

DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-12-65-73

*\*Тарасенко В.Н., Самойлова А.Ю., Мосиенко А.С.**Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова**\*E-mail: tarasenko.vn@bstu.ru*

## АКУСТИЧЕСКИЙ КОМФОРТ ПОМЕЩЕНИЯ, КАК ОДИН ИЗ ФАКТОРОВ ФОРМИРОВАНИЯ СРЕДОВОГО ПРОСТРАНСТВА

**Аннотация.** Формирование средового пространства учебной аудитории заключается в создании комфортной среды, позволяющей максимально полно осуществлять обучающую функцию. При выполнении учебных занятий следует ориентироваться не только на функции конкретной аудитории, но и учитывать конфигурацию, элементы интерьера, различные варианты расстановки мебели и оборудования, возможности пребывания маломобильных групп учащихся. Рассмотрены основные составляющие акустического комфорта, влияющие на характер распространения звука в помещении. Предложены варианты изменения неблагоприятных акустических характеристик, использование современных акустических штукатурок, изменение функции и расстановки мебели, ей соответствующей. Произведен расчет времени реверберации учебной аудитории в соответствии с предлагаемой концепцией дизайна внутреннего пространства.

Затрагивается довольно актуальная в настоящее время проблема доступности образовательного пространства для людей с ограниченными возможностями движения и слуха. Предложен вариант размещения мебели, позволяющий разместить два посадочных места для специализированных кресел. Кроме того, современные требования к расстановке мебели позволили внести ряд предложений по изменению наполнения аудитории и размещению учебной мебели и оборудования.

Акустическая комфортность обеспечена набором материалов и приемов расстановки мебели и позволяет осуществлять обучение, в том числе и в удаленном формате. Также он обеспечит студентов необходимым учебным оборудованием и позволит повысить уровень подготовки специалистов.

**Ключевые слова:** комфортность пребывания, звукопоглощение, эквивалентные площади звукопоглощения материалов и конструкций, акустическое благоустройство, дизайн, реверберация, коэффициент звукопоглощения, диффузность звукового поля.

**Введение.** Образование играет немаловажную роль в жизни каждого человека. Оно способствует формированию не только грамотного специалиста в изучаемой области знаний, но и личностных качеств, толерантности, дисциплинированности и грамотности людей. В настоящее время существует несколько ступеней образования: начальное, неполное среднее, полное среднее, средне профессиональное, бакалавриат, магистратура, аспирантура, докторантура. Все эти ступени образования человек получает в стенах учебных заведений – в аудиториях различного назначения и классах. Залог успеха в освоении учебной программы на различных её этапах во многом зависит от условий обучения, в том числе и от акустического режима помещения, в котором происходит обмен информацией. Данному вопросу следует уделить пристальное внимание, так как посторонний шум или плохая акустика помещения мешает концентрации внимания ученика на лекционном материале, тем самым, не позволяя усваивать материал в полном объеме. В связи с этим лекторам приходится удерживать внимание аудитории различными приемами, в том числе повышая уровень громкости изложения материала, что впоследствии формирует профессиональные заболевания. Решением данной

проблемы может послужить обеспечение оптимального акустического комфорта, который предусматривает соблюдение баланса между процессом отражения и поглощения звуковой энергии [1–5].

**Основная часть.** Акустика считается хорошей, если посторонний уровень шума устранен, а полезные звуки акцентированы и имеют четкое звучание. К самым важным факторам при формировании благоприятной акустической обстановки учебных аудиторий следует отнести надлежащее время реверберации, характеризующее гулкость помещения [6–8], диффузность звукового поля и хорошую дикцию лектора.

Дикция отвечает за внятность произношения и включает в себя несколько компонентов, над которыми необходимо и следуют работать: правильная и отчетливая артикуляция, манера произношения, паузы в изложении, позволяющие осмыслить услышанное. Для обеспечения разборчивости речи в аудитории частота изучения находится в диапазоне от 100 до 4000 Гц, а для частоты в 125 Гц желателен спад времени реверберации до 15 % [9, 10, 12]. Разборчивость речи напрямую зависит от времени реверберации. Чем меньше значение этого показателя, тем лучше происходит обмен информацией между и лектором и его подопечным.

Реверберация – это медленное затухание звуковой волны в помещении по завершению действия источника шума, количественной оценкой которой является нормируемое время реверберации. Расчетное время реверберации может отличаться не более чем на 10 % от нормируемого значения, которое, в свою очередь, определяется графически и зависит от объема исследуемого помещения и функции или задач, для которых помещение предусмотрено. Объем помещения, частота звука, громкость и количество применяемого звукопоглощающего материала влияет на время реверберации и диффузность звукового поля в помещении в первую очередь [11, 13–15].

Хорошая слышимость в помещении благодаря диффузии достигается за счет рассеянного отраженного звука, который равномерно распределяется при отражении от поверхностей интерьера. Применение в интерьере помещения разнофактурных поверхностей способствует достижению требуемого уровня диффузности. При необходимости уменьшить данный показатель сле-

дует применять параллельные поверхности с низким коэффициентом звукопоглощения, что провоцирует появления череды циклических повторений звуковой волны. Для полного или частичного предотвращения диффузности звуковой волны применяются звукопоглощающие материалы [16, 17].

В работе приведен дизайн - проект и предложения по улучшению акустического комфорта учебной аудитории, используемой для лекционных занятий, с числом посадочных мест 54 (на примере 508 УК 3 БГТУ им. В.Г. Шухова). Были проведены первичные обмеры и фиксация интерьеров аудитории (рис. 1). Основная задача состояла в оценке звукопоглощающей способности материалов, применяемых в отделке в аудитории в настоящее время с последующей заменой их на более современные отделочные материалы (при необходимости). Еще одной задачей была проверка существующего расположения мебели в помещении на ее соответствие современным требованиям для обеспечения доступности пребывания маломобильных групп населения и функционального назначения помещения.



Рис. 1. Интерьеры исследуемой учебной аудитории

Для расчета среднего времени реверберации аудитории необходимо произвести замеры помещения и вычислить площади разнофактурных материалов, используемых в интерьере. Для этого необходимо было выполнить развертку стен (рис. 2) и план подвесной потолочной системы с идентификацией материалов плит потолочных и светильников (рис. 3).

В 2008 г. Российская Федерация подписала, а в 2012 г. ратифицировала Конвенцию ООН о правах инвалидов и взяла на себя обязательства по обеспечению доступности среды для маломобильных групп населения [18–20], в связи с этим была произведена перестановка мебели в учебной аудитории (рис. 4) для обеспечения удобства

размещения учащихся с ограниченными возможностями движения, кроме того выполнены нормы по расстановке мебели в учебной аудитории с учетом изменения функции – компьютерный класс дипломного проектирования с возможностью работы в удаленном режиме. Количество посадочных мест в аудитории сокращено до 15.

По завершению обмеров помещения были выполнены расчеты среднего времени реверберации на частотах 125, 500 и 2000 Гц в соответствии с требованиями [1], данные расчетов приведены в табл. 1, 2.



Рис. 2. Развертка по стенам с уточнением площадей разнофактурных материалов, используемых в отделке учебной аудитории:

- штукатурка гипсовая гладкая окрашенная площадью 11,26 м<sup>2</sup>;
  - штукатурка акустическая из тонкогранулированной минеральной выты площадью 44,14 м<sup>2</sup>;
  - деревянные панели толщиной 5 – 10 мм с воздушным промежутком 50 мм.
- доска интерактивная с зазором 50 мм площадью 3,0 м<sup>2</sup>;
  - двери легкие сотовые площадью 4,11 м<sup>2</sup>;
  - оконные проемы с остеклением однокамерными стеклопакетами площадью 8,86 м<sup>2</sup>;

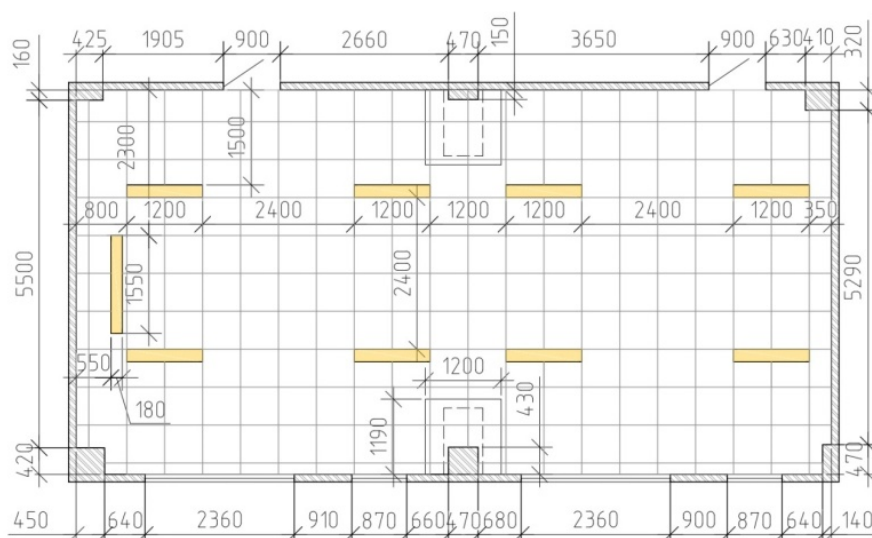


Рис. 3. План подвесной потолочной системы с указанием светильников

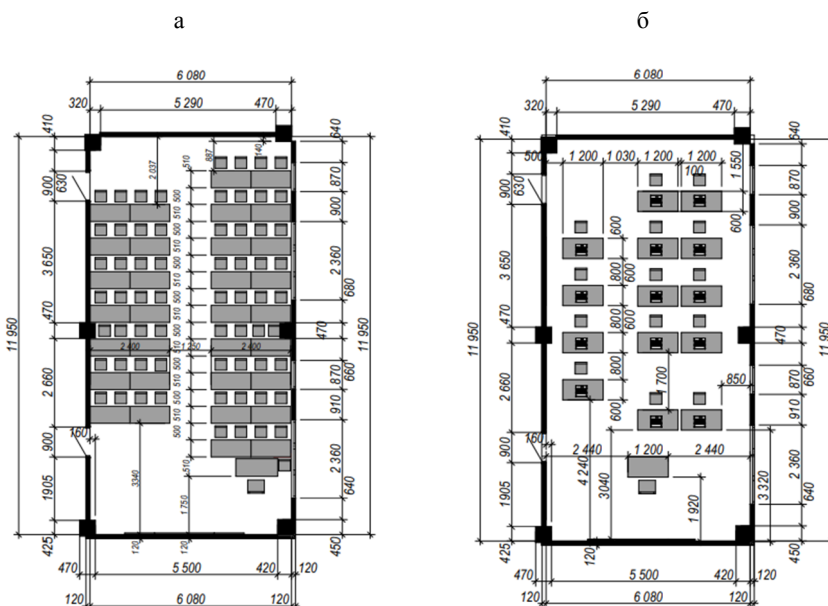


Рис. 4. План расстановки мебели: а – лекционная аудитория до перестановки мебели вместимостью 65 посадочных мест; б – компьютерный класс дипломного проектирования с возможностью проведения занятий дистанционно вместимостью 15 посадочных мест

Таблица 1

**Эквивалентные площади звукопоглощения существующих материалов отделки стен,  
пола, потолка**

Наименование поверхности интерьера	Вид и материал отделки поверхности	Площадь поверхности, м <sup>2</sup>	Среднегеометрические частоты нормирования, Гц					
			125		500		2000	
			коэф. звукопоглощения $\alpha$	$\alpha \times S$	коэф. звукопоглощения $\alpha$	$\alpha \times S$	коэф. звукопоглощения $\alpha$	$\alpha \times S$
Пол	Керамогранит Beton BQ4W523 598×598 мм, Kerama Marazzi	72	0,01	0,72	0,01	0,72	0,02	1,44
Стены	Деревянная панель ламинированная толщиной 5 мм с воздушным промежутком 50 мм, фактура "Дуб беленый"	23,34	0,25	5,84	0,06	1,40	0,04	0,93
	Штукатурка акустическая из тонкогранулированной минеральной выты Кнауф AkustikPutz	45,54	0,21	9,56	0,42	19,13	0,47	21,40
	Штукатурка гипсовая гладкая окрашенная Кнауф Ротбанд	13,54	0,012	0,16	0,017	0,23	0,023	0,31
	Доска интерактивная маркерная с зазором 50 мм	3	0,12	0,36	0,12	0,36	0,08	0,24
Двери (2 шт.)	МДФ ламинированная легкая сотовая	4,11	0,25	1,03	0,15	0,62	0,08	0,33
Потолок	Плиты пористые акустические «Акмигран» размером 300×300×8 мм	69,75	0,01	0,70	0,01	0,70	0,02	1,40
Осветительные приборы	Панели IM 600×1200 мм A-48W	2,2	0,39	0,86	0,08	0,18	0,08	0,18
Окна	Однокамерный стеклопакет СПО 4M1-16-4M1	8,86	0,25	2,22	0,1	0,89	0,04	0,35
Суммарная площадь S, м <sup>2</sup>		242,34						
Суммарное отношение $\alpha \times S$ по среднегеометрическим частотам				21,44		24,21		26,58

Таблица 2

**Эквивалентные площади звукопоглощения мебелью и одеждой учащихся**

Наименование поверхности звукопоглощения	Количество студентов	Среднегеометрические частоты нормирования, Гц						
		125		500		2000		
		коэф. звукопоглощения $\alpha$	$\alpha \times S$	коэф. звукопоглощения $\alpha$	$\alpha \times S$	коэф. звукопоглощения $\alpha$	$\alpha \times S$	
Слушатели на деревянных полужестких стульях при заполнении аудитории на 70 % (общее число посадочных мест – 15)	11	0,17	1,87	0,47	5,17	0,50	5,50	
Столы ученические ламинированный МДФ	15	0,06	0,90	0,22	3,30	0,17	2,55	
Стул полужесткий	15	0,02	0,30	0,02	0,30	0,02	0,30	
Суммарное отношение $\alpha \times S$ по среднегеометрическим частотам				3,07		8,77		8,35

Время реверберации рассчитывалось с использованием стандартных методик, изложенных в работах [1-4]. Для данной аудитории результаты расчетов времени реверберации приводятся ниже.

Время реверберации на частоте 125 Гц составило:

$$A_{\text{общ.}} = 21,14 + 3,07 + 0,06 \cdot 240,94 = 38,67 \text{ (м}^2\text{)}. (1)$$

$$\alpha = \frac{38,67}{240,94} = 0,16; \quad \phi = 0,19;$$

$$T = 0,163 \cdot \frac{187,2}{0,19 \cdot 240,94} = 0,67 \text{ (с)}.$$

Время реверберации на частоте 500 Гц составило:

$$A_{\text{общ.}} = 23,63 + 8,77 + 0,04 \cdot 240,94 = 42,03 \text{ (м}^2\text{)}. (2)$$

$$\alpha = \frac{42,03}{240,94} = 0,17; \quad \phi = 0,21;$$

$$T = 0,163 \cdot \frac{187,2}{0,21 \cdot 240,94} = 0,61 \text{ (с)}.$$

Время реверберации на частоте 2000 Гц составило:

$$A_{\text{общ.}} = 25,93 + 8,35 + 0,04 \cdot 240,94 = 43,31 \text{ (м}^2\text{)}. (3)$$

$$\alpha = \frac{43,31}{240,94} = 0,18; \quad \phi = 0,22;$$

$$T = 0,163 \cdot \frac{187,2}{0,22 \cdot 240,94 + 0,009 \cdot 187,2} = 0,56 \text{ (с)}.$$

Для удобства выполнения анализа полученные результаты представлены для трех анализируемых частот звучания в табл. 3.

Расчетное время реверберации сравнивают с нормируемой величиной [2, 3], полученной из рис. 5 с учетом объема исследуемого помещения.

Таблица 3

**Расчетное время реверберации в компьютерном классе дипломного проектирования с возможностью проведения занятий дистанционно вместимостью 15 посадочных мест**

Среднегеометрические частоты нормирования, Гц	Расчетные характеристики				
	Эквивалентная площадь звукопоглощения, м <sup>2</sup>	Площадь поверхности, м <sup>2</sup>	$\alpha$	$\phi$	Время реверберации, с
125	38,67	240,94	0,16	0,19	0,67
500	42,03		0,17	0,21	0,61
2000	43,91		0,18	0,22	0,56
Среднее значение времени реверберации					0,61

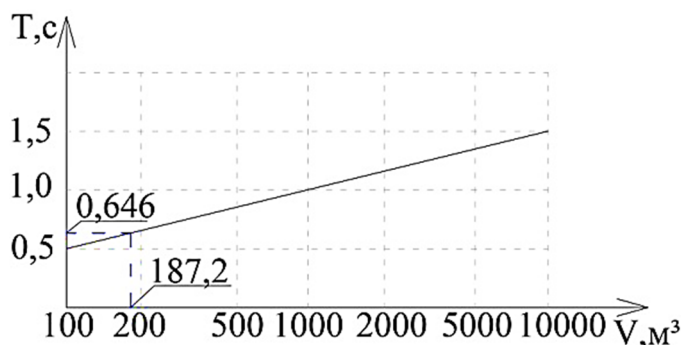


Рис. 5. Влияние объема помещения на нормируемое время реверберации в нем

Нормируемое значение времени реверберации составляет 0,64 с, расчетное составило 0,61 с (табл. 3). Допустимое отклонение расчетного значения от нормируемого составляет 10 %, для данного интерьера аудитории оно находится в пределах нормы (отклонение 4,69 %). Таким образом, данное эскизное предложение обладает акустически комфортными условиями пребывания и обеспечивает обучающую функцию.

Особенность интерьера аудитории – это его лаконичность, подчеркнутая строгими, но простыми формами мебели и оборудования. В композиционном решении прослеживаются гармоничные формы, фактуры и цвета: светло-серые

стены, контрастные колонны и декоративные детали, а также лаконичная мебель и оборудование (рис. 6). Кабинет оснащен интерактивной маркерной доской, которая необходима для более удобного восприятия учебного материала. Для стен кабинета выбраны четыре цвета, основной доминирующий – светло-серый, цвета – компаньоны: темно-серый, терракот и светло-бежевый. Наборное панно абстрактных квадратов на стенах повторяют плиты пола из керамогранита фактурного полового (производитель Kerama Marazzi). Для колонн в качестве отделки и дополнительной звукоизоляции использованы перфорированные плиты из ламинированного МДФ

фактуры, имитирующей древесину (беленый дуб).

Спокойный светло-серый цвет имеет свойство заряжать положительной энергией, что важно для учебного процесса, также он способствует формированию душевной гармонии и

творческого начала. Сочетание основных контрастных цветов позволяет расширить пространство помещения, делая его светлее и ярче в несколько раз, что позволяет учащимся активно работать на занятиях.

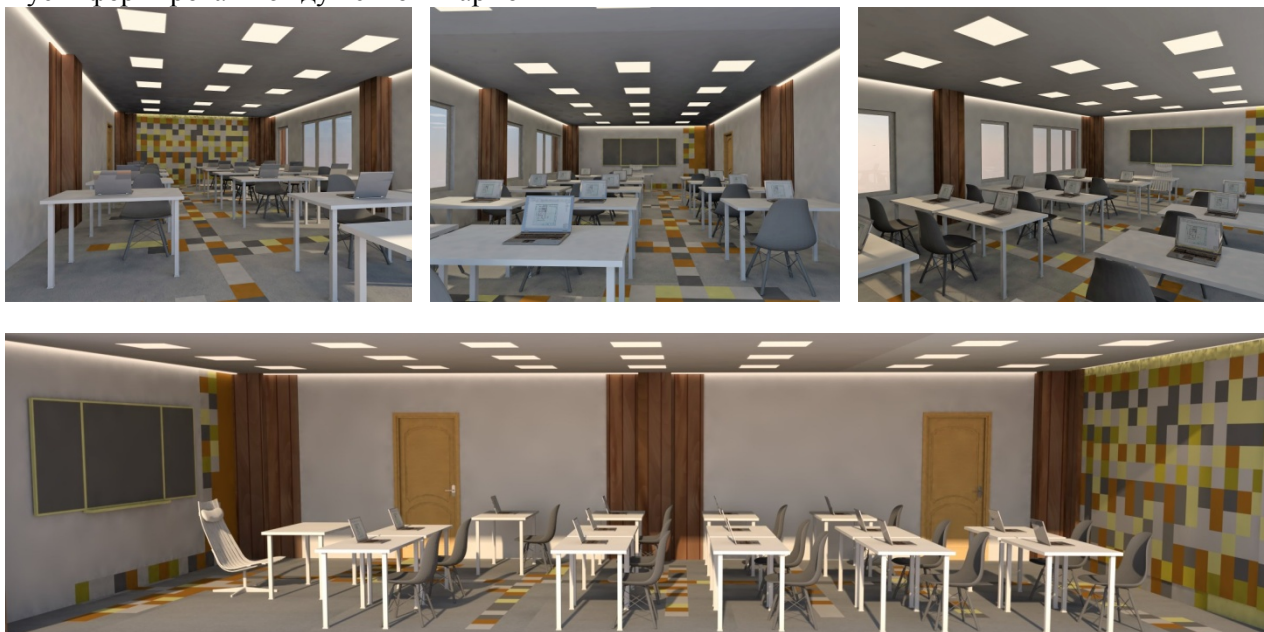


Рис. 6. Визуализация интерьера компьютерного класса дипломного проектирования с учетом замены существующих отделочных материалов на новые, предполагающие улучшение акустического комфорта

Учебные столы сочетаются с цветом стен и имеют светло-серый оттенок. Модель парт имеет стандартную прямоугольную форму, так как такая конфигурация очень удобна в использовании. Стулья представлены в контрастном цвете по отношению к стенам и столам – темно-серый, что смягчает строгость и четкость интерьера.

**Выводы.** Результаты теоретического анализа расстановки мебели в аудитории показали ее недоступность для использования людьми с ограниченными возможностями по движению. Кроме того, современные требования к расстановке мебели позволили внести ряд предложений по изменению наполнения аудитории и размещению учебной мебели и оборудования.

Последующий расчет времени реверберации позволил предложить новые современные материалы отделки помещения с учетом изменения функции. Акустическая комфортность обеспечена набором материалов и приемов расстановки мебели и позволяет осуществлять обучение, в том числе и в удаленном формате. Также он обеспечит студентов необходимым учебным оборудованием и позволит повысить уровень подготовки специалистов.

**Источник финансирования:** Работа выполнена в рамках Программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Черныш Н.Д., Тарасенко В.Н. Микроклимат селитебной территории как многокомпонентная среда архитектурно-строительного проектирования // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. № 6. С. 57–61.
2. Тарасенко В.Н., Дегтев И.А., Черныш Н.Д. Акустический комфорт зала многоцелевого назначения ДК студентов БГТУ им. В.Г. Шухова // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 6. С. 29–35.
3. СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003. М.: ОАО «ЦПП». 2011. 42 с.
4. Васильев И.В. Обзор многоканальных систем коррекции акустики // Молодой ученый. 2016. № 5. С. 14–19.
5. Lesovik R.V., Botsman L.N., Tarasenko V.N. Enhancement of Sound Insulation of Lightweight Concrete Based on Nanostructured Granular Aggregate // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2014. No. 10. Pp. 1789–1793.
6. Некипелова О.О., Некипелов М.И., Маслова Е.С., Урдаева Т.Н. Шум, как акустический стрессор, и меры борьбы с ним // Фундаментальные исследования. 2006. № 5. С. 55–57.
7. Наугольных К.А., Рыбак С.А. Распространение звука в неустойчивом атмосферном

слое // Акустический журнал. 2007. № 53. С. 477–480.

8. Боганик А.Г. Новые материалы для акустического комфорта // Технологии строительства. 2010. № 4 (73). С. 64–67.

9. Боганик А.Г. Новые решения для звукоизоляции помещений // Технологии строительства. 2007. № 7 (55). С. 80–81.

10. Tarasenko V.N., Degtev I.A., Chernysh N.D. Acoustic Comfort of a Multipurpose Hall Palace of Culture for University Students of BSTU named after V.G. Shukhov // Wschodnio Europejskie Czasopismo Naukowe (East European Scientific Journal). 2016. № 8. Pp. 132–135.

11. Канев Н.Г. Максимальное поглощение звука монополюсом в помещении на низких частотах // Акустический журнал. 2020. Т. 66. No3. С. 327–331.

12. Sun Fei, Guo Shuwei, Li Borui, Liu Yi-chao, He Sailing. An Acoustic Metamaterial Lens for Acoustic Point-to-Point Communication in Air // Akustic journal. 2019. Vol. 65. No. 1. Pp. 1–6.

13. Богатина А.Ю., Моргун В.Н., Ревякин А.А. Архитектурная и строительная акустика: учебное пособие. Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2010. 220 с.

14. Куприянов В.Н. Проектирование защиты от шума. Учебное пособие. Казань: КГАСУ, 2010. 112 с.

15. Боголепов И.И. Архитектурная акустика. Санкт-Петербург: Судостроение, 2001. 220 с.

16. Физика среды и ограждающих конструкций. Раздел «Акустика», «Архитектурная физика» раздел «Архитектурно-строительная акустика», «Строительная физика» раздел «Строительная акустика»: лабораторный практикум [Электронный ресурс]. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. <http://www.iprbookshop.ru/93879.html> (дата обращения: 6.11.2020).

17. Красильников В.А. Введение в акустику. М.: МГУ, 1992. 152 с.

18. Зацепин А.Ф. Акустический контроль [Электронный ресурс]. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <http://www.iprbookshop.ru/68219.html> (дата обращения: 20.11.2020).

19. Строительство, реконструкция, капитальный ремонт объектов капитального строительства. Нормативные документы на строительные материалы и изделия. Производство и применение строительных материалов, изделий и конструкций. Теплоизоляционные, звукоизоляционные и звукопоглощающие материалы: сборник нормативных актов и документов [Электронный ресурс]. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <http://www.iprbookshop.ru/30257.html> (дата обращения: 8.11.2020).

20. Ньюэлл Ф. Звукозапись: акустика помещений. М.: Шоу-Мастер, 2004. 182 с.

#### Информация об авторах

**Тарасенко Виктория Николаевна**, кандидат технических наук, доцент кафедры архитектурных конструкций, ИСИ. E-mail: vell.30@mail.ru; tarasenko.vn@bstu.ru. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

**Самойлова Алина Юрьевна**, магистрант. E-mail: alinka\_1079@mail.ru. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

**Мосиенко Анна Сергеевна**, магистрант. E-mail: alegezina@mail.ru. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила 23.11.2020 г.

© Тарасенко В.Н., Самойлова А.Ю., Мосиенко А.С., 2020

**\*Tarasenko V.N., Samoylova A.Yu., Mosienko A. S.**  
Belgorod State Technological University Named After V. G. Shukhov  
\*E-mail: tarasenko.vn@bstu.ru

## ACOUSTIC COMFORT OF THE ROOM AS ONE OF THE FORMATION FACTORS OF THE ENVIRONMENTAL SPACE

**Abstract.** The formation of the environment of the classroom is to create a comfortable environment that allows to fully implement the training function. When performing training sessions, one should focus not only on the functions of a specific audience, but also take into account the configuration, interior elements, various

options for placing furniture and equipment, and the possibility of staying with low-mobility groups of students. The main components of acoustic comfort that affect the nature of sound propagation in the room are considered. Variants of changing unfavorable acoustic characteristics, using modern acoustic plasters, changing the function and arrangement of furniture corresponding to it are proposed. The calculation of the reverberation time of the classroom is made in accordance with the proposed concept of interior design. The issue of accessibility of educational space for people with movement and hearing disabilities is quite relevant at the present time. The result of solving this problem is a variant of furniture placement that allows to place two seats for specialized chairs. Based on the results of the analysis of the acoustic mode of the room, variants of the design project of the diploma design classroom are made using interactive technologies. The results of a theoretical analysis of the placement of furniture in the classroom shows its inaccessibility for use by people with disabilities. In addition, modern requirements for the placement of furniture provides a number of proposals to change the content of the classroom and the placement of educational furniture and equipment. The subsequent calculation of the reverberation time makes it possible to offer new modern materials for finishing the room, taking into account the change in function. Acoustic comfort is provided by a set of materials and furniture placement techniques and allows to conduct training, including in a remote format. It will also provide students with the necessary educational equipment and improve the level of training of specialists.

**Keywords:** comfort of stay, sound absorption, equivalent areas of sound absorption of materials and structures, acoustic improvement, design, reverberation, sound absorption coefficient, diffusivity of the sound field.

## REFERENCES

1. Chernysh N.D., Tarasenko V.N. Microclimate of residential territory as a multicomponent environment for architectural and construction design [Mikroklimat selitebnoy territorii kak mnogokomponentnaya sreda arkhitekturno-stroitel'nogo proyektirovaniya]. Bulletin of BSTU named after V. G. Shukhov. 2015. No. 6. Pp. 57–61. (rus)
2. Tarasenko V.N., Degtev I.A., Chernysh N.D. Acoustic comfort of the multi-purpose hall for students of BSTU named after V. G. Shukhov [Akusticheskiy komfort zala mnogotslevovogo naznacheniya DK studentov BGTU im. V.G. Shukhova]. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov]. 2016. No. 6. Pp. 29–35. (rus)
3. SP 51.13330.2011. Noise protection. Updated version SNiP 23-03-2003 [Zashchita ot shuma. Aktualizirovannaya redaktsiya SNIP 23-03-2003]. Moscow: JSC "СPP". 2011. 42 p. (rus)
4. Vasiliev I.V. Overview of multichannel acoustic correction systems [Obzor mnogokanalnykh sistem korrektsii akustiki]. Molodoy ucheniy. 2016. No. 5. Pp. 14–19. (rus)
5. Lesovik R.V., Botsman L.N., Tarasenko V.N. Enhancement of Sound Insulation of Lightweight Concrete Based on Nanostructured Granular Aggregate. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2014. No. 10. Pp. 1789–1793.
6. Nekipelova O.O., Nekipelov M.I., Maslova E.S., Burdaeva T.N. Noise as an acoustic stressor and measures to deal with it [Shum. kak akusticheskiy stressor, i mery borby s nim]. Fundamentalnyye issledovaniya. 2006. No. 5. Pp. 55–57. (rus)
7. Naugolnykh K.A., Rybak S.A. Sound propagation in an unstable atmospheric layer [Rasprostraneniye zvuka v neustoychivom atmosfernom sloye]. Akustic journal. 2007. No. 53. Pp. 477–480. (rus)
8. Boganik A.G. New materials for acoustic comfort [Novyye materialy dlya akusticheskogo komforta]. Construction Technology. 2010. No. 4 (73). Pp. 64–67. (rus)
9. Boganik A.G. New solutions for sound insulation of premises [Novyye resheniya dlya zvukoizolyatsii pomeshcheniy]. Construction Technologies. 2007. No. 7 (55). Pp. 80–81. (rus)
10. Tarasenko V.N., Degtev I.A., Chernysh N.D. Acoustic Comfort of a Multipurpose Hall Palace of Culture for University Students of BSTU named after V. G. Shukhov // Vschodnio Europejskie Czasopismo Naukowe (East European Scientific Journal). 2016. No. 8. Pp. 132–135.
11. Kanev N.G. Maximum sound absorption by a monopole in a room at low frequencies [Maksimalnoye pogloshcheniye zvuka monopolem v pomeshchenii na nizkikh chastotakh]. Acoustic journal. 2020. Vol. 66. No. 3. Pp. 327–331. (rus)
12. Sun Fei, Guo Shuwei, Li Borui, Liu Yichao, He Sailing. An Acoustic Metamaterial Lens for Acoustic Point-to-Point Communication in Air. Acoustic journal. 2019. Vol. 65. No. 1. Pp. 1–6.
13. Bogatina A.Yu., Morgun V.N., Revyakin A.A. Architectural and construction acoustics: textbook [Arkhitekturnaya i stroitel'naya akustika: uchebnoye posobiye]. Rostov-na-Donu: Rostov State University of Railway Transport. 2010. 220 p. (rus)
14. Kupriyanov V.N. Design of noise protection. Textbook [Proyektirovaniye zashchity ot shuma. Uchebnoye posobiye]. Kazan: KGASU. 2010. 112 p. (rus)
15. Bogolepov I.I. Architectural acoustics [Arkhitekturnaya akustika]. Saint-Petersburg: Shipbuilding 2001. 220 p. (rus)
16. Physics of the environment and enclosing structures. Section "Acoustics", "Architectural phys-



ics" section "Architectural and construction acoustics", " Construction physics "section" Construction acoustics": laboratory workshop [Fizika sredi i ograzhdayushchikh konstruktsiy. Razdel «Akustika». «Arkhitekturnaya fizika» razdel «Arkhitekturno-stroitel'naya akustika». «Stroitel'naya fizika» razdel «Stroitel'naya akustika»: laboratornyy praktikum] [Elektronnyy resurs]. Sistem. trebovaniya: Adobe Acrobat Reader. <http://www.iprbookshop.ru/93879.html> (data obrashcheniya: 6.11.2020). (rus)

17. Krasil'nikov V.A. [Vvedenie v akustiku]. M.: MGU, 1992. 152 p. (rus)

18. Zatselin A.F. Acoustic control [Akusticheskii kontrol] [Elektronnyy resurs]. Sistem. trebovaniya: Adobe Acrobat Reader. URL: <http://www.iprbookshop.ru/68219.html> (data obrashcheniya: 20.11.2020). (rus)

19. Construction, reconstruction, and major repairs of capital construction projects. Regulatory

documents for construction materials and products. Production and application of building materials, products and structures. Heat-insulating, sound-insulating and sound-absorbing materials: collection of regulations and documents [Stroitelstvo, rekonstruktsiya, kapitalnyy remont ob'yektov kapitalnogo stroitelstva. Normativnyye dokumenty na stroitelnyye materialy i izdeliya. Proizvodstvo i primeneniye stroitelnykh materialov, izdeliy i konstruktsiy. Teploizolyatsionnyye, zvukoizolyatsionnyye i zvukopogloshchayushchiye materialy: sbornik normativnykh aktov i dokumentov] [Elektronnyy resurs]. Sistem. trebovaniya: Adobe Acrobat Reader. URL: <http://www.iprbookshop.ru/30257.html> (data obrashcheniya: 8.11.2020). (rus)

20. Newell F. Sound recording: room acoustics [Zvukozapis': akustika pomeshechenij]. Moscow: Shou-Master. 2004. 182 p. (rus)

#### *Information about the authors*

**Tarassenko, Viktoria N.** PhD. Assistant Professor. E-mail: [vell.30@mail.ru](mailto:vell.30@mail.ru); [tarassenko.vn@bstu.ru](mailto:tarassenko.vn@bstu.ru). Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

**Samoilova, Alina Yu.** Magister Student. E-mail: [alinka\\_1079@mail.ru](mailto:alinka_1079@mail.ru). Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

**Mosienko, Anna S.** Magister Student. E-mail: [alegezina@mail.ru](mailto:alegezina@mail.ru). Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

---

*Received 23.11.2020*

#### **Для цитирования:**

Тарасенко В.Н., Самойлова А.Ю., Мосиенко А.С. Акустический комфорт помещения, как один из факторов формирования средового пространства // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2020. № 12. С. 65–73. DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-12-65-73

#### **For citation:**

Tarassenko V.N., Samoylova A.Yu., Mosienko A.S. Acoustic comfort of the room as one of the formation factors of the environmental space. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2020. No. 12. Pp. 65–73. DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-12-65-73