

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2023, Том 15, № 3 / 2023, Vol. 15, Iss. 3 <https://esj.today/issue-3-2023.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/68SAVN323.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Чернышкова, И. А. Выбор акустических параметров при проектировании концертного зала на 650 мест / И. А. Чернышкова, Н. Г. Царитова // Вестник евразийской науки. — 2023. — Т. 15. — № 3. — URL: <https://esj.today/PDF/68SAVN323.pdf>

For citation:

Chernyshkova I.A., Tsaritova N.G. The choice of acoustic parameters when designing a concert hall for 650 seats. *The Eurasian Scientific Journal*. 2023; 15(3): 68SAVN323. Available at: <https://esj.today/PDF/68SAVN323.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.)

Чернышкова Ирина Анатольевна

ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова»,
Новочеркасск, Россия

Доцент кафедры «Градостроительство, проектирование зданий и сооружений»
Доцент

E-mail: chernyshkova.irina@mail.ru

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=769659

Царитова Надежда Геннадьевна

ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова»,
Новочеркасск, Россия

Доцент кафедры «Градостроительство, проектирование зданий и сооружений»
Кандидат технических наук, доцент

E-mail: ncaritova@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0923-5848>

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=621100

SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57208174012>

Выбор акустических параметров при проектировании концертного зала на 650 мест

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы акустического проектирования зала на 650 мест, предназначенного для проведения речевых и музыкальных мероприятий в политехническом университете г. Новочеркаска. Разработанные в 20 веке методы акустического проектирования в основном предназначались для залов с живым звуком, в настоящее же время звукоусиление, особенно для многофункциональных залов, является особенностью при проектировании. В залах универсального назначения должны выполняться не только требования высокой степени разборчивости речи, но и требования эстетической оценки качества звучания. В соответствии с методами и нормами, акустическое проектирование рекомендуется проводить в несколько этапов — подготовительный, планировочный, геометрический и отделочный. Авторами подробно рассмотрен каждый этап, разработано эскизное решение плана зала, определена точная форма с учетом звукоотражений. В проекте предложены звукоотражатели в виде выпуклых поверхностей, расположенных вблизи сцены. Выполнен выбор форм поверхностей данного зрительного зала, включая профиль поверхности пола, потолка и стен. Авторами статьи проведен подбор отделочных материалов для обеспечения оптимального времени реверберации, а также пластическая обработка поверхностей и размещение отделки для повышения степени диффузности звукового поля в зале. Приведены расчеты для естественной акустики. Авторами рассчитана требуемая эквивалентная площадь звукопоглощения и определены требуемые значения

среднего коэффициента звукопоглощения. В результате показаны расчетные значения эквивалентных площадей звукопоглощения потолка и стен, облицованных выбранными материалами. Отделка поверхностей обеспечивает оптимальное время реверберации. Критерием подбора материалов являлась их стоимость и требования пожарной безопасности.

Ключевые слова: акустическое проектирование; звукопоглощение; время реверберации; коэффициент звукопоглощения; эквивалентная площадь звукопоглощения; концертный зал; геометрические параметры зала

Введение

Комплекс зданий института Южно-Российского государственного политехнического университета (НПИ) имени М.И. Платова» (ЮРГПУ (НПИ)), построенный по проекту польского архитектора С.°Рогуйского, является архитектурным памятником, и поражает своей величественностью и красотой. До недавнего времени состоял из шести корпусов, к которым добавился новый Учебно-библиотечный корпус с концертным залом, выполненный в классическом стиле, как и весь комплекс.

Небольшой концертный (актовый) зал на 250 мест имеется на втором этаже Главного корпуса, но по вместимости и своим акустическим качествам уже не соответствует современным требованиям. Поэтому особенностью планировочного решения нового корпуса является включение в его состав концертного зала на 650 мест. Проектированием Учебно-библиотечного корпуса занималась проектная группа «Строительные технологии» ЮРГПУ (НПИ) под руководством кандидата архитектуры А.А. Тумасова. Перед авторами статьи стояла задача проанализировать объемно-планировочное решение будущего зала с точки зрения акустических требований.

Основные принципы акустического проектирования больших многофункциональных залов, а также небольших по объему (вместимостью до 1000 чел.) отражены в работах как отечественных, так и зарубежных специалистов: Л.А.°Борисова, Х.А.°Щержецкова, М.Ю.°Ланэ, А.Я.°Лифшица, Е.Ю.°Шуева, Л.Л.°Беренека [1–8].

Например, поначалу методической основой в нашей стране стала получившая широкое применение «Инструкция по проектированию средних специальных учебных заведений искусства и культуры», в которой были представлены рекомендации по оптимальным геометрическим параметрам и примеры акустических решений музыкальных классов для индивидуальных и групповых занятий. Проведенные в 2005–2008 гг. экспериментальные исследования в ряде музыкальных классов и репетиционных помещений Московской государственной консерватории имени П.И. Чайковского [9] доказали необходимость сочетания принципов статистической и волновой акустики для объективной оценки акустических условий в малых помещениях. Сегодня обеспечить оптимальное время реверберации (или регулировать его) в большинстве случаев позволяют современные акустические материалы и конструкции.

В статье рассматриваются результаты акустического проектирования нового зала ЮРГПУ (НПИ) на 650 мест, предназначенного для проведения речевых и музыкальных мероприятий.

Методы

Разработанные в 20 веке методы акустического проектирования в основном предназначались для залов с живым звуком, в настоящее время звукоусиление, особенно для

многофункциональных, является особенностью, более того практически обязательно [10–13]. В данной работе приведены расчеты для естественной акустики. Обеспечение изменения акустических свойств помещения в зависимости от вида программ предусмотрено звуковоспроизводящим оборудованием, запроектированным компанией ООО «Рояль Мьюзик» г.°Санкт-Петербург.

В соответствии с методами и нормами, акустическое проектирование [14–16] рекомендуется проводить в несколько этапов — подготовительный, планировочный, геометрический и отделочный.

Подготовительный этап включает:

- определение геометрических параметров зала (форма и размеры зала, сцены, эстрады и т. д.;
- определение основных акустических показателей и критериев проектируемого зала (оптимальные значения времени реверберации и структуры ранних отражений).

В данном случае, в соответствии с классификацией СП 51.13330.2011 для залов многоцелевого назначения рекомендуется удельный объем на одно зрительское место, для — 4–6 м³. Воздушный объем данного зрительного зала вместимостью 650 чел. равен 3 562 м³. Тогда удельный воздушный объем данного зала равен 5,48 м³/чел. Квадратная в плане форма зала несколько неудачна, так как приводит к объединению спектра собственных частот. Этот недостаток можно скорректировать с помощью звукопоглощающих материалов и способов их размещения.

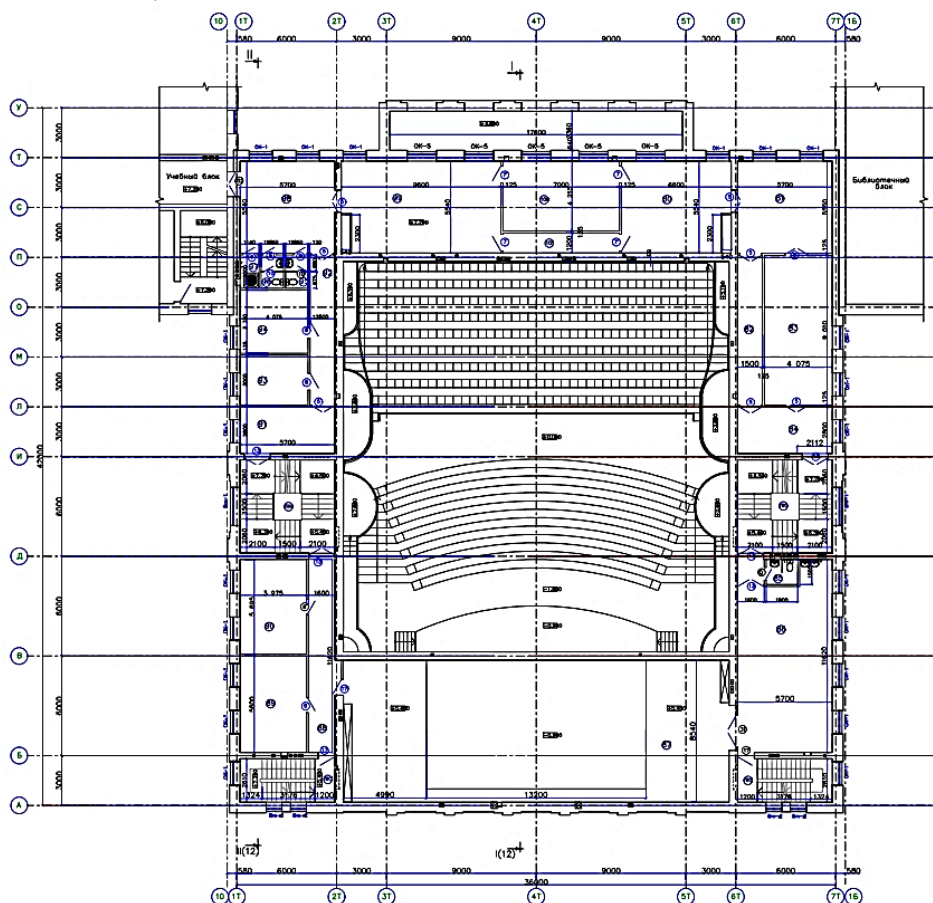


Рисунок 1. План зала на отметке +5.400 (разработано автором)

Рекомендуемая длина зала не должна превышать 26 м. В проекте максимальное удаление зрителей от сцены составляет 22 м, что обеспечивает достаточно высокий уровень силы прямого звука.

Планировочный этап — разработка эскизного решения плана зала.

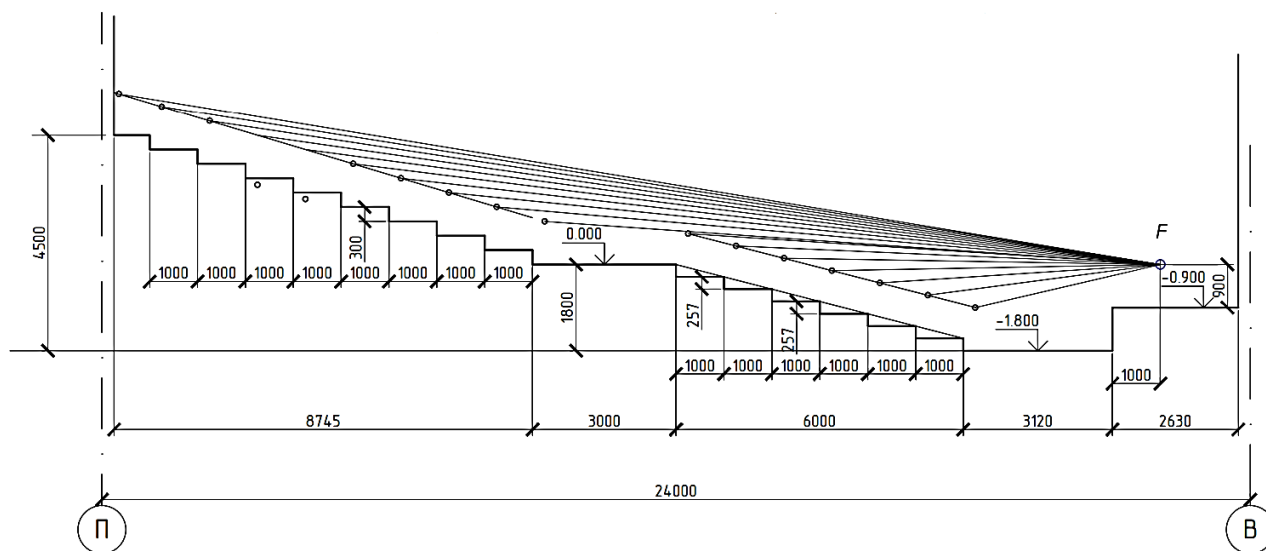
- размещение зрительских мест с учетом зон комфорта (зрительной и акустической);
- размещение сцены, эстрады, киноэкрана и другого оборудования;
- обеспечение требований норм эвакуации (проектирование проходов и выходов).

Геометрическое проектирование — определение точной формы зала с учетом звукоотражений. В основные задачи этапа входит:

- построение профиля пола (или подъема зрительских мест);
- уточнение формы зала в плане;
- построение балконов, лож, галерей;
- построение профиля потолка и отражающих экранов;
- определение зон ранних отражений на поверхностях.

Выбор форм поверхностей данного зрительного зала

Профиль поверхности пола. Требование хорошей слышимости совпадает с требованием хорошей видимости. Его выполнение достигается последовательным повышением рядов мест. В данном случае подъем зрительских мест обеспечивает нормативную видимость по условию превышение луча зрения, направленного на расчетную точку наблюдения над уровнем глаз впереди сидящего зрителя. Построение профиля пола показано на рисунке 2.

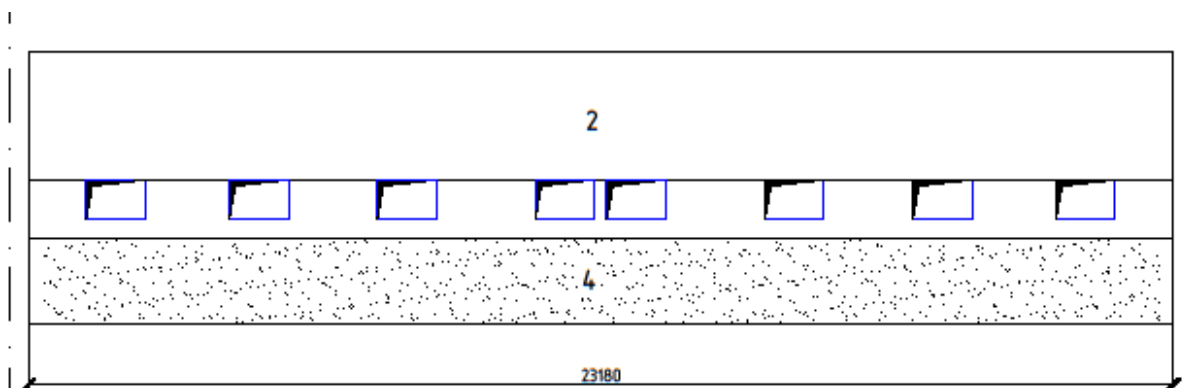


F — расчетная точка

Рисунок 2. Построение линии уклона пола (разработано автором)

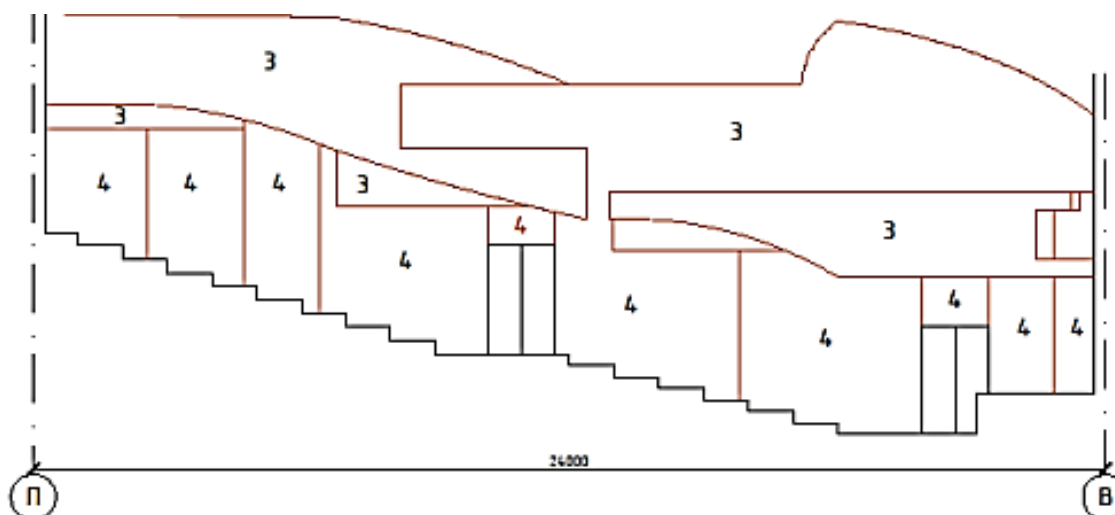
Форма поверхностей потолка и стен

В залах универсального назначения должны выполняться не только требования высокой степени разборчивости речи, но и требования эстетической оценки качества звучания. Оптимальная структура ранних отражений звука создает эффект объемного звучания и придает речи и музыке богатую тембровую окраску. На структуру ранних звуковых отражений особенно влияют размеры и форма околосценической части зрительного зала, а именно: потолка и боковых стен (рис. 3, 4).



2 — гипсовые перфорированные плиты

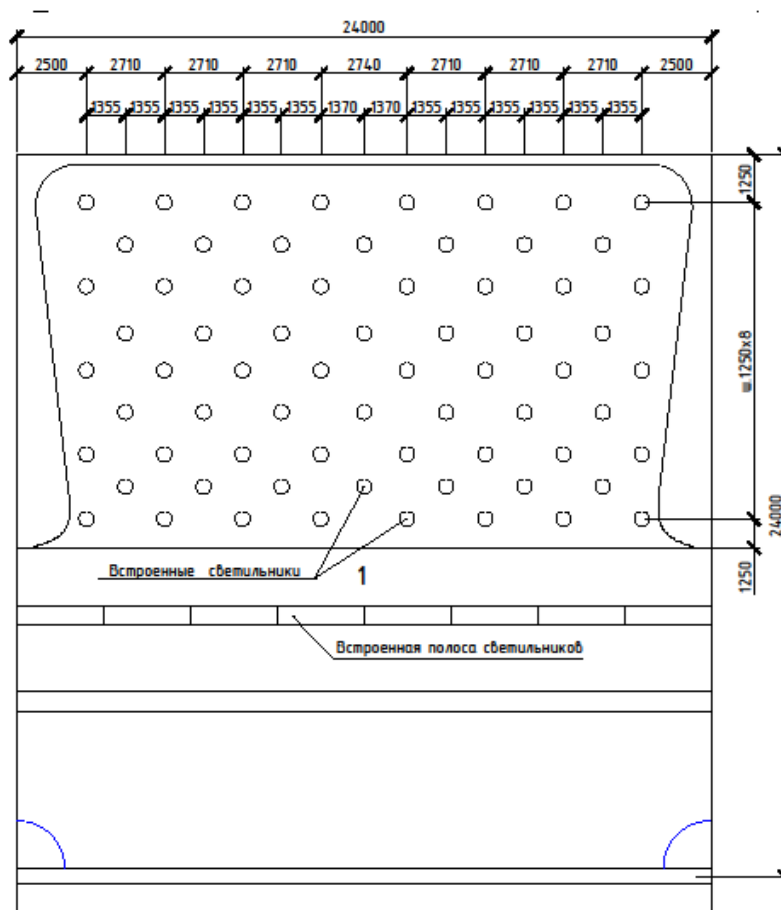
Рисунок 3. Задняя стена — расположение отделочных материалов (разработано автором)



3 — гипсокартон; 4 — Episode speakers KS-AR

Рисунок 4. Боковая стена — расположение отделочных материалов (разработано автором)

Потолок. Предлагаемая форма потолка способствует направлению первых отражений звука во вторую половину зала, что обеспечивает удовлетворительную слышимость. Устройство плоского горизонтального потолка в его припортальной (околосценической) части приводит к отражению звуков в передние ряды с большим временем запаздывания ($> 0,03$ с), что является причиной эха и снижает разборчивость речи. Кроме того, в передних рядах удовлетворительная слышимость обеспечивается уже прямой звуковой энергией. Средняя часть потолка запроектирована плоской горизонтальной. Эта форма способствует проходу отражений в задние ряды партера. Продольный разрез зала с запроектированным профилем потолка показан на рисунке 5.



1 — потолочные панели

Рисунок 5. План потолка (разработано автором)

Стены. В проекте предложены звукоотражатели в виде выпуклых поверхностей, расположенных вблизи сцены, чтобы направить первые интенсивные отражения звука во вторую половину зала и на боковые места. К припортальной части боковых стен относятся те же соображения, что и к потолку.

Наличие балконов расчленяет поверхность стен и способствует рассеиванию звуковой энергии, повышению диффузности звукового поля.

Нижняя часть боковых стен отражает звуки в партер и ее рекомендуется отделать материалом с малым коэффициентом звукопоглощения. Известно, что, если стены параллельны, создаются условия для возбуждения «порхающего» эха, поэтому часть боковых стен предлагается обработать выпуклыми поверхностями (рис. 3, 4).

От верхней части боковых стенок слушателям не приходят ранние отражения; она, в основном, может быть отделана звукопоглощающими материалами, ее форма не является столь существенной.

Нижняя часть задней стены отделана гипсоплитами толщиной 80 мм, а верхняя гипсокартонном.

Проектирование отделки интерьеров

Цель — обеспечение оптимальных условий звучания. Задачи, решаемые на этом этапе:

- подбор отделочных материалов для обеспечения оптимального времени реверберации;
- пластическая обработка поверхностей и размещение отделки для повышения степени диффузности звукового поля в зале.

Выбираем отделочные материалы из условия обеспечения оптимального времени реверберации.

1. Определение оптимального времени реверберации:

Воздушный объем зала составляет — 3 562 м³.

Для залов универсального назначения оптимальное время реверберации $T_{\text{опт}}$ на частотах 500–2 000 Гц равно 1,1–1,2 с (по разным источникам). Примем $T_{\text{опт}} = 1,15$ с. На частоте 125 Гц увеличим $T_{\text{опт}}$ в 1,2 раза: $T_{\text{опт}} = 1,38$ с.

2. Определение требуемой эквивалентной площади звукопоглощения (ЭПЗ) $A_{\text{тр}}$.

2.1. Используя формулу Эйринга:

$$T = 0,163V/[S_{\text{общ}} \times \varphi(\alpha_{\text{ср}})] \text{ — для частот от 125 до 1 000 Гц (1*)}$$

$$\text{и } T = 0,163V/[S_{\text{общ}} \times \varphi(\alpha_{\text{ср}}) + 4mV] \text{ — для частот 2 000 Гц,}$$

определяем требуемое значение $\varphi(\alpha_{\text{ср}})$.

В формуле $V = 3 562$ м³; общая площадь внутренних поверхностей зала $S_{\text{общ}} = 1 542$ м²; $\varphi(\alpha_{\text{ср}}) = -\ln(1-(\alpha_{\text{ср}}))$ — функция среднего коэффициента звукопоглощения.

Подставив $T_{\text{опт}}$ в формулу (*1), получим:

$$\varphi(\alpha_{\text{ср}}) = 0,26 \text{ — на частоте 125 Гц;}$$

$$\varphi(\alpha_{\text{ср}}) = 0,31 \text{ — на частотах 500–1 000 Гц.}$$

$$\varphi(\alpha_{\text{ср}}) = 0,29 \text{ — на частоте 2 000 Гц.}$$

2.2. Определяем требуемые значения среднего коэффициента звукопоглощения $\alpha_{\text{ср}}$:

$$\alpha_{\text{ср}} = 0,23 \text{ — на частоте 125 Гц;}$$

$$\alpha_{\text{ср}} = 0,27 \text{ — на частотах 500–1 000 Гц;}$$

$$\alpha_{\text{ср}} = 0,25 \text{ — на частоте 2 000 Гц;}$$

3. Определяем требуемые ЭПЗ: $A_{\text{тр}} = \alpha_{\text{ср}} \times S_{\text{общ}}$:

$$A_{\text{тр}} = 355 \text{ м}^2 \text{ на частотах 125 Гц;}$$

$$A_{\text{тр}} = 416 \text{ м}^2 \text{ на частотах 500–2 000 Гц;}$$

$$A_{\text{тр}} = 385,5 \text{ м}^2 \text{ на частоте 2 000 Гц.}$$

Результаты

Определение расчетных значений ЭПЗ. Выбор отделочных материалов. ЭПЗ зрителей, кресел, пола, проем сцены, добавочное звукопоглощение.

При расчете времени реверберации, как правило, принимается заполнение слушателями 70 % от общего числа мест, а ЭПЗ остальных мест принимается как для пустых кресел; кресла — мягкие. Пол, не занятый креслами, покрыт ковролином.

При расчете T в зале со сценой, оборудованной задниками, кулисами, отделенной от зала порталом, объем и площади внутренних поверхностей сцены не учитываются, а вводится площадь проема сцены с характерными коэффициентами звукопоглощения (КЗП).

Коэффициенты добавочного звукопоглощения учитывают проникание звуковых волн в различные щели и отверстия, а также поглощение звука осветительной аппаратурой и другим оборудованием зала.

Данные о расчете ЭПЗ рассматриваемых участков зала представлены в таблице 1.

Здесь также приведены значения требуемых общих ЭПЗ $A_{тр}$ и требуемых ЭПЗ потолка и стен $A_{ост}$ (оставшиеся звукопоглощения).

Таблица 1

Данные о расчете ЭПЗ рассматриваемых участков зала

Наименование	Площадь или число	Звукопоглощение на частотах					
		125 Гц		500 Гц		2000 Гц	
		α	$\alpha x S$	α	$\alpha x S$	α	$\alpha x S$
1	2	3	4	5	6	7	8
Зрители (70 %)	434	0,25	108,5	0,40	173,6	0,45	195,3
Свободные кресла (30 %) — полумягкие, обитые искусственной кожей	186	0,08	14,88	0,12	22,32	0,1	18,6
Пол не занятый зрительными местами — (паркет)	120	0,04	4,8	0,07	8,4	0,06	7,2
— ковер на войлочной подкладке толщ. 3 мм	80	0,11	8,8	0,37	29,6	0,27	21,6
Проём сцены	61,48	0,20	12,3	0,30	18,4	0,30	18,4
Двери лакированные сосновые	31,2	0,1	3,12	0,1	3,12	0,08	2,5
Проёмы	8,64	0,2	1,73	0,3	2,6	0,3	2,59
Добавочное звукопоглощение	1542	0,6	92,52	0,03	42,26	0,03	42,26
ИТОГО:	-	-	246,65	-	300,3	-	308,45
Требуемое звукопоглощение $A_{тр}$	-	-	355,6	-	416	-	385,5
Требуемое звукопоглощение стен и потолка $A_{ост}$	-	-	108,95	-	115,7	-	77,05

Околосценические части потолка и боковых стен (так называемые припортальные поверхности), их форма и отделка — оказывают значительное влияние на формирование звукового поля в зале. Малозапаздывающие отражения от них, приходя на боковые места и во вторую половину зала, дополняют прямой звук и тем самым улучшают слышимость и разборчивость речи.

Рекомендуемые звукоотражающие поверхности: оштукатуренные (по твердому основанию; выполненные из массивного дерева, бетона, натурального камня, кирпича, гипсовых неперфорированных плит, керамики и т. п. КЗП таких поверхностей в диапазоне 100–5 000 Гц составляют 0,02–0,06).

В расчете для отделки припортальных поверхностей, нижней части (до балкона) боковых стен выбираем гипсовые плиты.

Верхнюю часть боковых стен, балконы отделываем гипсокартонными листами по рейкам на расстоянии 5 см от поверхности. Что, в основном обеспечивает поглощение звуков низкой частоты.

Заданную стену снизу на высоту 1,6 м отделываем гипсовыми плитами или делаем гипсовую штукатурку. Оставшуюся часть стены отделываем звукопоглощающими материалами (КЗП = 0,4; 0,75 и 45 на частотах 125, 500 и 2 000 Гц).

Как видно из таблицы 1, требуемая ЭПЗ потолка и стен составляет: для частоты 125 Гц — 355,6 м², для 500 Гц — 416 м², для 2 000 Гц — 385,3 м².

В таблице 2 показаны расчетные значения ЭПЗ потолка и стен, облицованных выбранными материалами.

Таблица 2

Расчетные значения ЭПЗ потолка и стен, облицованных выбранными материалами

Наименование	Площадь, м ² или число	Звукопоглощение на частотах					
		125 Гц		500 Гц		2000 Гц	
		α	$\alpha \times S$	α	$\alpha \times S$	α	$\alpha \times S$
Потолок — гипсовая штукатурка	516	0,03	15,48	0,02	10,32	0,05	25,8
Боковые стены — припортальные скосы (гипсовые плиты толщ. 80 мм)	44,8	0,03	1,34	0,02	0,9	0,05	2,24
— нижняя часть стен (гипсовые плиты толщ. 80 мм)	90	0,03	2,7	0,02	1,8	0,05	4,5
— барьер балкона (гипсокартон)	20	0,3	6	0,1	2	0,05	1
— объемные поверхности (гипсокартон)	112	0,3	33,5	0,1	11,2	0,05	5,6
— верхняя часть стены (гипсокартон)	80	0,3	24	0,1	8	0,05	4
Задняя стена — низ (гипсовые плиты, высота 1,6 м)	37,09	0,03	1,11	0,02	0,74	0,05	1,85
— верх (гипсовые перфорированные плиты 400×400×10 и 500×500×10 мм с отверстиями диаметром 10 мм и шагом 24 мм)	84	0,4	33,6	0,75	63	0,45	37,8
ИТОГО: $A_{\text{ост}}$			117,7		98,36		82,79
$A_{\text{расчет}}$			364,35		398,65		391,05
$\alpha_{\text{ср}}$		0,23		0,26		0,25	
$\varphi(\alpha_{\text{ср}})$		0,26		0,30		0,29	
$T_{\text{расчет(с)}}$		1,38		1,19		1,16	
$T_{\text{опт(с)}}$		1,38		1,15		1,15	

Как видно из таблицы, выбранная отделка поверхностей обеспечивает оптимальное время реверберации. На рисунках 4–5 показано размещение материалов на поверхностях стен и потолка.

Выводы

Выбраны размеры зала, формы ограждающих поверхностей, разработано эскизное решение плана зала в соответствии с нормами и рекомендациями. Расчетами установлена необходимая эквивалентная площадь звукопоглощения помещения и подобраны материалы отделки ограждений, обеспечивающие требуемое время реверберации. Критерием подбора материалов являлась их стоимость и требования пожарной безопасности.

Расчетное значение времени реверберации в зале многоцелевого назначения представлено в таблице 3.

Таблица 3

Расчетное значение времени реверберации в зале многоцелевого назначения

Частоты нормирования, Гц	A общ.	Суммарная площадь S, м ²	α	φ	Время реверберации T, с
1	2	2 210,68	3	4	5
125	364,35		0,23	0,26	1,38
500	398,65		0,26	0,30	1,15
2 000	391,05		0,25	0,29	1,15
Среднее время реверберации	c				1,22

Данные предварительных расчетов показывают, что применение рекомендованных материалов, позволяет достичь нормативной величины RT60.

ЛИТЕРАТУРА

1. Борисов, Л.А. Акустика концертного зала Дома-музея П.И. Чайковского в Клину / Л.А. Борисов, Х.А. Щиржецкий, Е.В. Насонова // *Academia. Архитектура и строительство*. — 2009. — № 5. — С. 33–38.
2. Трухина, А.М. Исследование акустики при проектировании концертных залов / А.М. Трухина // *Традиционная и инновационная наука: история, современное состояние, перспективы: Сборник статей Международной научно-практической конференции, Уфа, 25 декабря 2015 года / Ответственный редактор: Сукиасян Асатур Альбертович. Том 3. — Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "Аэтерна", 2015. — С. 111–114.*
3. Субботкин А.О., Щиржецкий Х.А., Алешкин В.М. «К вопросу объективной оценки влияния реального шумового фона публики на оптимизацию нормативных требований к допустимому шумовому режиму в зрительных залах» *Биосферная совместимость: человек, регион, технологии*, № 4, с. 57–63(2018).
4. К проблеме акустического проектирования современных залов многоцелевого назначения / Х.А. Щиржецкий, В.Н. Сухов, А.Х. Щиржецкий, В.М. Алешкин // *Жилищное строительство*. — 2019. — № 7. — С. 16–24. — DOI 10.31659/0044-4472-2019-7-16-24.
5. Лифшиц, С.Я. Акустика зданий и их изоляция от шума и сотрясений / С.Я. Лифшиц // *Светопрозрачные конструкции*. — 2021. — № 4(138). — С. 24–35.
6. Adelman-Larsen N.W., Thompson E.R., Gade A.Ch. Acoustics in Rock and Pop Music Halls. International Symposium on Room Acoustics. Seville, 10–12 September 2007. Paper S26.
7. Beranek L.L. Concert halls and opera houses. Music, Acoustics, and Architecture. Springer-Verlag New York. 2004. 661 p. 10.1007/978-0-387-21636-2.
8. Коновалова Н.А. Архитектура театров & театральность архитектуры: современные театры Гуанчжоу (Китай) // *Современная архитектура мира*. 2021. № 1(16). с. 157–171.
9. Канев, Н.Г. Акустика Большого зала Московской консерватории им. П.И. Чайковского после реконструкции 2010–2011 гг. / Н.Г. Канев, А.Я. Лившиц // *Акустический журнал*. — 2013. — Т. 59, № 3. — С. 408. — DOI 10.7868/S0320791913030064.
10. Беранек Л. Сравнение субъективных взглядов на качество концертных залов и объективных измерений их акустических свойств // *Акуст. журн.* 1995. Т. 41. № 5. С. 706–716.
11. Subbotkin A., Schirjatsky Ch., Aleshkin V. Noise reduction due to additional absorption placement in rooms // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2018. Vol. 463. Part 3. 042026. DOI: 10.1088/1757-899X/463/4/042026.

12. Jambrosic K., Horvat M., Domitrovic H. Reverberation time measuring methods // The Journal of the Acoustical Society of America. 2008. V. 123, pp. 3617.
13. Ланэ, М.Ю. Акустика зрительного зала Самарского академического театра оперы и балета / М.Ю. Ланэ // Техническая акустика. — 2011. — Т. 11. — С. 3.
14. Совершенствование методов акустического проектирования / Е.В. Люкина, Т.В. Чернышова, А.С. Яновский, Г.М. Мохов // Т-Сomm: Телекоммуникации и транспорт. — 2016. — Т. 10, № 10. — С. 23–27.
15. Щиржецкий, Х.А. Об оптимизации времени реверберации в крупных многофункциональных спортивно-зрелищных сооружениях большого объема / Х.А. Щиржецкий, В.Н. Сухов // БСТ: Бюллетень строительной техники. — 2022. — № 6(1054). — С. 37–39.
16. Чернышкова, И.А. Акустика помещений атриумов / И.А. Чернышкова, Н.А. Бузало // Вестник МГСУ. — 2011. — № 3-1. — С. 113–116.

Chernyshkova Irina Anatolyevna

Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Novocherkassk, Russia
E-mail: chernyshkova.irina@mail.ru
RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=769659

Tsaritova Nadezhda Gennad'evna

Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Novocherkassk, Russia
E-mail: ncaritova@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0923-5848>
RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=621100
SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57208174012>

The choice of acoustic parameters when designing a concert hall for 650 seats

Abstract. The article deals with the issues of acoustic design of a 650-seat hall designed for speech and music events at the Polytechnic University of Novocherkassk. Acoustic design methods developed in the 20th century were mainly intended for halls with live sound, at the same time sound amplification, especially for multifunctional halls, is a feature in the design. In halls of universal use, not only the requirements of a high degree of speech intelligibility must be met, but also the requirements of an aesthetic assessment of the sound quality. In accordance with the methods and norms, acoustic design is recommended to be carried out in several stages — preparatory, planning, geometric and finishing. The authors have considered each stage in detail, developed a draft solution of the hall plan, determined the exact shape taking into account sound reflections. The project proposes sound reflectors in the form of convex surfaces located near the stage. The choice of the shapes of the surfaces of this auditorium, including the profile of the surface of the floor, ceiling and walls, has been made. The authors of the article carried out the selection of finishing materials to ensure optimal reverberation time, as well as plastic surface treatment and placement of finishes to increase the degree of diffusivity of the sound field in the hall. Calculations for natural acoustics are given. The authors calculated the required equivalent sound absorption area and determined the required values of the average sound absorption coefficient. As a result, the calculated values of the equivalent sound absorption areas of the ceiling and walls lined with the selected materials are shown. Surface finishing ensures optimal reverberation time. The criterion for the selection of materials was their cost and fire safety requirements.

Keywords: acoustic design; sound absorption; reverberation time; sound absorption coefficient; equivalent sound absorption area; concert hall; geometric parameters of the hall