

УДК 628.517.2

Никулушкин Александр Александрович

ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»
Россия, Саратов¹
Аспирант
alekmmnik83@mail.ru

Кочетков Андрей Викторович

ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»
Россия, Пермь
Профессор
Доктор технических наук
soni.81@mail.ru

Технические решения по повышению безопасности движения на автомобильных дорогах

¹ 410001, Саратов, ул. Новоастраханское шоссе, 33, кв. 19

Аннотация. В настоящее время большинство регионов России продолжает активно решать проблему, направленную на улучшение экологического состояния населенных пунктов, в частности, разрабатывать и совершенствовать мероприятия по снижению отрицательного шумового воздействия на человека от транспортного потока. Как показали исследования, некоторые меры защиты не обеспечивают снижения шума до предельно-допустимых уровней, в связи, с чем рекомендуется использовать комплекс мероприятий для решения обозначенной проблемы. При исследовании вероятностной сущности шумовой характеристики от автотранспортных средств может быть использована теория риска, основанная на нормальном законе распределения, что позволит оценить вероятность (риск) возникновения шумового загрязнения от транспортного потока и назначить необходимые мероприятия для смягчения или устранения шумового воздействия на окружающую среду при движении потока автомобильного транспорта по дорогам. Предлагается опираться на вероятностно-статистические методы оценки шумовой характеристики, что позволит точно прогнозировать уровень шумового загрязнения и рационально назначать мероприятия по его снижению.

Ключевые слова: риск; транспортный поток; транспортный шум; шумовая характеристика; автомобильный транспорт.

Ведение

Движение транспортного потока по автомобильным дорогам общего пользования сопровождается шумовым воздействием на прилегающие к ним объекты. Шум от автомобильных дорог зависит от интенсивности движения, состава потока, вида и состояния дорожного покрытия и погодных условий. С целью снижения отрицательного шумового воздействия от транспортного потока наряду с другими шумозащитными сооружениями и техническими и организационными мероприятиями используются акустические экраны согласно ОДМ 218.2.013.2011 рис 1 и рис 2.



*Рис 1. Акустический экран
(фотография сделана автором)*



*Рис 2. Акустический экран
(фотография сделана автором)*

Постановка задачи

В результате негативных воздействий транспортного потока на окружающую среду, приводящих к увеличению опасности неизлечимых заболеваний людей и животных, загрязнению почв и воздуха, угасанию растительности и снижению воспроизводства микроорганизмов, к экологически опасным объектам следует причислить автомобильные дороги. Транспортный шум является основным элементом воздействия автомобильных дорог на окружающую среду. Шумовое загрязнение в самих городах в основном имеет локальный характер и вызывается средствами различного вида транспорта - городского, железнодорожного или авиационного. В настоящее время на основных магистралях больших городов уровни шумов превышают 80 дБА и они имеют тенденцию к увеличению ежегодно на 0,6 дБА, что служит огромной опасностью для окружающей среды в районах оживленных транспортных магистралей механического, теплового, электромагнитного, вибрационного, относят и шумовое загрязнение. [1,2,13]

Воздействие транспортного шума на окружающую среду и среду обитания человека стало проблемой. В России более 30 млн. человек проживает в условиях шумового дискомфорта и испытывает воздействие шума более 65 дБА, в то время как предельно допустимый уровень (ПДУ) согласно СН 2.24/2.1.8.562-96 считается 55 дБА для территории, непосредственно прилегающей к жилым домам. Шумовое загрязнение оказывает раздражающее воздействие на нервную систему человека, может вызвать сердечно-сосудистые и желудочно-кишечные заболевания. Человек может переносить без особых последствий в течение продолжительного времени шум в 20-25 дБА, а, находясь в больном состоянии, начинает ощущать действие шума с 30 дБА. Усталость от шума накапливается, угнетается нервная система, происходит функциональное расстройство центральной нервной системы, психики. Прямой ущерб, наносимый здоровью человека, от превышения фактического транспортного шума предельно-допустимых величин, порождает еще полный ряд проблем. И если физиологические последствия акустического дискомфорта могут быть оценены экономически, то социальный ущерб от шума даже сложно учесть.

Идея таких защитных мероприятий заключается в использовании явления акустического экранирования. Оно возникает, когда между источником шума и объектом находится препятствие, затрудняющее распространение звуковых волн. Наиболее известными и находящимися применение во многих странах шумозащитными средствами являются звукоизоляционные экраны, земляные валы и полосы зеленых насаждений [1-3, 7-11]. При проектировании автомобильных дорог ограничение вредного влияния транспортного шума заключается прежде всего в трассировании магистралей на безопасном расстоянии от территорий и объектов, требующих особой звукоизоляции. В случаях, когда это невозможно или, когда имеют дело с уже построенной дорогой, остается только применить шумозащитные экраны [3-6].

При не подтверждении характеристик и параметров экранов и их отдельных частей требованиям проектной документации определяются причины возникновения некондиционного состояния, определяется перечень мероприятий по их исправлению и сроки их реализации.

При несоответствии экрана требуемым показателям по шуму рассматриваются возможность проведения доводочных работ на акустическом экране, а также альтернативные возможности совершенствования дорожного покрытия и других конструктивных элементов автомобильной дороги и придорожной полосы (высадка деревьев и кустарников), а также применения в защищаемой зоне окон с повышенной шумоизоляцией.

Целесообразность совершенствования теоретических основ экологической безопасности автомобильных дорог заключается в устройстве вероятностно-статистических методов при исследовании вероятностной сущности шумовой характеристики. Это позволит прогнозировать снижение или увеличение уровня шумового загрязнения окружающей среды от транспортного потока. В соответствии с ГОСТ 20444-85² под шумовой характеристикой автомобильного транспорта следует понимать эквивалентный уровень звука, устанавливаемый в 7,5 м от оси первой полосы движения транспорта на высоте 1,5 м от поверхности земли. Исходя из условий движения транспорта, на улично-дорожной сети шумовая характеристика устанавливается для дневного периода времени (с 7:00 до 23:00). Эквивалентный уровень звука определяется расчетным путем в зависимости от интенсивности движения всех типов транспортных средств в час пик, средней скорости транспортного потока, и доли грузового и общественного транспорта в общем потоке транспорта.

² ГОСТ 20444- 85. Шум/ Транспортные потоки/ Методы измерения шумовой характеристики.

Кафедрой «Транспортное строительство» (ФГБОУ ВПО СГТУ имени Гагарина Ю.А.) под руководством проф. Кокодеевой Н.Е. были проведены экспериментальные исследования по определению эквивалентного уровня шума на основных магистралях г. Саратова и г. Энгельса. Целью эксперимента было установить, какова величина эквивалентного уровня шума за пределами уже установленного акустического экрана со стороны жилой застройки, действительно ли обеспечивается акустический комфорт после установки экранов. При проведении экспериментальных исследований были зафиксированы также интенсивность и состав движения, представленный в виде легковых и грузовых автомобилей, автопоездов, автобусов, мотоциклов и мотороллеров. При этом исследованию подлежали участки автомобильных дорог и улиц без акустических экранов и при их наличии. Целью эксперимента было установить, какова величина эквивалентного уровня шума за пределами уже установленного акустического экрана со стороны жилой застройки, действительно ли обеспечивается акустический комфорт после установки экранов.[13-15] В данной статье приводится один из исследуемых участков (рис.3 и 4), представляющий собой автомобильную дорогу с двухполосным движением, шириной полосы движения 3,75 м, тротуаром шириной 2 м, и акустическим экраном, установленным на расстоянии 2,5 м от бордюрного камня.



Рис. 3. Участок экспериментальных исследований. Акустический экран (фотография сделана автором)



Рис 4. Участок экспериментальных исследований
(фотография сделана автором)

Для обоснования закона распределения шумовой характеристики от автомобильного транспорта в качестве исходных данных были использованы экспериментальные исследования, выполненные на улицах г. Саратова и г. Энгельса (в табл. 1)

Таблица 1

**Данные экспериментальных исследований,
выполненных на улицах г. Саратова и г. Энгельса**

№ п.п	Наименование магистралей. Номера участков улично-дорожной сети	Шумовая характеристика, дБА
1	2	3
Ул. Университетская		
1	1	76
2	2	78
3	3	80
4	4	81
Ул. Антонова		
5	1	78
6	2	76
7	3	77
8	4	72
9	5	73
10	6	65
Ул. Слонова		
11	1	69

№ п.п	Наименование магистралей. Номера участков улично-дорожной сети	Шумовая характеристика, дБА
12	2	70
13	3	70
14	4	69
15	5	63
16	6	65
Ул. Мясницкая		
17	1	70
Ул. Б.Садовая		
18	1	69
Ул. Тархова		
19	1	70
Сокурский тракт		
20	1	70
Усть-курдюмское шоссе		
21	1	53
Ул. Арбатская		
22	1	86
Ул. Соколова		
23	1	66
Московской шоссе		
24	1	71
25	2	68
Ул. Крымская		
26	1	74
27	2	72
28	3	76
Ул. Навашина		
29	1	74
30	1	69
Ул. Политехническая		
31	1	72
Ул. Симбирская		
32	1	62
Ул. Маркина		
33	1	62
Ул. Азина		
34	1	74
Ул. Шехурдина		
35	1	68
Ул. Панфилова		
36	1	61

№ п.п	Наименование магистралей. Номера участков улично-дорожной сети	Шумовая характеристика, дБА
Ул. Тепличная		
37	1	57
Ул. Буровая		
38	1	66
Новоастраханское шоссе		
39	1	70
Ул. Рахова		
40	1	64
Ул. Топольчанская		
41	1	66
Ул. Б.Горная		
42	1	57
Ул. Высокая		
43	1	57
Ул. Планерная		
44	1	59
Ул. Лесозаводская		
45	1	62
46	2	64
47	3	63
48	4	62
49	5	65

Рекомендации

При исследовании вероятностной сущности шумовой характеристики от автотранспортных средств может быть использована теория риска, предложенная профессором Столяровым В.В.[16]

Риск отрицательного шумового воздействия на человека от транспортного потока можно установить по зависимости:

$$r = 0,5 - \Phi \left(\frac{Y_{50}^{\max} - Y_{\Phi}}{\sqrt{\sigma_{Y_{50}^{\max}}^2 + \sigma_{Y_{\Phi}}^2}} \right), \quad (3)$$

где r – вероятность (риск) возникновения последствий по причине шумового загрязнения от транспортного потока;

Y_{50}^{\max} - уровень постоянного шума, при котором вероятность нежелательного последствия от шумового загрязнения равна 50%. Такой уровень в теории риска называют максимальным, дБА;

U_{ϕ} – фактический средний уровень шума, дБА;

$\sigma_{U\phi}$ – среднее квадратическое отклонение фактического уровня шума, дБА;

$\sigma_{U_{50}^{\max}}$ – среднее квадратическое отклонение максимального уровня шума, дБА;

$\Phi(U)$ – функция Лапласа (интеграл вероятности).

Такой подход позволит оценить вероятность (риск) возникновения шумового загрязнения от транспортного потока и назначить необходимые мероприятия для смягчения или устранения шумового воздействия на окружающую среду при движении потока автомобильного транспорта по дорогам. [17-19]

Вероятностный подход по расчету шумовой характеристики на основе теории риска рекомендуется использовать при разработке нормативных документов, а именно технических регламентов, национальных стандартов и стандартов организаций с целью создания в Российской Федерации, так называемой системы технического регулирования, представляющей собой совокупность нормативных международных соглашений и законодательных актов Российской Федерации, технических регламентов с учетом оценки степени риска и степени причиняемого вреда, национальных стандартов и стандартов организации в области технического регулирования, гармонизированных между собой и отражающих минимально необходимые требования к безопасности объектов и услуг. Развитие такой системы технического регулирования позволит в нашей стране быть конкурентоспособными на мировом рынке.

Как показали экспериментальные исследования, величина эквивалентного уровня шума колеблется от 55 дБА до 65 дБА между уже установленным акустическим экраном и жилым массивом, и от 68 дБА до 80 дБА на участке, где акустический экран отсутствовал. Как видим на данном примере, наличие акустического экрана снижает величину транспортного шума на несколько децибел, но, к сожалению, не до допустимой величины, которая, в соответствии с СП 51.13330.2011 [8], в жилых комнатах и квартирах в дневное время суток соответствует 55 дБА.

При исполнении теории риска получили риск возникновения негативных последствий для человека по причине шумового загрязнения от транспортных средств достигает величины 0,1, при допустимой величине 0,001. Это означает, что фактически постоянно отрицательному влиянию подвергаются 10 человек из ста граждан, находящихся на территории близкой к автомобильной дороге.

В этом случае рекомендуется применять комплекс мероприятий и дорожно-технических решений по снижению транспортного шума. Одно техническое решение- это шумопоглощающие экраны, а другое техническое решение- это отбойники. Например, помимо установки акустического экрана рекомендуется размещать, так называемые отбойники «Нью-джерси», примеры которых приведены на рис.5 и рис. 6



*Рис. 5. Отбойник «Нью- джерси»
(фотография сделана автором)*



*Рис 6. Отбойник «Нью- джерси»
(фотография сделана автором)*

Отбойник «Нью- джерси» на автомобильных дорогах выполняет функции предупреждающего барьера. Отбойник «Нью- джерси» так сконструирован, что при столкновении с ним автомобиль подскакивает на «подножке» отбойника и в ограждение попадает сначала колесами.

Сборные парапетные ограждения «Нью-Джерси» - это новый облик российских автомобильных дорог. В соответствии с требованиями ГОСТ Р 52289-2004 они выпускаются двух модификаций: дорожной и мостовой группы с удерживающей способностью до 600 кДж. В соответствии с мировым опытом сборные парапетные ограждения применяются на участках автомобильных дорог. Сегодня в России одним из известных производителей таких передовых ограждений является компания «Штарком». Они устанавливаются на обочинах или на разделительной полосе автомобильных трасс также с обеих сторон проезжей части мостовых сооружений.

Основное назначение парапетных ограждений — обеспечение безопасности пешеходов на тротуарах, водителя и пассажиров автотранспорта. Конструкция ограждения такова, что гигантская динамическая энергия наезжающего на него автомобиля буквально «гасится», что позволяет минимизировать вероятность нанесения ущерба здоровью и имуществу всех участников дорожного движения. В частности, удаётся избежать наиболее опасных дорожно-транспортных происшествий – опрокидываний и лобовых столкновений. С конструктивной точки зрения ограждения являются препятствием, несущим потенциальную угрозу серьёзных повреждений.

Вывод

Ощутимый эффект по обеспечению безопасности движения будет замечен при применении комплексных мероприятий, указанных в этой статье.

ЛИТЕРАТУРА

1. Большаков В.Д. Теория математической обработки геодезических измерений.
2. А.Д.Большаков, П.А.Гайдаев. М.: Недра, 1997. -368с.
3. Столяров В.В. Проектирование автомобильных дорог с учетом теории риска: в 2 ч./
4. В.В.Столяров. - Саратов: СГТУ, 1994.
5. О техническом регулировании: Федеральный Закон № 184-ФЗ. – Введ. 2002–27–12. – Электрон. дан. – М., – 2011. – <http://www.consultant.ru>.
6. Кокодеева Н.Е. Методологические основы комплексной оценки надежности автомобильных дорог в системе технического регулирования дорожного хозяйства: дис. ... д-ра техн. наук / Н.Е. Кокодеева – С-Пб.: ПГУПС, 2013. – 340 с.
7. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки», М.,1997г.
8. Кокодеева Н.Е. Обеспечение безопасности автомобильных дорог с учетом теории риска // Строительные материалы. 2009. № 11. С. 80-81.
9. СП 51.13330.2011/Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003.
10. Кокодеева Н. Е., Бражникова Т. А. Исследование вероятности шумового воздействия на человека от транспортного потока на улицах г. Саратова // Техническое регулирование в транспортном строительстве. – 2013. – № 2; URL: trts.esrae.ru/3-12.
11. Кокодеева Н.Е. Вопросы реализации принципов технического регулирования в дорожном хозяйстве /Н.Е. Кокодеева, А.В.Кочетков, Л.В.Янковский // Сборник статей. Экологические проблемы урбанизированных территорий. Всерос. науч.-практ. конф. [эл. ресурс]. Пермь: Пермский государственный технический университет, 2011.

12. Кокодеева Н.Е. Методические подходы реализации принципов технического регулирования в дорожном хозяйстве / Н.Е. Кокодеева, А.В.Кочетков, Л.В.Янковский // Вестник ПГТУ. Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. 2011. №1. С. 44-56.
13. Кокодеева Н.Е. О законе распределения и оценке степени риска шумовой характеристики от транспортного потока [Электронный ресурс] / Н. Е. Кокодеева, А. А. Никулушкин // Техническое регулирование в транспортном строительстве. - 2014. - № 1(5). - 8 с. <http://trts.esrae.ru/11-35>.
14. Кокодеева Н.Е. О проблемах обеспечения экологической безопасности в дорожном хозяйстве // Проблемы транспорта и транспортного строительства: сб. науч. тр. Саратов: СГТУ, 2008. С. 25-29.
15. Кокодеева Н.Е. Оценка степени риска отрицательного шумового воздействия на человека от транспортного потока // Дороги и мосты. 2010. №23/1. С. 241-252.
16. Кокодеева Н.Е. Применение теоретико-вероятностного подхода при оценке отрицательного шумового воздействия дорожно-строительных машин на человека // Жилищное строительство. 2010. № 9. С. 13-15.
17. Кокодеева Н.Е. Теория риска в техническом регулировании дорожного хозяйства: монография / Н.Е. Кокодеева, В.В. Столяров - Саратов: Научная книга, 2011. – 356 с.
18. Кокодеева Н.Е. Техническое регулирование в дорожном хозяйстве: монография / Н.Е. Кокодеева, В.В. Столяров, Ю.Э. Васильев - Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2011. – 232 с.
19. Никулушкин А. А., Кокодеева Н. Е. Вероятностный подход к оценке шума от транспортного потока: Актуальные проблемы строительства и строительной индустрии: сб. материалов XV междунар. науч.-техн. конф., г. Тула, 1-3 июля 2014 г. / ТулГУ. - Тула, 2014. - С. 66-67. (+).

Рецензент: Кокодеева Наталия Евсегнеевна, профессор, доктор технических наук, заведующая кафедрой Транспортного строительства.

Aleksandr Nikulushkin

Saratov state technical university of a name of Gagarin Yu.A.
Russia, Saratov
alekmnik83@mail.ru

Andrey Kochetkov

Perm national research polytechnical university
Russia, Perm
soni.81@mail.ru

Technical solutions for improving safety on the roads

Abstract. Nowadays most regions of the Russian Federation focus on environmental needs of residential areas, making special efforts to reduce health effects from road traffic noise. The results of previous research have proved that only complex measures, not separate ones, can be applied to decrease traffic noise to a maximum acceptable level. To study the probabilistic nature of traffic noise characteristics, risk theory can be used. As long as risk theory is based on the law of normal distribution, it can be applied to assess the potential risks of traffic noise pollution and to work out measures to minimize or prevent its negative impacts on the environment. The application of probabilistic and statistical methods will enable specialists to predict noise pollution levels and to introduce preventive measures.

Keywords: risk; transport stream; transport noise; noise description; motor transport.

REFERENCES

1. Bolshakov V.D. Theory of mathematical processing of geodetic measurements /
2. A.D.Bolshakov, P. A. Gaydayev. M.: Subsoil, 1997. - 368s.
3. V. V joiners. Design of highways taking into account the theory of risk: in 2 ch./
4. V. V. Stolyarov. - Saratov: SGTU, 1994.
5. On technical regulation: Federal Law No. 184-FZ. – Vved. 2002–27–12. – Electron. it is given. – M, – 2011. – <http://www.consultant.ru>.
6. Kokodeeva N. E. Methodological bases of a complex assessment of reliability of highways in system of technical regulation of road economy: yew.... Dr.Sci.Tech. / N. E. Kokodeeva – S-Pb.: PGUPS, 2013. – 340 pages.
7. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 "Noise on workplaces, in rooms of residential, public buildings and in the territory of a housing estate", M., 1997.
8. Kokodeeva N. E. Safety of highways taking into account the theory of risk//Construction materials. 2009. No. 11. Page 80-81.
9. Joint venture 51.13330.2011 / Protection against noise. The staticized edition Construction Norms and Regulations 23-03-2003.
10. Kokodeeva N. E., Brazhnikova T. A. Research of probability of noise impact on the person from a transport stream on streets of Saratov//Technical regulation in transport construction. – 2013. – No. 2; URL: trts.esrae.ru/3-12.
11. Kokodeeva N. E. Questions of realization of the principles of technical regulation in road economy / N. E. Kokodeeva, A. V. Kochetkov, L. V. Yankovsky//the Collection of articles. Environmental problems of the urbanized territories. Всерос. науч. - практ. конф. [эл. resource]. Perm: Perm state technical university, 2011.
12. Kokodeeva N. E. Methodical approaches of realization of the principles of technical regulation in road economy / N. E. Kokodeeva, A. V. Kochetkov, L. V. Yankovsky//the PGTU Bulletin. Transport. Transport constructions. Ecology. 2011. No. 1. Page 44-56.
13. Kokodeeva N. E. About the law of distribution and an assessment of degree of risk of the noise characteristic from a transport stream [An electronic resource] / N. E. Kokodeeva, A. A. Nikulushkin//Technical regulation in transport construction. - 2014. - No. 1(5). - 8 pages <http://trts.esrae.ru/11-35>.
14. Kokodeeva N. E. About problems of ensuring ecological safety in road economy//Problems of transport and transport construction: сб. науч. тр. Saratov: SGTU, 2008. Page 25-29.
15. Kokodeeva of N. E. Otsenk of degree of risk of negative noise impact on the person from a transport stream//Road and bridges. 2010. No. 23/1. Page 241-252.
16. Kokodeeva N. E. Application of probability-theoretic approach at an assessment of negative noise impact of road-building cars on the person//Housing construction. 2010. No. 9. Page 13-15.
17. Kokodeeva N. E. The theory of risk in technical regulation of road economy: the monograph / N. E. Kokodeeva, V. V. Stolyarov - Saratov: Scientific book, 2011. – 356 pages.

18. Kokodeeva N. E. Technical regulation in road economy: the monograph / N. E. Kokodeeva, V. V. Stolyarov, Yu.E. Vasilyev - Saratov: Sarat. the state. техн. un-t, 2011. – 232 pages.
19. Nikulushkin A. A., Kokodeeva N. E. Probabilistic approach to a noise assessment from a transport stream: Actual problems of construction and construction industry: сб. materials XV междунар. науч. - техн. конф., Tula, on July 1-3, 2014 / TULGU. - Tula, 2014. - Page 66-67. (+).