

пульт для звонаря. В 2001 году из-за неудовлетворительного звучания прежних колоколов на пожертвования прихожан были заказаны и изготовлены в Минске на предприятии «Отменное литье» три подзвонных колокола средней величины (32, 48, 80 кг). 11 марта 2002 года на колокольню подняли самый большой колокол – праздничный благовестник весом 330 кг. (рис 4)

Сегодня на колокольне сочетаются современные колокола минской фирмы «Отменное литье», а также колокола прошлого века завода Самгина и голландские колокола XVII–XVIII столетий. В настоящее время справа и слева от колокольни находятся церковные лавки и монастырские корпуса (1912 и 2002 годов).

Звук, издаваемый колоколом, обладает поистине чудесной силой. Он напоминает нам о богослужении в храме и настраивает на молитву, поэтому не случайно колокол называют «звонкой иконой» и «молитвой в бронзе».

УДК 727.1

## КЛАССИФИКАЦИЯ ОПЕРНЫХ ТЕАТРОВ

Драчан Е.Д.

*Научный руководитель – Миндюк Е.Г.*

Белорусский национальный технический университет,  
Минск, Беларусь

*Введение.* Оперный театр – это специально оборудованное здание, в котором ставятся в основном оперные и балетные спектакли. Компоненты оперного театра: сцена со всем сопутствующим оборудованием, оркестровая яма и концертный зал (он может иметь один или несколько ярусов балконов или лож).

Архитектура оперного театра берет свое начало с амфитеатров Греции и Рима, и поэтому по праву может называться классической, где зрительный зал, полукруглый в плане, каждый ряд которого возвышается над предыдущим. Параболоидный план амфитеатра позволил сократить длину зала и обеспечить хороший звук для всех зрителей [8]. Далее в Италии XVI веке впервые был построен закрытый амфитеатр. Примером такового может служить парк Олимпико, форма которого полностью повторяла римский амфитеатр (рис. 1).

*Основная часть.* Современные оперные театры повторили эту форму, ярусность с многочисленными балконами, которые сохраняют все хорошие черты амфитеатра и создают хорошую структуру отражающего диффузного поля (рис. 2). Требования к акустике помещений не сильно изменились за исключением времени восстановления.

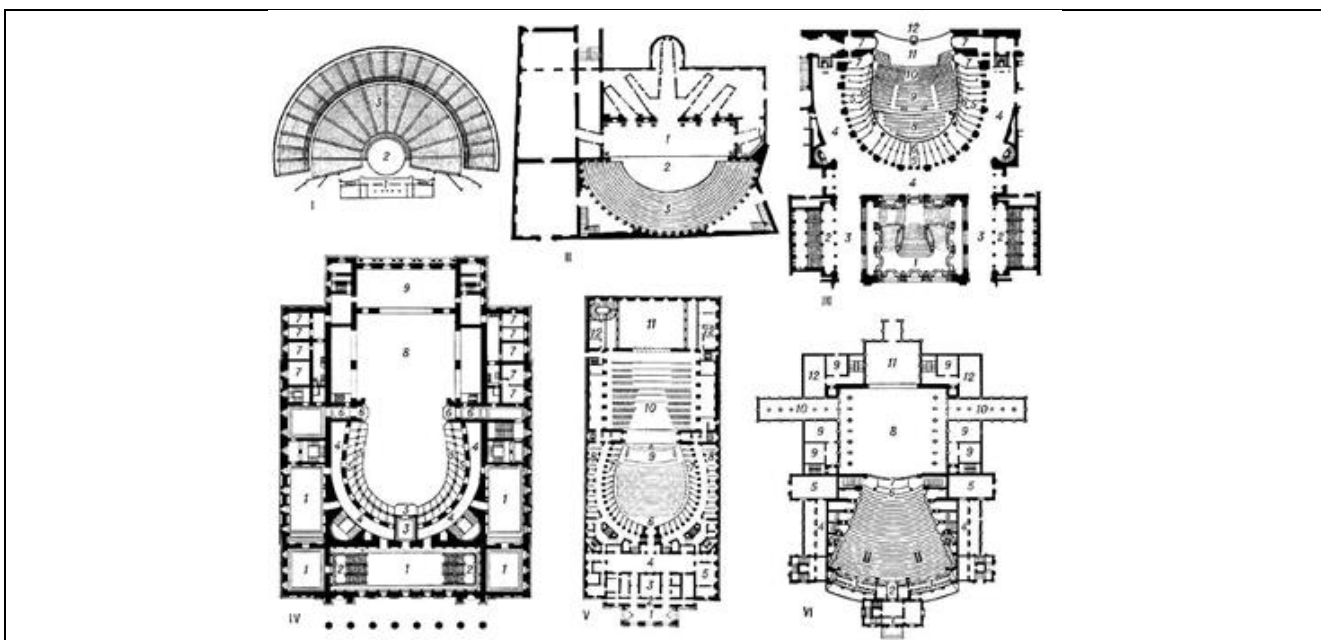


Рисунок 1. Типы театров

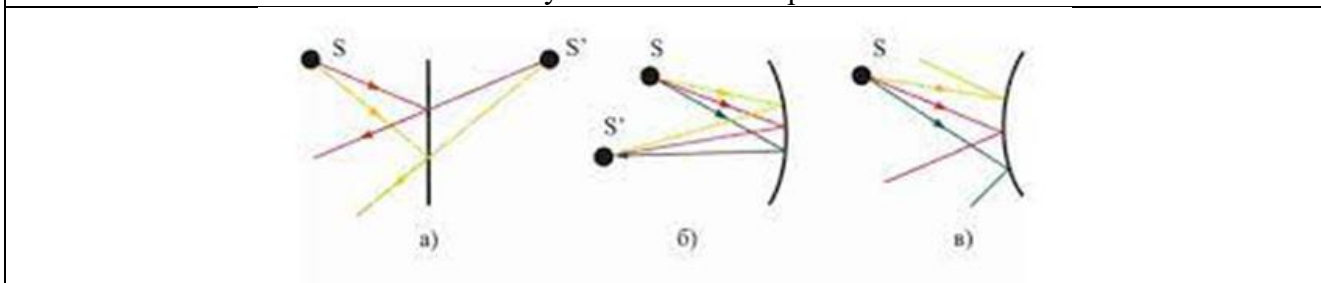


Рисунок 2. Схема отражающего звука в соответствии с различными формами поверхности

Значения параметров для оперных театров:

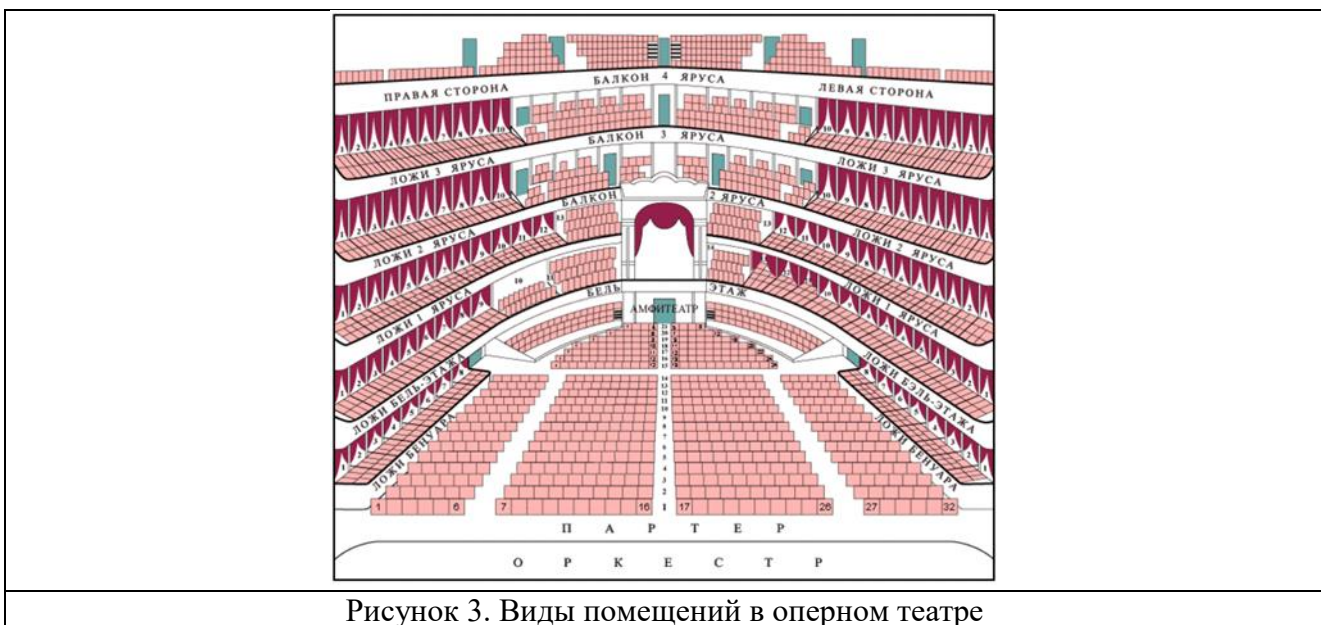
- 1) Время реверберации в переполненном зале составляет 1,5 С для классической оперы;
- 2) Время прибытия первых отраженных звуков-20-24 мс [1].
- 3) Отношение энергии к ранним отражениям, ранним звукам и поздним звукам.

В оперных театрах выделяется 3 вида помещений:

1) Зрительный зал, который разделен на переднюю и заднюю части, также может иметь систему балконов до 6 уровней и максимальной глубиной до 3 метров. Эти размеры влияют на весь процесс реверберации живого звука и на его отражение.

2) Сцена, оснащенная специализированным оборудованием, включая освещение, декорации и доступ.

3) Оркестровая яма – это пространство под сценой. Все акустические параметры арчестерской ямы должны быть рассчитаны правильно, иначе оркестр «задушит» певца [2].



Методы, помогающие улучшить акустику оперы:

- 1) Отражающие поверхности на сцене, обеспечивающие раннее отражение звука от боковых стенок.
- 2) Выбор подходящей формы отражателей, при которой звук певца отражается от козырька, направляется в переднюю зону мест, а отраженный звук оркестра возвращается к музыкантам, улучшая условия взаимной слышимости. Частичное перекрытие оркестровой ямы также помогает создать идеальный баланс между певцами и оркестром.

Рассмотрим несколько примеров устройства оперных театров:

#### **Оперный театр Осло, Норвегия (рис.4).**

Здание театра ультрасовременное, но, тем не менее, оно гармонично вписывается в окружающий пейзаж. Крыша здания эксплуатируется, опускается на землю, состоит из большого количества мраморных плит.

Зал имеет подковообразный план и вмещает в себя 1364 места.

Сцена (16x40) состоит из 16 платформ, благодаря которым ее габариты можно менять, при этом сохраняя хорошую акустику.

Оркестровая яма также может видоизменяться как по размеру, так и регулироваться по высоте [4].

Время реверберации в оперном театре в Осло регулируется драпировками, расположенными вдоль задних стенок. На потолке располагается отражатель овальной формы с люстрой диаметром 7 м, которая выполняет те же функции.

Все стены обшиты плотным материалом для предотвращения высокочастотных вибраций, а для равномерного распределения звука без какой-либо фокусировки звуковых волн обшиты выгнутыми дубовыми панелями.

Сиденья для зрителей изготовлены из дерева и текстиля для уменьшения звукопоглощения (рис. 5) [6].



Рисунок 4. Оперный театр в Осло, внешний вид

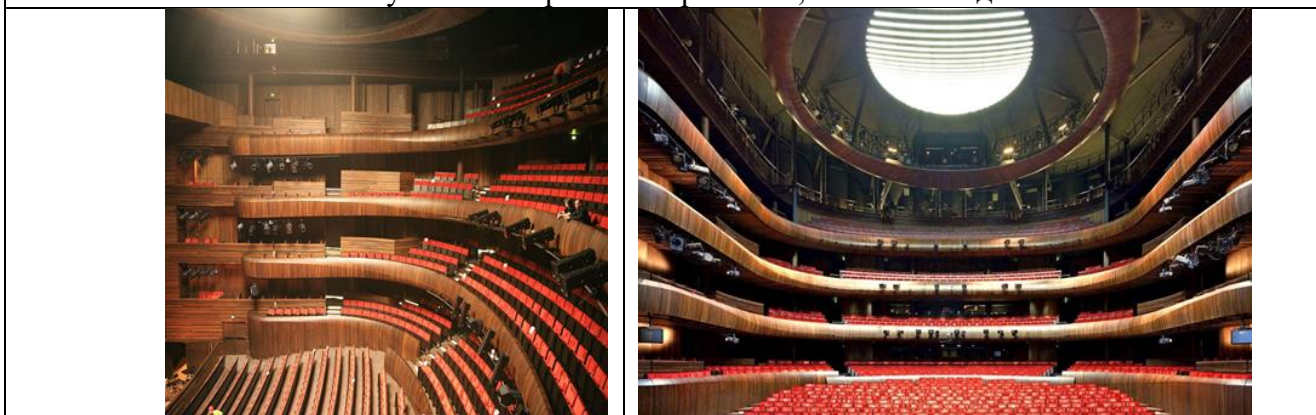


Рисунок 5. Оперный театр в Осло, зрительный зал

### **Оперный театр в Байройте, Германия (рис. 6)**

Театр прямоугольной формы имеет веерообразное расположение зрительных мест и кривизну ступеней большого радиуса. Из-за такой формы сцена отчетливо видна не со всех мест. Кроме того, из-за большого расширения задних стенок звуковые отражения приходят в центр зала с опозданием. Для того, чтобы оркестровая яма была скрыта от зрителей, ее расположили под авансценой. Ряды колонн и ниш, которые обрамляли сиденья, создавали веерообразную форму зрительного зала, а потолок вместе со своими боковыми стенками был плоским и параллельным [4,5].

Такое расположение обеспечивало хорошее рассеивание боковых отражений. Данному залу присуща достаточно долгое время реверберации ( $T=1,6-1,7$ с). Таким образом, несмотря на смелое решение возвращения к античности, тех же функций театру в Байройте сохранить не удалось [7].





Рисунок 6. Оперный театр в Байройте, Германия. Внешний вид



Рисунок 7. Оперный театр в Байройте, Германия. Зрительный зал



Рисунок 8. Оперный театр в Гуанчжоу, Китай. Внешний вид

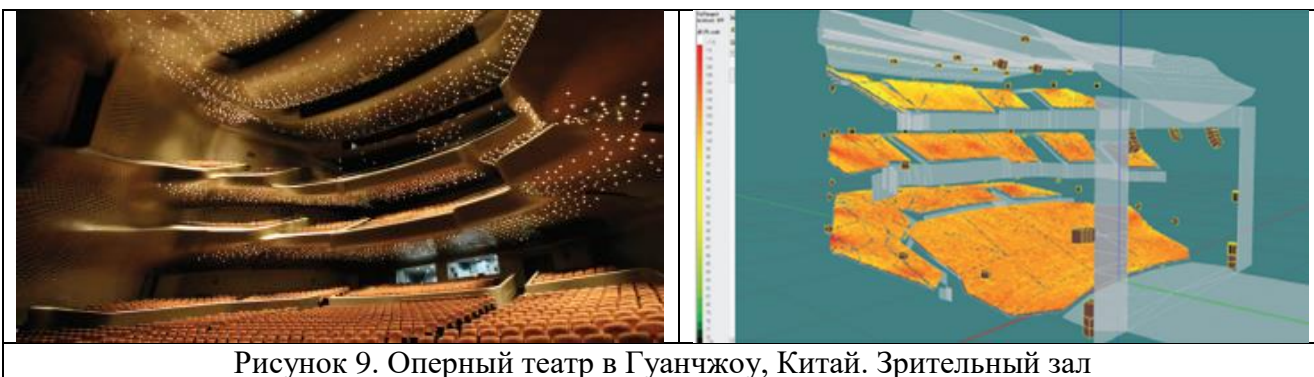


Рисунок 9. Оперный театр в Гуанчжоу, Китай. Зрительный зал

### **Оперный театр Гуанчжоу, Китай (рис. 8)**

В последнее время повысился спрос на оперные театры в Восточной Азии. Особенности для зрительных залов в Китае является отсутствие углов, плавные линии и использование дерева.

Для данного здания, имеющего 2 зрительных зала на 1800 человек каждый, были разработаны ряд акустических решений. Время реверберации при полной мощности достигает 1,6 с, что подходит как для симфонической музыки, так и для драматургии [3].

*Заключение.* Таким образом, чтобы обеспечить хорошую акустику оперного зала, необходимо учитывать не только отдельные аспекты, но и все сложное: оформление зрительного зала, сцены, оркестровой ямы.

### *Литература*

1. Исследование акустических свойств зала методом геометрической акустики [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: [http://book.uraic.ru/project/conf/txt/005/archvuz22\\_pril/35/template\\_article-ar=K41-60-k51.html](http://book.uraic.ru/project/conf/txt/005/archvuz22_pril/35/template_article-ar=K41-60-k51.html) – Дата доступа: 10.05.2022.
2. L-acoustics [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: [h sonoruss.ru/upload/iblock/d71/PERFORMINGARTS\\_BRO\\_RU\\_2014.pdf](http://sonoruss.ru/upload/iblock/d71/PERFORMINGARTS_BRO_RU_2014.pdf) – Дата доступа: 10.05.2022.
3. Оперный театр в Гуанчжоу [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <https://delovoy-kvartal.ru/opernyy-teatr-v-guanchzhou/>: – Дата доступа: 11.05.2022.
4. 10 самых необычных концертных залов мира [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: <https://www.architime.ru>. – Дата доступа: 11.05.2022.
5. Методы оценки акустических залов [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-otsenki-akusticheskikh-kachestv-opernykh-zalov/viewer>. – Дата доступа: 10.05.2022.
6. Звукопоглощающие конструкции [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: [https://www.acoustic.ru/ref\\_book/albums/airzk/](https://www.acoustic.ru/ref_book/albums/airzk/) – Дата доступа: 12.05.2022.
7. Анализ генезиса акустических пространств оперных театров [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n>

/analiz-genezisa-akusticheskikh-prostranstv-opernyh-teatrov – Дата доступа: 11.05.2022.

8.Акустика оперных театров [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <http://triada-theatrer.ru/akustika-opernyh-teatrov.html> – Дата доступа: 13.05.2022.

УДК 711.58

## УСЛОВИЯ АКУСТИЧЕСКОГО И ИНСОЛЯЦИОННОГО КОМФОРТА В ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКЕ

Драчан Е. Д.

*Научный руководитель – Шуляковская Н.Н.*

Белорусский национальный технический университет,  
Минск, Беларусь

*Введение.* Формирование комфортной среды внутри застройки – неотъемлемая часть любого градостроительного проекта. Для этого необходимо учесть ряд признаков, в том числе инсоляцию и шумозащиту.

Цель исследования:

- провести предпроектные исследования, в рамках курсового проектирования «жилое образование», повышающие качество жилой среды,
- проанализировать шумовые и инсоляционные характеристики микроклиматических параметров застройки и
- выявить места, территории, которые являются наиболее благоприятными для размещения элементов благоустройства, в том числе, размещение детских площадок и зон отдыха.

Проект выполнялся для территории северной части города Минска возле Цнянского водохранилища (автор – Драчан Е.Д., руководитель – Шуляковская Н.Н.) (рис. 1).

*Основная часть.* Предпроектное исследование состоит из двух частей. Объекты исследования – *инсоляция* и *шумозащита* в границах проектируемого участка территории

**Инсоляция** – облучение поверхностей и пространств суммарной (прямой + рассеянной) солнечной радиацией – один из важнейших факторов формирования климата помещений и градостроительных структур [2].

С помощью инсоляционной линейки был выстроен конверт теней для данной территории микрорайона в день весенне-осеннего равноденствия (рис. 2).