

ОТДЕЛ ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ	ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАССИВНЫХ ЗВУКОИЗОЛЯЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗДАНИЙ (Декрет Председателя Совета Министров от 5 декабря 1977 года)	РЕДАКЦИЯ 01
--------------------------------	--	------------------------

ДАННЫЕ ЗАКАЗЧИКА

Наименование организации	
Юридический адрес	Via Toniolo 39/b Z.I. Bellocchi 61032 Fano (Pu)
Место проведения испытаний	Помещение, оборудованное для проведения испытаний, по адресу: Z.I. Bellocchi, Fano (PU)

г. Пьеве ди Солиго, 24 января 2006 года

ВСТУПЛЕНИЕ

В настоящем отчете приведены результаты фонометрических замеров, проведенных 11 октября 2005 года и 02 ноября 2005 года в помещении, оборудованном для проведения испытаний, на территории компании-заказчика по адресу: Via Toniolo 39/b, Z.I. Bellocchi, Fano (PU). Цель испытаний — определение пассивных звукоизоляционных характеристик возведенных зданий и их конструктивных элементов.

Результаты замеров должны предоставить потребителям полную информацию о соответствии примененных строительных технологий требованиям действующих нормативных актов в сфере звукоизоляции зданий.

Замеры проведены в полном соответствии с содержащимися в действующих нормативных актах требованиями в отношении метрологических стандартов, что является залогом объективности полученных при испытаниях данных.

Целью замеров являлось определение уровня изоляции воздушного шума для вертикальных перегородок и стандартизированной звукоизоляции фасада.

Определение уровня изоляции воздушного шума для горизонтальных перегородок, уровня приведенного звукового давления ударного шума, звукоизоляционных характеристик дверей и окон, изоляции шума от промышленного оборудования, работающего непрерывно либо периодически, в объем исследований включено не было.

Замеры проводились в помещениях, обозначенных А, В и С.

Данные о продуктах, материалах и строительных технологиях, размерах исследованных элементов, приведенные в настоящем отчете, получены из информации, предоставленной компанией-изготовителем.

При проведении испытаний присутствовали:

- эксперт Кристиан Бортот (Sinthesi Studio Associato);
- эксперт Алессіо Титтонел (Sinthesi Studio Associato);
- Инж. Омеро Бассотти (Технический отдел компании M2).

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

Нормативный документ, которым руководствовались эксперты — Декрет Председателя Совета Министров от 5 декабря 1977 года «Определение пассивных звукоизоляционных характеристик здания». Указанный документ устанавливает требования в отношении внутренних источников шума в зданиях и в отношении пассивной звукоизоляции возведенных зданий и их элементов с целью снижения шумового воздействия на людей.

В Декрете приводится методика проведения с помощью технических средств замеров, позволяющих определить основные величины, характеризующие уровень пассивной звукоизоляции зданий и их соответствие нормативным требованиям, устанавливаемым с учетом назначения здания.

В отношении методики проведения испытаний даны ссылки на специальные нормативные документы. Декрет указывает на необходимость проведения, на этапе предварительного анализа, исследования звукоизоляционных характеристик строительных конструкций, вертикальных и горизонтальных перегородок, зданий и промышленных установок, работающих в постоянном либо периодическом режиме, и анализа планировки помещений в зависимости от их назначения с целью определения соответствия требованиям действующих нормативных актов и обеспечения акустического комфорта. Для получения более полной картины ниже приводятся ссылки на наиболее часто применяемые в данной сфере нормативные акты. Если редакция не указана, ссылка относится к наиболее позднему изданию документа.

- UNI EN ISO 140-1 Акустика. Измерение звукоизоляции в зданиях и строительных элементах. Требования к лабораторным испытательным помещениям с пониженной степенью боковой передачи шума.
- UNI EN ISO 140-3 Акустика. Измерение звукоизоляции в зданиях и строительных элементах. Лабораторные измерения изоляции воздушного шума строительными элементами.
- UNI EN ISO 140-4 Акустика. Измерение звукоизоляции в зданиях и строительных элементах. Измерения звукоизоляции от воздушного шума между комнатами, проводимые на месте.
- UNI EN ISO 140-6 Акустика. Измерение звукоизоляции в зданиях и строительных элементах. Лабораторные измерения изоляции от ударного шума с помощью пола.
- UNI EN ISO 140-7 Акустика. Измерение звукоизоляции в зданиях и строительных элементах. Эксплуатационные измерения ударного шума звукоизоляции междуэтажных перекрытий.
- UNI EN ISO 140-8 Акустика. Измерение звукоизоляции в зданиях и строительных элементах. Лабораторные измерения уменьшения степени пропускания ударного шума напольными покрытиями на стандартном полу, подвергаемому воздействию тяжелых нагрузок.
- EN 20140 9 Акустика. Измерение звукоизоляции в зданиях и строительных элементах. Лабораторное измерение изоляции от воздушного шума между двумя помещениями с общим подвесным потолком и свободным пространством над ним.
- UNI EN ISO 20140 10 Акустика. Измерение звукоизоляции в зданиях и строительных элементах. Лабораторные измерения изоляции от воздушного шума малыми строительными элементами.
- EN ISO 140-11 Акустика. Измерение звукоизоляции в зданиях и строительных элементах. Лабораторные измерения снижения воздушного шума между комнатами и снижения проходящего ударного звука с помощью легких эталонных настилов (лестничных площадок).
- UNI EN ISO 717-1 Акустика. Оценка звукоизоляции в зданиях и строительных элементах. Изоляция от воздушного шума.
- UNI EN ISO 717-2 Акустика. Оценка звукоизоляции в зданиях и строительных элементах. Изоляция от ударного шума.
- pr EN 12354-1 Акустика зданий. Оценка акустических характеристик зданий по характеристикам элементов. Звукоизоляция от воздушного шума между комнатами.
- pr EN 12354-2 Акустика зданий. Оценка акустических характеристик зданий по акустическим характеристикам элементов. Звукоизоляция от ударного шума между помещениями.
- pr EN 12354-3 Акустика зданий. Оценка акустических характеристик зданий по акустическим характеристикам элементов. Звукоизоляция от воздушного шума наружного шума.
- pr EN 12354-4 Акустика зданий. Оценка акустических характеристик зданий по акустическим характеристикам элементов. Передача звука из помещений наружу.
- ISO/DIS 11654 Акустика. Звукопоглотители для зданий. Оценка звукопоглощения.
- EN CEN/TC-R6 N185 Акустика зданий. Оценка на месте изоляции воздушного и ударного шума и шума, производимого оборудованием. Упрощенная (контрольная) методика.
- ISO7TC43/SC2 N 593 Акустика. Измерение шума, производимого вспомогательным оборудованием зданий. Методика высокой точности.
- UNI 8199 Акустика CIT. Акустические испытания систем кондиционирования воздуха и/или вентиляции. Руководящие указания по составлению договоров и технике проведения замеров.
- ISO 3822/1/2/3/4 Акустика. Лабораторные испытания по измерению шума от приспособлений и оборудования, используемых в установках водоснабжения.
- ISO 3742 Акустика. Определение уровней звуковой мощности источников шума.



ОБОРУДОВАНИЕ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА

Замеры проводились с применением модульного высокоточного акустического анализатора Brüel & Kjær, модель 2260 Investigator™. Установленное прикладное программное обеспечение для акустического анализа BZ7201 соответствует требованиям пункта A2 Приложения IV к Законодательному декрету от 15 августа 1991 г., № 277, и статьи 2 Ministerского декрета от 16 марта 1998 г. Сертификаты тарировки прилагаются.

По классификации стандартов EN 60651, EN 60804 и CEI 29-4 указанный прибор относится к классу 1. Тарировка выполняется до и после каждого замера с применением высокоточного акустического калибратора Brüel & Kjær, модель Sound Level Calibrator 4231.

Для расчетов использовалось следующее программное обеспечение:

- Evaluator Tipo 7820, версия 3.31, Brüel & Kjær;
- Qualifier Tipo 7830, версия 3.31, Brüel & Kjær;
- Building Acoustics System BZ7204, Brüel & Kjær;
- Room Acoustics BZ7207, Brüel & Kjær.

Применялся генератор ударного шума производства компании 2 ZETA s.p.a., заводской номер 21/02. Генератор ударного шума соответствует требованиям Приложения А к стандарту ISO 140-8 (второе издание, 1997 г.) и стандарта DIN 52210. Сертификат прилагается. Шумогенератор FBT, модель MaxX2a, заводской номер 340116C0425 соответствует требованиям стандарта UNI EN ISO 140-4/5.



ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИН

Пассивные акустические характеристики здания определяются следующими величинами:

1. Время реверберации (T), определение — см. стандарт ISO 3382:1975.
2. Удельная звукоизоляция элементов перегородок, разделяющих помещения (R), определение — см. стандарт EN ISO 140-4:1996.
3. Стандартизированная звукоизоляция фасада ($D_{2m,T}$), определяемая как:

$$D_{2m, nT} = D_{2m} + 10 \log T/T_0$$

где:

$$D_{2m} = L_{1,2m} - L_2 \text{ — разница между:}$$

$L_{1,2m}$ — уровнем звукового давления снаружи на расстоянии 2 м от фасада, источником которого служит дорожное движение (если таковое является преобладающим источником) либо громкоговоритель, звук которого воздействует на фасад под углом 45° , и

L_2 — уровнем звукового давления в помещении, рассчитанным на основании результатов замеров в помещении по следующей формуле:

$$L_2 = 10 \log \left(1/n \sum_{i=1}^n 10^{L_i/10} \right)$$

В каждом диапазоне терций октавы должно быть проведено n замеров L_i . Значение n равно следующему целому числу за одной десятой значения уровня шума в помещении. Минимальное значение n равно пяти. T — время реверберации в помещении в секундах. T_0 — принятое стандартное время реверберации, равное 0,5 с.

4. Приведенный уровень ударного шума для перекрытий (L_n), определение — см. стандарт EN ISO 140-6: 1966.
 5. L_{ASmax} : максимальный уровень звукового давления по средневзвешенной A при медленной (slow) константе времени.
 6. L_{Aeq} : эквивалентный постоянный уровень звукового давления при средневзвешенной A.
- Пассивные акустические характеристики здания оцениваются на основе следующих показателей:
- a) показатель звукоизолирующей способности перегородки, разделяющей помещения (R_w), рассчитывается по стандарту UNI 8270:1987, часть 7, параграф 5.1.
 - b) стандартизированный показатель звукоизоляции фасада ($D_{2m,nT,w}$), рассчитывается по той же методике, что и предыдущий;
 - c) приведенный показатель ударного шума для перекрытий ($L_{n,w}$), рассчитывается по методике, приведенной в стандарте UNI 8270:1987, часть 7, параграф 5.2.

Шум, производимый технологическим оборудованием

Шум, производимый технологическим оборудованием, не должен превышать следующих значений:

- a) 35 дБ(A) L_{Amax} при медленной (slow) константе времени для вспомогательного оборудования периодического действия;
- b) 25 дБ(A) L_{Aeq} для вспомогательного оборудования постоянного действия.

Замеры уровня шума должны проводиться в помещении, характеризуемом наиболее высокой шумностью.

При этом источник шума должен находиться в другом помещении.



КЛАССИФИКАЦИЯ ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Объектом исследования, результаты которого приводятся в настоящем отчете, было жилое здание. По Таблице А Декрета Председателя Совета Министров от 5 декабря 1997 г. здание относится к категории А:

- здания для постоянного проживания людей или подобные им.

Следовательно, **в плане акустического анализа к зданию предъявляются следующие требования:**

- показатель звукоизолирующей способности перегородок, разделяющих помещения (R'_w) > 50 дБ;
- стандартизированный показатель звукоизоляции фасада ($D_{2m,n,T,w}$) > 40 дБ;
- приведенный показатель ударного шума для перекрытий ($L'_{n,w}$) < 63 дБ;
- шум, производимый технологическим оборудованием периодического действия ($L_{A_{smax}}$) < 35 дБ;
- шум, производимый технологическим оборудованием постоянного действия ($L_{A_{eq}}$) < 25 дБ.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗОЛЯЦИИ ВОЗДУШНОГО ШУМА ВОЗВЕДЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Методика измерения и расчета

Измерение изоляции воздушного шума основано на разности спектров, полученных в помещении, где расположен источник шума, и в помещении, куда проникает шум.

На практике включается источник шума, расположенный вблизи угла, образуемого двумя соседними стенами. Источник воспроизводит особый сигнал, называемый розовым шумом. Розовый шум характеризуется равным энергетическим уровнем разных частот.

Снимающая сигнал аппаратура располагается в нескольких точках помещения, где находится источник шума. За счет этого минимизируется ошибка, связанная с не всегда оптимальным звукозаполнением помещения. Минимальное расстояние от снимающей сигнал аппаратуры для перегородки, характеристики которой оцениваются, должно составлять 0,5 м, расстояние между отдельными точками измерения — не менее 0,7 м. Таким образом замеряется уровень звукового давления (L_1) в помещении, где расположен источник шума. В качестве среднего значения принимается среднее логарифмической спектров, полученных в разных точках. Аналогичным образом снимаются показания в помещении, куда проникает шум, и определяется средний уровень звукового давления (L_2).

Затем замеряется уровень фонового шума (L_b), то есть обычный для рассматриваемого помещения остаточный уровень шума.

Если $L_2 - L_b \leq 6$ дБ, то $L_2 = L_2 - 1,3$ дБ;

если же $10 \text{ дБ} > L_2 - L_b > 6$ дБ, то $L_2 = 10 \log (10^{L_2/10} - 10^{L_b/10})$ дБ.

После этого определяется время реверберации для средних частот. Время реверберации — показатель, связанный с многократным отражением звуковых волн, создаваемых источником звука, вплоть до их полного затухания.

Время реверберации выражается в секундах. Оно определяется с применением источника и приемника звука. Время реверберации равно времени, требуемому для снижения уровня звукового давления в точке замера на 60 дБ после выключения источника звука, до этого работавшего в постоянном режиме.

Первые практические замеры времени реверберации проводились У.К. Сабинем, который предложил для расчета следующую формулу:

$$T_{60}(\text{с}) = \frac{0,161 \cdot V}{A} \quad [1]$$

По уравнению [1] рассчитывается параметр А, определяющий звукопоглощение на 1 м^2 поверхности помещения.

Далее по уравнению [2] рассчитывается удельная звукоизоляция R для каждой терции октавы спектра в диапазоне от 100 до 3150 Гц:

$$R'(\text{дБ}) = L_1 - L_2 + 10 \cdot \log (S/A) \quad [2]$$

где S — площадь поверхности подвергаемой анализу вертикальной перегородки.

После этого по результатам экспериментальных данных строится график, который сравнивается со стандартным графиком, приведенным в стандарте UNI EN ISO 717-1. При сравнении применяется метод сближения графиков с шагом 1 дБ до тех пор, пока сумма неблагоприятных значений не станет меньше либо равна 32 дБ. Полученное значение для частоты 500 Гц и является значением показателя удельной звукоизоляции R', которое сравнивается с предельными значениями, установленными Декретом Председателя Совета Министров от 5 декабря 2997 года.



ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗОЛЯЦИИ ВОЗДУШНОГО ШУМА ВОЗВЕДЕННОГО ФАСАДА

Методика измерения и расчета

Измерение звукоизоляции фасада основано на принципе расчета разницы спектров, полученных снаружи, где располагается источник звука, и внутри помещения, куда проникает звук.

На практике включается источник шума, расположенный в 5 м от фасада. Источник располагается таким образом, чтобы звуковые волны шли под углом в 45° к перпендикуляру к поверхности фасада и под углом 45° к поверхности, на которую опирается фасад. Источник воспроизводит особый сигнал, называемый розовым шумом. Розовый шум характеризуется равным энергетическим уровнем разных частот. Снимающая сигнал аппаратура размещается в 2 м от фасада. Минимальное расстояние от других интерферирующих поверхностей должно составлять 0,5 м, расстояние между отдельными точками измерения — не менее 0,7 м. Таким образом замеряется уровень звукового давления (L_1) снаружи помещения. В качестве среднего значения принимается среднее логарифмической спектров, полученных в разных точках. Аналогичным образом снимаются показания в помещении, куда проникает шум, и определяется средний уровень звукового давления (L_2).

Затем замеряется уровень фонового шума (L_b), то есть обычный для рассматриваемого помещения остаточный уровень шума.

Если $L_2 - L_b \leq 6$ дБ, то $L_2 = L_2 - 1,3$ дБ,

если же 10 дБ $> L_2 - L_b > 6$ дБ, то $L_2 = 10 \log (10^{L_2/10} - 10^{L_b/10})$ дБ.

После этого определяется время реверберации для средних частот. Время реверберации — показатель, связанный с многократным отражением звуковых волн, создаваемых источником звука, вплоть до их полного затухания.

Время реверберации выражается в секундах. Оно определяется с применением источника и приемника звука. Время реверберации равно времени, требуемому для снижения уровня звукового давления в точке замера на 60 дБ после выключения источника звука, до этого работавшего в постоянном режиме.

Первые практические замеры времени реверберации проводились У.К. Сабинном, который предложил для расчета следующую формулу:

$$T_{60}(s) = \frac{0,161 \cdot V}{A} \quad [1]$$

По уравнению [1] рассчитывается параметр А, определяющий звукопоглощение на 1 м^2 поверхности помещения.

Далее по уравнению [2] рассчитывается удельная звукоизоляция R для каждой терции октавы спектра в диапазоне от 100 до 3150 Гц:

$$R'(\text{дБ}) = L_1 - L_2 + 10 \cdot \log (S/A) \quad [2]$$

где S — площадь поверхности подвергаемой анализу вертикальной перегородки.

После этого по результатам экспериментальных данных строится график, который сравнивается со стандартным графиком, приведенным в стандарте UNI EN ISO 717-1. При сравнении применяется метод сближения графиков с шагом 1 дБ до тех пор, пока сумма неблагоприятных значений не станет меньше либо равна 32 дБ. Полученное значение для частоты 500 Гц и является значением показателя удельной звукоизоляции R', которое сравнивается с предельными значениями, установленными Декретом Председателя Совета Министров от 5 декабря 2997 года.



СТЕНА ФАСАДНАЯ — ПАНЕЛЬ PSME 80

Описание помещений, в которых производились замеры

Измерительная аппаратура располагалась в помещении С, а источник звука был размещен вне здания.

Описание подвергавшейся исследованию перегородки

Панель PSME 80, изнутри покрыта гипсокартоном с изоляцией. Объем помещения, куда проникает звук, 40,38 м³.

Замеры

Снаружи здания проведены замеры № 11b, 12b, 13b, 14b и 15b.

В помещении, куда проникает звук, проведены замеры № 21b, 22b, 23b, 24b и 25b.

Замерено время реверберации (замеры № 07, 08, 09, 10, 11 и 12).

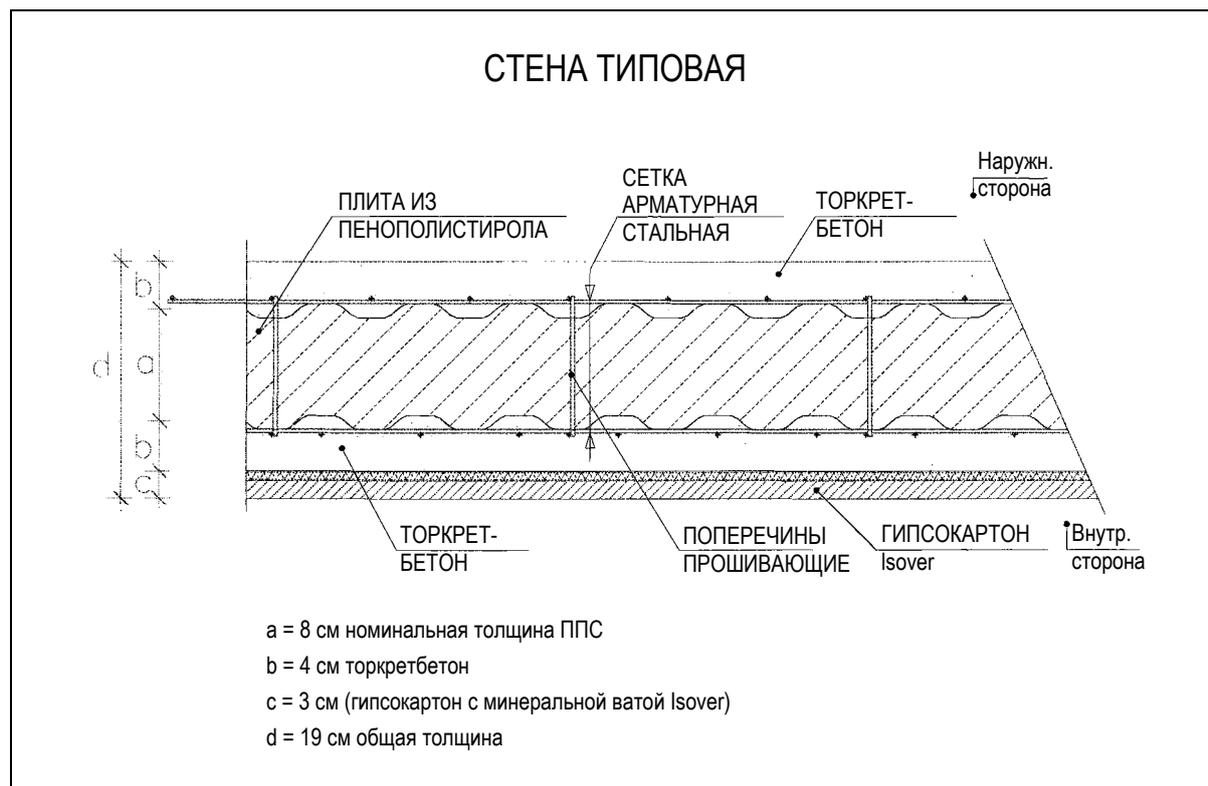
Описание помещений, где проводились замеры, приводится в ПРИЛОЖЕНИИ 04.

Результаты замеров приводятся в ПРИЛОЖЕНИИ 03.

Результаты

Показатель оценки удельной звукоизоляции, рассчитанный по стандарту UNI EN ISO 140-5, составляет **51,0 дБ.**

Полные результаты — см. ПРИЛОЖЕНИЕ 01, Отчет об испытаниях № 41506.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ экспериментальных данных, полученных по результатам фонометрических замеров, проведенных в помещении, оборудованном для проведения испытаний, на территории компании-заказчика по адресу: Via Toniolo 39/b, Z.I. Bellocchi, Fano (PU), дал следующие результаты:

- Показатель (R'_w) удельной звукоизоляции перегородок, разделяющих помещения (стен), в обоих описанных выше случаях СООТВЕТСТВУЕТ нормативным требованиям.
- Стандартизированный показатель звукоизоляции возведенного фасада ($D_{2m,nT,w}$) в обоих описанных выше случаях СООТВЕТСТВУЕТ нормативным требованиям.

г. Пьеве ди Солиго, 23 февраля 2006 года

Эксперт, специалист в области акустики
(№ 45 в Официальном списке технических экспертов-специалистов в области акустики, область Венето)



Приведенная звукоизоляция с учетом времени реверберации по UNI EN ISO 140-5

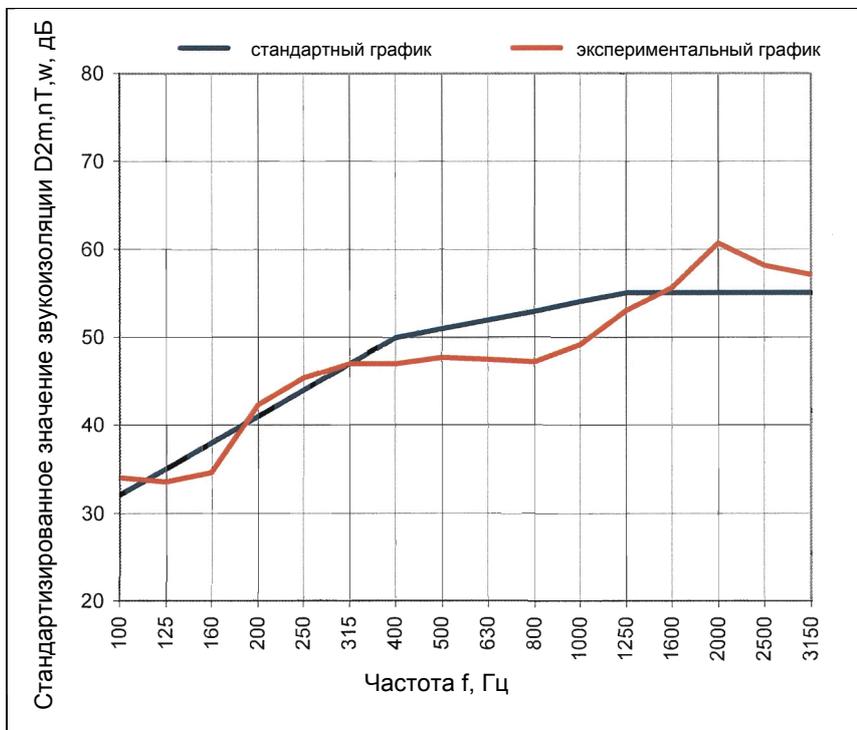
Определение характеристик изоляции воздушного шума фасада

Заказчик:	M2 S.r.l.
Здание:	Помещение, оборудованное для проведения испытаний, на территории компании M2 по адресу: Zl. Bellocchi, Fano (PU)
Дата:	02 ноября 2005 г.

<u>Описание и обозначение сооружения и условия проведения измерений, направление проведения измерений</u>	
Помещение, куда проникает звук:	помещение С.
Исследуемый элемент конструкции:	Панель PSME 80, изнутри покрыта гипсокартоном с изоляцией.

Объем помещения, куда проникает шум: 40,38 м³

Частота, Гц	D2m,nT,w терции октавы, дБ
100	34,0
125	33,5
160	34,6
200	42,3
250	45,3
315	47,0
400	47,1
500	47,8
630	47,5
800	47,2
1000	49,2
1250	53,1
1600	55,6
2000	60,7
2500	58,2
3150	57,1



Оценка по UNI EN ISO 717-1:			
D2m,nT,w =	51,0	дБ	
	C ₅₀₋₃₁₅₀	-2	дБ
	C _{tr,50-3150}	-5	дБ

Код: Отчет об испытаниях № 41506

Дата: 02 ноября 2005 г.

Специалист: Эксперт Кристиан Бортот

Эксперт, специалист в области акустики, область Венето, № 45
Член Ассоциации специалистов-акустиков Assoacustici,
членский билет № 330.

