

УТВЕРЖДАЮ:

Директор НИИСФ РААСН

И.Л.Цубин

«13» июля 2012 г.



## ПРОТОКОЛ

### Оценка звукоизоляционных свойств стеновой ограждающей панели «МЕТТЭМ» по ТУ 5284-002-90627429-2012 на основе измерений в звукомерных камерах НИИСФ РААСН

#### Общие положения

Данная работа была выполнена в соответствии с договором № 31100(2012) – (21-016/ДП) от 28 июня 2012 г. и техническим заданием к нему.

Цель работы заключалась в измерении и оценке изоляции воздушного шума строительной многослойной панелью «МЕТТЭМ» типа ПС-1 по ТУ 5284-002-90627429-2012.

Данная панель представляет собой многослойную каркасную конструкцию поэлементной сборки. Для измерений Заказчиком была предоставлена панель размерами 4,3 x 2,5 м, состоящая из следующих элементов:

- каркас из стальных оцинкованных профилей и термопрофилей с толщиной стали 1,7 мм;
- утеплитель из теплоизоляционных плит из каменной ваты Rockwool марки «Лайт Баттс» по ТУ 5762-004-45757203-99 с изм.1,2,3 (производитель - ЗАО «Минеральная вата»);
- наружная однослойная обшивка из фиброцементных плит толщиной 10 мм;
- внутренняя обшивка двухслойная из древесностружечных плит общей толщиной 10+10=20 мм;
- паро- и ветрозащитная пленки;
- винты самонарезающие самосверлящие (саморезы).

Общая толщина панели 230 мм, вес в собранном состоянии более 1 т.

Перед началом измерений данная панель была установлена в проем между двумя смежными по горизонтали звукомерными камерами НИИСФ РААСН объемом 200 м<sup>3</sup> (камера высокого уровня) и 112 м<sup>3</sup> (камера низкого уровня) соответственно.

Места прикрепления торцов панели к проему были тщательно уплотнены герметиком и уплотняющей монтажной пеной, все швы промазаны шпаклевкой и дополнительно заделаны по контуру проема слоем уплотняющей монтажной пены. Все этого позволило избежать проникновения звука из одной камеры в другую какими-либо побочными путями помимо основной конструкции, что повысило надежность измерений.

### **Измерительная аппаратура**

Для измерений была использована следующая аппаратура:

- образцовый источник звука типа 4224 фирмы «Брюль и Кьер» (Дания) (зав. № 1126089);
- универсальный прецизионный шумомер-анализатор спектра типа «Октава-110А» (Россия) (зав. № А060230) с предусилителем КММ 400 (зав.№ 06008) и микрофоном МК 265 (зав. № 134), соответствующий первому классу точности, и удовлетворяющий по своим метрологическим характеристикам требованиям ГОСТ 17187 [1];
- акустический калибратор типа 4230 фирмы «Брюль и Кьер» (Дания) (зав. № 298409);
- самописец уровня типа 2306 фирмы «Брюль и Кьер» (Дания) (зав. № 615905).

Все перечисленные средства измерения имеют действующее свидетельство о госповерке (№ 3/340-0024-12, срок действия до 14.01.13 г.), выданное Федеральным государственным учреждением «Менделеевский центр стандартизации, метрологии и сертификации» (ФГУ «МЕНДЕЛЕЕВСКИЙ ЦСМ»).

Измерения проводились в соответствии с ГОСТ 27296 «Защита от шума в строительстве. Звукоизоляция ограждающих конструкций. Методы измерений» [2]. Определение и оценка индекса изоляции воздушного шума испытываемой панелью проводилась в соответствии с СП 51.13330.2011 «Свод правил. Защита от шума» (Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003) [3].

### **Методика измерения изоляции воздушного шума**

Согласно ГОСТ 27296 метод измерения изоляции воздушного шума ограждающими конструкциями заключается в последовательном измерении и сравнении средних уровней звукового давления в третьоктавных полосах частот в камерах высокого и низко-

го уровней, разделенных испытуемым ограждением (в данном случае строительной многослойной панелью «МЕТТЭМ» типа ПС-1).

В одной камере (в так называемой камере высокого уровня КВУ) устанавливался источник шума типа 4224, создающий широкополосный «розовый» шум высокого уровня во всем нормируемом измерительном диапазоне - третьоктавных полосах со среднегеометрическими частотами от 100 до 3150 Гц. Согласно ГОСТ 27296 источник шума последовательно устанавливался в двух местах измерительной камеры высокого уровня - в углах, наиболее удаленных от испытуемой панели, на расстоянии не менее 2 м от углов и не ближе 1 м от стен камеры.

При включении источника шума в камере высокого уровня возникал интенсивный шум. При этом одновременно в соседней камере (камере низкого уровня КНУ) наблюдался ослабленный шум, проникающий из камеры высокого уровня через строительную многослойную панель. Степень ослабления шума зависела от звукоизоляции панели.

Непосредственные измерения распределения уровней шума (уровней звукового давления) в камерах высокого и низкого уровней выполнялись с помощью прецизионного шумомера-анализатора спектра типа «Октава-110А». При этом уровни звукового давления как в КВУ, так и в КНУ измерялись согласно ГОСТ 27296 в трех точках для каждой позиции источника шума, т.е. в общей сложности по шесть точек в каждой камере. Точки измерений выбирались равномерно по пространству камер и отстояли не менее чем на 1 м от поверхности ограждающих конструкций.

Необходимое для расчетов звукоизоляции время реверберации в камере низкого уровня определялось на основании записей процесса реверберации на ленте самописца уровня типа 2306. При этом источник шума, необходимый для создания в камере низкого уровня ревербирующего звука, переносился из КВУ в КНУ.

Полученные результаты измерений усреднялись отдельно для КВУ и КНУ, и далее для каждой  $i$ -той третьоктавной полосы частот нормируемого диапазона рассчитывалась изоляция воздушного шума  $R_i$ , дБ, строительной многослойной панелью «МЕТТЭМ» типа ПС-1 по формуле:

$$R_i = L_{\text{КВУ ср., } i} - L_{\text{КНУ ср., } i} + 10 \lg S/A_{\text{КНУ, } i},$$

где  $L_{\text{КВУ ср., } i}$  и  $L_{\text{КНУ ср., } i}$  – средние уровни звукового давления в камере высокого и низкого уровней соответственно в  $i$ -той полосе частот, дБ;

$S$  – площадь испытуемой стеновой панели,  $\text{м}^2$ ;

$A_{\text{КНУ, } i}$ ,  $\text{м}^2$ , – эквивалентная площадь звукопоглощения в камере низкого уровня, определяемая по формуле  $A_{\text{КНУ, } i} = 0,164 V / T_i$ , где  $V$  – объем камеры низкого уровня,  $\text{м}^3$ ;  
 $T_i$  – время реверберации в этой камере (для каждой  $i$ -той третьоктавной частоты), с.

Найденная таким образом частотная характеристика изоляции воздушного шума строительной многослойной панелью «МЕТТЭМ» сравнивалась с оценочной кривой [3], что позволяло вычислить индекс изоляции воздушного шума  $R_w$ , дБ, в соответствии с методикой, приведенной в [3].

### **Результаты измерений изоляции воздушного шума строительной многослойной панелью «МЕТТЭМ» типа ПС-1**

Согласно ТУ 5284-002-90627429-2012 внутренняя обшивка панели строительной многослойной может быть как одно-, так и двухслойной. В процессе монтажа панели в проеме между звукомерными камерами вначале к панели был прикреплен один слой внутренней обшивки из ДСП и проведено измерение звукоизоляции панели с одним слоем. Затем был дополнительно установлен второй слой из ДСП и проведено новое измерение звукоизоляции панели с двухслойной обшивкой.

Результаты измерений звукоизоляции воздушного шума строительной многослойной панелью «МЕТТЭМ» типа ПС-1 и оценка полученной звукоизоляции приведены в таблице 1А (панель с однослойной внутренней обшивкой) и таблице 1Б (панель с двухслойной внутренней обшивкой). В этих таблицах приведены также измеренные третьоктавные уровни звукового давления в каждой измерительной точке как в камере высокого, так и в камере низкого уровня, проведено их усреднение и дана поправка на влияние размеров панели и звукопоглощения в камере низкого уровня. Окончательные результаты округлены в соответствии с [3] до целых значений.

Из этих таблиц следует, что индекс изоляции воздушного шума панелью строительной многослойной «МЕТТЭМ» с однослойной внутренней обшивкой составил  $R_w = 58$  дБ, а для той же панели, но с двухслойной внутренней обшивкой индекс изоляции воздушного шума увеличился до  $R_w = 60$  дБ.

В соответствии с таблицей 2 «Требуемые нормативные индексы изоляции воздушного шума ограждающими конструкциями...» из СП 51.13330.2011 [3] панель «МЕТТЭМ» как с однослойной, так и особенно с двухслойной внутренней обшивкой удовлетворяет (пункт 9.2) нормативным требованиям по звукоизоляции от воздушного шума практически для всех позиций таблицы 2 из [3] и может применяться как в жилых домах, так и в зданиях гостиниц, больниц, санаториев, учебных заведений, в административных зданиях и др.

Таблица 1А -		Расчет звукоизоляции строительной многослойной панели МЕТТЭМ с однослойной внутренней обшивкой по результатам измерений в камерах НИИСФ РААСН															
		Площадь испытываемой панели $S_{пан.}$ =											10,75	$м^2$			
		Уровни звукового давления L, дБ, в третьоктавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц															
		100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
		Измеренные уровни звукового давления в камере высокого уровня звука $L_{кву}$ , дБ															
NN изм.тт.																	
1		87,5	91,8	9,4	94,2	92,3	92,5	94,3	95,8	96,6	94,9	91,6	92,7	93,4	94,3	92,8	92,1
2		85,7	92,4	93,3	92,3	91,4	93,5	93,5	96,1	97,8	94,8	92,6	93,2	92,9	93,7	93,3	92,2
3		87,0	93,5	91,9	92,3	92,8	91,8	94,0	97,9	98,3	96,3	93,1	94,1	93,9	93,6	93,6	93,2
4		88,2	92,4	93,9	93,8	92,6	91,8	93,9	97,3	96,1	96,1	92,7	93,8	93,5	94,3	94,8	94,0
5		85,5	91,7	93,7	93,2	91,7	94,1	92,5	95,9	95,5	94,7	92,1	93,2	93,4	93,1	93,5	91,8
6		87,3	93,5	91,6	92,5	91,2	92,9	93,9	96,6	97,1	94,8	93,4	92,8	92,7	93,4	93,7	92,4
Среднее	Lкву ср.	86,9	92,6	79,0	93,1	92,0	92,8	93,7	96,6	96,9	95,3	92,6	93,3	93,3	93,7	93,6	92,6
		Измеренные уровни звукового давления в камере низкого уровня звука $L_{кпу}$ , дБ															
NN изм.тт.																	
1		53,0	54,7	55,7	48,4	47,4	43,6	42,6	39,8	38,4	36,5	32,4	32,0	31,5	32,4	32,5	33,5
2		56,6	54,5	54,4	47,5	45,8	44,9	41,4	41,9	38,8	37,4	33,8	32,2	32,2	33,0	33,1	34,5
3		54,9	54,3	54,6	48,7	44,5	44,2	42,7	40,6	39,5	37,3	34,5	30,5	31,6	32,7	32,8	34,1
4		56,1	53,8	53,3	50,3	45,1	45,7	42,8	40,3	39,2	37,4	33,7	32,0	33,4	33,4	33,3	34,3
5		55,0	56,2	55,3	48,6	48,1	44,0	42,7	41,6	39,4	37,3	34,0	31,7	32,6	33,4	33,2	34,6
6		54,8	55,6	55,3	50,5	47,5	45,5	43,8	40,6	39,3	38,3	34,3	32,4	32,3	33,9	34,3	35,0
Среднее		55,1	54,9	54,8	49,0	46,4	44,7	42,7	40,8	39,1	37,4	33,8	31,8	32,3	33,1	33,2	34,3
		Разность средних $\Delta L_{ср.} = L_{кву ср.} - L_{кпу ср.}$ , дБ															
$\Delta L_{ср.}$		31,8	37,7	24,2	44,1	45,6	48,1	51,0	55,8	57,8	57,9	58,8	61,5	61,0	60,6	60,4	58,3
		Поправки на площадь панели и на звукопоглощение в камере низкого уровня звука, дБ															
10 Lg $S_{пан.}/A_{кпу}$		4,4	4,3	3,8	3,5	2,7	2,4	2,1	1,8	1,6	1,2	0,8	0,6	0,1	-0,2	-0,5	-0,6
		Частотная характеристика изоляции воздушного шума панелью МЕТТЭМ с однослойной внутренней обшивкой															
R, дБ		36,2	42,0	28,0	47,5	48,3	50,5	53,1	57,6	59,4	59,1	59,6	62,1	61,1	60,4	59,9	57,7
R, дБ		36	42	42	47	48	50	53	58	59	59	60	62	61	60	60	58
(округл.)																	
		Индекс изоляции воздушного шума панелью $R_W = 58$ дБ															



Таблица 1Б -		Расчет звукоизоляции строительной многослойной панели МЕТТЭМ с двухслойной внутренней обшивкой по результатам измерений в камерах НИИСФ РААСН															
		Площадь испытываемой панели $S_{пан.} = 10,75$ м <sup>2</sup>															
		Уровни звукового давления L, дБ, в третьоктавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц															
		100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
		Измеренные уровни звукового давления в камере высокого уровня звука $L_{КВУ}$ , дБ															
NN изм.тт.																	
1		89,4	93,2	92,1	92,5	92,3	94,1	93,7	98,5	96,3	95,5	93,2	93,6	94,1	93,9	93,0	92,4
2		89,8	91,5	92,9	92,2	92,4	94,9	94,4	97,8	97,8	93,8	92,9	93,7	93,3	94,3	94,0	92,3
3		89,3	93,4	92,4	92,9	90,2	93,5	94,1	98,3	97,8	96,5	93,6	94,0	94,1	94,9	94,6	93,0
4		84,0	93,0	92,5	92,3	91,5	93,5	93,6	96,8	96,5	94,4	92,5	93,2	94,1	94,8	93,6	91,5
5		86,3	93,6	93,1	92,4	91,2	93,0	93,3	96,1	96,9	94,6	92,6	93,1	93,3	94,4	94,1	91,9
6		86,3	91,3	93,2	93,0	92,3	93,2	93,9	97,1	98,5	96,4	94,3	94,3	93,6	94,5	94,3	93,3
Среднее	Lкву ср.	87,5	92,7	92,7	92,6	91,7	93,7	93,8	97,4	97,3	95,2	93,2	93,7	93,8	94,5	93,9	92,4
		Измеренные уровни звукового давления в камере низкого уровня звука $L_{КНУ}$ , дБ															
NN изм.тт.																	
1		55,1	52,9	53,5	49,0	43,4	42,9	39,9	39,6	36,4	34,0	32,9	30,2	30,6	31,5	32,3	31,6
2		53,0	54,5	54,6	48,1	45,5	44,0	39,7	38,9	36,0	35,0	32,0	30,5	30,8	31,2	32,5	32,3
3		54,2	53,9	54,5	48,5	44,6	43,2	38,9	39,4	36,3	33,8	31,4	32,0	31,0	31,1	32,1	31,1
4		53,9	54,3	55,4	50,0	43,7	42,5	39,3	38,3	35,6	33,7	31,9	31,8	31,2	30,8	31,9	32,3
5		56,1	51,6	51,1	49,4	45,6	42,1	40,7	38,8	36,3	34,0	31,9	31,4	32,1	31,4	32,4	31,8
6		55,9	52,9	52,4	49,9	44,6	42,7	39,9	39,0	36,4	33,5	31,6	31,9	30,8	30,7	32,7	32,1
Среднее	Lкнуг ср.	54,7	53,4	53,6	49,2	44,6	42,9	39,7	39,0	36,2	34,0	32,0	31,3	31,1	31,1	32,3	31,9
		Разность средних $\Delta L_{ср.} = L_{КВУ ср.} - L_{КНУ ср.}$ , дБ															
$\Delta L_{ср.}$		32,8	39,3	39,1	43,4	47,1	50,8	54,1	58,4	61,1	61,2	61,2	62,4	62,7	63,4	61,6	60,5
		Поправки на площадь панели и на звукопоглощение в камере низкого уровня звука, дБ															
10 Lg Sпан./Акнуг		4,4	4,3	3,8	3,5	2,7	2,4	2,1	1,8	1,6	1,2	0,8	0,6	0,1	-0,2	-0,5	-0,6
		Частотная характеристика изоляции воздушного шума панелью МЕТТЭМ с двухслойной внутренней обшивкой															
R, дБ		37,2	43,6	42,9	46,9	49,8	53,2	56,2	60,2	62,7	62,4	62,0	63,0	62,8	63,2	61,1	59,9
R, дБ (округл.)		37	44	43	47	50	53	56	60	63	62	62	63	63	63	61	60
		Индекс изоляции воздушного шума панелью $R_{W} = 60$ дБ															

## Оценка возможности снижения шума внешних городских источников с помощью строительной многослойной панели «МЕТТЭМ»

В настоящее время отсутствуют какие-либо нормативные документы, которые регламентировали бы нормативные индексы изоляции воздушного шума наружными ограждающими конструкциями зданий. Поэтому в настоящее время можно дать лишь ориентировочную, качественную оценку звукоизоляционных свойств панели «МЕТТЭМ» при использовании ее в качестве наружной ограждающей конструкции.

Согласно п.9.7 СНиП 23-03-2003 при проникании шума с территории внутрь помещения требуемая звукоизоляция воздушного шума  $R_{тр,i}$  наружным ограждением помещения определяется для каждой  $i$ -той октавной полосы частот нормируемого диапазона по формуле:

$$R_{тр,i} = L_{ш i} - 10 \lg V_{и i} + 10 \lg S - 10 \lg k - L_{доп. пом. i}, \text{ дБ,}$$

где  $L_{ш i}$  – октавный уровень звукового давления шума снаружи в 2 м от наружной ограждающей конструкции, дБ,

$V_{и i}$  – акустическая постоянная помещения,  $\text{м}^2$  ( по п.7.4),

$S$  – площадь наружной ограждающей конструкции,  $\text{м}^2$ ,

$k$  – коэффициент, учитывающий нарушение диффузности звукового поля в помещении (для рассматриваемого ниже жилого помещения  $k=2$ ),

$L_{доп. пом. i}$  – допустимый по санитарным нормам октавный уровень звукового давления в жилом помещении, дБ.

Из этой формулы можно найти уровень внешнего шума, при котором рассматриваемая панель «МЕТТЭМ» обеспечит выполнение санитарной нормы по шуму в типовом жилом помещении объемом  $70 \text{ м}^3$ :

$$L_{ш i} = R_{тр,i} + 10 \lg V_{и i} - 10 \lg S + 10 \lg k + L_{доп. пом. i}, \text{ дБ.}$$

Здесь в качестве  $R_{тр,i}$  надо взять измеренные его значения из таблицы 1Б.

Расчет по этой формуле представлен в нижеследующей таблице:

Расчетные величины	Значения расчетных величин в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц						
	125	250	500	1000	2000	4000	$L_A$ , дБА
$l$	2	3	4	5	6	7	8
$R_{тр,i}$	44	50	60	62	63	60	-
$10 \lg V_{и i}$	8,3	8,0	8,6	9,5	11,0	12,1	-
$10 \lg S$	10	10	10	10	10	10	-

## Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8
10 lg k	3	3	3	3	3	3	-
Для дневного времени суток							
$L_{\text{доп. пом. i дневн.}}$	52	45	39	35	32	30	<b>40</b>
$L_{\text{ш i}}$	97,3	96	100,6	99,5	99	95,1	<b>105</b>
Для ночного времени суток							
$L_{\text{доп. пом. i ночн.}}$	44	35	29	25	22	20	<b>30</b>
$L_{\text{ш i}}$	89,3	86	90,6	89,5	89	85,1	<b>95</b>

Из этой таблицы следует, что, если эквивалентный уровень внешнего шума не будет превышать в дневное время 105 дБА, а в ночное время 95 дБА, то в жилом помещении при установке в качестве наружного ограждения панели «МЕТТЭМ» будут выполняться санитарные нормы по шуму СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

Обычные источники городского шума создают значительно меньшие эквивалентные уровни звука, например, многополосная автомагистраль с интенсивным движением автотранспорта (типа МКАД) создает на стандартизованном расстоянии в 7,5 м эквивалентный уровень шума порядка 85 дБА. Поэтому панель «МЕТТЭМ» обеспечит надежную защиту от большинства городских шумов.

Однако это справедливо только для сплошной панели. При установке в панели окна и/или балконной двери звукоизоляция заметно снизится и будет определяться в основном звукоизоляцией окна (балконной двери).

## ОБЩИЙ ВЫВОД

Индекс изоляции воздушного шума панелью строительной многослойной «МЕТТЭМ» типа ПС-1 по ТУ 5284-002-90627429-2012 составляет  $R_w = 60$  дБ.

По своим звукоизоляционным свойствам панель «МЕТТЭМ» может быть рекомендована для применения в строительстве в качестве наружных ограждающих конструкций зданий, в качестве межквартирных стен и межкомнатных перегородок в жилых зданиях, а также в качестве внутренних ограждений в общественных, медицинских, учебных и иных зданиях различного назначения.

### Список использованных источников

1. ГОСТ 17187 Шумомеры. Общие технические требования.



2. ГОСТ 27296 Защита от шума в строительстве. Звукоизоляция ограждающих конструкций. Методы измерения.
3. СП 51.13330.2011 «Свод правил. Защита от шума» (Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003). М., Минрегионразвития России, 2011.

Ответственный исполнитель,

старший научный сотрудник НИИСФ РААСН



В.А.Аистов