

Проблема снижения шума автотранспорта

Буторина М.В., к.т.н., доцент кафедры экологии и БЖД;
Куклин Д.А., д.т.н., профессор кафедры экологии и БЖД

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова

Введение

Проблема защиты населения от повышенного шума — это, прежде всего, проблема сохранения здоровья. По данным ВОЗ 16% населения Земли (более 1 млрд. человек) имеют серьезные нарушения слуха. Шум также приводит к сердечно-сосудистым и нервно-психическим заболеваниям. В докладе Европарламента 2012 г. «Стратегия борьбы с шумом» указывается, что ежегодно в странах Евросоюза 50 тыс. человек преждевременно умирает от сердечных приступов, вызванных уличным шумом; 200 тыс. человек страдает от сердечно-сосудистых заболеваний, связанных с уличным шумом. Отмечается, что для людей, проживающих на шумных улицах с уровнем звука (УЗ) 65-75 дБА, риск таких заболеваний увеличивается на 20%.

Исследование воздействия автотранспортного шума на население городов, проведенное специалистами Научно-исследовательского института строительной физики (Москва), показало, что уже при уровне звука в 80 дБА наблюдается утомление органа слуха, нарушение разборчивости речи в 20-50 % случаев, удлинение скрытого времени зрительно-моторной и слухо-моторной реакции на 18 мс, что оказывает влияние на поведенческие реакции человека и условно-рефлекторную деятельность, снижается внимание и работоспособность людей [1].

Раздражающее действие шума обусловлено его физическими свойствами: уровнем и спектральным составом, частотой повторяемости, длительностью и интенсивностью воздействия, превышением привычного шумового фона. Воздействие на психику возрастает с повышением частоты тона и увеличением громкости звука. Реакция на шум зависит от таких субъективных факторов, как возраст, состояние здоровья, уровень развития, характер деятельности и профессиональные особенности человека. Предрасположенность к неврозам приводит к усилению реакции на шум.

Значительное обременяющее воздействие шум оказывает на сон человека. По результатам исследования сна, проведенным нидерландскими и немецкими учеными, можно сделать вывод, что шум во время сна приводит к изменениям стадий сна или их временным сдвигам. Уже при уровне звукового давления, равном 40 дБ по электроэнцефалограмме можно проследить изменение качества сна, изменения стадий начинаются при УЗД в 50 дБ, реакции пробуждения наблюдаются, начиная с 55 дБ. Под воздействием шума с уровнем 50-55 дБ у спящего значительно повышается пульс. Такие нарушения сна влияют на общее состояние человека и на качество выполняемой им работы. Продуктивность при этом остается прежней, но качество продукции снижается.

По расчетам Министерства окружающей среды Германии, при обременяющем воздействии между 50 и 70 дБ земельный участок теряет 1,5 % стоимости на каждый 1 дБ.

Шум становится значимым сепаратором социальных групп. Подверженные повышенному шуму районы подвергаются обнищанию, т.к. социально обеспеченные семьи съезжают, уступая место малообеспеченным.

Наиболее значимым источником шума в городской застройке является автомобильный транспорт, под воздействием которого находится 34 % территории городов, далее следуют промышленные источники (14 %), железнодорожный транспорт (7 %).

1. Нормирование шума

Целью нормирования шума является ограничение вредного воздействия акустического загрязнения на человека. Нормы допустимых уровней шума имеют первостепенное значение для решения задачи борьбы с шумом в жилой застройке, поскольку они определяют меры, направленные на снижение шумов различных источников.

Поскольку орган слуха человека различает не разность, а кратность изменения абсолютных значений звуковых давлений, шум оценивают уровнем звукового давления (УЗД), то есть отношением создаваемого звукового давления к давлению, принятому за единицу сравнения, каковым служит пороговое значение звукового давления равное $2 \cdot 10^{-5}$ Па. Измеряется уровень звукового давления в относительных логарифмических единицах — «децибелах».

Для оценки шума одним числом, учитывающим субъективную оценку его человеком, в разных странах используется уровень звука (УЗ) в дБА — общий уровень звукового давления, измеряемый шумомером на кривой частотной характеристики А, характеризующей приближенно частотную характеристику восприятия шума человеческим ухом. Эквивалентный уровень звука представляет собой результирующий уровень звукового давления во всем слышимом диапазоне частот от 20 Гц до 20 кГц с поправками в соответствии с характеристикой А.

В России предельно допустимые уровни шума устанавливаются санитарными нормами СН 2.2.4/2.2.1.8.563-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки». Нормируемыми параметрами автотранспортного шума, который является непостоянным (прерывистым, колеблющимся во времени), являются эквивалентные уровни звукового давления $L_{\text{равн}}$ дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц, максимальные $L_{\text{Амакс}}$ и эквивалентные уровни звука $L_{\text{Аэкв}}$ дБА [2].

Допустимые уровни звука в жилых помещениях зданий, а также на территории, непосредственно к ним примыкающей, которые являются основными критериями обеспечения акустического комфорта на селитебной территории, приведены в таблице 1.

Таблица 1. Допустимые уровни шума в жилой застройке в России

Вид трудовой деятельности	Время суток	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Эквивалентные уровни звука, дБА	Максимальные уровни звука L_{Amax} , дБА
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
Жилые комнаты квартир	7-23	79	63	52	45	39	35	32	30	28	40	55
	23-7	72	55	44	35	29	25	22	20	18	30	45
Территории, непосредственно прилегающие к жилым домам	7-23	90	75	66	59	54	50	47	45	44	55	70
	23-7	83	67	57	49	44	40	37	35	33	45	60

Для сравнения в таблице 2 приводятся предельно допустимые уровни шума, установленные для территории жилой застройки в различных странах.

Таблица 2. Нормативные уровни шума в разных странах мира

Территория	Германия		Скандинавия		Австрия		Критерии ЕС для построения карт шума		Россия	
	День	Ночь	День	Ночь	День	Ночь	День	Ночь	День	Ночь
Жилая застройка	59	49	59	49	55	45	55	50	55	45

При сравнении российских и западных норм шума отмечается, что западные нормы шума более мягкие, чем в России. Кроме того, в Европе нормируются только уровни звука.

Помимо допустимых уровней шума для жилой за-

стройки, устанавливаются технические нормы для различных видов транспорта. В России уровни шума легковых автомобилей ограничиваются ГОСТ 33397, а в Европе Правилами 540/2014. Уровни шума оцениваются на расстоянии 0,5 м от среза выпускной трубы.

Таблица 3. Допустимые уровни шума средств автотранспорта

Категория	Тип	Россия	ЕС	Целевой показатель ЕС на 2024 г.
M1	Транспортные средства, используемые для перевозки пассажиров и имеющие, помимо места водителя, не более восьми мест для сидения	96	72-75	68-72
M2	Транспортные средства, используемые для перевозки пассажиров, имеющие, помимо места водителя, более восьми мест для сидения, максимальная масса которых не превышает 5 т	98	72-75	69-72
M3	Транспортные средства, используемые для перевозки пассажиров, имеющие, помимо места водителя, более восьми мест для сидения, максимальная масса которых превышает 5 т	100	76-80	73-77
N1	Транспортные средства, предназначенные для перевозки грузов, имеющие максимальную массу не более 3,5 т	96	72-74	69-71
N2	Транспортные средства, предназначенные для перевозки грузов, имеющие максимальную массу свыше 3,5 т, но не более 12 т	98	77-78	74-75
N3	Транспортные средства, предназначенные для перевозки грузов, имеющие максимальную массу более 12 т	100	79-82	76-79

Как показывает сравнение, нормы шума для автотранспорта в ЕС на 20-24 дБА ниже, чем в России. На период до 2024 г. допустимые уровни должны снизиться еще на 3-4 дБА. Таким образом, уровни шума наиболее распространенных типов автомобилей должны составить 68-71 дБА.

В России следует проводить работу по сближению технических норм транспорта (снижать) и допустимых уровней шума в жилой застройке (повышать). При построении карт шума жилой застройки следует увеличить допустимые уровни шума в ночное время на 5 дБА, с тем, чтобы соответствовать критериям, установленным для картирования шума в ЕС. Нормативные уровни шума для территории застройки должны различаться в зависимости от категории

автомобильной дороги, например: III-V категория – бонус не устанавливается, I-II категория – ПДУ снижается на 5 дБА. Принятие таких норм способствовало бы сближению российского и европейского законодательства, а также могло бы принести значительный экономический эффект на территории РФ.

2. Картирование шума автодорог

В Европе законодательная база для составления карт шума представлена Директивой Европейского парламента 2002/49/ЕС по шуму в окружающей среде [3], согласно которой предусматривается разработка карт шума городов с

населением более 100 тыс. жителей, автомагистралей с интенсивностью движения более 3 млн. автомобилей в год, железных дорог с интенсивностью движения более 30 тыс. поездов в год, аэропортов с интенсивностью движения более 50 тыс. операций в год. Начальный этап картирования шума в Европе был завершён в 2012 г. По его результатам сделан вывод, что примерно треть населения Европы подвержена воздействию повышенных уровней шума, создаваемых автотранспортом, на втором месте находится железнодорожный транспорт, авиационный транспорт располагается на третьем месте и является источником самых высоких уровней шума. Перед Европейским Сообществом поставлена цель — значительно снизить шумовое загрязнение к следующему сроку предоставления отчетности по картам шума в 2020 г.

В соответствии с действующими в Российской Федерации строительными правилами СП 51.13330.2011 «Защита от шума» карты шума должны входить в состав документов территориального планирования, а также могут использоваться как средство оценки шумового режима территории, позволяющее рационально выбирать шумозащитные мероприятия и определять зоны сверхнормативного воздействия шума.

Карты шума разрабатываются расчетными методами. Процесс составления такой карты можно подразделить на следующие этапы [4]:

- 1) сбор данных об источниках шума (транспорт, промышленные источники и т.п.);
- 2) составление модели местности (здания, рельеф и т.п.);
- 3) расчет распространения шума;
- 4) анализ полученных данных и разработка рекомендаций.

Собранные на первом этапе данные используются для расчета распространения шума по стандартизованным методикам. При моделировании распространения звука в застройке используется трехмерная модель зданий. Результаты расчетов накладываются на оцифрованную карту местности.

В зависимости от целей планирования применяются шумовые карты различных масштабов. Крупномасштабные карты применяются при принятии решений о выборе места размещения новых источников шума и объектов, требующих защиты. Такие карты составляются на основе официального издания карты местности, изображающей существенные детали отдельных зданий, автодорожных сооружений и промышленных зон, сельхозтерритории, зеленые насаждения, а также горизонталы, указывающие высоту над уровнем моря.

Наиболее перспективное направление в разработке карт шума — это применение программного обеспечения для расчета уровней шума в любой точке городской застройки. В качестве исходных данных для построения карты шума применяются цифровые карты местности, а также результаты инструментальных измерений и расчетов шума транспорта, и стационарных источников.

Для расчета распространения шума территория разбивается по сетке с определенным шагом, наиболее соответствующим целям картирования. После определения уровней шума в расчетных точках сетки точки с равными уровнями звука соединяются изолиниями, в результате чего получаются линии равного уровня звука на территории города с определенным шагом. Наиболее удобен шаг в 5 дБА,

который соответствует условиям нормирования шума. Для каждой защищаемой территории в соответствии с ее назначением устанавливаются предельно допустимые уровни шума, и определяется превышение ПДУ. Затем выделяют зоны акустического дискомфорта с нанесением в их пределах данных по числу людей или жилых единиц, подверженных воздействию шума. Калибровка карт шума производится при помощи замеров уровней шума на территории городской застройки.

Визуализация результатов оценки уровней шума в виде карт позволяет наглядно представить информацию, а также разработать план эффективных шумозащитных мероприятий. Помимо графического представления, карты шума содержат электронную информацию о зонах повышенного воздействия шума, позволяющую легко интегрировать ее в существующие геоинформационные системы; статистическую информацию о количестве жилых домов, больниц, школ и численности населения, подвергающегося сверхнормативному воздействию, что способствует выявлению наиболее проблемных участков, нуждающихся в шумозащите.

Однако в настоящее время использование карт шума ограничено, т.к. они не имеют статуса официального документа. Необходимо определить порядок утверждения карт шума в СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» как источника информации о зонах влияния шума автомобильных, железных дорог и воздушного транспорта в целях реализации Постановления Правительства от 03.03.2018 г. № 222. Согласно Постановлению №222 из зоны повышенного влияния источников воздействия при помощи защитных мероприятий должны быть выведены нормируемые объекты, а границы санитарно-защитной зоны должны быть внесены в Единый государственный реестр недвижимости, после чего в этой зоне налагается запрет на строительство и реконструкцию объектов, использование которых не соответствует установленным ограничениям. Это позволит зафиксировать фоновые уровни шума, создаваемые существующими источниками, распределить ответственность за обеспечение предельно допустимых уровней шума между собственниками различных источников и Заказчиками нового строительства, что, в конечном итоге, повлечет сокращение расходов на экологические штрафы, а также снижение экологических рисков и количества жалоб на повышенный уровень шума объектов транспорта.

3. Мероприятия по защите от шума

Карты шума являются основанием для разработки шумозащитных мероприятий. Как показывают результаты картирования шума в Санкт-Петербурге [5], показатели шумовой нагрузки по автомагистралям колеблются в пределах 60-85 дБА с наибольшими значениями в центральной и правобережной зонах города. Акустический режим территорий жилой застройки, расположенных вдоль автомагистралей, характеризуется уровнем шума 57-65 дБА с высокими показателями для участков, граничащих с крупными магистралями и низкой нагрузкой для зон периферийной части города, связанных с внутрирайонными транспортными магистралями местного значения. В целом, уровень шумовой нагрузки в зоне городских автомагистралей и прилегающей жилой застройки выше предельно допустимых

показателей в среднем на 8-10 дБА (для центральных районов города – на 12-15 дБА, для периферийных – на 6-8 дБА).

Для снижения шума автотранспорта в городах применяются:

- вынос транзитных транспортных потоков из центра в обход города;
- направление грузовых потоков в обход жилых районов на специальные грузовые трассы;
- шумозащитное остекление близ расположенных жилых зданий при реконструкции автодорог;
- установка шумозащитных экранов и организация шумозащитных полос зеленых насаждений.

Наиболее часто применяемым шумозащитным мероприятием, снижающим шум на пути от источника (автомобильной дороги) до защищаемого объекта (жилого района), являются шумозащитные экраны.

Принцип работы шумозащитного экрана основан на создании зоны звуковой тени за ним в результате частичного отражения звука от его поверхности. Эффективность шумозащитных экранов колеблется в основном в диапазоне от 5 до 15 дБА, но в отдельных случаях может достигать 20 дБА и более, при больших углах дифракции.

Требуемая эффективность экрана будет обеспечена только в том случае, если он правильно спроектирован и установлен. Процесс проектирования включает в себя оценку шумовой характеристики автодороги, определение объектов, подлежащих шумозащите, расчет снижения уровней шума на пути его распространения от автодороги до нормируемых объектов, а также оценку эффективности экранов расчетным способом. При оценке эффективности экранов производится выбор конструкции экрана, определяется его высота, длина, материал, место установки и т.п. Далее разрабатывается проектная и рабочая документация на шумозащитный экран, включающая в себя выбор фундамента, чертежи с расстановкой экранов с учетом продольного и поперечного профиля дороги, расстановкой стоек, определением нагрузок на экран, определением узлов

сопряжения и т.п. В процессе разработки проектной документации разрабатываются ведомости объемов работ, а на их основании сметы на строительные-монтажные работы.

В настоящее время для оценки уровней шума используются методики, которые не учитывают многие важные факторы, влияющие на эмиссию шума потоком автотранспорта, а также на снижение шума на пути его распространения. Методики оценки эффективности экрана и выбора его конструктивных параметров также далеки от совершенства. В результате параметры экрана оказываются занижены, а его расчетная эффективность завышена. Для обеспечения корректной оценки эффективности экрана необходимо совершенствовать существующие методики.

Выводы

Шум автомобильного транспорта является одним из основных источников шума в жилой застройке, который негативно воздействует на здоровье населения.

Для снижения шума автотранспорта применяется нормирование уровней шума на территории застройки (санитарно-гигиеническое нормирование), а также технические нормы шума. Российские нормы, установленные для шума автотранспорта, значительно превышают показатели, установленные в ЕС. Поэтому необходимо вводить новые более жесткие технические нормы шума.

Наиболее удобным способом представления информации об уровнях шума на территории застройки является картирование шума. Карты шума служат источником информации о зонах повышенного воздействия шума, а также статистической информации о количестве населения, проживающего в данных зонах. Карты шума следует более широко использовать для оценки зон повышенного шума автодорог, а также для разработки шумозащитных мероприятий.

Наиболее распространенным шумозащитным мероприятием является установка шумозащитных экранов. Существующие в настоящее время расчетные методики, предназначенные для оценки эффективности экранов, несовершенны и дают завышенную эффективность экранов, поэтому они нуждаются в корректировке.

Литература:

1. Буторина М.В., Иванов Н.И., Шашурин А.Е. Законодательное регулирование в области шума в Российской Федерации: недостатки и пути улучшения Эл. В сборнике: Защита от повышенного шума и вибрации. Сборник докладов VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. под редакцией Н.И. Иванова. Санкт-Петербург, 2017. С. 15-24.
2. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».
3. Директива 2002/49/ЕС Европейского Парламента и Совета от 25 июня 2002 г. относительно оценки и контроля шума окружающей среды (Directive 2002/49/EC of the European Parliament and the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise)
4. ГОСТ Р 56394-2015 Шум. Карты шума оперативные для железнодорожного транспорта. Общие требования и методы составления.
5. Буторина М.В., Иванов Н.И., Кудяев А.В., Куклин Д.А., Курцев Г.М., Олейников А.Ю., Шашурин А.Е. Результаты картирования шума Санкт-Петербурга, Безопасность жизнедеятельности. 2009. № 8. С. 9-12.