

Архитектура зданий и сооружений

Научная статья

УДК 699.84:534.842

<http://doi.org/10.24866/2227-6858/2022-3/117-122>

А.П. Панфилов, Р.Е. Тиганов, Р.А. Тихонов

ПАНФИЛОВ АЛЕКСАНДР ПАВЛОВИЧ – аспирант, panfilov_ap@dvfu.ru

ТИГАНОВ РОМАН ЕВГЕНЬЕВИЧ – аспирант, tiganov_re@dvfu.ru

Департамент электроники, телекоммуникации и приборостроения

Политехнический институт

ТИХОНОВ РУСЛАН АЛЕКСАНДРОВИЧ – бакалавр департамента математического и компьютерного моделирования, tikhonov.ra@students.dvfu.ru

Институт математики и компьютерных технологий

Дальневосточный федеральный университет

Владивосток, Россия

Виртуальная система моделирования акустики для малогабаритной студии звукозаписи CC SAM

Аннотация. В статье рассматривается моделирование акустических характеристик помещений с помощью виртуальных сред разработки, на основе статистических, геометрических и волновых методов расчета акустики, оптимизированных для малых студий звукозаписи. С целью проектирования новых и улучшения существующих помещений с точки зрения архитектурной акустики.

Данная статья может быть полезна инженерам-акустикам, архитекторам, звукорежиссерам и деятелям музыкальной индустрии.

Ключевые слова: архитектурная акустика, аурализация, студии звукозаписи, трассировка лучей, импульсный отклик

Для цитирования: Панфилов А.П., Тиганов Р.Е., Тихонов Р.А. Виртуальная система моделирования акустики для малогабаритной студии звукозаписи CC SAM // Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. 2022. № 3(52). С. 117–122.

Введение

В настоящее время все больше растет сегмент малых «домашних» студий звукозаписи. Доступность современного звукового оборудования позволяет оснастить студию вплоть до профессионального уровня, но техническое наполнение не решает все проблемы акустики малых помещений. Необходимо производить коррекцию акустики таких площадок, а в случае с малыми студиями особо остро стоит вопрос оптимизации или выравнивания акустических характеристик помещений. Однако полноценный расчет акустики с подбором необходимых материалов – очень сложный процесс. И для упрощения этого процесса необходимы эффективные системы компьютерного моделирования. Графические среды разработки наиболее удобны и понятны, и именно поэтому их стоит использовать при моделировании. Данная работа посвящена разработке программы для создания моделей акустического поля студий, в частности малых.

Данная работа является логическим продолжением статьи «Оптимизация параметров акустического поля для малогабаритной студии звукозаписи» (авторы А.П. Панфилов, Р.Е. Тиганов, В. М. Ведищева) [6].

Целью работы является разработка и анализ реального вычислительного комплекса CC SAM – Computing Complex of Space Acoustics Modeling или «Сделай Студию SAM» – для оптимизации акустических характеристик, не предназначенных для студийной записи помещений.

Основные задачи:

- 1) создание web-приложения для анализа акустики смоделированных в 3D-объектах;
- 2) расчет основных параметров акустического поля помещений с использованием статистической, геометрической и волновой теорий;
- 3) корректность расчетов для всех типов помещений (по размеру и назначению);
- 4) подбор материалов с рекомендацией по их расположению для оптимизации акустики помещения внутри приложения.

Необходимые требования к расчету

Согласно основной цели работы программный комплекс должен корректно анализировать смоделированную акустику не предназначенных для студийной записи помещений. Основной характеристикой таковых является не соответствующий назначению размер помещения, а точнее соотношение сторон этого помещения, как правило, из-за низкого потолка или «квадратности», вследствие чего появляется дисбаланс низкочастотного распределения аксиальных мод помещения [5–7]. Также неподходящий фонд звукопоглощения приводит к искажению амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) посредством этого самого поглощения [1–3].

Решением по коррекции АЧХ и распределения аксиальных мод низкочастотного излучения помещения будет оптимизация габаритов и фонда звукопоглощения [6,7].

Описание приложения

CC SAM – это кроссплатформенное web-приложение, которое имитирует акустическое поведение моделируемого пространства.

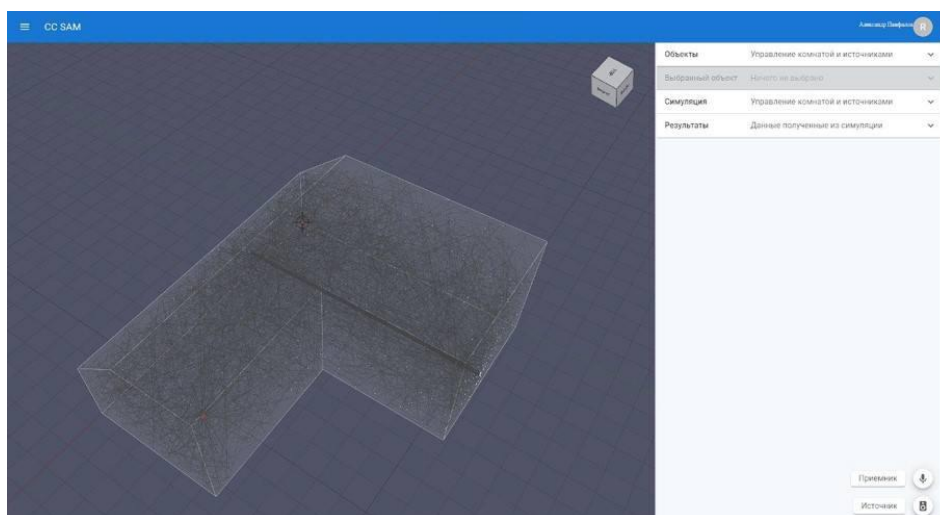


Рис. 1. Интерфейс CC SAM (главный экран)

Импортировать геометрию помещения из нескольких распространенных форматов 3D-файлов, назначать акустические материалы поверхностям в пространстве и определять местоположения источников и приемников позволяет CC SAM (рисунки 1, 2).

Как только модель будет полностью определена, можно рассчитать статистические оценки времени реверберации (RT60) для комнаты согласно уравнениям Сабина и Норриса–Эйринга (рис. 3), а импульсная характеристика помещения (RIR) может быть рассчитана при помощи метода трассировки звуковых лучей и метода мнимых источников или их сочетания (рис. 4).

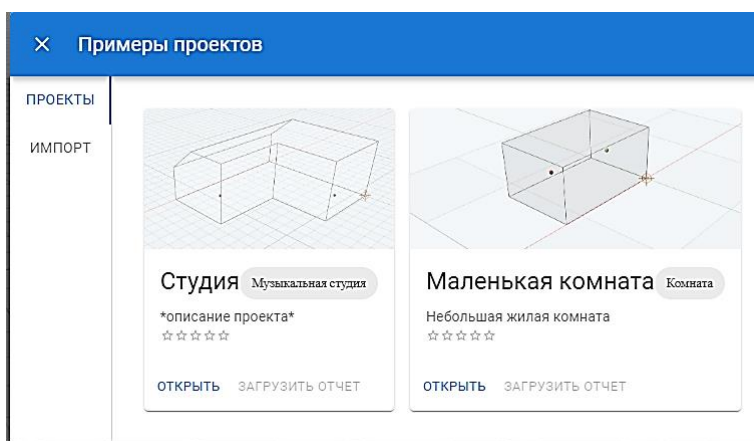


Рис. 2. Интерфейс CC SAM (окно загрузки модели)

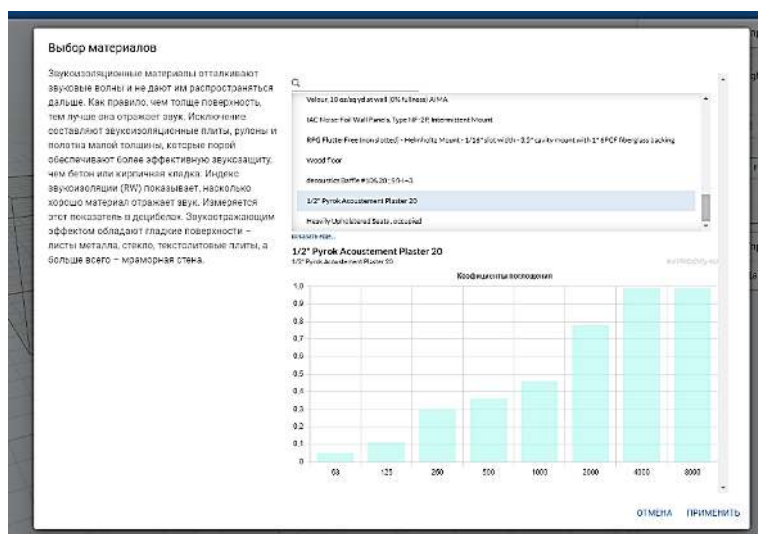


Рис. 3. Выбор акустических материалов поверхностей CC SAM

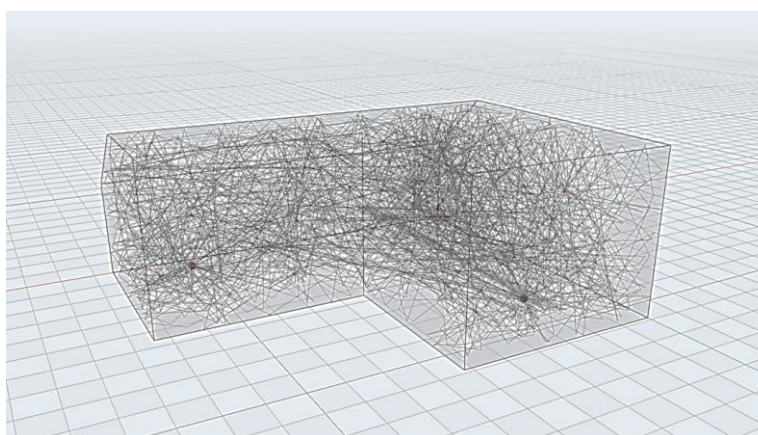


Рис. 4. Трассировка лучей CC SAM

Полученный импульсный отклик – сигнал, «прошедший» через моделируемое помещение, можно использовать для дальнейшего анализа и получения субъективных метрик как «ясность» (C80), «гулкость», «звучность», «интимность» и т.д. [8]. Сравнение результатов с другими программами моделирования акустики помещений показывает, что CC SAM является точным и имеет возможность для дальнейшего развития. Результаты RIR, полученные с помощью CCSAM по сравнению с ODEON показывают общую точность как RT60 (рис. 5) и C80 не более чем на 9% [9].



Рис. 5. График RT_{60} с отображением рекомендуемых границ

Используемый программный стек технологий

React

JavaScript-библиотека с открытым исходным кодом для разработки пользовательских интерфейсов.

Three.js

Кроссплатформенная библиотека JavaScript с открытым исходным кодом, которая позволяет программисту создавать и отображать трехмерную компьютерную графику в веб-браузере с помощью WebGL. Three.js определяет общее 3D такие компоненты, как линии, сетки и текстуры, и предоставляет код для рендеринга этих элементов на экран.

Выводы

На данный момент программный комплекс CC SAM находится в стадии активной разработки. Но уже сейчас может обеспечить:

- 1) анализ акустики моделируемого помещения на основе статистической, геометрической и волновой теорий;
- 2) имеет погрешность не более 9% по сравнению со схожими приложениями;
- 3) позволяет пользователю самостоятельно подбирать материалы для акустического оформления помещения, опираясь на рекомендации, предложенные программой;
- 4) работать с 3D-моделями.

Для достижения всех поставленных задач необходимо доработать систему автоматического подбора материалов и их расположения для акустического оформления моделируемого помещения согласно исследованиям и стандартам [5–8].

Также необходимо провести апробацию на реальных объектах с последующими измерениями согласно стандартам [4–6].

Проект CC SAM является призером акселерации технопарка «Русский» и рекомендован администрацией ДВФУ к реализации.

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бутко О. Архитектурная акустика, ее особенности и применение // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород, 1–30 мая 2015 г. Белгород, 2015. С. 1647–1651.

2. Ильичев И.А., Рыжих И.Н. Архитектурная акустика // Материалы Международной научно-технической конференции молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород, 1–20 мая 2016 г. Белгород, 2016. С. 2672–2675.
3. Канев Н.Г. Об аномальном времени реверберации некоторых помещений // Материалы Международной акустической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Е.Я. Юдина, 30 октября 2014 г. Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. С. 191–201.
4. Ланэ М.Ю. Акустика зрительного зала Московского музыкально-драматического цыганского театра «Ромэн» // Жилищное строительство: доклады V Академических чтений «Актуальные вопросы строительной физики». 2013. № 6. С. 19–21.
5. Мельников Е.Д., Агеенко М.В. Архитектурно-строительная акустика. Воронеж. гос. Архитектурно-строительный ун-т, 2015. 60 с. URL: <https://www.iprbookshop.ru/54990.html> (дата обращения: 24.11.2021).
6. Панфилов А.П., Тиганов Р.Е., Ведищева В.М. Оптимизация параметров акустического поля для малогабаритной студии звукозаписи // Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. 2022. № 1(50). С. 123–129. DOI: 10.24866/2227-6858/2022-1/123-129
7. Смирнов А. Расположение громкоговорителей в комнате прослушивания и комнатные моды // Стереo&Видео. 2010. № 10. 10 с.
8. Vorländer M. Auralization: Fundamentals of acoustics, modelling, simulation, algorithms and acoustic virtual reality. Springer Science & Business Media, 2007.
9. Schroeder M.R. New Method for Measuring Reverberation Time. *J. of the Acoustical Society of America*. 1965;(37):409.

FEFU: SCHOOL of ENGINEERING BULLETIN. 2022. N 3/52

Architecture of Buildings and Structures

www.dvfu.ru/en/vestnikis

Original article

<http://doi.org/10.24866/2227-6858/2022-3/117-122>

Panfilov A., Tiganov R., Tikhonov R.

ALEXANDER P. PANFILOV, Postgraduate Student, panfilov_ap@dvfu.ru✉

ROMAN E. TIGANOV, Postgraduate Student, tiganov_re@dvfu.ru

Department of Electronics and Communications

Polytechnic Institute

RUSLAN A. TIKHONOV, Bachelor Student, tikhonov.ra@students.dvfu.ru

Department of Mathematical and Computer Modeling

Institute of Mathematics and Computer Technologies

Far Eastern Federal University

Vladivostok, Russia

Virtual acoustic simulation system for small-sized recording studio CC SAM

Abstract. The article discusses the modeling of the acoustic characteristics of rooms using virtual development environments, based on statistical, geometric and wave methods for calculating acoustics, optimized for small recording studios. With the aim of designing new and improving existing spaces in terms of architectural acoustics. This article may be useful to acoustic engineers, architects, sound engineers and music industry figures.

Keywords: architectural acoustics, auralization, recording studios, raytracing, impulse response

For citation: Panfilov A., Tiganov R., Tikhonov R. Virtual acoustic simulation system for small-sized recording studio CC SAM. *FEFU: School of Engineering Bulletin*. 2022;(3):117-122. (In Russ.)

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interest.

REFERENCES

1. Butok O. Architectural acoustics, its features, and application. *Proc. of Int. Conf. Belgorod State Technological University after named V.G. Shukhov*, Belgorod, May 1–30, 2015. Belgorod, 2015. 1647–1651 p. (In Russ.).
2. Ilyichev I.A., Ryzhikh I.N. Architectural acoustics. *Proc. of Int. Conf. Belgorod State Technological University after named V.G. Shukhov*, Belgorod, May 1–20, 2016. Belgorod, 2016. 2672–2675 p. (In Russ.).
3. Kanev N.G. On the anomalous reverberation time of some rooms. *Proc. of the Int. Acoustic Conf. dedicated to the 100th anniversary of the birth of E.Ya. Yudina*, October 30, 2014. Moscow, Bauman University, 2014. 191–201 p. (In Russ.).
4. Lane M.Yu. The acoustics of the auditorium of the Moscow musical and drama gypsy theater "Romen". *Housing Construction. Reports of the V Academic Readings "Topical Issues of Building Physics"*. 2013;(6):19–21. (In Russ.).
5. Melnikov E.D., Ageenko M. V. Architectural and construction acoustics. Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering, 2015. 60 p. URL: <https://www.iprbookshop.ru/54990.html> – 24.11.2021. (In Russ.).
6. Panfilov A.P., Tiganov R.E., Vedischeva V.M. Acoustic field parameters' optimization for the small-sized recording studio. *FEFU: Bulletin of the Engineering School*. 2022;(1):123–129. (In Russ.). DOI: 10.24866/2227-6858/2022-1/123-129
7. Smirnov A. Arrangement of loudspeakers in the listening room and indoor mods. *Stereo&Video*. 2010;(10):1–10. (In Russ.).
8. Vorländer M. Auralization: Fundamentals of acoustics, modelling, simulation, algorithms and acoustic virtual reality. Springer Science & Business Media, 2007.
9. Schroeder M.R. New Method for Measuring Reverberation Time. *J. of the Acoustical Society of America*. 1965;(37):409.