ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 8.751— 2011/ IEC/TS 61094—7:2006

Государственная система обеспечения единства измерений

МИКРОФОНЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ

Часть 7

Разница в уровнях чувствительности по свободному полю и по давлению для лабораторных эталонных микрофонов

(IEC/TS 61094-7:2006,
Measurement microphones — Part 7: Values for difference between free-field and pressure sensitivity levels of laboratory standard microphones,
IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2019

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» (ФГУП «ВНИИФТРИ») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Управлением метрологии Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13 декабря 2011 г. № 1078-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному документу IEC/TS 61094-7:2006 «Микрофоны измерительные. Часть 7. Значения разности уровней чувствительности по полю и по давлению для лабораторных эталонных микрофонов» (IEC/TS 61094-7:2006 «Measurement microphones — Part 7: Values for difference between free-field and pressure sensitivity levels of laboratory standard microphones», IDT).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного документа для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2012 (пункт 3.5).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

6 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Март 2019 г.

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». 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 информационном 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.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, оформление, 2013, 2019

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

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 2
4 Опорные внешние условия 2
5 Общие сведения 2
6 Значения разности уровней чувствительности по свободному полю и по давлению 2
6.1 Общие положения 2
6.2 Исходные данные 2
6.3 Выражение для разности уровней чувствительности по свободному полю и по давлению 2
6.4 Неопределенность вычисленного уровня чувствительности по свободному полю 3
Приложение А (справочное) Исходные данные 5
Приложение В (справочное) Уведомление 6
Приложение С (справочное) Исторические данные 7
Приложение ДА (обязательное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам 8

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственная система обеспечения единства измерений

МИКРОФОНЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ

Часть 7

Разница в уровнях чувствительности по свободному полю и по давлению для лабораторных эталонных микрофонов

State system for ensuring the uniformity of measurements. Measurement microphones. Part 7. Values for difference between free-field and pressure sensitivity levels of laboratory standard microphones

Дата введения — 2013—05—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает:

- разницу в уровнях чувствительности по свободному полю и по давлению (далее — разность уровней) для лабораторных эталонных микрофонов, соответствующих МЭК 61094-1, в виде полиномиальной функции, полученной по методу наименьших квадратов по данным нескольких лабораторий;
- способ расчета уровня чувствительности по свободному полю для лабораторных эталонных микрофонов при падении звука на мембрану под углом 0° к главной оси микрофона, посредством добавления значений этой разницы к уровню чувствительности по давлению;
- значения полиномиальной функции для диапазонов частот и температур;
- применение разности уровней при отсутствии данных градуировки микрофона по свободному полю.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты. Для датированных ссылок следует применять только указанные стандарты. Для недатированных — последнее издание ссылочного стандарта (включая любые поправки).

IEC 61094-1:1992[1)], Measurement Microphones — Part 1: Specifications for laboratory standard microphones (Микрофоны измерительные. Часть 1. Технические требования к лабораторным эталонным микрофонам)

IEC 61094-2:1992[2)], Measurement Microphones — Part 2: Primary method for pressure calibration of laboratory standard microphones by the reciprocity technique (Микрофоны измерительные. Часть 2. Первичный метод градуировки по давлению лабораторных эталонных микрофонов методом взаимности)

IEC 61094-3:1995[3)], Measurement Microphones — Part 3: Primary method for free-field calibration of laboratory standard microphones by the reciprocity technique (Микрофоны измерительные. Часть 3. Первичный метод градуировки по свободному полю лабораторных эталонных микрофонов методом взаимности)

[1)] Действует IEC 61094-1—2000.

[2)] Действует IEC 61094-2—2009.

[3)] Действует IEC 61094-3—2016.

Издание официальное

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по МЭК 61094-1, МЭК 61094-2 и МЭК 61094-3, а также следующий термин с соответствующим определением:

3.1 **падение звука под углом ноль градусов** (zero-degrees incidence): Падение плоской звуковой волны в направлении перпендикулярном мембране микрофона.

4 Опорные внешние условия

Опорные внешние условия должны быть:

температура . . . . . 23,0 °С;

статическое давление . . . . . 101,325 кПа;

относительная влажность . . . . . 50 %.

5 Общие сведения

Исходя из определений, чувствительности микрофона по свободному полю и по давлению отличают друг от друга:

- вследствие явлений дифракции и отражения; при помещении микрофона в свободное поле бегущей звуковой волны звуковое давление на мембране микрофона отличается от звукового давления в невозмущенном свободном звуковом поле;
- вследствие явлений дифракции и отражения; звуковое давление на мембране микрофона распределено неравномерно и зависит от акустического сопротивления диафрагмы.

Приведенные данные получены из теоретических соображений и сопоставлений результатов измерений уровня чувствительности по давлению и уровня чувствительности по свободному полю ряда микрофонов, выполненных в соответствии с МЭК 61094-2 и МЭК 61094-3, с учетом используемой терминологии и конфигурации предусилителей микрофонов и т. д.

6 Значения разности уровней чувствительности по свободному полю и по давлению

6.1 Общие положения

Разность уровней чувствительности по свободному полю и по давлению обусловлена двумя факторами (см. МЭК 61094-3, 5.4):

- бóльшая часть — геометрической дифракцией вокруг микрофона и его опорной стойки. Она зависит от длины звуковой волны и поэтому является функцией температуры.
- меньшая часть — соотношением между сопротивлением мембраны микрофона и ее импедансом излучения. Поскольку импеданс излучения зависит от статического давления и температуры, эта часть будет функцией обеих этих переменных. Хотя эта часть также зависит от импеданса каждого конкретного микрофона, разбросом между микрофонами одной и той же модели можно пренебречь, по сравнению с общей неопределенностью определения разности уровней.

Для микрофонов типа LS2 влияние импеданса мембраны микрофона на ее импеданс излучения незначительно.

6.2 Исходные данные

Разница в уровнях чувствительности по свободному полю и по давлению получена экспериментально и путем расчетов, выполненных рядом организаций. Средние значения отдельных результатов, вместе с другими деталями приведены в приложении А. Средневзвешенные значения этих результатов лежат в основе выражения для разности уровней, приведенного в 6.3.

6.3 Выражение для разности уровней чувствительности по свободному полю и по давлению

По причинам физического характера значения разности между уровнями чувствительности по свободному полю и уровнями чувствительности по давлению являются гладкой функцией частоты, не имеющей разрывов и стремящейся к нулю на низких частотах. Таким образом, значения разности уров-

ней можно выразить с помощью полиномиальной функции для нормированных значений частоты. Зависимость от температуры можно также учесть, включив этот параметр в полиномиальную функцию.

Значения разности уровней Δ_{ff}, дБ, между уровнями чувствительности по свободному полю и уровнями чувствительности по давлению при падении звука под углом 0° можно выразить следующим уравнением:

$$\Delta_{ff} = c_1 R^1(f,t) + c_2 R^2(f,t) + c_3 R^3(f,t) + \ldots\ldots + c_n R^n(f,t), \quad (1)$$

где $R(f,t) = f\sqrt{\dfrac{296{,}15}{t+273{,}15}}$;

f — частота, кГц;

t — температура, °С;

c_n — полиномиальные коэффициенты, приведенные в таблице 1.

Если уравнение (1) используют для получения уровня чувствительности по свободному полю для лабораторных эталонных микрофонов при произвольных условиях окружающей среды, то нужно помнить, что уровень чувствительности по давлению должен быть отнесен к тем же условиям окружающей среды. Уровень чувствительности микрофонов по давлению является функцией статического давления и температуры (см. МЭК 61094-2, 6.5).

При использовании полиномиальных коэффициентов, приведенных в таблице 1, уравнение (1) действительно в диапазоне от 200 Гц до 12,5 кГц для микрофонов типа LS1 и от 400 Гц до 25 кГц для микрофонов типа LS2. Ниже этих частотных диапазонов значения разности уровней менее 0,01 дБ, и ими можно пренебречь.

Во время вычислений необходимо использовать коэффициенты с точностью в соответствии с таблицей 1. В этом случае максимальное отклонение, полученное из уравнения (1), будет в пределе 0,05 дБ от средневзвешенного значения данных, представленных в приложении А.

Значения, полученные из уравнения (1) для ряда температур, приведены в таблице 2 для микрофонов типа LS1 и LS2a.

6.4 Неопределенность вычисленного уровня чувствительности по свободному полю

Если для получения уровня чувствительности по свободному полю лабораторных эталонных микрофонов используют уравнение (1), то полученная неопределенность результата является суммарной стандартной неопределенностью, учитывающей неопределенности определения:

- уровня чувствительности микрофона по давлению в соответствующих условиях окружающей среды;
- исходных данных значений разницы (см. таблицу А.1);
- неопределенности 0,05 дБ по полиномиальному приближению (см. 6.3).

Таблица 1 — Полиномиальные коэффициенты для расчета разности между уровнями чувствительности по свободному полю и уровнями чувствительности по давлению лабораторных эталонных микрофонов при падении звука под углом 0°

Коэффициент	Микрофон типа LS1 (без защитной сетки)	Микрофон типа LS2a
c_1	–0,0077	–0,0382
c_2	0,3116	0,10494
c_3	–0,05626	–0,012918
c_4	0,020861	0,0021058
c_5	–0,0046561	–0,0002185
c_6	0,00048413	$1{,}189645 \cdot 10^{-5}$
c_7	$-2{,}37215 \cdot 10^{-5}$	$-3{,}4809 \cdot 10^{-7}$
c_8	$4{,}471 \cdot 10^{-7}$	$5{,}23803 \cdot 10^{-9}$
c_9	0	$-3{,}19642 \cdot 10^{-11}$

Таблица 2 — Значения разности между уровнями чувствительности по свободному полю и уровнями чувствительности по давлению, дБ, для различных температур окружающей среды и при падении звука под углом 0°, вычисленных с помощью уравнения (1)

Частота, кГц	Микрофон типа LS1 (без защитной сетки)				Микрофон типа LS2a			
	Температура, °С				Температура, °С			
	18	23	28	33	18	23	28	33
0,500	0,069	0,068	0,067	0,066	0,006	0,006	0,005	0,005
0,630	0,109	0,108	0,106	0,104	0,015	0,015	0,014	0,014
0,800	0,174	0,172	0,169	0,166	0,032	0,031	0,030	0,029
1,000	0,269	0,264	0,260	0,256	0,057	0,056	0,055	0,053
1,250	0,412	0,406	0,399	0,393	0,097	0,096	0,094	0,092
1,600	0,661	0,650	0,640	0,630	0,169	0,166	0,163	0,160
2,000	0,1010	0,994	0,978	0,963	0,272	0,267	0,263	0,258
2,500	1,538	1,514	1,490	1,467	0,429	0,422	0,415	0,408
3,150	2,360	2,323	2,288	2,254	0,679	0,667	0,657	0,646
4,000	3,602	3,550	3,500	3,451	1,076	1,058	1,041	1,025
5,000	5,158	5,093	5,029	4,966	1,637	1,612	1,587	1,563
6,300	7,008	6,940	6,873	6,807	2,500	2,462	2,425	2,390
8,000	8,664	8,617	8,569	8,522	3,788	3,734	3,682	3,632
10,00	9,463	9,448	9,432	9,416	5,376	5,309	5,245	5,181
12,50	9,210	9,254	9,293	9,328	7,152	7,086	7,021	6,956
16,00					8,721	8,683	8,645	8,606
20,00					9,138	9,141	9,144	9,144
25,00					8,714	8,738	8,761	8,784

Приложение А
(справочное)

Исходные данные

Значения разности между уровнями чувствительности по свободному полю и уровнями чувствительности по давлению определены рядом организаций путем проведения экспериментов и вычислений.

Таблица А.1 содержит значения разности между уровнями чувствительности по свободному полю и уровнями чувствительности по давлению, дБ, для двух типов микрофонов. Они справедливы для плоской бегущей волны, падающей под углом 0° относительно нормали к мембране микрофона («zero-degree incidence»).

Значения, приведенные в таблице, являются средними значениями представленных данных, а неопределенности — стандартные отклонения средних значений при коэффициенте охвата 2.

Примечания

1 Чувствительность микрофона по свободному полю относится к микрофону, установленному на конце длинного цилиндра, диаметр которого равен номинальному диаметру микрофона. Приведенные значения получены для длины цилиндра, в пять раз превышающей диаметр.

2 Табличные значения получены в превалирующих условиях окружающей среды в организациях — участниках эксперимента. Таким образом, температурную зависимость геометрической дифракции не учитывали, и поэтому она включена в неопределенность приведенного среднего значения.

3 Все экспериментальные данные получены для микрофонов типа 4160 и типа 4180 фирмы «Brüel & Kjær». Для других моделей микрофонов типа LS1 могут быть несколько другие значения, если акустический импеданс их мембраны сильно отличается от импеданса микрофона 4160 фирмы «Brüel & Kjær».

Таблица А.1 — Исходные данные для значений разности между уровнями чувствительности по свободному полю и уровнями чувствительности по давлению, дБ, при падении звука под углом 0°

Частота, кГц	Микрофон типа LS1 (без защитной сетки)		Микрофон типа LS2a	
	Разность	Неопределенность U (k = 2)	Разность	Неопределенность U (k = 2)
0,500	0,070	0,032		
0,630	0,125	0,044		
0,800	0,186	0,045		
1,000	0,279	0,056	0,080	0,060
1,250	0,432	0,056	0,120	0,044
1,600	0,680	0,034	0,192	0,071
2,000	1,019	0,054	0,281	0,097
2,500	1,548	0,062	0,422	0,112
3,150	2,331	0,058	0,662	0,123
4,000	3,526	0,094	1,032	0,120
5,000	5,063	0,096	1,562	0,108
6,300	6,911	0,081	2,394	0,122
8,000	8,491	0,226	3,619	0,170
10,00	9,382	0,230	5,125	0,272
12,50	9,147	0,294	6,924	0,333
16,00			8,569	0,229
20,00			9,037	0,167
25,00			8,642	0,172

Приложение В
(справочное)

Уведомление

Данные, использованные для получения значений, приведенных в таблице А.1, были любезно предоставлены следующими институтами:

Датская первичная лаборатория акустики *(DPLA)*, Дания;

Датский технический университет, отдел акустической технологии *(DTU)*, Дания;

Японская организация обеспечения качества *(JQAO)*, Япония;

Национальная лаборатория метрологии и испытаний *(LNM)*, Франция;

Национальная физическая лаборатория *(NPL)*, Великобритания;

Физико-техническое федеральное общество *(PTB)*, Германия.

Приложение С
(справочное)

Исторические данные

Предыдущий стандарт МЭК 655 (1979), который был отменен, содержал аналогичные наборы значений разности уровней для микрофонов, ныне подпадающие под типы LS1Po и LS1Pn. Происхождение этих данных неизвестно, и неопределенность значений была сформулирована: «Оценка погрешности составляет примерно ±0,2 дБ».

В таблице С.1 даны значения из этого предыдущего стандарта для микрофонов типов LS1Po и LS1Pn без защитной сетки и для падения звука под углом 0°.

Таблица С.1 — Исторические данные для разности между уровнями чувствительности по свободному полю и уровнями чувствительности по давлению, дБ, для микрофонов типа LS1Po и LS1Pn без защитной сетки при падении звука под углом 0°

Частота, кГц	Микрофон типа LS1Po	Микрофон типа LS1Pn
0,500	0,1	0,1
0,630	0,1	0,1
0,800	0,2	0,2
1,000	0,3	0,3
1,250	0,5	0,5
1,600	0,7	0,7
2,000	1,0	1,0
2,500	1,5	1,6
3,150	2,4	2,4
4,000	3,6	3,6
5,000	5,0	5,0
6,300	6,9	6,9
8,000	8,7	8,5
10,000	9,5	9,2
12,500	9,2	8,8
16,000	8,1	7,5
20,000	7,0	6,2

Приложение ДА
(обязательное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
IEC 61094-1	—	*
IEC 61094-2:1992	IDT	ГОСТ Р МЭК 61094-2—2001 «Государственная система обеспечения единства измерений. Микрофоны измерительные. Первичный метод градуировки по давлению лабораторных эталонных микрофонов методом взаимности»
IEC 61094-3:1995	IDT	ГОСТ Р МЭК 61094-3—2001 «Государственная система обеспечения единства измерений. Микрофоны измерительные. Первичный метод градуировки по свободному полю лабораторных эталонных микрофонов методом взаимности»

* Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта.

Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов:
- IDT — идентичные стандарты.

УДК 621.395.616:006.354 ОКС 17.020

Ключевые слова: измерительный микрофон, чувствительность микрофона, свободное звуковое поле, дифракция

Редактор *Е.И. Мосур*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Л.С. Лысенко*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 11.03.2019 Подписано в печать 21.03.2019 Формат 60 × 84 1/8 Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 1,12.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
www.gostinfo.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru