

# ОЦЕНКА РИСКОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ БОЛЕЗНЕЙ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ ОТ ШУМОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Е.А. Давыдова, Е.Н. Бельская, У.С. Постникова, О.В. Тасейко

**Аннотация.** Приведены результаты обзора основных источников шумовых воздействий как одного из наиболее значимых физических факторов, оказывающих негативное влияние на человека в условиях городской среды. Показан удельный вес источников шумовых воздействий, не соответствующих гигиеническим нормативам, за 2012–2021 гг. Проведены измерения уровней шумового загрязнения для шести районов г. Красноярска, выявлены территории с наибольшими уровнями шума. Показано пространственное распределение уровней шума на территории Красноярска в вечернее время. Определены эквивалентные уровни средневзвешенного суточного шума в Центральном и Октябрьском районах Красноярска. Проведена оценка рисков здоровью населения от влияния шума с использованием показателей относительного риска возникновения болезней системы кровообращения. Отмечено, что обеспечение шумовой безопасности во многом зависит от оперативного установления уровней нагрузки и получения характеристик распределения шума на различных функциональных территориях с учетом многочисленности, разнообразия и комплексности воздействия источников. Полученные результаты могут быть использованы для изучения закономерностей воздействия факторов среды на здоровье человека, проведения гигиенической диагностики, разработки и внедрения комплекса мероприятий по снижению уровня воздействий и получения достоверной информации о характере и видах воздействий на здоровье населения.

**Ключевые слова:** шумовая безопасность, риск для здоровья населения, урбанизированные территории, измерение уровней шума, пространственное распределение, шумовое воздействие транспорта, эквивалентный уровень шума, относительный риск, риск болезней системы кровообращения, защита от транспортного шума.

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время наблюдается существенный рост негативного влияния на здоровье населения большого спектра техногенных и антропогенных факторов, среди которых факторы физической природы являются лидирующими по интенсивности воздействия на урбанизированных территориях. Антропогенное действие шума как одного из физических факторов существенно возросло в последние годы [1–3] вследствие роста технического оснащения, интенсификации использования городских территорий и развития сети транспортного комплекса. Шумовая безопасность на урбанизированных территориях безусловно является крайне актуальной задачей.

Характер производимого шума зависит от вида его источника. На урбанизированных территориях наиболее значимыми источниками шума являются:

- транспорт (автомобильный, рельсовый, воздушный и др.),
- предприятия (промышленные, сферы услуг, торговли и т. п.),
- строительные и ремонтные работы,
- спортивные и культурно-развлекательные объекты, в том числе звукоусилительные рекламные устройства,
- системы вентиляции и кондиционирования,
- объекты питания,
- внутриквартальные источники (хозяйственные дворы и т. п.),
- погрузочно-разгрузочные работы.



По данным государственного доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2021 году» [3], по шуму не соответствует гигиеническим нормативам 12,6 % объектов. В табл. 1 приведены данные по удельному весу промышленных предприятий и обследованных транспортных средств, не соответствующих гигиеническим нормативам по уровню шумовых воздействий.

В целом наблюдается тенденция к снижению уровня шумовых воздействий, которые носят долговременный, систематический и комплексный характер, но они по-прежнему высоки. Доля измерений шума на территории жилой застройки, не соответствующих гигиеническим нормативам, в 2021 г. составила 17,0 % [3]. Действие шума в условиях плотной застройки населенных пунктов является одним из наиболее значимых физических факторов, оказывающих влияние на среду обитания человека и, как следствие, на здоровье населения.

По данным различных исследователей, акустические загрязнения от транспортных магистралей составляют около 80 % всех внешних шумов города [1–3], вызывают раздражение и влияют на психологическое состояние, включая тревогу [4], усталость и напряжение [5, 6].

Продолжительность воздействия составляет 15–18 ч/сут. [1, 2]. В результате длительного воздействия шума нарушается нормальная деятель-

ность сердечно-сосудистой и нервной систем, пищеварительных и кроветворных органов, развивается профессиональная тугоухость, прогрессирование которой может привести к полной потере слуха. Шум в городах сокращает продолжительность жизни человека. Чрезмерный шум может стать причиной нервного истощения, психической угнетённости, вегетативного невроза, язвенной болезни, расстройства эндокринной и сердечно-сосудистой систем [7]. Шум в ночное время приводит к нарушению сна, что может быть причиной особого беспокойства. Нарушенный сон может оказывать негативное влияние на многие аспекты здоровья и благополучия, вызывая ухудшение внимания, консолидации памяти, нейроэндокринных и метаболических функций, настроения и общего качества жизни. Ночной шум также влияет на вегетативные функции: эпидемиологические исследования показали, что длительное воздействие ночного шума окружающей среды может повысить риск развития сердечно-сосудистых заболеваний [8].

В структуре общей заболеваемости населения Красноярского края болезни системы кровообращения (БСК) занимают второе место [9, 10]. В табл. 2 представлены данные о заболеваемости БСК, в том числе впервые диагностированных случаев. Прирост показателя общей заболеваемости наблюдался до 2019 г., в 2020–2021 гг. общая заболеваемость снизилась.

Таблица 1

**Удельный вес промышленных предприятий и обследованных транспортных средств, не соответствующих гигиеническим нормативам по уровню шумовых воздействий**

Годы	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Удельный вес промышленных предприятий, не соответствующих гигиеническим нормативам по уровню шумовых воздействий, %	35,9	33,9	33,1	31,5	32,7	32,4	31	26,8	23,6	26,1
Удельный вес обследованных транспортных средств, не соответствующих гигиеническим нормативам по уровню шумовых воздействий, %	24,9	23,8	21,8	19,3	20,5	15,8	10,8	88,8	66,6	77,6

Таблица 2

**Данные о заболеваемости и смертности от БСК по Красноярскому краю [3, 10]**

Наименование показателя	Год				
	2017	2018	2019	2020	2021
Население Красноярского края, тыс. чел.	2 876	2 877	2 874	2 866	2 856
Численность страдающих БСК по Красноярскому краю, тыс. чел.	716	719	725	679	675
Численность заболевших БСК по Красноярскому краю с впервые установленным диагнозом, тыс. чел.	106	108	96	84	83
Смертность от БСК по Красноярскому краю на 100 000 чел. населения	574,2	587,6	589,4	657,2	688,0

Основная доля (54,3 %) в суммарной распространенности БСК приходится на болезни, характеризующиеся повышенным кровяным давлением, первичная заболеваемость по этой группе также растет. Доля остальных видов БСК значительно меньше. Исследования показывают, что воздействие высоких уровней шума увеличивает кровяное давление у человека [7].

Общая заболеваемость взрослого населения Красноярского края БСК за последние пять лет уменьшилась на 3,3 %, первичная – на 16,7 %. В пожилом возрасте, когда возникают необратимые изменения в сосудах, в значительной степени ограничивающие их адаптационные возможности, БСК встречаются значительно чаще.

Целью исследования являлось изучение уровней шумового действия автотранспорта на здоровье населения г. Красноярска. Построение карт шумового загрязнения и оценка рисков возникновения болезней системы кровообращения в условиях акустических воздействий выполнялись на основе измеренных в различных районах Красноярска уровней шума.

## 1. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Измерения уровней шумовых воздействий проводились в период с апреля по май 2021 г. с использованием шумомера «СЕМ DT-815» (диапазон 30–130 дБ; динамический диапазон 50 Дб; диапазон измерений: Low 30–80 дБ, Med 50–100 дБ, High 80–130 дБ, Auto 30–130 дБ; частотный диапазон: 31,5–8000 Гц; скорость измерения – 2 изм./с) в Центральном, Октябрьском, Кировском, Железнодорожном, Свердловском районах и в микрорайоне Взлётка Советского района г. Красноярска на высоте  $1,5 \pm 0,1$  м от уровня покрытия проезжей части, на обочине на расстоянии  $7,5 \pm 0,2$  м от оси ближайшей к точке измерения полосы или пути движения транспортных средств.

В каждом районе выбиралось шесть точек (перекрестки с оживленным движением автотранспорта, парки, жилой сектор, объекты социальной культуры, мосты и т. п.), измерения на которых выполнялись в дневное и вечернее время в течение недели; всего выполнено 504 измерения.

Согласно рекомендациям Руководства по вопросам шума в окружающей среде для Европейского региона Всемирной организации здравоохранения [11] шум, производимый автомобильным транспортом, необходимо снижать до эквива-

лентного уровня суточного шума  $L_{den}$  ниже 53 дБА, поскольку шум от движения автомобильного транспорта выше этого уровня ассоциируется с негативными последствиями для здоровья человека. В ночное время уровень шума не должен превышать 45 дБА, поскольку шум от автомобильного движения выше этого уровня ассоциируется с негативным влиянием на сон.

Оценку риска для здоровья населения от воздействия шума в РФ принято выполнять на основе эволюционных моделей, которые также имеют широкое применение для задач оценки рисков от таких факторов окружающей среды, как загрязнение воздуха, электромагнитное излучение и т. д. [12]. Получаемое с помощью рекуррентного соотношения значение риска выражается через показатель относительного риска, не являющегося вероятностной характеристикой, но демонстрирующего, во сколько раз риск развития заболевания в случае наличия у человека данного фактора риска больше, чем при его отсутствии [13]. В международной практике, наиболее часто применяемой является регрессия Кокса, или модель пропорциональных рисков. Зависимость уровня риска от фактора воздействия в данной модели имеет экспоненциальный характер, риск является функцией времени и также может превышать единицу [14–16]. Достаточно распространена оценка относительного риска через расчет соотношения шансов возникновения негативных эффектов к фоновому значению показателя здоровья (заболеваемости или смертности) с оценкой статистической значимости полученных отличий. Полученный таким образом показатель также используется для оценки негативных эффектов для здоровья населения как от физических, так и от химических факторов воздействия [17, 18].

Оценка рисков здоровью населения проводилась согласно методическим рекомендациям МР 2.1.10.0059-12 [19] с учётом оценки экспозиции, которая выполняется на основе результатов инструментальных измерений шума и включает в себя определение нормируемых параметров шума в заданный момент времени и продолжительности его воздействия, а также оценку суточного взвешенного шума как меры контакта населения с вредным фактором, что позволяет получать более точные значения. Выбор точек для акустических расчетов определялся расположением мест постоянного проживания населения, зон отдыха, внутридомовых территорий и т. п.

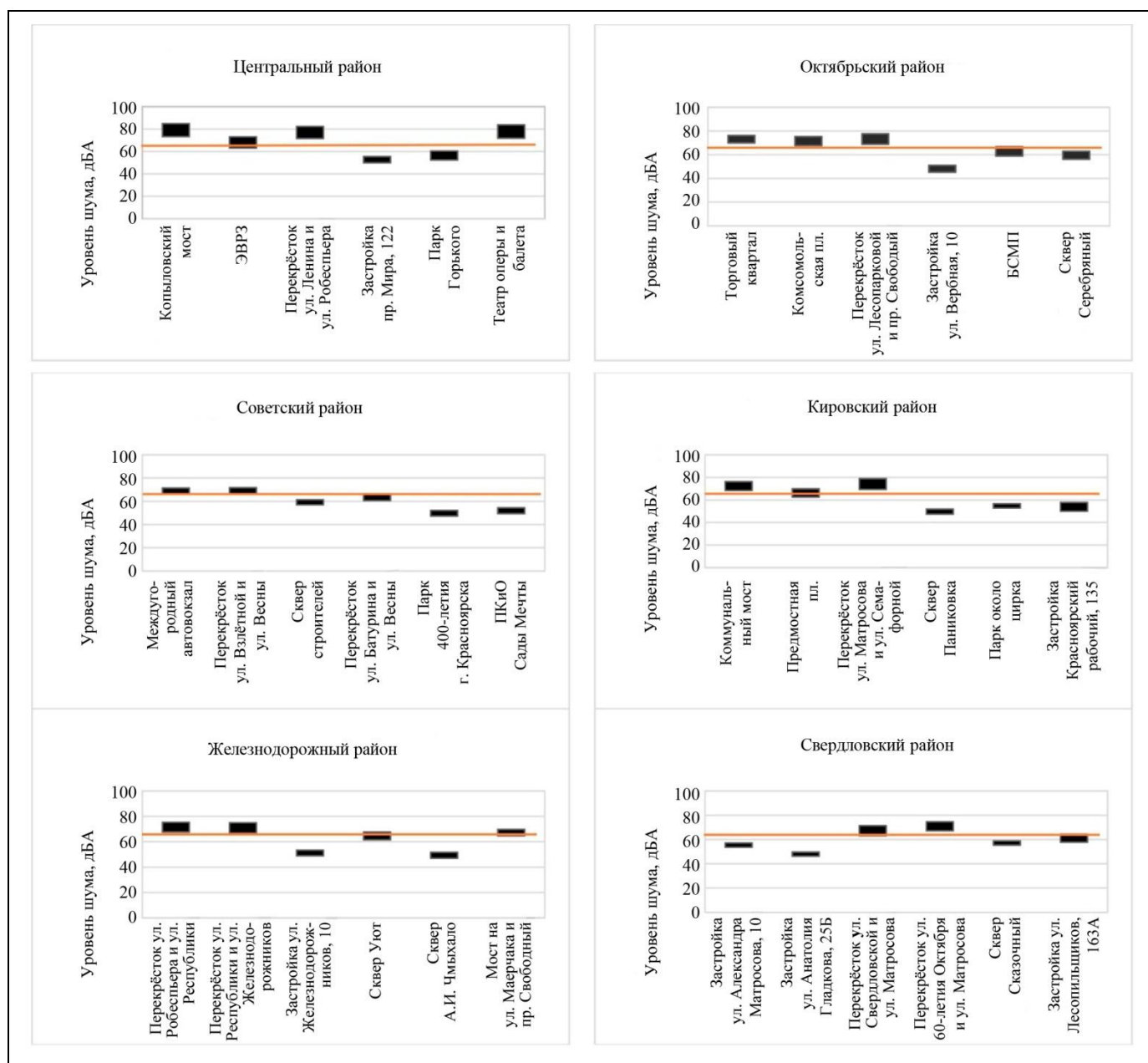


Рис. 1. Пространственная динамика уровней шума по районам Красноярска в вечернее время (оранжевой линией показан допустимый уровень шума)

## 2. РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ УРОВНЕЙ ШУМОВЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ Г. КРАСНОЯРСКА

Результаты измерений уровня шума приведены на рис. 1. В периоды максимальной интенсивности воздействия (вечернее время) наибольшие уровни шума наблюдались в Центральном и Октябрьском районах города. Значительный разброс результатов измерения в Железнодорожном и Свердловском районах объясняется ощутимым

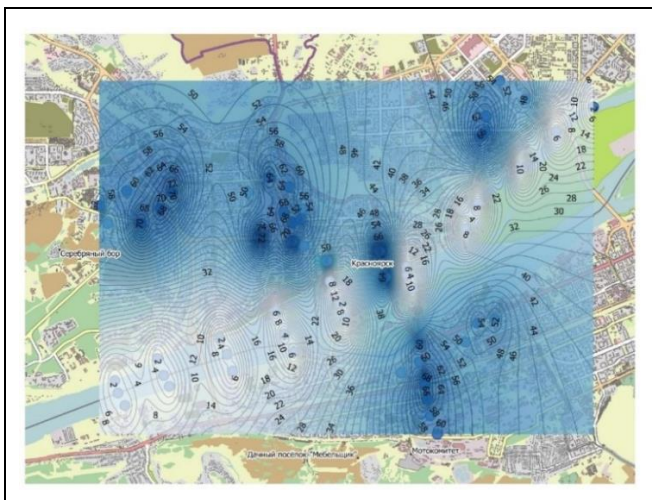
снижением уровней шума на этих территориях при удалении от автодороги, внутри жилых кварталов и скверов.

Сравнение средних уровней шумовых загрязнений для Центрального и Октябрьского районов Красноярска с максимальными предельно допустимыми значениями уровня звука для источников непостоянных шумов, согласно своду правил СП 51.13330.2011 [20], показывает, что измеренные значения на семи анализируемых площадках превышают установленный норматив (табл. 3).

**Средние значения уровней шума в Центральном и Октябрьском районах  
Красноярска, апрель 2021 г.**

Центральный район	Среднее значение уровня шума, дБА	ПДУ <sub>max</sub> для источников непостоянного шума, дБА	Октябрьский район	Среднее значение уровня шума, дБА	ПДУ <sub>max</sub> для источников непостоянного шума, дБА
Копыловский мост	<b>78,2</b>	70	Торговый комплекс на Свободном	<b>73,7</b>	70
ЭВРЗ	65,1	70	Комсомольская площадь	<b>71,4</b>	60
Перекресток ул. Ленина и ул. Робеспьера	<b>74,8</b>	70	Перекресток ул. Лесопарковая и пр. Свободный	<b>74,1</b>	70
Застройка проспект Мира, 122	50,0	70	Застройка Вербная, 10	47,4	70
Парк Горького	55,2	60	БСМП	<b>62,6</b>	60
Мост рядом с остановкой театр оперы и балета	<b>75,0</b>	70	Сквер Серебряный	58,9	60

На рис. 2 представлена карта шумового загрязнения Красноярска, построенная на основе данных измерений средствами QGIS.



**Рис. 2. Пространственное распределение уровней шума на территории г. Красноярска в вечернее время**

Пространственное распределение уровней звукового воздействия в вечернее время наглядно демонстрирует наличие нескольких участков со значениями, превышающими установленные нормы. Изолинии характеризуют изменение значений по поверхности; там, где значение меняется не сильно, линии расположены дальше друг от друга; в местах, где значения возрастают или убывают быстро, линии расположены ближе друг к другу.

Наибольшая плотность изолиний получилась в Центральном районе, что объясняется значительной концентрацией транспорта, особенно в вечернее время.

### 3. ОЦЕНКА РИСКОВ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

Для оценки риска согласно ГОСТ Р 53187–2008 [21] и МР 2.1.10.0059-12 [19] использовался эквивалентный уровень средневзвешенного суточного шума  $L_{den}$ , при определении которого учитывались измеренные значения дневных и вечерних уровней:

$$L_{den} = 10 \lg \frac{1}{24} (16 \cdot 10^{(L_{day}/10)} + 8 \cdot 10^{((L_{night}+10)/10)}),$$

где  $L_{day}$  – эквивалентный уровень средневзвешенного дневного шума за исследуемый 16-часовой период, дБА;  $L_{night}$  – эквивалентный уровень средневзвешенного вечернего шума за исследуемый 8-часовой период, дБА.

Расчёты показывают, что эквивалентные уровни средневзвешенного шума находятся в диапазоне от 55 до 85 дБА для всех районов Красноярска. В табл. 4 приведены результаты расчётов для Центрального и Октябрьского районов Красноярска. Очевидно превышение рекомендованных уровней на всех анализируемых площадках.

Шум является общебиологическим раздражителем и оказывает влияние не только на слуховой



анализатор, но и на такие жизненно важные системы, как сердечно-сосудистая, нервная, пищеварения и кроветворения.

На основе полученных измерений выполнен расчёт относительного риска возникновения болезней системы кровообращения (БСК) от влияния шума согласно методическим рекомендациям МР 2.1.10.0059-12 [19]:

$$OR = 1,63 - 6,13 \cdot 10^{-4} L_{day,16}^2 + 7,36 \cdot 10^{-6} L_{day,16}^3,$$

где  $L_{day,16}$  – эквивалентный уровень дневного шума, дБА.

Для определения характера связи фактора и исхода показатель относительного риска сравнивается с единицей: при значениях  $OR \leq 1$  уровень шума

не влияет на вероятность возникновения болезней системы кровообращения, при значениях  $OR > 1$  уровень шума повышает частоту возникновения болезней системы кровообращения.

Полученные средние значения относительных рисков возникновения болезней системы кровообращения от влияния шума для шести районов Красноярск находятся в диапазоне от 1,05 до 1,16 (табл. 5). Границы доверительных интервалов для величин риска  $OR$ , рассчитаны по критерию Стьюдента при уровне значимости  $\alpha = 0,01$ .

Средний относительный риск по Красноярску незначительный и составляет 1,09. Отличие от уровня риска по эквивалентному уровню звука, скорректированного на уровень дневного воздействия, является несущественным.

Таблица 4

**Эквивалентные уровни средневзвешенного суточного шума в Центральном и Октябрьском районах Красноярск, апрель 2021 г.**

Центральный район	$L_{day}$ , дБА	$L_{night}$ , дБА	$L_{den}$ , дБА	Октябрьский район	$L_{day}$ , дБА	$L_{night}$ , дБА	$L_{den}$ , дБА
Копыловский мост	77,4	79,1	84,5	Торговый комплекс на Свободном	74,3	73,1	79,4
ЭВРЗ	62,1	68,1	73,5	Комсомольская площадь	71,5	71,5	77,5
Перекресток ул. Ленина и ул. Робеспьера	72,6	77,0	82,5	Перекресток ул. Лесопарковая и пр. Свободный	75,0	73,3	79,6
Застройка проспект Мира, 122	47,2	52,8	58,3	Застройка Вербная, 10	46,6	48,1	53,9
Парк Горького	54,0	56,4	62,1	БСМП	62,4	62,9	68,8
Мост рядом с остановкой театр оперы и балета	72,3	77,8	83,3	Сквер Серебряный	58,1	59,6	64,4

Таблица 5

**Относительный риск возникновения БСК от влияния шума по районам Красноярск, апрель 2021 г.**

Район	$OR$ , среднее	Доверительный интервал	$OR$ , по эквивалентному скорректированное
Центральный район	1,16	[1,09; 1,23]	1,17
Октябрьский район	1,14	[1,06; 1,22]	1,16
Советский район	1,05	[1,03; 1,06]	1,05
Кировский район	1,11	[1,06; 1,16]	1,11
Железнодорожный район	1,06	[1,04; 1,08]	1,06
Свердловский район	1,05	[1,01; 1,08]	1,05

#### 4. ОБСУЖДЕНИЕ

Для обоснованного принятия решений по выбору конкретных мер защиты от шумов необходимо проводить мониторинг акустической нагрузки, который позволил бы получать достоверные данные о её распределении на территориях города [22]. При защите от транспортного шума большое значение имеют организационные меры, такие как: перераспределение потоков транспорта, ограничение грузового движения, ограничение скорости и др. Отсутствие общей концепции обеспечения экологической безопасности по шумовому фактору зачастую приводит к выбору случайных решений, направленных на поиск локальных дорогостоящих конструктивных методов защиты. Требуется переход от пассивных к активным методам регулирования шумового режима для формирования среды с заранее заданными свойствами, обеспечивающими необходимый уровень экологической безопасности. При этом от степени экологической обоснованности применяемых решений зависит не только качественное состояние среды, но и величина будущих необходимых затрат и средств на ликвидацию негативных воздействий [23].

Таким образом, формирование стратегии управления состоянием окружающей среды и ее качественными характеристиками, а также обоснование направлений инвестирования капиталовложений и рациональное использование урбанизированных территорий во многом зависит от комплексной экологической оценки техногенных нагрузок, к которым относится и шумовое загрязнение. Перечень задач, которые необходимо решать в рамках управления риском для здоровья населения, формируется для каждого субъекта Российской Федерации индивидуально, так как регионы и даже крупные города заметно различаются уровнем общественного здоровья, что указывает на неоднородность условий жизни и качества среды обитания [3].

Несмотря на снижение общей заболеваемости взрослого населения Красноярского края БСК за последние пять лет, её уровень по-прежнему высок и требует внимания как со стороны исследователей, так и со стороны органов, осуществляющих управление в области охраны окружающей среды.

Совместное действие шума и других физических факторов (электромагнитные поля, освещенность, температура воздуха, вибрация) может привести к усилению негативного влияния и вызывать разнонаправленные реакции со стороны всех функциональных систем организма.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе приведены результаты измерения уровня шумовых воздействий в шести районах г. Красноярска. Полученные данные показывают, что в каждом районе наблюдается превышение максимальных уровней звука для источников непостоянного шума. Карта шумового загрязнения позволяет анализировать пространственное распределение звуковых воздействий с учётом рассеяния на территории города. Расчёт рисков возникновения болезней системы кровообращения в рассмотренных условиях подтверждает, что производимый уровень шума повышает частоту возникновения болезней кровеносных органов.

Полученные результаты могут быть использованы для изучения закономерностей воздействия факторов среды на здоровье, проведения гигиенической диагностики, разработки и внедрения комплекса мероприятий по снижению уровня воздействий и получения достоверной информации о характере и видах воздействий на здоровье населения. Обеспечение шумовой безопасности во многом зависит от оперативного установления уровней нагрузки и получения характеристик распределения шума на различных функциональных территориях с учетом многочисленности, разнообразия и комплексности воздействия источников. Очевидна необходимость дальнейших исследований реальных уровней звуковых воздействий и рисков для здоровья населения и всех жизненно важных систем организма.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев А.В. Шумовая безопасность урбанизированных территорий // Известия Самарского научного центра Российской Академии Наук. – 2014. – Т. 16, № 1 – С. 299–305. [Vasilyev, A.V. Noise safety as a part of Ecological safety of urban territories // Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. – 2014. – Vol. 16, no. 1. – P. 299–305. (In Russian)]
2. Васильев А.В. Подходы к оценке экологического риска при воздействии акустических загрязнений // Экология и промышленность России. – 2018. – Т. 22, № 2. – С. 25–27. – DOI: <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2018-2-25-27>. [Vasil'ev A. Approaches to Estimation of Ecological Risk During the Impact of Acoustical Pollutions. Ecology and Industry of Russia. – 2018. – Vol. 22, no. 2. – P. 25–27. (In Russian.)].
3. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2021 году». – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2022. – 340 с. [State Report "On the Conditions of Sanitary and Epidemiological Welfare of the Population in the Russian Federation in 2021." – Moscow: the Federal Service



- for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing (Rospotrebnadzor), 2022. – 340 s. (In Russian)] – URL: [https://www.rospotrebnadzor.ru/upload/iblock/594/sqywwl4tg5arqff6xv15dss0l7vvuank/Gosudarstvennyy-doklad.-O-sostoyanii-sanitarno\\_epidemiologicheskogo-blagopoluchiyanaseleniya-v-Rossiyskoy-Federatsii-v-2021-godu.pdf](https://www.rospotrebnadzor.ru/upload/iblock/594/sqywwl4tg5arqff6xv15dss0l7vvuank/Gosudarstvennyy-doklad.-O-sostoyanii-sanitarno_epidemiologicheskogo-blagopoluchiyanaseleniya-v-Rossiyskoy-Federatsii-v-2021-godu.pdf).
4. Yu, B., Wen, L., Bai, J., and Chai, Y. Effect of Road and Railway Sound on Psychological and Physiological Responses in an Office Environment. – Buildings. – 2022. – Vol. 12, no. 1. – P. 1–19. – DOI: <https://doi.org/10.3390/buildings12010006>.
  5. Ma, H., Shu, S. An Experimental Study: The Restorative Effect of Soundscape Elements in a Simulated Open-Plan Office // Acta Acust. United Acust. – 2018. – Vol. 104, no. 1. – P. 106–115.
  6. Soares, F., Silva, E., Pereira, F., et al. The Influence of Noise Emitted by Vehicles on Pedestrian Crossing Decision-Making: A Study in a Virtual Environment // Applied Sciences. – 2020. – Vol. 10, no. 8. – P. 1–15. – DOI: <https://doi.org/10.3390/app10082913>.
  7. О влиянии шума на здоровье человека (по материалам территориального отдела Управления Роспотребнадзора). URL: <http://23.rospotrebnadzor.ru/content/325/14474/> (дата обращения 21.09.2022 г.). [O vliyaniy shuma na zdorov'e cheloveka (pomaterialamterritorial'nogootdelaUpravleniyaRospotrebnadzora). – URL: <http://23.rospotrebnadzor.ru/content/325/14474/> (Accessed September 21, 2022)]
  8. Morsing, J.A., Smith, M.G., Ögren, M., et al. Wind Turbine Noise and Sleep: Pilot Studies on the Influence of Noise Characteristics // Int. J. Environ. Res. Public Health. – 2018. – Vol. 15, no. 11. – P. 1–14.
  9. Распоряжение правительства Красноярского края № 419-Р от 01.07.2021 г. Региональная программа Красноярского края «Борьба с сердечно-сосудистыми заболеваниями». [Rasporyazhenie pravitel'stva Krasnoyarskogo kraya № 419-R ot 01.07.2021 g. Regional'naya programma Krasnoyarskogo kraya «Bor'ba s serdechno-sosudistymi zabolovaniyami». (In Russian)]
  10. Статистический сборник Заболеваемость населения Красноярского края в 2021 году. – Красноярск, 2022. – URL: <https://krasstat.gks.ru/folder/30015> (дата обращения 2.10.2022 г.) [Statisticheskii sbornik Zabolavaemost' naseleniya Krasnoyarskogo kraya v 2021 godu. – Krasnoyarsk, 2022. – URL: <https://krasstat.gks.ru/folder/30015> (Accessed October 2, 2022).]
  11. Руководство по вопросам шума в окружающей среде для Европейского региона. – Всемирная организация здравоохранения, 2018. [Rukovodstvo po voprosam shuma v okruzhayushchei srede dlya Evropeiskogo regiona. – Vsemirnaya organizatsiya zdravookhraneniya, 2018.] – URL: [https://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0003/383925/noise-guidelines-exec-sum-rus.pdf](https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0003/383925/noise-guidelines-exec-sum-rus.pdf).
  12. Лебедева-Несевря Н.А. Теория, методология и практика анализа социально-детерминированных рисков здоровью населения Дисс... доктора соц. наук: 14.02.05, «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения». – Пермь, 2014. – 369 с. [Lebedeva-Nesevrya, N.A. Teoriya, metodologiyaipraktikaanalizasotsial'nodeterminirovannykhrikskovzdorov'yunaseleniya. Diss... doktora sots. nauk: 14.02.05, «Federal'nyi nauchnyi tsentr mediko-profilakticheskikh tekhnologii upravleniya riskami zdorov'yu naseleniya». – Perm', 2014. – 369 s. (In Russian)]
  13. Косарев В.В., Лотков В.С., Бабанов С.А. Эпидемиологические исследования в медицине труда // Медицина труда и промышленная экология. – 2006. – № 8 – С. 1–4. [Kosarev, V.V., Lotkov, V.S., Babanov, S.A. Ehpideologicheskie issledovaniya v meditsine truda // Meditsina truda I promyshlennaya ehkologiya. – 2006. – No. 8 – P. 1–4. (In Russian)]
  14. Sørensen, M., Hvidberg, M., Andersen, Z.J., et al. Road Traffic Noise and Stroke: A Prospective Cohort Study // European Heart Journal. – 2011. – Vol. 32. – P. 737–744. – DOI: [10.1093/eurheartj/ehq466](https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehq466).
  15. Румянцев П.О., Саенко В.А., Румянцева У.В., Чекин С.Ю. Статистические методы анализа в клинической практике. Часть II. Анализ выживаемости и многомерная статистика // Проблемы эндокринологии. – 2009. – Т. 55. – № 6. – С. 48–56. [Rumyantsev, P.O., Saenko, V.A., Rumyantseva, U.V., Chekin, S.Yu. Statisticheskie metody analiza v klinicheskoi praktike. Chast' II. Analiz vyzhivaemosti i mnogomernaya statistika // Problemy ehndokrinologii. – 2009. – Vol. 55, no. 6. – P. 48–56. (In Russian)]
  16. Negahdari, H., Javadvpour, S., Moattar, F., Negahdari, H. Risk Assessment of Noise Pollution by Analyzing the Level of Sound Loudness Resulting from Central Traffic in Shiraz // Environmental Health Engineering and Management Journal. – 2018. – Vol. 5, no. 4. – P. 211–220. – DOI: [10.15171/EHEM.2018.29](https://doi.org/10.15171/EHEM.2018.29).
  17. Черных Д.А., Тасейко О.В. Оценка риска повышения смертности от температурных волн для населения города Красноярска // Экология человека. – 2018. – № 2. – С. 3–8. — [Chernykh, D.A., Taseiko, O.V. Otsenka riska povysheniya smertnosti ot temperaturnykh voln dlya naseleniya goroda Krasnoyarska // Ehkologiya cheloveka. – 2018. – No 2. – S. 3–8. (In Russian)] DOI [10.33396/1728-0869-2018-2-3-8](https://doi.org/10.33396/1728-0869-2018-2-3-8).
  18. Münzel, T., Kröller-Schön, S., Oelze, M., et al. Adverse Cardiovascular Effects of Traffic Noise with a Focus on Nighttime Noise and the New WHO Noise Guidelines // Annual Review of Public Health. – 2020. Vol. 4. – P. 309–328. – DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth081519-062400>.
  19. МР 2.1.10.0059-12 Состояние здоровья населения в связи с состоянием окружающей среды и условиями проживания населения. Оценка риска здоровью населения от воздействия транспортного шума. Методические рекомендации. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011 – 40 с. [MR 2.1.10.0059-12 Sostoyanie zdorov'ya naseleniya v svyazi s sostoyaniem okruzhayushchei sredey i usloviyami prozhivaniya naseleniya. Otsenka riska zdorov'yu naseleniya ot vozdeistviya transportnogo shuma. Metodicheskie rekomendatsii. – M.: Federal'nyit sentr gigieny i ehpidemiologii Rospotrebnadzora, 2011 – 40 s. (In Russian)]
  20. СП 51.13330.2011 Защита от шума. Свод правил. – Москва: Минрегион России, 2010. [SP 51.13330.2011 Zashchita ot shuma. Svod pravil. – Moskva: Minregion Rossii, 2010. (In Russian)]
  21. ГОСТ Р 53187–2008 Национальный стандарт Российской федерации. Акустика. Шумовой мониторинг городских территорий. – Москва: Стандартиформ, 2012. – [GOST R 53187–2008 Natsional'nyi standard Rossiiskoi federatsii. Akustika. Shumovoi monitoring gorodskikh territorii. – Moskva: Standartinform, 2012. (In Russian)]
  22. Цукерников И.Е., Шубин И.Л. Шумовой мониторинг городских территорий // Градостроительство. – 2009. – № 5. – С. 94–100. [Tsukernikov, I.E. Shubin, I.L. Shumovoi monitoring



gorodskikh territorii. – 2009. – Gradostroitel'stvo. – 2009. – No. 5. – S. 94–100. (In Russian)] – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/shumovoy-monitoring-gorodskikh-territoriy/viewer>.

23. Пестрякова С.В. Метод оценки и регулирования шумового режима при обеспечении экологической безопасности урбанизированных территорий. Дисс... канд. техн. наук: 05.14.16, Науч.-исслед. ин-т строит. физики Рос. акад. архитектуры и строит. наук. – Москва, 1999. – 168 с. [Pestryakova, S.V. Metodotsenki i regulirovaniyashumovogorezhimapriobespecheniiekhologicheskobeзопасnosti urbanizirovannykh territorii. Diss... kand. tekhn. nauk: 05.14.16, Nauch.-issled. in-tstroit. fizikiRos. akad. Arkhitektury i stroit. nauk. – Moskva, 1999. – 168 s. (In Russian)]

Статья представлена к публикации членом редколлегии А.И. Михальским.

Поступила в редакцию 3.10.2022,  
после доработки 31.01.2023.  
Принята к публикации 14.02.2023.

Давыдова Екатерина Александровна – специалист, ООО «МФЦ Полус», Группа по формированию комплексной отчетности, Центр по сопровождению процессов охраны труда, ✉ DavydovaEA@polyus.com,

Бельская Екатерина Николаевна – канд. техн. наук, Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск, ✉ ketrin\_nii@mail.ru,

Постникова Ульяна Сергеевна – старший преподаватель, Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий, г. Красноярск, ✉ ulyana-ivanova@inbox.ru,

Тасейко Ольга Викторовна – канд. физ.-мат. наук, Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий, г. Красноярск, ✉ taseiko@gmail.com.

## ASSESSING THE RISKS OF CIRCULATORY DISEASES DUE TO NOISE EXPOSURE IN URBAN AREAS

E.A. Davydova<sup>1</sup>, E.N. Belskaia<sup>2</sup>, U.S. Postnikova<sup>3</sup>, and O.V. Taseiko<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Multifunctional Center Polyus, Krasnoyarsk, Russia

<sup>2,3,4</sup>Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, Russia

<sup>3,4</sup>Federal Research Center for Information and Computational Technologies, Krasnoyarsk Branch, Krasnoyarsk, Russia

<sup>1</sup>✉ DavydovaEA@polyus.com, <sup>2</sup>✉ ketrin\_nii@mail.ru, <sup>3</sup>✉ ulyana-ivanova@inbox.ru, <sup>4</sup>✉ taseiko@gmail.com

**Abstract.** This paper describes the basic sources of noise exposure as significant negative physical factors for human health in an urban environment. We present the share of the industrial enterprises and vehicles not meeting hygienic standards of noise impacts for 2012–2021. Noise pollution levels are measured for six districts of Krasnoyarsk, and the territories with the highest levels are identified. The spatial distribution of noise levels is shown for Krasnoyarsk in the evening. The equivalent levels of weighted average daily noise exposure in the Tsentralny and Oktyabrsky districts of Krasnoyarsk are determined. Health risks are assessed by calculating the relative risk of circulatory diseases due to noise exposure. As noted, ensuring noise safety largely depends on determining load levels and obtaining characteristics of noise distribution in various functional areas promptly considering the multiplicity, diversity, and complexity of noise exposure sources. The obtained results can be used to study the impact of environmental factors on human health, perform hygienic diagnosis, elaborate and implement exposure reduction measures, and obtain reliable information about different exposures for human health.

**Keywords:** noise safety, health risk, urban territory, noise level measurement, spatial distribution, traffic noise, equivalent noise level, relative risk, risk of circulatory diseases, traffic noise protection.