УДК 625.74:504.06
DOI: https://doi.org/10.26518/2071-7296-2020-17-2-286-301

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ШУМОЗАЩИТНЫХ ЭКРАНОВ НА ПРИМЕРЕ ТРАНСПОРТНОЙ РАЗВЯЗКИ В Г. ОМСКЕ

Д.А. Шевелёв, В.В. Сиротюк, Е.А. Геращенко, Е.А. Степанова
ФГБОУ ВО «СибАДИ»,
г. Омск, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. *Шумовое загрязнение входит в тройку самых значительных экологических нарушений в мире. В городских условиях главным источником шума является автомобильный транспорт, на долю которого приходится до 80% всего шума. Мероприятия по защите от шума являются составной частью проектирования как на этапе ТЭО, так и при разработке проектов. В условиях стеснённой городской застройки, высокой плотности улично-дорожной сети, дефицита свободных территорий наиболее целесообразно применение шумозащитных сооружений в виде придорожных шумозащитных (акустических) экранов – вертикальных стенок, устанавливаемых максимально близко к транспортной магистрали. Однако, как показывает практика, в условиях эксплуатации шумозащитные экраны не всегда в полной мере выполняют свою защитную функцию. В данной статье представлен критический анализ эффективности установки шумозащитных экранов на примере транспортной развязки по ул. 15-я Рабочая в г. Омске.*

Материалы и методы. *Оценка эффективности проектных решений по установке шумозащитных экранов и исполнения этих решений производили двумя методами. Первый метод – расчётный. Расчёт шумового воздействия от транспортного потока на жилую застройку проводился по методике ОДМ 218.2.013–2011 Методические рекомендации по защите от транспортного шума территорий, прилегающих к автомобильным дорогам. Для выполнения расчётов был определён состав и интенсивность движения транспортных средств на каждом участке развязки. Установлены геометрические параметры на объекте. Второй метод – экспериментальный. Для подтверждения результатов расчёта проведены натурные измерения уровня шума в девяти точках на указанной развязке.*

Результаты. *По результатам данного расчёта сделан вывод, что существующие шумозащитные сооружения не выполняют свою функцию в полной мере. Жилая застройка на рассматриваемом участке находится в зоне шумового дискомфорта. Результаты натурных измерений подтверждаются расчётными данными. В статье даны рекомендации по исправлению недостатков, допущенных при проектировании и строительстве шумозащитных экранов.*

Заключение. *С учётом результатов исследований, изложенных в данной статье и опубликованных ранее, целесообразно рассмотреть вопрос о реконструкции транспортной развязки по ул. 15-я Рабочая в г. Омске.*

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *шумовое загрязнение, шумозащитные экраны, транспортный поток, эффективность снижения шума.*

Поступила 20.03.2020, принята к публикации 24.04.2020.
Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.
Прозрачность финансовой деятельности: авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах. Конфликт интересов отсутствует.

Для цитирования: Шевелёв Д.А., Сиротюк В.В., Геращенко Е.А., Степанова Е.А. Анализ эффективности применения шумозащитных экранов на примере транспортной развязки в г. Омске. *Вестник СибАДИ.* 2020; 17 (2): 286-301. https://doi.org/10.26518/2071-7296-2020-17-2-286-301

© Шевелёв Д.А., Сиротюк В.В., Геращенко Е.А., Степанова Е.А.

Контент доступен под лицензией
Creative Commons Attribution 4.0 License.

DOI: https://doi.org/10.26518/2071-7296-2020-17-2-286-301

THE IMPACT ANALYSIS OF THE NOISE SCREENS ON THE EXAMPLE OF A TRANSPORT INTERCHANGE IN THE CITY OF OMSK

Dmitry A. Shevelev, Viktor V. Sirotiuk, Elena A. Gerashchenko, Elena A. Stepanova
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "the Siberian State Automobile and Highway University (SibADI)", Omsk, Russia

ABSTRACT

Introduction. *Noise pollution is one of the three most significant environmental disruptions in the world. In urban areas, the main source of noise is road transport, which accounts up to 80% of all noise. Noise protection measures are an integral part of the design both at the feasibility study stage and during a project development. In the conditions of cramped urban development, high density of the road network and the shortage of free territories, it is more appropriate to use noise protection structures in the form of roadside noise (acoustic) screens - vertical walls that are installed as close as possible to the highway. However, as the experience has shown, in operating conditions, noise screens do not always fully fulfill their protective function. This article presents a critical analysis of the effectiveness of the noise screens installation on the example of a traffic interchange on 15th Rabochaia in Omsk.*

Materials and methods. *The evaluation of the effectiveness of the design solutions for the installation of noise screens and the execution of these solutions was carried out with two methods. The first method is calculating. The calculation of the noise impact from the traffic flow on the residential development was carried out according to the methodology of ODM 218.2.013-2011 the Guidelines for the protection from traffic noise of territories adjacent to the roads. To perform the calculations, the content and intensity of the movement of transport at each section of the interchange was determined. The geometric parameters on the object are set. The second method is experimental. To confirm the calculation results, the full-scale measurements of the noise level at nine points at the indicated interchange were carried out.*

Results. *Based on the results of the calculation it was concluded that the current noise protection structures do not fully fulfill their function. A residential development in the area under consideration is located in the noise discomfort zone. The results of field measurements are confirmed by calculated data. The article gives recommendations for correcting the shortcomings made in the design and construction of the noise screens.*

Conclusion. *Considering the results of the research presented in this article and published earlier, it is advisable to consider the reconstruction of the transport interchange on 15th Rabochaia street in Omsk.*

KEYWORDS: *noise pollution, noise screens, traffic flow, noise reduction efficiency.*

Submitted 20.03.20120, revised 24.04.2020.
The authors have read and approved the final manuscript.
Financial transparency: the authors have no financial interest in the presented materials or methods. There is no conflict of interest.

For citation: Shevelev D.A., Sirotyuk V.V., Gerashchenko E.A., Stepanova E.A. The impact analysis of noise protection screens on the example of a transport interchange in the city of Omsk. *The Russian Automobile and Highway Industry Journal.* 2020; 17(2): 286-301. https://doi.org/10.26518/2071-7296-2020-17-2-286-301

© Shevelev D.A., Sirotiuk V.V., Gerashchenko E.A., Elena S.A.

Content is available under the license
Creative Commons Attribution 4.0 License.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время наблюдается рост воздействия негативных факторов на человека в среде его обитания. Развитие транспортной сети и повышение уровня автомобилизации приводит к росту шумового загрязнения этой среды, причем человек как биологический вид не эволюционирует в этом отношении [1]. В старых городах жилая застройка интенсивно проводилась в 50–70-е гг. XX в. Характерные особенности застройки того времени: жилые здания располагались близко к городским автомагистралям (10–20 м), не учитывался рост интенсивности транспортных потоков в перспективе, возводились жилые дома небольшой этажности [2].

Таким образом, проблема снижения шума и улучшения акустической обстановки в квартирах домов, прилегающих к автомагистралям, а также на тротуарных проходах между домами и городскими автомагистралями является актуальной. Интерес к данной проблеме обусловлен постоянным увеличением объема и мощности автопарка городов, расширением сети дорог, негативно влияющих на акустический комфорт[1].

Значительный интерес к проблеме шумового загрязнения городской среды уделяют и за рубежом [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10].

Физическая сущность звука заключается в возбужденном каким-либо источником колебании атмосферы или иной проводящей среды, обладающей упругостью и инерционностью. Ухо реагирует на звуковые волны с частотой от 20 Гц до 20 кГц[2]. Шумовое загрязнение – это превышение естественного уровня шумового фона или ненормальное изменение звуковых характеристик: периодичности, силы звука и пр. Шумовое загрязнение входит в тройку самых значительных экологических нарушений в мире [11]. Шумовое загрязнение приводит к повышенной утомляемости человека и животных, понижению производительности труда, физическим и нервным заболеваниям.

Транспортные потоки являются одним из основных акустических загрязнителей окружающей среды, на долю которых приходится до 80% всего шума. Люди, живущие вблизи улиц с большой интенсивностью движения, ежедневно подвергаются воздействию шума автотранспорта в течение 15– 8 ч. Они чаще жалуются на головные боли, бессонницу и общее недомогание [12]. Согласно данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) [11], сердечнососудистые заболевания могут возникнуть, если человек по ночам постоянно подвергается воздействию шума громкостью 50 дБА и более. Такой шум издают улицы с интенсивным движением.

Распространение шума на территории жилой застройки – сложный процесс, характеризующийся такими явлениями, как дивергенция, интерференция, дифракция, рефракция, рассеяние, поглощение звука элементами внешней среды и подстилающей поверхности и т.д. В основу гигиенически допустимых уровней шума для населения положены фундаментальные физиологические исследования по определению действующих и пороговых уровней шума3 [13, 14, 15, 16]. В настоящее время шумы для условий городской застройки нормируют в соответствии с требованиями СН 2.2.4/2.1.8.562–964. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки: санитарные нормы; СП 276.1325800–20165 Здания и территории. Правила проектирования от шума транспортных потоков, регламентирующих расчетные методы, применяемые для проектирования АЭ с целью снижения шумового воздействия транспортных потоков на примагистральных территориях.

В рассматриваемых нами задачах имеют значение эквивалентные показатели уровня звука для следующих условий: территории, непосредственно прилегающие к жилым домам (2 м от ограждающих конструкций), площадки отдыха микрорайонов и групп жилых домов,

---

[1] Верзилин В.А. Автомобильный транспорт: организация, безопасность, эффективность. Воронеж: изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2001. 256 с.

[2] Евгеньев И.Е., Каримов Б.Б. Автомобильные дороги в окружающей среде. М.: ООО «Трансдорнаука», 1997. 285 с.

[3] Шумозащита в градостроительстве / Б. Прутков, И. Шишкин, Г. Осипов, И. Карагодина. Москва: Стройиздат, 1966. 115 с.

[4] СН 2.2.4/2.1.8.562–96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки [Электронный ресурс]: санитарные нормы: утв. 31.10.96: введ в д. 31.10.96. Режим доступа https://base.garant.ru/4174553/ (дата обращения 30.02.2020).

[5] СП 276.1325800– 2016 Здания и территории. Правила проектирования от шума транспортных потоков [Электронный ресурс]:Режим доступа https://base.garant.ru/71636066/(дата обращения 10.04.2020). Текст. электронный.

© 2004–2020 Вестник СибАДИ
The Russian Automobile
and Highway Industry Journal

площадки детских дошкольных учреждений, участки школ (допустимый уровень – 45 дБА).

Для оценки непостоянных шумов используют «уровень звука» – общий уровень звукового давления, измеряемый на частотной коррекции «А», характеризующей частотную характеристику восприятия шума человеческим ухом. Единица измерения дБА имеет логарифмический масштаб. Это означает, что увеличение уровня шума на 10 дБ соответствует ощущению роста этого показателя в два раза.

В условиях стесненной городской застройки, высокой плотности улично-дорожной сети, дефицита свободных территорий наиболее целесообразно применение шумозащитных сооружений в виде придорожных шумозащитных (акустических) экранов – вертикальных стенок, устанавливаемых максимально близко к транспортной магистрали, но не ближе предельно допустимого расстояния по габаритам приближения. Появление первых в мире акустических экранов (далее – АЭ) следует отнести к концу XIX в., когда в Лондоне вдоль железной дороги были установлены первые экраны из бетона. Во второй половине XX в., более 60 лет назад, в США, странах ЕС, Японии начались массовые применения АЭ. Например, в Японии к концу XX в. на железных и автомобильных дорогах было установлено более 5 тыс. км АЭ [3].

Опыт применения АЭ в нашей стране невелик по сравнению с другими развитыми странами. В РФ первые АЭ возникли немногим более 25 лет назад на МКАД [13], а первый нормативный документ, позволяющий проектировать АЭ, появился в нашей стране в конце 70 гг. XX в. (СНиП II-12-77).

Шумозащитные экраны выполняют множество функций помимо прямого предназначения – защиты от шума. Установленные вдоль дорог, они выполняют функцию барьера. С одной стороны, экраны перегораживают выход на проезжую часть людям и животным, что способствует предотвращению дорожно-транспортных аварийных ситуаций, а с другой – защищают придорожную территорию от загрязняющих компонентов, источником которых является проезжая часть дороги [5, 6, 17].

На сегодняшний день технология изготовления и применения экранов, защищающих от шума, достаточно интенсивно развивается, внедряются различные инновации и более эффективные решения. Однако основная классификация остаётся – конструкции этого типа условно делятся на три категории по принципу работы: звукопоглощающие; звукоотталкивающие и комбинированные защитные экраны.

В названии шумозащитных экранов отражаются основные принципы их работы. Наибольшей популярностью для изготовления звукопоглощающих экранов пользуются сэндвич-панели, в которых звуковые волны поглощаются за счёт плотного материала (минеральной ваты или пенополистирола), помещённого между металлическими или пластиковыми листами. Звукоотталкивающие экраны чаще изготавливают из пустотелого поликарбоната.

Акустический экран и его элементы должны обеспечивать требуемое снижение шума, обладать достаточной механической прочностью, стойкостью к деформации и устойчивостью при воздействии расчётных (весовой, ветровой и снеговой) нагрузок. АЭ также должен обладать коррозионной стойкостью, долговечностью, вандалозащищённостью, огнестойкостью, ремонтопригодностью и удобством в обслуживании.

Проектирование АЭ ведут с учётом нормативных документов: ГОСТ Р 52748[6], СП 22.13330[7], СП 24.13330[8], СП 35.13330[9], СП 45.13330[10], СП 131.13330[11], СП 52–101[12].

---

[6] ГОСТ Р 52748–2007. Дороги автомобильные общего пользования. Нормативные нагрузки, расчетные схемы нагружения и габариты приближения. [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/gost-r-52748-2007.

[7] СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83* (с Изменениями N 1, 2). [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/456054206

[8] СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85 (с Опечаткой, с Изменениями N 1, 2, 3). [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/1200084538

[9] СП 35.13330.2011 Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84* (с Изменением N 1) [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/1200084849

[10] СП 45.13330.2017 Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87 (с Изменением N 1). [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/456074910

[11] СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* (с Изменениями N 1, 2). [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/1200095546

[12] СП 52-101-2003 Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры. [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/1200037361

© 2004–2020 Вестник СибАДИ
The Russian Automobile
and Highway Industry Journal

Рисунок 1 – Внешний вид транспортной развязки

Figure 1 – The layout of a transport interchange

Однако не всегда эксплуатационные показатели объектов транспортной инфраструктуры удовлетворяют заявленным требованиям из-за ошибок, допущенных при проектировании и строительстве.

В данной статье представлен критический анализ эффективности установки шумозащитных экранов на транспортной развязке по ул. 15-я Рабочая в г. Омске. Эта транспортная развязка имеет общую протяжённость около двух километров и включает в себя реконструированные участки улиц Демьяна Бедного, Хабаровская и непосредственно 15-я Рабочая. Путепровод проходит через пути Транссибирской магистрали. Эта транспортная развязка (рисунок 1) обеспечивает прямую связь двух промышленных районов (Ленинский и Октябрьский округа), а также микрорайона Чередовый с крупнейшими магистралями Омска – улицами Кирова и Б. Хмельницкого.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Основным линейным источником шума на данной развязке является транспортный поток, движущийся по улицам Хабаровская, 15-я Рабочая, Д. Бедного, состоящий из отдельных транспортных средств, обладающих различными динамическими характеристиками и управляемых разными по квалификации водителями, т.е. не являющийся однородным. Фронт звуковой волны – цилиндрический. Доля грузовых автомобилей и автобусов в составе транспортного потока составляет менее 5%. Геометрические параметры поперечного профиля дороги: ширина проезжей части 10,5 м, поперечный уклон 2,0%.

Рассматриваемая развязка обустроена комбинированными шумозащитными экранами ограниченной длины (рисунок 2).

Оценка эффективности проектных решений по установке шумозащитных экранов и исполнению этих решений производилась двумя методами.

Первый метод – расчётный. Расчёт шумового воздействия от транспортного потока на жилую застройку производился по методике ОДМ 218.2.013– 2011[13] Методические рекомендации по защите от транспортного шума территорий, прилегающих к автомобильным дорогам. Для выполнения расчётов был определён состав и интенсивность движения транспортных средств на каждом участке развязки. Установлены геометрические параметры на объекте, требуемые для расчёта.

Застройка на рассматриваемом участке малоэтажная, в большей части представлена одноэтажными частными домами с окнами, выходящими на примагистральную территорию, и земельными участками, огражденными забором.

[13] ОДМ 218.2.013–2011 Методические рекомендации по защите от транспортного шума территорий, прилегающих к автомобильным дорогам [Электронный ресурс]: Режим доступа https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70186554/ (дата обращения 15.03.2020). Текст. электронный.

© 2004–2020 Вестник СибАДИ
The Russian Automobile
and Highway Industry Journal

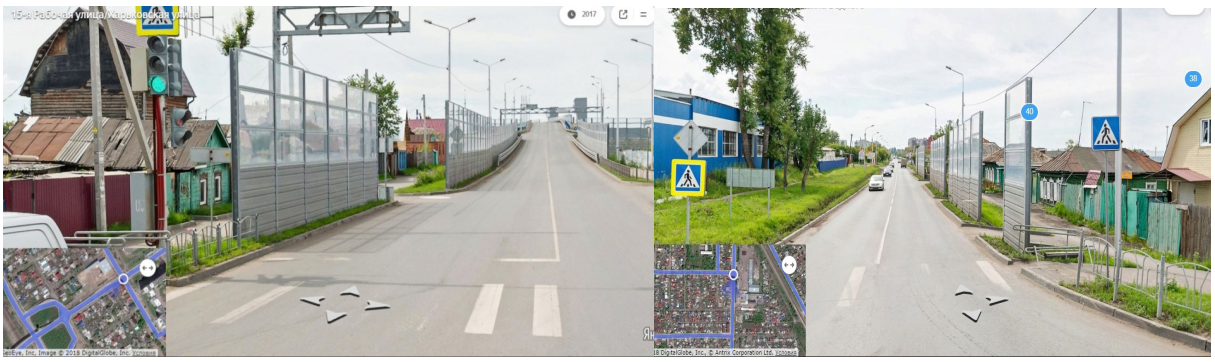

Рисунок 2 – Шумозащитные экраны на улицах транспортной развязки

Figure 2 – Noise screens on the streets of a transport interchange

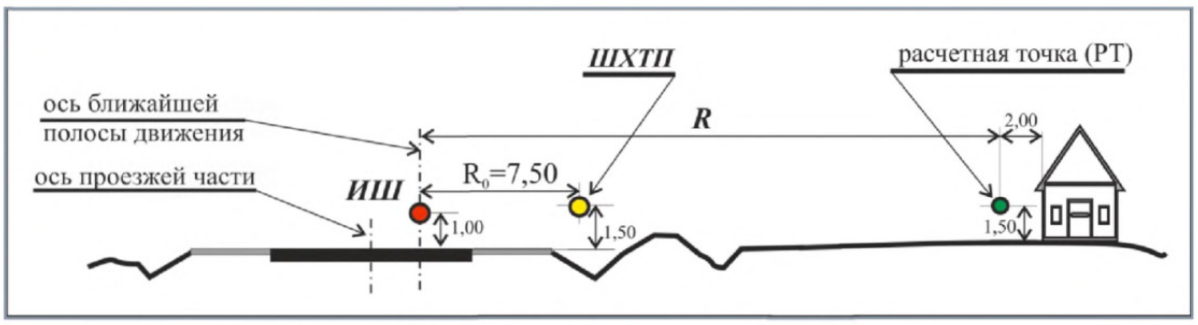

Рисунок Г.4 - Схема расчетных сечений

Рисунок 3 – Схема положения источника шума:
ИШ – источник шума; РТ – расчётная точка;
ШХТП – шумовая характеристика транспортного потока

Figure 3 – Diagram of the position of the noise source:
NS – noise source; CP – calculation point;
NCTF –noise characteristic of the traffic flow

При оценке необходимости снижения транспортного шума рассматривалась первая линия застройки. Расположение расчётных точек определено по ГОСТ 20444–2014 Шум[14]. Транспортные потоки. Методы определения шумовой характеристики. Схема для расчётов представлена на рисунке 3.

Шумовая характеристика транспортного потока определялась на расстоянии 7,5 м от оси ближайшей полосы движения, на высоте 1,5 м над уровнем поверхности. Расчётное значение ШХТП в виде максимального уровня звука установлено $L_{\text{Амакс7А}}$ = 80,0 дБА (в виду наличия грузовых автомобилей и автобусов и скорости движения потока – 50 км/ч).

Расчётное значение ШХТП в виде эквивалентного уровня звука определяли по формуле

$$L_{\text{Аэкв7,5}} = L_{\text{Атрп7,5}} + \left(\Delta L_{\text{Агруз}} + \Delta L_{\text{Аск}} + \Delta L_{\text{Аук}} + \Delta L_{\text{Апок}} + \Delta L_{\text{Арп}} + \Delta L_{\text{Аперес}}\right), \quad (1)$$

где $L_{\text{Атрп7,5}}$ – расчётное значение эквивалентного уровня звука транспортного потока, дБА, на расстоянии 7,5 м от оси ближайшей полосы движения и на высоте 1,5 м над уровнем проезжей части; $\Delta L_{\text{Агруз}}$ – поправка, дБА, учитывающая грузовые автомобили и автобусы в составе транспортного потока; $\Delta L_{\text{Аск}}$ – поправка, дБА, учитывающая среднюю скорость движения; $\Delta L_{\text{Аук}}$ – поправка, дБА, учитывающая величину продольного уклона; $\Delta L_{\text{Апок}}$ – поправка, дБА, учиты-

[14] ГОСТ 20444– 2014 Шум. Транспортные потоки. Методы определения шумовой характеристики [Электронный ресурс]: Режим доступа https://base.garant.ru/71102668/(дата обращения 10.03.2020). Текст. электронный.

© 2004–2020 Вестник СибАДИ
The Russian Automobile
and Highway Industry Journal

вающая тип покрытия проезжей части дороги; $\Delta L_{\text{Арп}}$ – поправка, дБА, учитывающая ширину центральной разделительной полосы; $\Delta L_{\text{Аперес}}$ – поправка, дБА, учитывающая наличие пересечения автомобильной дороги.

При установленном $L_{\text{Амакс7А}}$ определяли значения параметров по формулам (2), (3) и (4).

$$L_{\text{Атрп7,5}} = 50 + 8{,}8 \times \lg N, \quad (2)$$

где N – расчётная интенсивность движения, авт/ч, в дневной или ночной периоды времени, определяемая по формулам

$$N_{\text{Д}} = 0{,}076 \times N_{\text{сут}}, \quad (3)$$

$$N_{\text{Н}} = 0{,}039 \times N_{\text{сут}}. \quad (4)$$

Полученные значения $L_{\text{Атрп7,5}}$ приведены в таблице 1

Таблица 1
Значения шумовой характеристики транспортного потока (ШХТП)

Table 1
The values of traffic flow noise characteristic (NCTF)

Участок	Расчётная суточная интенсивность движения, авт/сут	Расчётная часовая интенсивность, авт/час		$L_{\text{Атрп7,5}}$., дБА	
		днём (с 7 до 23)	ночью (с 23 до 7)	днём (с 7 до 23)	ночью (с 23до 7)
ул. Хабаровская	29 165	2217	1138	79,5	77,0
ул. 15-я Рабочая	30 077	2286	1174	79,6	78,0
ул. Д. Бедного	38 794	2949	1513	80,6	78,0

Принятые, согласно исходным данным, значения поправок приведены в таблице 2.

Таблица 2
Значения поправок

Table 2
Correction values

Поправка	Условные обозначения	Значение поправки
Поправка, дБА, учитывающая долю грузовых автомобилей и автобусов	$L_{\text{Агруз}}$	-3,0 дБА
Поправка, учитывающая отличие средней скорости движения транспортного потока от стандартизированного значения, равного 60	$L_{\text{Аск}}$	-1 дБА
Поправка, учитывающая величину продольного уклона проезжей части	$L_{\text{Аук}}$	+2,0 дБА
Поправка, учитывающая тип покрытия проезжей части дороги	$L_{\text{Апок}}$	-2,0 дБА
Поправка, учитывающая ширину центральной разделительной полосы	$L_{\text{Арп}}$	0 дБА
Поправка, учитывающая наличие пересечения	$L_{\text{Аперес}}$	0 дБА
Суммарная поправка		-4 дБА

Значения эквивалентного и максимального уровня шума с учётом поправок представлены в таблице 3.

© 2004–2020 Вестник СибАДИ
The Russian Automobile
and Highway Industry Journal

Таблица 3
Значения шумовой характеристики транспортного потока (ШХТП) с учётом поправок

Table 3
The values of noise characteristic of transport flow (NCTF), considering the corrections

Участок	Период времени	Расчётные значения ШХТП, дБА	
		По максимальному уровню звука	По эквивалентному уровню звука
ул. Хабаровская	дневной	76	75,5
	ночной	76	73,0
ул. 15-я Рабочая	дневной	76	75,6
	ночной	76	74,0
ул. Д. Бедного	дневной	76	76,6
ночной		76	74,0

На распространение шума по территории влияет множество факторов: удаленность расчётной точки от источника шума, поглощение звука в воздухе, направление и скорость ветра, поглощение звука поверхностью покрытия между расчётной точкой и источником шума, наличие полосы зелёных насаждений, существующая застройка, видимость источника шума.

Определение уровня шума в расчетной точке с учетом факторов окружающей среды производили по формуле

$$L_{\text{АэквРТ}} = L_{\text{Аэкв7,5}} - (\Delta L_{\text{Арас}} + \Delta L_{\text{Авоз}} + \Delta L_{\text{В/Т}} + \Delta L_{\text{Апок}} + \Delta L_{\text{Азел}} + \Delta L_{\text{Аэкр}} + \Delta L_{\text{Азаст}} + \\ + \Delta L_{\text{Аотр}} + \Delta L_{\text{А}\Theta}), \quad (5)$$

где $L_{\text{Аэкв7,5}}$ – ШХТП по эквивалентному уровню звука, дБА; $\Delta L_{\text{Арас}}$ – снижение уровня звукотранспортного потока, дБА, в зависимости от расстояния до расчётной точки; $\Delta L_{\text{Авоз}}$ – снижение уровня звука, дБА, вследствие его затухания в воздухе; $\Delta L_{\text{В/Т}}$ – поправка, учитывающая влияние турбулентности воздуха и ветра на процесс распространения звука, дБА; $\Delta L_{\text{Апок}}$ – снижение уровня звука, дБА, вследствие его поглощения поверхностью территории; $\Delta L_{\text{Азел}}$ – снижение уровня звука, дБА, полосами зелёных насаждений; $\Delta L_{\text{Аэкр}}$ – снижение уровня звука, дБА, существующими шумозащитными сооружениями на пути звуковых лучей от автомобильной дороги к расчётной точке; $\Delta L_{\text{Азаст}}$ – поправка, дБА, учитывающая влияние придорожной застройки; $\Delta L_{\text{Аотр}}$ – поправка, дБА, учитывающая отражение звука от ограждающих конструкций зданий; $\Delta L_{\text{А}\Theta}$ – поправка, дБА, учитывающая снижение уровня звука вследствие ограничения угла видимости улицы (дороги) из расчётной точки.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПЕРВОМУ МЕТОДУ

Расчёт снижения шума АЭ осуществляли в соответствии с методикой СП 276.1325800-2016[15]. Акустическая эффективность экрана зависит от разности длин путей звукового луча δ, определяемой по формуле

$$\delta = a + b - c, \quad (6)$$

где δ – разность длин путей звукового луча, м; *a* – кратчайшее расстояние между акустическим центром транспортного потока и верхней кромкой экрана, м; *b* – кратчайшее расстояние от верхней кромки экрана до расчётной точки, м; *c* – кратчайшее расстояние от акустического центра транспортного потока до расчётной точки, м.

[15] СП 276.1325800.2016 Здания и территории. Правила проектирования защиты от шума транспортных потоков. [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/456050585

© 2004–2020 Вестник СибАДИ
The Russian Automobile and Highway Industry Journal

Результаты проведённого расчёта приведены в таблице 4.

Таблица 4
Значения уровня шума в расчётных точках

Table 4
Noise level values at design points

№ расчётной точки	Период времени	Значение, дБА		Превышение, дБА	
		максимальный уровень шума	эквивалентный уровень шума	максимального уровня шума	эквивалентного уровня шума
ул. Хабаровская					
1	дневной	61,39	60,89	-8,61	5,89
	ночной	61,39	58,39	1,39	13,39
2	дневной	62,23	61,73	-7,77	6,73
	ночной	62,23	59,23	2,23	14,23
3	дневной	61,0	60,5	-8,96	5,54
	ночной	61,0	58,0	1,04	13,04
ул. Д. Бедного					
1	дневной	64,20	64,80	-5,80	9,80
	ночной	64,20	62,20	4,20	17,20
2	дневной	62,60	63,20	-7,40	8,20
	ночной	62,60	60,60	2,60	15,60
3	дневной	66,15	66,75	-3,85	11,75
	ночной	66,15	64,15	6,15	19,15
15-я Рабочая					
1	дневной	62,93	62,53	-7,07	7,53
	ночной	62,93	60,93	2,93	15,93
2	дневной	51,41	51,01	-18,59	-3,99
	ночной	51,41	49,41	-8,59	4,41

По результатам проведённого расчёта можно сделать вывод, что существующие шумозащитные сооружения не выполняют свою функцию в полной мере, жилая застройка на рассматриваемом участке находится в зоне шумового воздействия, превышающего допустимые значения.

Материалы и методы, применяемые при втором методе – экспериментальном.

Для подтверждения результатов расчёта проведены натурные измерения уровня шума в девяти точках на рассматриваемой развязке.

Измерения проводили с использованием интегрирующего шумомера-виброметра ШИ-01В по методике ГОСТ 20444–2014[16]. Места для проведения измерений шумовых характеристик автотранспортных потоков выбирали на прямолинейных участках улиц с установившейся скоростью движения автотранспортных средств, на расстоянии не менее 50 м от перекрестков и остановочных пунктов пассажирского общественного транспорта.

При проведении измерений шумовых характеристик главная ось измерительного микрофона была направлена в сторону транспортного потока и перпендикулярно к направлению дороги. Оператор, проводивший измерения, находился на расстоянии 0,6 м от измерительного микрофона для предупреждения нежелательных отражений звука. Измерительный микрофон располагался на расстоянии (7,5±0,2) м от оси, ближней к точке измерения полосы движения транспортных средств, и на высоте (1,5±0,1) м от уровня покрытия проезжей части.

[16] ГОСТ 20444– 2014 Шум. Транспортные потоки. Методы определения шумовой характеристики (Переиздание). [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/1200114240

© 2004–2020 Вестник СибАДИ
The Russian Automobile
and Highway Industry Journal

Таблица 5
Значения уровня шума в расчётных точках

Table 5
Noise level values at calculation points

№ расчётных точек	Значение, дБА		Превышение, дБА	
	максимальный уровень шума	эквивалентный уровень шума	максимального уровня шума	эквивалентного уровня шума
1	71,0	75,0	16,0	5,0
2	65,5	67,5	10,5	-2,5
3	60,2	63,2	5,2	-6,8
4	64,2	65,0	9,2	-5,0
5	49,0	51,0	-6,0	-19
6	55,4	56,7	0,4	-13,3
7	50,3	56,9	-4,7	-13,1
8	67,3	70,0	12,3	0,0
9	63,3	64,6	8,3	-5,4

В условиях стесненной застройки измерительный микрофон располагался на меньшем расстоянии, но не ближе 1 м от стен зданий, сплошных заборов и других сооружений или элементов рельефа, отражающих звук. Измерение продолжали до стабилизации показаний измерительного прибора в пределах выбранной точности измерений, но не менее 5 мин.

Результаты исследования по второму методу. Полученные значения уровней шума в расчётных точках сведены в таблицу 5.

Результаты натурных измерений соответствуют полученным расчётным данным. Таким образом, можно подтвердить ранее сделанное заключение о том, что существующие шумозащитные мероприятия являются недостаточными, жилая застройка рассматриваемого участка находится в зоне шумового дискомфорта.

Следует обратить внимание на то, что в формирование звукового поля селитебных территорий, примыкающих к транспортной развязке по ул. 15-я Рабочая в г. Омске, вносит вклад не только шум автотранспортных потоков, но и подвижной состав железнодорожного транспорта, осуществляющий периодическое движение на расстоянии 40–45 м от жилой застройки. Измерения показали, что во время движения поезда суммарный уровень шумового воздействия в 1,5–2 раза превышал сверхнормативное значение, установленное для автотранспорта. При этом какой-либо способ защиты селитебных территорий от шума подвижного состава железнодорожного транспорта на этом участке отсутствует, хотя исследования и рекомендации на этот счёт имеются [18, 19].

Наряду с натурными измерениями был проведен опрос методом интервьюирования жителей, проживающих на селитебных территориях, прилегающих к транспортной развязке. В опросе приняли участие более 25 человек, длительно проживающих на данной территории. Все опрошенные единогласно утверждают, что не заметили эффекта снижения уровня шума от установленных АЭ как в дневное, так и в ночное время. Некоторые интервьюируемые, являющиеся участниками дорожного движения, указали на негативное влияние установленных АЭ на дорожную ситуацию.

Причины неэффективной работы шумозащитных экранов на рассматриваемом объекте и рекомендации для устранения этих причин:

1. Большое количество разрывов в шумозащитных экранах для местных проездов к частным домам значительно снижает эффективность АЭ. Длина шумозащитного экрана должна обеспечивать снижение эквивалентных уровней звука до расчётных значений. Она зависит от расстояния между осью ближайшей полосы движения транспортных средств и застройкой, а также от прогнозируемого снижения эквивалентного уровня звука. Минимальная длина шумозащитного экрана должна составлять в каждую сторону не менее четырёх расстояний от проезжей части до расчётной точки (рисунок 4 [13]), при этом быть не менее 100 м.

© 2004–2020 Вестник СибАДИ
The Russian Automobile
and Highway Industry Journal

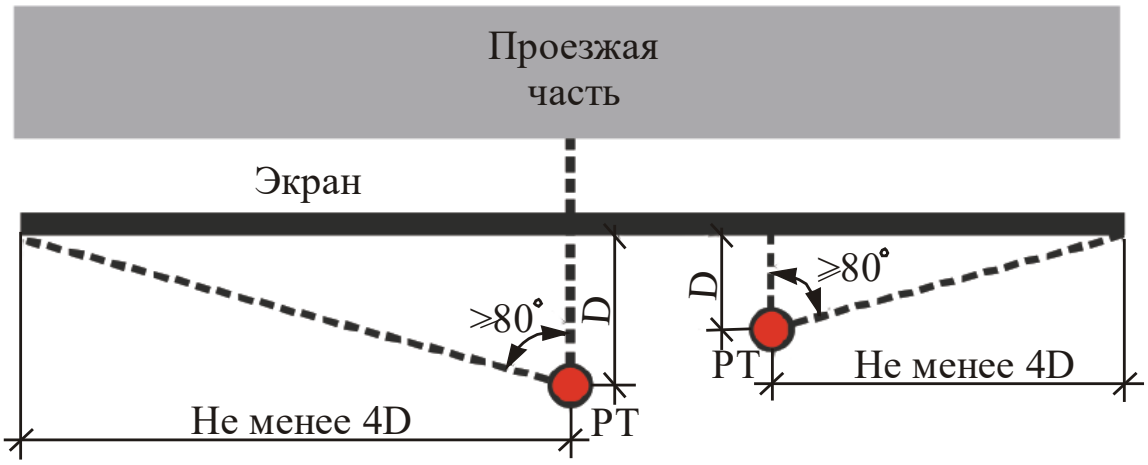

Рисунок 4 – Минимальная длина шумозащитного экрана: D – расстояние от экрана до расчётной точки

Figure 4 – Minimum length of the noise screen: D – distance from the screen to the calculation point

Минимальную длину отгона шумозащитного сооружения ***можно*** определять по номограмме, приведённой в работе [13], в зависимости от расстояния между осью ближайшей полосы движения и застройкой.

Длина шумозащитного сооружения может быть уменьшена, если его концы отогнуты в плане в сторону от источника шума (рисунок 5).

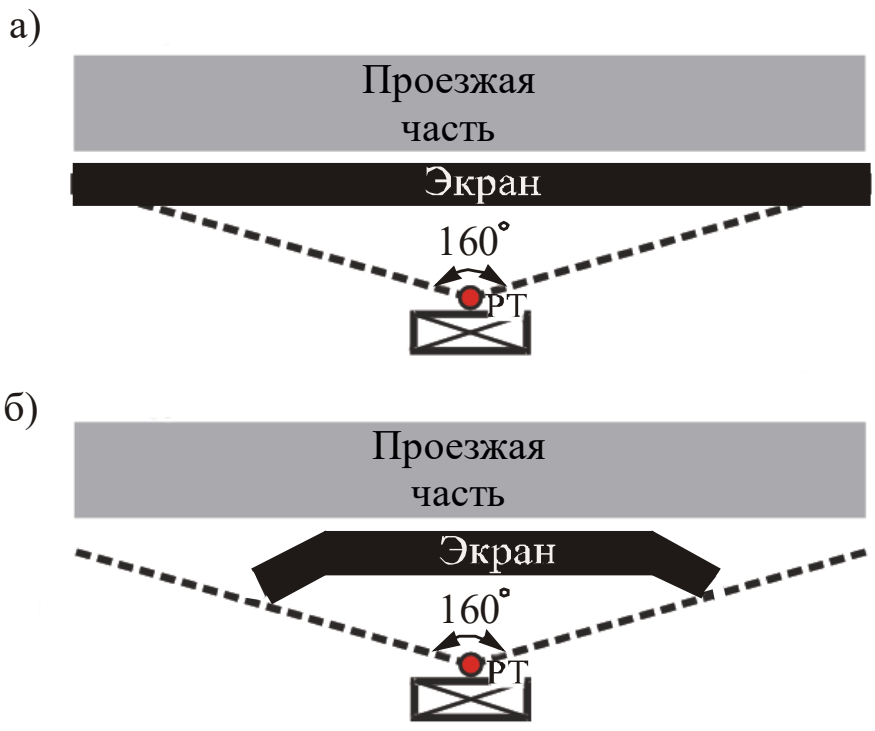

Рисунок 5 – Искривление экрана в сторону защищаемого участка от источника шума: а – прямое в плане очертание экрана; б – ломаное очертание экрана

Figure 5 – The curvature of the screen in the direction of the protected area from the noise source: a – s traight outline of the screen in the plan; b – broken outline of the screen

© 2004–2020 Вестник СибАДИ
The Russian Automobile
and Highway Industry Journal

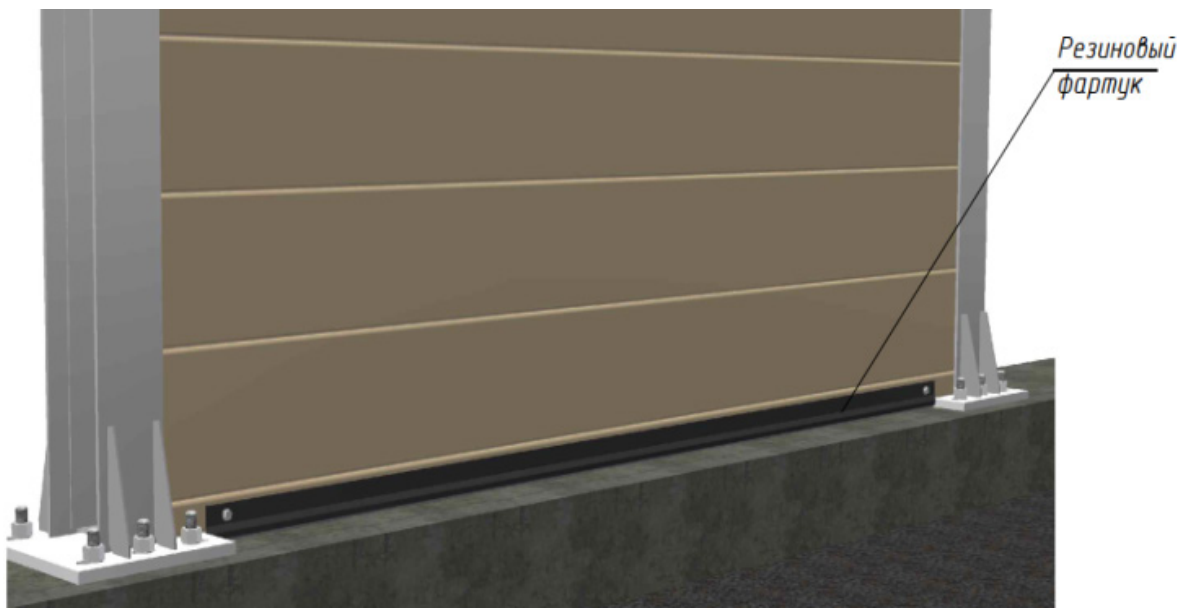

Рисунок 6 – Нарушение сплошности экрана Рисунок 7 – Резиновый фартук

Figure 6 – Screen soundness breakdown Figure 7 – Rubber apron

Для решения этой проблемы рекомендуется применение специальных раздвижных ворот для одновременного обеспечения сплошности экранов и возможности проезда во дворы. Однако применение шумозащитных ворот сопряжено с рядом проблем, главная из них – открывание ворот при заезде. На рассматриваемом участке нет возможности совершить остановку, не создавая помех движению транспорта. Возможным решением этой проблемы является устройство местного проезда вдоль жилой застройки, но для рассматриваемого случая этот вариант не везде является неприемлемым из-за ограниченного расстояния между жилой застройкой и экранами.

2. Еще одна выявленная причина недостаточной эффективности АЭ – наличие щелей между фундаментом и экраном (рисунок 6). Согласно [13], увеличение ширины щели от

© 2004–2020 Вестник СибАДИ
The Russian Automobile
and Highway Industry Journal

0,1 до 0,5 м снижает акустическую эффективность шумозащитного экрана на 5–6 дБ. Снижение эффективности экранов по интегральному значению может достигать от 5 до 12 дБА. Для устранения данного недостатка можно применить специальный резиновый фартук (рисунок 7).

3. Третья причина недостаточной эффективности установленных шумозащитных экранов, с нашей точки зрения, заключается в использовании для их изготовления не лучших звукопоглощающих и изолирующих материалов [8, 9, 20, 21]. Причём обвинять в этом ни заказчика, ни проектировщиков, ни исполнителей нельзя, т.к. они вынуждены выбирать из конкурсных предложений самые дешевые материалы, без глубокого изучения их эффективности.

4. В цивилизованных странах и некоторых городах РФ в процессе проектирования объектов транспортной инфраструктуры используют математическое моделирование и карты шумового воздействия на окружающее пространство [22, 23]. Такой подход позволяет дать комплексную оценку вероятности (риска) возникновения шумового загрязнения от транспортного потока и других источников шума и назначить необходимые мероприятия для устранения или смягчения этого воздействия.

Представляет интерес предложение [9] использовать для верхней части шумозащитных экранов солнечные панели для независимого энергообеспечения освещения на участках установки АЭ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Сопоставление расчётных и экспериментальных результатов оценки шумового воздействия автотранспорта на рассматриваемом объекте показало, что эти результаты близки. Следовательно, квалифицированное прогнозирование эффективности, мер шумозащиты по действующим нормативам может дать адекватные результаты при проектировании транспортных объектов.

2. Анализ эффективности применения шумозащитных экранов на примере транспортной развязки по ул. 15-я Рабочая в г. Омске показал, что эти элементы транспортной инфраструктуры не в полной мере выполняют свои защитные функции. Население, проживающее на селитебных территориях, примыкающих к данной развязке, подвергается повышенному воздействию уровня транспортного шума.

3. Селитебные территории, примыкающие к транспортной развязке по ул. 15-я Рабочая в г. Омске, находятся в зоне воздействия звукового поля, формирующегося не только под влиянием шума транспортного потока, но и шума подвижного состава железнодорожного транспорта. Это обстоятельство не учтено при выборе способа шумозащиты на этапе проектирования.

4. Стоимость строительства 1 погонного метра шумозащитных экранов (в зависимости от высоты и применяемых материалов) составляет от 25 до 80 тыс. руб. Общая протяжённость экранов на рассматриваемой развязке составляет около 1500 тыс. м. Таким образом, на эти элементы транспортной инфраструктуры затрачено около 40 млн руб. без получения требуемого эффекта. На устранение допущенных ошибок проектирования и монтажа шумозащитных экранов потребуются дополнительные материальные затраты.

С учётом вышеизложенного, считаем целесообразным рассмотреть вопрос о реконструкции системы шумозащиты на рассмотренной транспортной развязке.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ушаков И.Б., Богомолов А.В., Кукушкин Ю.А. Психофизиологические механизмы формирования и развития функциональных состояний // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 2014. Т. 100. № 10. С. 1130–1137.

2. Асминин В.Ф., Корда У.Ю. Анализ путей снижения шума в сложившейся жилой застройке, прилегающей к остановочным пунктам общественного транспорта // Научный вестник Воронежского архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. 2010. №4(20). С.141– 145.

3. Евгеньев Г.И. Применение шумозащитных экранов на автомобильных дорогах США // Обзорная Информация Автомобильные дороги и мосты. 2005. №5. С. 50.

4. Highway Noise Barriers: Performance, Maintenance and Safety (Video). Cambridge, MA: John A. Volpe National Transportation Systems Center, 1996. October.

5. Noise wall design guideline. Design guideline to improve the appearance of noise walls in NSW // March 2016.

6. Bahman Daee. Application of Polyurethane Products in Accelerated Construction of Innovative Noise Barrier. Western Graduate and PostdoctoralStudies // Electronic Thesis and Dissertation Repository, 2864. 2015.

7. Fleming G.G., Knauer H.S., Lee C.S.Y., Pedersen S. Highway Noise Barrier Design Handbook. http:// www.fhwa. dot.gov/environment/noise/design/index. htm.

8. Hanson C.E., Towers D.A., and Meister L.D. (2006). Transit Noise and Vibration Impact

© 2004–2020 Вестник СибАДИ
The Russian Automobile
and Highway Industry Journal

Assessment. Report № FTA-VA-90-1003-06, prepared by Harris Miller Miller & Hanson, Inc., Burlington, MA, for the Federal Transit Administration, Washington, DC. Available at http://acousticstoday.org/manual. Accessed September 1, 2016.

9. Goines L., Hagler L. (2007) Noise Pollution: A Modern Plague. Southern Medical Journal [online]. 100 (3), pp. 287–294. Available from: http://docs.wind-watch.org/ goineshaglernoisepollution.html [Accessed 16 January 2017].

10. Questim D. Assessing the acoustic durability of noise barriers on NRA road networks" Phil Morgan, June 2014, TRL, UK.

11. Минаева В.В., Гапоненко А.В. Влияние шума на организм человека // Международный студенческий научный вестник. 2015. № 3. С.56 – 58.

12. Степанова Е.А., Абрамова И.А. Субъективная оценка внутрижилищной акустической среды населением, проживающим на урбанизированных примагистральных территориях // Омский научный вестник. 2004. № 3. С. 76 –79.

13. Шашурин А.Е. Новые технические и технологические решения для снижения акустического загрязнения шумозащитными экранами: монография. Санкт-Петербург: БГТУ «Военмех» им. Д.Ф. Устинова, 2018. -134 с. -ISBN 978-5-907054-27-1. -Текст: электронный. Лань: электронно-библиотечная система. URL: https://e.lanbook.com/book/122102 (дата обращения: 19.04.2020). Режим доступа: для авториз. пользователей.

14. Вопросы звукоизоляции и архитектурной акустики [Текст]: [Сборник статей] / Акад. строительства и архитектуры СССР. Науч.-исслед. ин-т строит. физики и ограждающих конструкций; под ред. канд. техн. наук В.Н. Никольского. Москва: Госстройиздат, 1959. 156 с.

15. Зинкин В.Н., Солдатов С.К., Богомолов А.В., Драган С.П. Актуальные проблемы защиты населения от низкочастотного шума и инфразвука // Технологии гражданской безопасности. 2015. Т.12. №1(43). С.90–93.

16. Иванов Н.И. Проблема шума в современной цивилизации // Строительная физика в XXI веке: материалы научно-технической конференции / под ред. И.Л. Шубина. М.: НИИСФ РААСН, 2006. С. 39–42.

17. Рощина Н.В. Нормативные требования к шумозащитным акустическим экранам // Noise theory and practice. 2017. 3(9). Том 3. С. 46– 49.

18. Куклин Д.А., Тюрина А.В. Исследование акустических экранов для снижения шума поездов // Безопасность жизнедеятельности: научно-практический журнал. М.: Новые технологии. 2009. №8. С.30–34.

19. Манаков А.Л., Карпущенко Н.И., Величко Д.В. Снижение уровня шума вблизи железной дороги // Путь и путевое хозяйство. 2020. №3. С. 11–15.

20. Дейнега И.Н., Мараховский С.С. Композитные полимерные материалы в конструкциях шумозащитных экранов // Дороги. Инновации в строительстве. 2016. №2. С.100–102.

21. Федяев А.А., Дейнега И.Н. К эффективности шумозащитных экранов // Дороги. Инновации в строительстве. 2017. №62. С.20–23.

22. Кокодеева Н.Е., Никулушкин А.А. О законе распределения и оценке степени риска шумовой характеристики от транспортного потока // Техническое регулирование в транспортном строительстве. 2014. №1 (5). С. 6–16.

23. Крикун С.Н., Пугачёв И.Е. Математическая модель оценки транспортного шума // Наука и техника в дорожной отрасли. 2019. №1 (87). С.35 37.

REFERENCES

1. Ushakov I.B., Bogomolov A.V., Kukushkin Ju.A. Psihofiziologicheskie mehanizmy formirovanija i razvitija funkcional'nyh sostojanij [Psychophysiological mechanisms of formation and development of functional conditions]. *Rossijskij fiziologicheskij zhurnal im. I.M. Sechenova*. 2014;100. № 10:1130-1137 (in Russian).

2. Asminin V.F., Korda U.Ju. Analiz putej snizhenija shuma v slozhivshejsja zhiloj zastrojke, prilegajushhej k ostanovochnym punkiam obshhestvennogo transporta [Analysis of ways to reduce noise in the current residential buildings that are adjacent to public transport stops]. *Nauchnyj vestnik Voronezhskogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Stroitel'stvo i arhitektura*. 2010; 4(20): 141-145 (in Russian).

3. Evgen'ev G.I. Primenenie shumozashhitnyh jekranov na avtomobil'nyh dorogah SShA [The use of noise screens on highways of the USA]. *Obzornaja Informacija Avtomobil'nye dorogi i mosty*. 2005; 5: 50 (in Russian).

4. Highway Noise Barriers: Performance, Maintenance and Safety (Video). Cambridge, MA: John A. Volpe Na-tional Transportation Systems Center, 1996. October.

5. Noise wall design guideline. Design guideline to improve the appearance of noise walls in NSW. March 2016.

6. Bahman Daee. Application of Polyurethane Products in Accelerated Construction of Innovative Noise Barrier. Western Graduate and PostdoctoralStudies. *Electronic Thesis and Dissertation Repository*, 2864. 2015.

7. Fleming G.G., Knauer H.S., Lee C.S.Y., Pedersen S. Highway Noise Barrier Design Handbook. http:// www.fhwa. dot.gov/environment/noise/design/ index. htm.

8. Hanson C.E., Towers D.A., and Meister L.D. (2006). Transit Noise and Vibration Impact Assessment. Report № FTA-VA-90-1003-06, prepared by Harris Miller Miller & Hanson, Inc., Burlington, MA, for the Federal Transit Ad-ministration, Washington, DC. Available at http://acousticstoday.org/manual. Accessed September 1, 2016.

9. Goines L., Hagler L. Noise Pollution: A Modern Plague. Southern Medical Journal [online]. 2007; 100 (3): 287–294. Available from: http://docs.wind-watch.org/ goineshaglernoisepollution.html [Accessed 16 January 2017].

10. Questim D. Assessing the acoustic durability of noise barriers on NRA road networks" Phil Morgan, June 2014, TRL, UK.

11. Minaeva V.V., Gaponenko A.V. Vlijanie shuma na organizm cheloveka [The influence of noise on the human body]. *Mezhdunarodnyj studencheskij nauchnyj vestnik*. 2015; 3: 56–58 (in Russian).

© 2004–2020 Вестник СибАДИ
The Russian Automobile
and Highway Industry Journal

12. Stepanova E.A., Abramova I.A. Sub'ektivnaja ocenka vnutrizhilishhnoj akusticheskoj sredy nasele-niem, prozhivajushhim na urbanizirovannyh primagistral'nyh territorijah [A subjective assessment of the intragilistic acoustic environment by the population living on urbanized areas close to the highways]. *Omskij nauchnyj vestnik*. 2004; 3: 76 –79 (in Russian).

13. Shashurin A.E. *Novye tehnicheskie i tehnologicheskie reshenija dlja snizhenija akusticheskogo zagrjaz-nenija shumozashhitnymi jekranami: monografija* [New technical and technological solutions for reducing acoustic pollution with noise-proof screens: monograph.]. Sankt-Peterburg: BGTU "Voenmeh" im. D.F. Ustinova, 2018: 134. ISBN 978-5-907054-27-1. Available at: https://e.lanbook.com/book/122102 (accessed: 19.04.2020). (in Russian)

14. *Voprosy zvukoizoljacii i arhitekturnoj akustik*i The issues of sound insulation and architectural acoustics]. Akad. stroitel'stva i arhitektury SSSR. Nauch. -issled. in-t stroit. fiziki i ograzhdajushhih konstrukcij; Pod red. kand. tehn. nauk V.N. Nikol'skogo. Moskow: Gosstrojizdat, 1959: 156 (in Russian).

15. Zinkin V.N., Soldatov S.K., Bogomolov A.V., Dragan S.P. Aktual'nye problemy zashhity naselenija ot nizkochastotnogo shuma i infrazvuka [Actual issues of population protection from low-frequency noise and infrasound]. *Tehnologii grazhdanskoj bezopasnosti*. 2015; 12. №1(43): 90–93 (in Russian).

16. Ivanov N.I. Problema shuma v sovremennoj civilizacii [The problem of noise in modern civilization // Construction physics in the 20th century: materials of scientific and technical conference]. *Stroitel'naja fizika v XXI veke: mate-rialy nauchno-tehnicheskoj konferencii* / pod red. I.L. Shubina. M.: NIISF RAASN, 2006: 39–42 (in Russian).

17. Roshhina N.V. Normativnye trebovanija k shumozashhitnym akusticheskim jekranam [Normative requirements for noise-proof acoustic screens]. *Noise theory and practice*. 2017; 3(9). Tom 3: 46-49. (in Russian)

18. Kuklin D.A., Tjurina A.V. Issledovanie akusticheskih jekranov dlja snizhenija shuma poezdov [Research of acoustic screens for reducing train noise]. *Bez-opasnost' zhiznedejatel'nosti: nauchno-prakticheskij zhurnal*. 2009; 8: 30–34 (in Russian).

19. Manakov A.L., Karpushhenko N.I., Velichko D.V. Snizhenie urovnja shuma vblizi zheleznoj dorogi [Reducing the noise level near the railway]. *Put' i putevoe hozjajstvo*. 2020; 3: 11–15 (in Russian).

20. Dejnega I.N., Marahovskij S.S. Kompozitnye polimernye materialy v konstrukcijah shumozashhit-nyh jekranov [Composite polymer materials in the construction of noise screens. Roads]. *Dorogi. Innovacii v stroitel'stve*. 2016; 2: 100-102 (in Russian).

21. Fedjaev A.A., Dejnega I.N. K jeffektivnosti shumozashhitnyh jekranov [To the effectiveness of noise screens]. *Dorogi. Innovacii v stroitel'stve*. 2017; 62: 20-23 (in Russian).

22. Kokodeeva N.E., Nikulushkin A.A. O zakone raspredelenija i ocenke stepeni riska shumovoj harak-teristiki ot transportnogo potoka [On the law of distribution and assessment of the risk of noise characteristics from the transport flow]. *Tehnicheskoe regulirovanie v transportnom stroitel'stve*. 2014; 1 (5): 6–16 (in Russian).

23. Krikun S.N., Pugachjov I.E. Matematicheskaja model' ocenki transportnogo shuma [A mathematical model of transport noise assessment]. *Nauka i tehnika v dorozhnoj otrasli*. 2019; (87): 35–37 (in Russian).

ВКЛАД СОАВТОРОВ

Шевелёв Дмитрий Александрович – Обследование объекта, экспериментальные исследования, анализ источников, расчёты, написание статьи.

Сиротюк Виктор Владимирович – Общее руководство, постановка цели, методов исследования, анализ источников, написание и редактирование статьи.

Геращенко Елена Александровна – Обследование объекта, экспериментальные исследования, расчёты.

Степанова Елена Андреевна – Консультации, методика и экспериментальные исследования, редактирование статьи.

COAUTHORS' CONTRIBUTION

Dmitry A. Shevelev – object survey, experimental studies, sources analysis, calculations, writing of the article.

Viktor V. Sirotiuk – overall management, purpose setting, research methods, source analysis, writing and editing of the article.

Elena A. Gerashchenko – object survey, experimental research, calculations.

Elena Stepanova – consultations, methods and experimental research, editing of the article.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Шевелёв Дмитрий Александрович – магистрант группы См-19МА7 Института магистратуры и аспирантуры ФГБОУ ВО «СИБАДИ» (644080, г. Омск, проспект Мира, 5, e-mail:dimashevelev97@gmail.com).

Сиротюк Виктор Владимирович – д-р техн. наук, проф. кафедры «Проектирование дорог» ФГБОУ ВО «СибАДИ» Scopus Author ID 6602369365, Researcher ID B-7877-2019 (644008, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: sirvv@yandex.ru).

Геращенко Елена Александровна – магистрант группы См-19МА7 Института магистратуры и аспирантуры ФГБОУ ВО «СИБАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: elenageraschenko1@yandex.ru).

Степанова Елена Андреевна – канд. биол. наук, доц. кафедры «Техносферная и экологическая безопасность» ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644008, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: elestep@rambler.ru).

© 2004–2020 Вестник СибАДИ
The Russian Automobile
and Highway Industry Journal

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Dmitry A. Shevelev (Omsk, Russia.) – Master Candidate of the Sm-19MA7 group, the Institute of Master and Post-graduate Studies of SibADI (644080, Omsk, Mira prospekt, 5., e-mail:dimashevelev97@gmail.com).

Viktor V. Sirotiuk (Omsk, Russia) – Dr. of Sci., Professor of the Road Design Department of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "the Siberian State Automobile and Highway University (SibADI)" Scopus Author ID 6602369365, Researcher ID B-7877-2019 (644008, Omsk, Mira prospekt, 5, e-mail: sirvv@yandex.ru).

Elena A. Gerashchenko (Omsk, Russia) – Master Candidate of the Sm-19MA7 group, the Institute of Master and Post-graduate Studies of SibADI (644080, Omsk, Mira prospekt, 5., e-mail: elenageraschenko1@yandex.ru).

Stepanova A. Elena (Omsk, Russia) – Cand. of Sci., Assosiate Professor of the Technosphere and environmental safety Department of SibADI (644008, Omsk, Mira prospekt, 5, e-mail: elestep@rambler.ru).

© 2004–2020 Вестник СибАДИ
The Russian Automobile
and Highway Industry Journal