

## ОТРАЖАТЕЛИ, РАССЕЙВАТЕЛИ И КОНЦЕНТРАТОРЫ ЗВУКА В ЗАЛАХ

Витвицкая Е.В., профессор

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

Тел. (0482) 20-47-60

**Аннотация** - содержанием настоящей работы является анализ воздействия на акустику помещения поверхностей различной конфигурации - плоских, выпуклых и вогнутых (являющихся отражателями, рассеивателями и концентраторами звука) и оценка целесообразности их использования в речевых и музыкальных залах.

**Ключевые слова** — отражатели, рассеиватели и концентраторы звука; элементы различной конфигурации - плоские, выпуклые и вогнутые; архитектурно-акустические особенности зала, объемное звучание музыки, усиление громкости речи, гулкость зала, улучшение акустики.

**Проблема исследования.** Научное обоснование влияния на акустику музыкальных и речевых залов основных архитектурных элементов различной конфигурации (плоских, выпуклых и вогнутых) и размеров.

**Цель работы.** Осветить характерные особенности формирования и изменения акустических условий в залах при использовании отражателей, рассеивателей и концентраторов звука.

**Задачи работы.** На примере анализа архитектурных решений членения потолка и стен ряда речевых и музыкальных залов представить научную версию особенностей формирования акустики при использовании отражателей, рассеивателей и концентраторов звука.

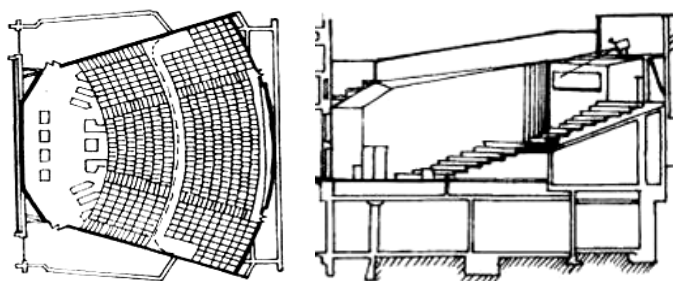


Рис. 1. Потолочные и боковые отражатели аудитории физики университета в Шюппихе

Архитекторам **не рекомендовалось использовать концентраторы звука** (вогнутые криволинейные элементы) в любых типах залов, предупреждая возможность их негативного воздействия на акустику помещения: неравномерное распределение звука и угроза возникновения эха. Вместе с тем, в архитектурной практике существует целый ряд примеров, опровергающих такие категорические рекомендации:

классические, многоярусные театры и

В литературных источниках второй половины XX века для улучшения акустики залов усиленно популяризировалось использование элементов членения потолка и стен. При этом рекомендовалось отдавать предпочтение **отражателям в речевых залах** (плоские элементы, см. рис.1) и **рассеивателям в музыкальных залах** (выпуклые криволинейные элементы, см. рис.2).

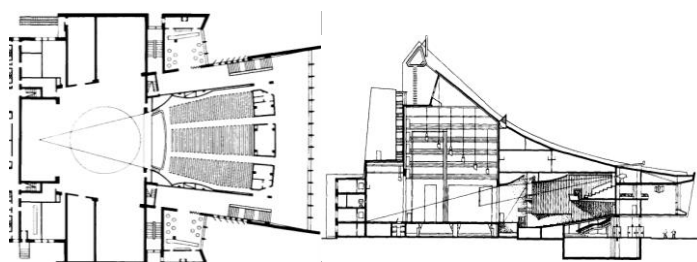


Рис. 2. Рассеиватели музыкально-драматического театра в Омске

некоторые современные залы имеют концентраторы звука (см. рис.3) и характеризуются хорошей акустикой, а ряд музыкальных залов с выпуклыми рассеивателями не имеют хорошей акустической репутации.

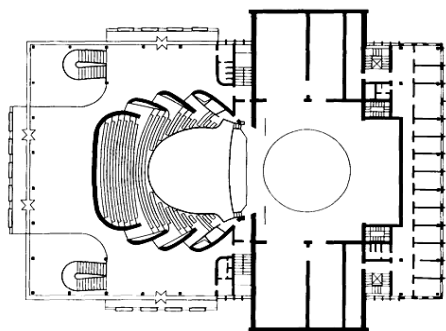


Рис. 3. Концентраторы звука музыкально-драматического театра в Уфе

Целесообразность использования отражателей, рассеивателей и концентраторов звука (т.е. поверхностей различной конфигурации - плоских, выпуклых и вогнутых) как в музыкальных, так и в речевых залах зависит от размеров помещения и его архитектурных особенностей. Анализу этой проблемы и посвящена данная статья. Ниже описаны особенности воздействия таких поверхностей на акустику речевых и музыкальных залов разных размеров.

■ **Отражатели звука** – плоские элементы – способствуют улучшению разборчивости речи в передней части зала и увеличению её громкости на удаленных рядах, т.к. позволяют перераспределить звуковую энергию и направить её в эту зону. Для эффективного усиления речи отражатели должны иметь большие размеры и обычно это крупные плоские

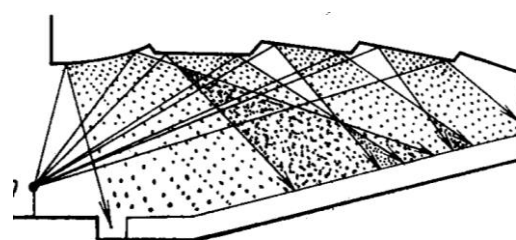


Рис. 4. Потолочные отражатели в зрительской части речевого зала



Рис. 5. Потолочный отражатель над авансценой Carlo Felice Theatre

элементы членений потолка в зрительской части зала (см. рис.4). Отражатели целесообразно использовать в речевых залах, особенно большой высоты и ширины. Такие элементы *улучшают акустические условия речевых залов для слушателей.*

Но в театральном зале необходимо также обеспечить *хорошие акустические условия для исполнителей* - музыкантов в оркестровой яме и актеров на сцене.

Для этой цели в залах с хорошей акустикой используют практически горизонтальный козырек над авансценой, пример которого можно видеть на рис.5.

■ **Рассеиватели звука** - выпуклые элементы – очень эффективно рассеивают звуковую энергию и уменьшают  $\Delta t \downarrow \downarrow$  (разность хода прямого звука и его отражений). Это способствует увеличению «объемности» звучания музыки, но создает эффект «уменьшения» объема. Большая степень рассеивания звука приводит ещё к одной характерной акустической особенности использования выпуклых элементов в зале – они не способны эффективно усиливать громкость речи (особенно на удаленных рядах).

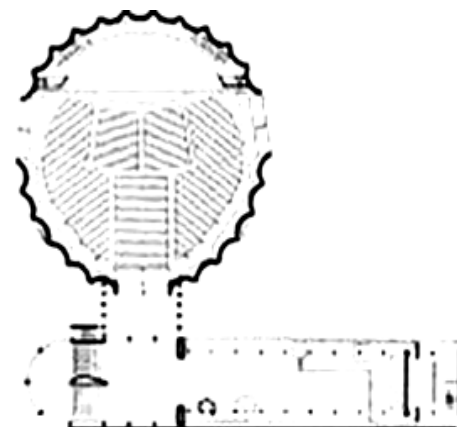


Рис. 6. Выпуклые рассеиватели, кинконцертный зал в Ташкенте

Акустическая целесообразность использования выпуклых рассеивателей в залах различного назначения и объема (их пример приведен на рис. 6) может быть оценена следующим образом:

- в высоких и широких универсальных и музыкальных залах

большого объема – (см. рис. 6) их использование целесообразно, т.к. может улучшить звучание музыки, придав ей своеобразную «объемность»;

- в низких и узких универсальных и музыкальных залах небольшого объема – их использование нежелательно, т.к. может ухудшить звучание музыки, придав ей какую-то «сухость»;

- в речевых залах – их использование мало эффективно, т.к. не способствует увеличению «громкости» речи на удаленных рядах.

Схема потолочных рассеивателей звука в музыкальном зале приведена на рис. 6.



Рис. 7. Вогнутые элементы - многоярусный зал

■ **Концентраторы звука** - вогнутые элементы – неравномерно распределяют звуковую энергию, концентрируя её в отдельных местах (что может даже создать угрозу возникновения эха); увеличивают  $\Delta t \uparrow \uparrow$  (разность хода прямого звука и его отражений), что очень эффективно увеличивает гулкость зала. Это способствует увеличению «объемности» звучания музыки и создает эффект «увеличения» его объема. Большая степень концентрации звуковой энергии делает их способными эффективно усиливать громкость как музыки, так и речи (особенно на удаленных рядах). Эти особенности вогнутых элементов практически не освещены в литературе, однако очень

удачно использованы в многоярусных театрах, обеспечив им хорошие акустические свойства. Примеры использования концентраторов звука (вогнутых элементов) в залах приведены на рис. 7 и 8: рис. 7 - многоярусный зал; рис. 8 – современные безъярусные залы.

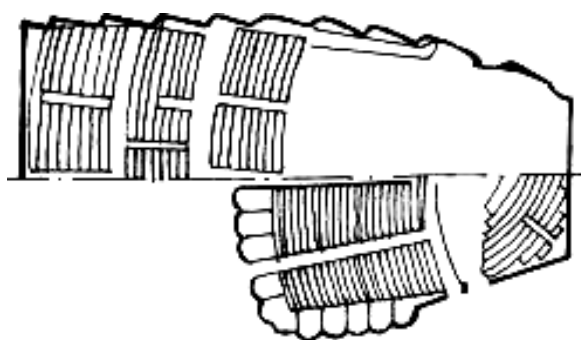


Рис. 8а. Вогнутые элементы - безъярусный зал филармонии в Ливерпуле

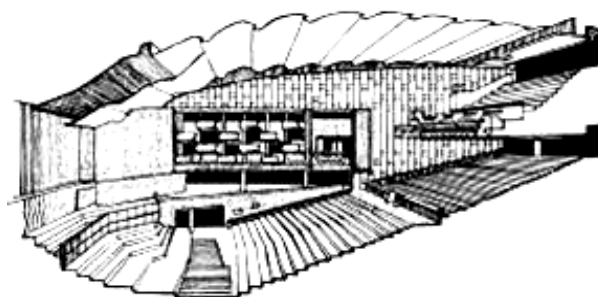


Рис. 8б. Вогнутые элементы - безъярусный зал Royal Festival Hall, London

Вывод. Выполненные в данной работе исследования позволяют сделать вывод о том, что концентраторы звука в виде вогнутых элементов могут не только негативно влиять на акустику зала (увеличивать гулкость и способствовать возникновению эха), но также существенно улучшают акустику залов различного назначения:

- в музыкальных залах – звучанию музыки придается своеобразная «объемность»;
- в речевых залах – эффективно усиливается громкость речи (особенно на удаленных рядах);
- в универсальных залах – существенно улучшается звучание музыки и речи.

На акустику зала оказывает влияние не только конфигурация поверхностей, но и их размеры:

- **барьеры балконов, лож** и другие элементы больших размеров ( $> 3$  м) – воздействуют на низкочастотные звуки;
- **лепнина, бра и другие элементы декора** небольших размеров ( $< 1$  м) – воздействуют на высокочастотные звуки;
- **театральная многоярусная люстра, барьер балкона с элементами декора** и другие крупные элементы, состоящие из отдельных мелких – **универсальные рассеиватели** – воздействуют на звуки всего диапазона частот.

Для создания хороших акустических условий в залах должны быть поверхности и различных конфигураций (т.е. отражатели, рассеиватели и концентраторы звука), которые имеют разные размеры – от мелких до крупных. Примеры залов с хорошей акустикой, интерьеры которых содержат в большом количестве элементы разных конфигураций и размеров приведены на рис. 9 и 10.



Рис. 9. Фрагмент интерьера зала театра оперы и балета в Одессе



Рис. 10. Фрагмент интерьера концертного зала в Далласе, США

**Выводы.** Результаты проведенного анализа позволили установить, что в литературе слабо освещены вопросы улучшения акустики залов вогнутыми элементами. Показаны примеры использования вогнутых элементов в архитектуре многоярусных театров и современных безъярусных залов с хорошей акустикой. Проанализировано влияние поверхностей различной конфигурации (плоских, выпуклых и вогнутых) на акустику речевых и музыкальных залов. Установлено, что вогнутые элементы (концентраторы звука) целесообразно использовать для улучшения акустики как музыкальных, так и речевых залов. В низких и узких музыкальных залах небольшого объема они просто незаменимы,

т.к. способствуют созданию иллюзии звучания музыки в большом зале. В высоких и широких залах большого объема их использование также целесообразно, но при условии членения стен балконами и ярусами, что позволит исключить возникновение эха. Показано, что для создания хороших акустических условий в залах должны быть поверхности и различных конфигураций (отражатели, рассеиватели и концентраторы звука), которые имеют разные размеры – от мелких до крупных.

---