

Вариантность архитектурно-строительных решений оперного театра на стадии проекта

А.В. Глухова

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Аннотация: В статье изложены этапы формирования архитектурно-строительных решений оперного театра от стадии концепции до проектных решений. Процесс рассмотрен на примере проектирования оперного театра в одной из северных республик Российской Федерации. Рассмотрена вариантность и отличия предварительных проектов на разных этапах с учетом акустического комфорта на стадии разработки архитектурных и конструктивных решений объекта. Продемонстрировано взаимовлияние и зависимость архитектурных, конструктивных и акустических решений театра и необходимость их параллельного учета на ранних стадиях проектирования.

Ключевые слова: концертные залы, оперные театры, архитектурно-строительные решения, акустика, архитектура, акустические характеристики, зальные помещения, архитектурно-строительные конструкции.

Проектирование таких объектов, как оперный театр или концертный зал, неизменно связано с учетом особенностей и специфики не только архитектурных и конструктивных решений, но и акустических. Нынешняя тенденция проектирования складывается таким образом, что разработка архитектурных, конструктивных и акустических решений происходит последовательно, причем акустический расчет производится в последнюю очередь, уже после разработки объемно-планировочных решений, когда практически невозможна их корректировка для обеспечения оптимальных акустических условий [1].

Дополнительная сложность связана с необходимостью применения большепролетных конструкций в архитектуры зданий зального типа, к которым относятся театры и концертные залы большой вместимости [2]. Их наличие влияет на структуру и конструктивную систему здания в целом.

Рассмотрим на примере вариантность архитектурных и конструктивных решений оперного театра от концепции до разработки решений стадии проекта.

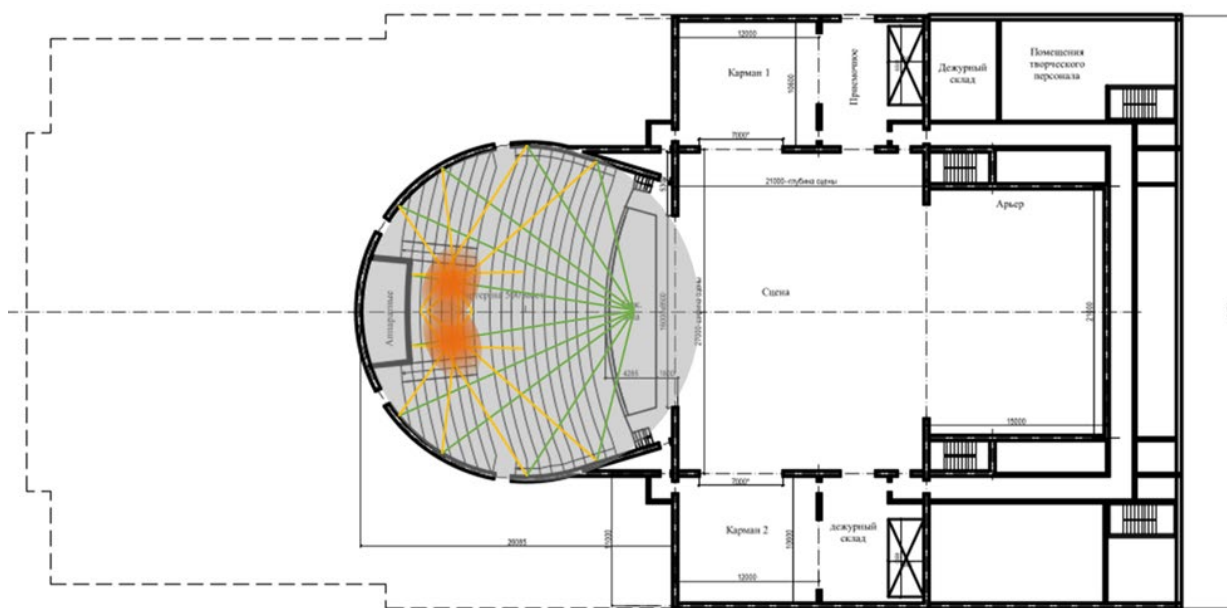


Рис. 1. – План оперного театра. Иллюстрация автора.

На рис. 1. представлен первоначальный план оперного театра, коробка зала которого представляет собой объем круглой формы в плане с радиусом кривизны задней стенки 13,8 метров. На рисунке продемонстрирована лучевая схема распределения звука из оркестровой ямы и фокусировка отраженных от боковых стен волн в зоне мест в задней части зала (выделена оранжевыми пятнами). Данная концентрация является нежелательной и не соответствует требуемой диффузности звукового поля в зале [3, 4].

На продольном разрезе зала, представленном на рис. 2. можно наблюдать достаточность отражений от поверхности потолка, направленных на балкон, за счет чего на нем будет более громкий звук, но нехватку отраженных лучей в зоне партера. По совокупности передние 2/3 партера обеднены боковыми и ранними отражениями от потолка, в следствие чего являются заглушенной зоной с преимуществом прямого звука [5, 6].

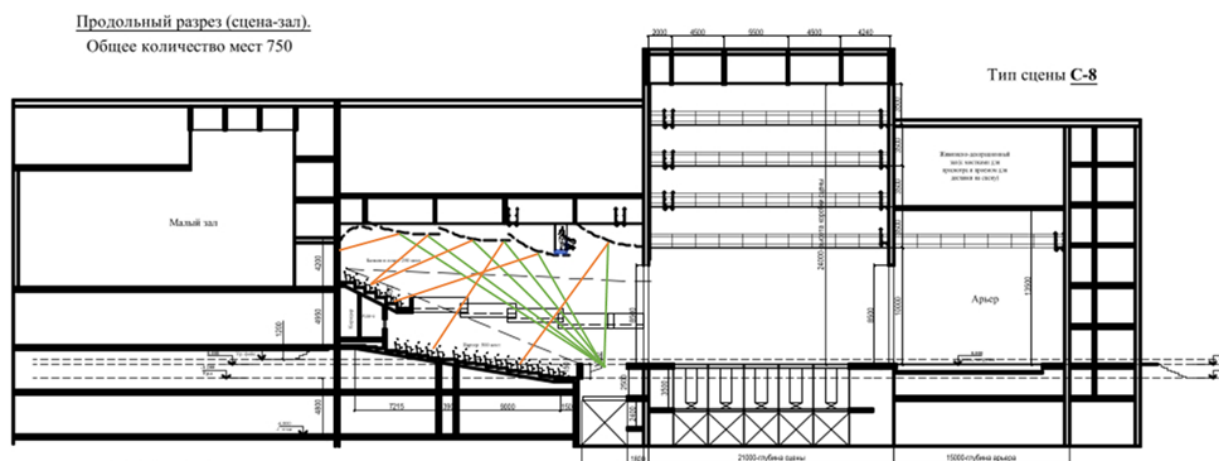


Рис. 2. – Продольный разрез оперного театра. Иллюстрация автора.

Общие количественные характеристики зала: партер на 500 мест, балкон на 250 мест, ширина $V_{\max}=27,5$ м, длина $L=26,3$ м (до занавеса), $L=46,9$ м (со сценой), высота максимальная $H_{\max}=13,2$ м, высота средняя $H_{\text{ср}}=10,6$ м, глубина сцены до арьера 20,6 м, ширина сцены 26,6 м, портал сцены 16х8,5 м.

Откорректированный вариант объемно-планировочных решений театра представлял собой более адаптивную форму в плане. Радиус кривизны задней стенки был увеличен до 25,7 метров, а боковые стены превращены в плоские, расходящиеся веером. Такое планировочное решение улучшило диффузность звукового поля, создавая более равномерное распределение по залу звуковых волн, отраженных от боковых стен (рис. 3).

Однако, представленное решение не лишено недостатков, а именно: недостаточная высота зала – средняя высота зала $H_{\text{ср}}$ составила 10,5 метров, а максимальная $H_{\max}$ 12,2 метра, как следствие – недостаточный воздушный объем на одного зрителя (около 6 м³) (рис. 4).

Максимальная ширина зала составила $V_{\max}=26,5$ м, средняя ширина $V_{\text{ср}}=23,5$ м, длина зала $L=29,5$ м (до занавеса).

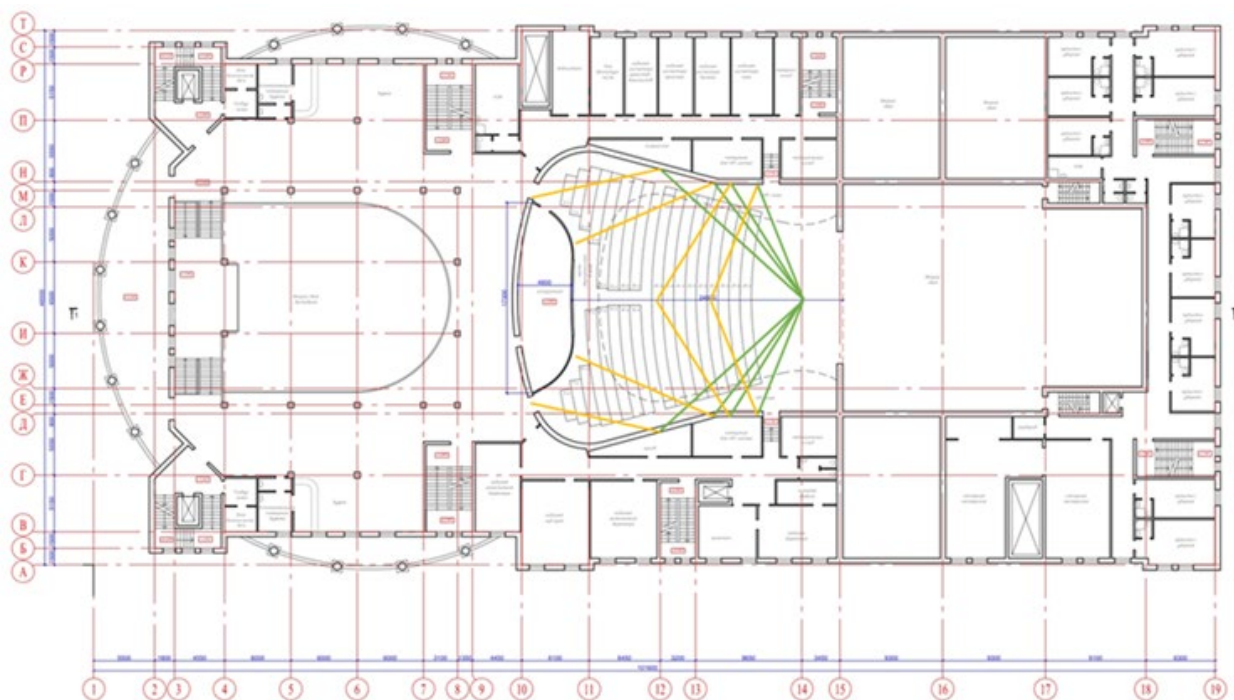


Рис. 3. – План театра (второй вариант концепции). Иллюстрация автора.

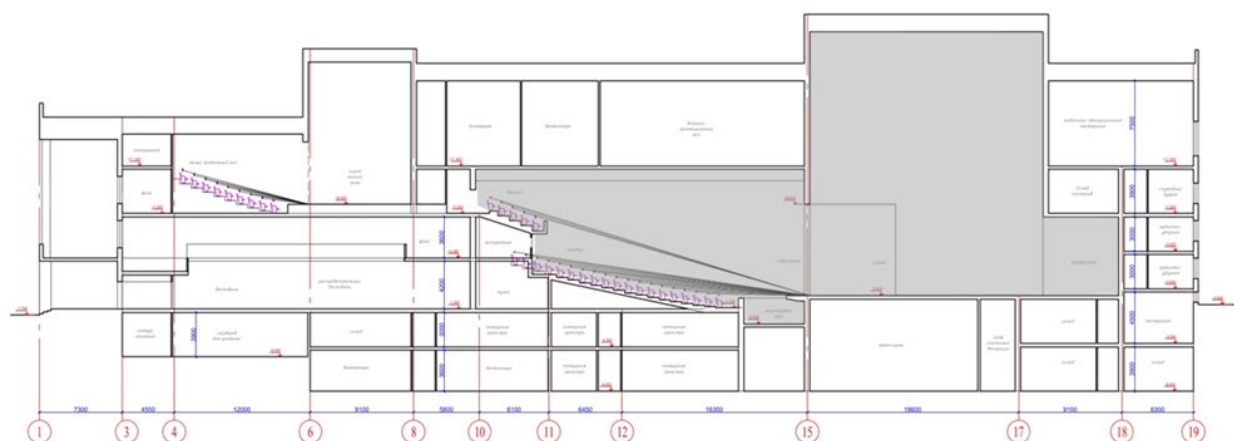


Рис. 4. – Продольный разрез театра (второй вариант концепции).

Иллюстрация автора.

Третий вариант архитектурных решений театра (стадия проекта), проходящих экспертизу, приобрел следующие изменения: боковые стены частично выровнены до параллельного положения и уменьшения поверхностей, расходящихся под углом от сцены, с целью минимизации неотражающих плоскостей, вдоль которых прямые звуковые волны идут по

касательной; задняя стена также максимально выровнена; уменьшены площади вогнутых поверхностей, фокусирующих звук в одной точке.

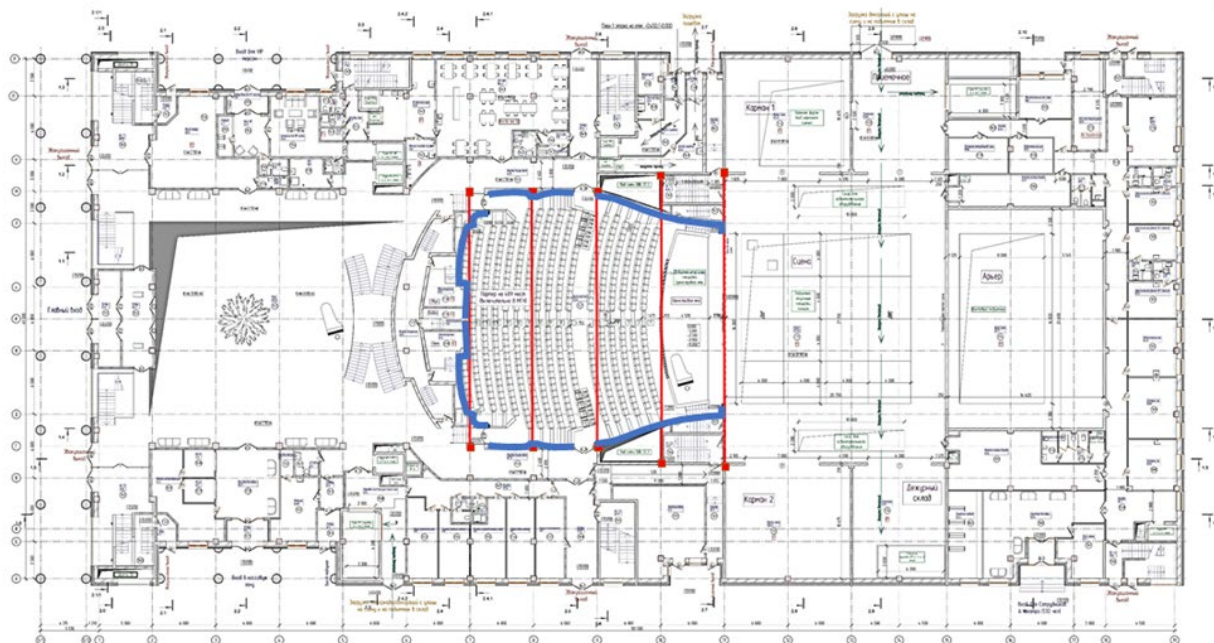


Рис. 5. – План театра (стадия проекта). Иллюстрация автора.

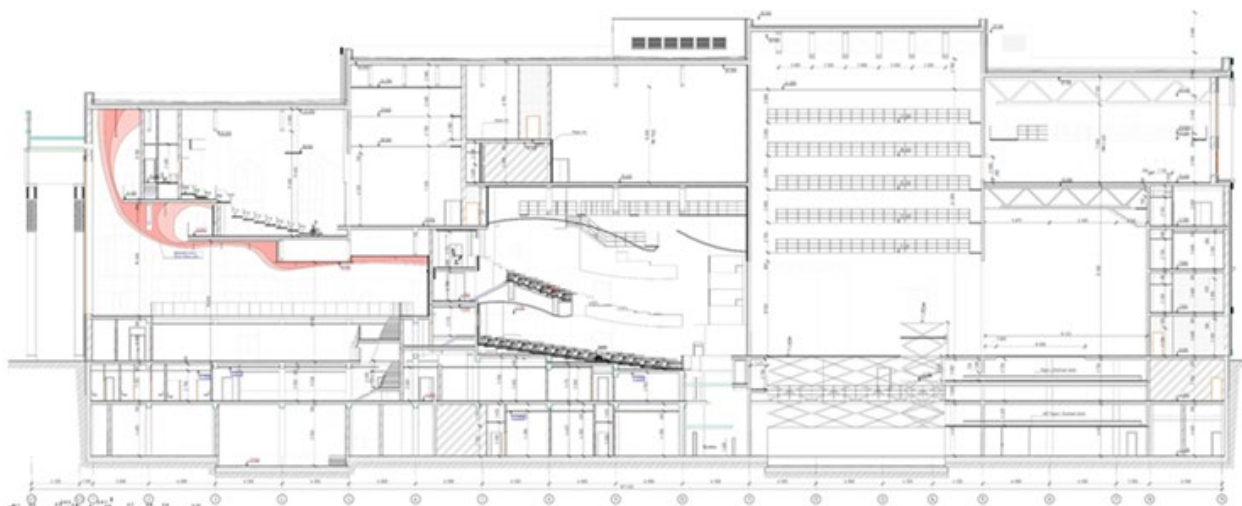


Рис. 6. – Продольный разрез театра (стадия проекта). Иллюстрация автора.

Общие геометрические параметры решений зала (стадия проекта): ширина максимальная $V_{\max}=25,6$ м, ширина средняя $V_{\text{ср}}=24,2$ м, длина зала $L=27$ м (до занавеса), высота зала максимальная $H_{\max}=16,6$ м, высота средняя $H_{\text{ср}}=15,4$ м, общий воздушный объем $V\sim 6150$ м³, удельный объем на одного слушателя составил 8,3 м³. Представленные параметры соответствуют

требуемым характеристикам для зала заявленной вместимости 754 места [7, 8].

Как важное авторское достижение можно отметить обеспечение автономности работы ограждающих конструкций коробки зала (синяя линия) и несущей конструктивной системы здания – металлические фермы, опирающиеся на колонны каркаса (красные линии и квадратные сечения колонн в плане), что можно наблюдать на рис. 5. Данное решение допускает дальнейшую корректировку формы коробки зала для обеспечения оптимальных акустических параметров без внесения значительных изменений в конструктивные решения. То есть ограждающая акустическая конструкция коробки зала и несущая каркасная система здания работают автономно и независимо друг от друга [2, 9, 10].

Рассмотренный пример вариантного проектирования можно представить как положительный опыт учета акустических требований на стадии разработки концептуальных архитектурных, проектных объемно-планировочных и конструктивных решений для создания оптимальных условий. Подобная методика параллельного проектирования должна быть введена в практику разработки решений зальных помещений для уменьшения проектных ошибок, требующих в дальнейшем радикальных и дорогостоящих изменений, не приводящих к должному результату на финальном завершении проектирования и строительства объектов, требующих акустического комфорта.

Статья публикуется по результатам выполнения гранта НПР СПбГАСУ 2025 года.

Литература

1. Глухова А. В. К вопросу об архитектурном проектировании концертных залов с учетом акустических требований // Инновации и инвестиции. 2024. № 7. С. 556-557.

2. Глухова А. В. Большепролетные конструкции в архитектуре концертных залов // Инженерный вестник Дона, 2023, № 10. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n10y2023/8770.
3. Беранек Л. Л. Сравнение субъективных взглядов на качество концертных залов и объективных измерений их акустических свойств // Акустический журнал. Т. 41. 1995. С. 706-716.
4. Beranek L. L. Concert halls and opera houses: music, acoustics, and architecture. Second Edition. 2005. 712 p.
5. Лейзер И. Г., Макриненко Л. И. Пособие по акустическому проектированию залов многоцелевого назначения средней вместимости. М.: НИИСФ, 1972. 45 с.
6. Barron M. Auditorium Acoustics and Architectural Design, 2nd Edition. London and New York: Spon Press, 2009. 489 p.
7. Борисов Л. А., Пороженко М. А., Щиржецкий Х. А. Акустические проблемы комфортной среды обитания человека // Academia. Архитектура и строительство, 2009, №5. URL: cyberleninka.ru/article/n/akusticheskie-problemy-komfortnoy-sredy-obitaniya-cheloveka.
8. Перетокин А. В., Щиржецкий Х. А. Новый Свод правил 415.1325800.2023 по акустическому проектированию спортивно-зрелищных сооружений // Строительные материалы. 2024. №6 (825). с. 30-34.
9. Николаева О. М., Джигоева М. А., Мистейко Е. М. Применение новых большепролетных конструкций в современной архитектуре // Инженерный вестник Дона, 2017, № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4562.
10. Глухова А. В. Принципы формирования архитектуры современных концертных залов // Перспективы науки. 2021. № 12(147). С. 64-67.

References

1. Gluhova A. V. Innovacii i investicii. 2024. № 7. pp. 556-557.



2. Gluhova A. V. Inzhenernyj vestnik Dona. 2023. № 10. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n10y2023/8770.
3. Beranek L. L. Akusticheskij zhurnal. T. 41. 1995. pp. 706-716.
4. Beranek L. L. Concert halls and opera houses: music, acoustics, and architecture. Second Edition. 2005. 712 p.
5. Lejzer I.G., Makrinenko L.I. Posobie po akusticheskomu proektirovaniyu zalov mnogocелеvogo naznacheniya srednej vmestimosti [Manual on acoustic design of medium-capacity multi-purpose halls] M.: NIISF, 1972. 45 p.
6. Barron M. Auditorium Acoustics and Architectural Design, 2nd Edition. London and New York: Spon Press, 2009. 489 p.
7. Borisov L. A. Academia. Arhitektura i stroitelstvo, 2009, №5. URL: cyberleninka.ru/article/n/akusticheskie-problemy-komfortnoy-sredy-obitaniya-cheloveka.
8. Peretokin A.V. Stroitelnye materialy. 2024. №6 (825). pp. 30-34.
9. Nikolaeva O. M. Inzhenernyj vestnik Dona. 2017. № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4562.
10. Gluhova A. V. Perspektivy nauki. 2021. № 12. pp. 64-67.

Дата поступления: 29.07.2025

Дата публикации: 25.09.2025