

УДК 727.3

DOI 10.25628/UNIP.2026.70.3.013

КАНЕВ Н.Г.

Об акустическом нормировании аудиторий высших учебных заведений

Аннотация. Рассмотрена акустика учебных помещений высших учебных заведений как фактора, непосредственно влияющего на качество образовательного процесса, когнитивные функции студентов и голосовую нагрузку преподавателей. Актуальность исследования обусловлена отсутствием в действующей нормативной базе требований ко времени реверберации для аудиторий объемом менее 500 м³, хотя именно такие помещения составляют значительную долю вузовского пространства. Эмпирическая база работы включает результаты акустического обследования 31 учебной аудитории московских вузов. На основе анализа представленных данных предложены пути актуализации нормативных требований.

Ключевые слова: учебные аудитории, время реверберации, индекс передачи речи STI, нормирование акустики, речевая разборчивость, архитектурная акустика

Kanev N.G.

On the regulation of classroom acoustics in higher education institutions

Abstract. The article considers the acoustics in the classrooms of higher educational institutions as a factor directly affecting the quality of the educational process, the cognitive functions of students and the vocal load of teachers. The relevance of the study is due to the absence of reverberation time requirements in the current regulatory framework for classrooms with a volume of less than 500 m³, although such rooms make up a significant proportion of the university space. The empirical base of the work includes the results of an acoustic survey of 31 classrooms of Moscow universities. Based on the analysis of the presented data, ways of updating regulatory requirements are proposed.

Keywords: classroom, reverberation time, Speech Transmission Index (STI), acoustic regulation, speech intelligibility, room acoustics



Канев
Николай
Георгиевич

доктор физико-математических наук, Заведующий лабораторией Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук (НИИСФ РААСН), профессор, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), Москва, Российская Федерация

e-mail: nikolay.kanev@mail.ru
ORCID ID: 0000-0001-6512-7131

Введение. Постановка проблемы

Современные исследования [13; 9] убедительно демонстрируют, что акустическое качество учебных помещений является не второстепенным фактором комфорта, а фундаментальным условием эффективного обучения и психологического благополучия учащихся всех возрастов. Влияние акустики выходит далеко за рамки простой слышимости речи учителя. В первую очередь, плохие акустические условия, характеризующиеся высоким уровнем фонового шума и высоким временем реверберации, напрямую ухудшают базовые когнитивные функции, такие как рабочая память, избирательное внимание и способность к пониманию устной речи. Они негативно сказываются на учебной мотивации, ухудшают восприятие отношений с учителем, снижают ощущение классного климата и даже мешают социальной интеграции — способности человека чувствовать себя частью коллектива.

С технической точки зрения обеспечение хороших акустических условий связано с двумя факторами: низким уровнем шума и отсутствием избыточной гулкости [10; 14]. Первый фактор нормируется санитарными требованиями¹, которые устанавливают предельно допустимое значение уровня звука 40 дБА для всех учебных помещений, за исключением музы-

кальных классов, для которых уровень звука не должен превышать 35 дБА. Это достаточно низкие значения, чтобы даже при негромкой речи с уровнем звука 55–60 дБА обеспечить превышение речи над шумом на 15–20 дБА. Второй фактор количественно характеризуется временем реверберации — это параметр нормируется Сводом правил СП51.13330.2011² (далее — СП51) для аудиторий объемом 500–10 000 м³. Однако для помещений с объемом менее 500 м³ требования ко времени реверберации не установлены. Это является одной из причин того, что на этапе проектирования архитекторы не уделяют должного внимания акустическим решениям учебных помещений.

Рассмотрим типы учебных аудиторий высшего учебного заведения. В Таблице 1 приведены четыре типа аудиторий в зависимости от вместимости, рекомендуемая минимальная площадь на одно место^{3,4}, а также соответ-

1 СанПиН 1.2.3685–21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. – 2021. – URL: <https://178.fsvps.gov.ru/files/sanpin-1-2-3685-21-ot-28-01-2021> (дата обращения: 03.08.2026).

2 СП 51.13330.2011. ЗАЩИТА ОТ ШУМА. АКТУАЛИЗИРОВАННАЯ РЕДАКЦИЯ СНиП 23–03–2003 (с Изменениями № 1–4). – 2011. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200084097> (дата обращения: 03.08.2026).

Таблица 1. Вместимость и объем аудиторий

Тип аудитории	Вместимость, чел.	Мин. площадь на одно место, м²	Объем помещения, м³
Малая	12–13	2.5	90–130
Групповая	20–30	2.2	130–260
Лекционная	50–100	1.2	180–480
Потоковая	100–350	1.1	330–1540

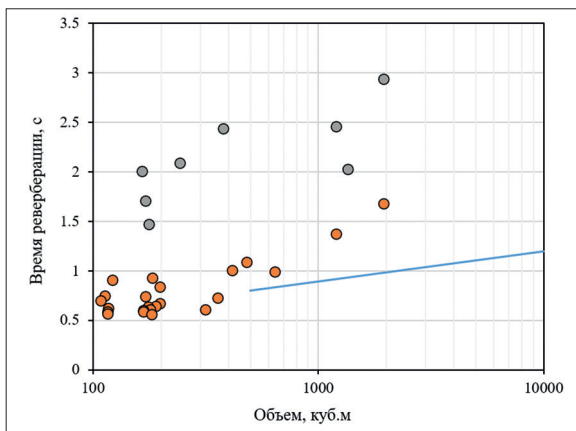


Иллюстрация 1. Время реверберации в обследованных аудиториях. Серые и оранжевые точки – аудитории с хорошими и плохими акустическими условиями соответственно, прямая – рекомендации СП51. Иллюстрация Н.Г. Канева (График построен автором в Excel)

вующий этим характеристикам объем помещения при высоте 3–4 м. При данных параметрах объемы малых, групповых, лекционных, а также в некоторых случаях и потоковых аудиторий, оказываются менее 500 м³, поэтому данные помещения не подпадают под нормирование СП51, хотя значительную долю учебного пространства современного вуза занимают именно такие аудитории. Отметим, что данная проблема менее остра для школьных классов [2; 7], поскольку их вместимость невелика: в подавляющем большинстве случаев классы рассчитаны не более чем на 30 учеников (малая и групповая аудитории по классификации в Таблице 1). Из-за небольшого объема помещение редко обладает повышенной гулкостью и значительными акустическими дефектами.

В настоящей работе обобщаются и анализируются эмпирические данные, полученные в ходе обследования аудиторий нескольких московских вузов, на основании которых предлагается актуализация нормативных акустических требований.

Методология работы

В основе исследования лежат эмпирические данные, полученные в ходе акустического обследования, проведенного в 31 учебной аудитории в нескольких вузах г. Москвы; часть результатов подробно представлены в работах [1; 6]. Вместимость аудиторий варьируется от 25 до 350 человек, объем — от 108 до 1950 м³. Во всех помещениях проведено измерение времени реверберации

3 СП 118.13330.2022. Общественные здания и сооружения СНиП 31–06–2009 (с Изменениями № 1–5). – 2022. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/351102147> (дата обращения: 03.08.2026).

4 Методические рекомендации по оснащению организаций, осуществляющих образовательную деятельность по образовательным программам среднего профессионального образования, материально-технической базой по приоритетным группам компетенций. – 2019. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/553829543?ysclid=msd22fezjf626309254> (дата обращения: 03.08.2026).

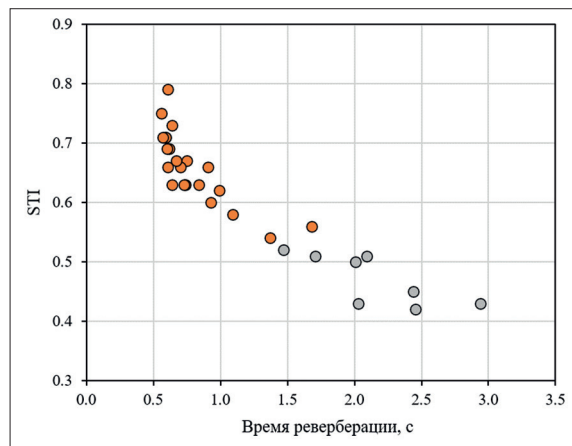


Иллюстрация 2. Связь времени реверберации и индекса передачи речи STI (цвет точек как на иллюстрации 1). Иллюстрация Н.Г. Канева (График построен автором в Excel)

на частотах 500–1000 Гц по стандартной методике⁵ без слушателей. На Иллюстрации 1 представлены результаты измерений в координатах «объем помещения — время реверберации». Серыми точками обозначены аудитории, субъективная оценка которых, данная как лекторами, так и студентами, является однозначно негативной. В остальных аудиториях акустическое качество оценивается как приемлемое или хорошее. Сплошная линия показывает рекомендации для времени реверберации согласно СП51.

По приведенным результатам можно сделать следующие выводы. Во-первых, все аудитории с плохой акустикой имеют высокое время реверберации — от 1,5 до 3 с., при этом оно в два и более раз превышает рекомендуемое значение. Во-вторых, небольшой объем аудитории не гарантирует отсутствие избыточной гулкости. Наименьшее помещение с плохой акустикой имеет объем 165 м³ и 50 мест, т. е. относится к лекционным аудиториям. При этом время реверберации в нем достигает 2 с. В-третьих, время реверберации аудиторий с хорошим акустическим качеством растет с объемом, поэтому наклон нормативной прямой вполне оправдан (Иллюстрация 1). В-четвертых, во всех аудиториях время реверберации не оказалось ниже 0,5 с.

Наконец, в-пятых, аудитории с хорошей акустикой объемом более 500 м³ имеют время реверберации несколько большее, чем рекомендуемое. На этом результате остановимся более подробно. Измерения проведены в аудиториях без слушателей, при наличии студентов время реверберации снижается. Оценки показывают, что при полном заполнении аудитории это снижение составляет 0,2–0,4 с., поэтому можно ожидать, что время реверберации заполненных аудиторий находится в оптимальном диапазоне значений. Важно отметить, что СП51 не оговаривает, для каких условий заполнения установлено рекомендуемое время реверберации, что дает возможность двоякой трактовки норматива СП51 Практика преподавания в вузах показывает, что нередко занятия проводятся при небольшом количестве слушателей даже в лекционных и потоковых аудиториях, но и в такой ситуации должны быть обеспечены комфортные акустические условия.

Повышение времени реверберации приводит к некоторой потере речевой разборчивости. С другой стороны, отражения звука от стен и потолка повышают уровень зву-

5 ГОСТ Р ИСО 3382–2:2013. Акустика. Измерение акустических параметров помещений. Часть 2. Время реверберации обычных помещений. – 2014. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200108153?ysclid=msd1ytr5g1v186528355> (дата обращения: 03.08.2026).

ка речи лектора, что является крайне полезным свойством акустики помещений [1]. Поэтому некоторое превышение времени реверберации в помещениях, где речевые занятия проходят без использования системы звукоусиления, относительно оптимума не является негативным фактором при условии сохранения хорошей разборчивости речи.

Для объективной оценки речевой разборчивости известно несколько параметров, среди которых самый применяемый — индекс передачи речи STI [3]. Индекс STI [4] 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: 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. Для учебных аудиторий значения индекса STI не должны быть ниже 0,6.

На Иллюстрации 2 приведены результаты акустического обследования аудиторий, представленных на Иллюстрации 1, в координатах «время реверберации — индекс STI», при этом имеется в виду среднее по слушательским местам значение индекса STI. Наблюдается четкая корреляция между этими параметрами: снижение времени реверберации приводит к повышению разборчивости. Однако параметры не являются эквивалентными, например, при времени реверберации 0,6–0,7 с индекс STI принимает значения от 0,63 до 0,79.

Помещения с негативно оцениваемой акустикой (серые точки) имеют наименьшие значения индекса STI: от 0,42 до 0,52, что соответствует плохой или удовлетворительной разборчивости. В подавляющем большинстве аудиторий с хорошей акустикой значения STI превышают 0,6. При времени реверберации ниже 1 с разборчивость гарантированно хорошая или отличная, что обосновывает некоторые рекомендации по применению предельного значения времени реверберации для учебных аудиторий без привязки к объему помещения [8].

Результаты измерений на Иллюстрациях 1 и 2 также показывают, что время реверберации не оказывается ниже 0,5 с. Это означает, что нет необходимости делать сильно заглушенные помещения для обеспечения высокой речевой разборчивости. Это важный вывод о нижнем пороге оптимального времени реверберации. Акустика аудитории — это не только создание условий для хорошей слышимости, но и создание комфортных рабочих условий для преподавателей. В переглушенных помещениях, особенно в лекционных и потоковых аудиториях, лекторы вынуждены значительно повышать голос, чтобы обеспечить достаточную громкость речи для всех слушателей, а это приводит к рискам заболеваний речевого аппарата [12].

Итоги исследования

Приведенные экспериментальные данные (Иллюстрация 1) показали, что хорошие в акустическом плане аудитории объемом свыше 500 м³ имеют время реверберации, согласующееся с СП51. Кроме этого, в открытой печати отсутствуют сведения об учебных помещениях, которые соответствовали рекомендациям СП51 и имели бы неудовлетворительные акустические условия. Таким образом, рекомендации СП51 для аудиторий можно считать актуальными и подтвержденными практикой.

Рассмотрим вопрос о нормировании акустики для учебных помещений объемом менее 500 м³. Ввиду отсут-

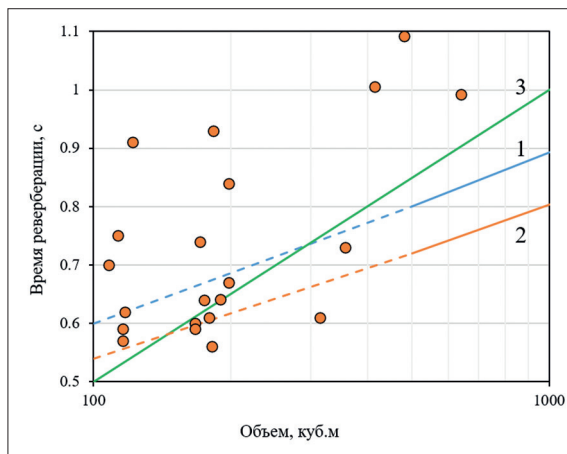


Иллюстрация 3. Сравнение эмпирических данных с нормативными требованиями: 1 — рекомендации свода правил СП51; 2 — те же рекомендации, сниженные на 10 %; 3 — рекомендации 1983 г. Иллюстрация Н.Г. Канева. (График построен автором в Excel)

ствия нормативов проектировщики в качестве ориентира часто принимают прямую из СП51, приведенную на Иллюстрации 1, и экстраполируют ее в область низких значений объема помещения. На Иллюстрации 3 рекомендации СП51 представлены прямой 1, а экстраполированная часть показана пунктиром. Кроме того, СП51 допускает отклонение времени реверберации от оптимального значения на 10 % как в большую, так и в меньшую сторону. Прямой 2 на Иллюстрации 3 показаны оптимальные значения, сниженные на 10 %. На Иллюстрации 3 приведены рекомендации документа⁷ для учебных помещений (прямая 3), действовавшего в советское время.

Только две аудитории имеют значение времени реверберации ниже кривой 2, т. е. под нижним порогом времени реверберации, рекомендуемым СП51. Кривая 3 предлагает более резкий спад времени реверберации с уменьшением объема помещения, что может привести к переглушенности помещения, что с точки зрения акустической поддержки лектора является негативным фактором. Что касается верхней границы оптимального диапазона времени реверберации, то из приведенных данных следует, что некоторые аудитории со временем реверберации более чем на 10 % превышающим рекомендации СП51 имеют хорошую речевую разборчивость и субъективную оценку акустики. В связи с этим представляется, что приоритетным акустическим фактором является именно высокое значение индекса STI — более 0,6, а не время реверберации. Рекомендации от 1983 года предлагают более высокие значения времени реверберации относительно СП51 для помещений с объемом свыше 300 м³.

Выполнение рекомендаций СП51, расширенных в область малых объемов помещений, с учетом отклонения $\pm 10\%$ гарантированно обеспечивает хорошую или отличную речевую разборчивость. Вместе с тем, строгое ограничение сверху диапазона оптимальных значений в свете представленных данных представляется избыточным. Другими словами, время реверберации может более чем на 10 % превышать значения на прямой 1, при условии, что индекс STI соответствует хорошей или отличной разборчивости.

6 ГОСТ Р ИСО 9921—2013. Эргономика. Оценка речевой связи. — 2013. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200108195?ysclid=msd1wpeu3479753560> (дата обращения: 03.08.2026).

7 Рекомендации по созданию оптимального акустического режима в учебных помещениях / ЦНИИЭП учебных зданий Госгражданстроя. — М.: Стройиздат, 1983. — 48 с. — URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293802/4293802450.pdf?ysclid=msd1ulp15x141379110> (дата обращения: 03.08.2026).

Представленный анализ позволяет сформулировать следующие предложения для актуализации нормативных требований в области архитектурной акустики учебных помещений:

1. В качестве оптимума времени реверберации на средних частотах (500–1000 Гц) для учебных помещений без слушателей с объемом от 100 м³ принять прямую 1 на Иллюстрации 3.

2. Считать отклонения $\pm 10\%$ от оптимального значения времени реверберации допустимыми.

3. Если время реверберации превышает оптимальное значение более чем на 10 %, необходима проверка речевой разборчивости: индекс STI, усредненный по всем местам слушателей учебной аудитории, должен быть не менее 0,6.

Данные предложения в значительной мере согласуются с современным мировым опытом нормирования акустики помещений в разных странах [15]. Нужно обратить внимание на передовые методы оценки акустики учебных аудиторий [11] с опорой на метод звуковых ландшафтов [5], которые пока широко не применяются в России.

В заключение отметим, что длительное пребывание обучающихся в помещениях вузов с плохой акустикой ведет к хроническому когнитивному переутомлению, снижению академических результатов и ухудшению эмоционального климата, что в долгосрочной перспективе может негативно сказаться на общем развитии студента и его отношении к учебе. Другой важный аспект — обеспечение комфортных условий труда для профессорско-преподавательского состава, снижающий риск профессиональных заболеваний голосового аппарата. На основании эмпирических данных и анализа действующей нормативно-технической документации разработаны предложения по актуализации нормативных требований в области акустики учебных заведений высшей школы.

Список источников

- [1] Жукова В.О. Акустика учебных аудиторий корпуса Энергомашиностроения МГТУ им. Н.Э. Баумана // Сборник трудов I конференции «Акустика среды обитания». — 2016. — С. 66–74.
- [2] Жукова В.О., Фадеев А.С. Время реверберации в типовых школах г. Москвы и Московской области // Сборник трудов XXXIV сессии Российского акустического общества. — 2022. — С. 511–517. — DOI 10.34756/GEOS.2021.17.38124 — EDN: LZZMON
- [3] Иванцов А.И., Петров А.С., Кулагина Д.А. Исследование акустики учебных помещений по критерию разборчивости речи // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. — 2024. — № 4 (70). — С. 171–180. — DOI 10.48612/NewsKSUAE/70.15 — EDN: NBHXPД
- [4] Канев Н.Г., Комкин А.И. Акустика учебных аудиторий: учебное пособие. — М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019. — 64 с.
- [5] Канев Н.Г., Римская-Корсакова Л.К., Марголина И.Л., Комкин А.И. Звуковой ландшафт мегаполиса: влияние адаптации человека к звуковой среде на оценку ее качества // Акустический журнал. — 2025. — Т. 71. — № 5. — С. 731–741. — DOI 10.7868/S3034500625050125 — EDN: RUWCOE
- [6] Петрова Е.В., Мамонтова А.Д., Комкин А.И., Канев Н.Г. Акустические проблемы новых учебных аудиторий МГТУ им. Н. Э. Баумана // Акустический журнал. — 2025. — Т. 71. — № 55. — С. 39. — EDN: TDOWQO
- [7] Стукало А.А., Алешкин В.М. Проблемы акустики школьных классов // Сборник трудов IX конферен-

ции «Акустика среды обитания». — 2024. — С. 381–389. — EDN: QPWEXZ

- [8] Субботкин А.О., Алешкин В.М., Стукало А.А., Числов Д.С., Тюрин А.С. К вопросу о диапазоне оптимальных значений времени реверберации в школьных классах // Акустический журнал. — 2025. — Т. 71. — № 55. — С. 38. — EDN: MLGKVI
- [9] Bablekou Z., Chrysochoou E., Kazi S. Executive functions, listening comprehension, and metacognitive processes in childhood: developmental profiles // Psychology. — 2023. — Vol. 28. — P. 48–68. — DOI 10.12681/psy_hps.36222
- [10] Bistafa S.R., Bradley J.S. Reverberation time and maximum background-noise level for classrooms from a comparative study of speech intelligibility metrics // Journal of the Acoustical Society of America. — 2000. — Vol. 107. — № 2. — P. 861–875. — DOI 10.1121/1.428268
- [11] Cal H.K.K., Kang J., Aletta F. Methodological approaches and main factors considered in school soundscape studies: A scoping review // Building Acoustics. — 2024. — Vol. 31. — Iss. 1. — P. 75–90. — DOI 10.1177/1351010X231216016
- [12] Cutiva L.C., Burdorf A. Effects of noise and acoustics in schools on vocal health in teachers // Noise & Health. — 2015. — Vol. 17. — № 74. — P. 17–22. — DOI 10.4103/1463-1741.149569
- [13] Mercugliano A., Corbani A., Bigozzi L., Vettori G., Incognito O. The effects of classroom acoustic quality on student perception and wellbeing: a systematic review across educational levels // Frontiers in Psychology. — 2025. — Vol. 16:1586997. — DOI 10.3389/fpsyg.2025.1586997
- [14] Minelli G., Puglisi G.E., Astolfi A. Acoustical parameters for learning in classroom: a review // Building and Environment. — 2022. — Vol. 208:108582. — DOI 10.1016/j.buildenv.2021.108582
- [15] Tardini V., Fratoni G., D'Orazio D. Survey of national target values on classroom acoustics // Building and Environment. — 2025. — Vol. 283:113299. — DOI 10.1016/j.buildenv.2025.113299

References

- [1] Zhukova V.O. Acoustics of classrooms of the Power Engineering building of the Bauman Moscow State Technical University // Proceedings of the I conference «Acoustics of the habitat». — 2016. — p. 66–74.
- [2] Zhukova V.O., Fadeev A.S. Reverberation time in standard schools in Moscow and the Moscow region // Proceedings of the XXXIV session of the Russian Acoustic Society. — 2022. — p. 511–517. — DOI 10.34756/GEOS.2021.17.38124 — EDN: LZZMON
- [3] Ivantsov A.I., Petrov A.S., Kulagina D.A. A study of the acoustics of classrooms according to the criterion of speech intelligibility // Izvestiya Kazan State University of Architecture and Civil Engineering. — 2024. — № 4 (70). — Pp. 171–180. — DOI 10.48612/NewsKSUAE/70.15 — EDN: NBHXPД
- [4] Kaney N.G., Komkin A.I. Acoustics of classrooms: a textbook. Moscow: Bauman Moscow State Technical University, 2019. — 64 p.
- [5] Kaney N.G., Rimskaia-Korsakova L.K., Margolina I.L., Komkin A.I. Soundscape of a megalopolis: the influence of human adaptation to the sound environment on the assessment of its quality // Acoustic Journal. — 2025. — Vol. 71. — No. 5. — p. 731–741. — DOI 10.7868/S3034500625050125 — EDN: RUWCOE

- [6] Petrova E.V., Mamontova A.D., Komkin A.I., Kanev N.G. Acoustic problems of new classrooms at Bauman Moscow State Technical University // *Acoustic Journal*. — 2025. — Vol. 71. — No. 55. — p. 39. — EDN: TDOWQO
- [7] Stukalo A.A., Alyoshkin V.M. Problems of acoustics in school classrooms // *Proceedings of the IX conference «Acoustics of the habitat»*. — 2024. — p. 381–389. — EDN: QPWEXZ
- [8] Subbotkin A.O., Aleshkin V.M., Stukalo A.A., Chislov D.S., Tyurin A.S. On the issue of the range of optimal reverberation time in school classrooms // *Acoustic Journal*. — 2025. — Vol. 71. — No. 55. — P. 38. — EDN: MLGKVI
- [9] Bablekou Z., Chrysochoou E., Kazi S. Executive functions, listening comprehension, and metacognitive processes in childhood: developmental profiles // *Psychology*. — 2023. — Vol. 28. — P. 48–68. — DOI 10.12681/psy_hps.36222
- [10] Bistafa S.R., Bradley J.S. Reverberation time and maximum background-noise level for classrooms from a comparative study of speech intelligibility metrics // *Journal of the Acoustical Society of America*. — 2000. — Vol. 107. — № 2. — P. 861–875. — DOI 10.1121/1.428268
- [11] Cal H.K.K., Kang J., Aletta F. Methodological approaches and main factors considered in school soundscape studies: A scoping review // *Building Acoustics*. — 2024. — Vol. 31. — Iss. 1. — P. 75–90. — DOI 10.1177/1351010X231216016
- [12] Cutiva L.C., Burdorf A. Effects of noise and acoustics in schools on vocal health in teachers // *Noise & Health*. — 2015. — Vol. 17. — № 74. — P. 17–22. — DOI 10.4103/1463-1741.149569
- [13] Mercugliano A., Corbani A., Bigozzi L., Vettori G., Incognito O. The effects of classroom acoustic quality on student perception and wellbeing: a systematic review across educational levels // *Frontiers in Psychology*. — 2025. — Vol. 16:1586997. — DOI 10.3389/fpsyg.2025.1586997
- [14] Minelli G., Puglisi G.E., Astolfi A. Acoustical parameters for learning in classroom: a review // *Building and Environment*. — 2022. — Vol. 208:108582. — DOI 10.1016/j.buildenv.2021.108582
- [15] Tardini V., Fratoni G., D’Orazio D. Survey of national target values on classroom acoustics // *Building and Environment*. — 2025. — Vol. 283:113299. — DOI 10.1016/j.buildenv.2025.113299

(NIISF RAASN), professor, Moscow State University of Civil Engineering,
Moscow, Russian Federation
e-mail: nikolay.kanev@mail.ru
ORCID ID: 0000-0001-6512-7131

Статья поступила в редакцию 26.07.2026.

Опубликована 30.09.2026.

Канев Николай Георгиевич

доктор физико-математических наук, Заведующий лабораторией Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук (НИИСФ РААСН), профессор, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), Москва, Российская Федерация
e-mail: nikolay.kanev@mail.ru
ORCID ID: 0000-0001-6512-7131

Kanev Nikolay G.

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Head of the laboratory, Research Institute of Building Physics of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences