

Влияние транспортных магистралей на формирование шума в городской среде и способы его снижения

Ю.П. Иванова, Т.В. Соловьева, А.В. Дериченко, А.С. Боженкова, В.С. Маркин,
В.Н. Азаров

*Институт архитектуры и строительства Волгоградского государственного
технического университета*

Аннотация: Рассмотрено влияние автомобильного транспорта на формирование шума вдоль транспортных магистралей. Предложены варианты защиты от шума от автодорог.

Ключевые слова: линейный город, шум, автотранспорт, примагистральные территории, категории дорог, борьба с шумом.

В настоящее время одним из основных источников антропогенного воздействия является автомобильный транспорт, являясь основным источником загазованности и зашумленности окружающей среды. В современных городах основным источником шума являются автомагистрали с высокой интенсивностью движения и наличием грузового автотранспорта в потоке [1-2].

Волгоград является одним из крупнейших городов с линейно-вытянутой структурой, и простирается вдоль р. Волга, почти на 100 км. Движение автомобильного транспорта, в Волгограде, осуществляется в основном по трем магистралям, проходящим вдоль р. Волги и располагающихся вблизи жилых кварталов. Автомобильный транспорт распространен повсеместно, проходя через селитебные территории, оказывает круглосуточное негативное воздействие на человека [3,4]. Наличие транспортных магистралей вблизи жилых застроек, организаций, отрицательно влияет на производительность труда и его качество, мешает концентрации работника, а также нарушает условия труда и отдыха, создавая шумовое воздействие на человека. Поэтому борьба с шумом стоит в ряде приоритетных направлений, особенно в таких городах, как Волгоград, с уже сформированной планировкой в 50-х годах

прошлого столетия, когда уровень автомобилизации был значительно ниже [5-6].

С целью изучения состояния уровня шума на территории линейного города Волгограда были проведены замеры шума на расстоянии 7,5 м от первой полосы проезжей части в 95 экспериментальных точках. Измерения были проведены с трехкратной повторяемостью, при этом были определены средние максимальные и минимальные значения [7]. А также был произведен расчет эквивалентного уровня шума (L_a) с помощью программы «Эколог-шум» версия 2.2.1.3868, ООО «ПТБ Волгоградгражданстрой» в 95 точках, по данным дорожно-транспортной сети, полученных в ходе обследования объектов исследования. На основании данных был получен закон распределения значений эквивалентного уровня шума при движении транспорта в 95 точках исследования. Объем выборки равен $n = 95$. Вычисленные по выборке оценки параметров распределения указаны в таблице 1.

Таблица 1. Оценки параметров распределения

Оценки параметров	Значения
Среднее значение	70,5653
Дисперсия	24,4557
Среднее квадратическое отклонение	4,9453
Мода	70,6
Медиана	70,4
Минимальное значение	60
Максимальное значение	80,4

По виду гистограммы распределения (рисунок 1), анализа выборочных данных и оценок параметров распределения можно предположить, что имеет место нормальный закон для значений эквивалентного уровня шума.

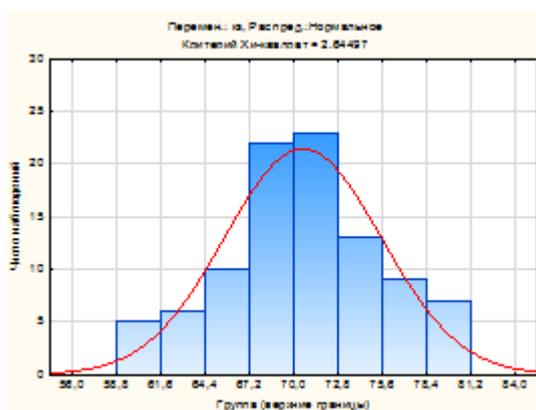


Рисунок 1. Гистограмма распределения и теоретическая кривая эквивалентного уровня шума

Проверка нормального закона осуществлялась с помощью критерия Хи-квадрат при уровне значимости $\alpha = 0,01$. Вся выборка была разбита на 10 групп и получено наблюдаемое значение критерия $\chi^2 = 2,645$.

По таблице критических точек Хи-квадрат и по заданному уровню значимости $\alpha = 0,01$ и числу степеней свободы $k = 7$ находим критическую точку $\chi_{кр}^2 = 18,48$. Так как $\chi^2 < \chi_{кр}^2$, то гипотеза о нормальном законе согласуется с экспериментальными данными.

Функция плотности нормального распределения эквивалентного уровня шума K_3 будет иметь вид:

$$f(K_3) = \frac{1}{4,95\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(K_3 - 70,57)^2}{49,01}}$$

Функция распределения:

$$F(K_3) = 0,5 + \Phi\left(\frac{K_3 - 70,57}{4,95}\right),$$

где $\phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-\frac{t^2}{2}} dt$ — интегральная функция Лапласа [8].

Проведенный анализ полученных результатов позволяет сделать вывод о том, что расчетные и экспериментальные данные коррелируют между собой. С учетом интенсивности дорог в точках технических измерений, все дороги были условно разделены на дороги городского, районного и местного значения. На основании полученных результатов были построены графики динамики эквивалентного уровня шума отдельно для каждой категории дорог.

На рисунке 2 представлена динамика эквивалентного уровня шума в экспериментальных точках дорог городского значения, полученных в ходе измерений и расчета. Наиболее характерный уровень шума для данной категории дорог, полученный в ходе эксперимента, варьируется в диапазоне от 74 до 75 и от 76 до 77 дБА, а в ходе расчета имеет более высокий уровень 79-80 дБА.



Рисунок 2 Динамика эквивалентного уровня шума от дорог городского значения

На рисунке 3. представлена динамика эквивалентного уровня шума в экспериментальных точках дорог районного значения, полученных в ходе измерений и расчета. Наиболее характерный уровень шума для данной

категории дорог, полученный в ходе эксперимента, варьируется в диапазоне от 70 до 71 дБА, а полученный в ходе расчета от 72 до 73 дБА.

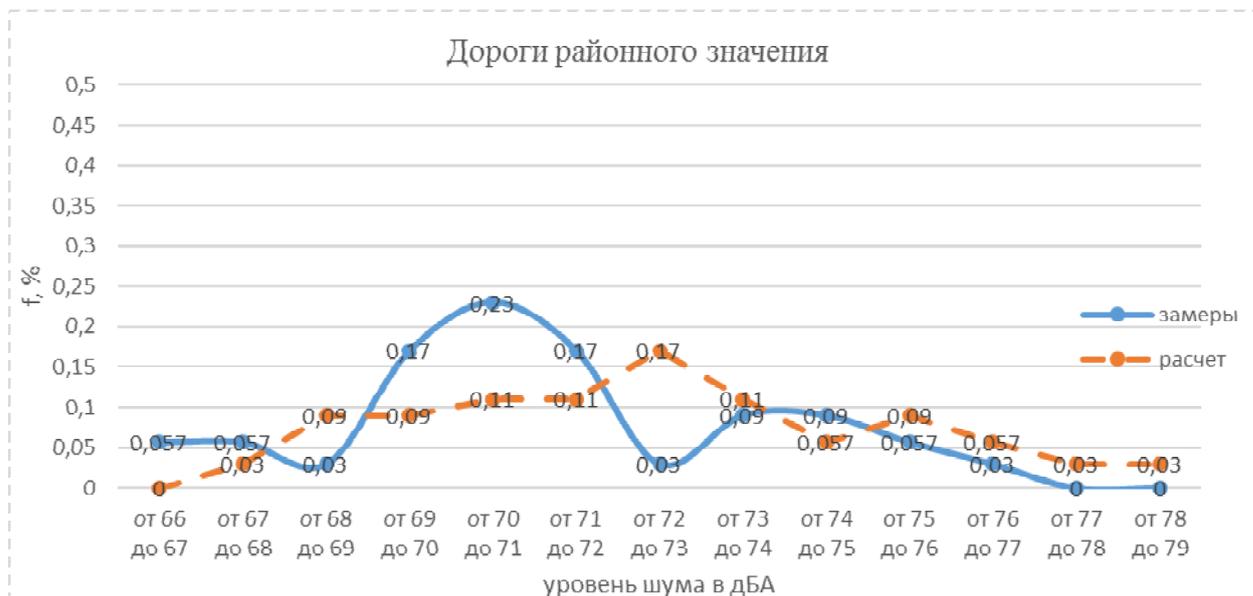


Рисунок 3 Динамика эквивалентного уровня шума от дорог районного значения

На рисунке 4 представлена динамика эквивалентного уровня шума в экспериментальных точках дорог местного значения, полученных в ходе измерений и расчета. Наиболее характерный уровень шума для данной категории дорог, полученный в ходе эксперимента, варьируется в диапазоне от 66 до 67 дБА, а полученный в ходе расчета от 67 до 69 дБА.



Рисунок 4 Динамика эквивалентного уровня шума от дорог местного значения.

Проведенный анализ свидетельствует о том, что значения, полученные в ходе эксперимента, коррелируют с расчетными, однако в большинстве своем имеют более низкие значения. Разные транспортные средства довольно резко отличаются по интенсивности шума. К наиболее шумным можно отнести грузовые машины и автопоезда с дизельным двигателем (90-95 дБА), автобусы (80-85 дБА), легковые автомобили, являются наименее шумными (65-70 дБА) [9]. Вследствие чего эквивалентный уровень шума на максимуме вдоль транспортных магистралей, относящихся к дорогам городского и районного значения, с высокой интенсивностью движения транспортного потока, и характерным движением грузовых автомобилей, автобусов и т.д. относятся к зонам неблагоприятной экологической обстановки [5].

В крупных городах с целью снижения шумового воздействия автотранспорта на селитебную территорию, расположенную вблизи к автотрассам применяются противозумные, акустические экраны, которые устанавливаются непосредственно вдоль транспортных магистралей и должны вписываться в ландшафт и не отвлекать водителя. Также весьма эффективным способом защиты от шума, создаваемого транспортными магистралями, промпредприятиями и т.д. является создание санитарно-защитных зон между ними и зоной жилой застройки. На территории СЗЗ разрешается размещение экранизирующих зданий нежилого назначения с допуском уровнем шума 55-60дБА, имеющих достаточно эффективное влияние. Наиболее эффективными являются линейно-протяженные здания. Они снижают транспортный шум на 20-30 дБА, тем самым надежно защищают внутриквартальную территорию. В таких домах-экранах могут располагаться гаражи, мастерские, ателье, парикмахерские, столовые, бары,

рестораны и т.п. В них не следует размещать аптеки, библиотеки и другие организации, где уровень шума не должен превышать 40 дБА [1,10].

В градостроительной практике также принимают при вновь строящихся дорогах естественные экранизирующие сооружения, которые основаны на использовании рельефа местности – выемки, насыпи, овраги и т.п. Расположение дорог в выемки является эффективным мероприятием для снижения транспортного шума. Если полученный при сооружении выемки грунт используется для отсыпки по бровкам ее откосов шумозащитных земляных валов, то снижение уровня шума может достигать 15 дБА [7].

На рисунках 4 и 5 представлены виды приемов снижения уровня звука в жилой застройке.

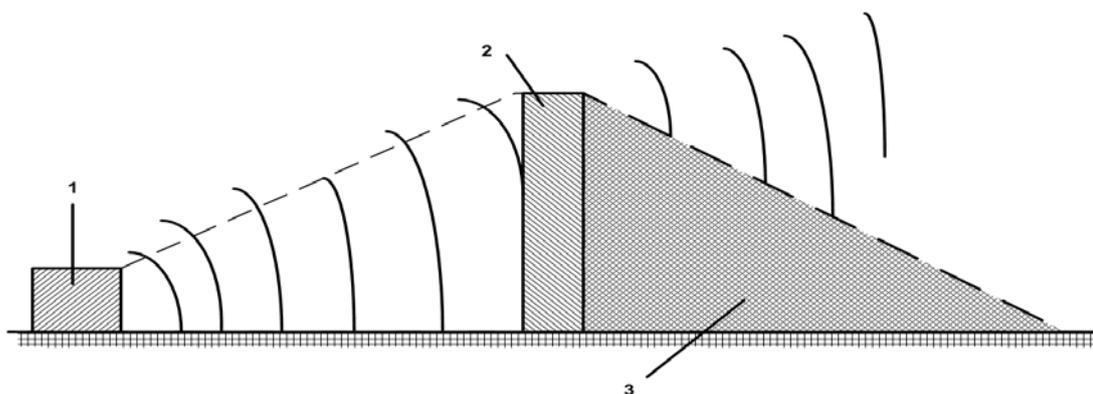


Рисунок 4. Схема образования зоны ослабления звука за акустическим экраном

Для эффективности действия экрана 2 со стороны источника шума 1 облицовывают звукопоглощающим материалом. С этой же целью стремятся по возможности увеличить размеры экрана, изменить его форму на Г или П-образные, а также расположить его как можно ближе к источнику шума. Экран, не допускающий прямолинейного распространения звука, всегда должен возвышаться над ограничительной линией, что позволяет снизить шум не менее чем на 6-8 дБА [1,11].

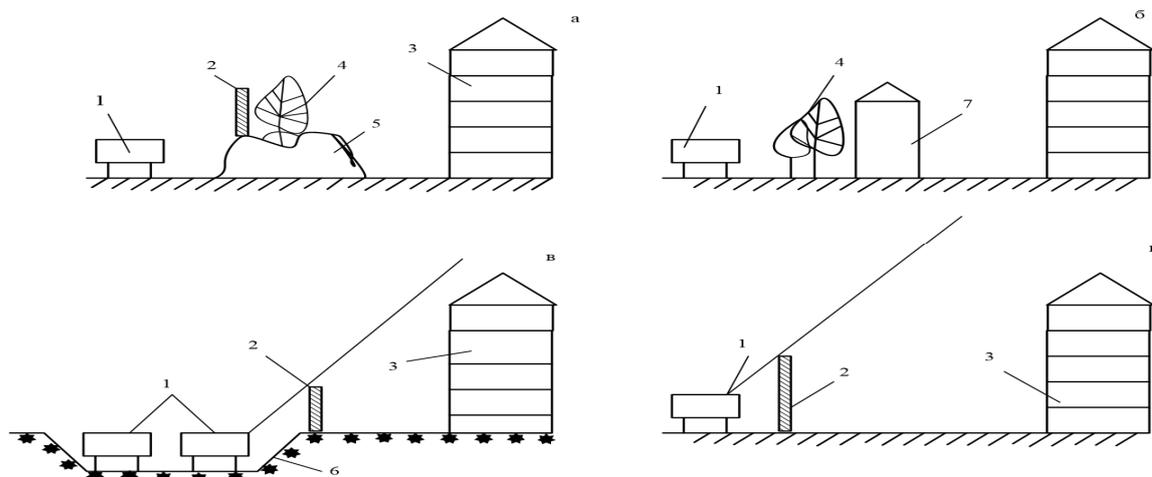


Рисунок 5. Экранирующие сооружения для защиты от шума на пути его распространения:

1 – источник шума; 2-экран; 3-защищаемое здание; 4- зеленые насаждения; 5 – насыпь; 6-выемка; 7-комбинация: вспомогательное здание - экран

С целью снижения негативного воздействия автомобильного транспорта в городах строятся объездные автомагистрали, по средствам которых происходит вывод транзитного транспорта за жилую черту, как источника высокого уровня шума. В Волгограде транзитный транспорт был выведен в большинстве своем на третью продольную магистраль, которая является объездной дорогой и не проходит через жилой сектор города. Так же с целью снижения экологической напряженности в Волгограде в преддверье мундиаля была построена и пущена в эксплуатацию нулевая продольная магистраль, позволяющая разгрузить первую продольную магистраль, в границах проспекта имени В.И. Ленина.

Литература

1. Экология города учебник для высших учебных заведений Министерства образования и науки Российской Федерации / под общ. ред. Гутенева В.В. – М. – Волгоград: ПринТерра-Дизайн, 2010. – 816 с.

2. Азаров, В. Н., Горшков, Е. В., Саркисов Р. М. Строительная отрасль экономики и атмосферный воздух индустриальных городов. Социология

города, 2012. № 4. —Научное издание Социология города. С. 71-80. Волгоград.

3. Сытник, Л.Е. Определение класса экологической безопасности автотранспорта Волгограда // Инженерный вестник Дона. 2016. №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3936.

4. Антюфеев, А.В., Птичникова, Г.А. Линейный город. Градостроительная система Большой Волгоград: Волгоградский государственный технический университет, 2018. — 197 с.

5. Сапожкова, Н.В. Разработка метода комплексной оценки воздействия автотранспорта на экологическую безопасность городской среды для обоснования мониторинга и защитных мероприятий: дис...канд. техн.наук: 05.23.19 / Сапожкова Наталья Васильевна- Волгоград, 2012.-183с.

6. Елисеева Т.П., Ежова И.М., Лакирбая И.Д. Исследование воздействия техногенных факторов на окружающую среду с целью обоснования управленческих решений по обеспечению экологической безопасности регионов России // Инженерный вестник Дона. 2014. №2. URL: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2361>.

7. Осипов, Г.Л., Коробков, В.Е., Климухин, А.А., Прохода, А.С., Карагодина, И.Л., Зотов, Б.С. Защита от шума в градостроительстве – М. Стройиздат, 1993 -96 с.: ил; ГОСТ 20444-75 Поток транспортный в населенных пунктах. Метод определения шумовой характеристики; ввен. 01.07.75. М.: ГУП ЦПП, 2002. 19с.

8. Макарова, Н.В., Трофимец, В.Я. Статистика в Excel: Учеб. пособие. - М.: Финансы и статистика, 2006, 368 с.

9. Ганжа, О. А. Оценка шумового воздействия в зонах городских транспортных пересечений на геоэкологическую среду города (на примере г. Волгограда): дисс... канд. техн. наук. Волгоград, 2009. с 10-14.

10. Miloradovic, D., Glišovic, J., Lukic, J. Regulation on road vehicle noise – trends and future activities. *Mobility & Vehicle Mechanics*, Volume 43. Number 1, Pp 57-72. 2017,

11. Kotzen, B., English, C. *Environmental noise barriers*. Taylor and Francis. Abingdon, Pp 124 - 126. 2009.

References

1. *Ekologiya goroda uchebnik dlya vysshih uchebnyh zavedenij Ministerstva obrazovaniya i nauki Rossijskoj Federacii* [Ecology of the city is a textbook for higher educational institutions of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation] pod obshch. Red. Guteneva V.V. Volgograd: PrinTerra Dizajn, 2010. 816 p.

2. Azarov, V. N., Gorshkov, E. V., Sarkisov R. M. *Sociologiya goroda*, 2012. № 4. Nauchnoe izdanie Sociologiya goroda. Pp. 71-80. Volgograd.

3. Sytnik, L.E. *Inzhenernyj vestnik Dona*. 2016. №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3936.

4. Antyufeev, A.V., Ptichnikova, G.A. *Linejnyj gorod. Gradostroitel'naya sistema Bol'shoj Volgograd* [Linear city. Town-planning system Big Volgograd]: Volgogradskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet, 2018. 197 p.

5. Sapozhkova, N.V. *Razrabotka metoda kompleksnoj ocenki vozdejstviya avtotransporta na ekologicheskuyu bezopasnost' gorodskoj sredy dlya obosnovaniya monitoringa i zashchitnyh meropriyatij* [Development of a method for comprehensive assessment of the impact of vehicles on the environmental safety of the urban environment to justify monitoring and protective measures]: dis....kand. tekhn.nauk: 05.23.19. Sapozhkova Natal'ya Vasil'evna. Volgograd, 2012. 183 p.

6. Eliseeva, T.P., Ezhova, I.M., Lakirbaya, I.D. *Inzhenernyj vestnik Dona*. 2014. №2. URL: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2361>.



7. Osipov, G.L., Korobkov, V.E., Klimuhin, A.A., Prohoda, A.S., Karagodina, I.L., Zotov, B.S.. Zashchita ot shuma v gradostroitel'stve [Noise protection in urban planning]. M. Strojizdat, 1993 s.: il; GOST 20444-75 Potoki transportnye v naselennykh punktah. Metod opredeleniya shumovoj harakteristiki; vven. 01.07.75. M.: GUP CPP, 2002. 19 p.

8. Makarova, N.V., Trofimec, V.YA. Statistika v Excel [Statistics in Excel]: Ucheb. posobie. M.: Finansy i statistika, 2006, 368 p.

9. Ganzha, O. A. Ocenka shumovogo vozdejstviya v zonah gorodskih transportnykh peresechenij na geoeologicheskuyu sredu goroda (na primere g. Volgograda) [Assessment of noise impact in urban vehicles on the geo-ecological environment of the city (on the example of Volgograd)]: diss... kand. tekhn. nauk. Volgograd, Pp. 10-14. 2009 .

10. Miloradovic, D., Glišovic, J., Lukic, J. Mobility & Vehicle Mechanics, Volume 43, Number 1, Pp. 57-72. 2017.

11. Kotzen, B., English, C. Enviromental noise barriers. Taylor and Francis. Abingdon, Pp. 124 - 126. 2009.