

РАСЧЕТ АКУСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЗАЛАХ КУПОЛЬНОГО ТИПА. ПОДБОР ОТДЕЛОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ. ПУТИ РЕАЛИЗАЦИИ

Игнатов Н.В., Давыденко П.В.

Научный руководитель – Шуляковская Н.Н.

Белорусский национальный технический университет,
Минск, Беларусь

Основные понятия:

Акустика – наука о звуке, изучающая физическую природу звука и проблемы, связанные с его возникновением, распространением, восприятием и воздействием. Акустика является одним из направлений физики (механики), исследующих упругие колебания и волны от самых низких (условно от 0 Гц) до высоких частот.

Шум – звуковые колебания в диапазоне слышимых частот, способные оказать вредное воздействие на безопасность и здоровье (физическое и ментальное) работника.

Эхо – часть звуковой волны, отраженная от какой-либо поверхности таким образом, что она возвращается к источнику волны и становится слышна (заметна) после небольшого промежутка во времени. Звуковое эхо можно слышать, например, как искаженное повторение звука в больших пустых помещениях.

Звукопоглощение – это отделка помещения звукопоглощающими материалами, для поглощения звуковых волн. Основным измерением звукопоглощения является коэффициент звукопоглощения поверхностей.

Коэффициент звукопоглощения показывает долю звуковой энергии, которая осталась в звукопоглощающем материале, по отношению к общей энергии звуковой волны. Звукопоглощающие материалы имеют коэффициент близкий к единице.

Объект исследования – залы купольного типа

Предмет исследования – акустические процессы в залах купольного

Цель исследования – подбор (расчет) и обеспечение архитектурно-строительными средствами хорошей слышимости естественной речи и музыки, а также звуков, воспроизводимых электроакустической аппаратурой в залах купольного типа.

Актуальность исследования: множество памятников архитектуры были утеряны во времена Великой Отечественной войны или посредством политических действий Советской власти по истреблению религиозных зданий. Таким образом, на сегодняшний день реставрация таких утерянных объектов приводит к восстановлению культурной ценности белорусского народа, а адаптация памятников под различные актуальные нужды, приводит

нас к тому, что, например, как в данном случае, здание купольного типа нуждается в переосмыслении и переделке под необходимый профиль использования помещения (в качестве концертного зала), но при этом ещё и в сохранении первобытной архитектурной ценности данного сооружения.

История церкви

В 17 веке в г. Минске была возведена церковь Святого Духа в стиле «северного возрождения», она входила в комплекс мужского и женского униатских монастырей. Православной церкви храм передали в 1795 году, вследствие чего он получил название Петропавловский кафедральный собор. В 19 веке памятник неоднократно подвергся перестройке, из-за чего интерьер и экстерьер архитектурного сооружения были изменены до неузнаваемости. С приходом Советской власти и введением антирелигиозной политики уже в 1930 году в городе Минске был запрещен колокольный звон, а спустя 6 лет церковь Святого Духа была взорвана. В 2009 году было принято решение воссоздать облик здания на том же месте, однако его функция уже была иная. 10 сентября 2011 года в г. Минске был открыт концертный зал детской филармонии «Верхний город».

Расчет акустических процессов:

Для определения акустических возможностей зала использовался метод мнимого источника звука (геометрической акустики), (Рис. 2-3).

Таблица 1. Расчет численных значений акустических свойств зала купольного типа.

№	L прям ,, м.	Стена1			Стена2			Стена3			Потолок		
		L пад ,, м.	L отр ,, м.	Δt	L пад. , м.	L отр. , м.	Δt	L пад. , м.	L отр. , м.	Δt	L пад. , м.	L отр., м.	Δt
1	7,8	-	-	-	4,6	8,5	0,016	25,8	18,7	0,108	11,1	11,9	0,047
2	7,1	-	-	-	-	-	-	25,7	18,6	0,109	11,1	11,9	0,047
3	7,8	4,6	8,5	0,015	-	-	-	25,8	18,7	0,108	11,1	11,9	0,047
4	16,2	-	-	-	-	-	-	25,8	9,9	0,057	13	14,1	0,033
5	15,9	-	-	-	-	-	-	25,7	9,8	0,058	13	14,1	0,033
6	16,2	-	-	-	-	-	-	25,8	9,9	0,057	13	14,1	0,033
7	24	9,9	-	-	-	-	-	25,9	2	0,012	15,5	16,9	0,025
8	23,8	7,6	-	-	7,6	-	-	25,7	1,9	0,011	15,5	16,9	0,025
9	24	-	-	-	9,9	-	-	25,9	2	0,012	15,5	16,9	0,025

На основании проведенного расчета опытным путем определены оптимальные значения времени реверберации для различных по назначению и объему зала. Их можно определить по графику (Рис.1), приведенному в качестве примера.



Рисунок 1. Оптимальные значения времени реверберации в залах

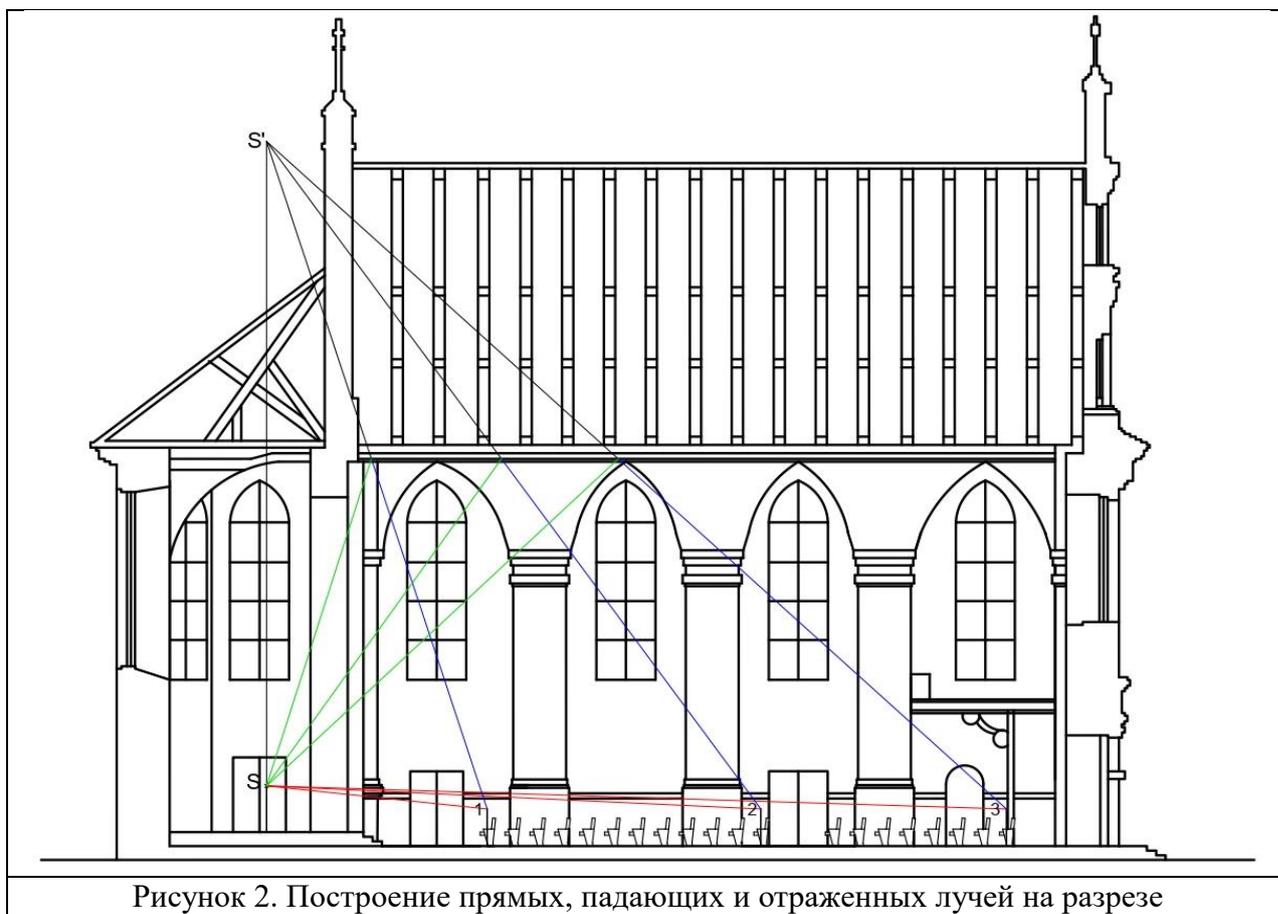


Рисунок 2. Построение прямых, падающих и отраженных лучей на разрезе

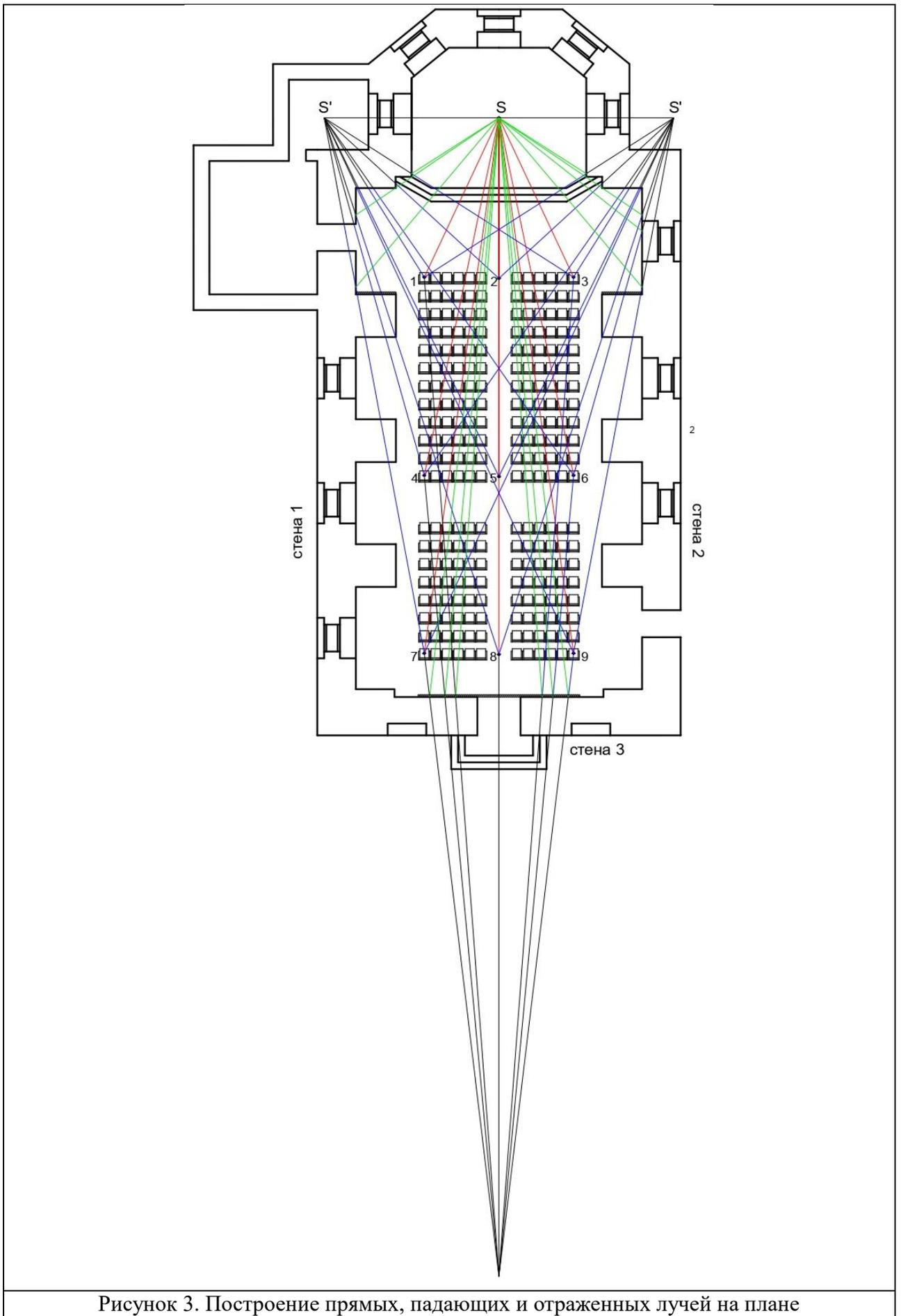


Рисунок 3. Построение прямых, падающих и отраженных лучей на плане

Исходя из полученных данных, можно заметить, что в первоначальном виде использовать здание было достаточно проблематично в качестве концертного зала, однако вполне реально. В речевых залах для хорошей разборчивости речи желательно, чтобы запаздывание первого отражения по сравнению с первым звуком не превышало 20 мс. С таким же запаздыванием должны приходиться все последующие отражения.

Анализируя падающие лучи на поверхности стен, можно отметить следующее: распространению большинству отраженных от стен лучей препятствуют первые пилястры около сцены, из-за чего возникает потребность в замене материала на более звукопоглощающий, тем самым достигая лучших акустических возможностей зала. Структура ранних отражений отвечает требованиям, эхо нет. Учитывая это геометрические размеры формы плана и продольного разреза, можно с небольшими вышеуказанными изменениями пропорционально увеличить.

Так же рассматривая стену 3 и потолок, можно заметить, что значительная часть отраженных лучей приходят с запозданием и не подчиняются нормативу в $\Delta t=0.035$ с. Таким образом на проблематичных участках стены и потолка следует заменить/установить материал с большим коэффициентом звукопоглощения ($\alpha>0,6$). Примерами таких материалов являются: плиты минераловатные акустические с воздушной полостью, плиты «Мелодия», «Москва», «Силакпор» с воздушным промежутком 100 мм, плиты гипсовые перфорированные с пористым наполнителем и воздушной прослойкой 100-200 мм, фибролит толщиной 50 мм и воздушной прослойкой 50-150 мм, плиты ПА/С с набрызгом с воздушной прослойкой 50-100 мм и другие материалы. Из проверки зала методами геометрической акустики следует, что зал обеспечен отраженным звуком, «мертвых» зон нет, т.е. диффузность звукового поля хорошая. Но наиболее подходящие места размещения звукопоглощения – задняя стена и треть поверхности примыкающих к ней боковых стен и потолка, поскольку первые отражения от этих поверхностей использовать для усиления звука неэффективно. Эти отражения приходят с большим запаздыванием по сравнению с прямым сигналом и приводят к снижению его разборчивости. Стены и потолок должны хорошо отражать звук в глубину зала. Поэтому они обрабатываются плотными материалами.

Предлагаем ряд рекомендаций при перепрофилизации залов купольного типа:

- уточнение размеров и формы залов (геометрическое соответствие),
- членение поверхностей стен и потолков различными объемными элементами,
- обработка ограждений материалами, отражающими или поглощающими звук.
- размещение в залах специальных звукопоглощающих и резонирующих конструкций, акустических диффузоров и т.д.

-применение мебели с определенными звукопоглощающими характеристиками.

Подводя итоги исследования, несмотря на все трудности перепрофилизации, можно сделать вывод, что вполне возможно сохранение архитектурной и культурной ценности сооружения при смене его основного функционального назначения. Таким образом, несмотря на то что многие памятники архитектуры были стёрты с лица Земли, они всё равно нуждаются в реставрации, даже если их функция уже не актуальна. Воссоздавая исторический облик города, можно наделить каждый старинный объект современным назначением, тем самым, подарив ему новую жизнь



Рисунок 4. Внутренний вид концертного зала (на посадочные места)



Рисунок 5. Внутренний вид концертного зала (на сцену)

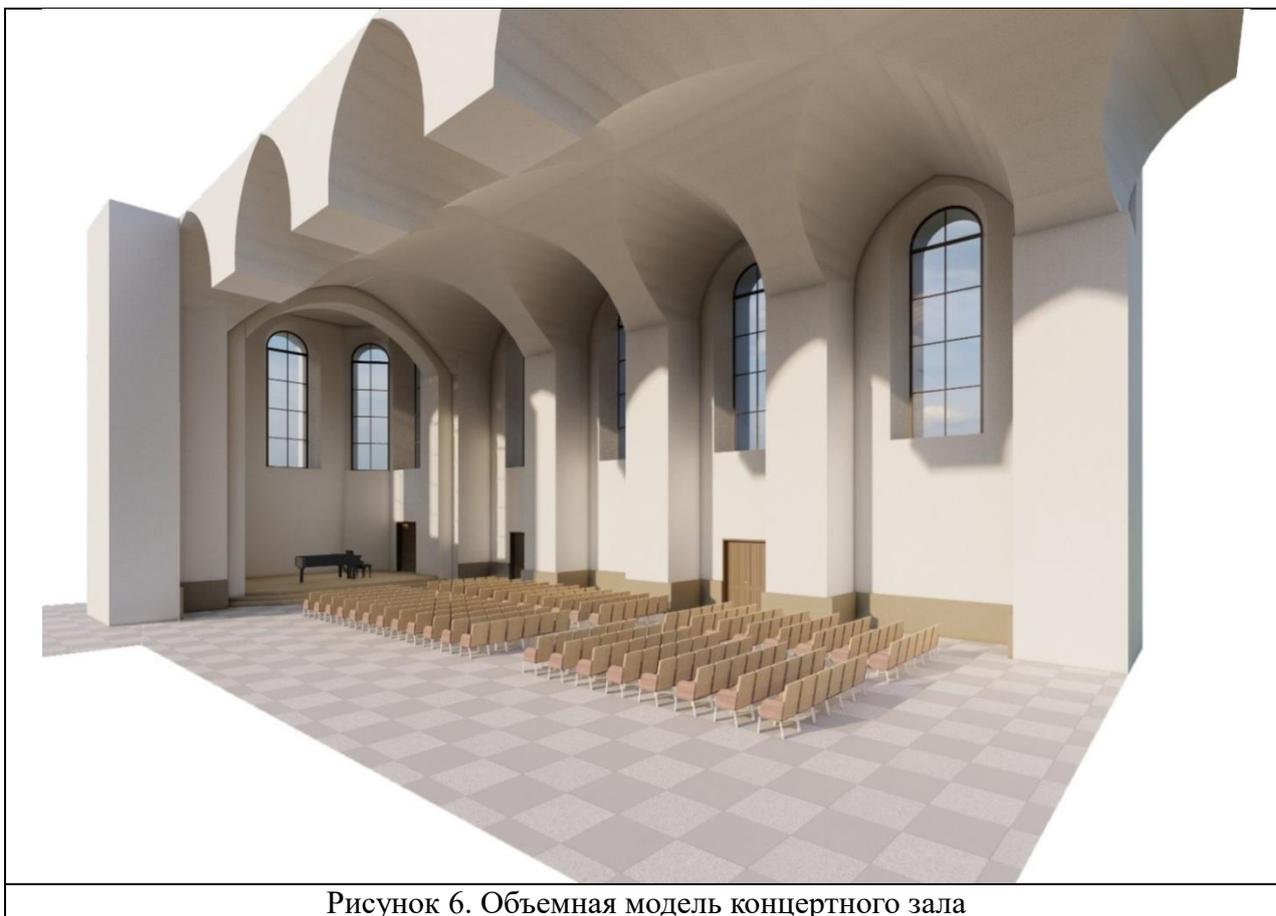


Рисунок 6. Объемная модель концертного зала

УДК 711.01

ТВОРЧЕСКИЕ ПРОСТРАНСТВА НА ТЕРРИТОРИЯХ УНИВЕРСИТЕТОВ (ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ)

Король Е.В.

Научный руководитель — Литвинова А.А.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Введение

Современная тенденция на создание творческих (креативных) пространств в бывших зданиях заводов и производственных помещениях набирает быструю популярность и в Беларуси. Креативные пространства зачастую становятся местом досуга людей и привлекают к себе внимание своим форматом, расположением в городской среде и «живым общением» на его территории.

Примерами креативных (творческих) пространств в Минске являются:

1. Openshkaф – культурная барахолка, место концентрации большого количества творческих людей на которой можно не только