Архитектурно-акустическая эволюция музыкальных залов

Глухова Александра Викторовна
кандидат архитектуры, доцент, кафедра архитектурно-строительных конструкций, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, iolanta71@yandex.ru

В статье рассмотрен процесс изменения архитектурно-акустических характеристик музыкально-зрелищных сооружений на протяжении истории формирования различных форм академической музыки. Выполнен комплексный обзор семи этапов развития – от готики и далее в хронологическом порядке до наших дней (появления гибридных залов, обеспечивающих различные режимы акустики). Установлены устойчивые тенденции связи композиторского мышления, развития музыкальных инструментов и состава оркестра с архитектурными и акустическими решениями зала. Обосновано, что каждый стиль музыки вызывает изменение основных характеристик зала (время реверберации, объем зала, форма и материал отделки). Отдельно рассмотрен акустический кризис залов XX века – перехода от надежной прямоугольной к современным формам, объединяющим в себе элементы залов типа shoebox (обувная коробка) и vineyard (виноградник).

Ключевые слова: архитектурная акустика, концертные залы, время реверберации, архитектура концертных залов, оперные театры, shoebox, vineyard, гибридный зал, адаптивный зал, музыкальное развитие.

Финансирование

Статья публикуется по результатам выполнения гранта НПР СПбГАСУ 2026 года.

Этапы эволюции академической музыки можно разделить на семь эволюционных периодов и вместе с этим провести взаимосвязь композиторской мысли, развитие музыкальных инструментов, составы музыкальных коллективов и соответствующих им архитектурно-акустических требований.

Первый этап – Средневековье (~1400 г.). Данному периоду соответствует преобладание монодии (одноголосия), исполнение голосом (григорианский хорал) – чистая мелодия, лишенная вибраций, простые инструменты (арфа, флейта, орган, виолы) с узкими частотными характеристиками [1]. Музыка исполнялась в соборах и монастырях с высокими сводами, создающими длинную реверберацию (8-10 секунд), что диктовало медленный темп и отсутствие сложной ритмики. Архитектурным выражением мест исполнения музыки являлись готические соборы, представлявшие собой узкий главный неф с высокими сводами (соотношение высоты к ширине достигало 4:1), сильно вытянутым объемом (длина к ширине имела соотношение 5:1), частое чередование опорных пучков колонн, а также огромные витражи в пределах всего простенка. Акустическим последствием данных решений были поздние вертикальные отражения, когда звук от источника первостепенно уходил вверх, а возвращался с огромной временной задержкой, практически полностью снижая разборчивость. Создавался эффект «катящегося эха», так как слушатели в конце нефа слышали прямой звук и отражения с большим временным сдвигом. Пучки колонн работали как объемные диффузоры, дробя и рассеивая высокие частоты, в то время как низкие частоты огибали их, делая басы более ровного звучания. Свинцово-паечное стекло витражей резонировало от низких частот и работало как мембранный поглотитель, также способствуя частоте басов.

Второй этап – эпоха Ренессанса (~1400-1600 гг.). В музыкальных формах типа мессы, мадригалов, инструментальных канцонах и фантазиях происходит расцвет полифонии (многоголосия). Единого состава оркестра нет, он переменный и зависит от наличия музыкантов, но именно музыкальные инструменты начинают дублировать и заменять вокальные партии, появляются семейства инструментов (консорты), развиваются орган и клавесин. Звук насыщается обертонами, но динамика звука по-прежнему ступенчатая, например, у клавесина за счет механического щипания струн. Музыка исполняется в палаццо и церковных капеллах, пропорции которых становятся близкими к 1:1 или 1,5:1 – потолки стали значительно ниже, делая акустику более камерной и позволяющей услышать сложность полифонических линий. Кубическая форма зала порождала сильный резонанс и стоячие волны, из-за чего звучание некоторых звуков громко «гудели». Звук быстро отражался от потолка и стен и возвращался к слушателю, создавая плотные ранние отражения, повышая разборчивость речи и возможность сольного пения со сложным текстом. В отличие от каменных сводов соборов, потолки ренессансной архитектуры стали деревянными и поглощали избыток низких частот, а их кессонированная конструктивная система рассеивала средние и высокие частоты, убирая «порхающее» эхо.

В барочную эпоху (~1600-1750 гг.) появляется контраст в музыке (громко/тихо, solo/tutti), динамика звучания еще террасная, но уже более выразительная. Происходит расцвет скрипичного искусства (появляются эталонные инструменты мастеров Страдивари, Гварнери, Амати), главные гармонические инструменты – клавесин и орган, появляется темперированный строй со свободной модуляцией (И.С. Бах). Зарождается постоянный состав оркестра, ядро которого – струнная группа с добавленными к ней духовыми инструментами и изредка ударными. Основные музыкальные формы – опера, оратория, кантата, сюита, фуга. Появляются первые специализированные оперные театры, основа архитектурной формы которых заимствована от античных театров (амфитеатры) и дополнена ярусами с ложами [2]. Однако форма в плане таких театров вытянулась до подковообразной (U-образной) или овальной, стены превратились в многоэтажную структуру с ячейками (ложами), сцена имела жесткий настил, плавно поднимающийся к заднику. Стены приблизились друг к другу, сцена превратилась в раструб, за счет чего звук прямо направлялся к слушателю, драматически усиливая тихий вокал. Ложи из-за обивки тканью и заполнения людьми работали как ловушки для звука, и реверберация упала до 1,1-1,6 с, создавая «сухое» звучание, что было благоприятно для разборчивости (особенно речитативов). Деревянные перекрытия (подвесной на стропильной системе расписной потолок) эффективно гасили опасные резонансы и возвращали полезные отражения в партер.

На рубеже XVIII-XIX веков, в эпоху классицизма, происходит ключевой переход – фортепиано вытесняет клавесин (молоточковая механика Кристофори позволяет плавное нарастание и снижение громкости – crescendo и diminuendo). Совершенствуется скрипичная техника и развиваются медные духовые инструменты. Происходит стандартизация оркестра, вводятся новые инструменты (В.А. Моцарт ввел в оркестр кларнет). Оформляется классическая 4-частная форма симфоний и сонат. Появляются публичные специализированные концертные залы (Гевандхаус в г. Лейпциг), от

акустики которых требуется универсальность – ясность для полифоний и теплота для мелодии соло. Формируется «золотой стандарт» пропорций зала, получивший название «обувной коробки» (shoebox) с соотношением сторон 2:1:1 или по золотой пропорции. Умеренная высота плоских жестких перекрытий. Сцена интегрирована в объем зала (а не за аркой и занавесом), оркестр располагался в одном объеме со слушателями, изолированные ложи по бокам и в конце зала заменились открытыми балконами (хорами). С акустической точки зрения это создало эталонные боковые отражения за счет узости зала и возможности первичному звуку оптимально отражаться от боковых стен, что создавало эффект присутствия и объема. Также звук отражался от плоского потолка, равномерно насыщая передние и задние ряды в зале, исключая «мертвые» зоны, а за счет того, что звук не «застревал» в карманах закулисья, создавалось единое акустическое диффузное поле. Открытые балконы также не «запирали» звук в отличие от лож барочного театра, а балконные ограждения работали как акустические экраны, дробя звуковые волны и отражая их в зал [3].

Середина и вторая половина XIX века (эпоха романтизма) охарактеризована культом индивидуальной выразительности тона, фортепиано превращается в мощный концертный инструмент (с чугунной рамой Ф. Листа), изобретаются вентили для медных духовых инструментов (за счет чего они приобретают полный хроматический звукоряд), расширяется группа ударных инструментов. Наблюдается расцвет симфонической поэмы и программной музыки (Ф. Лист, И. Брамс), опера становится тотальным искусством (Р. Вагнер) [1]. Концертные залы сохраняют пропорции «обувной коробки», но увеличиваются по габаритам и вместимости (длина до 45-50 м, ширина до 20-22 м, высота потолков 17-19 м, объем – 15000-20000 м. куб.). Пол оставался плоским для возможности проведения балов, огромные плоские потолки монтировались из тяжелой древесины, подвешенной к стропильной системе. Увеличение габаритов зала привело к увеличению времени прибытия поздних боковых отражений, создавая эффект космического пространства, где оркестр звучал как монументальное единое целое, а не набор отдельных музыкальных инструментов. Увеличилось также время реверберации до 1,8-2,2 с, аккорды симфоний плавно перетекали друг в друга, звуковая волна шла параллельно полу, из-за чего партер поглощал высокие частоты, делая звук «теплым», а на балконах звук оставался чистым [4]. Потолок, работающий как мембрана, становился мощным излучателем – «впитывал» избыточный грохот медных духовых инструментов, делая общее звучание оркестра глубоким и бархатным.

Начало и середину XX века (эпоху модернизма и авангарда) можно назвать акустическим провалом. В музыкальной культуре случается отказ от тональности (Шёнберг) и изменяется в целом подход к звуку, происходит распад традиционных форм. Ударные становятся равноправной группой, расширяются струнные техники (sul ponticello, col legno), Д. Кейдж изобретает подготовленное (или препарированное) фортепиано, появляется электроакустическая музыка (первые магнитофоны, терменвокс, синусоидальные генераторы). В оркестре исчезает стандарт – коллектив может быть и камерным и с гигантским составом (Мессиан). Требуются залы с универсальной акустикой для исполнения всего широкого спектра новейшей музыки. Архитекторы экспериментируют с формой и появляются веерообразные залы (fan-shaped), когда стены зала расходятся рупором к задним рядам для увеличения вместимости без потери видимости, что приводит к исчезновению боковых отражений звуковых волн и эффекта объемного звучания. Применение голого бетона, отражающего высокие частоты без рассеивания, приводило к возникновению порхающего резкого эха, звук ударных и медных духовых становится оглушительным. Звук затухал по пути к дальним слушателям из-за увеличивающейся ширины зала. Возникла проблема баланса: слушатели с задних рядов слышали только ударные и медные духовые, почти не различая скрипичную группу.

Рубеж XX и XXI века стал временем компромиссов. Цифровые технологии и компьютер стали инструментами композиции и аранжировки, появились гибридные формы – акустические инструменты и живая электроника, интерактивные системы, а также возрождение исторического (аутентичного) исполнительства на традиционных инструментах. Состав оркестра любой – для исполнения всей линейки академической музыки от барочной до современной, кросс-культурные проекты с применением инструментов разных традиций. Стираются грани между жанрами, превращаясь в постмодернистский коллаж с импровизационными и перформативными практиками. Акустика становится точной наукой, опирающейся на компьютерное моделирование с созданием залов-трансформеров. Появляется симбиозные формы, сочетающие в себе черты зала типа shoebox и vineyard (с террасным расположением мест вокруг сцены). В материалах отделки используются фрезерованный гипс, композиты, плотная древесина). Залы строятся изолированной внутри конструктивной коробки, между стенами таким образом создаются «камеры реверберации». Акустическими последствиями различных экспериментальных поисков становятся: полное уничтожение нежелательного эха, идеальная высокочастотная диффузия, динамическое изменение времени реверберации прямо в процессе концерта, управление ранними отражениями с помощью подвесных акустических «облаков», баланс панорамности и объема.

Выполненный комплексный анализ развития акустико-архитектурных характеристик музыкально-зрелищных сооружений на фоне трансформации семи эпох академического музицирования дает возможность сделать ряд выводов:

Архитектура является элементом активного композиторского инструментария. Для представленных стадий развития (от готических соборов до современных залов) она является не просто оболочкой и отображением архитектурных стилей эпох, а полноценным участником создания музыки. Готика с её длинной реверберацией (до 8-10 секунд) требовала от музыки замедленного темпа, диатонического строя без полифонии и сложных ритмов – колонны служили в качестве рассеивателей звука, а витражи были поглощающими элементами.

Смена акустической парадигмы является результатом развития музыки. Стилистические изменения в музыке всегда сопровождались соответствующими изменениями архитектуры залов. От вокально-полифонического стиля перешли к инструментально-оркестровому (барокко – классицизм), тогда как длительность реверберации должна была сократиться до 1,1-1,6 секунд благодаря установке лож (звукопоглощающие элементы) и использованию древесины в отделке потолка. В романтическую эпоху намеренно продлевали реверберацию до 1.8-2.2 секунды, а объём помещений достигал 25 тысяч кубических метров для достижения звукового облака и монументальности звучания оркестра.

Отказ в XX веке от акустически обоснованной прямоугольной геометрии, древесных диффузоров, оптимальной высоты в пользу залов в форме веера (рупора) или аренам с голой бетонной отделкой повлекло за собой акустические потери – возникали гулкие эхо и потеря объемности звучания. Данный этап показал отсутствие перспектив при игнорировании проверенных веками акустических принципов в ущерб качеству звучания, которое невозможно было компенсировать электроакустически.

Современность (конец XX и начало XXI века) показывает нам сознательный шаг назад – к уже показавшей себя оптимальной типологии форм (прямоугольная «обувная коробка», отделка древесиной, оптимальная высота зала). Необходимые параметры звучания становятся возможными благодаря параметрической микротекстуре стен, компьютерному управлению реверберационными камерами и моторизированным «акустическим облакам» [5]. Акустика зала может быть изменена в зависимости от состава оркестра, стиля музыки, а также от заполненности зала слушателями.

Создание гибридного акустического решения зала – ключевое направление развития XXI столетия. Гибридный зал – это сочетание типологии shoebox и vineyard с системой динамического контроля времени реверберации (от 1,6 до 2,1 секунды), что является наиболее перспективным решением для условий сегодняшнего дня. Адаптивность достигается за счет механических изменений геометрии (поворот лепестков раковины, изменение высоты рефлекторов, установка акустических штор) без использования электроакустического усиления, что позволяет сохранить естественное звучание акустических инструментов.

На основе полученных зависимостей можно сделать выводы по применению в архитектурном проектировании: для создания нового зала необходимо ориентироваться на предполагаемый репертуар. Для универсальных залов оптимальнее использовать комбинированный тип с прямоугольным залом и подвесными отражателями, исключать полностью гладкие бетонные и стеклянные поверхности, а вместо этого использовать древесину и фактурную штукатурку.

Отсюда следует вывод о том, что данный анализ позволяет констатировать базисный принцип: развитие академического репертуара и методы архитектурно-акустического проектирования помещений – это единый процесс, музыкальный материал при этом является первичным фактором влияния на развитие архитектуры залов. Для XXI века с его многообразием архитектурных форм и направлений наиболее целесообразным будет не поиск «универсальной» акустики, которая фактически недостижима, а формирование гибких комбинированных пространства, которые могут быть настроены под определенный репертуар без потери оптимумов естественной звуковой картины.

Литература

1. Forsyth M. Buildings for Music: The Architect, the Musician, and the Listener from the Seventeenth Century to the Present Day. – Cambridge: MIT Press, 1985. – 370 с.
2. Урсегова Н. А. История театра: учебное пособие / Н. А. Урсегова. – Новосибирск: НГПУ, 2020. – 303 с.
3. Barron M. Auditorium Acoustics and Architectural Design. London.: Chapman & Hall. 1993. 489 с.
4. Beranek L. Music, Acoustics and Architecture. N. Y.: Acoustical Society of America, 1996. 491 с.
5. Глухова А. В. К вопросу об архитектурном проектировании концертных залов с учетом акустических требований / А. В. Глухова // Инновации и инвестиции. – 2024. – № 7. – С. 556-557.

The Architectural and Acoustic Evolution of Music Halls

Glukhova A.V.
Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

JEL classification: L61, L74, R53

This article examines the evolution of the architectural and acoustic characteristics of musical and performance venues throughout the history of various forms of classical music. A

comprehensive review of seven stages of development is provided, from the Gothic period onward, chronologically, to the present day (the emergence of hybrid halls providing various acoustic modes). Stable trends are established linking composers' thinking, the development of musical instruments, and orchestral composition with the architectural and acoustic design of the hall. It is substantiated that each style of music alters the hall's fundamental characteristics (reverberation time, hall volume, shape, and finishing materials). The acoustic crisis of 20th-century halls – the transition from the robust rectangular form to modern forms combining elements of shoebox and vineyard halls – is also examined.
Keywords: architectural acoustics, concert halls, reverberation time, concert hall architecture, opera houses, shoebox, vineyard, hybrid hall, adaptive hall, musical development.

References

1. Forsyth M. Buildings for Music: The Architect, the Musician, and the Listener from the Seventeenth Century to the Present Day. – Cambridge: MIT Press, 1985. – 370 p.
2. Ursegova N. A. Istoriya teatra: uchebnoe posobie / N. A. Ursegova. – Novosibirsk: NGPU, 2020. – 303 s.
3. Barron M. Auditorium Acoustics and Architectural Design. London.: Chapman & Hall. 1993. 489 p.
4. Beranek L. Music, Acoustics and Architecture. N. Y.: Acoustical Society of America, 1996. 491 p.
5. Gluhova A. V. K voprosu ob arhitekturnom proektirovanii koncertnyh zalov s uchetom akusticheskih trebovanij / A. V. Gluhova // Innovacii i investicii. – 2024. – № 7. – pp. 556-557.