

## Акустика Органного зала и Концертного фойе Государственного центрального музея музыкальной культуры в Москве

П.Н. Кравчун<sup>1\*</sup> М.Ю. Ланэ<sup>2†</sup>

<sup>1</sup>Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, физический факультет, кафедра акустики, Россия, 119991, Москва, Ленинские горы, д.1, стр.2

<sup>2</sup>НИИ строительной физики, Россия, 127238, Москва, Локомотивный проезд, 21  
(Статья поступила 07.11.2014; Подписана в печать 28.11.2014)

Государственный центральный музей музыкальной культуры располагает двумя концертными площадками — Органным залом, где в 1979 году был установлен орган немецкой фирмы «A.Schuke», и фойе 2-го этажа, где концерты проводятся с 1998 года, когда здесь после реставрации был установлен исторический орган немецкого мастера Фридриха Ладегаста, построенный в 1868 году. Представлены результаты акустических измерений, проведенных в Органном зале до ремонта 2004 года (когда были полностью заменены облицовка стен и кресла) и после ремонта, а также в фойе 2-го этажа. Показано, что акустические характеристики Органного зала после ремонта значительно изменились и приобрели ряд нежелательных особенностей. Даны рекомендации по улучшению акустики Органного зала. В фойе значительных акустических недостатков не обнаружено, его акустика в целом соответствует установленному в нем историческому органу.

PACS: 43.55.Gx

УДК: 534.2

Ключевые слова: архитектурная акустика, акустика органных залов.

### ВВЕДЕНИЕ

Ныне существующее здание Центрального музея музыкальной культуры (Москва, ул. Фадеева, 4) было построено в конце 1970-х годов (рис. 1), однако переезд фондов музея в новое здание был закончен лишь к середине 1980-х годов. Ныне учреждение входит в состав недавно созданного Всероссийского музейного объединения музыкальной культуры имени М.И. Глинки. Музей располагает двумя концертными площадками, где установлены концертные органы. Настоящая работа посвящена акустике указанных залов.



Рис. 1: Здание Центрального музея музыкальной культуры

### 1. ОРГАННЫЙ ЗАЛ

Первоначально в здании музея была лишь одна концертная площадка — концертный зал, позже названный Органным, а затем Прокофьевским. Для этого зала в 1976 году был изготовлен концертный орган немецкой органостроительной фирмы из Потсдама «Alexander Schuke», имеющий 2 мануала, педаль, 28 регистров, механическую клавишную и электропневматическую регистровую трактуру. Однако затянувшиеся строительные работы позволили установить инструмент в зале лишь в 1979 году [1]. Орган выдержан в стиле т. н. «Orgelbewegung» (псевдобарокко) и обладает довольно резким сильным звучанием.

Органый («Прокофьевский») зал музея представляет собой небольшое прямоугольное помещение длиной 14 м, шириной 12,3 м и высотой 15 м. В торцевой части зала размещается прямоугольная в плане эстрада высотой 930 мм, на которой установлен орган. Продольные стены зала имеют слабо выраженные членения треугольным профилем. До капитального ремонта зала, выполненного в 2004 году, стены зала в нижней части были облицованы укрепленными по каркасу деревянными панелями. Вместимость зала составляет 161 место (9 рядов по 17 кресел и последний 10-й ряд на 8 кресел). На задней стене имеется небольшой технологический балкон, не предназначенный для размещения зрителей. Объем помещения составляет около 2200 м<sup>3</sup>.

В ходе проведенного ремонта вся деревянная облицовка стен и каркас для ее крепления были демонтированы. После этого все стены зала по всей их площади были заново оштукатурены. Кроме того, были заменены на новые все кресла. Представление об интерьере зала в его современном состоянии дает рис. 2.

\*E-mail: rusorgan@mail

†E-mail: mlannie@mail.ru



Рис. 2: Органный («Прокофьевский») зал музея

После проведенного капитального ремонта зала сотрудниками музея и слушателями отмечалось ухудшение качества звучания в нем, что и определило необходимость проведения настоящего исследования.

Для определения акустических характеристик зала были проведены измерения (в пустом зале). Их методика соответствовала стандарту ISO 3382–1997. В нескольких точках пустого зала были записаны на профессиональный магнитофон отклики помещения на тестовый сигнал в виде выстрела из стартового пистолета, а также аккорды органа. Выстрелы производились из точки сцены рядом с кафедрой органа.

Последующая обработка этих записей проводилась в лабораторных условиях. Она осуществлялась с помощью компьютерной измерительной программы SIA-Smaart-Pro, установленной в полной конфигурации. При этом записанные на магнитофон сигналы через звуковую карту VX-rocket производства фирмы Digigram вводились в компьютер и обрабатывались указанной программой.

Дополнительно производилась обработка записей с использованием измерительной системы MLSSA производства фирмы DRA. В итоге были получены значения времени реверберации зала, других критериев акустического качества, а также структуры звуковых отражений (рефлектограммы) на начальном участке импульсного отклика. Пример кривой реверберационного спада, на основании которой определялось время реверберации зала, приведен на рис. 3.

Измеренные значения времени реверберации зала ( $RT60$ ) приведены в графе 1 таблицы 1. Эти данные получены после необходимого усреднения по отдельным точкам и реализациям, а также округлены до 0,05 с. Следует отметить, что значения  $RT60$ , полученные при измерениях на пистолетных выстрелах и органных аккордах, показали (с учетом допустимой погрешности измерений) практически полное совпадение. В графе 2 той же таблицы 1 показаны значения  $RT60$ , ожидаемые в зале при заполнении его публикой. Они были

получены расчетным путем при коррекции результатов измерений в пустом зале на дополнительный фонд звукопоглощения, обусловленный наличием зрителей в креслах. Кроме того, для сравнения в графе 3 приведены результаты измерений, проведенных в пустом зале в 1987 году. Эти измерения выполнялись сотрудниками НИИСФ при участии одного из авторов этой работы (М. Ю. Ланэ).

На рис. 4 показан пример импульсного отклика зала, измеренный приблизительно в середине площади, занятой креслами зрителей (ряд 4, место 8). Структура звуковых отражений показана для первых 200 мс после прихода прямого звука.

Из сравнения результатов измерений, проведенных в рамках данной работы и ранее в 1987 году (графы 1 и 3 таблицы 1), следует, что частотная характеристика времени реверберации помещения после ремонта сильно изменилась. На нижних частотах (в октавной полосе 125 Гц) время реверберации зала возросло, а на средних и высоких частотах заметно уменьшилось. Причины этого явления вполне объяснимы. Во-первых, в ходе ремонта были сняты все деревянные панели, которые имели максимум звукопоглощения именно в низкочастотной области, вследствие чего и увеличилась гулкость зала на низких частотах. Во-вторых, в зале были установлены новые кресла с очень толстой мягкой подушкой на сидении и спинке. Их наличие вызвало существенное снижение времени реверберации помещения в области средних и высоких частот.

Для залов данного объема рекомендуется оптимум среднечастотной реверберации  $RT60 \sim 1,80$  с для органной музыки и  $RT60 \sim 1,45$  с для симфонической. Учитывая сравнительно небольшую площадь помещения и реальные режимы его использования, можно утверждать, что рекомендуемый оптимум среднечастотной реверберации заполненного зала должен составлять 1,50–1,60 с. В подтверждение этого вывода можно привести и тот факт, что до ремонта время реверберации заполненного зала находилось именно в этих пределах, и сколько-нибудь существенных жалоб на качество звучания в зале, насколько нам известно, не высказывалось.

Таким образом, мероприятия по улучшению качества звучания в зале должны быть, прежде всего, направлены на повышение его гулкости в области средних и высоких частот. Решение этой проблемы может быть связано только с заменой установленных кресел на новые, менее звукопоглощающие, или на переделку существующих кресел путем уменьшения толщины мягких подушек, как на сидении, так и на спинке. Других путей решения данной проблемы просто не существует, т.к. в зале, кроме кресел, нет никаких элементов интерьера, обладающих сколько-нибудь заметным звукопоглощением в диапазоне средних и высоких частот.

Помимо этого следует принять меры к некоторому снижению времени реверберации на низких частотах. Это можно обеспечить путем размещения на стенах дополнительных деревянных обшивок по каркасу (на-

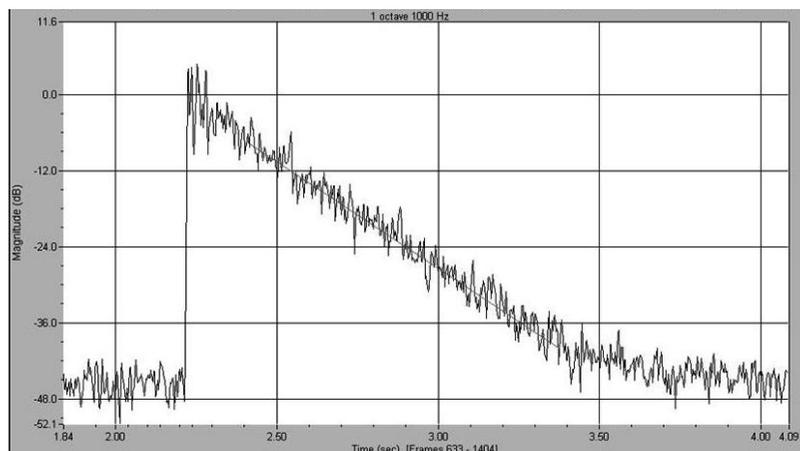


Рис. 3: Кривая реверберационного спада в октавной полосе с центральной частотой 500 Гц (сигнал — выстрел стартового пистолета)

Таблица I: Время реверберации  $RT60$  в секундах (все значения округлены до 0,05 с)

№ пп.	Проведённые измерения и расчёты	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц					
		125	250	500	1000	2000	4000
1	Измерено в пустом зале	1,80	1,60	1,60	1,65	1,60	1,25
2	Коррекция результатов измерений на заполнение зала публикой	1,55	1,35	1,30	1,30	1,35	1,05
3	Измерено в пустом зале в 1987 году	1,30	2,00	1,90	1,80	1,80	1,60

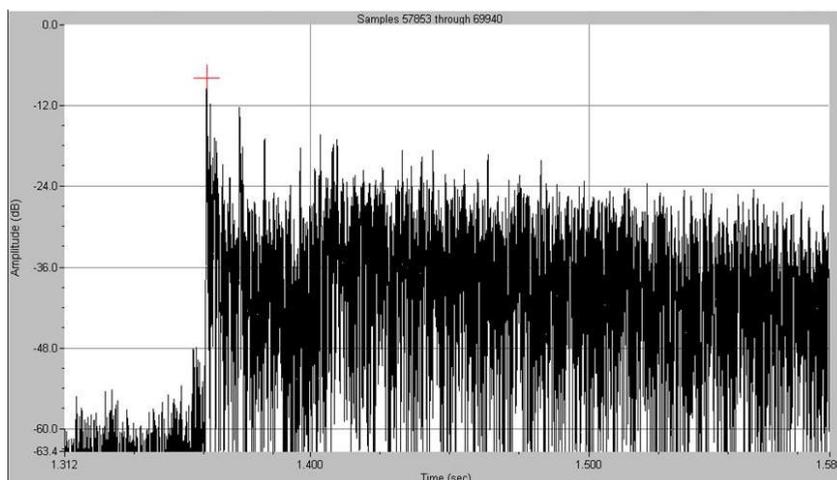


Рис. 4: Пример импульсного отклика зала (первые 200 мс за импульсом прямого звука, отмеченным крестообразным курсором) в центре площади зрительских мест

подобие тех, которые были в нем до ремонта). Можно также укрепить на стенах навесные звукопоглощающие конструкции, выполненные из дерева. Последний подход представляется более предпочтительным в силу двух причин. Во-первых, такие конструкции, например, в форме призм, можно изготовить заранее, привезти в зал в виде готовых изделий и подвесить к стенам. При этом не потребуется никакая переделка от-

делки стен, кроме установки крепежных дюбелей. Во-вторых, наличие дополнительных звукопоглощающих элементов будет способствовать улучшению диффузности звукового поля в зале, что, несомненно, будет положительным фактором. Сейчас стены зала являются практически плоскими. Треугольный профиль членения боковых стен имеет столь небольшой вынос, что с акустической точки зрения является малоэффектив-



Рис. 5: Концертное фойе музея

ным. Этот вывод подтверждается и тем, что в зале отчетливо прослушивается порхающее (многократное) эхо. Чтобы его услышать, достаточно просто хлопнуть в ладоши, встав в проходе у боковой стены.

Реализация указанных мероприятий позволила бы значительно улучшить акустические характеристики зала и звучание органа в нем.

## 2. КОНЦЕРТНОЕ ФОЙЕ

Помимо программы акустического обследования Органного зала, авторами данной работы были определены акустические характеристики фойе второго этажа музея, где весной 1998 года был установлен исторический орган немецкого мастера Фридриха Ладегаста. В настоящее время это старейший орган Москвы и один из старейших в России. Общий вид фойе показан на рис. 5, орган — на рис. 6.

Орган был построен известным органостроителем Ф. Ладегастом из Вайссенфельса в 1868 году для салона московского купца и мецената В.А. Хлудова, позже подарен Московской консерватории и до 1959 года звучал на сцене ее Малого зала. Затем инструмент был перенесен в Музыкальную школу им.

С. С. Прокофьева, а когда для школы решили построить новое здание, демонтирован. В 1996–98 гг. по специальному реставрационному заданию орган был реставрирован Вильнюсской органной мастерской (директор Р. Гучас), экспертом по реставрации инструмента был один из авторов данной работы (П. Н. Кравчун). Орган имеет 2 мануала, педаль, 16 регистров, механическую трактуру [2]. После завершения реставрации органа в сентябре 1998 года фойе стало использоваться для проведения концертов.

Значения времени реверберации, полученные при акустических измерениях в фойе, приведены в табл. 2.

Если учесть, что фойе во время концертов располагается не более 60-65 слушателей на стульях, то зафиксированные значения  $RT60$  вполне приемлемы для органной музыки и комфортного восприятия установленного в фойе органа.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы поддержки ведущих научных школ (грант НШ-283.2014.2).



Рис. 6: Исторический орган Ф. Ладегаста в фойе музея

Таблица II: Время реверберации в концертном фойе второго этажа RT60 в секундах (все значения округлены до 0,05 с)

№ пп.	Проведённые измерения	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц					
		125	250	500	1000	2000	4000
1	RT60, измерено в пустом фойе	2,00	2,00	2,00	2,10	2,05	1,40

- [1] Кривицкая Е.Д., Кравчун П.Н., Воинова М.В. Органы России. Энциклопедия. (М.-СПб., 2012). [2] Кравчун П.Н. Орган. №3. С. 17. (2009).

## Acoustics of the Organ hall and the Concert foyer of the Central museum of musical culture in Moscow

P. N. Kravchun<sup>1,a</sup>, M. Yu. Lannie<sup>2,b</sup>

<sup>1</sup>Department of Acoustics, Faculty of Physics, PlaceNameplace M.V.Lomonosov Moscow State University  
Moscow 119991, Russia

<sup>2</sup>Central Institute of Building Physics, Lokomotivny proezd, 21, Moscow 127238, Russia  
E-mail: <sup>a</sup>rusorgan@mail.ru, <sup>b</sup>mlannie@mail.ru

Central museum of musical culture in Moscow has 2 concert premises: the Organ hall, where the pipe organ was installed in 1979 by the German organ-building company «Alexander Schuke», and the Concert foyer of the 1st floor, where concerts are held

from 1998, when the historic organ built by Friedrich Ladegast in 1868 was installed after the restoration. The results of acoustical measurements made in the Organ hall before rebuilding of 2004 and after rebuilding, and in the Concert foyer are represented. It is shown that the acoustical characteristics of the Organ hall became worse after rebuilding of the hall. The recommendations to improve the acoustics of the Organ hall are proposed. The acoustical characteristics of the Concert foyer are good enough for the historic Ladegast organ.

PACS: 43.55.Gx

Keywords: architectural acoustics, acoustics of the organ halls.

Received 07.11.2014.

#### **Сведения об авторах**

1. Кравчун Павел Николаевич — канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент; e-mail: gedackt@mail.ru.
2. Ланэ Михаил Юрьевич — канд. техн. наук, старший научный сотрудник, старший научный сотрудник; e-mail: mlannie@mail.ru.