

УДК 534.836.2

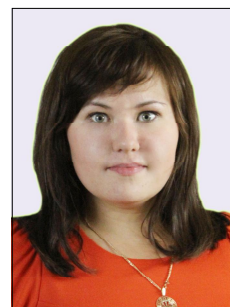
DOI: 10.21209/2227-9245-2020-26-3-21-29

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ЦЕНТРАЛЬНОГО РАЙОНА ГОРОДА ЧИТА

IMPROVING THE ENVIRONMENTAL SAFETY OF TRAFFIC FLOWS BASED ON THE ASSESSMENT OF NOISE POLLUTION OF ROADS IN THE CENTRAL DISTRICT OF THE CITY OF CHITA

К. В. Свалова, Забайкальский государственный университет, г. Чита
kristi24091990s@yandex.ru

K. Svalova, Transbaikal state University, Chita



Шумовое загрязнение – один из видов негативного влияния на окружающую среду. Доказано, что повышенный уровень шума является одной из причин возникновения проблем со здоровьем населения городов с развитой транспортной инфраструктурой. Постоянное увеличение количества автотранспорта на городских дорогах и магистралях приводит к существенному повышению уровня шума, его проникновению на жилую территорию и в жилую застройку.

Приведена оценка шумового загрязнения улиц центрального района г. Чита согласно методике по ГОСТ 20444-85. Исследованы 43 улицы центрального района с наибольшей загруженностью. Измерения проводились в 2019 г. на протяжении трех месяцев.

Результаты экспериментальных исследований по измерению уровней шума в часы пик на городских улицах усреднены и представлены в табличном виде. Выполнены натурные обследования подвижного состава, произведен его расчет. Выявлена зависимость шумовой нагрузки от интенсивности движения автотранспортных средств на перекрестках жилых улиц и магистралей. Приведено сравнение полученных экспериментальных данных с теоретическими и нормативными значениями по СП 51.13330.2011. Составлен рейтинг наиболее загрязненных улиц с разделением на малоопасные с превышением менее 5 дБ, умеренноопасные – 5–8 дБ и высокоопасные дороги с превышением более 8 дБ.

Построена карта уровня шума улично-дорожной сети центрального района г. Чита. Даны рекомендации по повышению экологической безопасности автотранспортных потоков и уменьшению акустического воздействия шума на жителей г. Чита

Ключевые слова: автомобильный транспорт; шумовое загрязнение; измерения уровня шума; шумомер; автотранспортные потоки; санитарные нормы; карта шума города Чита; мониторинг уровня шума; эквивалентный уровень звука; экологическая безопасность

Noise pollution is one of the types of negative impact on the environment. It is proved that increased noise level is one of the causes of health problems of people living in cities with developed transport infrastructure. The constant increase in vehicles on city roads and highways leads to a significant increase in noise levels, its penetration into residential areas and residential buildings.

The article provides an assessment of noise pollution in the streets of the central district of the city of Chita according to the methodology in accordance with GOST 20444-85. The study involved 43 streets of the central district with the highest congestion. Measurements were taken over 3 months of 2019.

The results of experimental studies on measuring noise levels during peak hours on city streets are averaged and presented in tabular form. Field surveys of rolling stock were carried out, its calculation was made. The dependence of the noise load on the traffic intensity at the intersections of residential streets and high-

ways is obtained. A comparison of the obtained experimental data with theoretical and regulatory values for SP 51.13330.2011 is given. A rating of the most polluted streets has been compiled, divided into low-hazardous streets with an excess of less than 5 dB, moderately hazardous from 5 dB to 8 dB and highly hazardous roads with an excess of more than 8 dB.

A noise map of the road network of the central district of Chita was built. Recommendations are given on improving the environmental safety of motor traffic and reducing the acoustic impact of noise on residents of the city of Chita

Key words: road transport; noise pollution; noise level measurements; sound level meter; traffic flows; sanitary standards; noise map of the city of Chita; noise level monitoring; equivalent sound level; environmental safety

Введение. В современной городской среде шумовое загрязнение оказывает на организм человека пагубное воздействие, как и загрязнение воздуха, воды, почвы. Постоянное воздействие шума вызывает у человека дискомфорт и наносит существенный вред его здоровью. Доказано, что шумовое воздействие ведет к нарушениям слуха и расстройствам нервной системы, повышает утомляемость, снижает внимание человека [3; 6]. В этой связи возникает серьезная опасность для здоровья и жизни людей на оживленных улицах города, где концентрация внимания особенно важна [9–11].

Основным источником шума на городских улицах являются автотранспортные средства. Постоянное увеличение их количества делает проблему шумового загрязнения особенно актуальной. Миллионы человек страдают от шумового загрязнения в различных странах [5; 7]. Ошибочно считать, что эта экологическая проблема актуальна лишь в крупных мегаполисах. В небольших городах уровни шума на дорогах также существенно превышены, что вызвано, в первую очередь, увеличением количества автотранспортных средств на городских дорогах и магистралях [1; 2; 8].

Таким образом, оценка и мониторинг уровня шумового загрязнения автомобильных дорог и поиск способов защиты от шума является приоритетным направлением в области экологической безопасности.

Степень научной разработанности. Мониторинг шумового загрязнения в Забайкальском крае проводит Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Забайкальском крае». Согласно государственному докладу «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Забайкальском крае в 2015, 2016, 2017, 2018 годах»,

измерение уровня шума на улицах г. Чита начали проводить лишь с 2016 г.

На 2018 г. количество проведенных исследований уровня шума составило 174 (2017 – 105; 2016 – 85, в 2015 – измерения не проводились). В 2018 г. не соответствовали гигиеническим нормативам 60,3 % измерений уровня шума на автомагистралях, улицах с интенсивным движением в городских и сельских поселениях (2016 – 95,3 %). Сотрудники ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Забайкальском крае» отмечают, что шумовой карты г. Чита не существует, однако ее создание могло бы способствовать разгрузке скоплений шумовых пятен в городе.

В Российской Федерации уровень допустимого шума нормируется в соответствии с СП 51.13330.2011 «Защита от шума». Названным сводом правил определен максимальный эквивалентный уровень звука для территорий, прилегающих к жилым зданиям, равный 60 дБ (07:00–23:00 ч) и 55 дБ (23:00–07:00 ч).

Цель исследования – оценка степени шумового загрязнения улиц центрального района г. Чита, как наиболее загруженных, в том числе в часы «пик», для последующей разработки рекомендаций повышения экологической безопасности потоков автотранспорта.

Объект исследования – жилые улицы и магистрали центрального района г. Чита.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

1) экспериментальным путем определить эквивалентный уровень шума на дорогах центрального района г. Чита;

2) выявить наиболее опасные по степени шумового загрязнения улицы и места города с последующим созданием шумовой карты г. Чита;

3) дать рекомендации по повышению экологической безопасности автотранспортных потоков.

Методология исследования. Натурные измерения характеристик шума проводились в соответствии с методикой, изложенной в ГОСТ 20444-85 «Шум. Транспортные потоки. Методы измерения шумовой характеристики».

Согласно методике, при измерении шумовой характеристики измерительный микрофон в условиях стесненной застройки располагают на расстоянии не более 7,5 м от оси ближней к точке измерения полосы или пути движения транспортных средств, но не менее 1 м от стен зданий и других сооружений, отражающих звук, и на высоте 1,5 м от уровня покрытия проезжей части.

Результаты исследования и их обсуждение. Для измерения уровня шума на жилых городских улицах и магистралях г. Чита применен поверенный шумомер марки ОКТАВА 110А, позволяющий измерять звуковое давление в диапазоне 30...130 дБ с разрешением 0,1 дБ (рис. 1).



Рис. 1. Общий вид шумомера /
Fig. 1. General view of the sound level meter

В качестве основной характеристики шума потока автотранспорта принят эквивалентный уровень шума $L_{\text{АЭКВ}}$, дБА. Исследования проводились при ясной погоде, отсутствии осадков и тумана, скорости ветра не более 5 м/с, температуре воздуха 10...20 °С, с апреля по июнь 2019 г., во второй половине дня, преимущественно в период 16:00–19:00 ч, при условии, что поверхность проезжей части городской улицы была чистой и сухой. С

целью получения надежного значения шумовой характеристики автотранспортного потока в часы «пик» измерение шума в каждой точке проводилось не менее 5 мин.

В результате экспериментального исследования уровни шума измерены на 43 улицах центрального района г. Чита. На каждой улице измерялись все перекрестки, во всех точках выполнено по пять наблюдений уровня шума с последующим расчетом среднего значения полученных результатов. Для каждой автомобильной дороги или магистрали рассчитана интенсивность транспортного потока.

Рассчитанное на основе экспериментальных данных среднее арифметическое значение уровня звукового давления (шума) от потока автотранспорта сравнили с его теоретической величиной, определяемой по формуле [4; 11]

$$L_{\text{АТР}} = L_{\text{АЭКВ}} + \Delta L_1 + \Delta L_s + \Delta L_k + \Delta L_d, \quad (1)$$

где $L_{\text{АЭКВ}}$ – эквивалентный уровень звука;

ΔL_1 – поправка на продольный уклон дороги;

ΔL_s – поправка на тип дорожного покрытия;

$\Delta L_k + \Delta L_d$ – поправка на долю бензиновых грузовиков и автобусов в транспортном потоке.

По результатам оценки шумового загрязнения от потока автотранспорта составлен рейтинг самых загрязненных улиц г. Чита, который представлен в таблице.

Сравнение полученных уровней шума с санитарными нормами по СП 51.13330.2011 показало превышение допустимого уровня на всех исследуемых улицах. Наиболее загрязненными по уровню шума оказались улицы: Шилова, Красной Звезды, Богомякова, Ленинградская, Бутина, Ленина, Чкалова, Бабушкина, Генерала Белика, Новобульварная. На основании проведенных исследований построена шумовая карта автомобильных дорог центрального района г. Чита (рис. 2). Синим цветом на карте обозначены малоопасные дороги (превышение меньше 5 дБ), желтым – умеренноопасные (превышение 5...8 дБ), красным – высокоопасные автомобильные дороги, у которых уровень шумового загрязнения существенно превышен (более 8 дБ) и представляет опасность для здоровья людей, проживающих на близлежащих территориях.

Результаты экспериментальных исследований шумовых характеристик / Results of experimental studies of noise characteristics

Улица / Street	Среднее арифм. значение шума, дБ / Arithmetic mean noise value, dB	Превышение, дБ (норма 60 дБ) / Excess, dB (60 dB norm)	Теоретическое значение шума, дБ / Theoretical noise value, dB	Разница между теоретическим и экспериментальным значениями / Difference between theoretical and experimental values	Количество автотранспортных средств по категориям / Number of vehicles by category				Расчетная интенсивность потока, авт/ч / Estimated flow rate, ed/h
					автомобили легковые / cars passenger	автобусы, троллейбусы и маршрутные такси / buses, trolleybus and taxis	грузовые автомобили с массой меньше 3,5 т / trucks with a weight less than 3,5 t	грузовые автомобили с массой 3,5..12 т / trucks with a weight from 3,5 t to 12 t	
Высокоопасные / Highly dangerous									
Бабушкина / Babushkin street	72,8	12,8	70	2,8	199	10	5	3	2604
Богомяглова / Богомяглоков street	70,8	10,8	70	0,8	191	9	5	3	2496
Ленина / Lenin street	70,6	10,6	70	0,6	187	10	4	3	2448
Чкалова / Chkalov street	70,5	10,5	70	0,5	194	3	3	2	2424
Новобульварная / Novobulvarnaya street	70,1	10,1	70	0,1	187	8	3	2	2400
Красной Звезды / Street of the Red Star	69,5	9,5	70	0,5	178	9	4	1	2304
Ген. Белика / Belik street	69,5	9,5	70	0,5	178	7	6	-	2292
Шилова / Shilov street	69,06	9,06	70	0,94	166	10	5	3	2208
Бугина / Butin street	68,6	8,6	70	1,4	161	9	3	2	2100
Ленинградская / Leningradskaya street	68,1	8,1	70	1,9	159	-	1	1	1932
Умеренноопасные / Moderately hazardous									
Смоленская / Smolenskaya street	67,9	7,9	68	0,1	156	3	-	-	1908
Амурская / Amurskaya street	67,7	7,7	68	0,3	142	8	2	2	1848
Ангарская / Angarskaya street	67,7	7,7	68	0,3	152	1	-	-	1836
Верхоленская / street Verkholenskaya	67,7	7,7	68	0,3	140	7	4	1	1824
Ингодинская / Ingodinskaya street	67,5	7,5	68	0,5	146	-	3	2	1812
Лермонтова / Lermontov street	67,3	7,3	68	0,7	139	2	2	2	1740
Чайковского / Tchaikovsky street	67,1	7,1	68	0,9	137	2	2	3	1728
Столярова / Stolyarov street	67,1	7,1	68	0,9	134	4	3	2	1716
Петровская / Petrovskaya street	66,8	6,8	68	1,2	132	5	2	-	1668
П. Осипенко / P. Osipenko street	66,7	6,7	68	1,3	132	1	2	1	1632
Профсоюзная / Trade Union street	66,6	6,6	68	1,4	130	1	4	-	1620
Журавлева / Zhuravlev street	66,6	6,6	68	1,4	126	3	4	1	1608
Баргузинская / Barguzinskaya street	66,5	6,5	68	1,5	121	6	4	2	1596
Подгорбунского / Podgorbunsky street	66,3	6,3	68	1,7	127	3	1	1	1584
9-го января / January 9th street	66,3	6,3	68	1,7	126	2	2	1	1572
Кайдаловская / street Kagalovsky	65,65	5,65	68	2,35	112	5	3	-	1440

Окончание таблицы

Н. Островского / N. Ostrovsky street	65,6	5,6	68	2,4	109	4	2	2	2	1404
Анохина / Anokhin street	65,4	5,4	68	2,6	107	5	3	1	1	1392
Костышко-Григоровича / street Kostyushko-grigovich	65,4	5,4	68	2,6	111	4	–	–	–	1380
Заб. рабочего / Zab.worker street	65,1	5,1	68	2,9	110	2	1	1	1	1368
Горького / Gorky street	65,1	5,1	68	2,9	109	2	2	–	–	1356
Токмакова / Tokmakov street	65,0	5,0	68	3,0	99	6	2	2	2	1308
Малоопасные / Low-risk										
Угданская / Ugdanskaya street	64,8	4,8	65	0,2	99	4	3	1	1	1284
Украинский бульвар / Ukrainian Boulevard street	64,7	4,7	65	0,3	87	4	1	–	–	1104
Хабаровская / Khabarovskaya street	63,9	3,9	65	1,1	86	4	1	–	–	1092
Куратовского / Kuratovsky street	63,8	3,8	65	1,2	84	–	5	1	1	1080
Красноярская / Krasnoyarskaya street	63,5	3,5	65	1,5	77	3	2	2	2	1008
Балябина / Balyabin street	62,1	2,1	65	2,9	60	4	1	–	–	780
Нечаева / Nechaev street	61,6	1,6	65	3,4	47	4	1	–	–	624
Красноармейская / Krasnoarmeyskaya street	61,5	1,5	65	3,5	43	4	1	2	2	600
Кочеткова / Kochetkov street	61,5	1,5	65	3,5	43	3	2	1	1	588
Матвеева / Matveev street	60,9	0,9	65	4,1	30	2	2	–	–	408
Фрунзе / Frunze street	60,4	0,4	65	4,6	18	–	2	–	–	240

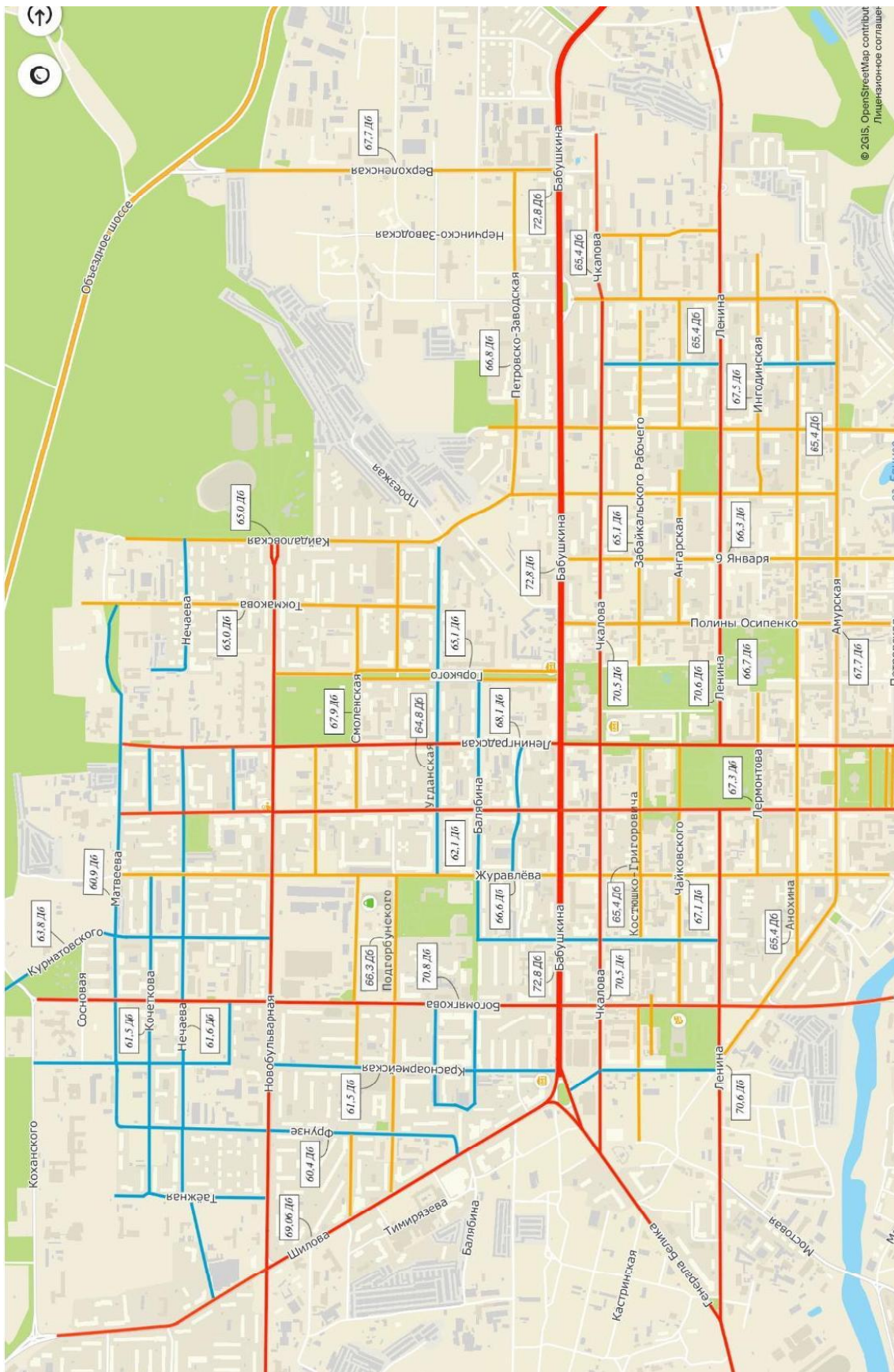


Рис. 2. Шумовая карта центрального района г. Чита / Fig. 2. Noise map of the Central district of Chita

Подсчет подвижного состава показал прямую зависимость превышения уровня загрязнения от интенсивности потока (рис. 3) – чем она выше, тем сильнее уровень шума на исследуемой территории.

Мониторинг уровня шума на улицах городов, составление и регулярное обновление информации на шумовых картах автодорог города является важным этапом повышения экологической безопасности и

защиты здоровья населения. Карты шума могут использоваться органами муниципальной власти для решения задачи достижения норм допустимого шума в конкретном городе; проектирования и осуществления технических и иных средств по выполнению этих норм; применения санкций при отклонении уровня шума от установленных норм (например, для водителей автотранспортных средств).

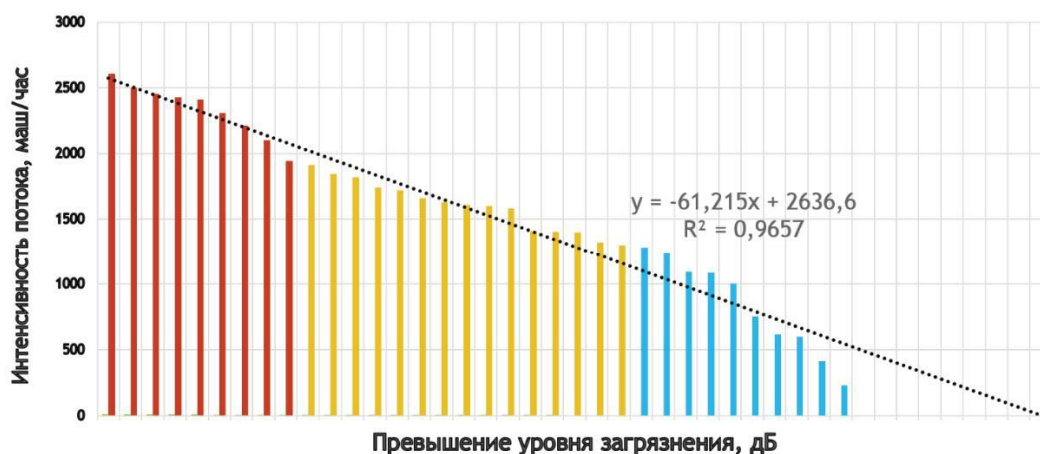


Рис. 3. Зависимость превышения уровня загрязнения от интенсивности потока /
Fig 3. Dependence of excess pollution on flow rate

Заклучение. Карты шума улиц и магистралей города могут служить основой для составления стратегических шумовых карт, с помощью которых возможно не только зафиксировать источники шумового загрязнения, но и оценить степень загрязнения селитебной территории с учетом распространения звука. Это позволит грамотно планировать строительство «спальных районов», акустических экранов, звукоизолирующих домов, облагораживание прилегающих территорий посредством шумозащитного озеленения. Для защиты населения от шумового загрязнения возможен выбор оптимальных режимов движения потоков автотранспорта, ограничение эксплуатации автотранспортных средств, не соответствующих установленным требованиям и т. д.

Анализ данных таблицы показывает, что существенный вклад в загрязнение вносит общественный транспорт (торможение и трогание с места вне остановок обществен-

ного транспорта, маршрутных такси). Переход на более экологичные виды общественного транспорта (например, электробусы) могло бы не только решить проблему загрязнения по уровню шума, но и способствовать меньшим выбросам загрязняющих веществ в атмосферу.

Для мониторинга и составления современных шумовых карт требуется фиксация уровня шумового загрязнения автомобильных дорог и подробное исследование зависимости изменения уровня шумового загрязнения от скорости потока, его интенсивности, подвижного состава, системы организации движения, метеорологических условий, типа автомобильной дороги и дорожного покрытия. Наблюдение за перечисленными факторами и установление закономерностей их зависимостей представляет научный интерес для последующих исследований в области повышения экологической безопасности городов от влияния автомобильного транспорта.

Список литературы

1. Бакаева Н. В., Матюшин Д. В., Новикова Т. М. Оценка акустического загрязнения городской среды на основе показателя биосферной совместимости // Строительство и реконструкция. 2015. № 1. С. 74–83.
2. Воронина О. С. Акустические воздействия городского электрического транспорта на окружающую среду // Актуальные вопросы техносферной безопасности: сб. ст. Улан-Удэ: ВСГУТУ, 2015. С. 41–46.
3. Иванов Н. И. Проблема повышенного шумового воздействия на население РФ // Защита населения от повышенного шумового воздействия: сб. ст. СПб.: ИННОВА, 2015. С. 17–26.
4. Ларионов А. И. Повышение экологической безопасности автотранспортных потоков на основе оценки степени шумового загрязнения автомобильных дорог города Оренбурга. URL: <https://docplayer.ru/33277546-Povyshenie-ekologicheskoy-bezopasnosti-avtotransportnyh-potokov-na-osnove-ocenki-stepeni-shumovogo-zagryazneniya-avtomobilnyh-dorog-goroda-orenburga.html> (дата обращения: 12.01.2020). Текст: электронный.
5. Матюшин Д. В. Исследование биосферной совместимости городской среды от воздействия объектов транспортного строительства: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.23.19. Орел, 2016. 20 с.
6. Минаева В. В., Гапоненко А. В. Влияние шума на организм человека // Международный студенческий научный вестник. 2015. № 3-1. С. 56–58.
7. Стуканов В. А., Козлов А. Т., Томилов А. А., Татаринов В. В., Пожидаева М. В. Влияние автотранспорта на состояние окружающей среды крупного промышленного города // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2012. № 1. С. 168–175.
8. Paunović K., Belojević G., Jakovljević B. Noise annoyance is related to the presence of urban public transport // *Science of The Total Environment*. 2014. No. 481. P. 479–487.
9. Radosavljević J. M., Vukadinović A. V. Fasadne konstrukcije i njihov uticaj na snižavanje nivoa saobraćajne buke // *Tehnika*. 2014. No. 69. P. 925–930.
10. Starčević S. M., Bojović N. J. Noise as an external effect of traffic and transportation // *Vojnotehnički Glasnik. Military technical courier*. 2016. Vol. 64, No. 3. P. 866–891.
11. Vasilyev A. V. Method and approaches to the estimation of ecological risks of urban territories // *Safety of Technogenic Environment*. 2014. № 6. P. 43–46.

References

1. Bakaeva N. V., Matyushin D. V., Novikova T. M. *Stroitelstvo i rekonstruktsiya* (Construction and reconstruction), 2015, no. 1, pp. 74–83.
2. Voronina O. S. *Aktualnye voprosy tehnosfernoy bezopasnosti: sb. st.* (Actual issues of technosphere safety: collected articles). Ulan-Ude: VSGUTU, 2015, pp. 41–46.
3. Ivanov N. I. *Zashchita naseleniya ot povyshennogo shumovogo vozdeystviya: sb. st.* (Protection of the population from increased noise exposure: collected articles). St. Petersburg: INNOVA, 2015, pp. 17–26.
4. Larionov A. I. *Povyshenie ekologicheskoy bezopasnosti avtotransportnyh potokov na osnove otsenki stepeni shumovogo zagryazneniya avtomobilnyh dorog goroda Orenburga* (Improving the environmental safety of traffic flows on the basis of assessing the degree of noise pollution of roads in the city of Orenburg). URL: <https://docplayer.ru/33277546-Povyshenie-ekologicheskoy-bezopasnosti-avtotransportnyh-potokov-na-osnove-ocenki-stepeni-shumovogo-zagryazneniya-avtomobilnyh-dorog-goroda-orenburga> (Date of access: 12.01.2020). Text: electronic.
5. Matyushin D. V. *Issledovanie biosfernoy sovместимости gorodskoy sredy ot vozdeystviya obektov transportnogo stroitelstva: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.23.19* (Research on the biosphere compatibility of the urban environment from the impact of transport construction objects: abstract of dis. ... cand. tech. sciences: 05.23.19). Oryol, 2016. 20 p.
6. Minaeva V. V., Gaponenko A. V. *Mezhdunarodny studencheskiy nauchnyy vestnik* (International Student Scientific Bulletin), 2015, no. 3-1, pp. 56–58.
7. Stukanov V. A., Kozlov A. T., Tomilov A. A., Tatarinov V. V., Pozhidaeva M. V. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universitet. Seriya: Khimiya. Biologiya. Farmatsiya* (Bulletin of the Voronezh State University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy), 2012, no. 1, pp. 168–175.
8. Paunović K., Belojević G., Jakovljević B. *Science of The Total Environment* (Science of The Total Environment), 2014, no. 481, pp. 479–487.
9. Radosavljević J. M., Vukadinović A. V. *Tehnika* (Tehnika), 2014, no. 69, pp. 925–930.
10. Starčević S. M., Bojović N. J. *Vojnotehnički Glasnik. Military technical courier* (Vojnotehnički Glasnik. Military technical courier), 2016, vol. 64, no. 3, pp. 866–891.
11. Vasilyev A. V. *Safety of Technogenic Environment* (Safety of Technogenic Environment), 2014, no. 6, pp. 43–46.

Коротко об авторе _____ **Briefly about the author**

Свалова Кристина Витальевна, канд. техн. наук, доцент кафедры строительства, факультет строительства и экологии, Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия. Область научных интересов: экологическая безопасность строительства и городского хозяйства, геоэкология в горной промышленности
kristi24091990s@yandex.ru

Kristina Svalova, candidate of technical sciences, assistant professor, Construction department, Construction and Ecology faculty, Transbaikal State University, Chita, Russia. Sphere of scientific interests: environmental safety of construction and urban management, geoecology in the mining industry

Образец цитирования _____

Свалова К. В. Повышение экологической безопасности автотранспортных потоков на основе оценки шумового загрязнения автомобильных дорог центрального района города Читы // Вестник Забайкальского государственного университета. 2020. Т. 26, № 3. С. 21–29. DOI: 10.21209/2227-9245-2020-26-3-21-29.

Svalova K. Improving the environmental safety of traffic flows based on the assessment of noise pollution of roads in the central district of the city of Chita // Transbaikal State University Journal, 2020, vol. 26, no. 3, pp. 21–29. DOI: 10.21209/2227-9245-2020-26-3-21-29.

Статья поступила в редакцию: 27.02.2020 г.
Статья принята к публикации: 17.03.2020 г.