

Оценка факторных рисков здоровью

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2017

Копытенкова О.И.¹, Курепин Д.Е.², Фридман К.Б.¹, Кузнецова Е.Б.¹

ПОДХОДЫ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ШУМА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА НА ОСНОВЕ МЕТОДОЛОГИИ ОЦЕНКИ РИСКА

¹ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 191036, Санкт-Петербург;

²ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», 190031, Санкт-Петербург

В статье представлены результаты измерения, прогнозирования и оценки шума в зоне влияния железнодорожного транспорта. Установлено, что железнодорожный транспорт является источником сверхнормативного акустического воздействия на окружающую среду в пределах зоны санитарного разрыва (100 м). Определены зависимости изменения уровня звука от грузовых поездов на расстоянии до 100 м от источника и на высоте до 30 м от поверхности земли. Получены расчетные эквивалентные уровни звука по октавным полосам частот для модельного участка железной дороги. На основе натурных и расчетных данных определены показатели вероятности предъявления жалоб населением на сверхнормативный уровень шума и вероятности раздражения на шум, а также рассчитаны показатели риска возникновения патологии нервной и сердечно-сосудистой (ССС) систем. В действующей нормативной документации выявлены расхождения в определении санитарного разрыва между линейным источником транспортного шума и объектами жилой застройки. Натурные измерения и основанное на них моделирование распространения шума (без преград) показали, что на границе нормативной санитарно-защитной зоны (100 м) в районе грузонапряженного участка железной дороги сохраняется уровень шума 60–62 дБА. При этом риск раздражения на шум и вероятности предъявления жалоб оценивается как приемлемый, риск возникновения патологии ССС – как низкий. На расстоянии 50 м уровень шума составляет 65 дБА, с учетом возрастных изменений организма после 70 лет экспозиции риск развития патологии ССС достигает экстремальной величины – 0,935. Показано, что объекты строительства на расстоянии менее 100 м от железной дороги попадают в зону акустического дискомфорта. Обоснована необходимость устранения разногласий в нормативной документации путем гармонизации санитарно-гигиенической и технической групп документов, регламентирующих методы измерения, прогноза и оценки уровней звука на территориях в зоне влияния железных дорог.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт; оценка риска; сверхнормативное акустическое воздействие; здоровье населения; акустическое загрязнение; раздражение на шум; жалобы на шум.

Для цитирования: Копытенкова О.И., Курепин Д.Е., Фридман К.Б., Кузнецова Е.Б. Оценка воздействия шума железнодорожного транспорта на основе использования методологии оценки риска. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(7): 675–681. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-7-675-681>

Для корреспонденции: Копытенкова Ольга Ивановна, гл. науч. сотр. отдела гигиены, ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 191036, Санкт-Петербург. E-mail: 5726164@mail.ru

Kopytenkova O.I.¹, Kurepin D.E.², Fridman K.B.¹, Kuznetsova E.B.¹

METHODICAL APPROACH AND ASSESSMENT OF NOISE IMPACT OF RAIL TRANSPORT ON THE BASIS OF THE USE OF RISK ASSESSMENT METHODOLOGY

¹North-West Public Health Research Center, Saint-Petersburg, 191036, Russian Federation;

²Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, Saint-Petersburg, 190031, Russian Federation

The paper presents the results of measurement, prediction and assessment of noise in the territory in the zone of the influence of the railway transport. The railway transport is established to be a source of excess acoustic impact on the environment within the area of sanitary break (100 m). The dependence of the change in noise levels from freight trains at a distance of 100 m from the source and up to 30 m from the ground surface was revealed. Equivalent sound levels in octave bands for the railway section of the model are calculated. Based on the results of field measurements and calculated data, the identification of indices of risk for adverse reactions in the population living in the zone of influence of the Railways was executed. The paper presents results of the calculation of the probability of occurrence of complaints on excessive noise and the likelihood of irritation at the noise, and the results of the calculation of risk indices of pathologies of the nervous and cardiovascular systems. The research made it possible to identify the regulatory documentation discrepancy in the definition of the health gap between the line source traffic noise and residential buildings. Field measurements and executed on their basis their modeling of the noise propagation (without obstacles) have shown that on the boundary of the regulatory sanitary protection zone (100m) in the congested section of the railway the noise level of 60–62 dBA is maintained. The risk of irritation to the noise and the likelihood of complaints is assessed as “acceptable”. The risk of pathology of the cardiovascular system is evaluated as “low”. At a distance of 50 m (65 dBA) with bearing in mind age-related changes after 70 years of exposure the risk reaches of extreme values – 0,935. Construction sites located less than 100 m from the railway were shown to fall into the zone of acoustic discomfort. There was substantiated the necessity of resolving differences in regulatory documentation by harmonizing sanitary and technical groups

documents regulating methods of measurement, prediction and evaluation of sound levels on the territories in the zone of influence of the Railways.

Key words: *railway transport; risk assessment; excessive acoustic exposure; population health; acoustic pollution; the irritation of the noise; complaints about noise.*

For citation: Kopytenkova O.I., Kurepin D.E., Fridman K.B., Kuznetsova E.B. Methodical approach and assessment of noise impact of rail transport on the basis of the use of risk assessment methodology. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2017; 96(7): 675-681. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.1882/0016-9900-2017-96-7-675-681>

For correspondence: Olga I. Kopytenkova, MD, PhD, Dsci., Prof., North-West Public Health Research Center, Saint-Petersburg, 191036, Russian Federation E-mail: 5726164@mail.ru

Information about authors:

Kopytenkova O.I. <http://orcid.org/0000-0003-3557-2255>; Kurepin D.E. <http://orcid.org/0000-0002-2073-1420>; Fridman K.B. <http://orcid.org/0000-0001-7189-0141>; Kuznetsova E. B. <http://orcid.org/0000-0002-1573-5021>.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgement. The study had no sponsorship.

Received: 15.03.17

Accepted: 05.07.17

Введение

Доля городского населения, подвергающегося воздействию сверхнормативных уровней шума или проживающего в условиях акустического дискомфорта, в Швеции составляет 38%, в Великобритании – 40%, в США – 35% [1, 2]. Эти цифры сопоставимы с отечественными данными: в России в условиях сверхнормативного акустического загрязнения, обусловленного транспортом, живут около 34 млн человек¹, численность населения, проживающего в условиях сверхнормативного акустического воздействия, колеблется от 20 до 60% в зависимости от величины города [3]. В Санкт-Петербурге в домах, расположенных в районах с интенсивным уличным шумом, проживает свыше 50% населения, при этом более 80% горожан предъявляют жалобы на транспортный шум [4, 5]. Анализ шумовых карт территории Санкт-Петербурга показал, что железнодорожные линии, размещенные в непосредственной близости от жилой территории без надлежющей защиты, создают участки акустического дискомфорта [4].

По данным Н.И. Иванова, И.Л. Карагодина и соавт., А.В. Киселева и соавт., около 30% всех болезней у жителей городов так или иначе связаны с повышенным шумовым воздействием [6–8]. В настоящее время шум входит в тройку наиболее вредных экологических факторов [1, 4, 5, 9]. Реакции организма на шум подразделяются на реакции защиты и ориентации, или на реакции патологические и физиологические. Наиболее сильные реакции вызывает шум более 70 дБ. Воздействие шума может приводить к формированию заболеваний сердечно-сосудистой, нервной или пищеварительной системы. Уровень звука свыше 65 дБА является фактором риска развития ишемической болезни сердца и инфаркта миокарда [5, 10]. Согласно исследованиям австрийских ученых, длительное сверхнормативное шумовое воздействие может привести к заметному (в пределах 8–12 лет) сокращению жизни населения, проживающего в крупных городах (В.М. Черепов, Ю.В. Новиков).

Следует отметить, что особенность воздействия шума на человека заключается в неспецифическом физиологическом проявлении при уровне шума на 7–15 дБ ниже того, при котором возникает риск для органов слуха [1, 11].

Выявление достоверной связи между ростом числа заболеваний и уровнем шума является трудоемкой задачей, так как во многих случаях акустический фактор не является основным источником развития патологии, но вместе с тем способствует ее формированию. Изучение динамики показателей первичной заболеваемости населения Санкт-Петербурга болезнями, развитие которых может быть связано с влиянием акустического фактора, свидетельствует о росте этих показателей: за десятилетний период (2000–2009 гг.) заболеваемость болезнями системы кровообращения (в том числе характеризующимися повышенным кровяным давлением) увеличилась в 1,9 раза, болезнями нервной системы – в 1,7 раза [4].

С точки зрения влияния на окружающую среду железнодорожный транспорт имеет существенные преимущества перед всеми другими видами транспорта. Вместе с тем его негативное акустическое воздействие на население, непосредственно проживающее вблизи железной дороги, весьма существенно. Актуальной является проблема сверхнормативного акустического воздействия и определения потенциального риска развития заболеваний, связанных с шумовым фактором при эксплуатации железнодорожного транспорта.

Целью исследования явилась оценка риска сверхнормативного воздействия шума на население, проживающее в зоне влияния железных дорог, по показателям негативных реакций (раздражение на шум, жалобы на шум, риск формирования патологии).

Материал и методы

Измерения и оценка шума проведены в соответствии с требованиями ГОСТ 31296.1–2005 (ИСО 1996-1:2003) «Шум. Описание, измерение и оценка шума на местности» (Часть 1 «Основные величины и процедуры оценки»), ГОСТ Р 53187–2008 «Акустика. Шумовой мониторинг городских территорий», МУК 4.3.2194–2007 «Контроль уровня шума на территории жилой застройки, в жилых и общественных зданиях и помещениях». Натурные измерения выполнены на участке Мга–Гатчина–Веймарн–Усть-Луга. При проведении измерений шумовой характеристики потоков грузового железнодорожного транспорта измерительный микрофон располагался на расстоянии $25 \pm 0,5$ м от оси ближнего к точке измерения магистрального железнодорожного пути, на высоте $1,5 \pm 0,1$ м от уровня земли. Продолжительность измерений шумовой характеристики потока железнодорожных поездов составляла не менее 1 часа.

Нормируемыми параметрами непостоянного шума являются эквивалентные (по энергии) уровни звука ($L_{экв}$), максимальные уровни звука ($L_{макс}$). При расчетах применяли ГОСТ Р 54933–2012 «Шум. Методы расчета уровней внешнего шума, излучаемого железнодорожным транспортом» и ГОСТ 33328–2015 «Экраны акустические для железнодорожного транспорта. Методы контроля», а также требования СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и других объектов» и СП 51.13330.2011 «Защита от шума».

Построение карт шума проведено с помощью программного комплекса АРМ «Акустика» версии 3.2.3. Риск негативных реакций организма оценен согласно МР 2.1.10.0059–12 «Оценка риска здоровья населения от воздействия транспортного шума».

Статистическая обработка материала выполнена с использованием стандартного пакета прикладных программ Statistics 7.0.

Результаты и обсуждение

Одним из способов защиты от сверхнормативного воздействия шума транспортных потоков является создание санитарно-защитных зон (СЗЗ) и зон санитарного разрыва. Согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03 зона санитарного разрыва для линейных объектов железнодорожного транспорта должна опре-

¹ Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 23.03.2005 № 10 «О мерах по усилению надзора за автотранспортом и уменьшением влияния его на здоровье населения».

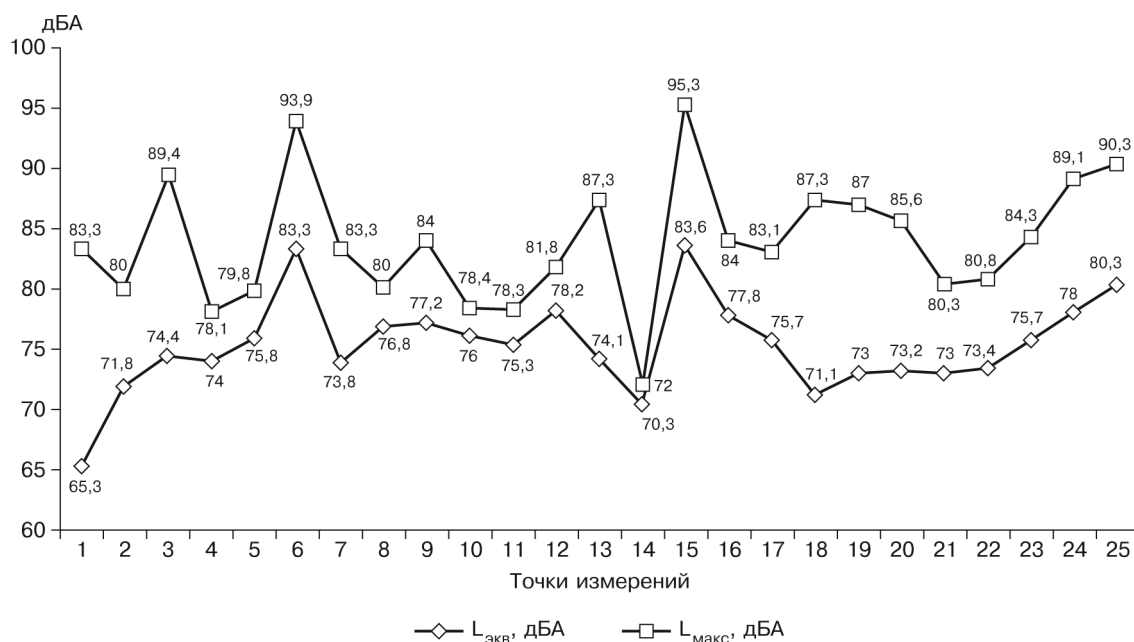


Рис. 1. Максимальный и эквивалентный уровни звука (по результатам измерений), дБА.

деляться расчетным методом. Вместе с тем в соответствии с требованиями п. 8.20 СП 42.13330.2011 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений»: «жилищную застройку необходимо отделять от железных дорог санитарно-защитной зоной шириной не менее 100 м, считая от оси крайнего железнодорожного пути». При осуществлении специальных шумозащитных мероприятий, обеспечивающих требования СП 51.13330.2011, ширина СЗЗ может быть уменьшена, но не более чем на 50 м. Следовательно, СЗЗ от жилой застройки должна составлять 100 м. В случае строительства жилых зданий в СЗЗ, они должны быть обеспечены шумозащитой в соответствии с требованиями п. 4.4 СП 31-107-2004 «Архитектурно-планировочные решения многоквартирных жилых домов». В дополнение могут быть использованы мероприятия, направленные на снижение шума на открытой территории (выемки, акустические экраны).

Для получения объективной информации проведены натурные измерения шума. В период измерений в зоне акустического воздействия железнодорожного транспорта было зарегистрировано прохождение 25 грузовых поездов. Полученные данные представлены на рис. 1. По результатам измерений на расстоянии 25 м среднее значение $L_{\text{экв}}$ для грузового транспорта составило 75,2 дБА, а $L_{\text{макс}}$ – 83,9 дБА. Превышения нормативов по октавным полосам частот наиболее часто наблюдались на частотах от 31,5 до 1000 Гц (табл. 1).

В точках замеров (в 25 м от железнодорожного полотна, ГОСТ 20444–2014 «Шум. Транспортные потоки. Методы определения шумовой характеристики») уровень шума в 97% случаев был выше нормативных значений для жилых территорий. $L_{\text{экв}}$ в 60% измерений превышал норматив для дневного времени суток (55 дБА) и в 100% – для ночного времени суток. Превышения нормативов преимущественно наблюдались на частотах от 31,5 до 1000 Гц. В то же время в соответствии с СП 42.13330.2011 СЗЗ должна составлять не менее 100 м. В связи с этим было проведено моделирование распространения шума на расстоянии до 100 м от источника. Кроме того, в соответствии с требованиями МУК 4.3.2194–2007 измерения уровня шума на территории производятся на высоте $1,5 \pm 0,1$ м от земли. Для определения динамики распределения уровней звука в зависимости от расстояния и высоты от источника шума, что важно для многоэтажной застройки, выполнено моделирование распространения звука в пространстве с помощью программного комплекса АРМ «Акустика» версии 3.2.3.

Программировался участок железной дороги без акустического экрана и с установленным акустическим экраном. Для

программирования использовалась трехпутная железная дорога с потоком грузовых поездов. Интервал движения грузовых поездов с 07:00 до 23:00 – 1 час на каждом пути. Железнодорожная колея стандартная, размером 1520 мм, расстояние между осями путей для трехпутной железной дороги согласно ГОСТ 9238–83. «Габариты приближения строений и подвижного состава железных дорог колеи 1520 (1524) мм». Средняя длина грузового поезда – 800 м, средняя скорость движения – 40 км/ч. Тип железнодорожного пути с железобетонными шпалами, мосты и кривизна пути отсутствуют. Расчетные точки для определения уровня шума выбраны на расстоянии 7,5; 15; 20; 30; 50; 75; 100 м и на высоте 1,5; 5; 20; 30 м от поверхности земли. Параметры: $L_{\text{экв}}$, $L_{\text{макс}}$ эквивалентные уровни звукового давления по октавным полосам со среднегеометрическими частотами 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц.

Для моделирования использовались как груженные, так и порожние грузовые поезда. Шум от порожних грузовых составов был ниже в среднем на 9,8 дБА.

Изменение уровня звука в расчетных точках на высоте 1,5 м от земли и на расстоянии до 100 м от источника представлено на рис. 2.

Результаты моделирования акустического воздействия грузовых поездов показывают превышение нормативных значений $L_{\text{экв}}$ (55 дБА) и $L_{\text{макс}}$ (70 дБА), особенно на ближней (на расстоянии 30 м) и средней (на расстоянии 50 м) дистанциях. Полученные результаты свидетельствуют, что $L_{\text{экв}}$ и $L_{\text{макс}}$ превышают ДУ даже на расстоянии 100 м (60,7 и 74,2 дБА соответственно).

Таблица 1

Эквивалентные уровни звукового давления в среднегеометрических частотах октавных полос (наиболее частые результаты измерений), дБ

№ измерения	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	88,6	85,6	81,9	80,1	80,6	73,2	76,0	71,7	60,9
2	91,0	91,0	80,1	75,5	75,7	74,1	68,3	65,6	57,2
3	72,2	75,2	72,3	71,6	86,7	88,6	82,7	74,6	62,8
4	73,1	68,9	67,6	65,2	70,9	70,1	68,8	63,1	54,0
5	79,5	78,6	74,3	71,2	76,8	74,5	72,8	67,3	58,4

Примечание. Замеры проведены на расстоянии 25 м от железнодорожного полотна.

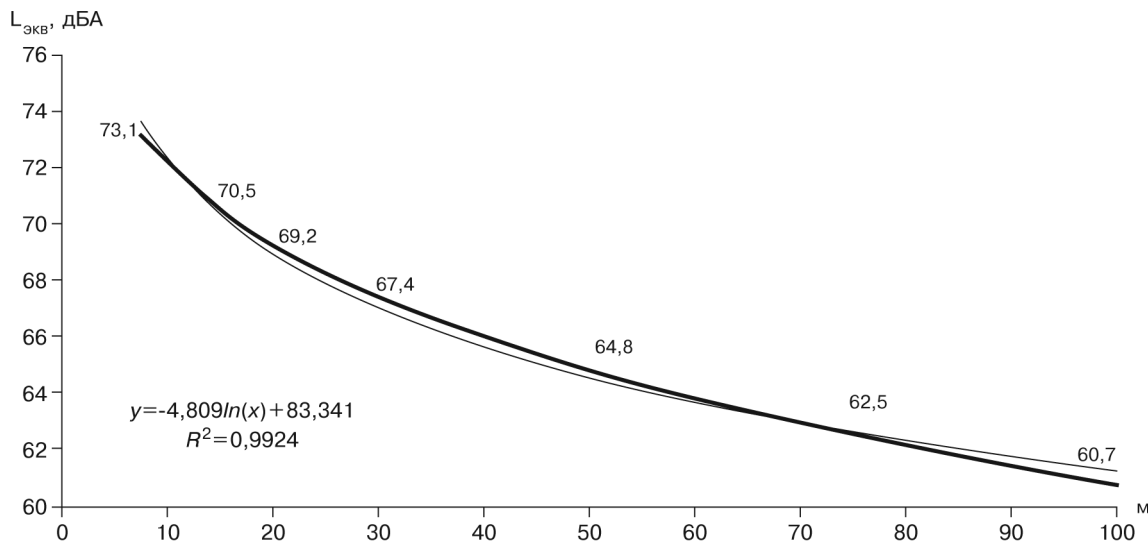


Рис. 2. Расчетные данные уровня звука на высоте 1,5 м, дБА.

Расчетные значения эквивалентного уровня звукового давления по октавным полосам частот на высоте 1,5 м в дневное время представлены в табл. 2. Исходя из данных таблицы, наибольшее превышение наблюдается на частотах от 500 до 4000 Гц.

Изменения $L_{экв}$ в расчетных точках на высоте 30 м представлены на рис. 3. Установленная зависимость изменения уровня звука ($L_{макс}$ и $L_{экв}$) показывает, что уровень шума, превышающий норматив, сохраняется не только на значительном удалении (100 м), но и на значительной высоте расчетных точек (30 м). Следует отметить и тот факт, что снижение уровня шума по высоте намного менее существенно, чем снижение в зависимости от расстояния от источника шума.

Наиболее заметная динамика изменения шума по высоте расчетных точек будет на самом близком расстоянии от источника шума (при высоте расчетных точек 1,5 м на расстоянии 7,5 и 15 м $L_{экв}$ равен 73,1 и 70,5 дБА соответственно, а на высоте расчетных точек 30 м – 68,9 и 68,3 дБА). С увеличением расстояния

разница между уровнями звука ($L_{экв}$ и $L_{макс}$) на высотах 1,5–30 м будет сокращаться и на расстоянии 50–100 м от железной дороги составит менее 1 дБА (рис. 4).

На следующем этапе проведен расчет риска негативных реакций населения, проживающего в зоне влияния железных дорог. Наиболее важным критерием является период времени воздействия шума, поэтому для оценки риска акустического воздействия использовались десятилетние временные интервалы до 70 лет.

Показателем, характеризующим акустическое воздействие на население, может считаться доля лиц (%), испытывающих психологическое раздражение на шум. В литературе имеются указания на математическую модель, позволяющую прогнозировать величину данного показателя [4, 5, 13]. Для оценки раздражающего эффекта шума использовалась следующая математическая модель:

$$R = 100 / (1 + \exp \cdot (10,4 - 0,13 \cdot L_{экв})) \quad (1)$$

где $L_{экв}$ – эквивалентный уровень звука.

Установленная зависимость показывает (рис. 5), что прогрессирующая динамика раздражения населения на шум наблюдается при уровне шума выше 70 дБА (доля населения, испытывающего раздражение при 70 дБА, – 24%).

По результатам ранее проведенных измерений шума железнодорожного транспорта среднее значение $L_{экв}$ на расстоянии 25 м составляет 75,2 дБА, реальное раздражение на шум от железнодорожного транспорта оценивается на уровне 38,4%. На расстоянии 100 м расчетные $L_{экв}$ составят 60–62 дБА, раздражение на шум будет испытывать не более 10% населения, риск оценивается как приемлемый.

Для оценки вероятности (риска) предъявления жалоб использовалась следующая модель (А.В. Киселев, 2012):

$$R = -6,5027 + 0,0889 \cdot L_{экв} \quad (2)$$

где $L_{экв}$ – эквивалентный уровень шума в дБА.

Расчеты позволили получить зависимость риска предъявления жалоб населением от уровня шума (рис. 6).

Таблица 2
 Расчетные эквивалентные уровни звука по октавным полосам частот для модельного участка железной дороги (дневное время суток), дБ

Расстояние от источника шума, м	Параметры	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
7,5	УЗД	78,4	67,9	65,7	69,8	68,4	66,8	61,3	50,5
	Превышение	3,4	1,9	6,7	15,8	18,4	19,8	16,3	6,5
15	УЗД	76,1	65,5	62,4	66,7	65,9	64,3	58,7	47,2
	Превышение	1,1	-0,5	3,4	12,7	15,9	17,3	13,7	3,2
20	УЗД	75	64,3	60,8	65,3	64,8	63,2	57,4	45,6
	Превышение	0	-1,7	1,8	11,3	14,8	16,2	12,4	1,6
30	УЗД	73,5	62,6	58,4	63,1	63	61,4	55,5	43
	Превышение	-1,5	-3,4	-0,6	9,1	13	14,4	10,5	-1
50	УЗД	71,4	60,2	55,2	60,1	60,5	58,9	52,7	39
	Превышение	-3,6	-5,8	-3,8	6,1	10,5	11,9	7,7	-5
75	УЗД	69,8	58,1	52,5	57,5	58,3	56,7	50,1	34,9
	Превышение	-5,2	-7,9	-6,5	3,5	8,3	9,7	5,1	-9,1
100	УЗД	68,7	56,4	50,5	55,6	56,6	54,9	47,9	31,3
	Превышение	-6,3	-9,6	-8,5	1,6	6,6	7,9	2,9	-12,7
ДУ днем		75	66	59	54	50	47	45	44

Примечание. Замеры проведены на высоте 1,5 м от земли.

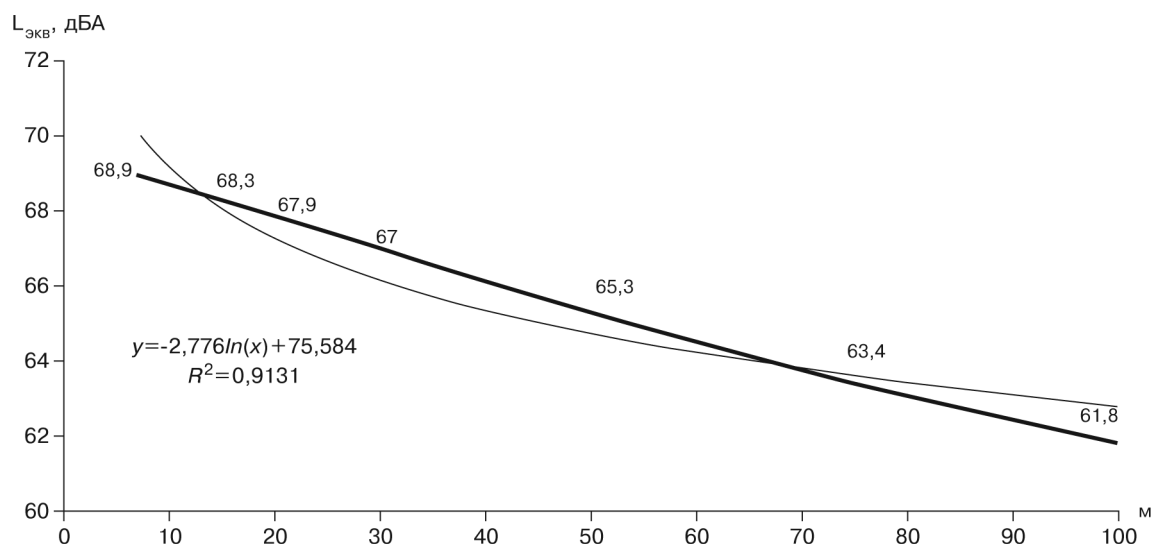


Рис. 3. Расчетные величины эквивалентного уровня звука на высоте 30 м, дБА.

Вероятность (риск) жалоб, связанных с грузовым железнодорожным транспортом, по ранее установленному среднему значению $L_{экв}$, равному 75,2 дБА (на расстоянии 25 м), составит 0,57, это означает, что более 57% населения проживающего в зоне акустического воздействия железнодорожного транспорта, может предъявить жалобы. На расстоянии 100 м при расчетных $L_{экв}$ 60–62 дБА жалобы на шум может предъявлять не более 12–15% населения, риск оценивается как приемлемый.

При определении величины риска развития патологии (заболеваний органов слуха, сердечно-сосудистых, неврологических заболеваний) у населения, проживающего на расстоянии 100 м от источника с интенсивностью шума 60–62 дБА на открытой территории, с учетом даже минимального снижения проникающего в жилое помещение шума на 25–32 дБА – до 35–37 дБА (ГОСТ 27296–2012 «Здания и сооружения. Методы измерения звукоизоляции ограждающих конструкций») установлено, что величина риска составит менее 0,05, риск оценивается как низкий. На расстоянии 50 м от источника, где шум составляет 65

дБА, риск заболеваний органов сердечно-сосудистой системы достигнет высоких значений (0,495) после 60 лет проживания под воздействием фактора. После 70 лет воздействия с учетом наложения возрастных изменений риск доходит до экстремального (0,935) (рис. 7), при этом риск развития заболеваний нервной системы не выходит за границы приемлемых значений (0,068), риск развития заболеваний органов слуха остается в пределах низких значений (0,028) (табл. 3).

Выводы

1. Проведенные исследования позволили выявить в действующей нормативной документации: СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и других объектов» и СП 42.13330.2011 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений» – несоответствие в определении санитарного разрыва между линейным источником транспортного шума и объектами жилой застройки.

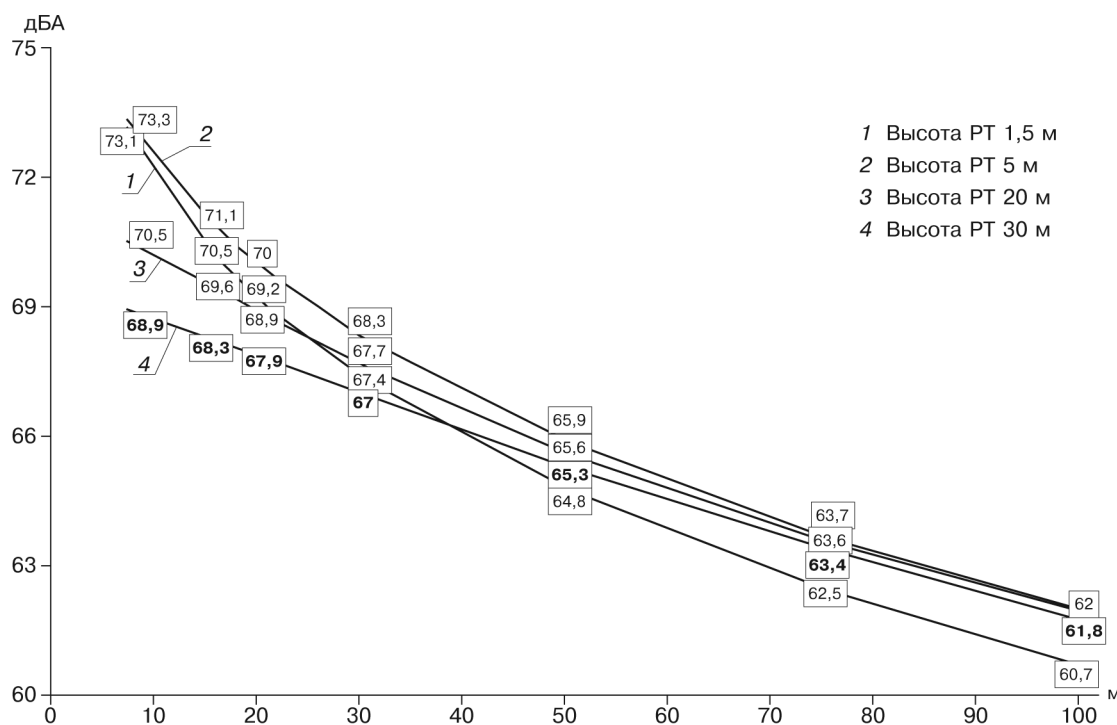


Рис. 4. Изменение эквивалентного уровня звука в зависимости от расположения расчетных точек, дБА.

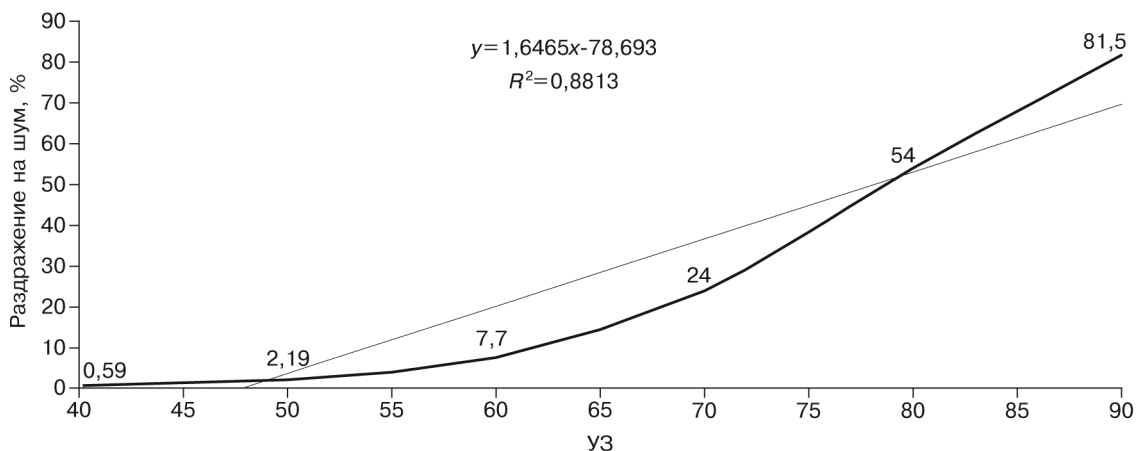


Рис. 5. Зависимость доли населения, испытывающего раздражение на шум, от интенсивности шума, %.

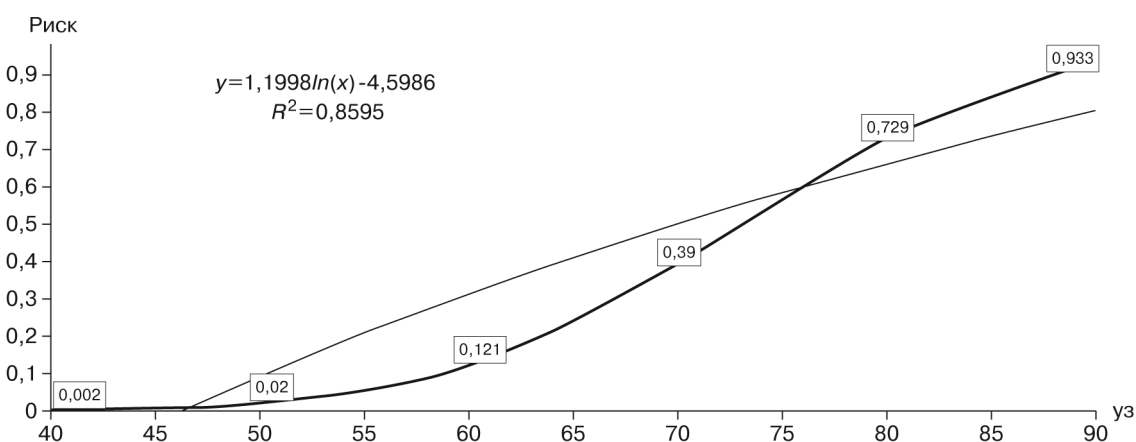


Рис. 6. Динамика вероятности (риска) предъявления жалоб в зависимости от интенсивности шума.

2. Натурные измерения и проведенное на их основе моделирование распространения шума (без преград) показали, что на границе нормативной СЗЗ (100 м) в районе грузонапряженного участка железной дороги сохраняется уровень шума 60–62 дБА.

3. Риск раздражения на шум и вероятности предъявления жалоб у населения, проживающего на расстоянии 100 м от железной дороги, оценивается как приемлемый, риск возникновения сердечно-сосудистых заболеваний – как «низкий». На расстоянии 50 м (65 дБА) после 70 лет экспозиции с учетом возрастных

изменений риск развития сердечно-сосудистых заболеваний достигает экстремальной величины – 0,935.

4. Несмотря на наличие отдельных методов оценки шумоглушения в источнике и на пути распространения, в настоящее время отсутствует метод комплексной оценки эффективности мероприятий по шумоглушению от линейных объектов железнодорожного транспорта.

5. Для устранения разногласий в нормативной документации необходимо гармонизировать санитарно-гигиенические

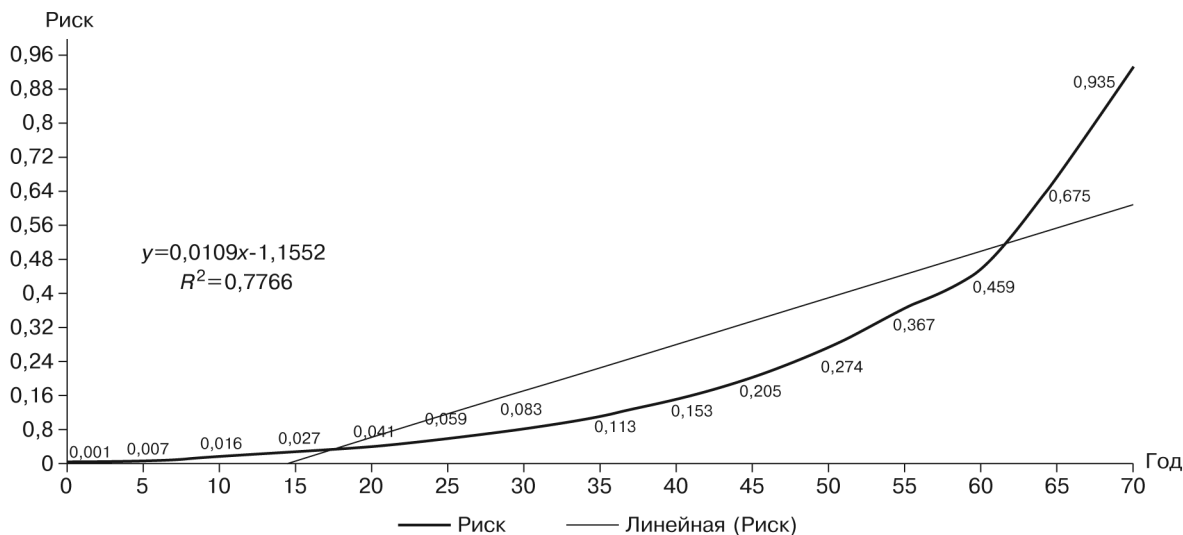


Рис. 7. Приведенный риск развития заболеваний сердечно-сосудистой системы при уровне звука 65 дБА.

Результаты оценки риска для населения при воздействии шумового фактора интенсивностью 65 дБА

Возраст, t, годы	$R_{\text{ос,ф}}^{\text{ос,ф}}$ $R_{\text{сс,ф}}^{\text{ос,ф}}$ $R_{\text{нс,ф}}^{\text{ос,ф}}$			$R_{\text{ос}}^{\text{ос,ф}}$ $R_{\text{сс}}^{\text{ос,ф}}$ $R_{\text{нс}}^{\text{ос,ф}}$			$\tilde{R}_{\text{ш}}^{\text{Асое}} = \frac{R_{\text{ш}}^{\text{Асое}}}{1 - R_{\text{ф}}^{\text{Асое}}}$			$R_{\text{ш}} = R_{\text{ш}}^{\text{Аи}} - R_{\text{ф}}^{\text{Аи}}$		
	ОС	ССС	НС	ОС	ССС	НС	ОС	ССС	НС	ОС	ССС	НС
1	0,023	0,007	0,029	0,024	0,009	0,030	0	0,001	0,001	0	0,001	0,001
10	0,026	0,012	0,031	0,029	0,027	0,039	0,003	0,016	0,008	0,003	0,016	0,008
20	0,029	0,019	0,033	0,035	0,060	0,049	0,006	0,040	0,016	0,006	0,041	0,017
30	0,033	0,032	0,036	0,042	0,112	0,060	0,009	0,080	0,025	0,010	0,083	0,026
40	0,037	0,053	0,038	0,050	0,198	0,072	0,013	0,145	0,034	0,013	0,153	0,035
50	0,041	0,088	0,041	0,058	0,338	0,072	0,017	0,250	0,044	0,018	0,274	0,046
60	0,046	0,147	0,044	0,068	0,569	0,098	0,021	0,423	0,054	0,022	0,495	0,056
70	0,052	0,243	0,048	0,078	0,951	0,113	0,026	0,707	0,065	0,028	0,935	0,068

Примечание. ОС – органы слуха; СССР – сердечно-сосудистая система; НС – нервная система. Риск $\leq 0,05$ – низкий; $0,05-0,35$ – приемлемый; $0,35-0,6$ – высокий; $\geq 0,6$ – экстремальный.

и технические группы документов, рассмотреть возможность внесения в них поправок с учетом использования методологии оценки риска негативных реакций населения при воздействии различных уровней шума.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.
Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

- Леванчук А.В., Курепин Д.Е. Гигиеническая оценка шума автомобильного транспорта в зависимости от расстояния и высоты от источника шума. *Наукoведение*. 2014; 6(6): 1–8. <http://naukovedenie.ru/PDF/21TVN614.pdf>
- Иванов Н.И. *Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: учебник*. М.: Логос; 2008.
- Карагодина И.Л., Путилина А.П., Коробкова В.Е. Гигиеническая оценка шумового режима территории жилой застройки. *Гигиена и санитария*. 1985; 64(5): 7–11.
- Киселев А.В., Хлопина Г.В. Использование методологии оценки риска здоровью в практике природопользования и управления здоровьем населения. <http://www.integral.ru/risk.html>
- Фридман К.Б., Лим Т.Е., Шусталов С.Н., Леванчук А.В. Концептуальная модель оценки и управления риском для здоровья населения от транспортных загрязнений. *Известия Петербургского университета путей сообщения*. 2011; (1): 230–7.
- Ашина М.В., Матвеева Н.А., Баранов Е.М. Воздействие шума на условия проживания и здоровье населения крупного города. В кн.: *Материалы X съезда гигиенистов и санитарных врачей. Книга 1*. М.; 2007.
- Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2013 году». М.; 2014.
- Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года. М.; 2008.
- Курепин Д.Е. Метод определения критических акустических нагрузок на антропогенную среду при освоении месторождений твердых полезных ископаемых. *Наукoведение*. 2015; 7(5).
- Буторина М.В. Концепция и разработка карт шума городов и населенных пунктов. В кн.: *Сборник докладов II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Защита от повышенного шума и вибрации»*. СПб; 2009.
- Денисов Э.И. Физические основы и методика расчета дозы шума. *Гигиена труда*. 1970; (11); 24–8.
- Курепин Д.Е., Киселев А.В., Федоров В.Н., Леванчук А.В., Зибарев Е.В. Методические подходы к оценке риска от сверхнормативного акустического воздействия при строительстве и эксплуатации железных дорог. В кн.: *Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Актуальные проблемы безопасности и анализа риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания»*. Пермь; 43–6.

References

- Levanchuk A.V., Kurepin D.E. Hygienic assessment of the noise of road transport in relation to distance and height from the source of noise. *Naukovedenie*. 2014; 6(6): 1–8. Available at: <http://naukovedenie.ru/PDF/21TVN614.pdf> (in Russian)
- Ivanov N.I. *Engineering Acoustics. Theory and Practice of Noise Control: Textbook. [Inzhenernaya akustika. Teoriya i praktika bor'by s шумом: uchebnyk]*. Moscow: Logos; 2008. (in Russian)
- Karagodina I.L., Putilina A.P., Korobkova V.E. Hygienic assessment of the noise regime of the residential area. *Gigiena i sanitariya*. 1985; 64(5): 7–11. (in Russian)
- Kiselev A.V., Khlopina G.V. Use of the methodology for assessing health risks in environmental management practices and managing public health. Available at: <http://www.integral.ru/risk.html> (in Russian)
- Fridman K.B., Lim T.E., Shustalov S.N., Levanchuk A.V. Conceptual model of risk assessment and management for public health from transport pollution. *Izvestiya Peterburgskogo universiteta putey soobshcheniya*. 2011; (1): 230–7. (in Russian)
- Ashina M.V., Matveeva N.A., Baranov E.M. The impact of noise on the living conditions and health of the population of a large city. In: *Materials of the 10th Congress of Hygienists and Sanitary Physicians. Book 1 [Materialy X s'ezda gigienistov i sanitarnykh vrachey. Kniga 1]*. Moscow; 2007. (in Russian)
- State report «On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Russian Federation in 2013». Moscow; 2014. (in Russian)
- Transport strategy of the Russian Federation for the period until 2030. Moscow; 2008. (in Russian)
- Kurepin D.E. A method for determining critical acoustic loads on an anthropogenic environment during the development of deposits of solid minerals. *Naukovedenie*. 2015; 7(5). (in Russian)
- Butorina M.V. The concept and development of noise maps of cities and settlements. In: *Collection of Reports of the II All-Russian Scientific-practical Conference with International Participation «Protection from Increased Noise and Vibration» [Sbornik dokladov II Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhduнародnym uchastiem «Zashchita ot povyshennogo shuma i vibratsii»*. St. Petersburg; 2009. (in Russian)
- Denisov E.I. Physical basis and methodology for calculating the dose of noise. *Gigiena truda*. 1970; (11); 24–8. (in Russian)
- Kurepin D.E., Kiselev A.V., Fedorov V.N., Levanchuk A.V., Zibarev E.V. Methodical approaches to risk assessment from excessive acoustic impact in the construction and operation of railways. In: *Materials of the VI All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation «Actual Problems of Safety and Risk Analysis of Public Health under the Influence of Environmental Factors» [Materialy VI Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhduнародnym uchastiem «Aktual'nye problemy bezopasnosti i analiza riska zdorov'yu naseleniya pri vozdeystvii faktorov sredy obitaniya»*. Perm'; 43–6. (in Russian)

Поступила 15.03.17

Принята к печати 05.07.17