ГОСТ Р 51400—99
(ИСО 3743-1—94, ИСО 3743-2—94)

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Шум машин

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЕЙ ЗВУКОВОЙ МОЩНОСТИ ИСТОЧНИКОВ ШУМА ПО ЗВУКОВОМУ ДАВЛЕНИЮ

Технические методы для малых переносных источников шума в реверберационных полях в помещениях с жесткими стенами и в специальных реверберационных камерах

Издание официальное

БЗ 11—99/464

ГОССТАНДАРТ РОССИИ
Москва

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Акционерным обществом «Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем» (АО НИЦ КД)

ВНЕСЕН Главным управлением технической политики в области стандартизации Госстандарта России

2 ПРИНЯТ И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Госстандарта России от 17 декабря 1999 г. № 542-ст

3 Стандарт полностью соответствует стандартам ИСО 3743-1—94 «Акустика. Определение уровней звуковой мощности источников шума. Технические методы для малых переносных источников в реверберационных полях. Метод сравнения для испытательных помещений с жесткими стенами» и ИСО 3743-2—94. «Акустика. Определение уровней звуковой мощности источников шума по звуковому давлению. Технические методы для малых переносных источников в реверберационных полях. Методы для специальных реверберационных камер»

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

© ИПК Издательство стандартов, 2000

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

Содержание

1 Нормативные ссылки 1
2 Общие положения 1
3 Аппаратура 3
4 Условия измерений 3
5 Подготовка к измерениям 3
6 Проведение измерений 7
7 Обработка результатов измерений 8
Приложение А Характеристики образцового источника шума 10
Приложение Б Руководство по проектированию специальных реверберационных камер 10

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Шум машин

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЕЙ ЗВУКОВОЙ МОЩНОСТИ ИСТОЧНИКОВ ШУМА ПО ЗВУКОВОМУ ДАВЛЕНИЮ

Технические методы для малых переносных источников шума в реверберационных полях в помещениях с жесткими стенами и в специальных реверберационных камерах

Noise of machines. Determination of sound power levels using sound pressure.
Engineering methods for small, movable sources in reverberant fields for
hard-walled test rooms and for special reverberation test rooms

Дата введения 2000—07—01

Настоящий стандарт распространяется на машины, технологическое оборудование и другие источники шума (далее — источники шума), которые создают в воздушной среде все виды шума по ГОСТ 12.1.003, кроме прерывистого и импульсного.

Стандарт устанавливает технические методы определения уровней звуковой мощности в октавных полосах частот или корректированного по *A* уровня звуковой мощности.

Измерения проводят в регламентируемых настоящим стандартом условиях реверберационного поля.

На основе настоящего стандарта разрабатываются стандарты и другие нормативные документы по испытаниям на шум видов машин, которые могут конкретизировать требования по установке, режимам работы источника шума и т.д.

1 Нормативные ссылки

ГОСТ 12.1.003—83 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности

ГОСТ 17168—82 Фильтры электронные октавные и третьоктавные. Общие технические требования и методы испытаний

ГОСТ 17187—81 Шумомеры. Общие технические требования. Методы испытаний

ГОСТ 23941—79 Шум. Методы определения шумовых характеристик. Общие требования

ГОСТ 27408—87 Шум. Методы статистической обработки результатов определения и контроля уровня шума, излучаемого машинами

2 Общие положения

2.1 Установленные настоящим стандартом методы применимы для малогабаритных источников шума, которые могут быть установлены в реверберационное испытательное помещение или специальную реверберационную камеру. Размер источника шума зависит от объема испытательного помещения (камеры) и ограничивается следующим образом:

- для реверберационных помещений до 40 м^3 объем огибающего параллелепипеда испытываемого источника должен быть меньше, по крайней мере в 40 раз, объема помещения. Для помещений от 40 до 100 м^3 наибольший габаритный размер источника шума не должен превышать 1 м, а при бóльших объемах камеры — 2 м;
- для специальных реверберационных камер объем источника шума не должен превышать 1 % объема камеры.

Издание официальное

2.2 Технический метод обеспечивает среднее квадратическое отклонение воспроизводимости измерений σ_R согласно ГОСТ 27408 в соответствии с таблицей 1 настоящего стандарта.

Приведенные в таблице 1 значения σ_R определены по совокупности источников шума различной природы и поэтому не зависят от конкретного источника шума непосредственно. Они определяются различиями между испытательными лабораториями в форме, геометрических размерах испытательного помещения или камер, акустических свойствах поверхностей их стен, пола и потолка или камеры, фоновом шуме, типе и калибровке применяемой измерительной аппаратуры. Они обуславливаются также различиями в методике измерений, в том числе числом и положением точек измерения, расположением испытуемого источника шума в испытательном пространстве, продолжительностью измерений. В таблице 1 приведены верхние предельные значения, которые могут быть меньше для одинаково оборудованных лабораторий и для источников шума конкретного вида и подлежат уточнению в стандартах по испытаниям на шум видов машин.

Таблица 1 — Верхние границы оценок среднего квадратического отклонения воспроизводимости уровней звуковой мощности

Среднегеометрическая частота, Гц	Среднее квадратическое отклонение воспроизводимости измерений σ_R, дБ	
	при измерениях в реверберационном помещении	при измерениях в специальной реверберационной камере
125	3,0	5,0
250	2,0	3,0
от 500 до 4000	1,5	2,0
8000	2,5	3,0
При измерениях на характеристике *A*	1,5*	2,0*

*Для источника широкополосного шума с относительно «плоским» спектром в диапазоне частот от 100 до 10000 Гц.

2.3 Неопределенность результатов измерений, выражаемая через среднее квадратическое отклонение воспроизводимости измерений σ_R, зависит от доверительной вероятности. Например, для распределения уровней звуковой мощности по нормальному закону при доверительной вероятности 90 % действительное значение уровня находится в интервале $\pm 1{,}646\ \sigma_R$, а при доверительной вероятности 95 % — в интервале $\pm 1{,}96\ \sigma_R$ от измеренного значения. Неопределенность результатов измерений рассчитывают по ГОСТ 27408 определением постоянной *K* (параметра неопределенности *K*).

2.4 Измерения могут проводиться:

- в испытательных помещениях с жесткими стенами с коэффициентом звукопоглощения не более 0,2 в диапазоне частот измерений. Этому условию обычно отвечает большинство производственных помещений, соответствующих таблице 2. Инструментальную проверку пригодности испытательного помещения проводят по 5.1.1;
- в специальных реверберационных камерах, отвечающих требованиям раздела 4.

Таблица 2 — Качественные признаки пригодных и непригодных испытательных помещений

Пригодные помещения	Непригодные помещения
Почти пустые помещения с гладкими жесткими стенами и потолками, выполненными из бетона, кирпича, оштукатуренные или покрытые кафелем	Помещения с драпировками и обивками, машинные залы или производственные помещения с небольшим количеством звукопоглощающего материала на потолке или стенах (например частично звукопоглощающий потолок)
Частично обставленные помещения с гладкими жесткими стенами	Помещения с некоторым количеством звукопоглощающих материалов и на потолке и на стенах
Помещения без драпировок и обивок, прямоугольные машинные залы или производственные помещения без звукопоглощающих материалов на поверхностях.	Помещения с большим количеством звукопоглощающих материалов или на потолке или на стенах
Помещения неправильной формы без драпировок и обивок, неправильной формы машинные залы или производственные помещения без звукопоглощающих материалов на поверхностях	

3 Аппаратура

3.1 Для измерений уровней звукового давления и уровней звука применяют шумомеры 1-го или 2-го класса по ГОСТ 17187 с полосовыми электронными фильтрами по ГОСТ 17168 с характеристиками, соответствующими этим стандартам.

Микрофон шумомера должен быть предназначен для измерений в диффузном звуковом поле.

3.2 Акустическую калибровку шумомера следует проводить до и после измерений с применением калибратора звука с погрешностью ±0,3 дБ на одной или нескольких частотах в диапазоне измерений. Результаты калибровки не должны расходиться более чем на 0,2 дБ.

3.3 Измерения должны проводиться при температуре, электрических и магнитных полях, допускаемых изготовителем аппаратуры.

3.4 Образцовый источник шума должен отвечать требованиям приложения А.

4 Условия измерений

4.1 Объем реверберационного помещения должен быть не менее 40 м^3 и отвечать размерам источника шума по 2.4.

Минимальный объем специальной реверберационной камеры должен быть не менее 70 м^3 и более, если проводятся измерения в октавной полосе 125 Гц. Если измерения проводят в октавных полосах 4000 и 8000 Гц, объем камеры не должен быть более 300 м^3. В случае применения образцового источника шума (7.3.2) предпочтительнее использовать камеры с бóльшим объемом. Другие требования к камере приведены в приложении Б.

4.2 Реверберационное испытательное помещение пригодно, если отвечает требованиям 2.4 и 5.1.1, а температура и относительная влажность во время измерений поддерживаются постоянными, насколько это позволяют производственные условия.

Специальная реверберационная камера пригодна, если: соответствует размерам источника шума по 2.1; коэффициент звукопоглощения пола менее 0,06 и коэффициент звукопоглощения любой из стен и потолка находится в интервале 0,5—1,5 среднего значения коэффициента звукопоглощения стен и потолка в каждой октавной полосе; звукопоглощение в воздухе, зависящее от температуры и относительной влажности, особенно для частот свыше 1000 Гц, не изменяется резко в процессе измерений, так что произведение относительной влажности *rh* на температуру (θ+5) °С, *rh* (θ+5) не отличается более чем на 10 % от его превалирующего значения при измерении времени реверберации камеры; время реверберации камеры соответствует Б.4.

Руководство по проектированию специальных реверберационных камер приведено в приложении Б.

4.3 В реверберационных испытательных помещениях октавные уровни звукового давления фонового шума должны быть на 6 дБ и предпочтительнее на 15 дБ ниже уровней звукового давления при работающем источнике шума, а в специальной реверберационной камере — соответственно на 4 и 10 дБ.

5 Подготовка к измерениям

5.1 Проверка пригодности испытательного помещения и специальной реверберационной камеры

5.1.1 В испытательном помещении устанавливают, соблюдая требования 5.2, технологический высоконаправленный (показатель направленности более 15 дБ) широкополосный источник шума и микрофоны. Измеряют средние (по энергии) октавные уровни звукового давления L_{p1} [см. $\overline{L}_{p(ST)}$ в формуле (8)] в первом положении технологического источника шума. Затем поворачивают его на угол 45—135°, повторяют измерения и находят L_{p2}. Процедуру поворота и измерений повторяют еще дважды, но так, чтобы четвертое положение технологического источника шума отличалось от первого положения на угол 45—90° и измеряют L_{p3} и L_{p4}.

Если максимальная разность результатов измерений в октавных полосах 125—8000 Гц не превосходит средних квадратических отклонений воспроизводимости согласно таблице 1, то помещение признают пригодным для измерений по настоящему стандарту.

Вместо технологического высоконаправленного источника шума допускается использовать испытуемый источник шума или подобный ему источник шума, но в этом случае помещение признают пригодным только для испытаний на шум источника шума данного вида.

5.1.2 В специальную реверберационную камеру устанавливают образцовый источник шума с известными паспортными данными.

В соответствии с настоящим стандартом определяют октавные уровни звуковой мощности образцового источника шума при работе его на том же режиме, при котором он откалиброван.

Если разности паспортных и определенных октавных уровней звуковой мощности не превосходят указанных в таблице 3, камеру признают пригодной для измерений по настоящему стандарту.

Таблица 3 — Максимальные допустимые разности паспортных и определенных в специальной реверберационной камере октавных уровней звуковой мощности образцового источника шума

Среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц	Разности октавных уровней звуковой мощности, дБ
125	±5
от 250 до 4000	±3
8000	±4

5.2 Установка источника шума

Способ и место установки источника шума могут оказывать влияние на его звуковую мощность. Обычно источник шума устанавливают для испытаний на шум так же, как он устанавливается при эксплуатации.

Если имеется возможность установки несколькими способами и типовые условия установки неизвестны, то необходима договоренность заинтересованных сторон, отражаемая в протоколе испытаний.

В силу динамического взаимодействия источника шума с поверхностями опирания, на которые передается вибрация от источника, последние могут излучать значительный низкочастотный фоновый шум. Во избежание этого следует использовать виброизолирующие прокладки, если они применяются при эксплуатации. При необходимости прокладки применяют и тогда, когда типовые условия установки неизвестны.

5.2.1 Источники шума, устанавливаемые при эксплуатации на стене, на полу перед стеной (стенами), испытывают в таком же положении. Если это невозможно, то источник шума устанавливают на полу не ближе 1 м от любой грани огибающего параллелепипеда до любой из стен. Если источник шума работает на столе или на подставке, то испытание на шум также проводят на столе или подставке не ближе 1 м от любой из стен помещения. Эти расстояния могут быть изменены в бóльшую или меньшую сторону в стандартах по испытаниям на шум видов машин.

Грани огибающего параллелепипеда не должны быть параллельны стенам помещения.

5.2.2 Ручные машины, удерживаемые при работе в руках, испытывают в таком же положении, чтобы исключить возникновение структурного шума от других источников, возбуждаемых передаваемой на них вибрацией. Если ручные машины при работе вывешиваются или опираются с помощью вспомогательных устройств, то эти устройства считают частью ручной машины, и испытания проводят при их наличии.

5.2.3 Вспомогательное оборудование (трубопроводы, воздуховоды и т.д.), если это возможно, должно быть вынесено за пределы испытательного пространства. В противном случае оно считается частью источника шума и должно быть включено в огибающий параллелепипед.

5.2.4 Если размеры реверберационного испытательного помещения достаточны, то источник шума помещают в его центре так, чтобы вокруг него можно было разместить микрофоны согласно 5.4.1. В противном случае источник шума размещают в одном из концов помещения так, чтобы в другом конце образовалось устойчивое реверберационное поле.

Если проверкой на слух обнаруживается существенная направленность излучения источника шума, то его следует повернуть так, чтобы звуковая энергия наибольшей направленности хотя бы один раз отразилась от границ помещения с минимальными потерями ее до достижения любого из микрофонов.

Если прослушиваются тональные или узкополосные составляющие шума, то измерения нельзя ограничить одним местоположением источника шума и следует установить число местоположений в соответствии с 5.4.2.

5.2.5 В специальной реверберационной камере число местоположений источника шума в зависимости от числа точек измерения определяют по 5.4.4.

5.3 Перед началом измерений источник должен быть выведен на рабочий режим, избираемый ГОСТ 23941, раздел 5. Если по техническим причинам или соображениям техники безопасности рабочий режим не может быть воспроизведен, то он должен быть промоделирован с максимальным

приближением к типовому рабочему режиму по условиям излучения шума. При прочих равных условиях допускается выбирать рабочий режим, характеризуемый наибольшей воспроизводимостью результатов измерений. Допускается проводить испытания на нескольких рабочих режимах с последующим объединением результатов на основе энергетического усреднения.

Если шум зависит от обрабатываемого материала или инструмента, они должны соответствовать типовым условиям работы источника шума.

5.4 Выбор положения и числа точек измерения

5.4.1 В реверберационном испытательном помещении минимальное число точек измерения равно трем и в случае достаточности размеров помещения должно быть увеличено до пяти — напротив каждой из граней огибающего параллелепипеда, кроме прилегающей к звукоотражающей плоскости (полу или стене в зависимости от установки источника шума). Все точки измерения должны быть расположены в зоне устойчивого реверберационного поля. Измерительное расстояние d, м, не должно быть менее рассчитываемого по формуле

$$d_{\min} = 0{,}3V^{1/3}, \qquad (1)$$

где V — объем помещения, м^3.

Точки измерения должны находиться не ближе 0,5 м от стен и потолка помещения и удалены друг от друга по меньшей мере на $\lambda/2$ (λ — длина волны среднегеометрической частоты самой низкой октавной полосы).

Предпочтительным является использование сканируемого микрофона. Траектория сканирования или линия, соединяющая фиксированные точки измерения, может представлять собой прямую, дугу окружности или другую пространственную кривую, наклоненную к любой из стен и потолку помещения не менее чем на 10° с измерительным расстоянием $d_{\min}$ согласно формуле (1). Длина траектории должна быть не менее 5 м.

5.4.2 Если источник шума излучает различаемые на слух тональные или узкополосные составляющие, то число точек измерения в реверберационном испытательном помещении увеличивают по меньшей мере до шести и определяют необходимое число местоположений источника шума в помещении по следующей методике:

- рассчитывают оценочное значение среднего квадратического отклонения S_{M}, дБ, для каждой октавной полосы по формуле

$$S_{\text{M}} = (N-1)^{-1/2} \left[\sum_{i=1}^{N} (L_{pi} - \overline{L}_p) \right]^{1/2}, \qquad (2)$$

где L_{pi} — уровень звукового давления в i-й точке измерения, дБ;

N — число точек измерения (не менее шести);

$$\overline{L}_p = 10 \lg \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} 10^{0{,}1 L_{pi}} \right].$$

В зависимости от значения S_{M} для каждой октавной полосы по таблице 4 определяют число местоположений N_{s} источника шума.

При $S_{\text{M}} > 4$ дБ дополнительно требуется провести испытания при двух положениях источника шума в другом (во втором) реверберационном помещении, отвечающем требованиям настоящего стандарта, но с другими линейными размерами этого помещения.

5.4.3 В специальной реверберационной камере измерительное расстояние должно соответствовать условию формулы (1), точки измерения должны находиться не ближе $\lambda/4$ от поверхностей камеры, расстояние между ними не менее $\lambda/2$. При измерениях на характеристике A шумомера принимают λ, равное 3,5 м.

Таблица 4 — Число местоположений источника шума в реверберационном испытательном помещении

S_{M}, дБ	Число местоположений источника шума, N_{s}
$\le 2{,}5$	Одно
$2{,}5 < S_{\text{M}} \le 4{,}0$	Два в том же помещении
$\ge 4{,}0$	Два в том же помещении и еще два в другом помещении

5.4.4 Число точек измерения и местоположений источника шума для каждой октавной полосы или при измерениях на характеристике *A* в специальной реверберационной камере определяют по следующей методике:

- в одном из положений источника шума в шести точках измерения измеряют октавные или корректированные по *A* уровни звукового давления;
- рассчитывают оценочное значение среднего квадратического отклонения $S_{\text{М}}$, дБ или дБ*A* соответственно, по формуле

$$S_{\text{М}} = (N - 1)^{-\frac{1}{2}} \left[\sum_{i=1}^{N} (L_{pi} - \overline{L}_p)\right]^{\frac{1}{2}}, \quad (3)$$

где L_{pi} — октавный или корректированный по *A* уровень звукового давления в *i*-й точке измерения, дБ или дБ*A* соответственно;

$\overline{L}_p$ — среднее значение октавного или корректированного по *A* уровня звукового давления, дБ или дБ*A* соответственно;

N — число точек измерения.

Если разброс значений L_{pi} не более 5 дБ (дБ*A*), в качестве $\overline{L}_p$ принимают среднее арифметическое значение, если более — рассчитывают его по формуле

$$\overline{L}_p = 10 \lg \left[\frac{1}{6}\left(10^{0{,}1L_{p1}} + 10^{0{,}1L_{p2}} + \ldots + 10^{0{,}1L_{p6}}\right)\right], \quad (4)$$

в соответствии с таблицей 5 определяют число местоположений источника шума в зависимости от числа точек измерения.

Применение сканируемого микрофона предпочтительнее использования фиксированных точек измерения. Требования к траектории сканирования по 5.4.1, но длину ее *l*, м, рассчитывают по формуле

$$l = \frac{\lambda}{2} N, \quad (5)$$

если траектория — дуга или прямая линия.

Если усреднение проводят, сканируя микрофон по контуру прямоугольника или круга, их минимальную площадь *A*, м^2, рассчитывают по формуле

$$A = \left(\frac{\lambda}{2}\right)^2 N. \quad (6)$$

В формулах (5) и (6) λ — длина волны среднегеометрической частоты октавной полосы, в которой проводят измерения.

Значения $S_{\text{М}}$ для таблицы 5 могут быть определены как среднее квадратическое значение уровня звукового давления по шести точкам измерения на траектории сканирования, расположенным на расстоянии не менее $\frac{\lambda}{2}$. При измерениях на характеристике *A* принимают λ, равное 3,5 м.

Таблица 5 — Минимальное число местоположений источника шума в зависимости от числа точек измерения в специальной реверберационной камере

$S_{\text{М}}$, дБ	Среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц	Минимальное число местоположений источника шума N_s при числе точек измерения *N*		
		3	6	12
$S_{\text{М}} < 2{,}3$	От 125 до 8000 и при измерениях на характеристике *A*	1	1	1
$2{,}3 \le S_{\text{М}} \le 4$	125 250, 500 и при измерениях на характеристике *A* от 1000 до 8000	1 2 2	1 2 1	1 1 1
$S_{\text{М}} > 4$	125 250 и при измерениях на характеристике *A* 500 От 1000 до 8000	3 4 4 3	2 3 2 2	2 2 2 1

Скорость сканирования должна быть постоянной. При использовании RC-сглаживания период сканирования должен быть менее удвоенной постоянной времени τ_A шумомера. Если используют интегрирующий шумомер, то период сканирования должен быть равен периоду интегрирования.

Значение S_M может служить качественным признаком состава спектра источника шума. Если $S_M > 4$ дБ, то в октавной полосе могут присутствовать тональные составляющие; если $2{,}3 \le S_M \le 4$ дБ, то в ней могут быть области узкополосного излучения; если $S_M < 2{,}3$ дБ — шум, вероятно, широкополосный. Предполагаемое наличие в спектре узкополосных составляющих или тонов должно быть отмечено в протоколе испытаний.

6 Проведение измерений

6.1 Предварительными измерениями устанавливают вид шума по ГОСТ 12.1.003.

6.2 Последовательно устанавливают микрофон в точки измерения или сканируют микрофон. В силу диффузности звукового поля ориентировка микрофона произвольная, но должна оставаться неизменной.

6.3 Измерения проводят при работающем и неработающем источнике шума, а также при работающем образцовом источнике шума, установленном на месте испытуемого источника шума. При этом, если звукопоглощение испытуемого источника шума в выключенном состоянии оказывает влияние на уровень звуковой мощности образцового источника шума, то он должен оставаться в помещении при измерениях на образцовом источнике шума. В том случае, когда испытуемый источник шума установлен ближе 1 м от стены, образцовый источник шума устанавливают вместо испытуемого источника шума на расстоянии 1 м от этой стены.

В специальной реверберационной камере образцовый источник шума, если используется метод сравнения по 7.3.2, может быть установлен в любом месте, но не ближе 1,5 м от стены.

6.4 Продолжительность измерения при работе образцового источника шума в реверберационном помещении не менее 30 с. При сканировании микрофона период интегрирования должен быть не менее периода сканирования. Если шум испытуемого источника шума менее стабилен, чем шум образцового источника шума, то продолжительность измерения и период интегрирования следует увеличить по сравнению с измерениями на образцовом источнике шума.

6.5 В специальной реверберационной камере продолжительность измерения должна быть не менее 10 постоянных времени τ_A шумомера. За результат измерения принимают среднее за период измерения значение.

При RC-сглаживании показания не снимают после каждого переключения фильтра или перемещения микрофона в другую точку измерения до истечения времени, равного пятикратному значению постоянной времени τ_A.

Если используют интегрирующий шумомер с интегрированием по фиксированному интервалу времени τ_D, то продолжительность измерения в каждой точке должна быть не менее 5 с. Например, если $\tau_D = 1$ с, то снимают пять показаний и за результат принимают среднее квадратическое значение. Если $\tau_D = 5$ с, то показание снимают в конце пятисекундного интервала.

При сканировании микрофона продолжительность измерения в октавной полосе 125 Гц должна быть не менее 30 с и не менее 10 с в октавных полосах 250 Гц и выше.

6.6 Между микрофоном и источником шума не должны находиться люди или предметы, искажающие звуковое поле. Расстояние между микрофоном и наблюдателем должно быть не менее 0,5 м.

6.7 Измерения проводят при включенной характеристике S шумомера.

6.8 Измеряют следующие величины:

$L'_{pi\,(\mathrm{ST})}$ — октавные уровни звукового давления (октавные и корректированные по A уровни звукового давления при измерениях в специальной реверберационной камере) в каждой точке измерения при работающем источнике шума;

$L'_{pi\,(\mathrm{RSS})}$ — те же величины, но при работающем образцовом источнике шума. В специальной реверберационной камере это измерение проводят, если применяют метод сравнения по 7.3.2;

$L''_{pi\,(\mathrm{B})}$ — те же величины для фонового шума.

7 Обработка результатов измерений

7.1 Вносят коррекцию на фоновый шум в измеренное значение октавного уровня звукового давления, руководствуясь следующим правилом:

- в реверберационном помещении коррекцию вносят, если уровни звукового давления фонового шума на 6 дБ и более ниже уровней, измеренных при работающем источнике шума или образцовом источнике шума. Коррекцию не проводят, если разность этих уровней равна 15 дБ или более. Если разность менее 6 дБ, результаты измерения могут быть использованы для оценки верхней границы октавных уровней звуковой мощности источника шума или образцового источника шума, о чем должна быть сделана запись в протоколе испытаний.

Скорректированное на фоновый шум значение уровня звукового давления L_{pi}, дБ, при работающем источнике шума или образцовом источнике шума рассчитывают по формуле

$$L_{pi} = 10 \lg \left[10^{0,1L'_{pi}} - 10^{0,1L''_{pi(B)}} \right]; \quad (7)$$

- в специальной реверберационной камере коррекцию вносят, если уровни звукового давления фонового шума на 4 дБ и более ниже уровней при работающем источнике шума или образцовом источнике шума в соответствии с таблицей 6.

Таблица 6 — Коррекции на фоновый шум при измерениях в специальной реверберационной камере

Разность между октавным уровнем звукового давления при работающем источнике шума (образцовом источнике шума) и октавным уровнем звукового давления фонового шума, дБ	Коррекция, вычитаемая из измеренного октавного уровня звукового давления при работающем источнике шума (образцовом источнике шума), дБ
4	2
5	2
6	1
7	1
8	1
9	0,5
10	0,5
>10	0

При значениях разности менее 4 дБ результаты измерений в специальной реверберационной камере и не подлежат включению в протокол испытаний.

7.2 Рассчитывают октавные уровни звуковой мощности L_W, дБ, по результатам измерений в реверберационном помещении по формуле

$$L_W = L_{W(RSS)} - \overline{L}_{p(RSS)} + \overline{L}_{p(ST)}, \quad (8)$$

где $L_{W(RSS)}$ — паспортное значение октавного уровня звуковой мощности образцового источника шума, дБ;

$\overline{L}_{p(RSS)}$ — усредненный (по энергии) по всем точкам измерения или траектории микрофона октавный уровень звукового давления при работающем образцовом источнике шума, дБ;

$\overline{L}_{p(ST)}$ — то же при работающем испытуемом источнике шума, дБ.

Затем рассчитывают корректированный по *A* уровень звуковой мощности L_{WA}, дБ*A*, источника шума по формуле

$$L_{WA} = 10 \lg \left[\sum 10^{0,1(L_{Wi} - A_i)} \right], \quad (9)$$

где L_{Wi} — уровень звуковой мощности *i*-й октавной полосы;

A_i — по таблице 7.

Таблица 7 — Значения A_i в зависимости от среднегеометрической частоты октавной полосы

Среднегеометрическая частота, Гц	A_i, дБA
125	—16,1
250	—8,6
500	—3,2
1000	0
2000	1,2
4000	1,0
8000	—1,1

7.3 По результатам измерений в специальной реверберационной камере рассчитывают для каждой октавной полосы усредненный октавный уровень звукового давления $\overline{L}_p$, дБ, или корректированный по A уровень звукового давления $\overline{L}_{pA}$, дБA, по всем точкам измерения по формуле

$$\overline{L}_p = 10 \lg \left[\frac{1}{N} \left(10^{0,1L_{p1}} + 10^{0,1L_{p2}} + \ldots + 10^{0,1L_{pN}} \right) \right], \quad (10)$$

где L_{p1} — октавный или корректированный по A уровень звукового давления в первой точке измерения, дБ (дБA);

L_{pN} — то же в N-й точке измерения;

N — число точек измерения.

7.3.1 Рассчитывают октавные уровни звуковой мощности L_W, дБ, или корректированный по A уровень звуковой мощности L_{WA}, дБA, по формуле

$$L_W = \overline{L}_p - 10 \lg \frac{T_{ном}}{T_0} + 10 \lg \frac{V}{V_0} - 13, \quad (11)$$

где $T_{ном}$ — номинальное время реверберации специальной реверберационной камеры, с;

$T_0 = 1$ с;

V — объем камеры, м^3;

$V_0 = 1$ м^3.

Примечание — Константа 13 и член $10 \lg \frac{T_{ном}}{T_0}$ приближенно учитывают возрастание плотности звуковой энергии вблизи поверхностей камеры и испытываемого источника.

7.3.2 Уровень звуковой мощности в специальной реверберационной камере может быть определен методом сравнения с использованием образцового источника шума с известными паспортными данными. Для этого рассчитывают по формуле (10) средний октавный уровень звукового давления при работе образцового источника шума L_{pr} не менее чем по шести точкам измерения, внося коррекции на фоновый шум по таблице 5.

Октавные уровни звуковой мощности L_{We}, дБ, рассчитывают по формуле

$$L_{We} = L_{pe} + (L_{Wr} - L_{pr}), \quad (12)$$

где L_{pe} — усредненный октавный уровень звукового давления при работе источника шума, дБ;

L_{Wr} — паспортное значение октавного уровня звуковой мощности образцового источника шума, дБ;

L_{pr} — усредненный октавный уровень звукового давления при работе образцового источника шума, дБ.

7.4 Результаты измерений и расчетов и другая информация должны быть отражены в протоколе испытаний по ГОСТ 23941, раздел 11.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

Характеристики образцового источника шума

А.1 Излучаемый образцовым источником шум должен быть широкополосным без дискретных и узкополосных составляющих, т.е. уровень звукового давления в любой третьоктавной полосе должен быть меньше уровня соответствующей октавной полосы на 5 дБ или более.

А.2 Показатель направленности в любой из третьоктавный полос по любому из направлений не должен превышать 6 дБ в диапазоне частот 100—10000 Гц.

А.3 Желательно, чтобы наибольший габаритный размер не превосходил 0,5 м.

А.4 Допустимые колебания уровней звуковой мощности в полосах частот не должны превышать указанных в таблице А.1.

А.5 Образцовый источник шума должен быть сконструирован так, чтобы вибрация от него не возбуждала шум поверхности опирания, т.е. не требовались виброизолирующие прокладки при его установке.

А.6 Калибровку образцового источника шума проводят при установке его на полу, как при его предполагаемом использовании, с погрешностью, не превосходящей указанные в таблице А.1 пределы.

Таблица А.1 — Точность калибровки образцового источника шума

Среднегеометрическая частота третьоктавной полосы, Гц	Допустимая погрешность калибровки, дБ
от 100 до 160	±1
от 200 до 4000	±0,5
от 5000 до 10000	±1

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(справочное)

Руководство по проектированию специальных реверберационных камер

Наряду с требованиями 4.1, 4.2 настоящего стандарта специальные реверберационные камеры должны обладать следующими свойствами.

Б.1 Соотношения размеров камеры с объемом более 70 м^3 — в соответствии с таблицей Б.1. Допускается использовать другие соотношения, но они не должны быть равны целым числам или простым дробям.

Таблица Б.1 — Рекомендуемые соотношения размеров прямоугольной камеры

l_y/l_x	l_z/l_x
0,83 0,83 0,79	0,47 0,65 0,63
Примечание — Символами l_x, l_y, l_z обозначены размеры камеры.	

Б.2 Время реверберации камеры может быть отрегулировано установкой на полу и стенах камеры панелей, изготовленных из звукопоглощающих материалов.

Для средних и высоких частот применяют перфорированные панели с наполнителем из минеральной ваты.

Для низких частот резонансные поглотители, например, в виде деревянных рам размерами 0,95×0,65×0,65 м, обитых картоном толщиной 4 мм и заполненных минеральной ватой (рисунок Б.1). Для такой конструкции приближенное значение частоты f, Гц, на которой наблюдается наибольшее звукопоглощение, рассчитывают по формуле

$$f \approx 60(l\rho_A)^{-1/2}, \qquad (Б.1)$$

где l — расстояние от стены до внешней поверхности картона, м;

ρ_A — плотность картона, кг/м^2.

Для рассматриваемого примера резонансного поглотителя при ρ_A= 3,5 кг/м^2 график коэффициента звукопоглощения в зависимости от частоты показан на рисунке Б.2.

Резонансные поглотители или другие звукопоглощающие материалы хаотично укладывают на стены и потолок участками площадью не более 1,5 м^2.

Б.3 Пол камеры обычно бетонируют. Окна в стенах не делают. При испытаниях малошумных источников, например, домашнего холодильника, могут потребоваться дополнительные меры по звукоизоляции камеры в виде двойных стен и потолка.

Б.4 Определение номинального времени реверберации камеры

Чтобы компенсировать влияние зависящей от частоты концентрации звуковой энергии вблизи стен камеры на уровень звукового давления, время реверберации камеры должно быть выше на низких частотах.

Время реверберации должно быть заключено между двумя предельными кривыми, задаваемыми формулами $T = 0{,}9\ R\ T_{ном}$ и $T = 1{,}1\ R\ T_{ном}$ (для октавных полос свыше 6300 Гц числовые коэффициенты — соответственно 0,8 и 1,2), где реверберационный параметр R задается формулой

$$R = 1 + 257/(fV^{1/3}), \qquad (Б.2)$$

где f — частота, Гц;

V — объем камеры, м^3.

Для камеры объемом V = 70 м^3 R определяют по рисунку Б.3.

Время реверберации нормализуют по времени реверберации на частоте 1000 Гц, и оно должно находиться в пределах 0,5—1,0 с. Время реверберации измеряют при установленном в камере источнике шума, если его поверхности или устройства опирания обладают свойствами звукопоглощения.

Предельные кривые для времени реверберации камеры объемом 70 м^3 показаны на рисунке Б.4. Для этих кривых $T_{ном} = T_{1000}/1{,}06$ (1,06 — значение реверберационного параметра для частоты 1000 Гц).

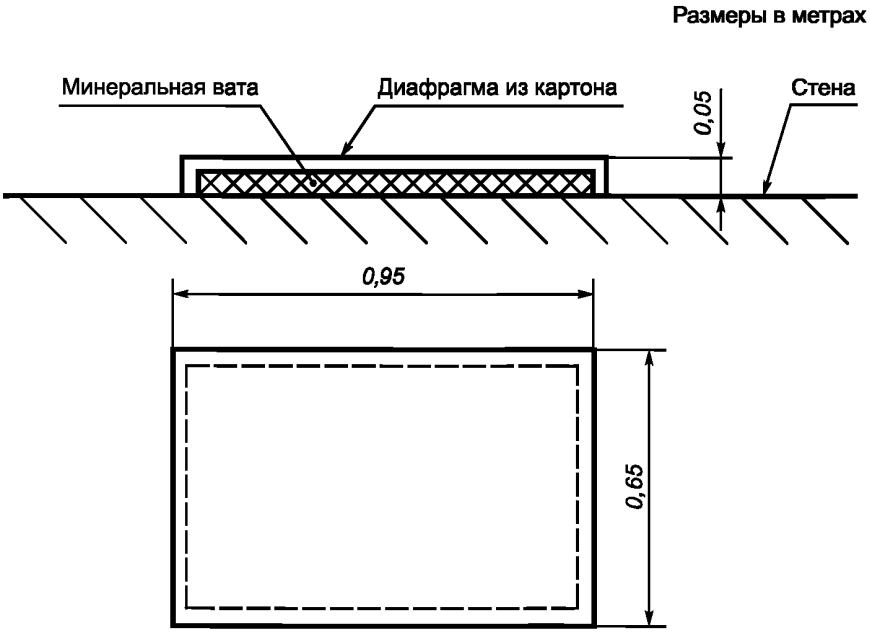


Рисунок Б.1 — Резонансный поглотитель с диафрагмой из картона

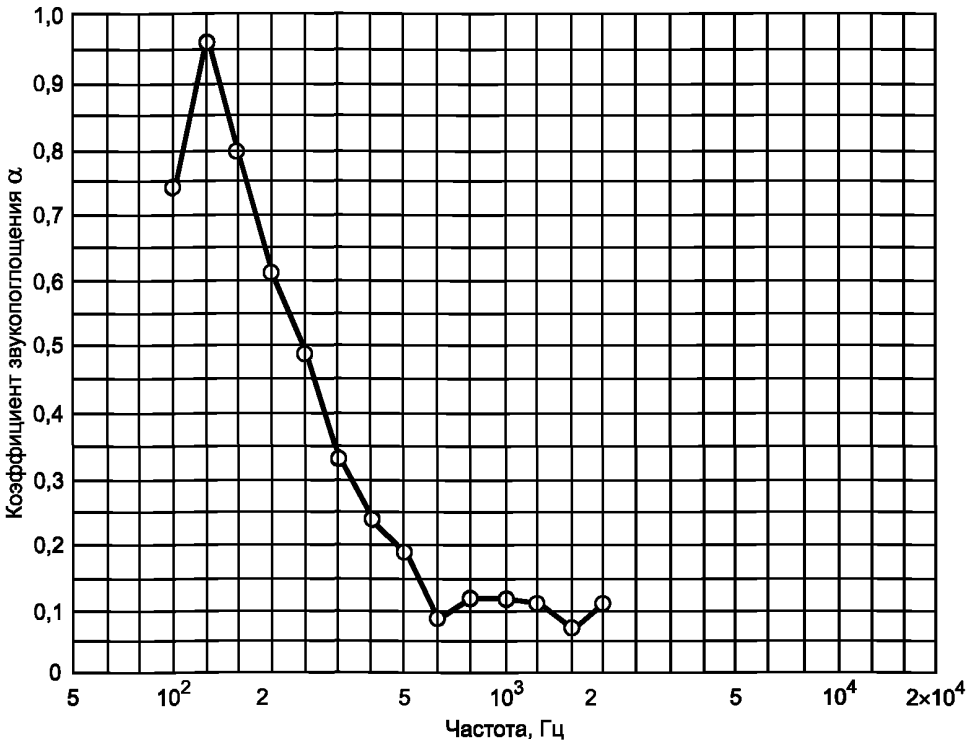


Рисунок Б.2 — Коэффициент звукопоглощения α резонансного поглотителя, измеренный в реверберационной камере объемом 200 м^3

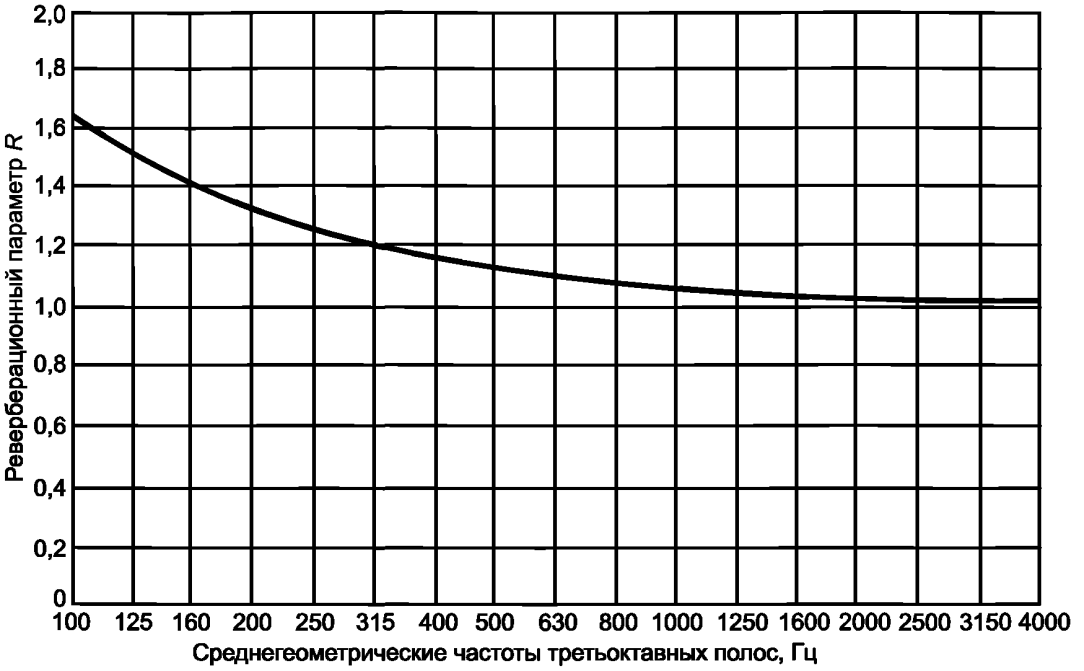


Рисунок Б.3 — Значение реверберационного параметра *R* для камеры объемом 70 м^3 в функции среднегеометрической частоты третьоктавной полосы

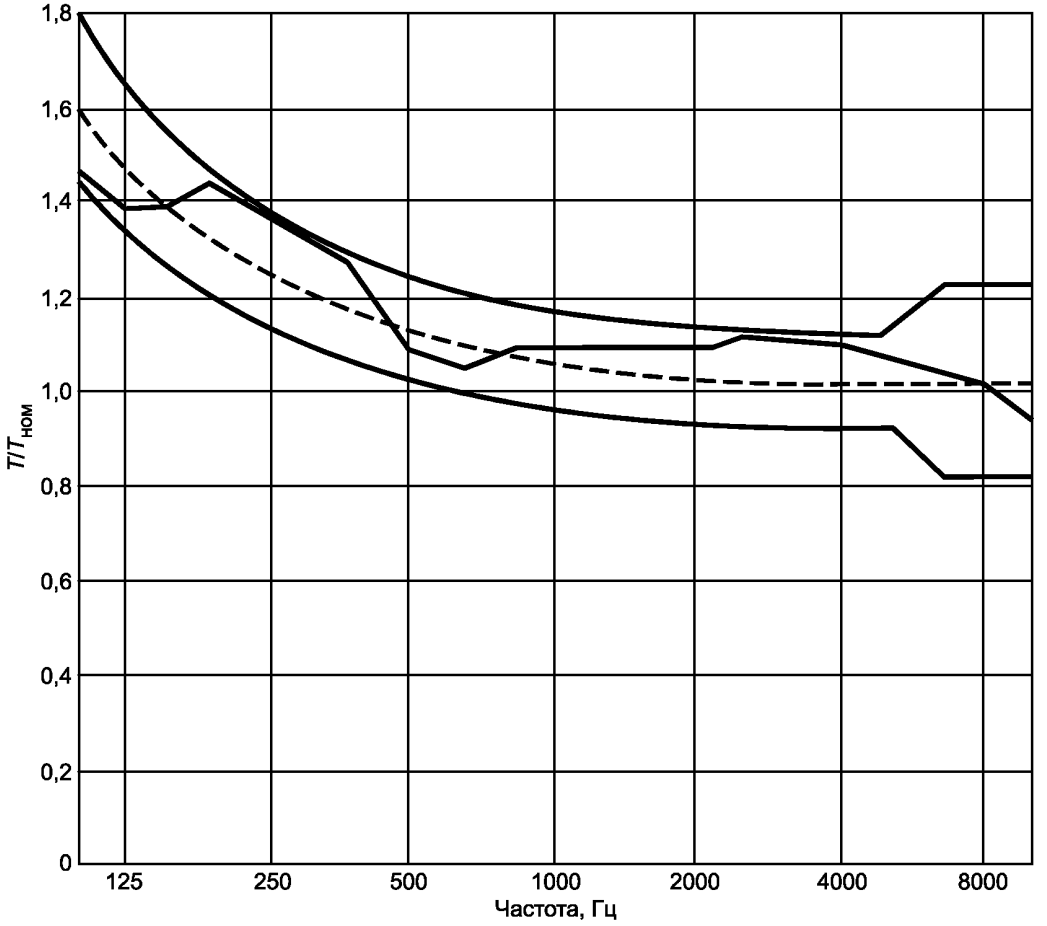


Рисунок Б.4 — Предельные кривые для отношения времени реверберации T к номинальному времени реверберации $T_{ном}$ для камеры объемом 70 м^3

Пример определения времени реверберации камеры.

Допустим T_{1000} = 0,8 с и на рисунке Б.5 приведено значение отношения T/T_{1000} в зависимости от среднегеометрической частоты третьоктавной полосы. Если график Б.5 укладывается между предельными кривыми на рисунке Б.4, то это означает, что T/T_{1000} = 1 и $T/T_{ном}$=1,09.

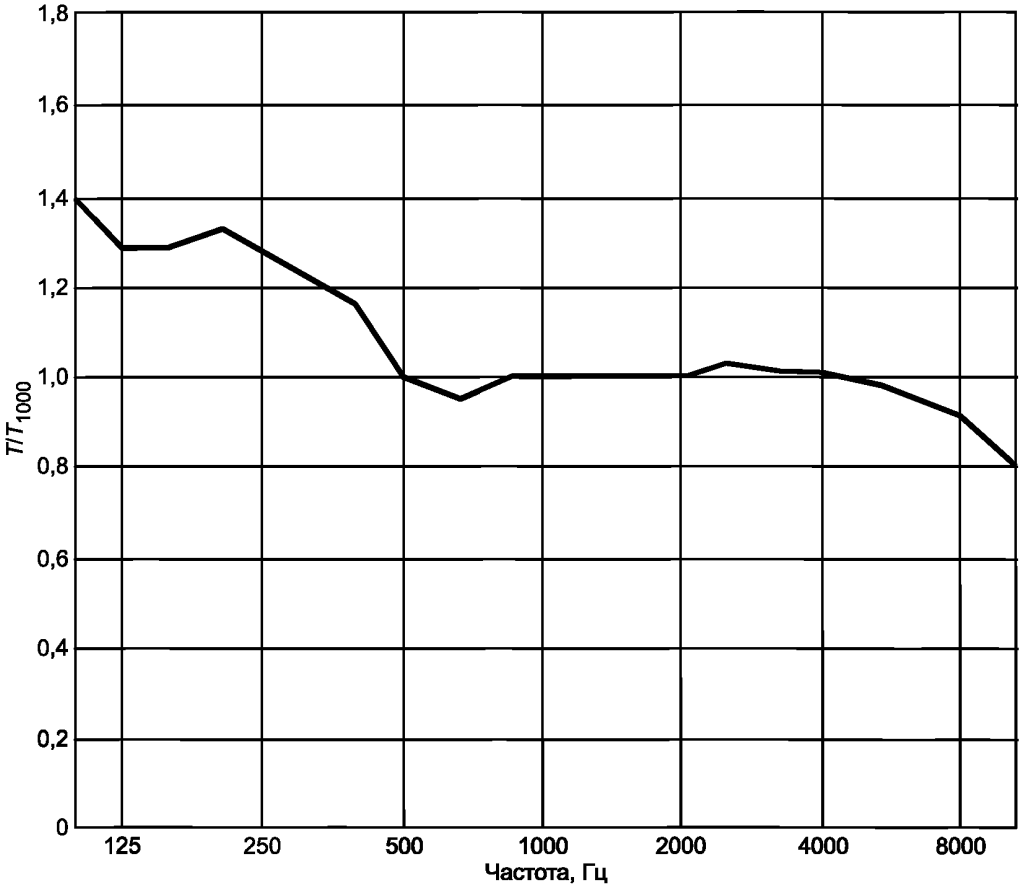


Рисунок Б.5 — График определенного экспериментальным путем времени реверберации (нормализованного по T_{1000}) в функции среднегеометрической частоты октавной полосы

Отсюда

$$\frac{T/T_{1000}}{T/T_{ном}} = \frac{1}{1,09}$$

или

$$\frac{T}{T_{ном}} = 1,09\frac{T}{T_{1000}},$$

или

$$T_{ном} = \frac{T_{1000}}{1,09} = \frac{0,8}{1,09} = 0,73 \text{ с}.$$

Если же график Б.5 не укладывается между предельными кривыми, то время реверберации камеры должно быть откорректировано с помощью резонансных поглотителей по Б.2 или звукопоглощающих облицовок.

УДК 534.322.3.08:006.354 ОКС 17.140.20 Т34 ОКСТУ 0011

Ключевые слова: шум машин, звуковая мощность, звуковое давление, реверберационное поле, образцовый источник шума, специальная реверберационная камера

Редактор *Р.Г. Говердовская*
Технический редактор *Л.А. Кузнецова*
Корректор *В.И. Варенцова*
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Изд. лиц. № 021007 от 10.08.95. Сдано в набор 12.01.2000. Подписано в печать 21.02.2000. Усл. печ. л. 2,32.
Уч.-изд. л. 1,90. Тираж 000 экз. С 4508. Зак. 156.

ИПК Издательство стандартов, 107076, Москва, Колодезный пер., 14.
Набрано в Издательстве на ПЭВМ
Филиал ИПК Издательство стандартов — тип. “Московский печатник”, 103062, Москва, Лялин пер., 6.
Плр № 080102

gost.e-ecolog.ru