Архитектон: известия вузов № 3 (95) / сентябрь, 2026 / ISSN 1990–4126
URL: http://archvuz.ru/2026_3/5

ОБЕСПЕЧЕНИЕ АКУСТИЧЕСКОГО КАЧЕСТВА УЧЕБНЫХ АУДИТОРИЙ

Канев Николай Георгиевич

доктор физико-математических наук.
Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук;
Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет
Россия, Москва, e-mail: lab-42@mail.ru

УДК: 727.3
Шифр научной специальности: 2.1.12
DOI: 10.47055/19904126_2026_3(95)_5
EDN: DTEXGK
Тип статьи: RAR Научная

Аннотация

Акустическое качество учебных аудиторий является критическим фактором, определяющим эффективность образовательного процесса. Плохие акустические условия ведут не только к частичной потере звуковой информации (20–30% от общего объема), но и к искаженному восприятию визуального материала, поскольку снижение разборчивости речи нарушает смысловые связи. Кроме того, неудовлетворительная акустика является вредным производственным фактором для преподавателей, вынужденных повышать голос в гулких или шумных помещениях, что приводит к профессиональным заболеваниям голосового аппарата. В статье приведены актуальные критерии для оценки акустического качества аудиторий, рассмотрены методы проектирования учебных помещений, а также приведен пример неудачного акустического решения учебной аудитории на 350 мест и его исправления. Сделан вывод о необходимости учета акустических требований на этапе архитектурного проектирования учебного помещения.

Ключевые слова:

архитектурная акустика, проектирование, время реверберации, разборчивость речи, звукопоглощение

PROVIDING THE ACOUSTIC QUALITY OF CLASSROOMS

Kanev Nikolay G.

Doctor of Science (Physics and Mathematics).
Research Institute of Building Physics, Russian Academy of Architecture and Civil Engineering;
Moscow State University of Civil Engineering
Russia, Moscow, e-mail: lab-42@mail.ru

УДК: 727.3
Шифр научной специальности: 2.1.12
DOI: 10.47055/19904126_2026_3(95)_5
EDN: DTEXGK
Type: RAR Scientific

Abstract

The acoustic quality of classrooms is a critical factor determining the effectiveness of the educational process. Poor acoustic conditions lead not only to a partial loss of sound information (20-30% of the total volume), but also to a distorted perception of visual material, since a decrease in speech intelligibility

disrupts semantic connections. In addition, unsatisfactory acoustics are a harmful production factor for teachers who are forced to raise their voices in loud or noisy rooms, which leads to occupational diseases of the vocal apparatus. This paper presents relevant criteria for assessing the acoustic quality of classrooms, discusses methods for designing classrooms, and provides an example of an unsuccessful acoustic solution for a 350-seat lecture hall and its correction. It is concluded that it is necessary to take into account acoustic requirements at the stage of architectural design of educational facilities.

Keywords:

architectural acoustics, design, reverberation time, speech intelligibility, sound absorption

Введение

Эффективность образовательного процесса в школах всех ступеней определяется не только педагогическим мастерством преподавателя и качеством учебных материалов, но и условиями, в которых происходит передача и восприятие знаний. Среди множества факторов, влияющих на успешность обучения, одним из наиболее значимых и при этом недооцененных является акустическое качество учебных аудиторий. Плохая разборчивость речи, избыточная реверберация и повышенный уровень шума приводят к потере до 20–30% звуковой информации, при этом более 60% занятий проводятся с использованием речевого сопровождения. Низкий уровень акустического комфорта помещений, в которых проводятся занятия, не только негативно влияет на когнитивную нагрузку студентов и академическую успеваемость, но и на мотивацию и вовлеченность в процесс обучения [1]. Плохие акустические условия также являются вредным производственным фактором для преподавателей, вызывая профессиональные заболевания голосового аппарата.

Несмотря на очевидную значимость проблемы, практика проектирования и строительства учебных зданий зачастую демонстрирует недостаточное внимание к акустическим требованиям на ранних этапах. Как показывает опыт ввода в эксплуатацию новых помещений, использование жестких отделочных материалов с высоким коэффициентом отражения приводит к формированию избыточно гулких помещений, не обеспечивающих комфортных условий для проведения занятий. Существующие нормативные документы, в частности СП 51.13330.2011, регламентируют акустические параметры лишь для аудиторий объемом более 500 м³, оставляя вне поля зрения широкий класс помещений меньшего объема, что создает методологический пробел и требует дополнительных исследований. Вопросы архитектурной акустики учебных помещений освещены в работах [2–12], где на практических примерах установлены взаимосвязи между временем реверберации, речевой разборчивостью и субъективным восприятием комфорта. Несмотря на активное развитие современной школьной архитектуры в различных аспектах [13–17], акустической составляющей объемно-планировочных решений и выбору отделочных материалов до сих пор не уделяется должного внимания со стороны проектировщиков

Цель исследования – систематизация актуальных критериев оценки акустического качества учебных аудиторий, а также анализ методов проектирования, обеспечивающих оптимальные акустические параметры.

Задачи исследования состоят в:

1) определении систему объективных измеримых параметров, характеризующих акустическое качество аудиторий;

2) анализе влияния объемно-планировочных решений – формы, размеров, высоты, профиля пола, конфигурации стен и потолка – на формирование акустического поля в учебных помещениях различной вместимости;

3) формулировании принципов выбора и размещения звукопоглощающих материалов с учетом их частотной эффективности и функциональных зон аудитории.

Кроме этого, на примере лекционной аудитории на 350 мест с изначально неудовлетворительной акустикой, вызванной неудачным акустическим решением, демонстрируется возможность акустической коррекции на этапе эксплуатации.

Практическая значимость. Результаты исследования могут быть использованы архитекторами и проектировщиками при разработке учебных корпусов, а также службами эксплуатации вузов для обоснования мероприятий по улучшению акустических условий в существующих зданиях. Предложенные рекомендации позволяют минимизировать риски создания некомфортной акустической среды на этапе проектирования и избежать дорогостоящих переделок в процессе эксплуатации.

Объективные критерии качества

Качество акустики учебного помещения может быть описано четырьмя измеряемыми параметрами.

Время реверберации – это время, за которое звуковая энергия в помещении уменьшается в 1 миллион раз или на 60 дБ. Это единственный нормируемый параметр, характеризующий акустику помещения, его оптимальные значения устанавливаются сводом правил СП51.13330.2011.

Индекс передачи речи STI (SpeechTransmission Index) описывает искажение речевого сигнала из-за влияния шума и реверберации помещения. Индекс STI принимает значения от 0 (полная потеря речевой разборчивости) до 1 (звук речи достигает слушателя без каких-либо искажений). По значению STI можно дать качественную оценку речевой разборчивости [18]: диапазон значений 0.75–1 соответствует отличной речевой разборчивости, 0.6–0.75 – хорошей, 0.45–0.6 – удовлетворительной, 0.30–0.45 – недостаточной, 0–0.30 – плохой.

Уровень звука речи показывает, насколько громко обучающийся слышит лектора [3]. Для комфортного восприятия информации речь должна быть достаточно громкой. Оптимальная для восприятия большинства людей громкость речи находится в диапазоне 60–70 дБА, хотя такие значения, особенно в больших аудиториях, достичь удается не всегда.

Уровень шума – параметр, нормируемый санитарными требованиями СП51.13330.2011, он не должен превышать 40 дБА. Чем выше уровень шума, тем хуже воспринимается речевая информация из-за понижения индекса STI. Кроме этого, при повышенном шумовом воздействии лектору приходится повышать голос, чтобы преодолеть мешающий шум и обеспечить хорошую слышимость на всех местах.

Эти параметры имеют некоторую связь и влияние друг на друга, но при этом они не являются взаимозаменяемыми. Первые три обеспечиваются, главным образом, архитектурным решением помещений, а уровень шума зависит от других факторов – инженерного оборудования в аудитории, шума с улицы, проникающего через окна, и т.п. Необходимо предпринимать все меры для минимизации шума в аудитории и, по возможности, создавать условия, при которых уровень шума значительно ниже нормативного значения.

Выбор объемно-планировочного решения аудитории

Первым шагом при проектировании аудитории является выбор размеров и формы помещения. Размер аудитории определяется предполагаемой вместимостью, при этом следует ограничи-

вать ее длину. Для малых аудиторий, вместимость которых не превышает 20 человек, влияние формы помещения не столь значительно, поскольку расстояние между лектором и всеми слушателями невелико, интенсивности прямого звука хватает для обеспечения достаточной громкости и разборчивости. Отраженный звук существенно слабее прямого, а время запаздывания незначительно. В аудиториях большего размера прямой звук заметно ослабляется с расстоянием (на 6 дБ с удвоением расстояния), поэтому форма помещения должна обеспечивать слушателей полезными звуковыми отражениями, которые дополняют прямой звук. Отметим, что в аудиториях, предназначенных для проведения мероприятий с усиленным звуком, т.е. для работы лектора через микрофон, акустическая картина формируется, главным образом, звуком, излучаемым громкоговорителями, поэтому форма помещения не является критичной.

Для аудиторий, не оборудованных системой звукоусиления, максимальная рекомендуемая длина составляет 20 м. При этом, если длина не превышает 10 м, то пол в аудитории может быть плоским, а для более длинных аудиторий пол рекомендуется выполнить наклонным (рис. 1). В этом случае пол состоит из широких ступеней, на каждой из которых устанавливается один ряд мест для слушателей и, при необходимости, столов. Это позволяет увеличить видимость на задних рядах, а с акустической точки зрения снижает ослабление прямого звука при распространении вдоль слушателей.

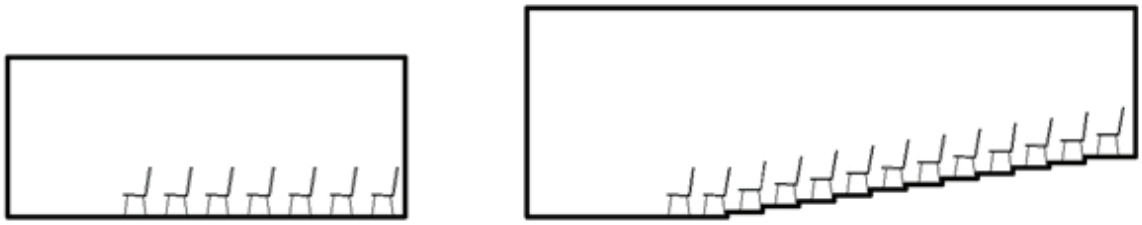


Рис. 1. Плоский и наклонный пол в аудиториях

Прямоугольная форма аудитории наиболее оптимальна, при этом отношение длины помещения к его ширине должно составлять от 1 до 2 (рис. 2а). Ряды располагаются вдоль короткой стороны, в этом случае боковые стены обеспечивают бóльшую часть слушателей полезными звуковыми отражениями. Если ряды расположены вдоль широкой стороны, то боковые места визуально и акустически недостаточно удобны (рис. 2б). Кроме этого, отражения от боковых стен могут иметь значительные запаздывания, что приводит к потере речевой разборчивости. Другой пример плохого расположения рядов приведен на рис. 2в. В помещении квадратной формы, приемлемой с акустической точки зрения, ряды слушателей расположены так, что боковые стены дают мало полезных звуковых отражений.

Допускается трапециевидная форма аудиторий с расширением к задней стене (рис. 2г), угол между боковыми стенами не должен превышать 30°, при этом аудитория не должна быть слишком широкой (рис. 2д).

Следует избегать вогнутых стен, поскольку они могут привести к фокусировке отраженного звука и, как следствие, к неравномерности звукового поля и акустическим дефектам. Особенно это касается задней стены: довольно часто она имеет форму сегмента окружности, что допустимо, если центр этой окружности достаточно удален от источника звука. В противном случае, если радиус окружности R сопоставим с длиной помещения, задняя стена фокусирует отраженный звук в окрестности лектора, что является акустическим дефектом (рис. 2е).

Потолок аудиторий лучше всего выполнять плоским, поскольку в этом случае ко всем слушателям поступают полезные отражения от потолка. Слишком большая высота может привести к большим запаздываниям отраженного звука, поэтому оптимальная высота аудиторий с плоским полом составляет 3–4 м. В аудиториях с наклонным полом высота определяется углом наклона – в максимальной точке подъема пола, т.е. у задней стены, высота не должна превышать 3 м (рис. 1).

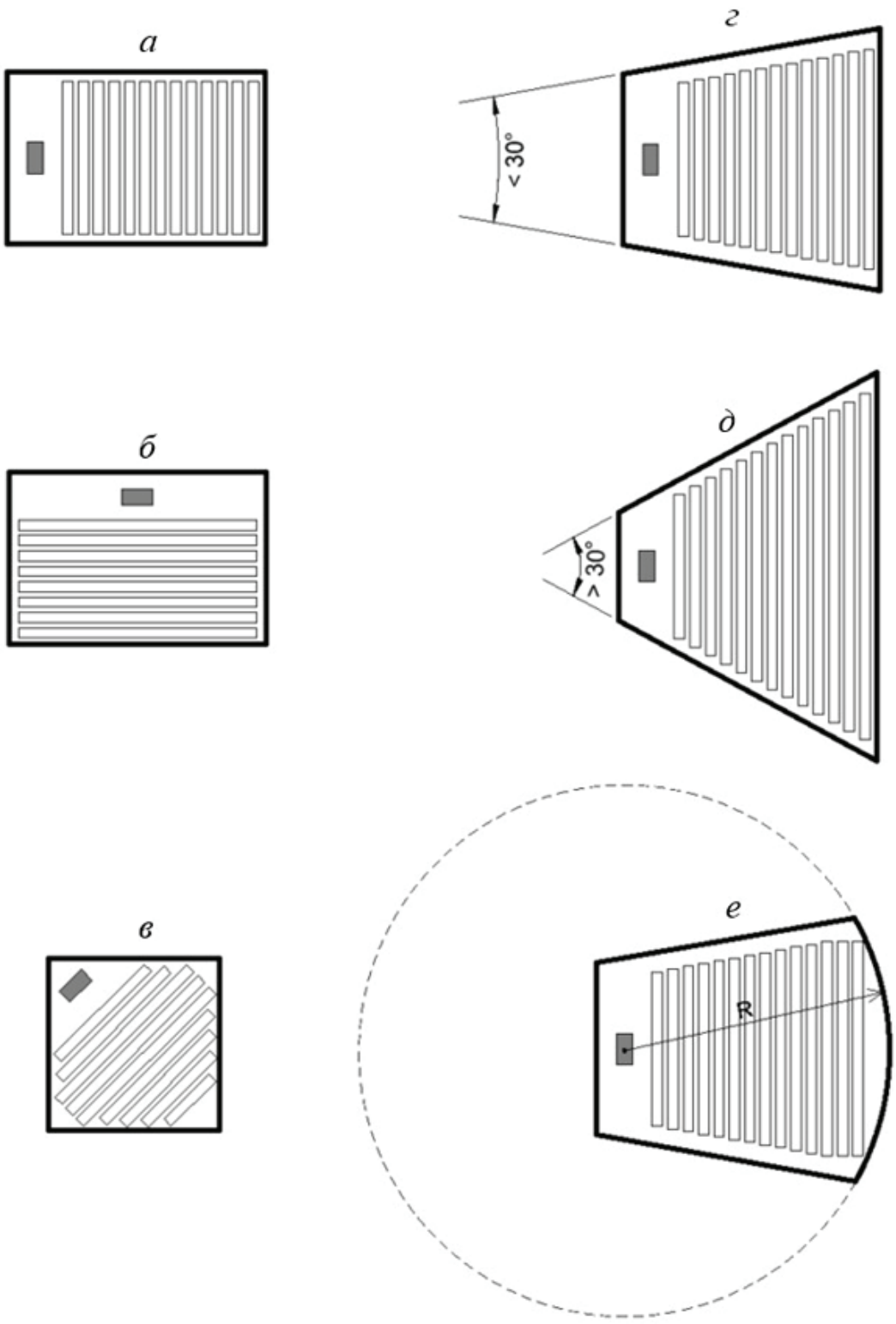


Рис. 2. Варианты планировок учебных аудиторий

Отделка аудитории

Акустическая отделка – второй ключевой инструмент для создания качественной акустики, и ее основная задача — обеспечить нормируемое время реверберации, хорошую разборчивость и поддержку голоса лектора. Традиционная отделка выполняется из плотных жестких материалов со слабыми звукопоглощающими свойствами высоким коэффициентом отражения – штукатурки, гипсокартона без перфорации, деревянных панелей, остекления. Как показывает опыт, использование только жестких материалов приводит к слишком высокой гулкости, завышенному времени реверберации и низкой разборчивости речи. Если в небольших помещениях – объемом до 100 м3– зачастую наличие мебели и людей оказывается достаточным для того, чтобы обеспечить удовлетворительные акустические условия, то в помещениях большего объема этого недостаточно, и риск некачественной акустики значительно возрастает. Для его исключения необходимо снижать интенсивность звука, отраженного ограждающими конструкциям, что может быть реализовано с использованием специальной отделки из звукопоглощающих материалов.

Поглощающие поверхности снижают энергию звуковых отражений, вследствие этого – реверберацию. Для этого применяются пористые или волокнистые материалы – минераловатные плиты, акустические панели из стекловолокна, перфорированные гипсокартонные системы с воздушным зазором. Существенное поглощение может внести мягкая мебель. Выбор материалов должен учитывать частотную эффективность, поскольку коэффициент звукопоглощения сильно зависит от частоты, а речевой диапазон охватывает октавные полосы от 125 до 4000 Гц, поэтому отделка должна обеспечивать равномерное поглощение во всем этом диапазоне. Распространенной ошибкой является использование только тонких пористых материалов, эффективных на средних и высоких частотах, но почти не поглощающих низкие частоты, что оставляет неприятный гул и маскирует согласные звуки. Помимо материалов на поверхностях, значительный вклад в звукопоглощение вносят объемные элементы – слушатели и мебель, которые также учитываются в расчете. Важно, что время реверберации в пустой аудитории всегда выше, чем в заполненной, поэтому нормативные расчеты ведутся при 70% заполнении мест, а отделка проектируется именно на этот режим.

Размещение материалов подчиняется четким правилам: задняя стена является приоритетной зоной для поглотителя, покрываться должно не менее 70% ее площади, потолок требует дифференцированного подхода – центральная часть над лектором и первыми рядами остается отражающей, а поглотитель размещается ближе к задней стене и над последними рядами, боковые стены в передней трети оставляются отражающими для формирования полезных отражений звука, а поглощение размещается в задней половине симметрично с обеих сторон. Критически важно исключить применение избыточного объема звукопоглощающего материала: в этом случае помещение может оказаться переглушенным, что приведет к значительному затуханию звука при удалении от лектора. Это снижает громкость речи на задних, а иногда и на средних рядах, а у лектора возникает необходимость повышать голос, чтобы донести информацию до удаленных слушателей.

Проектирование отделки завершается обязательной проверкой – расчетом времени реверберации в октавных полосах от 125 до 4000 Гц по стандартной методике [18]. Если на отдельных частотах расчетные значения выходят за допустимые пределы, необходимо добавить второй тип материала, эффективный в проблемной полосе, увеличить площадь существующего поглотителя за счет перераспределения зон или установить дополнительные объемные поглотители, и только после подтверждения расчетами всех частотных характеристик можно утверждать, что акустическая отделка выбрана корректно и обеспечит комфортные условия для проведения занятий.

Пример акустической коррекции аудитории

Лекционные аудитории учебного корпуса одного из московских вузов после завершения строительства и ввода в эксплуатацию имели неудовлетворительные акустические характеристики по отзывам лекторов и студентов. Основным недостатком является плохая разборчивость речи лектора практически на всех местах слушателей. Неудовлетворительное акустическое качество аудиторий обусловлено, в первую очередь избыточной гулкостью – в отделке ограждающих конструкций применены жесткие материалы (штукатурка, гипсокартон, стекло). Отделочные материалы хотя бы с небольшими звукопоглощающими свойствами полностью отсутствуют. Объем аудитории составляет 1950 м3, вместимость – 350 мест. План и продольный разрез зала приведены на рис. 3.

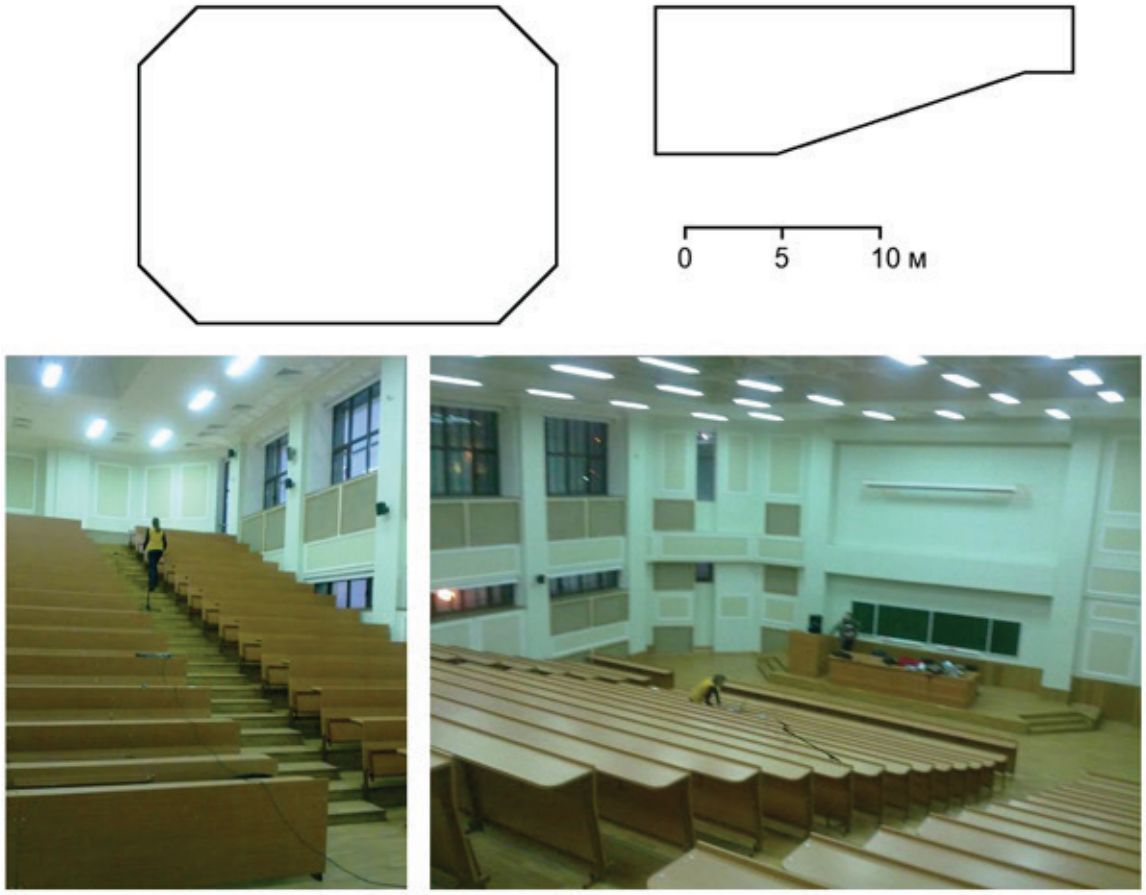


Рис. 3. Учебная аудитория на 350 мест

Для оценки объективных характеристик лекционной аудитории были проведены измерения времени реверберации и индекса STI в аудитории. Время реверберации на средних частотах составило 2.9 с, что многократно превышает рекомендуемое значение 1 с для аудитории такого объема. Обратим внимание, что измерения проведены в помещении без слушателей. Можно ожидать, что заполнение аудитории студентами приведет к снижению времени реверберации и улучшению акустических условий. Действительно, оценки показывают, что при наличии слушателей время реверберации снизится до 2.4–2.6 с. Однако, это изменение не является существенным и акустическое качество аудитории остается низким.

Измеренное значение индекса STI, усредненное по аудитории, составило 0.43, что соответствует неудовлетворительной разборчивости. Таким образом, инструментальные оценки подтвердили субъективное мнение.

Объемно-планировочное решение изначально имеет существенный акустический недостаток – слишком большую высоту и, как следствие, избыточный объем. Вкупе с полным отсутствием звукопоглощающих материалов во внутренней отделке это привело к плохому акустическому качеству помещений. В условиях начавшейся эксплуатации средства коррекции акустических условий довольно ограничены: объемно-планировочное решение изменить практически невозможно, но реально применить легко монтируемые звукопоглощающие материалы. В рассматриваемых аудиториях на потолок было нанесено пористое звукопоглощающее покрытие толщиной 20–25 мм.

По результатам акустической коррекции в аудитории значения времени реверберации снизились до 1.5–1.8 с на средних частотах, при этом индекс разборчивости речи STI повысился до 0.56. Полученные значения индекса STI соответствуют удовлетворительной разборчивости речи.

Результаты измерений времени реверберации до и после акустической коррекции приведены на рис. 4 и сопоставлены с нормативными требованиями. Предпринятые меры значительно улучшили акустические условия в аудитории, но при этом реверберация осталась избыточной.

Приведенный пример показывает, что, с одной стороны, возможно улучшение акустики аудиторий на этапе эксплуатации, но, с другой стороны, это более сложное в организационном и экономическом аспектах мероприятие по сравнению разработкой акустического решения на этапе проектирования и его воплощением на этапе строительства.

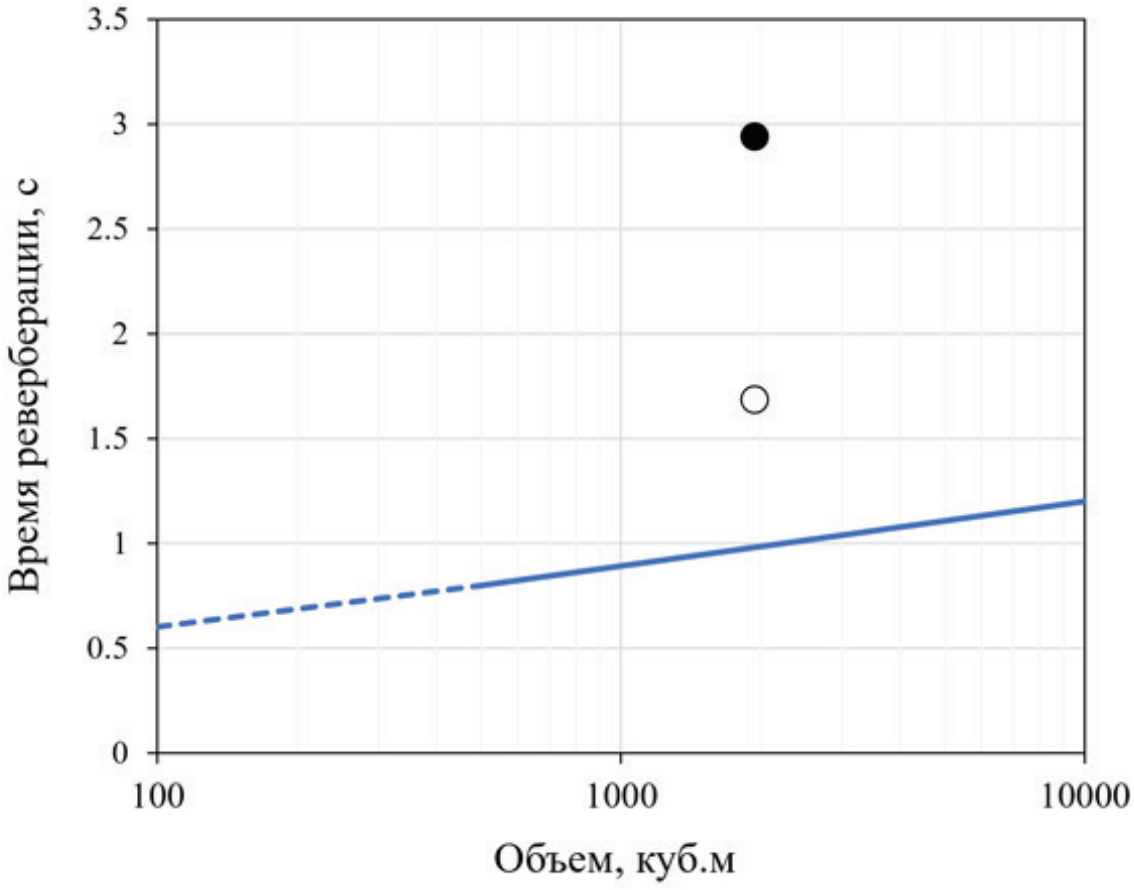


Рис. 4. Время реверберации аудитории до (●) и после (○) акустической коррекции.
Линия – нормативные требования согласно СП51.13330.2011

Заключение

Качество аудиально воспринимаемого учебного материала критически важно для образовательного процесса, особенно в высшей школе. Ключевую роль для его обеспечения играет акустика аудитории, в которой проходят занятия. Акустические условия аудитории определяются двумя основными факторами: правильно выбранным объемно-планировочным решением и сбалансированной отделкой помещения, которая создаст оптимальное время реверберации. На всех местах речь лектора должна быть достаточно громкой и разборчивой, а лектор не должен прилагать значительные усилия, чтобы донести речевую информацию для последних рядов.

Другим важным аспектом для проектировщика является отсутствие нормативных требований для аудиторий объемом менее 500 м^3, т.е. необходимо совершенствование нормативно-технической базы. В качестве временного решения рекомендуется применять оптимальные значения времени реверберации, приведенные на рис. 4 пунктирной линией, для аудиторий объемом 100–500 м^3.

Библиография

1. Gradeles-Scisiowic, O. Classroom soundscapes in the absence of vision: Scoping review and conceptual synthesis / O. Gradeles-Scisiowic, S. Torresin, L.N. Harris // Proceeding of 32nd International Congress on Sound and Vibration. – Istanbul, Turke, 2026.
2. Жукова, В.О. Акустика учебных аудиторий корпуса Энергомашиностроение МГТУ им. Н.Э. Баумана / Жукова В.О. // Сб. тр. I конф. «Акустика среды обитания». – М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. – С. 66–74.
3. Жукова, В.О., Н.Г. Канев. Громкость речи – параметр для оценки акустики учебных аудиторий / В.О. Жукова, Н.Г. Канев.// Учен. зап. физ. фак-та Моск. ун-та. – 2017. – № 5. – 1750504.
4. Жукова, В.О. Канев, Н.Г. Влияние фонового шума на восприятие речи в аудитории / Жукова В.О., Н.Г. Канев // Сб. тр. II Всерос. конф. молодых ученых и специалистов «Акустика среды обитания» – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. – С. 84–92.
5. Шибанов, С.А. Акустическая среда общеобразовательных заведений г. Москвы / Шибанов С.А., Барсукова Е.М., Жукова В.О., Фадеев А.С. // Акустика среды обитания : сб. тр. VI конф. – М.: МГТУ, 2021. – С. 280–288.
6. Жукова, В.О., Фадеев, А.С. Время реверберации в типовых школах г. Москвы и Московской области / В.О. Жукова, А.С. Фадеев // Тр. XXXIV сессии Рос. акустического общества. – 2022. – С. 511–517.
7. Субботкин, А.О. Особенности акустического проектирования учебных помещений небольшого объема / А.О. Субботкин, В.М. Алешкин, А.А. Стукало, Д.С. Числов // Акустический журн. – 2024. – Т.70.– № 5S. – С. 18.
8. Стукало, А.А., Алешкин, В.М. Проблемы акустики школьных классов / А.А. Стукало, В.М. Алешкин // Акустика среды обитания : сб. тр. IX конф. – М.: МГТУ, 2024. – С. 381–389.
9. Иванцов, А.И. Исследование акустики учебных помещений по критерию разборчивости речи / А.И. Иванцов, А.С. Петров, Д.А. Кулагина // Изв. КГАСУ. – 2024. – № 4 (70). – С. 171–180.
10. Петрова, Е.В. Проблемы акустики аудиторий нового учебного корпуса МГТУ им. Н.Э. Баумана / Е.В. Петрова, А.Д. Мамонтова, Н.Г. Канев //Акустика среды обитания : сб. тр. X конф. –М.: МГТУ, 2025. – С. 340–346.

11. Субботкин, А.О.К вопросу о диапазоне оптимальных значений времени реверберации в школьных классах / А.О. Субботкин, В.М. Алешкин, А.А. Стукало, Д.С. Числов, А.С. Тюрин // Акутический журнал – 2025. – Т.71. – № 5S. – С. 38.
12. Петрова, Е.В. Акустические проблемы новых учебных аудиторий МГТУ им. Н.Э. Баумана / Е.В. Петрова, А.Д. Мамонтова, Н.Г. Канев, А.И. Комкин // Сб. тр. XXXVII сессии Рос. акустического общества.– 2025. – С. 517–523.
13. Литвинова, Е.Н. Принципы формирования учебных классов для детей с расстройствами аутистического спектра (на основе DSM-5) / Е.Н. Литвинова, А.С. Павлюк //Архитектон: известия вузов. – 2026. – № 2 (94).
14. Чечель И.П. Типология общественных пространств в современной школьной архитектуре: сравнительный анализ зарубежной и российской практики / И.П. Чечель, Е.А.Ткаченко // Архитектон: известия вузов. – 2026. – № 2(94). – URL: http://archvuz.ru/2026_2/4/ – DOI: https://doi.org/10.47055/19904126_2026_2(94)_4
15. Шемякин, А.А. Архитектура школьных зданий: от типового проекта к индивидуальному решению / А.А. Шемякин // Архитектура и строительство. – 2020. – № 4. – С. 78–85.
16. Шаров, Е.В. Архитектурно-градостроительные принципы формирования школьной среды в условиях урбанизации / Е.В. Шаров // Архитектон: известия вузов. – 2021. – № 74.
17. Ситнова, А.И., Ермоленко Е.В. Некоторые особенности проектирования классов, предназначенных для обучения детей с аутизмом / А.И. Ситнова, Е.В. Ермоленко // Современная архитектура мира. – 2020. – №15. – С. 81–97.
18. Канев, Н.Г., Комкин, А.И. Акустика учебных аудиторий: учеб. пособие / Н.Г. Канев, А.И. Комкин. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019. – 64 с.

References

1. Gradeles-Scisiowic, O., Torresin, S. and Harris, L.N. (2026) Classroom soundscapes in the absence of vision: Scoping review and conceptual synthesis. In: International Congress on Sound and Vibration, Istanbul.
2. Zhukova, V.O. (2016)Acoustics of classrooms in the Power Engineering Building of the Bauman Moscow State Technical University. In: Acoustics of the Environment: proceedings of the scientific conference. Moscow: BMSTU, pp. 66–74.(in Russian)
3. Zhukova, V.O. and Kanev. N.G. (2017) Speech level as a parameter for evaluating classroom acoustics. Moscow University Physics Bulletin, No.5, 1750504. (in Russian)
4. Zhukova, V.O. and Kanev. N.G. (2017) The effect of background noise on speech perception in a classroom. In: Acoustics of the Environment: proceedings of the scientific conference. Moscow: BMSTU, pp. 84–92. (in Russian)
5. Shibanov, S.A., Barsukova. E.M., Zhukova, V.O. et al. (2021) Acoustic environment of educational institutions in Moscow. In: Acoustics of the Environment: proceedings of the scientific conference. Moscow: BMSTU, pp. 280–288. (in Russian)
6. Zhukova, V.O. and Fadeev. A.S. (2022) Reverberation time in standard schools in Moscow and the Moscow region. In: XXXIV session of Russian Acoustical Society: proceedings of the scientific conference. Moscow: GEOS, pp. 511–517. (in Russian)
7. Subbotkin A.O., Stukalo, A.A., Aleshkin, V.M. et al. (2024) Features of acoustic design of small-volume classrooms. Akusticheskii zhurnal, V. 70, No. 5S, p.18. (in Russian)
8. Stukalo, A.A. and Aleshkin, V.M. (2024) Problems of acoustics in school classrooms. In: Acoustics of the Environment: proceedings of the scientific conference. Moscow: BMSTU, pp. 381–389. (in Russian)

9. Ivantsov, A.I., PetrovA.S., Kulagina, D.A. (2024). Investigation of the acoustics of classrooms according to the criterion of speech intelligibility. News of KSUAE, No. No.4(70), pp. 171–180. (in Russian)
10. Petrova, E.V., Mamontova, A.D. and Kanev, N.G. (2025) Problems of acoustics of classrooms of the new academic building of the Bauman Moscow State Technical University. In: Acoustics of the Environment: proceedings of the scientific conference. Moscow: BMSTU, pp. 340–346. (in Russian)
11. Subbotkin A.O., Stukalo, A.A., AleshkinV.M. et al. (2025) On the issue of the range of optimal reverberation time in school classrooms. Akusticheskii zhurnal, V. 71, No. 5S, p.38. (in Russian)
12. Petrova, E.V., Mamontova, A.D., Kanev, N.G. et al. (2025) Acoustic problems of new classrooms of Bauman Moscow State Technical University. In: XXXVII session of Russian Acoustical Society: proceedings of the scientific conference. Moscow: GEOS, pp. 517-523. (in Russian)
13. Litvinova, E.N., and Pavlyuk, A.S. (2026) Principles of forming educational classes for ASD children (based on DSM-5). Architecton: Proceedings of Higher Education, No.94. [Online]. Available from: https://archvuz.ru. (in Russian)
14. Chechel, I.P., and Tkachenko, E.A. (2026) Typology of public spaces in modern school architecture: a comparative analysis of foreign and Russian practice. Architecton: Proceedings of Higher Education, No.94. [Online]. Available from: URL: http://archvuz.ru/en/2026_2/4/ – DOI: https://doi.org/10.47055/19904126_2026_2(94)_4 (in Russian)
15. Shemyakin, A.A. (2020). Architecture of school buildings: from a typical project to an individual solution. Architecture and Construction, No. 4, pp. 78–85. (in Russian).
16. Sharov, E.V. (2021) Architectural and urban planning principles of school environment formation in conditions of urbanization. Architecton: Proceedings of Higher Education, No. 74. [Online]. Available from: https://archvuz.ru (in Russian).
17. Sitnova, A.I., and Ermolenko, E.V. (2020). Some Features of Designing Classes Intended for Teaching Children with Autism. Modern Architecture of the World, No. 15, pp. 81–97. (in Russian)
18. Kanev, N.G. and Komlin, A.I. (2019) Acoustic of classrooms. Moscow: BMSTU.(in Russian)

Ссылка для цитирования статьи
Канев Н.Г. Обеспечение акустического качества учебных аудиторий / Н.Г. Канев //Архитектон: известия вузов. – 2026. – №3(95). – URL: http://archvuz.ru/2026_3/5/ – DOI: https://doi.org/10.47055/19904126_2026_3(95)_5

© Канев Н.Г., 2026
Лицензия Creative Commons
Это произведение доступно по лицензии Creative Commons «Attrubution-ShareALike» («Атрибуция - на тех же условиях»). 4.0 Всемирная

Дата поступления: 07.07.2026
Дата рецензирования: 22.07.2026
Дата принятия к печати: 07.08.2026