

РЕСТАВРАЦИЯ АКУСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЗАЛА УТРАЧЕННОГО ДЕРЕВЯННОГО ТЕАТРА В ТОБОЛЬСКЕ

В 1899 г. в Тобольске по проекту губернского инженера Ф. Д. Маркелова был построен деревянный театр (рис. 1).

Здание – памятник архитектуры, имело почти вековую историю. В 1990 г. произошел пожар, полностью разрушивший театр. В XIX – начале XX вв. в российской провинции возводили деревянные здания театров (в Астрахани, Владимире, Вятке, Новороссийске, Павловске, Ульяновске, Рязани, Якутске и т. д.). Акустические свойства залов напрямую связаны с материалом пост-

ройки. Дерево является эффективным звукопоглотителем в области низких частот, поэтому его наличие в архитектурном решении здания выравнивает амплитудно-частотную характеристику звукового поля. Это в свою очередь важно для качественного восприятия речи и музыки, так как превалирование низкочастотной составляющей маскирует сигнал в остальном частотном диапазоне и затрудняет восприятие речи и музыки [1]. Поэтому задача исследования свойств деревянных материалов и звукового поля деревянных театров акту-



Рис. 1. Фото зала

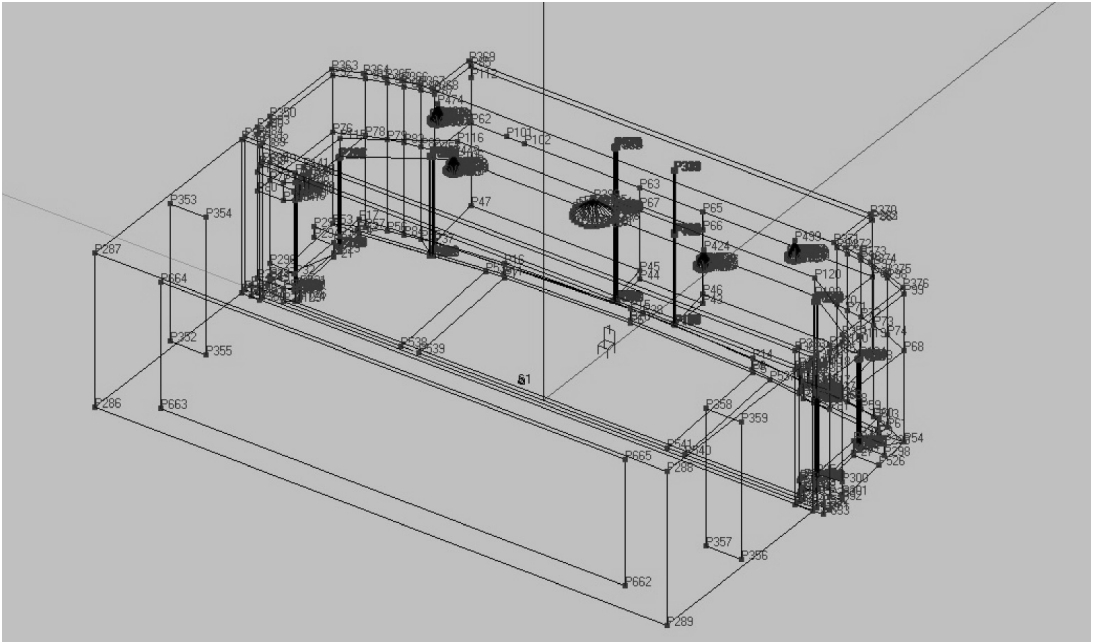


Рис. 2. Рисунок 3D-модели театра

альна. Поскольку такие объекты практически все утеряны, в данной работе описана реставрация акустических параметров, с помощью модельного акустического моделирования.

На основе фрагментов чертежей и старых фото, была создана 3D-модель зала театра (рис. 2).

Модель содержит 665 точек и 403 плоскости.

Стены и потолок зала представляли собой оштукатуренные и побеленные или покрашенные бревенчатые поверхности, пол – окрашенные доски на деревянных лагах. Для оценки звукопоглощения таких поверхностей необходимо было помещение, стены которого состоят из деревянных бревен, оштукатуренных и побеленных. Такое помещение было найдено в г. Сургуте. Это музей дома купца Клепикова, собранный по аутентичной технологии из бревен, оштукатуренный и побеленный изнутри (рис. 3).

В этом помещении было измерено время реверберации (таблица).

Пользуясь формулой расчета времени реверберации Г. Эйринга [6], был получен коэффициент звукопоглощения данного помещения в октавных полосах.



Рис. 3. В доме купца Клепикова

Показатели времени реверберации и коэффициент звукопоглощения α (Сэбин)

Октавные полосы частот, Гц	Время реверберации, с	Коэффициент звукопоглощения, α	Коэффициент звукопоглощения для деревянных оштукатуренных стен, α
125	0,43	0,19	0,30
250	0,46	0,18	0,20
500	0,40	0,20	0,35
1000	0,36	0,22	0,29
2000	0,29	0,27	0,29
4000	0,26	0,30	0,29

На данном этапе принято, что коэффициент звукопоглощения одинаков для всех поверхностей, что на следующем этапе было скорректировано в компьютерной модели. Далее, была создана 3D-модель комнаты, в которой проводилось измерение времени реверберации. Количество точек 75, плоскостей 54 (рис. 4).

Уже в модели несколько скорректированы коэффициенты звукопоглощения пола, соответствующие доскам на

лагах, взятых из источника [7]. Внесено добавочное звукопоглощение штор, ширмы в углу комнаты, окон. Коэффициент звукопоглощения оштукатуренных стен на основе расчетных данных корректировался для достижения сходства кривой времени реверберации, измеренной и полученной в модели комнаты. Путем подбора удалось получить значения, которые дали близкое соответствие по времени реверберации (см. таблицу).

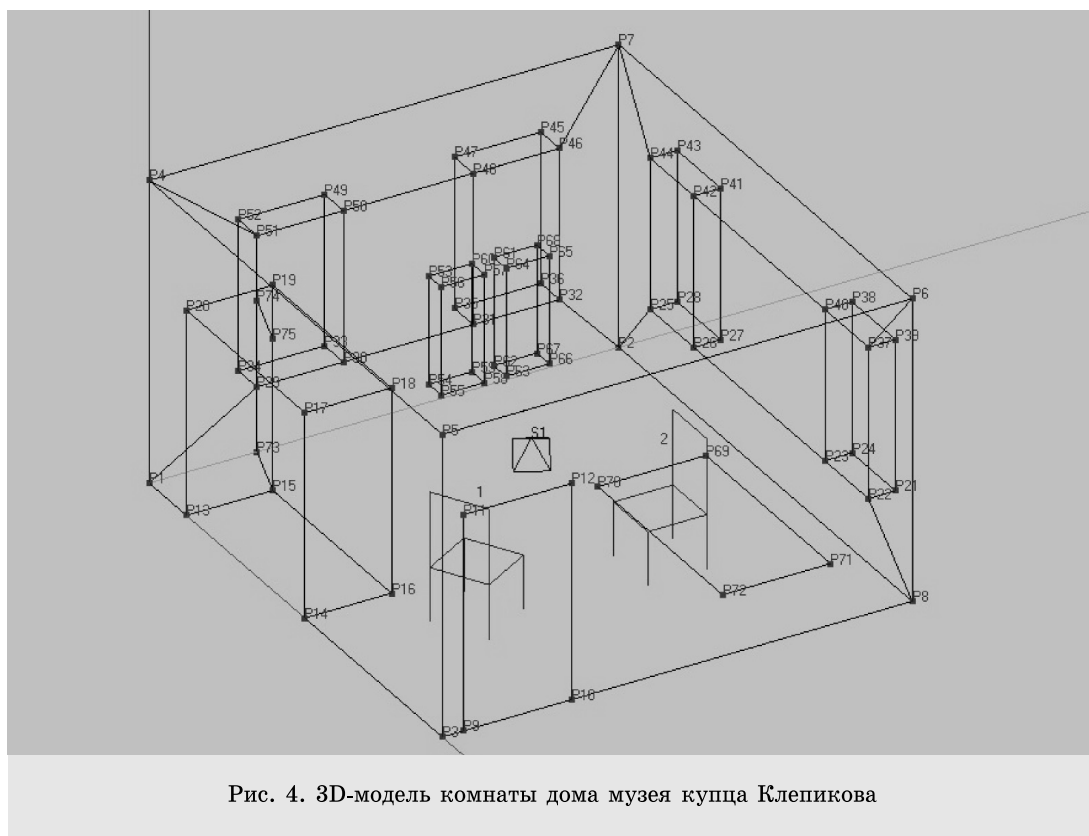


Рис. 4. 3D-модель комнаты дома музея купца Клепикова

Расчет звукового поля утраченного зала. Полученный коэффициент звукопоглощения деревянных оштукатуренных стен был импортирован в модель зала театра. Помимо него в модель были назначены соответствующие коэффициенты сидящих людей, проходов (доски), сцены (доски) и пространства сцены, стены которого обычно не подвергаются какой-либо обработке. Эти стены должны были представлять собой бревна полукруглой, или плоской формы со швами, заполненными паклей. Нам не удалось найти коэффициент звукопоглощения такой поверхности, поэтому взят коэффициент толстых деревянных досок, заимствованный из источника [7]. В дальнейшем планируется осуществить поиск соответствующей конструкции для измерения и расчета.

В результате анализа времени реверберации с обозначенным набором параметров была получена кривая в заполненном зале (рис. 5).

Сравнение значений в области средних частот (с центрами на октавных полосах 500 и 1000 Гц) с современным нормативом показало близкое соответствие: по нормативному документу СНиП 23-03-2003 при воздушном объеме 2300 м³ (коим обладал зал) регламентирующее значение времени реверберации равно 1,15 с. По этому же документу допускается подъем кривой в области нижних частот (ниже 250 Гц)

на 20 % и снижение на высокочастотном диапазоне, обусловленном поглощением в воздухе. На рис. 5 видно соответствие данным требованиям.

Акустические параметры, связанные с субъективной оценкой разборчивости речи и ясности фактуры исполняемой музыки, также имеют положительно высокие характеристики.

Заключение. В результате экспериментального и модельного расчета получены акустические параметры утраченного зала деревянного драматического театра Тобольска. Театр проектировался в 1896 г., когда нормативные требования по акустическому проектированию еще только формировались: первая теория звукового распространения в условиях диффузного поля в замкнутых помещениях была предложена профессором Уоллесом Клементом Сэбином в 1898 г. в американском Бостоне [5]. Это не означает, что инженер Ф. Д. Маркелов превзошел эту теорию. Как показывают исследования [3, 5, 6], многие положительные акустические свойства старых объектов были результатом интуитивного поиска и следования законам целесообразности при строительстве. Тем не менее зал театра являлся площадкой, обладающей достаточно высокой репутацией акустики, о чем свидетельствуют несколько постоянных посетителей старого театра, которые были опрошены авторами данной работы.

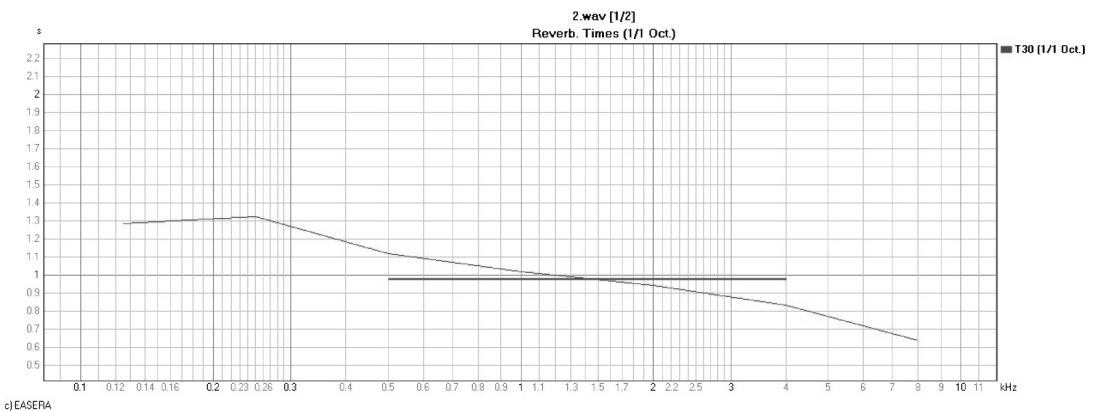


Рис. 5. Частотная характеристика времени реверберации зала театра, выполненная в акустической модели

Строительство подобных залов из деревянного материала – выгодная с точки зрения акустики задача, но требующая преодоления вопросов, связанных с противопожарной безопасностью. Вероятно, что польза есть и в экономической составляющей, в силу разницы цены на соответствующие материалы.

В современных каменных залах повсеместно характеристики звукового поля существенно завышены в низкочастотной области [2]. Использование дерева карди-

нально решает данную проблему. К этому следует добавить, что умеренный (а не большой) подъем в низкочастотной области это положительный фактор в режиме использовании электроакустического звукоусиления [4], что делает деревянный зал удачным местом для проведения представлений в современных жанрах (мюзикл, эстрадный концерт).

Выражаем благодарность за поддержку Йозефу Рэму, Валерию Хлебникову, Марине Селяниной, Татьяне Исаевой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Слуховая система / Под ред. Я. А. Альтмана. – М.: Наука, 1990.
2. Шевцов С. Е., Рубин Л. С. Принципы электронной архитектуры в концерте академической музыки как отдельный тип звукоусиления // Музыка в системе культуры. Вып. 5. – Екатеринбург, 2011.
3. Шевцов С. Е., Мазур Е. А. Акустика тобольского Софийско-Успенского собора // Техническая акустика. – 2016. – № 2. – URL: <http://www.ejta.org/ru/shevtsov1> (дата обращения: 26.01.2019).
4. Adelman-Larsen N. W., Gade A. C., Thompson E. R. Acoustics in Rock and Pop Music Halls // Audio-Engineering Society. Paper 7141. – 122 (May 2007).
5. Barron M. Auditorium Acoustics and Architectural design. – E&FN SPON, 1993.
6. Beranek L. Concert Halls and Opera Houses. – New York: Springer-Verlag, 2004.
7. Cox J., Peter D. A. Acoustic Absorbers and Diffusers: Theory, Design and Application. – Spon Press, 2004.

REFERENCES

1. *Slukhovaya sistema* [Auditory system]. Moscow, 1990.
2. Shevtsov S. E., Rubin L. S. Principles of electronic architecture in the concert of academic music as a separate type of sound amplification. *Muzyka v sisteme kultury* [Music in the cultural system]. Ekaterinburg, 2011, Iss. 5.
3. Shevtsov S. E., Mazur E. A. Acoustics of the St. Sophia assumption Cathedral in Tobolsk. *Tekhnicheskaya akustika* [Technical acoustics], 2016, (2). Available at: <http://www.ejta.org/ru/shevtsov1> (Accessed 26 January 2019).
4. Adelman-Larsen N. W., Gade A. C., Thompson E. R. Acoustics in Rock and Pop Music Halls. Audio-Engineering Society. Paper 7141. 122 (May 2007).
5. Barron M. Auditorium Acoustics and Architectural design. E&FN SPON, 1993.
6. Beranek L. Concert Halls and Opera Houses. New York: Springer-Verlag, 2004.
7. Cox J., Peter D. A. Acoustic Absorbers and Diffusers: Theory, Design and Application. Spon Press, 2004.

Реставрация акустических параметров зала утраченного деревянного театра в Тобольске

В работе представлены результаты реставрации акустических параметров зала утраченного деревянного театра драмы в Тобольске, который был построен в 1889 г. Для оценки звукопоглощения деревянных, оштукатуренных поверхностей театра необходимо было помещение, которое имеет иден-

Restoration of acoustic parameters of the hall lost wooden theater in Tobolsk

The study presents the restoration results of the acoustic parameters of the hall of the lost wooden drama theater in Tobolsk city which was built in 1889. To assess the sound absorption of wooden, plastered surfaces of the theater, it was necessary to have a room that has identical walls. This room was

тичные стены. Такое помещение было найдено в Сургуте. Это музей дома купца Клепикова. Дом был собран по аутентичной технологии из бревен и оштукатурен и побелен изнутри. Проведен эксперимент по выявлению коэффициента звукопоглощения этих стен. Для этого первоначально измерялось время реверберации, из показателей которого по формуле Эйринга вычислялся коэффициент звукопоглощения. Полученные характеристики внесены в компьютерную акустическую модель зала театра. Модель трехмерна и построена на основе сохранившихся чертежа и фотографий. Некоторые детали интерьера построены примерно, так как имеющийся чертеж неполный. В результате расчета в специализированной программе, представлена характеристика времени реверберации, которая сопоставлена с современным нормативом для акустики театров (СНиП 23-03-2003). Найдено соответствие. Выводом данного исследования является заключение о том, что дерево в качестве строительного материала предпочтительнее для обеспечения положительных характеристик звукового поля театра, особенно при проведении спектаклей современных жанров, где используется электроакустическое звукоусиление. Для дальнейшего развития данной темы, в частности достижения большей точности результатов, необходимы измерения в помещениях с бревенчатыми неоштукатуренными стенами и соответствующим расчетом их коэффициентов звукопоглощения.

Ключевые слова: архитектурная акустика, акустическое исследование, звуковое поле зала.

found in Surgut. It is a Museum house of the merchant Klepikov. The house was built with authentic technology of logs and plastered and whitewashed from the inside. An experiment was conducted to identify the sound absorption coefficient of these walls. For this purpose, the reverberation time was initially measured, from the indicators of which the sound absorption coefficient was calculated by the Eyring formula. The obtained characteristics are included in the computer acoustic model of the theater hall. The model is three-dimensional and is based on the preserved drawing and photographs. Some parts of the interior are built approximately, as the available drawing is incomplete. As a result of calculation in the specialized program, the characteristic of time of reverberation which is compared to the modern standard for acoustics of theaters (BC&R 23-03-2003) is presented. A match is found. This study conclusion is that wood as a building material is preferable to provide positive characteristics of the sound field of the theater, especially during performances of modern genres, where electroacoustic sound amplification is used. For further development of this topic, in particular to achieve greater accuracy of the results, measurements in rooms with log walls and the corresponding calculation of their sound absorption coefficients are necessary.

Keywords: architectural acoustics, acoustic research, sound field of the hall.

Шевцов Станислав Евгеньевич, доцент кафедры звукорежиссуры в Российском институте театрального искусства – ГИТИС, инженер-акустик, акустический консультант ООО «ТАМ» (г. Москва)

E-mail: s_shevtsov@mail.ru

Олефиренко Валерия Владимировна, студентка IV курса по специальности «Звукооператорское мастерство» в Колледже русской культуры им. А. С. Знаменского (г. Сургут)

Соменков Евгений Александрович, студент IV курса по специальности «Звукооператорское мастерство» в Колледже русской культуры им. А. С. Знаменского (г. Сургут)

Shevtsov Stanislav Evgenievich, associate professor of Sound Engineering Department at the Russian Institute of Theatre art (GITIS), engineer-acoustics, acoustic consultant of LLC «TAM» (Moscow)

E-mail: s_shevtsov@mail.ru

Olefirenko Valeriya Vladimirovna, IV year student majoring in «Sound Engineering» at the College of Russian culture named after A. S. Znamensky (Surgut)

Somenkov Evgeny Aleksandrovich, IV year student majoring in «Sound Engineering» at the College of Russian culture named after A. S. Znamensky (Surgut)

Получено 26.02.2019