общего уровня во времени.

2.11. При гигиенической оценке шумы классифицируют следующим образом:

2.11.1. По характеру спектра шумы подразделяют на:

- широкополосные;
- тональные.

2.11.2. По временным характеристикам шумы подразделяются на:

- постоянные;
- непостоянные.

Непостоянные шумы подразделяют на:

- колеблющиеся во времени, уровень звука которых непрерывно изменяется во времени;
- прерывистые, уровень звука которых резко падает до уровня фонового шума, причем

длительность интервалов, в течение которых уровень остается постоянными превышающим уровень фонового шума, составляет более одной секунды;  
 - импульсные, состоящие из одного или нескольких звуковых сигналов длительностью менее одной секунды, при этом уровни звука в дБА, измеренные при включении характеристик «медленно» и «импульс» шумомера, отличаются не менее, чем на 10 дБА. Непостоянный шум характеризуют эквивалентным (по энергии) уровнем, который оказывает такое же действие на человека, как и постоянный шум этого же уровня.

2.11.3. По частотному составу (условно) на:

- низкочастотные с преобладанием максимальных уровней звукового давления относительно предельного спектра (например, ПС-80) в октавных полосах до 250 Гц включительно,
- среднечастотные - в октавной полосе 500 Гц,
- высокочастотные - в октавных полосах 1000 Гц и выше.

### 3. Аппаратура для измерения шумов

3.1. Измерение шума проводится с использованием шумомеров по ГОСТ 17187-71 и октавных полосовых фильтров по ГОСТ 17168-71, а также вспомогательных приборов (самописцев уровня, магнитофонов и т. п.).

Рекомендуемые шумоизмерительные тракты указаны в [таблице 1](#). Технические характеристики шумомеров указаны в [таблице 2](#). В [таблице 3](#) приведены среднегеометрические и граничные частоты октавных полос.

Таблица 1

Рекомендуемые шумоизмерительные тракты

№ № п/п	Шумомер	Октавные фильтры	Изготовитель
1.	ИШВ - 1	(встроенные)	з-д «Виброприбор» (г. Таганрог)
2.	PSI-202	OF-101	"
3.	2203, 2204, 2209, 2218	1613	фирма "Брюль и Кьер" (Дания)

**Примечание:** для измерения уровня звука в дБА в соответствии с [п. 2.9](#) может использоваться шумомер Шум-1.

3.2. Допускается использование вспомогательных приборов: самописцев уровня, магнитофонов, анализаторов статистического распределения или измерителей эквивалентного уровня.

3.3. Самописец уровня используют для регистрации измеряемых уровней звукового давления в октавных полосах частот или уровнеграммы шума - изменения уровня звука во времени. Динамический диапазон регистрируемых уровней 25, 50 или 75 дБ в зависимости от используемых потенциометров, прилагаемых к прибору.

3.4. Магнитофон используют для записи шума с целью последующего частотного анализа в лабораторных условиях или для определения эквивалентного уровня. Допускается

использовать любой магнитофон, имеющий частотную характеристику сквозного электрического тракта "запись-воспроизведение" в диапазоне 50-10000 Гц с неравномерностью не более 3 дБ и динамический диапазон не менее 40 дБ.

3.6. Для измерения эквивалентного уровня шума могут использоваться: анализатор уровней шума типа 4426, интегрирующий шумомер 2218 фирмы «Брюль и Кьер» (Дания).

Таблица 2

### Технические характеристики шумомеров

Характеристика	Тип прибора		
	ИШВ-1	PSI-202	2209
1. Диапазон измеряемых уровней, дБ	30-130	30-140	15-140
2. Частотный диапазон, Гц	20-11200	20-12500	2-40000
3. Коррекция частотной характеристики	А, В, С, Лин "медленно"	А, В, С, Лин "медленно"	А, В, С, Лин "медленно"
4. Постоянные времени	"быстро"	"быстро", "импульс"	"быстро", "импульс"
Питание прибора	элементы 373×8 шт., сеть 220 В 50 Гц	элементы 373×4 шт., сеть 220 В 50 Гц	элементы 373×3 шт.
6. Масса, кг	12	3,5	2,7
7. Тип октавных фильтров и диапазон их частот, Гц	встроенные, 16-8000 Гц (10 октав)	внешние тип ОФ-101 31,5- 16000 (10 октав)	внешние тип 1613 31,5- 31500 (11 октав)
8. Предприятие - изготовитель	з-д "Виброприбор"	РФТ, ГДР (компл. № 12)	"Брюль и Кьер", Дания (компл. № 3507)

3.7. Шумоизмерительные тракты (шумомер, октавный фильтр и вспомогательные приборы) должны (согласно ГОСТ 8.002-71) ежегодно проходить государственную поверку в организациях Госстандарта СССР или других организациях, имеющих право производить такую поверку. Приборы шумоизмерительного тракта представляются на поверку в исправном состоянии, в полном комплекте, с новыми батареями.

Таблица 3

### Среднегеометрические и граничные частоты октавных полос

Среднегеометрические частоты, Гц	Граничные частоты, Гц	
	Нижние	Верхние
31,5	22,4	45
63	45	90
125	90	180
250	180	355
500	355	710
1000	710	1400
2000	1400	2800
4000	2800	5600

8000

5600

11200

- 3.8. Обслуживание шумоизмерительных приборов должно производиться персоналом, прошедшим соответствующую подготовку. Перед началом работы изучаются описания и инструкции по эксплуатации приборов, правила техники безопасности, осваивается порядок работы с приборами, а также методы измерения в правила обработки результатов.
- 3.9. Измерительные и вспомогательные приборы при работе и транспортировке не должны подвергаться ударам и вибрациям, чрезмерному охлаждению или нагреванию и т.д. При работе приборы должны предохраняться от пыли, брызг воды, масел, агрессивных жидкостей, паров и газов и т.д.
- 3.10. Шумоизмерительные приборы должны храниться в сухих отапливаемых помещениях с учетом особых условий, оговоренных заводскими инструкциями.

#### 4. Точки измерений

- 4.1. Измерения шума проводят на постоянных рабочих местах в помещениях, на территориях производственных предприятий, на производственных сооружениях и в машинах (у пультов управления, в кабинах и т.п.); при непостоянных рабочих местах измерения производятся не менее, чем в трех равномерно распределенных точках рабочей зоны, чтобы охватить возможно большую ее часть. Точки измерения на рабочих местах (рабочих зонах) выбираются на удалении не более 20 м друг от друга на расстоянии 2 м от стен здания; при различии уровней звука в двух смежных точках более 5 дБА выбирают промежуточную точку.
- 4.2. Для оценки шумового режима в помещениях количество и расположение точек измерения следует принимать:
- а) для помещений с однотипным оборудованием - не менее, чем на 3-х постоянных рабочих местах (рабочих зонах);
  - б) для помещений с групповым размещением однотипного оборудования - на рабочем месте (рабочей зоне) в центре каждой группы оборудования;
  - в) для помещений со смешанным размещением разнотипного оборудования - не менее, чем на трех рабочих местах (рабочих зонах).
- 4.3. Измерение шума в кабинах наблюдения и дистанционного управления, а также в помещениях, не имевших шумного оборудования, производится не менее, чем в трех точках ближайших к источникам внешнего шума, а для кабин малых размеров - в середине кабины при закрытых окнах и дверях и включенной вентиляции и других источниках шума внутри помещений.
- 4.4. Для оценки шума от одиночной машины измерения производятся на рабочем месте (рабочей зоне) при остановленном прочем оборудовании и вентиляции данного помещения, после чего измеряется шум при выюченной исследуемой машине. Уровень шумовых помех должен быть ниже уровня шума исследуемой машины на фоне помех не менее, чем на 10 дБ во всех октавных полосах, в противном случае измеренные уровни

шума машин корректируются в соответствии с [п. 6.1.2.](#)

Если уровень помех ниже уровня шума машины лишь на 4 дБ и менее или уровень помех сильно колеблется во времени, то проведение измерений недопустимо.

4.5. Для ориентировочного выявления источников шума в отдельных машинах производится последовательное измерение уровней звука в дБА для отдельных узлов машины на расстоянии 10 см от них. После выявления наиболее шумных узлов машины для них производится измерение спектров шума.

4.6. Измерение шума для проверки эффективности мероприятий по его уменьшению производится в соответствии с указаниями [п.п. 4.1. - 4.4.](#)

## 5. Проведение измерений

5.1. Шумомеры и вспомогательные приборы до и после проведения измерения должны калиброваться согласно заводским инструкциям к приборам.

5.2. При проведении измерений шума должны быть приняты указанные в заводских инструкциях к приборам меры по устранению влияния внешних факторов, искажающих показания приборов (вибрация, магнитные и электрические поля и пр.).

5.3. Микрофон следует располагать на высоте 1,5 м от пола (рабочей площадки) или на уровне головы, если работа выполняется сидя или в других положениях. Микрофон должен быть направлен в сторону источника шума и удален не менее, чем на 0,5 м от оператора, проводящего измерения.

5.4. При измерении шумов в условиях воздушных потоков со скоростью более 1 м/сек, во избежание искажений показаний, микрофон должен быть защищен противоветровым приспособлением, улучшающим его обтекание. При измерении аэродинамических шумов микрофон должен располагаться под углом 45° к оси струи.

5.5. Необходимое число точек измерения и их расположение определяется в соответствии с указаниями [раздела 4.](#) При измерении в соответствии с [п.п. 4.1. - 4.3.](#) должно работать не менее 2/3 установленного оборудования в характерном режиме, при этом должна быть включена вентиляция и другие обычно используемые устройства, являющиеся источниками шума.

5.6. Для гигиенической оценки шумов должны измеряться характеристики в соответствии с [п. 2.9.](#) При этом непостоянные шумы оцениваются по эквивалентным уровням звука в дБА, а при превышении ими допустимых значений (при оценке новых машин и оборудования или исследовательских работ рекомендуется определение эквивалентных уровней звукового давления в октавных полосах частот.

5.7. В начале измерения шумомер следует включить на коррекцию "А" и характеристику «медленно». При колебаниях стрелки прибора до 5 дБА шум следует считать постоянным и отсчет необходимо принимать по среднему ее положению. При колебаниях стрелки более 5 дБА, шум следует считать непостоянным, при этом он может быть колеблющимся во времени, прерывистым или импульсным (см. [п. 2.1.](#)). Для импульсных шумов (воспринимаемых на слух, как одиночные удары на шумовом фоне) дополнительно

следует производить измерение по характеристике "импульс" с отсчетом максимального показания стрелки. При разности показаний уровней звука в дБА в положениях "импульс" и "медленно" более 10 дБА шум следует считать импульсными.

Пример обозначения результатов отсчета: уровень звука 84 дБА «медленно» (или 84 дБАС), уровень звука 92 дБА «импульс» (или 92 дБАИ).

5.8. Измерение уровней звукового давления в октавных полосах (октавных уровней звукового давления) должно производиться шумомером с подключением к нему октавных полосовых фильтров, при этом переключатель рода работ шумомера должен быть в положении «фильтры» (или «внешние фильтры»). Для всех видов шумов отсчет производится по среднему положению колебаний стрелки на характеристике шумомера «медленно».

Пример обозначения результатов отсчета: октавный уровень звукового давления 78 дБ в октаве 2000 Гц.

**Примечание:**

При отсутствии октавных фильтров для ориентировочной оценки характера спектра измерения производят по коррекциям «А» и «С» (или «Лин») шумомера. При разности показаний в дБС и дБА свыше 5 дБ шум следует считать низкочастотным, а при меньшей разности или равенстве показаний - высокочастотным.

5.9. Тональность шума определяют на слух: тональный характер шума в спорных случаях следует устанавливать измерением в треть-октавных полосах частот по превышению уровня в одной полосе над соседними не менее, чем на 10 дБ.

5.10. Для постоянных импульсных шумов - измерения следует производить не менее трех раз в каждой точке с усреднением по [п. 6.2](#).

5.11. Для непостоянных шумов (прерывистых и флюктуирующих) следует производить отсчеты уровней звука в дБА (или октавных уровней звукового давления в случаях превышения нормы, при оценке новых машин оборудования или исследовательских работах) с интервалом 5-6 секунд с последующим расчетом эквивалентного уровня по методике ГОСТ 20445-75 или по [приложению 2](#).

Допускается определять время работы машины или время действия разных уровней шума по хронометражу или технической документации с последующим определением эквивалентного уровня по [приложению 2](#).

5.12. Для наглядного графического представления распределения уровней шума в помещениях (или на территориях) рекомендуется составление шумовых карт. Для этого на план помещения (или территории) наносится, сетка с расстоянием между ее линиями 6 или 12 м для помещений и не более 50 м для территорий. Точки измерения шума выбираются в узлах этой сетки. Результаты измерений уровней звука в этих точках наносятся на план помещения или территории и точки с равными уровнями соединяются плавными линиями, при этом линии равных уровней звука проводятся через интервалы 5 и 10 дБА.

## **6 Обработка результатов**

6.1. Измеренные октавные уровни звукового давления вследствие погрешностей,

вносимых измерительными трактами и влияния шумовых помех, нуждаются в корректировке, которая производится в процессе обработки результатов измерений.

Поправки вносятся на:

- неравномерность частотной характеристики шумоизмерительного тракта,
- наличие шумовых помех (при оценке шума одиночной машины).

6.1.1. Поправки на неравномерность частотной характеристики шумоизмерительного тракта определяются по результатам его поверки в организациях Госстандарта СССР: они являются неотъемлемой частью документации на данный шумоизмерительный тракт и должны алгебраически (с учетом знака) суммироваться с результатами измерений октавных уровней звукового давления.

6.1.2. Поправки, обусловленные наличием шумовых помех, вносятся в случаях, когда уровни шумовых помех менее, чем на 10 дБ ниже уровня измеряемого шума во всех октавных полосах частот.

Если разность между измеренным суммарным октавным уровнем (создаваемым машиной на фоне помех) и октавным уровнем помех (измеренным при неработающей машине) больше или равна 10 дБ, то влияние помех на результат измерений не учитывается.

Если эта разность составляет от 6 до 9 дБА, то из измеряемого суммарного октавного уровня следует вычесть 1 дБ а при разности от 4 до 5 дБ следует вычесть 2 дБ.

6.2. Средний уровень звукового давления по результатам нескольких измерений в одной точке или по результатам измерений в нескольких точках (рабочей зоне) определяется как среднее арифметическое по [формуле \(2\)](#), если измеренные уровни отличаются не более, чем на 7 дБ, и по [формуле \(3\)](#), если они отличаются более, чем на 7 дБ (см. [Приложение 1](#)):

$$L_{\text{ср}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L_i, \text{ дБ} \quad (2)$$

$$L_{\text{ср}} = 10 \lg \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{L_i/10} \right), \text{ дБ} \quad (3)$$

где  $L_i$  - измеренные уровни, дБ,

$n$  - число измерений.

6.3. Для непостоянных шумов с учетом хронометражных данных рассчитываются эквивалентные уровни согласно [приложения 2](#).

После расчета эквивалентного уровня поправка на время действия шума не вносится, постольку рассчитанный эквивалентный уровень уже учитывает длительность шума за рабочую смену.

## Приложение 1

### Определение среднего значения уровней

Для определения среднего значения уровней по [формуле \(3\)](#) п. 6.2. измеренные уровни необходимо просуммировать с использованием [табл. П.1.1.](#) и вычесть из этой суммы  $10 \lg n$ , определяемое по [табл. П.1.2.](#), при этом [формула \(3\)](#) п. 6.2 принимает вид:



(П.1.1)

Суммирование измеренных уровней производят попарно последовательно следующим образом. По разности двух уровней  $L_1$  и  $L_2$  по [табл. П.1.1](#) определяют добавку  $\Delta L$ , которую прибавляют к большему уровню  $L_1$ , в результате чего получают уровень  $L_{1\ 2} = .$  Уровень  $L_{1\ 2}$  суммируется таким же образом с уровнем  $L_3$  и получают уровень  $L_{1\ 2\ 3}$  и т.д. Окончательный результат  $L_{сум}$  округляют до целого числа децибел.

Таблица П.1.1

Разность слагаемых уровней $L_1 - L_3$ , дБ  ( $L_1 \text{ } L_3$ )	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Добавка $\Delta L$ , прибавляемая к большему из уровней $L_1$ , дБ	3	2,5	2,2	1,8	1,5	1,2	1	0,8	0,6	0,4

При равных слагаемых уровнях, т. е. при  $L_1 = L_2 = \dots = L_n = L$  в формуле (П.1.2.) можно определять по формуле:

(П.1.2)

В табл. П.1.2 приведены значения  $10 \lg n$  в зависимости от  $n$ .

Таблица П.1.2

Число уровней или источников $n$	1	2	3	4	5	6	8	10	20	30	50	100
, дБ	0	3	5	6	7	8	9	10	13	15	17	20

**Пример.** Необходимо определить среднее значение для измеренных уровней звука 84, 90 и 92 дБА.

Складываем первые два уровня 84 и 90 дБ; их разности 6 дБ соответствует добавка по [табл. П.1.1](#), равная 1 дБ, т.е. их сумма равна  $90 + 1 = 91$  дБ. Затем складываем полученный уровень 91 дБ с оставшимся уровнем 92 дБ; их разности 1 дБ соответствует добавка 2,5 дБ, т. е. суммарный уровень равен  $92 + 2,5 = 94,5$  дБ или округленно получаем 95 дБ. По [табл. П.1.2](#) величина для трех уровней равна 5 дБ, поэтому получаем окончательный результат для сред него значения равный  $95 - 5 = 90$  дБА.

## Приложение 2

### Расчет эквивалентного уровня

Эквивалентный по энергии уровень, являющийся однозначной характеристикой

непостоянного шума, получается в результате усреднения фактических уровней с учетом времени действия каждого.

дБ,

где:

- уровни в дБ (или дБА), действующие в течение времени соответственно,  $T = t_1 + t_2 + \dots$

+ $t_n$  - общее время действия шума в секундах или часах.

Расчет производится согласно приложению 2 к ГОСТ 20445-75.

Практически более удобен способ расчета с использованием поправок на время действия каждого уровня, определяемых по таблице.

Таблица П.2.1

Время	в часах	8	7	6	5	4	3	2	1	0,5	15 мин	5 мин
	в %	100	88	75	62	50	38	25	12	6	3	1
Поправка в дБ		0	-0,6	-1,2	-2	-3	-4,2	-6	-9	-12	-15	-20

Расчет производится следующим образом. К каждому измеренному уровню добавляется (с учетом знака) поправка по таблице, соответствующая его времени действия (в часах или % от общего времени действия). Затем полученные уровни складываются в соответствии с [приложением 1](#).

Указанный расчет производится для уровней звука или уровней звукового давления в каждой октавной полосе.

**Пример 1.** Уровни шума за 8-часовую рабочую смену составляли 80, 86 и 94 дБ в течение 5, 2 и 1 часа соответственно. Этим временам соответствуют поправки по таблице, равные -2, -6, -9 дБ. Складывая их с уровнями шума, получаем 78, 80, 85 дБ. Теперь, используя [таблицу П.1.1](#). приложения 1, складываем эти уровни попарно: сумма первого и второго дает 82 дБ, а их сумма с третьим - 86,7 дБ. Округляя, получаем окончательное значение эквивалентного уровня шума 87 дБ. Таким образом, воздействие этих шумов равносильно действию шума с постоянным уровнем 87 дБ в течение 8 часов.

**Пример 2.** Прерывистый шум 119 дБА действовал в течение 6 часовой смены суммарно в течение 45 мин. (т.е. 11 % смены), уровень фонового шума в паузах (т.е. 89 % смены) составлял 73 дБА.

По [табл. П.2.1](#). поправки равны -9 и -0,6 дБ: складывая их с соответствующими уровнями шума, получаем 110 и 72,4 дБ и поскольку второй уровень значительно меньше первого (см. [табл. П.1.1](#). Приложения 1), им можно пренебречь. Окончательно получаем эквивалентный уровень шума за смену 110 дБА, что превышает допустимый уровень 85 дБА на 25 дБ.