ГОСТ 30457—97
(ИСО 9614-1—93)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

АКУСТИКА

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЕЙ ЗВУКОВОЙ МОЩНОСТИ ИСТОЧНИКОВ ШУМА НА ОСНОВЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ЗВУКА

ИЗМЕРЕНИЕ В ДИСКРЕТНЫХ ТОЧКАХ

ТЕХНИЧЕСКИЙ МЕТОД

Издание официальное

БЗ 3—98/549

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ
ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
Москва

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации № 358 «Шум машин» при финансовой поддержке фирм: АСМ+, Октава+ и С-Инструментс

2 ПРИНЯТ Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № 12—97 от 21 ноября 1997 г.)

За принятие проголосовали:

Наименование государства	Наименование национального органа по стандартизации
Азербайджанская Республика	Азгосстандарт
Республика Армения	Армгосстандарт
Республика Белоруссия	Госстандарт Белоруссии
Республика Казахстан	Госстандарт Республики Казахстан
Киргизская Республика	Киргизстандарт
Российская Федерация	Госстандарт России
Республика Таджикистан	Таджикгосстандарт
Туркменистан	Главная государственная инспекция Туркменистана
Республика Узбекистан	Узгосстандарт
Украина	Госстандарт Украины

3 Настоящий стандарт, за исключением 1, 2, 3.1, 3.2, 4.3, 5.1.2, 5.3, 5.4, 6.1, 8.1, 8.3, 9.3, 10.6, Б1.1, Б1.2, Б1.3, В, Г, представляет собой аутентичный текст ИСО 9614-1—93 «Акустика. Определение уровней звуковой мощности источников шума на основе интенсивности звука. Измерение в дискретных точках»

4 Постановлением Государственного комитета Российской Федерации по стандартизации, метрологии и сертификации от 28 апреля 1998 г. № 159 межгосударственный стандарт ГОСТ 30457—97 (ИСО 9614-1—93) введен в действие непосредственно в качестве государственного стандарта Российской Федерации с 1 января 1999 г.

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

© ИПК Издательство стандартов, 1998

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания на территории Российской Федерации без разрешения Госстандарта России

Введение

Определение уровня звуковой мощности источника шума на основе измерения уровня интенсивности звука рекомендуется в следующих случаях:

а) необходимость проведения измерений в условиях эксплуатации (большие размеры источников шума, влияние обрабатываемого продукта на шум и др.);

б) высокий уровень шума, создаваемого посторонними источниками.

Настоящий стандарт полностью соответствует стандарту ИСО 9614-1—93 в части технического (инженерного) метода измерений.

Содержание

1 Область применения . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . 1
3 Определения . . . 1
4 Общие положения . . . 3
4.1 Размер источника шума . . . 3
4.2 Характер шума, излучаемого источником . . . 3
4.3 Погрешность измерений . . . 3
5 Акустические внешние условия . . . 4
5.1 Интенсивность звука посторонних источников . . . 4
5.2 Влияние ветра, газового потока, вибрации и температуры . . . 4
5.3 Неизменность формы испытательного пространства . . . 4
6 Средства измерения . . . 4
6.1 Общие положения . . . 4
6.2 Поверка и калибровка приборов в условиях эксплуатации . . . 4
7 Установка и режим работы источника . . . 4
8 Измерение уровней нормальной составляющей интенсивности звука . . . 5
8.1 Время усреднения . . . 5
8.2 Предварительное испытание . . . 5
8.3 Сведение к минимуму числа дополнительных точек измерения на исходной измерительной поверхности . . . 6
9 Расчет уровня звуковой мощности . . . 6
9.1 Расчет составляющей звуковой мощности для каждого сегмента измерительной поверхности . . . 6
9.2 Расчет уровня звуковой мощности источника шума . . . 6
9.3 Расчет корректированного уровня звуковой мощности . . . 7
10 Информация, включаемая в отчет . . . 7
10.1 Испытуемый источник . . . 7
10.2 Акустические внешние условия . . . 7
10.3 Средства измерения . . . 7
10.4 Методика измерения . . . 7
10.5 Данные акустических измерений . . . 7
10.6 Соответствие требованиям точности по техническому методу . . . 8
Приложение А Расчет показателей поля . . . 8
Приложение Б Методика достижения точности измерений, соответствующей требованиям технического метода . . . 9
Приложение В Влияние потока воздуха на измерение интенсивности звука . . . 12
Приложение Г Влияние поглощения звука внутри измерительной поверхности . . . 12
Приложение Д Рекомендуемые средства измерений . . . 12

Группа Т34

к ГОСТ 30457—97 Акустика. Определение уровней звуковой мощности источников шума на основе интенсивности звука. Измерение в дискретных точках. Технический метод

В каком месте	Напечатано	Должно быть
Пункт 3.13	Периодические или повторяющиеся сигналы	Периодические сигналы
Пункт 4.3.1. Первый абзац	Предельно допустимые погрешности определения уровней звуковой мощности в полосах частот приведены в таблице 1	Максимальные значения погрешностей определения уровней звуковой мощности в полосах частот при обеспечении предписанных методом условий измерений, *средств измерений и обя*зательном выполнении требований к показателям поля F_1—F_4 соответствуют приведенным в таблице 1
Пункт 4.3.2	4.3.2 Среднее квадратическое отклонение результата измерений в полосах частот вне указанного в таблице 1 частотного диапазона и для корректированного уровня звуковой мощности определяют экспериментально	—
Пункт 6.2.1	Каждый микрофон в акустическом зонде калибруют по уровню звукового давления при помощи калибраторов класса 0 или 1	Каждый микрофон в акустическом зонде калибруют по уровню звукового давления при помощи калибратора класса 0 или 1. Предельно допустимая погрешность калибратора ±0,3 дБ

(Продолжение см. с. 32)

Продолжение

В каком месте	Напечатано	Должно быть
Пункт 8.1. Экспликация к формуле	где B — ширина полосы фильтра; T — время усреднения.	где B — ширина полосы фильтра, Гц; T — время усреднения, с.
последний абзац	необходимо определить эквивалентное время усреднения	необходимо определить эквивалентное время усреднения (указывается изготовителем приборов)
Приложение В. Второй абзац	Турбулентные потоки ведут также к нестабильности результатов измерения	Наличие турбулентных потоков приводит также к нестабильности результатов измерений

(ИУС № 12 1998 г.)

Поправка к ГОСТ 30457—97 (ИСО 9614-1—93) Акустика. Определение уровней звуковой мощности источников шума на основе интенсивности звука. Измерение в дискретных точках. Технический метод

В каком месте	Напечатано	Должно быть
Предисловие. Таблица голосования	—	Молдова | MD | Молдова-Стандарт

(ИУС № 5 2009 г.)

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

Акустика

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЕЙ ЗВУКОВОЙ МОЩНОСТИ ИСТОЧНИКОВ ШУМА НА ОСНОВЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ЗВУКА

Измерение в дискретных точках. Технический метод

Acoustics. Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity. Measurement at discrete points. Engineering method

Дата введения 1999—01—01

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящий стандарт распространяется на источники звука, расположенные в стационарной среде, не содержащей газовые потоки, воздействующие на акустический зонд для измерения интенсивности звука, и устанавливает метод измерения интенсивности звука в дискретных точках на измерительной поверхности, а также правила вычисления уровня его звуковой мощности.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем стандарте использована ссылка на ГОСТ 17187—81 Шумомеры. Общие технические требования и методы испытаний.

3 ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящем стандарте применяют следующие термины с соответствующими определениями.

3.1 **Уровень звукового давления,** L_p — логарифм отношения данного звукового давления к опорному звуковому давлению. Уровень звукового давления в децибелах равен двадцати логарифмам этого отношения при основании, равном десяти. Опорное звуковое давление в воздухе равно 20 мкПа.

3.2 **Мгновенная интенсивность звука,** $\boldsymbol{I}(t)$ -мгновенный поток звуковой энергии в определенном направлении через поверхность, перпендикулярную к этому направлению, деленный на площадь этой поверхности.

Это векторная величина, равная произведению мгновенного звукового давления в данной точке на соответствующую мгновенную скорость частиц в этой же точке

$$\boldsymbol{I}(t) = p(t)\,\boldsymbol{u}(t), \tag{1}$$

где $p(t)$ — мгновенное звуковое давление в точке;

$\boldsymbol{u}(t)$ — мгновенная скорость частиц в той же точке;

t — время, с.

3.3 **Интенсивность звука,** $\boldsymbol{I}$ — усредненное по времени значение $\boldsymbol{I}(t)$ в стационарном звуковом поле

$$\boldsymbol{I} = \lim_{T\to\infty} \frac{1}{T} \int_0^T \boldsymbol{I}(t)\,dt, \tag{2}$$

где T — время интегрирования.

Издание официальное

Значение $\boldsymbol{I}$, взятое со знаком, определяемым выбором положительного направления потока энергии, обозначается I;

$|I|$ — абсолютное значение интенсивности звука.

3.4 **Нормальная составляющая интенсивности звука,** I_n — составляющая интенсивности звука в направлении, перпендикулярном к измерительной поверхности, определяемом единичным вектором нормали $\boldsymbol{n}$.

$$I_n = \boldsymbol{I}_{\boldsymbol{n}}, \tag{3}$$

где $\boldsymbol{n}$ — единичный вектор нормали, направленный наружу от измерительной поверхности.

3.5 **Уровень нормальной составляющей интенсивности звука,** L_{I_n} — логарифмическая мера абсолютного значения нормальной составляющей интенсивности звука $|I_n|$, определяемая по формуле

$$L_{I_n} = 10 \lg [|I_n|/I_0], \tag{4}$$

где $I_0 = 10^{-12}$ Вт/м^2.

Выражается в децибелах.

Если I_n отрицательна, то L_{I_n} также отрицателен (за исключением случая оценки δp_{I_0} — см. 3.11).

3.6 Звуковая мощность

3.6.1 **Составляющая звуковой мощности,** P_i — усредненный во времени поток звуковой энергии через элемент (сегмент) измерительной поверхности, вычисляется по формуле

$$P_i = \boldsymbol{I}_{\boldsymbol{i}} \boldsymbol{S}_{\boldsymbol{i}} = I_{n_i} S_i, \tag{5}$$

где I_{n_i} — нормальная составляющая интенсивности звука на измерительной поверхности, в точке i, с учетом знака;

S_i — площадь элемента поверхности, соответствующая точке i.

3.6.2 **Звуковая мощность,** P — полная звуковая мощность, излучаемая источником. Определяется по формулам:

$$P = \sum_{i=1}^{N} P_i \tag{6}$$

и

$$|P| = |\sum_{i=1}^{N} P_i|, \tag{7}$$

где N — число сегментов измерительной поверхности.

3.6.3 **Уровень звуковой мощности,** L_W — логарифмическая мера звуковой мощности, излучаемой источником. Определяется по формуле

$$L_W = 10 \lg \{|P|/P_0\}, \tag{8}$$

где $|P|$ — абсолютное значение мощности источника;

$$P_0 = 10^{-12} \text{ Вт}.$$

Уровень звуковой мощности выражается в децибелах. Если значение P отрицательно, знак минус ставят перед значением уровня в децибелах.

Примечание — Если значение P отрицательно, то настоящий стандарт не может быть применен, так как полученное значение не является шумовой характеристикой испытуемого источника шума.

3.7 **Измерительная поверхность** — условная поверхность, на которой проводят измерения интенсивности звука, огибающая источник шума или полностью, или в соединении с акустически твердой непрерывной поверхностью. В случаях, когда условная поверхность ограничивается телами

с жесткой поверхностью, измерительная поверхность прерывается на соответствующих линиях пересечения.

3.8 **Сегмент (элемент)** — часть измерительной поверхности, соответствующая одной точке измерения.

3.9 **Интенсивность звука посторонних источников** — вклад в измеренную интенсивность звука от источников, находящихся вне измерительной поверхности (источники, работающие снаружи от объема, ограниченного измерительной поверхностью).

3.10 **Акустический зонд для измерения интенсивности звука** — часть системы измерения интенсивности звука, включающая измерительные микрофоны.

3.11 **Показатель давления — остаточной интенсивности звука,** δp_{I_0} — разность между измеренными уровнями L_p и L_{I_n}, в случае, когда акустический зонд для измерения интенсивности звука расположен и ориентирован в звуковом поле таким образом, что измеряемая интенсивность звука равна нулю. Выражается в децибелах. Индекс n указывает направление оси акустического зонда.

$$\delta p_{I_0} = L_p - L_{I_n}. \qquad (9)$$

3.12 **Индекс динамической способности** L_d в децибелах определяют по формуле

$$L_d = \delta p_{I_0} - K. \qquad (10)$$

Для технического метода показатель точности $K = 10$ дБ.

3.13 **Стационарный сигнал**

Для целей данного стандарта, сигнал считают стационарным во времени, если для каждой точки измерения его усредненные по времени характеристики в течение каждого отдельного периода измерения совпадают с характеристиками в той же точке при увеличении периода измерения до значения, необходимого для измерения во всех точках на измерительной поверхности. Периодические или повторяющиеся сигналы считают стационарными, если время измерения в каждой точке равно, по меньшей мере, десяти периодам.

3.14 Показатели поля от F_1 до F_4 — см. приложение А.

4 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

4.1 Размер источника шума

Размер источника шума не ограничен. Размеры измерительной поверхности определяют, исходя из размеров источника.

4.2 Характер шума, излучаемого источником

Шум должен быть стационарным во времени (см. 3.13). В случае прерывистого шума приводят результаты измерения для каждого отдельного интервала времени, в течение которого сигнал можно считать стационарным. Необходимо принять меры по предотвращению измерений при нестационарной работе внешних источников (см. таблицу Б.2 приложения Б).

4.3 Погрешность измерений

4.3.1 Предельно допустимые погрешности определения уровней звуковой мощности в полосах частот приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Погрешности определения уровней звуковой мощности

Центральные* частоты октавных полос, Гц	Центральные* частоты третьоктавных полос, Гц	Среднее квадратическое отклонение S**, дБ
63—125	50—160	3,0
250—500	200—630	2,0
1000—4000	800—5000	1,5
	6300	2,5

*Центральная частота равна корню квадратному из произведения граничных частот рассматриваемой полосы.

**Действительное значение уровня звуковой мощности находится в доверительном интервале $\pm 2S$ (доверительная вероятность 95 %).

Погрешность определяется методикой измерений, а ее максимально допустимое значение ограничивается значением показателя точности K=10 дБ (см. 3.12). Эта погрешность не учитывает допуски на номинальные характеристики средств измерения, влияние изменений в установке, креплении и условиях работы источника шума.

4.3.2 Среднее квадратическое отклонение результата измерений в полосах частот вне указанного в таблице 1 частотного диапазона и для корректированного уровня звуковой мощности определяют экспериментально.

5 АКУСТИЧЕСКИЕ ВНЕШНИЕ УСЛОВИЯ

5.1 Интенсивность звука посторонних источников

5.1.1 Интенсивность звука посторонних источников должна быть сведена к минимуму (см. приложение Б и А.2.2 приложения А). Если испытуемый источник может быть выключен, то погрешность измерений, связанная с посторонними источниками, может быть определена по приложению Г.

5.1.2 Значение показателя F_1 (см. приложение А) не должно превышать 0,6 из-за влияния непостоянства интенсивности постороннего шума (см. таблицу Б.2).

5.2 Влияние ветра, газового потока, вибрации и температуры

Не следует проводить измерения, когда воздушный поток вблизи акустического зонда не удовлетворяет требованиям, указанным изготовителем зонда. При отсутствии такой информации измерения не проводят, если средняя скорость воздуха вблизи акустического зонда превышает 2 м/с.

При измерении на открытом воздухе всегда следует применять ветрозащитный экран. Акустический зонд не должен подвергаться вибрации.

В результаты измерений следует внести поправки на давление и температуру, если это необходимо.

5.3 Неизменность формы испытательного пространства

В течение времени проведения испытаний границы испытательного пространства и положения находящихся в нем предметов должны оставаться неизменными. Посторонние предметы, находящиеся вблизи источника, следует удалить.

6 СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ

6.1 Общие положения

Прибор, применяемый для измерения интенсивности звука, должен иметь действующий документ о поверке или метрологической аттестации.

Для каждой полосы частот должно быть указано значение показателя давления — остаточной интенсивности звука.

6.2 Проверка и калибровка приборов в условиях эксплуатации

Приборы для измерения интенсивности звука подлежат государственной поверке не реже одного раза в год. Протокол измерений при поверке должен соответствовать 10.3.

Калибровку измерителя интенсивности звука до и после измерений проводят согласно методике, установленной изготовителем прибора, либо по методике 6.2.1 и 6.2.2.

6.2.1 *Калибровка по уровню звукового давления*

Каждый микрофон в акустическом зонде калибруют по уровню звукового давления при помощи калибраторов класса 0 или 1.

6.2.2 *Калибровка по интенсивности звука*

Помещают акустический зонд на измерительную поверхность, его ось ориентируют по нормали к последней и выбирают точку с максимальным значением интенсивности звука. Измеритель интенсивности звука пригоден для измерений, если разность значений уровней интенсивности звука при установке акустического зонда в направлении на источник звука и в противоположном направлении не превышает 1,5 дБ и интенсивности I_n имеют разные знаки.

7 УСТАНОВКА И РЕЖИМ РАБОТЫ ИСТОЧНИКА

Условия установки и режим работы источника должны соответствовать испытательному коду для данного источника. Если испытательный код отсутствует, то источник должен работать при максимальной нагрузке в неизменных условиях нормального применения, указанных в технической документации на изделие.

8 ИЗМЕРЕНИЕ УРОВНЕЙ НОРМАЛЬНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ИНТЕНСИВНОСТИ ЗВУКА

8.1 Время усреднения

Время усреднения для приборов, использующих фильтры, в случае белого шума с гауссовым распределением, обеспечивающее погрешность измерения не более 5 % при доверительной вероятности 95 %, определяют по формуле

$$BT \geq 400,$$

где B — ширина полосы фильтра;

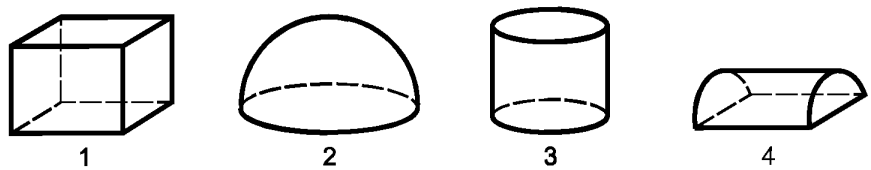
T — время усреднения.

Для приборов, синтезирующих октавные или третьоктавные полосы частот на основе узкополосного анализа, необходимо определить эквивалентное время усреднения.

8.2 Предварительное испытание

Измерение нормальной составляющей интенсивности звука проводят на исходной измерительной поверхности. Если эта поверхность оказывается непригодной, ее изменяют в соответствии с приложением Б. Измерительная поверхность должна охватывать испытуемый источник.

Примечание — Предпочтительно выбирать поверхности простых геометрических форм, представленных на рисунке 1.



1 — параллелепипед; *2* — полусфера; *3* — цилиндр; *4* — полуцилиндр.

Рисунок 1 — Предпочтительные исходные измерительные поверхности

Среднее расстояние между измерительной поверхностью и поверхностью источника должно быть более 0,5 м, за исключением участков, которые излучают незначительную часть звуковой мощности, что доказывается испытанием. Выбранная поверхность может иметь непоглощающие участки (коэффициент поглощения в диффузном поле менее 0,06), такие, как бетонный пол или кирпичная стена. На этих участках не следует проводить измерения интенсивности звука, и нельзя включать такие участки в оценку звуковой мощности источника по формуле (6) (см. 3.6.2).

Для оценки стационарности звукового поля выбирают «типичную» точку измерения на исходной измерительной поверхности и вычисляют показатель F_1 для всех полос частот согласно А.2.1 приложения А.

Если нестационарность звукового поля превышает значение, указанное в таблице Б.2 приложения Б, принимают соответствующие меры для ее уменьшения (см. таблицу Б.2).

Влияние постороннего шума следует считать незначительным, если уровни звука А, измеренные в пяти точках, распределенных равномерно по измерительной поверхности, уменьшатся по меньшей мере на 10 дБ при выключении испытуемого источника.

Примечание — Это условие не следует применять, если испытуемый источник управляет источниками значительного постороннего шума, расположенными вне измерительной поверхности.

Проводят измерения уровней нормальной составляющей интенсивности звука и уровней звукового давления в полосах частот, в которых должны быть определены уровни звуковой мощности не менее чем в одной точке на 1 м^2 и не менее чем в 10 точках, по возможности равномерно распределенных на измерительной поверхности.

В случаях, когда шум посторонних источников значителен и может потребоваться более 50 точек измерения, допустимо уменьшить плотность точек до одной на 2 м^2 при условии, что общее число точек измерения не меньше 50. В случаях, когда посторонний шум незначителен и площадь измерительной поверхности более 50 м^2, распределяют 50 точек как можно более равномерно (соответственно площади сегментов) по измерительной поверхности.

Вычисляют показатели поля F_2, F_3 и F_4 для всех полос частот согласно приложению А и вводят их в формулы, приведенные в Б.1.1 приложения Б.

Результат вычислений позволяет определить соответствие точности измерений техническому методу.

Если критерий 1 (Б.1.1) не удовлетворяется во всех полосах частот, то выполняют следующее:

а) в отчете согласно 10.5 указывают, что погрешность определения уровня звуковой мощности в этих полосах частот превышает погрешность, установленную в таблице 1 для технического метода;

б) или принимают меры согласно таблице Б.2, чтобы увеличить (повысить) точность.

Если критерий 2 (Б.1.2) не удовлетворяется во всех полосах частот, принимают меры согласно 8.3.

8.3 Сведение к минимуму числа дополнительных точек измерения на исходной измерительной поверхности

Если проверка, приведенная в Б.1.2, показывает, что для какого-либо частотного диапазона критерий 2 не выполняется, то обеспечение гарантированной точности измерений может быть возможным за счет изменения положения точек измерения.

Указанная ниже методика позволяет уменьшить число измерений для оценки пригодности исходной измерительной поверхности.

Если критерий 1 (Б.1.1) удовлетворяется, а критерий 2 (Б.1.2) не удовлетворяется и если $F_3 - F_2 \le 1$ дБ (в некоторых или во всех полосах частот), то возможно, что большая часть звуковой мощности источника в этих полосах проходит через измерительные сегменты, общая площадь которых меньше половины общей площади измерительной поверхности. В этом случае следует пользоваться методикой перераспределения точек измерения, приведенной в Б.1.3. Если выполнение указанной процедуры не ведет к желаемому результату, следует принять меры согласно Б.2. Если и в этом случае установленные критерии не будут удовлетворены, регистрируют отрицательный результат испытания и указывают причины невозможности достижения требуемой точности.

9 РАСЧЕТ УРОВНЯ ЗВУКОВОЙ МОЩНОСТИ

9.1 Расчет составляющей звуковой мощности для каждого сегмента измерительной поверхности

Составляющую звуковой мощности в каждой полосе частот для каждого сегмента измерительной поверхности рассчитывают по формуле

$$P_i = I_{n_i} S_i, \tag{11}$$

где P_i — составляющая звуковой мощности для сегмента i;

I_{n_i} — нормальная составляющая интенсивности звука на измерительной поверхности, с учетом знака, в точке i;

S_i — площадь сегмента i.

Если измерено значение уровня нормальной составляющей интенсивности звука, то I_{n_i} вычисляют по формуле

$$I_{n_i} = \pm I_0 \cdot 10^{L_{I_{ni}} / 10}, \tag{12}$$

где $I_0 = 10^{-12}$ Вт/м^2;

$L_{I_{ni}}$ — уровень нормальной составляющей интенсивности звука для сегмента i;

знак (+) или (—) соответствует знаку $L_{I_{ni}}$.

9.2 Расчет уровня звуковой мощности источника шума

Уровень звуковой мощности источника шума в каждой полосе частот рассчитывают по формуле

$$L_W = 10 \lg \sum_{i=1}^{N} P_i / P_0, \tag{13}$$

где P_i — составляющая звуковой мощности через сегмент i, вычисленная по формуле (11);

$P_0 = 10^{-12}$ Вт;

N — общее число точек измерения (сегментов).

Если $\sum_{i=1}^{N} P_i$ имеет отрицательное значение, то метод, приведенный в настоящем стандарте, не может быть применен для данной полосы частот в данных условиях измерения, что следует отразить в отчете.

9.3 Расчет корректированного уровня звуковой мощности

Корректированный уровень звуковой мощности L_{WA} в дБ(A) рассчитывают по формуле

$$L_{WA} = 10 \lg \sum_{j=1}^{n} 10^{0,1\,(L_{W_j} + K_{A_j})}, \qquad (14)$$

где L_{W_j} — уровень звуковой мощности в j-й полосе частот, дБ; вычисляется по формуле (11);

K_{A_j} — поправка, соответствующая частотной характеристике А шумомера, дБ; определяется по ГОСТ 17187;

n — число учитываемых октавных или третьоктавных полос частот.

10 ИНФОРМАЦИЯ, ВКЛЮЧАЕМАЯ В ОТЧЕТ

В отчете должна содержаться следующая информация:

10.1 Испытуемый источник

а) Описание испытуемого источника (включая его размеры и структуру поверхности).

б) Характер шума испытуемого источника (нестабильность, периодичность, тональность и т.д.).

в) Режимы работы.

г) Условия работы.

10.2 Акустические внешние условия

а) Описание условий испытания, включая чертеж расположения источника, форму и положение ближних объектов, характер опорной поверхности.

б) Описание характера шума от других источников, включая нестабильность, периодичность, тональность.

в) Температура воздуха и атмосферное давление.

г) Средняя скорость и направление ветра.

д) Описание приспособлений и методики сведения к минимуму постороннего шума.

е) Качественное описание газовых и воздушных потоков и их неустойчивости.

10.3 Средства измерения

а) Оборудование, применяемое для измерений, включая названия, типы, заводские номера и реквизиты изготовителей, а также форму акустического зонда для измерения интенсивности звука.

б) Методы градуировки и методы калибровки приборов в процессе измерений, а также результаты градуировки и калибровки.

в) Показатель давления — остаточной интенсивности звука, измерительной системы для каждой полосы частот и для каждой конфигурации используемых зондов.

г) Дата и место градуировки прибора для измерения интенсивности звука.

10.4 Методика измерения

а) Описание каждого этапа методики измерения.

б) Описание монтажа и крепления акустического зонда.

в) Схема и описание измерительной поверхности и сегментов.

г) Описание массива точек измерений, указание номеров и координат точек.

д) Указание времени усреднения в каждой точке.

10.5 Данные акустических измерений

а) Параметры поля от F_1 до F_4 для каждой серии измерений и каждой использованной измерительной поверхности.

б) Уровни звуковой мощности в полосах частот в виде таблиц и графиков.

Корректированный уровень звуковой мощности.

в) Погрешность определения уровня звуковой мощности в полосах частот, в которых критерий 2 приложения Б не удовлетворяется (рассчитанная в соответствии с уравнением Б.3).

г) Результаты испытаний в натурных условиях при повороте зонда согласно 6.2.2, если это необходимо.

д) Дата проведения измерений (год, месяц, день).

10.6 Соответствие требованиям точности по техническому методу

Для полос частот, в которых точность метода по таблице 1 не удовлетворяется, согласно приложению Б, должны быть указаны 95 %-ные доверительные интервалы уровня звуковой мощности.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЛЯ

А.1 Общие положения

Показатели поля оценивают по формулам (А.1) — (А.9) для каждой из использованных измерительных поверхностей, каждого расположения точек на них и каждой полосы частот.

А.2 Определение показателей поля

А.2.1 *Показатель временно́й нестабильности звукового поля*

Показатель F_1 временно́й нестабильности звукового поля в точке измерительной поверхности вычисляют по формуле

$$F_1 = \frac{1}{\bar{I}_n} \sqrt{\frac{1}{M-1} \sum_{k=1}^{M} (I_{n_k} - \bar{I}_n)^2} \,. \qquad (А.1)$$

где $\bar{I}_n$ — среднее значение нормальной составляющей интенсивности звука для M средних кратковременных выборок I_{n_k}, вычисляемое по формуле

$$\bar{I}_n = \frac{1}{M} \sum_{k=1}^{M} I_{n_k} \,. \qquad (А.2)$$

Примечание — M принимают равным 10. Рекомендуемое время усреднения — от 8 до 12 с или время любого целого числа периодов для периодических сигналов.

А.2.2 *Показатель давления — интенсивность звука на измерительной поверхности*

Показатель F_2 в децибелах давление — интенсивность звука на измерительной поверхности вычисляют по формуле

$$\bar{F}_2 = \bar{L}_p - \bar{L}_{|I_n|} \,, \qquad (А.3)$$

где L_p — уровень звукового давления на поверхности в децибелах, определяемый по формуле

$$\bar{L}_p = 10 \lg \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} 10^{0,1 L_p} \right); \qquad (А.4)$$

$\bar{L}_{|I_n|}$ — уровень нормальной составляющей интенсивности звука на поверхности в децибелах, определяемый по формуле

$$\bar{L}_{|I_n|} = 10 \lg \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} |I_{n_i}| / I_0 \right), \qquad (А.5)$$

где $|I_{n_i}|$ — абсолютное значение нормальной составляющей интенсивности звука в точке измерения i.

А.2.3 *Показатель отрицательной составляющей звуковой мощности*

Показатель F_3 в децибелах отрицательной составляющей звуковой мощности вычисляют по формуле

$$F_3 = \bar{L}_p - \bar{L}_{I_n} \,, \qquad (А.6)$$

где $\bar{L}_p$ — уровень звукового давления на поверхности, вычисляемый по формуле (А.4);

$\bar{L}_{I_n}$ — уровень нормальной составляющей интенсивности звука на поверхности в децибелах с учетом знака, вычисляемый по формуле

$$\bar{L}_{I_n} = 10 \lg \left| \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} I_{n_i} / I_0 \right|, \qquad (А.7)$$

где I_{n_i} — составляющая нормальной интенсивности звука, измеренная в точке i, с учетом знака;

$$I_0 = 10^{-12} \text{ Вт/м}^2.$$

Если измерено значение уровня нормальной составляющей интенсивности звука $L_{I_{ni}}$, величину I_{n_i} вычисляют по формуле (12).

Если $\sum_{i=1}^{N} I_{n_i} / I_0$ имеет отрицательное значение в какой-либо полосе частот, то условия испытаний не удовлетворяют требованиям данного стандарта в этой полосе частот (см. 9.2).

А.2.4 *Показатель неравномерности поля*

Показатель неравномерности поля F_4 в децибелах вычисляют по формуле

$$F_4 = \frac{1}{\bar{I}_n} \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N} (I_{n_i} - \bar{I}_n)^2}, \qquad (А.8)$$

где $\bar{I}_n$ — нормальная составляющая интенсивности звука на поверхности, вычисляемая по формуле

$$\bar{I}_n = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} I_{n_i}. \qquad (А.9)$$

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(обязательное)

МЕТОДИКА ДОСТИЖЕНИЯ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ, СООТВЕТСТВУЮЩЕЙ ТРЕБОВАНИЯМ ТЕХНИЧЕСКОГО МЕТОДА

Б.1 Оценка пригодности условий измерения

Общая схема операций представлена на рисунке Б.1.

Примечание — Контур, ограниченный штриховой линией, представляет блок процедур для сведения к минимуму числа дополнительных точек измерения на исходной измерительной поверхности согласно Б.3.

Б.1.1 *Проверка пригодности измерительного оборудования*

Показатель динамической способности L_d должен быть больше, чем показатель F_2 (или F_3), определенный в приложении А.

Критерий 1

$$L_d > F_2. \qquad (Б.1)$$

Если выбранная измерительная поверхность не удовлетворяет критерию 1, то проводят действия согласно таблице Б.2 и рисунку Б.1.

Б.1.2 *Проверка правильности выбранного расположения точек измерения*

Число точек измерения N, равномерно распределенных по измерительной поверхности, достаточно, если выполняется

Критерий 2

$$N > C (F_4)^2, \qquad (Б.2)$$

где показатель F_4 определен согласно приложению А, а коэффициент C дан в таблице Б.1. Если используется одно и то же число точек измерения во всех полосах частот, при проверке критерия 2 принимают максимальное значение величины CF_4^2. Если в некоторых полосах частот критерий 2 не выполняется, то уровень звуковой мощности должен быть приведен совместно с 95 %-ным доверительным интервалом, рассчитываемым по формуле

$$10 \lg (1 \pm 2F_4 / \sqrt{N}). \qquad (Б.3)$$

Таблица Б.1 — Значения для коэффициента C

Центральные частоты октавных полос, Гц	Центральные частоты третьоктавных полос, Гц	C
63—125	50—160	11
250—500	200—630	19
1000—4000	800—5000	29
	6300	14

Так как корректированный уровень звуковой мощности определяют путем суммирования корректированных звуковых мощностей, вычисленных для ряда смежных полос частот (см. 9.3), F_4 следует определять по формулам (А.8) и (А.9), используя значения I_{n_i} и I_n, вычисляемые как суммы корректированных значений по характеристике А шумомера нормальных составляющих интенсивности звука в каждой полосе (аналогично сумме в формуле 1). Следует принять максимальное в полосе частот значение C.

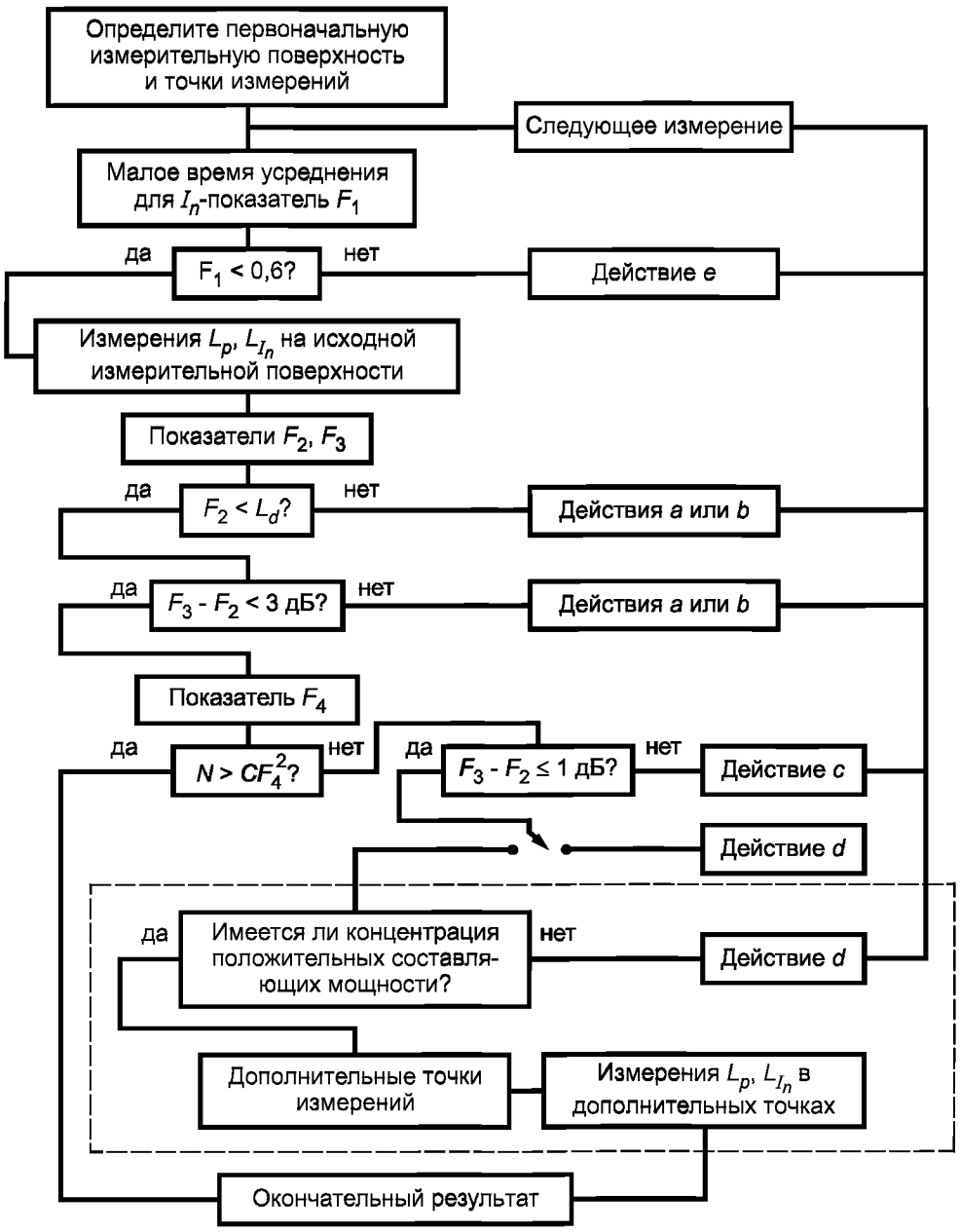


Рисунок Б.1 — Алгоритм достижения необходимой точности

Б.1.3 *Проверка концентрации положительных составляющих звуковой мощности и оценка необходимого изменения расположения точек измерений*

В каждой полосе частот, для которой выполняются условия, указанные в 8.3, располагают в порядке снижения величины положительные составляющие звуковой мощности, проходящие через каждый измерительный сегмент, и выбирают ряд сегментов, через которые проходит более половины общей звуковой мощности. Обозначают через α выбранную часть общей звуковой мощности ($\alpha > 0{,}5$). Выбранное таким образом число сегментов N_α должно быть менее половины общего числа сегментов N. Применяют методику, установленную ниже, для оценки числа дополнительных точек измерения на этом ряде сегментов.

Вычисляют отдельно, согласно А.2.4, показатель F_4.

а) для ряда сегментов N_α, имеющих общую площадь S_α;

б) для остальных сегментов.

Эти значения F_4 обозначают как $F_4(\alpha)$ и $F_4(1-\alpha)$, соответственно.

Общее число новых точек измерения N^*, необходимых на измерительной поверхности S_α, определяют по формуле

$$N^* \geq 4\,[F_4(\alpha)\,\Delta\alpha\,]^2, \qquad (Б.4)$$

где $\Delta\alpha = \frac{1}{\alpha} - [0{,}29 - (1-\alpha)\frac{2}{N_{1-\alpha}}]\,F_4(1-\alpha)$ и

$$N_{1-\alpha} = N - N_\alpha .$$

Число точек измерения N^* распределяют равномерно по поверхности S_α соответственно площади сегментов.

Если ряд сегментов, удовлетворяющих вышеуказанному условию не существует, принимают соответствующие таблице Б.2 альтернативные меры для повышения точности определения звуковой мощности.

Б.1.4 *Определение нестационарности поля*

Показатель F_1 оценивают перед и после измерения на каждой измерительной поверхности. Если F_1 превышает предел, приведенный в таблице Б.2, то следует принять меры для уменьшения нестационарности поля во времени.

Б.1.5 *Определение наличия посторонних источников сильно направленного действия*

Если F_2 и F_3 значительно отличаются друг от друга, то вероятно наличие постороннего источника шума сильно направленного действия. Следует принять меры согласно таблице Б.2.

Б.2 Меры, принимаемые для повышения точности измерений

В таблице Б.2 указаны меры, которые следует принимать в случаях, когда выбранная измерительная поверхность и/или расположение точек измерения не отвечают требованиям, изложенным в Б.1.

Таблица Б.2 — Мероприятия по повышению точности измерений

Критерий	Действие (рисунок Б.1)	Мероприятие
$F_1 > 0{,}6$	*e*	Уменьшить временную нестабильность интенсивности посторонних источников или проводить измерения в период меньшей нестабильности, или увеличить время измерения в каждой точке
$F_2 > L_d$ или $(F_3 - F_2) > 3$ дБ	*a*	При наличии существенной внешней помехи и/или сильной реверберации уменьшить расстояние измерительной поверхности от источника до 0,25 м. В противном случае увеличить это расстояние до 1 м
	b	Отделить щитами измерительную поверхность от постороннего шума или уменьшить отражение звука по направлению к источнику
Критерий 2 не удовлетворяется и 1 дБ $\leq (F_3 - F_2) \leq$ 3 дБ	*c*	Равномерно увеличить плотность точек измерения, чтобы критерий 2 отвечал требованиям
Критерий 2 неудовлетворяется и $(F_3 - F_2) \leq$ 1 дБ, и методика 8.3 либо не дает положительного результата, либо не применяется	*d*	Увеличить расстояние измерительной поверхности от источника при том же числе точек измерения или увеличить число точек измерения на той же поверхности

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(справочное)

ВЛИЯНИЕ ПОТОКА ВОЗДУХА НА ИЗМЕРЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ЗВУКА

Если число Маха потока воздуха мало (M<0,05) и поле не сильно реактивно, то интенсивность звука может быть измерена с достаточной точностью.

Турбулентные потоки вблизи акустического зонда вызывают сигнал псевдоинтенсивности звука, поэтому следует применять ветровые экраны на микрофоны, особенно на частотах ниже 200 Гц. Турбулентные потоки ведут также к нестабильности результатов измерения.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(справочное)

ВЛИЯНИЕ ПОГЛОЩЕНИЯ ЗВУКА ВНУТРИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Влияние поглощения звука может не учитываться, если выполняется условие

$$L_W - L_{W,a} \geq K, \qquad (Г.1)$$

где L_W — уровень общей звуковой мощности источника согласно формуле (8), дБ;

$L_{W,a}$ — уровень поглощенной звуковой мощности, измеренный при отключении испытуемого источника, дБ;

K = 10 дБ.

В противном случае следует принять меры по уменьшению уровня постороннего шума или экранировать измерительную поверхность от внешних источников.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
(справочное)

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Для измерения интенсивности звука применяют интенсиметры звука, состоящие из анализатора с октавными или третьоктавными фильтрами и акустического зонда. Акустический зонд состоит из двух микрофонов.

Интенсиметры звука подлежат государственной поверке или калибровке, если они прошли испытания с целью утверждения типа и допущены к применению в стране. Для калибровки интенсиметров звука применяют калибратор интенсиметра. Микрофоны, входящие в зонд, калибруют при помощи калибратора микрофонов.

Средства измерений фирмы «Брюль и Къер», прошедшие испытания с целью утверждения типа до 1995 г. включительно

1 Двухканальный анализатор спектра в реальном времени типа 2144. В случае применения для целей настоящего стандарта: частотный диапазон с акустическими зондами типов 3545 и 3548 — 50 Гц ... 6,3 кГц, полосы частот — 1/1, 1/3 октавы, характеристика «А» шумомера.

2 Акустический калибратор типа 4231. Частота калибровки — 1 кГц, уровень звукового давления — 94, 114 дБ, погрешность калибровки ...±0,2 дБ.

Средства измерений фирмы «Брюль и Къер», планируемые для проведения испытаний с целью утверждения типа

1 Пара конденсаторных микрофонов с согласованными амплитудными и фазовыми характеристиками типов 4181 и 4178.

2 Акустические зонды типов 3545 и 3548.

3 Интенсиметрический калибратор типа 3545.
4 Акустический анализатор типа 2260.

Средства измерений фирмы «Ларсен-Дэвис», прошедшие испытания с целью утверждения типа до 1995 г. включительно

Анализатор спектра в реальном времени типа 2900. В случае применения для целей настоящего стандарта: частотный диапазон с акустическим зондом типа 2250 — 50 Гц ... 6,3 кГц, полосы частот — 1/1, 1/3 октавы, характеристика «А» шумомера.

Средства измерений фирмы «Ларсен-Дэвис», планируемые для проведения испытаний с целью утверждения типа

1 Модульный анализатор в реальном времени типа 3200.
2 Акустический зонд типа 2250.
3 Калибратор микрофонов типа CA 200.
4 Калибратор интенсиметров типа CAL 290.

Средства измерений фирмы «Хьюлетт-Паккард», планируемые для проведения испытаний с целью утверждения типа

1 Двухканальные анализаторы типов HP 3569A и HP 3566A.
2 Акустические зонды типов HP 35237A и HP 35237B.

Примечание — Возможность применения для целей настоящего стандарта акустических БПФ-анализаторов определяется по результатам исследования погрешности синтезирования октавных и третьоктавных полос из узкополосного спектра.

УДК 534.322.3.08:006.354 МКС 17.140.20 Т34 ОКСТУ 0011

Ключевые слова: шум машин, источник шума, шумовая характеристика, звуковое поле, звуковая мощность, звуковое давление, интенсивность звука, измерение интенсивности звука

Редактор *В.П. Огурцов*
Технический редактор *Н.С. Гришанова*
Корректор М.С. Кабашова
Компьютерная верстка *С.В. Рябовой*

Изд. лиц. № 021007 от 10.08.95. Сдано в набор 14.05.98. Подписано в печать 01.07.98. Усл.печ.л. 2,32. Уч.-изд.л. 1,45.
Тираж 409 экз. С/Д 5088. Зак. 341.

ИПК Издательство стандартов, 107076, Москва, Колодезный пер., 14.
Набрано в Издательстве на ПЭВМ
Филиал ИПК Издательство стандартов — тип. “Московский печатник”, Москва, Лялин пер., 6
Плр № 080102

gost.e-ecolog.ru