ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО 3382-3— 2013

Акустика

ИЗМЕРЕНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОМЕЩЕНИЙ

Часть 3

Помещения с открытой планировкой

ISO 3382-3:2012
Acoustics — Measurement of room acoustic parameters — Part 3: Open plan offices
(IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2014

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Автономной некоммерческой организацией «Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем» (АНО «НИЦ КД») на основе собственного аутентичного перевода на русский язык международного стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 358 «Акустика»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 5 декабря 2013 г. № 2173-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 3382-3:2012 «Акустика. Измерение акустических параметров помещений. Часть 3. Помещения с открытой планировкой» (ISO 3382-3:2012, Acoustics — Measurement of room acoustic parameters — Part 3: Open plan offices).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные стандарты Российской Федерации и действующие в этом качестве межгосударственные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0—2012 (раздел 8). Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (gost.ru)

© Стандартинформ, 2014

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Введение

Термин «помещения с открытой планировкой» в контексте настоящего стандарта относится к офисам и аналогичным помещениям, в которых множество людей могут работать, вести переговоры или присутствовать независимо от наличия постоянных рабочих мест. Деятельность людей в помещениях с открытой планировкой воздействует на находящихся вокруг них других людей. Неудовлетворительные акустические условия вынуждают к громкой речи, препятствуют концентрации внимания и снижают производительность труда, особенно в мыслительных задачах. Громкая речь может мешать присутствующим и не позволяет сохранить конфиденциальность разговоров.

Проектирование помещений с открытой планировкой включает в себя тщательное рассмотрение размещения рабочих мест и взаимного расположения рабочих коллективов и групп. Другими факторами, влияющими на акустические характеристики помещения, являются звукопоглощение, высота перегородок, шкафов и акустических экранов, фоновый шум, степень изолированности рабочего места, расстояние между рабочими местами и размеры помещения. Считалось, что время реверберации помещения является важнейшим показателем его акустических свойств. Тем не менее, очевидно, что для более полной оценки акустических свойств необходимы измерения других величин, таких как скорость пространственного спада уровней звукового давления, индекс передачи речи и уровни фонового шума. Если для оценки акустических свойств помещения достаточно времени реверберации, то его измеряют в соответствии с ИСО 3382-2.

Настоящий стандарт устанавливает метод измерений, позволяющий представить основные характеристики помещений с открытой планировкой в виде одночисловых величин. Основной целью при проектировании помещения с открытой планировкой является достижение необходимой изолированности рабочих мест, обеспечивающей приемлемую конфиденциальность при речевой коммуникации между людьми. Одночисловые величины хорошо согласуются с оценкой работником акустических условий.

На акустические условия большое воздействие оказывают предметы обстановки. Поэтому измерения выполняют в окончательно спланированном и полностью обставленном помещении. Результаты измерений в помещении без обстановки неадекватны воспринимаемым работником акустическим условиям. Существенно, что измерения выполняют в отсутствии людей, но при обычном дневном фоновом шуме, создаваемом вентиляцией либо транспортным шумом или системой искусственного звукового маскирования. Присутствие людей значительно изменяет во времени фоновый шум и получение надежных результатов измерений становится невозможным.

Одночисловые величины предназначены для описания ситуации, когда говорит один человек, а остальные молчат. Поэтому измерения выполняют при помощи одного громкоговорителя. Если одновременно разговаривают множество людей, то происходит усиление эффекта маскирования и степень отвлекаемости внимания снижается (см. [10]). Таким образом, результаты измерений описывают ситуацию наибольшей отвлекаемости. Тем не менее, настоящий стандарт может применяться для оценки акустических свойств помещений, например, телефонных справочных центров (так называемых call-центров), где непрерывно разговаривают много операторов. В таких случаях одновременные разговоры многих людей могут создавать положительный маскирующий эффект, в результате чего настоящий стандарт может недооценивать фактическую конфиденциальность при речевой коммуникации.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Акустика

ИЗМЕРЕНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОМЕЩЕНИЙ

Часть 3

Помещения с открытой планировкой

Acoustics. Measurement of room acoustic parameters. Part 3. Open plan offices

Дата введения — 2014—12—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает методы измерений акустических характеристик помещений с открытой планировкой вместе с предметами обстановки. Рассматриваются методика и средства измерений, методы оценивания и представления результатов испытаний.

Результаты измерений могут быть использованы для оценки акустических характеристик помещений с открытой планировкой. Настоящий стандарт распространяется на помещения средних и больших размеров.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты. Недатированную ссылку относят к последней редакции ссылочного стандарта, включая его изменения.

ИСО 3382-1 Акустика. Измерение акустических параметров помещений. Часть 1. Зрительные залы (ISO 3382-1, Acoustics — Measurement of room acoustic parameters — Part 1: Performance rooms)

ИСО 3740 Акустика. Руководство по выбору метода определения уровней звуковой мощности (ISO 3740, Acoustics — Determination of sound power levels of noise sources — Guidelines for the use of basic standards)

ИСО 3744 Акустика. Определение уровней звуковой мощности источников шума по звуковому давлению. Технический метод в существенно свободном звуковом поле над звукоотражающей плоскостью (ISO 3744, Acoustics — Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure — Engineering methods for an essentially free field over a reflecting plane)

ИСО 14257 Акустика. Построение и параметрическое описание линий пространственного распределения звука в рабочих помещениях для оценки их акустических характеристик (ISO 14257, Acoustics — Measurement and parametric description of spatial sound distribution curves in workrooms for evaluation of their acoustical performance)

ИСО 16032 Акустика. Измерение уровня звукового давления, создаваемого инженерным оборудованием зданий. Технический метод (ISO 16032, Acoustics — Measurement of sound pressure level from service equipment in buildings — Engineering method)

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

МЭК 61260 Электроакустика. Фильтры полосовые октавные и на доли октавы (IEC 61260, Electroacoustics — Octave-band and fractional-octave-band filters)

МЭК 60268-16:2011 Оборудование звуковых систем. Часть 16. Объективная оценка разборчивости речи по индексу передачи речи (IEC 60268-16:2011, Sound system equipment — Part 16: Objective rating of speech intelligibility by speech transmission index)

Издание официальное

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **пространственное распределение уровня звука речи** (spatial sound distribution of the A-weighted sound pressure level of speech): Кривая, отображающая уменьшение уровня звука в зависимости от расстояния до источника, излучающего шум, имеющий спектр звуковой мощности стандартной речи.

3.2 **пространственная скорость спада речи** (spatial decay rate of speech) $D_{2,S}$: Скорость пространственного спада уровня звука речи при удвоении расстояния.

Примечание — Данное определение является модификацией определения величины DL_2, введенной в ИСО 14257, путем использования спектра стандартной речи и частотной коррекции А во всем диапазоне частот. Пространственный спад не определяют в октавных полосах.

3.3 **уровень звука речи на расстоянии 4 м** (A-weighted sound pressure level of speech at a distance of 4 m) $L_{p,A,S,4m}$, дБ: Номинальный уровень корректированного по частотной характеристике *A* звукового давления стандартной речи на расстоянии 4 м от источника звука.

Примечание — Точка измерения не обязательно располагается на данном расстоянии от источника. Величину $L_{p,A,S,4m}$ определяют с помощью линейной регрессии кривой пространственного распределения уровня звука речи.

3.4 **индекс передачи речи** (speech transmission index) **STI:** Физическая величина, характеризующая качество передачи речи с точки зрения разборчивости.

[IEC 60268-16:2011]

3.5 **пространственное распределение индекса передачи речи** (spatial sound distribution of the speech transmission index): Кривая, показывающая зависимость индекса передачи речи, транслируемой образцовым источником звука, при увеличении расстояния до него.

3.6 **расстояние отвлекаемости** (distraction distance) r_D, м: Расстояние до говорящего, при котором индекс передачи речи снижается до 0,50 и ниже.

Примечание — При больших расстояниях сосредоточенность и конфиденциальность начинают быстро повышаться (см. [8], [14]).

3.7 **расстояние конфиденциальности** (privacy distance) r_P, м: расстояние от говорящего, при котором индекс передачи речи снижается до 0,20 и менее.

Примечание — При расстояниях, превышающих расстояние конфиденциальности, сосредоточенность и конфиденциальность почти такие же, как в изолированных офисных помещениях (см. [8], [14]). В помещениях с низкой конфиденциальностью при речевой коммуникации или малым объемом значения STI менее 0,20 труднодостижимы.

3.8 **уровень фонового шума** (background noise level) $L_{p,B}$, дБ: Уровень звукового давления в октавных полосах частот на рабочем месте в рабочее время при отсутствии людей.

Примечание — В настоящем стандарте фоновым шумом называют любой непрерывный шум, создаваемый всеми источниками, кроме речи, например шум систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, внешний транспортный шум, шум офисного оборудования или систем звукового маскирования.

4 Одночисловые величины

Уровни звукового давления и STI следует измерять в октавных полосах от 125 до 8000 Гц. STI должны определяться в соответствии с МЭК 60268-16 (основной метод).

Для целей акустического проектирования и установления нормативных значений результаты измерений должны быть преобразованы в следующие четыре подлежащие определению одночисловые величины:

- расстояние отвлекаемости r_D;
- скорость пространственного спада уровня звука речи $D_{2,S}$;
- уровень звука речи на расстоянии 4 м $L_{p,A,S,4m}$;
- средний уровень звука фонового шума $L_{p,A,B}$.

В дополнение к указанным величинам могут также определяться STI на ближайшем рабочем месте и расстояние конфиденциальности r_P.

5 Условия измерений

5.1 Оборудование

5.1.1 Источник звука

При всех видах измерений следует применять ненаправленный источник звука, создающий розовый шум. Альтернативно с целью измерения импульсной переходной характеристики и последующего определения на ее основе искомых величин допускается применять детерминированные сигналы, имеющие розовый спектр, подобные псевдослучайным последовательностям максимальной длины (ПСПМД) или линейно частотно-модулированным сигналам (см. [13]).

Применение ненаправленного источника звука оправдано тем, что в помещениях с открытой планировкой люди не разговаривают, постоянно обратившись в одно направление. При измерениях в соответствии с настоящим стандартом ненаправленный источник звука должен удовлетворять требованиям ИСО 3382-1. Проверку звуковой мощности источника выполняют в соответствии с ИСО 3382-1 при расположении источника на высоте 1,2 м над полом.

5.1.2 Микрофон

Уровни звукового давления в каждой октавной полосе и в каждой позиции микрофона должны измеряться шумомером 1-го класса по МЭК 61672-1. Микрофон должен быть ненаправленным (с учетом присоединяемого к нему дополнительного оборудования). Полосовые октавные фильтры должны соответствовать МЭК 61260.

Если для выполнения обработки сигналов после измерений производится их запись (например, с помощью аналогового или цифрового магнитофона), то следует убедиться, что весь комплекс средств измерений удовлетворяет приведенным выше требованиям.

5.2 Методика измерений

5.2.1 Условия измерений

Измерения следует выполнять в помещениях с предметами обстановки, но в отсутствии людей, за исключением специалистов, выполняющих измерения.

Уровень фонового шума измеряют и применяют для определения значения STI. Устройства отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха и другие источники шума должны работать с типичной для рабочего времени мощностью. Если источник работает при пониженной мощности, то значения STI будут завышены, что приведет к завышению значений расстояний r_D и r_P. Если помещение оборудовано системой звукового маскирования, то она должна быть включена во время измерений.

Поскольку измерения выполняют в отсутствии людей, шум от разговоров будет отсутствовать в измеренном уровне фонового шума. Следует иметь в виду, что разговоры в помещении с открытой планировкой могут иногда создавать положительный эффект маскирования (см. [10]). В таких случаях реальные расстояния отвлекаемости и конфиденциальности будут меньше измеренных значений r_D и r_P соответственно. Оценка акустических условий в присутствии разговаривающих людей не рассматривается в настоящем стандарте.

5.2.2 Точки измерения

Рекомендуется выполнять измерения вдоль линии, пересекающей рабочие места, как показано на рисунке 1. Рекомендуемое число точек измерения вдоль линии — от 6 до 10 (но не менее — 4). Первая точка на линии измерений должна находиться максимально близко к рабочему месту. Расстояние до наиболее удаленной точки измерений зависит от размеров помещения. Однако при определении $D_{2,S}$ используют расстояние от 2 до 16 м (см. 6.2).

Примечание — Точки измерения располагают вдоль прямой линии (см. рисунок 1).

Помещения с открытой планировкой часто состоят из двух и более зон, в которых материалы потолка или мебель значительно отличаются по акустическим свойствам. Рекомендуется выполнять отдельные измерения для каждой зоны. Значения одночисловых величин для каждой зоны рассчитывают отдельно. Если линия измерений пересекает зоны, то кривые пространственного распределения уровней звука могут иметь разный наклон вдоль этой линии.

Выполняют измерения, размещая микрофон и источник звука в точках, соответствующих положению головы людей. Точки измерения и положение источника звука должны находиться на расстоянии не менее 0,5 м от столов и не менее 2,0 м от стен и других звукоотражающих поверхностей. Должны использоваться как минимум две позиции для источника звука. Если возможна только одна

точка измерения на линии измерений, то выполняют измерения при двух положениях источника звука, расположенных в противоположных концах на линии измерений.

Громкоговоритель и микрофон располагают на высоте 1,2 м над полом.

Настоящий стандарт не распространяется на стоячие рабочие места.

5.2.3 Измеряемые величины

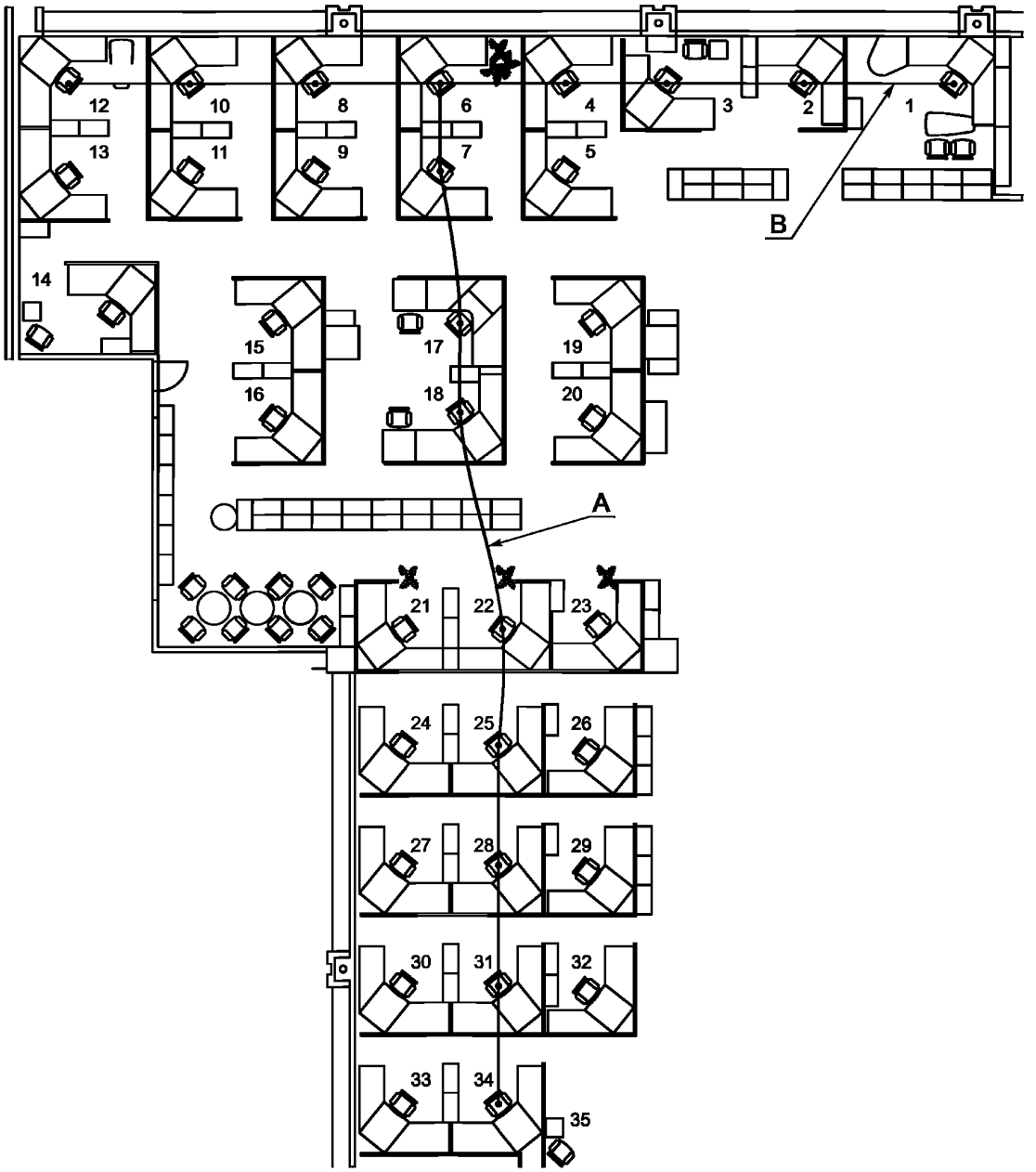
В каждой точке измерения должны быть измерены:

a) уровень звукового давления розового шума в октавных полосах $L_{p,\mathrm{Ls}}$;

b) индекс передачи речи STI;

c) уровень фонового шума в октавных полосах $L_{p,\mathrm{B}}$;

d) расстояние до источника звука r.



A — криволинейный путь измерений; B — прямолинейный путь измерений

Рисунок 1 — Пример прямолинейного и криволинейного пути измерений в помещении с открытой планировкой

Уровень звукового давления розового шума и уровень фонового шума измеряют в октавных полосах в диапазоне от 125 до 8000 Гц в каждой точке измерения. Время интегрирования должно быть не менее 10 с.

Примечание — Время интегрирования более 10 с необходимо при нестационарном шуме, например при транспортном шуме.

6 Определение одночисловых величин

6.1 Спектр звуковой мощности стандартной речи

В настоящем стандарте используют спектр звуковой мощности стандартной речи. Значения спектра в октавных полосах представляет собой стандартную интенсивность речи с усредненными признаками пола говорящего человека (т. н. унисекс-речь). Уровни звукового давления в октавных полосах стандартной речи на расстоянии 1 м от акустического центра источника звука в свободном звуковом поле ($L_{p,\mathrm{S},1\mathrm{m}}$) приведены в таблице 1. Уровень звука речи равен 57,4 дБ. Поскольку ненаправленный источник звука является рекомендуемым для измерений, то данные уровни звукового давления представляют средний по всем направлениям уровень звукового давления источника.

Таблица 1 — Уровни звукового давления речи на расстоянии 1 м от говорящего в свободном звуковом поле и значения частотной коррекции по характеристике *A* в октавных полосах

Номер октавной полосы *i*	Частота, Гц	Уровень звуковой мощности $L_{W,\mathrm{S}}$, дБ	Уровень звукового давления $L_{p,\mathrm{S},1\mathrm{m}}$		Коррекция по частотной характеристике *A*, дБ
			Направленный источник, дБ	Ненаправленный источник, дБ	
1	125	60,9	51,2	49,9	–16,1
2	250	65,3	57,2	54,3	–8,6
3	500	69,0	59,8	58,0	–3,2
4	1000	63,0	53,5	52,0	0,0
5	2000	55,8	48,8	44,8	1,2
6	4000	49,8	43,8	38,8	1,0
7	8000	44,5	38,6	33,5	–1,1
Уровень звука речи, дБ		68,4	59,5	57,4	

Примечание — Спектр, приведенный в таблице 1, основан на результатах [5]. Средние величины для мужских и женских голосов стандартной интенсивности заимствованы из [16]. Поскольку здесь рекомендуется ненаправленный источник звука, то уровни звуковой мощности в октавных полосах рассчитаны по уровням звукового давления направленного источника звука в направлении оси его излучения с учетом характеристики направленности. Данные о характеристике направленности взяты также из [16].

6.2 Скорость пространственного спада уровня звука речи

Уровень звуковой мощности источника звука в каждой октавной полосе должен быть выше уровня фонового шума на 6 дБ в самой удаленной от источника точке измерения. Уровень звуковой мощности ненаправленного громкоговорителя $L_{W,\mathrm{Ls}}$ измеряют стандартным методом с точностью не хуже технического метода. Характеристики методов измерения шума приведены в ИСО 3740.

Примечание — Пригодными являются методы, установленные в [1]—[4] или ИСО 3744.

Удовлетворяющий указанным требованиям розовый шум применяют при определении пространственного распределения уровня звука речи в помещениях. Уровень звукового давления на расстоянии 1 м от акустического центра громкоговорителя в свободном звуковом поле $L_{p,\mathrm{Ls},1\mathrm{m},i}$ рассчитывают по формуле

$$L_{p,\mathrm{Ls},1\mathrm{m},i} = L_{W,\mathrm{Ls},i} + 10\lg\frac{1}{4\pi \times 1{,}0^2} \approx L_{W,\mathrm{Ls},i} - 11, \qquad (1)$$

где $L_{W,\mathrm{Ls},i}$ — уровень звуковой мощности громкоговорителя в октавной полосе с номером *i*.

В выбранной точке помещения помещают громкоговоритель и в N выбранных точках измерения определяют уровни звукового давления $L_{p,\mathrm{Ls},n,i}$, создаваемого данным калиброванным громкоговорителем. Поправку на фоновый шум производят по ИСО 3744.

Ослабление $D_{n,i}$ розового шума в рассматриваемой точке измерения n на расстоянии r_n рассчитывают по формуле

$$D_{n,i} = L_{p,\mathrm{Ls},1\mathrm{m},i} - L_{p,\mathrm{Ls},n,i}, \quad (2)$$

где $L_{p,\mathrm{Ls},1\mathrm{m},i}$ — уровень звукового давления на расстоянии 1 м;

$L_{p,\mathrm{Ls},n,i}$ — уровень звукового давления в точке измерения;

i — номер октавной полосы.

Спектр речи в каждой i-й октавной полосе приведен в таблице 1. Такое же ослабление $D_{n,i}$ имеет место для произвольной мощности громкоговорителя. Поэтому данное ослабление применяют к уровню звуковой мощности $L_{W,\mathrm{S}}$. Уровень звуковой мощности стандартной речи и уровень звукового давления речи в октавной полосе на расстоянии 1 м связаны равенством $L_{W,\mathrm{S}} = L_{p,\mathrm{S},1\mathrm{m}} + 11$.

Уровень звуковой мощности в октавной полосе i стандартной речи $L_{p,\mathrm{S},n,i}$ в точке измерения n равен разности уровня звукового давления стандартной речи и ослабления $D_{n,i}$:

$$L_{p,\mathrm{S},n,i} = L_{p,\mathrm{S},1\mathrm{m},i} - D_{n,i}, \quad (3)$$

где $L_{p,\mathrm{S},1\mathrm{m},i}$ — уровень звукового давления в октавной полосе стандартной речи на расстоянии 1 м от ненаправленного источника;

$D_{n,i}$ — ослабление в точке измерения n, рассчитываемое по формуле (2);

i — номер октавной полосы.

Уровень звука речи $L_{p,A,\mathrm{S},n}$ в n-й точке измерения рассчитывают по формуле

$$L_{p,A,\mathrm{S},n} = 10\lg\left(\sum_{i=1}^{7} 10^{\frac{L_{p,\mathrm{S},n,i}+A_i}{10}}\right), \quad (4)$$

где $L_{p,\mathrm{S},n,i}$ — уровень звуковой мощности в октавной полосе i стандартной речи в точке измерения n, рассчитанный по формуле (3);

A_i — коррекция по характеристике A, приведенная в таблице 1.

Пространственную скорость спада речи $D_{2,\mathrm{S}}$ определяют по результатам измерений в точках, расположенных на расстоянии от 2 до 16 м от источника звука. Следует использовать линейную регрессию при логарифмическом масштабе по оси расстояний. Если последняя точка измерения расположена вблизи звукоотражающей стены, то уровень звукового давления и STI возрастают. В таком случае при определении $D_{2,\mathrm{S}}$ и r_D результаты измерений в последней точке не учитывают.

Результаты определения уровня звукового давления речи в точке измерения n представлены на рисунке 2. Пространственную скорость спада речи $D_{2,\mathrm{S}}$ рассчитывают методом наименьших квадратов по формуле

$$D_{2,\mathrm{S}} = -\lg(2)\,\frac{N\sum_{n=1}^{N}\left[L_{p,A,\mathrm{S},n}\lg\left(\frac{r_n}{r_0}\right)\right] - \sum_{n=1}^{N}L_{p,A,\mathrm{S},n}\sum_{n=1}^{N}\lg\left(\frac{r_n}{r_0}\right)}{N\sum_{n=1}^{N}\left[\lg\left(\frac{r_n}{r_0}\right)\right]^2 - \left[\sum_{n=1}^{N}\lg\left(\frac{r_n}{r_0}\right)\right]^2}, \quad (5)$$

где $L_{p,\mathrm{A},\mathrm{S},n}$ — уровень звука в точке измерения n;

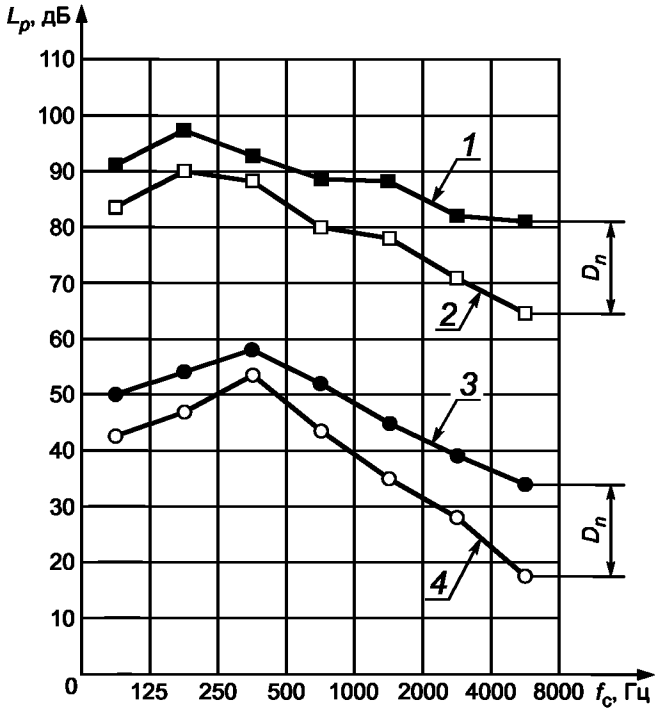
n — номер точки измерения;

N — число точек измерения;

r_n — расстояние от источника до точки измерения;

r_0 — опорное расстояние 1 м.

Пример определения $D_{2,\mathrm{S}}$ приведен в разделе 7 [рисунок 3 а)].



1 — уровень звукового давления громкоговорителя $L_{p,\mathrm{Ls},1\mathrm{m},i}$ на расстоянии 1 м в свободном звуковом поле; *2* — уровень звукового давления громкоговорителя $L_{p,\mathrm{Ls},n}$, измеренный в точке *n*; *3* — уровень звукового давления стандартной речи $L_{p,\mathrm{S},1\mathrm{m}}$ на расстоянии 1 м в свободном звуковом поле; *4* — рассчитанный уровень звукового давления речи $L_{p,\mathrm{S},n}$ в точке *n*; L_p — уровень звукового давления в октавной полосе; f_c — среднегеометрическая частота октавной полосы; D_n — ослабление в точке измерения *n*

Рисунок 2 — Пример определения уровня звукового давления речи в точке измерения *n*. Ослабление D_n между графиками 1 и 2 такое же, как и между графиками 3 и 4

6.3 Расстояния отвлекаемости и конфиденциальности

Для каждой конфигурации «источник-приемник» вдоль пути измерений определяют STI методом по МЭК 60268-16. При этом не учитывают маскирование помещения, порог слышимости и пол говорящих. Используют усредненный спектр речи, т. к. основной интерес представляют усредненные по полу говорящих людей результаты. STI может быть определен по импульсной переходной характеристике с помощью, например, ПСПМД или линейно частотно-модулированного сигнала и скорректирован с учетом фонового шума.

При определении STI фоновый шум усредняют по всем точкам измерения вдоль линии измерений. Это необходимо потому, что изменения фонового шума могут вызвать сильные изменения STI, в силу чего определение расстояний отвлекаемости и конфиденциальности может быть невозможным.

Примечание — Следует заметить, что STI может быть определен при любом другом измеренном или смоделированном фоновом шуме, например от системы звукового маскирования или от деятельности человека (см. МЭК 60268-16). Однако получаемая при этом дополнительная информация выходит за область применения настоящего стандарта.

Расстояния отвлекаемости и конфиденциальности определяют по линии регрессии, полученной по значениям STI как функции расстояния в линейном масштабе, как показано в разделе 7 [рисунок 3 b)].

Примечание — Можно показать, что определение расстояния конфиденциальности становится невозможным, если STI больше 0,20 во всех точках измерения.

6.4 Фоновый шум

Уровень фонового шума $L_{p,\mathrm{B}}$ измеряют в октавных полосах в каждой точке измерения. Затем определяют соответствующие значения уровня звука $L_{p,\mathrm{A,B}}$ и средний уровень звука по всем точкам измерения.

7 Протокол испытаний

Протокол испытаний должен содержать следующую информацию:

a) ссылку на то, что измерения выполнены в соответствии с настоящим стандартом;

b) наименование и адрес испытуемого помещения;

c) эскиз плана помещения с указанием масштаба и частей помещения (при наличии);

d) высоту и основные размеры помещения;

e) условия в помещении (предметы обстановки, число присутствующих людей, работа системы вентиляции);

f) отделка (покрытия) потолка и пола;

g) описание вида и высоты акустических экранов;

h) тип источника звука и его направленность;

i) описание звуковых сигналов, средств измерений и микрофонов;

j) точки измерения, изображенные на плане помещения с указанием экранов и шкафов (стеллажей), расположенных между источником звука и микрофоном, и их высота над полом;

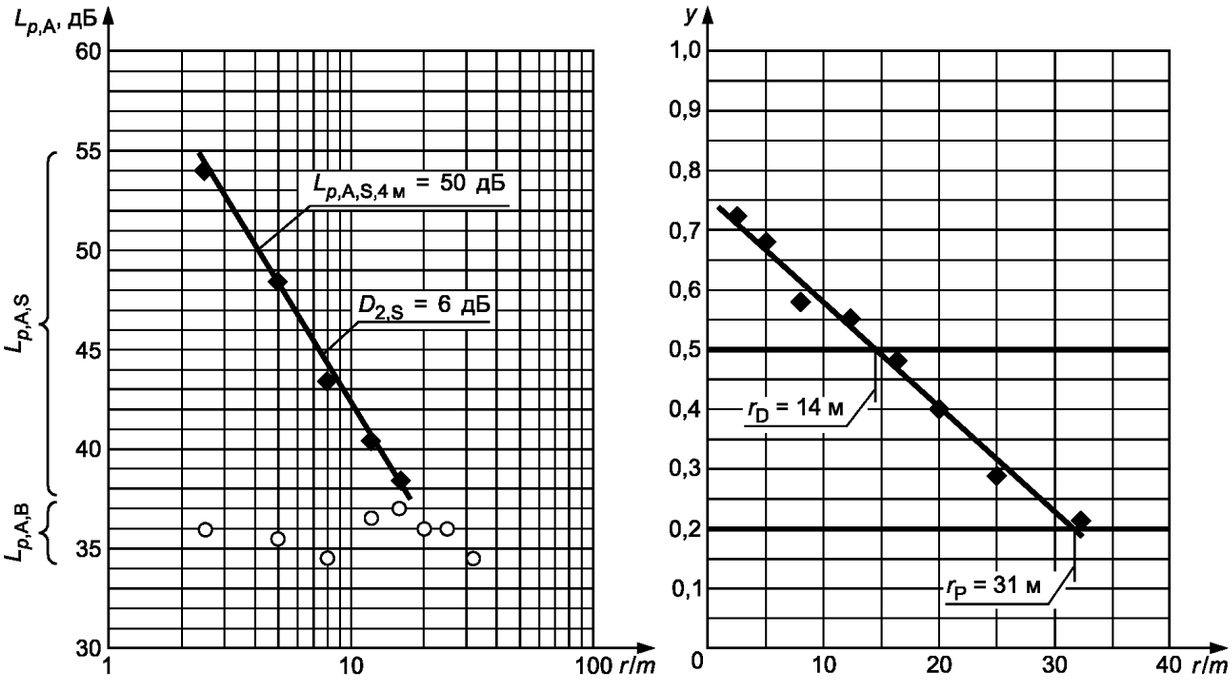
k) результаты измерений одночисловых величин (см. таблицу 2);

l) кривые пространственного распределения звука, как показано на рисунке 3, включая данные измерений для расчета $L_{p,A,S}$, $L_{p,A,B}$ и STI;

m) другие данные измерений и наименование организации, выполнившей измерения.

Таблица 2 — Представление одночисловых величин

	Линия измерений 1	Линия измерений 2
STI — для ближайшего рабочего места		
Расстояние отвлекаемости r_D, м		
Расстояние конфиденциальности r_P, м (если измерялось)		
Скорость пространственного спада речи $D_{2,S}$, дБ		
Уровень звука речи на расстоянии 4 м от источника $L_{p,A,S,4m}$, дБ		
Уровень звука фонового шума $L_{p,A,B}$, дБ		



$L_{p,A}$ — уровень звука; r — расстояние до говорящего; $D_{2,S}$ — скорость пространственного спада речи; $L_{p,A,B}$ — уровень звука фонового шума; $L_{p,A,S}$ — уровень звука речи: $L_{p,A,S,4m}$ — уровень звука речи на расстоянии 4 м от источника

y — индекс передачи речи; r — расстояние до говорящего; r_D — расстояние отвлекаемости; r_P — расстояние конфиденциальности

Рисунок 3 — Пример определения одночисловых величин по кривым пространственного распределения: a) Определение $D_{2,S}$ и $L_{p,A,S,4m}$; b) Определение расстояния отвлекаемости r_D

Приложение А
(справочное)

Примеры ориентировочных оценок результатов измерений

В настоящем приложении приведены примеры оценок некоторых результатов измерений для 16 помещений с открытой планировкой, описанных в [14]. Результаты дальнейших исследований для пяти помещений (в некоторых случаях до и после перепланировки) были опубликованы в [20]. Исследованные помещения значительно отличались по геометрии, звукопоглощению, обстановке и уровню фонового шума.

Большая часть помещений имела плохие или неудовлетворительные акустические условия. Одночисловые величины для помещений с плохими акустическими условиями имели следующие типичные значения: $D_{2,S} < 5$ дБ, $L_{p,A,S,4m} > 50$ дБ и $r_D > 10$ м.

Помещения с открытой планировкой с хорошими акустическими свойствами являются редкостью, однако желаемыми значениями для них могут быть, например, следующие: $D_{2,S} \geq 7$ дБ, $L_{p,A,S,4m} \leq 48$ дБ и $r_D \leq 5$ м.

Приложение В
(справочное)

Связь между индексом передачи речи и производительностью труда

Акустический шум в помещениях с открытой планировкой может состоять из различных звуков, таких как речь и смех, телефонные звонки, звуки шагов, шум вентиляции, внешний шум, шум бытовых приборов, шумы уборочных машин и звуки искусственного маскирования. Согласно многочисленным экспериментальным исследованиям речь является наиболее раздражающим и наиболее громким источником звука. Она присутствует в каждом помещении с открытой планировкой, тогда как наличие других звуков зависит от архитектурной планировки и характера деятельности людей.

Речь как средство коммуникации необходима особенно при коллективной работе, когда требуется взаимодействие и обмен информацией. Помещения с открытой планировкой изначально предназначались для такого рода работы. Однако такие помещения все чаще и чаще используются для всех видов работ. Если работа требует сосредоточенности и когнитивных ресурсов, то посторонняя различимая речь окружающих людей часто является отвлекающей и может влиять на производительность труда. Кроме того, в помещениях с открытой планировкой часто требуется проводить конфиденциальные переговоры. В таких случаях желательно обеспечить скрытность речи, т. е. высокую конфиденциальность при речевой коммуникации между соседними рабочими местами. Предметом настоящего стандарта является метод определения степени конфиденциальности в помещении в целях акустического проектирования.

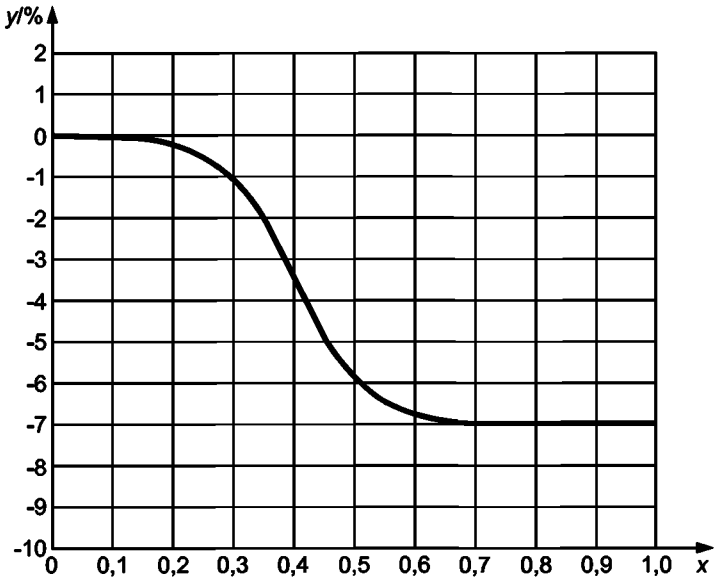
Воздействие посторонней речи на производительность труда исследовалась при помощи психологических лабораторных экспериментов [8]. Полностью распознаваемая речь (STI близок к 1,00) значительно снижает способность выполнения интеллектуальных задач по сравнению с условиями, когда речь отсутствует. Сложные интеллектуальные задачи включают в себя, например, вербальные, математические, комплексные двойственные задачи с использованием кратковременной памяти. Производительность обычно измеряют при помощи наблюдения за частотой ошибок, которая изменяется от 4 до 41 %, повышаясь от режима полной тишины к режиму наличия мешающей речи. Большой разброс объясняют различиями экспериментальных условий, таких как требования выполняемого задания, виды речи, дефицит времени и время воздействия. Доказательства их влияния настолько очевидны, что правдоподобно предположение о том, что производительность интеллектуального труда в помещениях с открытой планировкой снижается во время посторонней речи. Опросные обследования подтверждают данное предположение (см. [17], [18]).

Распознаваемость речи редко бывает абсолютной (STI равно 1,00) или нулевой (STI равно 0,00). Акустические условия в помещении (звукопоглощающие материалы, уровень фонового шума, экраны и т. п.) и расстояние между говорящим и слушателем приводят к значениям STI, изменяющимся от 0,00 до 1,00. В [8] предложена модель (см. рисунок В.1), которая прогнозирует снижение производительности труда в зависимости от STI. Результаты исследования [19] дают хорошее подтверждение данной модели.

Данная модель описывает лишь характер изменения производительности, а не точные числовые значения. Задания, требующие большой сосредоточенности, более подвержены мешающему действию посторонней речи, чем обычные задания. Стрессы и другие связанные с работой факторы будут усиливать снижение производительности труда на реальных рабочих местах. Для настоящего стандарта данная модель имеет два главных следствия:

a) отрицательное влияние посторонней речи на производительность труда быстро уменьшается, если STI меньше 0,50. Поэтому расстояние отвлекаемости r_D должно быть принято равным значению, при котором STI становится равным 0,50;

b) отрицательное влияние посторонней речи на производительность труда отсутствует, если STI меньше 0,20. Поэтому расстояние конфиденциальности r_P должно быть принято равным значению, при котором STI становится равным 0,20.



y — минимальное изменение производительности труда; *x* — индекс передачи речи

Рисунок В.1 — Влияние STI на производительность выполнения интеллектуальных заданий [8]

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам Российской Федерации (и действующим в этом качестве межгосударственным стандартам)

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
ИСО 3382-1	IDT	ГОСТ Р ИСО 3382-1—2013 «Акустика. Измерение акустических параметров помещений. Часть 1. Зрительные залы»
ИСО 3740	MOD	ГОСТ 31252—2004 (ИСО 3740:2000) «Шум машин. Руководство по выбору метода определения уровней звуковой мощности»
ИСО 3744	IDT	ГОСТ Р ИСО 3744—2013 «Акустика. Определение уровней звуковой мощности и звуковой энергии источников шума по звуковому давлению. Технический метод в существенно свободном звуковом поле над звукоотражающей плоскостью»
ИСО 14257	MOD	ГОСТ 31249—2004 (ИСО 14257:2001) «Акустика. Построение и параметрическое описание линий пространственного распределения звука в рабочих помещениях для оценки их акустических характеристик»
ИСО 16032	—	*
МЭК 61260	MOD	ГОСТ Р 8.714—2010 (МЭК 61260:1995) «Государственная система обеспечения единства измерений. Фильтры полосовые октавные и на доли октавы. Технические требования и методы испытаний»
МЭК 60268-16:2011	—	*
МЭК 61672-1	MOD	ГОСТ 17187—2010 (IEC 61672-1:2002) «Шумомеры. Часть 1. Технические требования»

* Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта. Перевод данного международного стандарта находится в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов.

Примечание — В настоящей таблице использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов:
- IDT — идентичные стандарты;
- MOD — модифицированные стандарты.

Библиография

[1] ISO 3741, Acoustics — Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure — Precision methods for reverberation test rooms

[2] ISO 3743-1, Acoustics — Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure — Engineering methods for small movable sources in reverberant fields — Part 1: Comparison method for a hard-walled test room

[3] ISO 3743-2, Acoustics — Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure — Engineering methods for small, movable sources in reverberant fields — Part 2: Methods for special reverberation test rooms

[4] ISO 3745, Acoustics — Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure — Precision methods for anechoic rooms and hemi-anechoic rooms

[5] ANSI S 3.5-1997 (R 2007), Methods for the calculation of the speech intelligibility index

[6] Bradley, J.S. The acoustical design of conventional open plan offices. Can. Acoust. 2003, 31(2), pp. 23—31

[7] Chu, W.T., Warnock, A.C.C. Measurements of sound propagation in open offices. Ottawa: National Research Council Canada, Institute for Research in Construction, 2002. (IRC Internal ReportIR-836.) Available (viewed 2011-12-21) at: gost.e-ecolog.ru

[8] Hongisto, V. A model predicting the effect of speech of varying intelligibility on work performance. Indoor Air2005, 15(6), pp. 458—68

[9] Houtgast, T., Steeneken, H.J.M. A review of the MTF concept in room acoustics and its use for estimating speech intelligibility in auditoria. J. Acoust. Soc. Am. 1985, 77(3), pp. 1069—1077

[10] Jones, D.M., Macken, W.J. Auditory babble and cognitive efficiency — Role of number of voices and their location.J. Exp. Psychol. Appl. 1995, 1, pp. 216—226

[11] Keränen, J., Virjonen, P., Hongisto, V. Characterization of acoustics in open offices — Four case studies. Proceedings of Acoustics '08, Paris, 2008-06-29/07-04, paper 713. Available (viewed 2011-12-21) at: gost.e-ecolog.ru

[12] Pop, C.B., Rindel, J.H. Speech privacy in open plan offices. Proceedings of Inter-Noise 2005, Rio de Janeiro, Brazil, 2005

[13] Schroeder, M.R. Modulation transfer functions: Definition and measurement. Acustica1981, 49, pp. 179—182

[14] Virjonen, P., Keränen, J., Hongisto, V. Determination of acoustical conditions in open plan offices — Proposal for new measurement method and target values. Acta Acust. Acust. 2009, 95, pp. 279—290

[15] Virjonen, P., Keränen, J., Helenius, R., Hakala, J., Hongisto, V. Speech privacy between neighboring workstations in an open office — A laboratory study. Acta Acust. Acust. 2007, 93, pp. 771—782

[16] Guidance on computer prediction models to calculate the speech transmission index for BB93. Version 1.0. Department for Education and Skills, Schools Capital and Building Division, 2004

[17] Haapakangas, A., Helenius, R., Keskinen, E., Hongisto, V. Perceived acoustic environment, work performance and well-being — Survey results from Finnish offices. In: 9th International Congress on Noise as a Public Health Problem(ICBEN) 2008-07-21/25, Foxwoods, CT, pp. 434—441

[18] Kaarlela-Tuomaala, A., Helenius, R., Keskinen, E., Hongisto, V. Effects of acoustic environment on work in private office rooms and open plan offices — Longitudinal study during relocation. Ergonomics 2009, 52(11), pp. 1423—1444

[19] Haka, M., Haapakangas, A., Keränen, J., Hakala, J., Keskinen, E., Hongisto, V. Performance effects and subjective disturbance of speech in acoustically different office types — A laboratory experiment., Indoor Air2009, 19(6), pp. 454—467

[20] Nilsson, E. HellströM, B. Acoustic design of open plan offices. Nordic Innovation Centre, 2011. 100 p. Available (viewed 2011-12-21) at: gost.e-ecolog.ru

УДК 534.322.3.08:006.354 ОКС 91.120.20 Т34

Ключевые слова: методы измерений, время реверберации, кривая спада, расстояние отвлекаемости, расстояние конфиденциальности, индекс передачи речи

Редактор *Б.Н. Колесов*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *О.Д. Черепковой*

Сдано в набор 17.10.2014. Подписано в печать 10.11.2014. Формат 60x84 1/8. Гарнитура Ариал. Усл. печ. л. 2,32.
Уч.-изд. л. 1,70. Тираж 35 экз. Зак. 4647.

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru