

27. Гептнер В.Г. Пустынно-степная фауна Палеарктики и очаги ее развития // Бюлл. МОИП. 1945. Т. 50. Вып. 1-2. С. 17-36.
 28. Долгушин И.А. О средиземноморской фауне и средиземноморской подобласти // Проблемы зоогеографии суши. Львов, 1958. С. 85-89.
 29. Наумов С.П. Зоология позвоночных. М., 1973. 421 с.
 30. Белик В.П. Птицы степного Придонья. Формирование фауны, ее антропогенная трансформация и вопросы охраны. Ростов н/Д: Изд-во РГПУ, 2000. 376 с.

Поступила в редакцию 14 сентября 2012 г.

Zheleznova T.K., Dyachenko E.V., Novokreshchennykh V.A. SPECIES DIVERSITY OF BIRDS IN VALLEYS OF OB'S INFLOWS

The species diversity of birds is studied in forest, meadow-marsh, aquatic and residential habitats on the basis of researches carried out in Tomsk region in the valleys of the large inflows of the Ob (Chulym, Ket, Tym and Vasyugan) in 1996–2010. Taxonomy, fauna-genetic, landscape and ecological structures of the avifauna are analyzed. Classification of birds' staying in nature in the explored territory is presented.

Key words: species diversity; taxonomic structure; fauna-genetic groups; avifauna; biotopical location; habitat.

УДК 502.7

РАЗРАБОТКА ШУМОЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ

© М.В. Калиниченко

Ключевые слова: уровень шума; шумозащитное устройство; шумозащитный экран; резонатор.

Представлены результаты расчетов шумозащитных экранов различных типоразмеров и конструкций. Также рассчитана эффективность снижения уровня шума в случае применения таких экранов на улицах г. Муром.

ВВЕДЕНИЕ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

В последние десятилетия количество транспорта на магистралях практически во всех странах мира неуклонно возрастает, и, соответственно, растет уровень создаваемой им шумовой нагрузки. Поэтому проблема повышения эффективности противозумных мероприятий продолжает оставаться весьма актуальной.

В 2011–2012 гг. был проведен мониторинг шумового загрязнения территории г. Муром. Уровни звука определялись согласно методике, изложенной в [1]. На основании анализа результатов измерений были выбраны три наиболее шумные точки:

№ 1 – перекресток Московская – Войкова;

№ 2 – перекресток Куликова – Советская;

№ 3 – перекресток Московская – Филатова, приведены в [2].

В ходе проведения исследования было выявлено превышение уровней шума над нормативными значениями. Согласно [2], максимальное превышение, равное 39,3 дБА, отмечалось в точке № 1.

Для улучшения акустической обстановки и удовлетворения санитарных требований необходимо проведение акустическо-строительных мероприятий, таких как установка шумозащитных и шумопоглощающих устройств.

ПРИМЕНЕНИЕ ШУМОЗАЩИТНЫХ УСТРОЙСТВ

Для создания благоприятных акустических условий могут быть установлены шумозащитные экраны и резонаторные поглотители, конструктивные особенности которых были описаны в работах [3–4].

Шумозащитные экраны, предназначенные для защиты населения от шумового воздействия, выполня-

ются в виде панелей с несущими балками слева и справа, возможно с проемами для проезда автомобилей или прохода пешеходов. Обычно сверху панели загнуты в сторону источника шума или наклонены в сторону выходящего в окружающую среду [5].

В качестве исходного шумового параметра использовалась шумовая характеристика автотранспортного потока. В соответствии с ГОСТ 20444-85 [6] установлен эквивалентный уровень звука, создаваемый потоком на расстоянии 7,5 м от оси ближайшей полосы движения автотранспорта и на высоте 1,5 м над уровнем проезжей части.

В соответствии с [1] ожидаемый уровень шума в расчетной точке составляет:

$$L_{A p. m.} = L_{A \text{ экв. авт.}} - \Delta L_{A \text{ рас.}} - \Delta L_{A \text{ воз.}} - \Delta L_{A \text{ пок.}} - \Delta L_{A \text{ зел.}} - \Delta L_{A \text{ экр.}} - \Delta L_{A \alpha}, \text{ дБА}, \quad (1)$$

где $L_{A \text{ экв. авт.}}$ – шумовая характеристика транспортного потока на рассматриваемом участке автодороги; $\Delta L_{A \text{ рас.}}$ – снижение уровня шума с расстоянием; $\Delta L_{A \text{ воз.}}$ – снижение уровня шума вследствие затухания звука в воздухе ($\Delta L_{A \text{ воз.}} = 0,005R$); R – расстояние от оси ближней полосы движения транспорта до расчетной точки, м; в данном случае во всех расчетных точках $R = 3$ м; $\Delta L_{A \text{ пок.}}$ – снижение уровня шума вследствие его поглощения поверхностью территории (трава, кустарник – летом, снег – зимой), для асфальта, бетона, плотного грунта и воды $\Delta L_{A \text{ пок.}} = 0$. $\Delta L_{A \text{ зел.}}$ – снижение уровня шума из-за поглощения его полосами зеленых насаждений на пути звуковых лучей; $\Delta L_{A \text{ экр.}}$ – снижение уровня шума экраном или экранирующими элементами местности; $\Delta L_{A \text{ экр.}} = 0$ (первоначально нет экранов);

$\Delta L_{A\alpha}$ – снижение уровня шума в случае ограничения угла видимости дороги из расчетной точки; $\Delta L_{A\alpha} = 0$ (обзор дороги из расчетной точки неограничен, $\alpha = 180^\circ$).

Для исследуемых территорий величина

$$\Delta L_{A\text{зел.}} = \alpha_{\text{зел.}} \cdot B, \text{ дБА}, \quad (2)$$

где $\alpha_{\text{зел.}}$ – постоянная затухания звука в зеленых насаждениях; $\alpha_{\text{зел.}} = 0,08$ дБА/м; B – ширина шумозащитной полосы зеленых насаждений.

Подставив известные данные в выражение (2), получили снижение уровня шума из-за поглощения его полосами зеленых насаждений на пути звуковых лучей:

- для точки № 1 $\Delta L_{A\text{зел.}} = 0,76$ дБА;
- для точки № 2 $\Delta L_{A\text{зел.}} = 0,95$ дБА;
- для точки № 3 $\Delta L_{A\text{зел.}} = 0,57$ дБА.

Величина $\Delta L_{A\text{рас.}}$ рассчитывается по формуле:

$$\Delta L_{A\text{рас.}} = K \cdot \lg(R/7,5). \quad (3)$$

Тогда ожидаемый уровень шума в расчетной точке составит

$$L_{Aр.м}^{\text{фак}} = L_{A\text{экв. авт.}}^{\text{дн}} - K \cdot \lg(R/7,5) - \Delta L_{A\text{воз}} - \Delta L_{A\text{зел.}}, \text{ дБА} \quad (4)$$

Тогда в точке № 1 $L_{Aр.м}^{\text{фак}} = 93,525 - K \cdot \lg(R/7,5)$.

В точке № 2 $L_{Aр.м}^{\text{фак}} = 91,835 - K \cdot \lg(R/7,5)$.

В точке № 3 $L_{Aр.м}^{\text{фак}} = 90,115 - K \cdot \lg(R/7,5)$.

Для определения коэффициента (K) подставим в формулу (4) вместо $L_{Aр.м}^{\text{фак}}$ значения $L_{A\text{экв.}}$ по данным из [1] и получим

$$K \cdot \lg(R/7,5) = L_{Aр.м}^{\text{фак}} - L_{A\text{экв.}} \quad (5)$$

Результаты расчетов сведем в табл. 1.

С учетом $K_{\text{ср}}$ из формулы (4) получим

$$L_{Aр.м}^{\text{фак}} = L_{A\text{экв. авт.}}^{\text{дн}} - 8,34 \cdot \lg(R/7,5), \text{ дБА}. \quad (6)$$

Подставляя известные данные в выражение (6), получим фактические уровни шума с учетом R в каждой точке исследования. Результаты расчетов в сравнении с допустимыми уровнями шума сведем в табл. 2.

Согласно [6], допустимый уровень шума для территорий, непосредственно прилегающих к жилым домам, составляет в дневное время $L_{A\text{экв. доп}}^{\text{мер}} = 55$ дБА.

Согласно [7], ожидаемые уровни шума в расчетной точке внутри жилых помещений домов первого эшелона застройки будут меньше на 10 дБА. Превышение фактических уровней шума сверх нормативных уровней в исследуемых точках будет, соответственно:

- в точке № 1 – 43 дБА;
- в точке № 2 – 41 дБА;
- в точке № 3 – 35 дБА.

Таблица 1

Значения коэффициента K

Точка	Коэффициент K	Средний коэффициент $K_{\text{ср}}$
№ 1	13,125	8,34
№ 2	10,44	
№ 3	1,44	

Таблица 2

Уровень шума в исследуемых точках в сравнении с нормативными

Точка	Значение R , м	$L_{Aр.м}^{\text{фак}}$, дБА	Превышение фактических уровней шума, дБА
№ 1	8,5	93	38
№ 2	9,0	91	36
№ 3	9,5	85	30

При выборе месторасположения экрана необходимо учесть, что чем ближе расположен экран к источнику шума, тем выше его эффективность и ниже требуемая высота. Исходя из этого, а также из анализа профиля территории рекомендуется расположить шумозащитный экран на расстоянии 2 м от границы полосы движения, ближайшей к защищаемой застройке.

Согласно методике, изложенной в [1], был выполнен расчет эффективности шумовых экранов с учетом высоты экрана (H_s), длины пути звукового луча (δ) и прочих характеристик.

При расчетах высота экрана (H_s) задавалась в пределах от 3 до 9 м. Результаты расчетов сведены в табл. 3.

Из расчетов следует, что необходимое снижение шума обеспечивается при высоте экрана, равной $H_s = 9$ м, т. к. $\Delta L_{A\text{экв.}} = 44$ дБА > 35 дБА = $\Delta L_{A\text{экв. тер.}}$

В работе [4] также были рассчитаны длины экранов. Расчеты производились по двум типам экранов: экраны типа а – с прямыми боковыми отгонами и экраны типа б – с боковыми отгонами с «изломом». Полученные значения представлены в табл. 4.

В результате проведенных акустических расчетов в контрольных точках получены следующие значения эквивалентных уровней звука на территориях с учетом установки шумозащитных экранов вдоль дороги:

- в точке № 1 – 54,9 дБА;
- в точке № 2 – 54,9 дБА;
- в точке № 3 – 45,6 дБА.

Величины превышений допустимых санитарных норм представлены в табл. 5.

Анализ полученных значений показывает, что установка шумозащитных экранов позволит снизить уровень шума от транспортных потоков на рассматриваемых территориях до допустимых значений.

В работах [3, 8] описаны более совершенные и более эффективные конструкции шумозащитных экранов. Особенности их конструкций заключаются в том, что у кромки барьера располагается четвертьволновой резонатор в виде стакана с жесткими стенками и дном. Согласно [9], при падении звуковой волны на входное отверстие резонатора внутри него будут распространяться два звуковых луча: прямой луч i_1 , движущийся

от входного отверстия ко дну, и отраженный от дна луч r_3 , движущийся в обратном направлении (рис. 1).

Таблица 3

Результаты расчетов шумозащитных экранов

$H_{э}$, м	$\Delta L_{А экв.}$, дБА
3	8
4	10,5
5	12
6	18,5
7	24
8	34,5
9	44

Таблица 4

Габаритные размеры шумовых экранов

Точка	$L_{эк. прив.}$, м	L , м	$L_{э. общ.}$ экра-на типа а, м	$L_{э. общ.}$ экра-на типа б, м
№ 1	57,04	77,04	111,2	87,08
№ 2	46,43	66,43	98,43	83,23
№ 3	32,28	52,28	76,52	65,48

Таблица 5

Превышение расчетных уровней звука над допускаемыми санитарными нормами при наличии шумозащитных экранов, дБА

Точка	№ 1	№ 2	№ 3
Шум			
$L_{экр.}$ дБА	-0,1	-0,1	-9,4

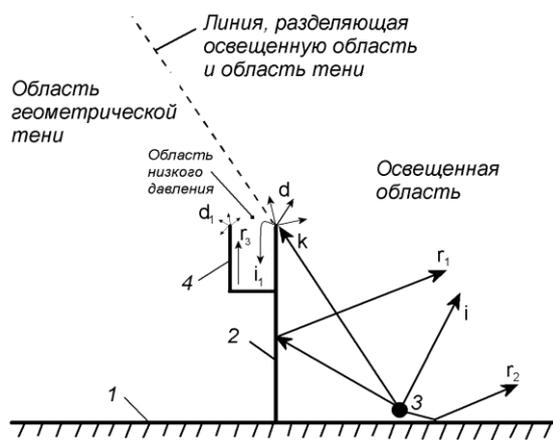


Рис. 1. Схематическое изображение барьера с резонатором у кромки: 1 – поверхность дороги; 2 – барьер; 3 – источник шума; 4 – резонатор; i – прямой луч; r – луч, отраженный от барьера; r_2 – луч, отраженный от дороги; d – лучи, дифрагированные на кромке; i – луч, вошедший в резонатор; r_3 – луч, отраженный от дна резонатора; d_1 – вторичный веер лучей, рассеянных на кромке резонатора

За счет их интерференции вдоль оси резонатора образуется стоячая волна. В случае если глубина резонатора составляет четверть длины падающей на него волны ($\lambda(r_d \sim 3\lambda/4)$), а расстояние между стенками резонатора достаточно мало ($2r_d \sin(\delta/2) \sim \lambda/10$), то у его дна устанавливается область максимального, а у входного отверстия – минимального звукового давления [9].

Экраны с резонаторами являются более эффективными практически во всем рассматриваемом диапазоне частот по сравнению с традиционными барьерами в виде простой стенки. Особенно они эффективны на относительно низких частотах, где, как известно, осуществить необходимое шумоподавление наиболее трудно. Барьеры с резонаторами имеют значительно меньшие размеры, чем рассчитанные выше шумозащитные экраны с боковыми отгонами. Высота экрана с резонатором составляет около 4 м, что существенно сокращает затраты на расходные материалы.

Применяемые резонаторы могут быть различной формы. Согласно [8], для шумопоглощения может быть использован щелевой резонатор Гельмгольца – акустический прибор, сосуд прямоугольной формы с открытой горловиной. Максимальное поглощение шумов щелевым резонатором происходит на частоте, которая может определяться по формуле [8]:

$$f_0 = 5480 \sqrt{\frac{P}{D \times d}}, \text{ Гц}, \quad (7)$$

где P – процент открытого пространства (щелей) на единицу площади; D – высота горла резонатора, мм; d – глубина рабочей зоны резонатора, мм.

С практической точки зрения переход от общей модели резонатора к конкретной его реализации может быть осуществлен с использованием деревянного декоративного каркаса, монтируемого на расположенной в зоне наиболее интенсивного акустического шума вертикальной стене или навесах. На каркасе закрепляется набор деревянных планок, между которыми оставляются зазоры. Внутреннее пространство каркаса заполняется звукопоглощающим материалом. Резонансная частота поглощения зависит от сечения деревянных планок, глубины каркаса и эффективности звукопоглощения изоляционного материала [10].

Рассчитать резонансную частоту подобной конструкции можно с помощью оценочной формулы:

$$f_0 = \frac{c}{2 \times \pi} \times \sqrt{\frac{r}{((d \times 1,2 \times D) \times (r + w))}}, \quad (8)$$

где w – ширина деревянной планки, мм; r – ширина зазора, мм; d – толщина деревянной планки, мм; D – глубина каркаса, мм; c – скорость звука в воздухе, м/с.

В случае если в одной конструкции применяются планки различной ширины и закрепляются они с неодинаковыми зазорами, а также выполняется каркас с переменной глубиной, то можно построить поглотитель, эффективно работающий в широкой полосе частот.

В работе с помощью он-лайн калькулятора был рассчитан резонансный поглотитель для наиболее шумных территорий города Муром. На основании полученных данных был сделан вывод, что чем больше

толщина планки, тем больше эффективная глубина зазора (в пределах от 30 до 54 мм.).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ВЫВОДЫ

Основным источником внешнего шума, воздействующим на территорию жилой застройки и расположенные на ней жилые здания г. Муром, является поток автомобилей. Шумовая характеристика автотранспортного потока на указанных территориях дорог составляет около 92,6 дБА в час пик дневного времени. Максимальный уровень звука составляет 98,2 дБА. Для обеспечения выполнения требований санитарных норм по шуму необходимо осуществление шумозащитных мероприятий.

На основании проведенных теоретических и модельных исследований можно сделать вывод, что средства снижения уровня акустического шума известны, и их применение позволяет обеспечить снижение воздействия шума на человека и на окружающую среду.

Вместе с тем следует признать, что на сегодняшний день нет единого подхода к применению сооружений как экранизирующих конструкций, так и шумопоглощающих конструкций с резонаторами, защищающими от транспортного шума автомагистралей. Разработка единого подхода при проектировании сооружений с учетом их экранизирующего эффекта позволит значительно изменить шумовую обстановку в прилегающей жилой застройке и на тротуарных проходах между домами и городскими автомагистралями.

В настоящее время высокоэффективного универсального средства защиты не существует. Известные средства обладают рядом недостатков, например: применение экранов нецелесообразно в жилых районах, а их применение на автомагистралях довольно дорого. Применение поглотителей на основе резонаторов Гельмгольца ограничивается конкретными условиями и частотными характеристиками акустического загрязнения.

Поэтому вопрос о применении того или иного шумопоглощающего устройства необходимо решать с учетом конкретно сложившихся условий, учитывая характеристики шумовой обстановки данной территории.

ЛИТЕРАТУРА

1. Руководство по расчету и проектированию средств защиты застройки от транспортного шума. М.: Стройиздат, 1982. 106 с.
2. *Калиниченко М.В.* Исследование загрязнения городских территорий автотранспортом (на примере города Муром) // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. 2011. № 3. С. 8-12.
3. *Вовк И.В., Мацыгура В.Т., Сотникова Т.А.* Об одном методе повышения эффективности шумоподавляющих барьеров // Акустический вiсник. Киев, 2006. Т. 9. № 2. С. 17-26.
4. *Калиниченко М.В.* Разработка шумозащитных мероприятий (на примере города Муром) // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. 2012. № 1. С. 19-22.
5. СП 42.13330.2011. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. М.: ОАО «Центр проектной продукции в строительстве», 2011. 114 с.
6. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. М.: Минздрав РФ, 1996. 10 с.
7. ГОСТ 20444-85. Шум. Транспортные потоки. Методы измерения шумовой характеристики. М.: Изд-во стандартов, 1985. 23 с.
8. *Medwin H.* Shadowing by finite noise barriers // The Journal of the Acoustical Society of America. 1981. V. 69. № 4. P. 1060-1064.
9. *Шендеров Е.Л.* Изучение и рассеяние звука. Л.: Судостроение, 1989. 204 с.
10. *Медведев В.Т.* Инженерная экология: учебник. М.: Гардарики, 2002. 687 с.

Поступила в редакцию 14 сентября 2012 г.

Kalinichenko M.V. DEVELOPMENT OF NOISE-REDUCING ACTIVITIES OF URBANIZED TERRITORIES

The results of calculations of noise-reducing screens of various sizes and designs are presented. The effectiveness of the noise level in the case of such screens in the streets of the city of Murom is calculated.

Key words: noise level; noise protection device; soundproof screen; resonator.

УДК 502.13(470.55) + 556(470.55)

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СОСТОЯНИЯ ВОДНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ ОЗЕРА ИЛЬМЕНСКОЕ

© Т.Г. Крупнова, А.М. Кострюкова, И.В. Машкова, О.В. Ракова

Ключевые слова: физико-химические характеристики; фитопланктон; моллюски; макрофиты.

Представлены результаты комплексного исследования физико-химических характеристик, видового состава планктонного сообщества, макрофитной растительности и малакофауны озера Ильменское, расположенного на территории Ильменского государственного заповедника. Антропогенно-нарушенные участки акватории не оказывают влияния на экосистему озера. Результаты исследования показали, что озеро можно рассматривать как эталонное при изучении озерных систем южноуральского региона, испытывающих техногенную нагрузку.

ВВЕДЕНИЕ

Изучение экологических проблем пресных водоемов является важной задачей в свете сохранения их

естественного состояния и рационального использования. Южный Урал – край озер, однако техногенная нагрузка на гидрологические экосистемы в настоящее время продолжает увеличиваться. Гидрохимические и