

DOI: 10.12737/article_59a93b0921c674.33606701

Семейкин А.Ю., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ОЦЕНКА ШУМОВОЙ ОБСТАНОВКИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ В ОТДЕЛЬНЫХ МИКРОРАЙОНАХ Г. БЕЛГОРОДА*

Alexsem-n@yandex.ru

Рост территории и населения г. Белгорода обуславливает увеличение доли городской территории, находящейся в зоне акустического дискомфорта. В связи с этим, своевременное прогнозирование и выявление участков территории города, на которые жители подвергаются воздействию уровней звукового давления, превышающих установленные санитарно-гигиенические нормативы, становится все более актуальной проблемой. Основным источником шумового воздействия в условиях г. Белгорода является шум транспортных потоков. В данной работе проведена оценка, моделирование и построение шумовой карты Южного микрорайона г. Белгорода, который был выбран как наиболее населенный район города с большим количеством магистралей с высокой интенсивностью автомобильного движения. Выявлены зоны акустического дискомфорта, в которых уровни звукового давления от транспортного шума на территориях, прилегающих к жилым домам, превышают санитарно-гигиенические нормативы.

Ключевые слова: шум, транспортный шум, шумовое загрязнение, шумовая карта, городская среда.

Введение. Стратегия развития города Белгорода предусматривает создание комфортной и экологически безопасной городской среды за счет пространственного развития, совершенствования улично-дорожной сети, перехода к эколого-градостроительному планированию [1]. Рост территории и населения Белгорода обуславливают неизбежное увеличение интенсивности транспортных потоков, которые являются основной причиной шумового загрязнения городской территории и возникновения акустического дискомфорта. Органами Роспотребнадзора отмечается все большее количество жалоб населения на транспортный шум [2]. Проблема акустического дискомфорта урбанизированных территорий крупных городов в настоящее время становится все более острой, что отмечается ростом числа исследований в этой области [4–9]. Шумовые воздействия в условиях городской среды в настоящее время являются одними из наиболее вредных техногенных факторов, наряду с загрязнением окружающей среды, и способны привести к расстройствам нервной системы и сердечно-сосудистым заболеваниям, в итоге сокращая жизнь человека на 8–10 лет. Согласно исследованиям, проведенным в Европе и Азии, около 20 % жителей страдают от шума, уровень которого превышает допустимые нормы и неблагоприятно отражается на здоровье. По данным Всемирной организации здравоохранения около 40 % жителей Европы подвержены влиянию шума транспортного движения, интенсивность которого превышает 60 дБ в дневное и ночное время [10, 11].

Во многих случаях цель описания шума окружающей среды (шумового режима) состоит в том, чтобы разработать прогноз шумовой ситуации, которая возникает в результате строительства проектируемых промышленных предприятий или магистралей автомобильного, рельсового и воздушного транспорта. Для тихих жилых территорий задачи необходимо решать, пользуясь соответствующими расчетами или проводя исследования на моделях [12, 13].

Целью данной работы является оценка уровня акустического воздействия транспортных потоков на шумовую обстановку и построение шумовых карт отдельных микрорайонов г. Белгорода для прогнозирования и выявления участков городской среды, в которых уровни звукового давления превышают установленные санитарно-гигиенические нормативы.

Методика. Исследование шумовой обстановки в отдельных микрорайонах г. Белгорода проводили в соответствии с требованиями ГОСТ 20444-2014 и ГОСТ Р 53187-2008 [14,15]. В качестве основных шумовых характеристик транспортных потоков выбраны эквивалентный L_{Aeq} и максимальный L_{Amax} уровни звука, дБА, измеренные в дневное (с 7.00 до 23.00) и ночное время (с 23.00 до 7.00) в периоды максимальной интенсивности движения транспорта. Для натуральных измерений использовали интегрирующий шумомер Экофизика-110, соответствующий требованиям ГОСТ 17187-2010. При проведении измерений шума автотранспортных потоков микрофон располагали на расстоянии $7,5 \pm 0,2$ м от оси ближней к точке измерения полосы на высоте

1,5±0,1 м от уровня покрытия проезжей части. Измерения уровней шума проводили до стабилизации показаний прибора в пределах выбранной точности измерений (±0,5 дБА) не менее 5 минут.

При определении эквивалентных уровней звука по измерениям вычисляли средние уровни звукового воздействия L_{EA} , дБА, для транспортных средств каждого вида (легковые, грузовые, автобусы, троллейбусы) по формуле:

$$L_{Aeq\text{потока}}^{aem} = 10 \lg \left(\frac{1}{T} \left[10^{\frac{\bar{L}_{EAi} + 10 \lg n_i}{10}} + 10^{\frac{\bar{L}_{EAcp} + 10 \lg n_{cp}}{10}} + 10^{\frac{\bar{L}_{EAa} + 10 \lg n_a}{10}} + 10^{\frac{\bar{L}_{EAm} + 10 \lg n_m}{10}} \right] \right) \quad (2)$$

где $L_{EAл}$, $L_{EAзр}$, $L_{EAсб}$, $L_{EAтб}$ – средние уровни звукового воздействия по видам транспортных средств (легковые, грузовые, автобусы, троллейбусы), дБА.

После проведения измерений определяли величину неопределенности измерений уровней звука с уровнем доверия $U=95\%$ в зависимости от особенностей источников шума, продолжительности измерений, метеорологических условий, измерительной аппаратуры и других факторов по методике ГОСТ 20444-2014 [14].

Результаты натурных измерений уровней шума были использованы при проведении моделирования шумовой обстановки и построения шумовых карт территории с помощью программного комплекса АРМ «Акустика». Программа АРМ «Акустика» позволяет создать пространственный план исследуемой местности с учетом застройки и действующих источников шума (линейных и точечных), а также рассчитать уровни акустического воздействия в любой точке плана в пространстве, построить цветовые поля и изолинии уровней звука в горизонтальной и вертикальной плоскости с заданными пользователем параметрами [15, 16]. Для создания пространственной схемы расположения объектов расчета в исследуемом микрорайоне использовались пространственные 3D-модели микрорайона, полученные с использованием геоинформационной системы 2GIS.

Основная часть. Проведение замеров уровней шума в Южном микрорайоне г. Белгорода.

Для защиты населения от шума решающее значение имеют санитарно-гигиенические нормативы допустимых уровней шума, поскольку они определяют необходимость разработки тех или иных мер по шумозащите в городах. Степень шумозащищенности в первую очередь определяется нормами допустимого шума для помещения или территории данного назначения. Проникающие в помещения или на территорию шумы от любых источников не должны превышать нормативных величин. В России допустимые уровни

$$\bar{L}_{EAi} = 10 \lg \left(\frac{1}{n_i} \sum_{i=1}^{n_i} 10^{0,1 L_{EAi}} \right) \quad (1)$$

Измеренные значения уровней звукового воздействия арифметически усредняли по видам транспорта и рассчитывали эквивалентный уровень звука автотранспортного потока за временной интервал времени наблюдения T по формуле:

шума установлены в следующих нормативных документах: СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданий, на территории жилой застройки, ГОСТ 12.1.036-81 (2001) «Шум. Допустимые уровни в жилых и общественных зданиях» и других.

Для анализа шумовой обстановки были выбрана городская территория в Южном микрорайоне г. Белгорода, как наиболее густонаселенная часть города с большим количеством улиц с высокой интенсивностью автомобильного движения. С целью оценки уровня шумового загрязнения территорий мы провели замеры уровней шума в различных точках на территориях микрорайонов между улицами между улицами Щорса, Губкина, Октябрьской, Буденного, Спортивной, Есенина. Так как основным источником шума на территории данных микрорайонов является автомобильный транспорт, то при оценке уровня шума мы рассматривали не отдельные транспортные средства, а комплексные источники шума – транспортные потоки. Для определения исходных данных для акустического расчета разработаны и стандартизованы методы измерения и оценки шумовых характеристик потоков грузовых и легковых автомобилей, автобусов и троллейбусов. В соответствии с литературными источниками определены математические зависимости уровня шума от следующих факторов: интенсивности, скорости движения и состава транспортных потоков (с учетом уклона и типа покрытия дорожного полотна), что позволяет прогнозировать динамику измерения шумового режима на магистральных улицах и дорогах. В соответствии со стандартами [14, 15] шумовой характеристикой потоков автомобилей, автобусов и троллейбусов является эквивалентный уровень звука L_{Aeq} , дБА, измеренный на расстоянии 7,5 м от оси первой полосы движения.

Для комплексной оценки уровня шума от транспортных потоков было подсчитано среднее число грузовых, легковых автомобилей, автобу-

сов и троллейбусов, проезжающих за час по указанным улицам. Полученные результаты об ин-

тенсивности движения в данных точках представлены в табл. 1.

Таблица 1

Данные об интенсивности транспортных потоков в исследуемых районах

| № | Точка измерения | Интенсивность движения, автомобилей в час | | |
|---|-----------------------|---|----------|------------------------|
| | | Легковых | Грузовых | Общественный транспорт |
| 1 | Ул. Буденного | 1350 | 50 | 80 |
| 2 | Ул. Губкина | 1800 | 280 | 150 |
| 3 | Ул. Щорса | 1550 | 210 | 150 |
| 4 | Ул. Конева | 1200 | 50 | 70 |
| 5 | Ул. Щорса (Сити Молл) | 1900 | 71 | 100 |

Одновременно с замерами уровня шума, была проведена оценка по методике, предложенной в литературе [17]. В соответствии с этой методикой по интерполяции были вычислены уровни шума от транспортных потоков в зависимости от интенсивности, скорости движения и

состава транспортных потоков (с учетом уклона, типа покрытия дорожного полотна и количества полос движения). Результаты вычислений представлены в табл. 2.

Таблица 2

Эквивалентный уровень шума в зависимости от интенсивности движения

| № | Точка измерения | Эквивалентный уровень шума, дБА | |
|---|-----------------------|---------------------------------|-------------|
| | | Измеренный | Вычисленный |
| 1 | Ул. Буденного | 74,2 | 73,2 |
| 2 | Ул. Губкина | 74,1 | 72,1 |
| 3 | Ул. Щорса | 77,5 | 76,5 |
| 4 | Ул. Конева | 74,5 | 75,5 |
| 5 | Ул. Щорса (Сити Молл) | 80,1 | 79,1 |

Полученные значения превышают допустимые значения, установленные СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданий, на территории жилой застройки».

Расчет уровней шума и построение карты шумового загрязнения Южного микрорайона от шума транспортных магистралей и других источников

Полученные данные об уровне шума на территории исследуемого микрорайона были использованы для составления шумовой карты района. Для построения карты использовалась программный комплекс АРМ «Акустика» версии 2.4. Программа предназначена для автоматизации деятельности при проведении оценки влияния шума существующих объектов на окружающую среду. Расчеты в программе проводятся в соответствии с действующими нормативными документами.

В начале построения шумовой карты была получена карта микрорайона и создана сетка координат в программе «Акустика» с размерами

ячейки 50 м. На следующем этапе построения карты в программу были введены основные характеристики источников шума – транспортных магистралей, трансформаторных подстанций, мест погрузки-разгрузки вблизи магазинов, установок кондиционирования воздуха, остановок общественного транспорта. Далее с помощью программы «Акустика» была построена шумовая карта территории микрорайона.

Анализ полученной шумовой карты дает возможность определить наиболее проблемные зоны Южного микрорайона г. Белгорода по шумовому фактору. К ним следует отнести перекрестки улиц Губкина и Щорса (превышение до 8 дБА), улиц Губкина и Буденного (превышение до 4 дБА). Все жилые дома, расположенные вблизи исследуемых улиц, находятся в зоне акустического дискомфорта, что повышает риски возникновения специфических функциональных отклонений в состоянии здоровья, связанных с воздействием транспортного шума, которые могут быть определены по специальным методикам.

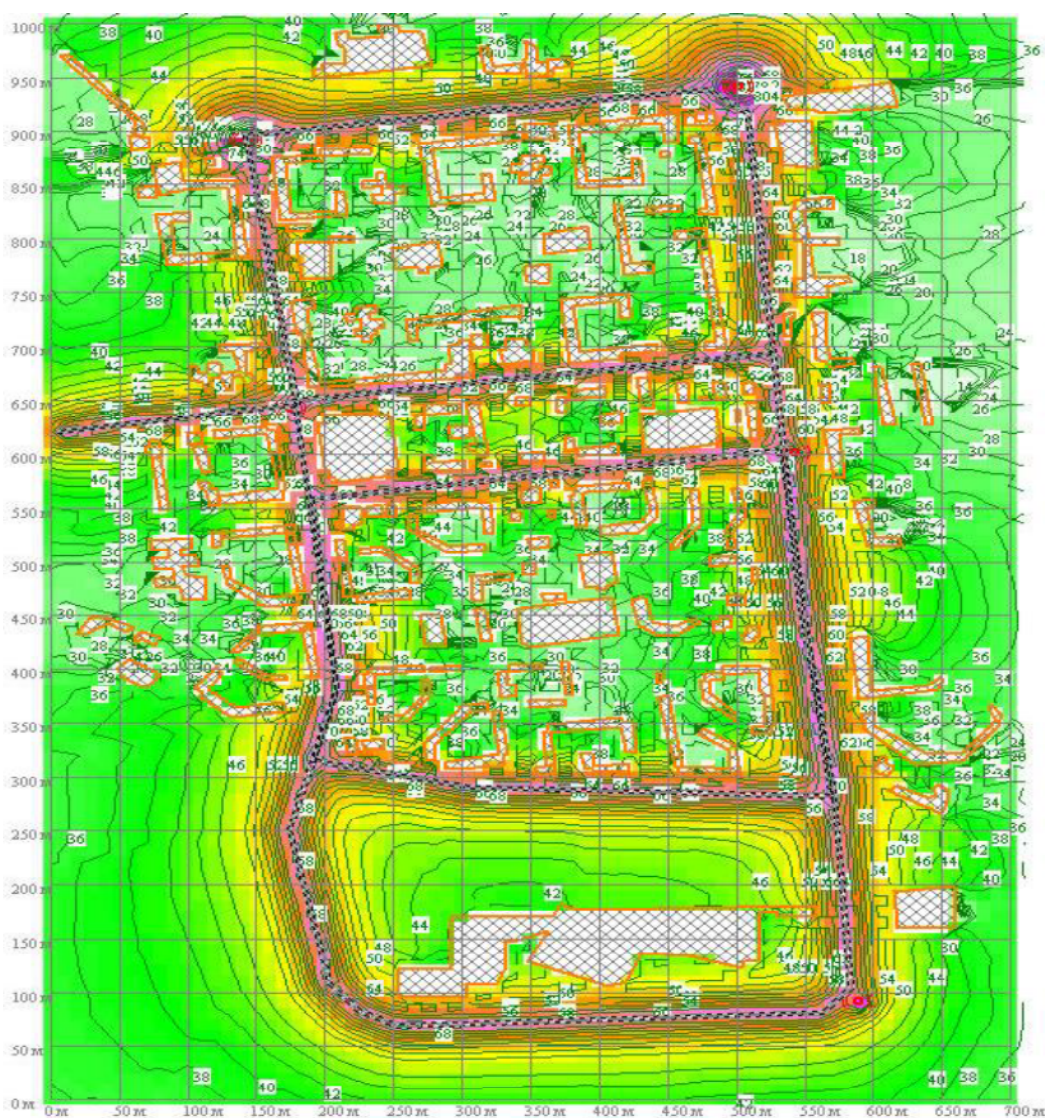


Рис. 1. Модель шумовой обстановки Южного микрорайона г. Белгорода

Выводы. Учитывая, что основным источником шума в исследуемом микрорайоне являются транспортные магистрали (улицы с интенсивным движением транспорта), решение вопроса снижения шума в условиях города напрямую связано с решением проблемы увеличения автомобильного транспорта в городе. К настоящему времени количество личного автомобильного транспорта в г. Белгороде составляет около 122 тыс. единиц на 390 тыс. человек населения и продолжает увеличиваться. Мероприятия по снижению шумового загрязнения в городе предусмотрены Концепцией «Комплексная схема развития городского транспорта на 2009–2025 гг.», в которой поставлена задача разработки системы мер по снижению шумового загрязнения городской среды автотранспортом с целью снижения численности населения, проживающего в условиях шумового дискомфорта на 10 % [18].

Построение оперативных шумовых карт отдельных микрорайонов города Белгорода дает

возможность выявлять участки городской территории, на которых жители проживают в условиях, не отвечающих санитарно-гигиеническим требованиям по шумовому фактору.

Практическая значимость работы заключается в том, что исследуя основные источники шума, окружающие человека, особенно в городской среде, существует возможность не только предложить лучшее решение при выборе способа защиты от шума, но и контролировать его уровень в источнике образования.

**Работа выполнена в рамках Программы стратегического развития БГТУ им. В.Г. Шухова на 2017–2021 годы.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Стратегия развития г. Белгорода до 2025 г., утв. Советом депутатов г. Белгорода от 30.01.2007 № 413.
2. Областной доклад «О состоянии сани-

тарно-эпидемиологического благополучия населения Белгородской области в 2016 году». Белгород, Управление Роспотребнадзора по Белгородской области, 2017. 211 с.

3. Бочаров А.А., Колесник А.Г., Соловьев А.В. Акустические шумы урбанизированных территорий на примере г. Томска // Известия ТПУ. 2012. №1. С.191–196.

4. Половинкина Ю.С. Шумовое загрязнение окружающей среды урбанизированных территорий (на примере города Волгограда) // Научный журнал КубГАУ. 2012. №76. С.584–593

5. Харченко С.В. Шумовое загрязнение в городах в связи с характером рельефа территории (для ключевых участков в гг. Курск и Тамбов) // Научные ведомости БелГУ. Серия: Естественные науки. 2015. №3 (200). С.182–190

6. Скворцов А.Н., Савельев А.П., Пьянзов С.В. Оценка акустического загрязнения селитебной территории в г. Саранске // Вестник МГУ. 2016. №2. С. 218–227

7. Радоуцкий В.Ю., Шаптала В.Г., Шульженко В.Н., Шаптала В.В. Барашкова О.С. Расчет шумового загрязнения территории ВУЗа от близлежащих промышленных предприятий // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2008. №2. С. 75–76.

8. Степанова И.А., Степанов А.С., Ивлева Я.С., Мануев Л.Ю. Экологическая оценка транспортной инфраструктуры по фактору шумового загрязнения на примере города Оренбурга // Вестник ОГУ. 2015. №10 (185). С.438–440.

9. Кирюшина Н.К., Степанов В.Н. Метод выявления домов, находящихся в зоне сверхнормативного действия транспортного шума в условиях города Москвы // Вестник МГСУ. 2011. №3-1. С. 77–81

10. Bilaşco Ş., Govor C., Roşca S. Vescan I., Filip S. Fodorean I. GIS model for identifying urban

areas vulnerable to noise pollution // Front. Earth Sci. V.11 (2). Pp. 214–228.

11. Ming Cai, Jingfang Zou, Jiemin Xie, Xialin Ma Road traffic noise mapping in Guangzhou using GIS and GPS // Applied Acoustics. 2015. Vol. 87. Pp. 94–102.

12. Семейкин А.Ю. Моделирование шумового воздействия транспортных потоков в городской среде на примере отдельных районов г. Белгорода / Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения: сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции // Юргинский технологический институт Томск. политех. ун-та (Юрга, 5–6 ноября 2015 г.). Юрга: изд-во ТПУ, 2015. С. 303–306.

13. Литовка А.А., Семейкин А.Ю. Моделирование транспортного шума в городской среде на примере г. Белгорода / Молодежь и научно-технический прогресс: сб. докладов международной научно-практической конференции // Губкинский филиал Белгор. гос. технол. ун-та (Губкин 16 апр. 2015 г.). Губкин: изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2015. С. 186–191.

14. ГОСТ 20444-2014. Шум. Транспортные потоки. Методы определения шумовой характеристики.

15. ГОСТ Р 53187-2008. Акустика. Шумовой мониторинг городских территорий.

16. АРМ «Акустика» 2.4. Руководство пользователя. М.: МНПО «Экоблик», 2008. 22 с.

17. Иванов Н.И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом. М.: Университетская книга, Логос, 2008. 424 с.

18. Концепция «Комплексная схема развития городского транспорта на 2009-2025 гг.», утв. Советом депутатов г. Белгорода от 9.12.2008 № 131.

Semeykin A.Yu.

ASSESSMENT OF THE NOISE SITUATION OF URBAN ENVIRONMENT IN CERTAIN DISTRICTS OF BELGOROD

The growth of the territory and population of the city of Belgorod causes an increase in the proportion of urban areas in the zone of acoustic discomfort. In this regard, the timely prediction and identification of areas of the city, to which residents are exposed to sound pressure levels exceeding the established sanitary and hygienic standards, is becoming an increasingly urgent problem. The main source of noise impact in the city of Belgorod is traffic noise. In this work, an estimation, modeling and construction of a noise map of the Southern district of Belgorod, which was chosen as the most populated area of the city with a large number of highways with high traffic intensity, was carried out. Areas of acoustic discomfort, in which levels of sound pressure from transport noise in zones adjacent to residential buildings exceed sanitary and hygienic standards, was determined.

Keywords: noise, transport noise, noise pollution, noise map, urban environment.

Семейкин Александр Юрьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: alexsem-n@yandex.ru