

Важным аспектом является также экономическая эффективность экологической реконструкции. Теперь зеленые зоны привлекают туристов, повышают стоимость недвижимости и делают города более привлекательными для жизни и работы.

Таким образом, в наше время существует большое количество проектов по восстановлению и улучшению природной среды. Это демонстрирует, что экологическая реконструкция городских территорий представляет собой эффективный инструмент создания устойчивой городской среды, позволяющий одновременно решать экологические, социальные и экономические задачи. Рассмотренные примеры из международной практики показывают разнообразие подходов к восстановлению и улучшению природной среды в городах и реабилитации водных экосистем [5].

### Список литературы

1 **Чечулина, Т. В.** Комфортность городской среды / Т. В. Чечулина, Н. В. Алейникова // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. – 2019. – № 11. – С. 66–72.

2 Комплексное благоустройство реки Улакаогоу в уезде Тунхуа компанией SHUIISHI // Moool. – URL: <https://moool.com/en/comprehensive-renovation-of-wulacaogou-river-in-tonghua-county-by-shuishi.html> (дата обращения: 08.10.2025).

3 Ренатурализация городских водных путей: пример ручья Чхонге в Сеуле, Южная Корея // Archdaily. – URL: <https://www.archdaily.com/1020945/re-naturalization-of-urban-waterways-the-case-study-of-cheonggye-stream-in-seoul-south-korea> (дата обращения: 08.10.2025).

4 **Гончарова, Н. А.** Реорганизация приречной территории белгорода: создание рекреационного комплекса / Н. А. Гончарова, А. В. Колесникова // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова, 2024. – С. 67–71.

5 **Ярмош, Т. С.** Формирование системы озелененных территорий города, как средство улучшения качества жизни городского населения / Т. С. Ярмош, Е. И. Иванилова // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. – 2017. – № 12. – С. 109–112.

УДК 727.054.3:534.84

## УЛУЧШЕНИЕ АКУСТИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ЛЕКЦИОННОЙ АУДИТОРИИ БелГУТа ТИПА «АМФИТЕАТР»

*М. А. ЛИХАЧЁВА*

*Научный руководитель – А. В. Щеглова (исслед. архитектуры, ст. преп.)  
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Акустические параметры лекционных аудиторий являются важным фактором, влияющим на эффективность учебного процесса. Хорошо организованная акустическая среда обеспечивает четкое и ясное восприятие речи

преподавателей, снижает посторонние шумы и устраняет нежелательные эффекты, такие как эхо и длительную реверберацию [5]. В то же время неудачно спроектированное акустическое пространство может привести к утомляемости слушателей, снижению концентрации и ухудшению качества образовательного процесса [2].

Основная задача исследования заключалась в оценке текущего состояния акустической среды учебных помещений, определении их сильных и слабых сторон и разработке научно обоснованных рекомендаций по улучшению.

В рамках работы было проведено натурное обследование, которое включало в себя измерение геометрических размеров, визуальный осмотр, фотофиксацию и непосредственные акустические измерения. Полученные результаты легли в основу конкретных предложений по акустической модернизации исследуемого помещения.

Исследуемая лекционная аудитория находится на 3-м этаже второго корпуса БелГУТа. Она представлена в виде амфитеатра. В ней расположены 2 ряда столов по 48 и 36 штук. За одним столом по 3 человека. Имеется преподавательский стол. Общее число посадочных мест включает 252 студентов и одного преподавателя. Данная аудитория оснащена мультимедийной и меловой доской. Как правило, в данной аудитории одновременно занимают от 35 по 252 человек.

Габариты помещения: длина  $L = 18$  м; ширина  $W = 11,5$  м; высота  $H = 2,9...5,4$  м. Для условного расчета выберем среднегеометрическую частоту октавных полос 500 Гц.

Фотофиксация аудитории показана на рисунке 1.



Рисунок 1 – Фотофиксация лекционной аудитории

Материалы и их коэффициенты поглощения на частоте 500 Гц ( $\alpha_{500}$ ): стены – гипсокартон ( $\alpha \approx 0,1$ ); потолок – железобетон ( $\alpha \approx 0,02$ ); пол – паркет ( $\alpha \approx 0,07$ ); мебель – деревянные столы и стулья ( $\alpha \approx 0,15$  на  $1 \text{ м}^2$ ); окно – стекло ( $\alpha \approx 0,15$ ) [4].

Планы аудитории показаны на рисунке 2.

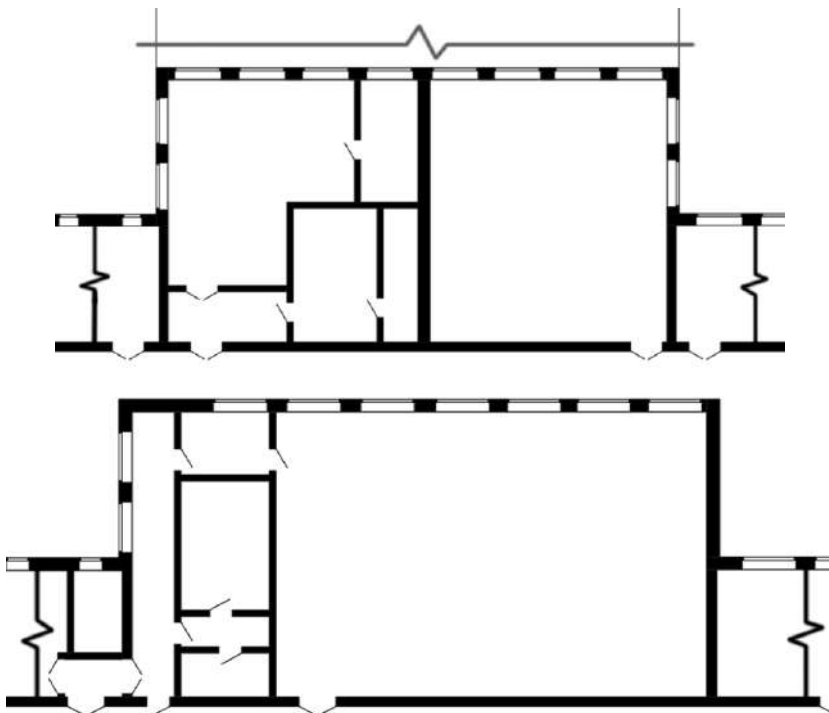


Рисунок 2 – План лекционной аудитории на 3-м и 4-м этажах

Для расчета необходимо вычислить объем помещения ( $\approx 900 \text{ м}^3$ ); площадь пола ( $\approx 240 \text{ м}^2$ ); площадь потолка ( $\approx 197 \text{ м}^2$ ); площадь 1-й торцевой стены ( $\approx 62 \text{ м}^2$ ); площадь 2-й торцевой стены ( $\approx 46 \text{ м}^2$ ); общую площадь длинных стен ( $\approx 160 \text{ м}^2$ ); общую площадь поверхностей ( $\approx 700 \text{ м}^2$ ); площадь поверхностей всей мебели ( $\approx 152 \text{ м}^2$ ); эквивалентную площадь звукопоглощения  $A$  и время реверберации  $T$ .

**Эквивалентная площадь звукопоглощения равна [3]:**

$$A = ((S_{\text{длин. стен}} - S_{\text{окон}}) + S_{1\text{ коротк. стены}} + S_{2\text{ коротк. стены}}) \cdot \alpha_{\text{стен}} + S_{\text{окон}} \times \\ \times \alpha_{\text{окон}} + S_{\text{потолок}} \cdot \alpha_{\text{потолок}} + S_{\text{пол}} \cdot \alpha_{\text{пол}} + A_{\text{меб}},$$

где  $A$  – эквивалентная площадь звукопоглощения,  $\text{м}^2$ ;

$S_{\text{длин. стен}}$  – площадь длинных стен,  $\text{м}^2$ ;

$S_{\text{окон}}$  – площадь окон,  $\text{м}^2$ ;

$S_{1\text{ коротк. стены}}$  – площадь 1-й короткой стены,  $\text{м}^2$ ;

$S_{2\text{ коротк. стены}}$  – площадь 2-й короткой стены,  $\text{м}^2$ ;

$\alpha_{\text{стен}}$  – коэффициент звукопоглощения стен на частоте 500 Гц (гипсокартон);  
 $\alpha_{\text{окон}}$  – коэффициент звукопоглощения окон на частоте 500 Гц (стекло);  
 $S_{\text{потолок}}$  – площадь потолка, м<sup>2</sup>;  
 $\alpha_{\text{потолок}}$  – коэффициент звукопоглощения потолка на частоте 500 Гц (железобетон);  
 $S_{\text{пол}}$  – площадь пола, м<sup>2</sup>;  
 $\alpha_{\text{пол}}$  – коэффициент звукопоглощения пола на частоте 500 Гц (паркет);  
 $A_{\text{меб}}$  – эквивалентная площадь звукопоглощения мебели, м<sup>2</sup>.

**Время реверберации определяют по формуле Сэбина [3]:**

$$T = \frac{0,163 V}{A},$$

где  $T$  – время реверберации, с;

$V$  – объем помещения, м<sup>3</sup>;

$A$  – эквивалентная площадь звукопоглощения, м<sup>2</sup>.

**Определение времени реверберации  $T$  [1]:**

**1 Без учета людей в помещении.**

$T \approx 0,70$  с – оптимально для лекционной аудитории. Показатель находится в пределах 0,6–1,2 с.

**2 50%-я заполняемость.**

$T \approx 0,56$  с – недопустимо для лекционной аудитории, чрезмерное поглощение звука.

**3 100%-я заполняемость.**

$T \approx 0,48$  с – критически недопустимо для лекционной аудитории.

Зависимость времени реверберации от количества студентов в лекционной аудитории показана на рисунке 3.

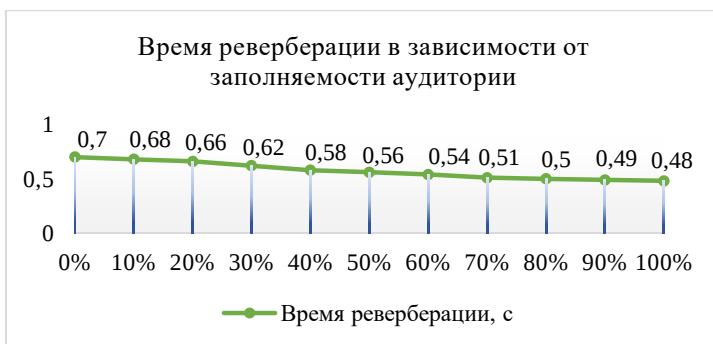


Рисунок 3 – Зависимость времени реверберации от заполняемости аудитории студентами

По графику видно, что начиная с 40%-й заполняемости время реверберации находится ниже допустимого значения.

#### **Рекомендации по улучшению акустики [5]:**

- усилить ранние звуковые отражения, установив на стены или потолок твердые панели (гипс, дерево) или направляющие отражатели над лектором;
- при необходимости использовать направленные громкоговорители и электронную коррекцию звука для искусственного «оживления».

Для точного планирования акустической среды необходим детальный расчет с учетом поглощения звука на разных частотах (от 31,5 до 8000 Гц) и влияния всех элементов интерьера лекционной аудитории. Формула Сэбина дает ориентировочную оценку, для сложных помещений лучше применять специализированные программы моделирования акустики (Odeon, EASE).

#### **Список литературы**

1 ГОСТ Р ИСО 3382-2-2013. Акустика. Измерение акустических параметров помещений. Часть 2. Время реверберации обычных помещений. – Введ. 05.12.2014. – М. : Стандартинформ, 2014. – 15 с.

2 **Лихачёва, М. А.** Влияние формы и конструктивных материалов на акустические свойства помещений / М. А. Лихачёва // Архитектура и строительство : традиции и инновации : материалы Междунар. науч.-техн. конф. студентов, магистрантов и аспирантов, Гомель, 19 дек. 2024 г. – Гомель : БелГУТ, 2025. – С 133–137.

3 СН 2.04.01-2020. Защита от шума. Строительные нормы : [сайт]. – Минск, 2020–2025. – URL: <https://normy.by/tnpa/1/6858.pdf> (дата обращения: 22.11.2025).

4 Таблица коэффициентов звукопоглощения. – URL: <https://frontacoustic.ru/assets/fo-ruser/blog/Tablezvuk/Таблица%20коэффициентов%20звукопоглощения.pdf> (дата обращения: 22.11.2025).

5 Три взгляда на акустику помещений : [сайт]. – Москва, 2022–2025. – URL: [https://www.acoustic.ru/ref\\_book/articles/22/](https://www.acoustic.ru/ref_book/articles/22/). (дата обращения: 22.11.2025).

УДК 72.03

### **В. А. ФАВОРСКИЙ – РЕКТОР ВХУТЕМАСа. СВЯЗЬ ИСКУССТВ**

*В. А. ЛОТХОВА, А. М. УЛАНОВА*

*Научный руководитель – А. В. Жоголева (доцент)  
Самарский государственный технический университет,  
Российская Федерация*

Владимир Александрович Фаворский – один из самых значимых, уважаемых, выдающихся мастеров, художников, благодаря которому русский авангард приобрел полноту, глубину, связь с материалом и формой.

Фаворский вошел в историю искусства как выдающийся художник книги, виртуозный мастер гравюры на дереве. В своем творчестве он развивал синтетическую концепцию в искусстве, оформлении книги, предполагаю-