

DOI: 10.12731/2227-930X-2024-14-3-310  
УДК 656.1



Научная статья | Транспортные и транспортно-технологические системы

## АНАЛИЗ ШУМОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ НА ПРИМЕРЕ Г. КРАСНОДАРА

*И.Н. Котенкова, И.С. Сенин, А.А. Замбржицкая*

*В данной статье авторы рассматривают шумовые характеристики транспортных потоков в городских условиях. Неравномерность транспортных потоков во времени и в пространстве влечет изменение шумовых воздействий на окружающую среду.*

*Основным источником шумового загрязнения является двигатель внутреннего сгорания, который производит аэродинамический шум и структурный шум. Измерения уровня шума осуществляются отдельно для транспортных средств, находящихся в движении, и для стоящих транспортных средств.*

*На уровень шума прямое влияние оказывает режим движения автомобилей, скорость транспортного потока, интенсивность транспортного потока.*

*Ухудшение условий труда и отдыха при высоком уровне транспортного шума может привести к снижению производительности труда и возникновению нервных расстройств. Поэтому защита населения от шума, создаваемого транспортом, имеет не только социальное, но и экономическое значение.*

***Цель** – проанализировать уровень шумовых воздействий транспортного потока в городских условиях.*

***Метод и методология проведения работы.** В статье использовались методы наблюдения, статистический анализ, синтез.*

***Результаты.** Были осуществлены замеры уровня шума на выделенном участке улично-дорожной сети, а также получены рас-*

четные данные исходя из заявленных характеристик транспортного потока.

**Область применения результатов:** научно-исследовательская деятельность по повышению экологической безопасности транспортного потока.

**Ключевые слова:** автомобиль; двигатель; шум; транспорт; транспортный поток; интенсивность; скорость; замеры; расчет

**Для цитирования.** Котенкова И.Н., Сенин И.С., Замбргитская А.А. Анализ шумовых характеристик транспортных потоков на примере г. Краснодара // *International Journal of Advanced Studies*. 2024. Т. 14, № 3. С. 117-134. DOI: 10.12731/2227-930X-2024-14-3-310

Original article | Transport and Transport-Technological Systems

## ANALYSIS OF NOISE CHARACTERISTICS OF TRAFFIC FLOWS ON THE EXAMPLE OF KRASNODAR

*I.N. Kotenkova, I.S. Senin, A.A. Zambrgitskaya*

*In this article, the authors consider the noise characteristics of traffic flows in urban conditions. The unevenness of traffic flows in time and space entails a change in noise effects on the environment.*

*The main source of noise pollution is the internal combustion engine, which produces aerodynamic noise and structural noise. Noise level measurements are carried out separately for vehicles in motion and for stationary vehicles.*

*The noise level is directly influenced by the mode of movement of cars, the speed of traffic flow, and the intensity of traffic flow.*

*Deterioration of working and leisure conditions with a high level of traffic noise can lead to a decrease in labor productivity and the occurrence of nervous disorders. Therefore, the protection of the population from the noise generated by transport is not only of social, but also of economic importance.*

**Purpose:** *to analyze the level of noise impacts of traffic flow in urban conditions.*

**Method and methodology.** *The methods of observation, statistical analysis, and synthesis were used in the article.*

**Results:** *noise level measurements were carried out on the selected section of the road network, and calculated data were obtained based on the declared characteristics of the traffic flow.*

**Scope of application of the results:** *research activities to improve the environmental safety of the traffic flow.*

**Keywords:** *car; engine; noise; transport; traffic flow; intensity; speed; measurements; calculation*

**For citation.** *Kotenkova I.N., Senin I.S., Zambrgitskaya A.A. Analysis of Noise Characteristics of Traffic Flows on the Example of Krasnodar. International Journal of Advanced Studies, 2024, vol. 14, no. 3, pp. 117-134. DOI: 10.12731/2227-930X-2024-14-3-310*

В последние годы шумовое загрязнение в крупных городах приобретает все более значительные масштабы. В связи с увеличением уровня автомобилизации и ростом интенсивности транспортных потоков в городах, уровень шумового загрязнения на территориях, прилегающих к улично-дорожной сети, зачастую превышает допустимые значения. Транспортный шум имеет широкий частотный диапазон, а так же носит непрерывный или длительный характер, что обуславливает негативное влияние на здоровье людей и снижение качества жизни жителей городов.

Теоретическая и методологическая основа исследования включает в себя анализ научных трудов отечественных и зарубежных ученых в области оценки воздействия автомобильного транспорта на уровень шумового загрязнения городов.

В качестве инструментов исследования были использованы методы анализа, синтеза средства геоинформационных систем и статистического анализа прогнозирования.

Научная новизна исследования состоит в выборе параметров для оценки уровня шумового загрязнения городской территории, а так же в разработке и реализации альтернативных схем организации движения транспортных потоков, позволяющих регулировать уровень акустических воздействий на определенных территориях города.

В своих исследованиях авторы ориентировались на научные труды Амбарцумяна В.В., Алексеевой Е.С., Аксёнова И.Я., Анисимова П.С., Буториной М.В., Андреевой-Галаниной Е. Ц., Васильева А.В., Алешкова Д.С., Павловой Е.И. и др.

Рост интенсивности движения на дорогах и увеличение шума от транспортных потоков становятся постоянными проблемами для населения, проживающего вблизи автомобильных дорог. Это приводит к тому, что люди подвергаются повышенному уровню шума, что, в свою очередь, негативно сказывается на их качестве жизни и здоровье.

Ухудшение условий труда и отдыха при высоком уровне транспортного шума может привести к снижению производительности труда и возникновению нервных расстройств. Поэтому защита населения от шума, создаваемого транспортом, имеет не только социальное, но и экономическое значение.

При проведении испытаний по уровню внешнего шума используется два режима измерения: 1) при движении АТС; 2) на неподвижном АТС. Измерения производятся с использованием частотной коррекции, соответствующей шкале А, и постоянной времени усреднения F «Быстро» [1]. Для измерения шума, создаваемого движущимися автомобилями, выбирается специальная испытательная площадка, которая соответствует определённым требованиям, как показано на рисунке 1.

На испытательной площадке микрофон устанавливают на расстоянии 7,5 метра ( $\pm 0,2$  метра) от контрольной линии СС' и на высоте 1,2 метра ( $\pm 0,1$  метра) над поверхностью. Ось наиболее чувствительного восприятия звука должна быть горизонтальной

и перпендикулярной центральной оси АТС (линия  $CC'$ ). На испытательной площадке проводят линии  $AA'$  и  $BB'$ , которые параллельны линии  $PP'$  и расположены на 10 метров впереди и позади неё - это линии установки микрофона [1].

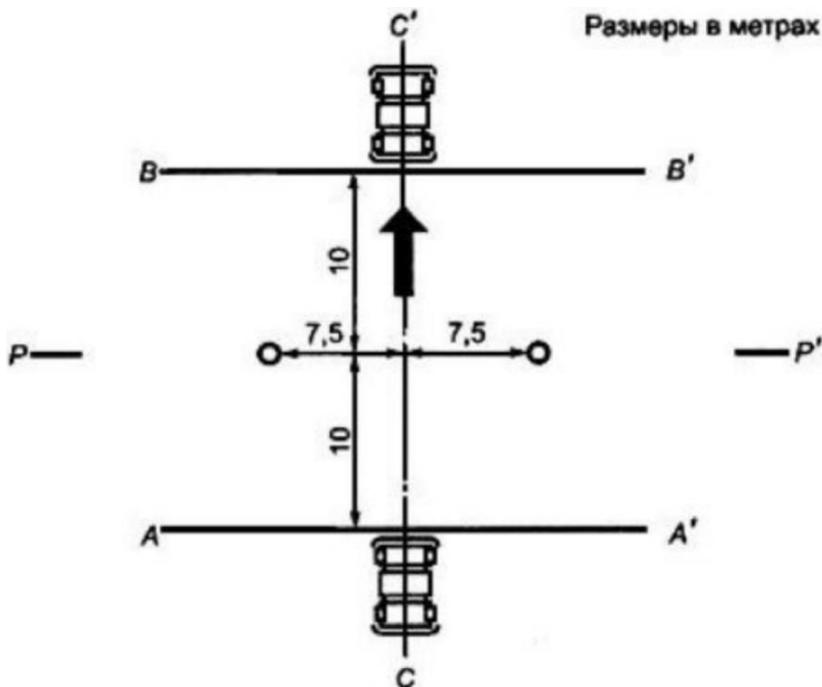


Рис. 1. Положения для измерений на АТС в движении

Автомобиль должен двигаться по прямой линии к участку разгона так, чтобы его продольная ось была как можно ближе к прямой  $CC'$  и постепенно приближалась к прямой  $AA'$ . Когда передняя часть автомобиля достигнет линии  $AA'$ , нужно полностью и быстро нажать на педаль газа до упора и удерживать её в этом положении до тех пор, пока задняя часть автомобиля не пересечёт линию  $BB'$ . После этого педаль следует отпустить как можно быстрее. Уровень шума, выраженный в децибелах, изме-

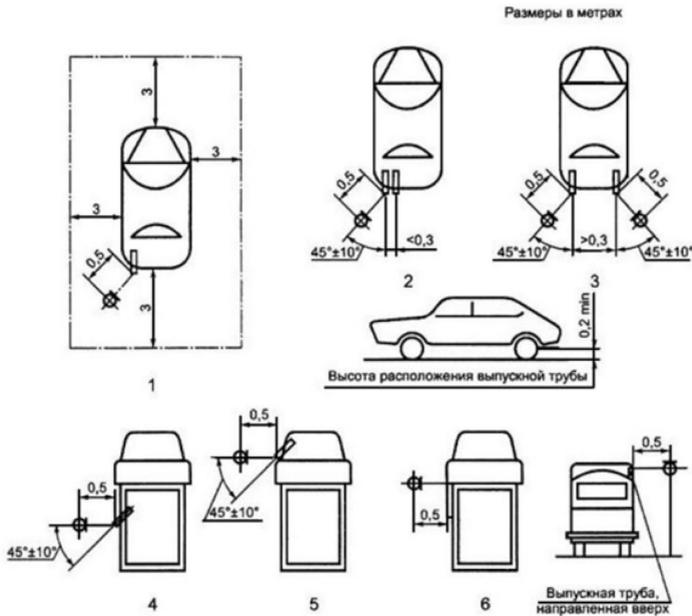
ряется в момент, когда автомобиль находится между линиями АА' и ВВ'. Полученное значение и будет результатом измерения [2].

При измерении шума, который создают неподвижные АТС, испытательная площадка также должна соответствовать определённым требованиям, как показано на рисунке 2.

Микрофон следует расположить над опорной поверхностью на той же высоте, что и выпускную трубу. При этом минимальное расстояние между ними должно быть не менее 20 сантиметров. Мембрана микрофона должна быть направлена в сторону отверстия выхода газов и находиться на расстоянии полуметра от него. Ось максимальной чувствительности микрофона необходимо направить параллельно опорной поверхности, при этом она должна составлять угол  $(45 \pm 10)^\circ$  с вертикальной плоскостью, проходящей через направление потока газа [2].

Двигатель должен работать с постоянной частотой вращения, которая составляет три четверти от номинальной частоты вращения коленчатого вала. Это правило действует как для двигателей с принудительным зажиганием, так и для дизельных двигателей. Когда постоянная частота вращения достигнута, орган управления подачей топлива быстро переводится в положение минимального холостого хода. Измерение уровня звука происходит в течение периода работы двигателя. Этот период включает в себя кратковременную работу при постоянной частоте вращения, а также весь период замедления. Результатом измерения считается максимальное показание шумомера в дБА.

Действующий метод измерения внешнего шума от автотранспортных средств называется методом «В». В отличие от предыдущего метода «А», в нём используется другая модель формирования шума. Согласно новой методике, 50% шума создаётся силовым агрегатом, а остальные 50% - динамическим взаимодействием шин с дорожным покрытием. В то же время, в основе метода «А» лежит модель, согласно которой 90% шума автотранспортных средств генерирует силовой агрегат [3].



**Рис. 2.** Положения для измерений на АТС в неподвижном состоянии

Методы экологической оценки новых автотранспортных средств (АТС) используются для определения соответствия уровню, установленному на этапе проектирования производства техники. В процессе эксплуатации АТС может изменяться их техническое состояние, что приводит к отклонению экологических параметров от нормы, характерной для новых автомобилей. Для контроля технического состояния АТС в эксплуатации применяются методы экологической оценки, основанные на анализе состава отработавших газов и уровня внешнего шума.

Шум, производимый двигателем внутреннего сгорания, состоит из двух компонентов: шума аэродинамического происхождения и структурного шума, схема изображена на рисунке 3 [4].

Структурный шум двигателя внутреннего сгорания - самый громкий и сложный для устранения по сравнению с аэродинами-

ческим шумом. Он определяет шум, который производит двигатель, в наиболее неблагоприятных для человеческого слуха средне- и высокочастотных областях спектра [4].



Рис. 3. Источники шума в ДВС

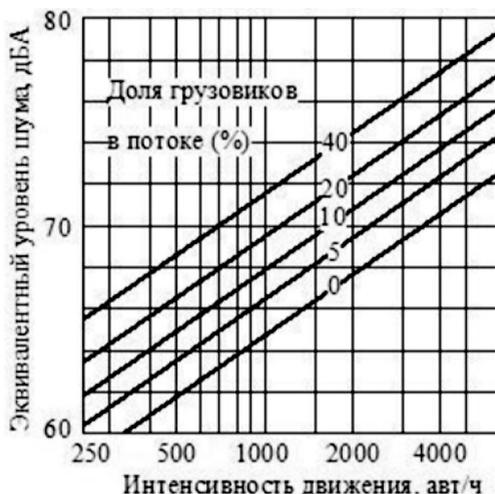
При проверке технического состояния автомобиля одним из важных показателей является уровень шума выпускной системы двигателя. Этот уровень измеряется в соответствии с ГОСТ Р 52231-2004 «Внешний шум автомобилей в эксплуатации. Допустимые уровни и методы измерения».

Уровень шума, создаваемого транспортным потоком, зависит от интенсивности движения и состава потока, то есть от доли грузовых автомобилей и автобусов в общем количестве транспортных средств, как показано на рисунке 4. Поэтому, согласно межгосударственному стандарту ГОСТ 20444-2014 «Шум. Транспортные потоки. Методы определения шумовой характеристики» при измерении шумовых характеристик транспортного потока целесообразно одновременно определять его интенсивность и скорость движения [3].

Уровень транспортного шума повышается в следующих случаях:

- При увеличении средней скорости потока.
- При резком изменении режима движения транспортных средств, таких как разгон, торможение, обгон или остановка. В таких ситуациях уровень шума может повыситься на 2-3 дБА.

- При пересечении потоков одинаковой интенсивности и состава на регулируемых перекрёстках. Здесь также наблюдается увеличение уровня шума на 3 дБА [5].



**Рис. 4.** Зависимости уровня шума от интенсивности и состава транспортного потока (на расстоянии 40 м от середины ближайшей полосы движения)

В качестве объекта исследования был выбран участок УДС, который находится в так называемом районе - Старый центр. Он расположен в южной части г. Краснодара: от парка им. М. Горького на ул. Поставой до ул. Северной и от ул. Кубанонабережной до Карасунских озер - это исторический центр города. Карта района представлена на рисунке 5.

Чтобы оценить уровень шумового загрязнения нужно узнать такие характеристики транспортного потока, как:

- Интенсивность движения, то есть количество автомобилей, которые проезжают по дороге за определённое время;
- Состав потока;
- Скорость движения автомобилей в потоке;
- Тип двигателя;
- Содержание и объём перевозимых грузов;

- Дорожные условия, которые влияют на скорость движения транспорта.

Исследование шумового загрязнения проводилось с учетом интенсивности движения, структуры транспортного потока, дорожных условий и особенностей застройки.

Согласно межгосударственному стандарту ГОСТ 20444-2014 «Шум. Транспортные потоки. Методы определения шумовой характеристики» измерения уровня шума от автомобилей нужно проводить на прямых участках дорог и улиц, где скорость движения транспорта стабильная.

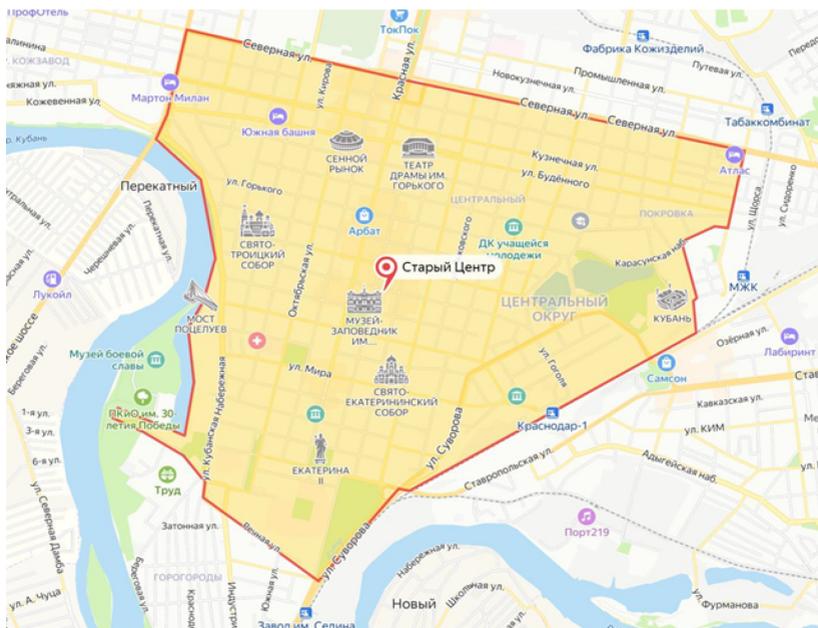


Рис. 5. Подробная карта Старого центра с улицами и границами

Расстояние от перекрёстков, транспортных площадей и остановок общественного транспорта должно быть не менее 50 метров, измерения нужно проводить на участках улиц и автомобильных дорог, где дорожное покрытие чистое и сухое.

Измерения нужно проводить в периоды наибольшей интенсивности движения транспорта.

При измерении уровня шума, который создают транспортные средства, (в состав потока могут входить легковые и грузовые автомобили, автопоезда, автобусы, троллейбусы, трамваи, мотоциклы, мотороллеры, мопеды и другие транспортные средства), микрофон для измерений должен быть установлен на расстоянии  $(7,5 \pm 0,2)$  м от оси ближней к точке измерения полосы движения или пути движения транспортных средств [6].

Высота установки микрофона над уровнем покрытия проезжей части или над головкой рельса трамвайного пути должна составлять  $(1,5 \pm 0,1)$  м. В условиях плотной городской застройки, когда невозможно разместить измерительный микрофон на расстоянии  $(7,5 \pm 0,2)$  м от оси ближайшей к точке измерения полосы движения или пути движения транспортных средств, допускается установка микрофона на меньшем расстоянии, но не ближе одного метра от стен зданий, сплошных заборов и других сооружений или элементов рельефа, которые могут отражать звук.

Учитывая все вышеперечисленные правила измерения уровня шума от автотранспортного потока, были произведены замеры, которые приведены в таблице 1. Допустимые значения шума принимаем в соответствии с СП 51.13330.2011. Свод правил. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 [5].

Шум, производимый АТС, относится к колеблющемуся шуму (его уровень звука постоянно изменяется во времени). Поэтому для его характеристики необходимо использовать величину эквивалентного уровня звука  $L_{экв}$ .

Эквивалентный уровень звука - это уровень звука от постоянного источника шума, который за определённый промежуток времени имеет такое же среднеквадратичное значение уровня звука, как и рассматриваемый непостоянный шум, изменяющийся со временем. Транспортный шум имеет низко- и среднечастотный спектральный состав, что позволяет ему распространяться на

большие расстояния от источника. Для расчетов воспользуемся данными, которые представлены в таблице 2.

Таблица 1.

## Сравнительная характеристика уровня шума на улицах г. Краснодара

Улица	Категория объектов	Среднее значение шума, дБА	Мак-си-маль-ное значение шума, дБА	Допу-стимое значение шума, дБА
Ул. Красная, 156	Жилое здание	78	86	70
Ул. Красная, 103	Больницы	72	80	60
Ул. Красная, 91	Учебный корпус	75	85	70
Ул. Красная, 91	Жилое здание	74	76	70
Ул. Гимназическая, 71	Жилое здание	69	79	70
Ул. Гимназическая, 58	Родильный дом	74	79	60
Ул. Красноармейская, 52	Учебный корпус	76	80	70
Ул. Красноармейская, 26	Поликлиника	75	78	60
Ул. Седина, 38	Учебный корпус	72	73	70
Ул. Седина, 4А	Учебный корпус	75	80	70
Ул. Мира, 53	Учебный корпус	72	81	70
Ул. Мира, 19	Жилое здание	65	77	70
Ул. Карасунская, 79	Жилое здание	76	79	70
Ул. Ленина, 50	Жилое здание	75	88	70
Ул. Октябрьская, 67	Госпиталь	77	82	60

Эквивалентный уровень звука от транспортного потока на магистрали города  $LA_{эkv}$ , дБА, может быть определен в зависимости от состава и скорости движения транспортного потока» [7] по формуле 1:

$$LA_{эkv} = 10 \lg N + 13,3 \lg V + 8,4 \lg r + 7, \quad (1)$$

где  $LA_{эkv}$  - эквивалентный уровень звука от транспортного потока на магистрали города, дБА;

$N$  - общее число транспортных единиц в двух направлениях движения за 1 час;

$V$  - скорость движения транспортного потока, м/с;

$r$  - доля грузовых и общественных транспортных средств в общем потоке, %.

Так, эквивалентный уровень звука от транспортного потока на ул. Красная будет равен:

$$LA_{\text{экв}} = 10\lg 3209 + 13,3\lg 9,72 + 8,4\lg 1,3 + 7 = 65 \text{ дБА}$$

Значения эквивалентного уровня шума по каждой улице выбранного района представлены в таблице 2.

Исходя из представленных в таблицах 1 и 2 данных, можно действительно говорить о значительном шумовом загрязнении от автотранспортных потоков, так как каких-либо других источников шума, например, производств, в районе нет.

Таблица 2.

**Значения эквивалентного уровня шума**

Улица	Эквивалентный уровень шума, дБА	Допустимое значение шума, дБА
Ул. Красная	65	55
Ул. Красноармейская	57	55
Ул. Гимназическая	60	55
Ул. Седина	61	55
Ул. Мира	64	55
Ул. Карасунская	60	55
Ул. Ленина	63	55
Ул. Гоголя	55	55
Ул. Октябрьская	64	55
Ул. Орджоникидзе	60	55

В результате проведенного исследования авторам удалось выявить следующие данные:

1. Условия повышения уровня транспортного шума, такие как увеличение средней скорости потока, резкое изменение режима движения транспортных средств.

2. Требования к измерению шумового воздействия транспортных средств: измерения нужно проводить на прямых участках дорог и улиц, где скорость движения транспорта стабильная, в периоды наибольшей интенсивности движения транспорта. Высота установки микрофона над уровнем покрытия проезжей части или над головкой рельса трамвайного пути должна составлять  $(1,5 \pm 0,1)$  м.

3. В результате измерений, а также теоретических расчетов, были выявлены участки городской территории в центральной части г. Краснодара, где уровень шума превышает допустимые значения. Далее планируется разработка мероприятий по снижению уровня шума на указанных участках.

### *Список литературы*

1. Дрючин Д.А. Роль транспорта общего пользования в формировании социальной сферы городских территорий / Д. А. Дрючин, Т. В. Коновалова, И. Н. Котенкова, С. Л. Надирян, В. И. Рассоха // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). 2024. № 2. С. 29-32.
2. Котенкова И.Н. Оценка шумового воздействия транспортных потоков / Котенкова И.Н., Сенин И.С., Арешкина А.Е. // Актуальные вопросы организации автомобильных перевозок, безопасности движения и эксплуатации транспортных средств. Сборник научных трудов по материалам XVIII Международной научно-технической конференции. Саратов, 2023. С. 110-115.
3. Коновалова Т.В., Котенкова И.Н., Сенин И.С., Домбровский А.Н. Устойчивое развитие городской транспортной системы: Монография. Краснодар, 2023. 232 с.
4. Коновалова Т.В. Анализ транспортных проблем крупных и крупнейших городов / Коновалова Т.В., Сенин И.С., Надирян С.Л., Котенкова И.Н. // International Journal of Advanced Studies. 2023. Т. 13. № 1. С. 126-136. <https://doi.org/10.12731/2227-930X-2023-13-1-126-136>
5. Социально-экологические аспекты создания комфортной среды на примере Краснодарской агломерации / Н. Л. Сергиенко, З. К. Лакербай, Т. Г. Короткова [и др.]. Краснодар: Кубанский государственный технологический университет, 2022. 175 с.
6. Повышение эффективности контрольно-надзорной деятельности на транспорте / В. М. Соболев, А. А. Изюмский, И. Н. Котенкова, Я. А. Мотренко. Краснодар: Издательский Дом - Юг, 2023. 200 с.

7. Коновалова Т.В., Надирян С.Л., Изюмский А.А., Мотренко Я.А., Плаксунова В.М. Влияние элементов системы «водитель-автомобиль-дорога-среда» на экологию. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2023610736, 12.01.2023. Заявка № 2022686068 от 28.12.2022.
8. Амбарцумян В.В. Экологическая безопасность автомобильного транспорта: учеб. пос. для вузов / В.В. Амбарцумян, В.Б. Носов, В.И. Тагасов. М.: ООО Изд-во «Научтехлитиздат», 1999. 208 с.
9. Андреева-Галанина Е. Ц. Шум и шумовая болезнь / Е.Ц. Андреева-Галанина, С.В. Алексеев, А.В. [и др.]. Л.: Медицина, 1972. 303 с.
10. Алешков Д.С. Оценка шумового загрязнения окружающей среды на примере города Омска / Д.С. Алешков, Е.А. Бедрина // Безопасность жизнедеятельности. 2010. №4. С. 43-45.
11. Алексеева Е.С. К вопросу о воздействии акустических полей / Е.С. Алексеева, А.В. Митько, К.Ю. Шилин // Промышленная экология - 97: материалы науч.-практ. конфер. С-Петербург: БГТУ, 12-14 ноября 1997. С. 283-289.
12. Анисимов П.С. Защита от шума на высокоскоростных магистралях // Мир транспорта. 2010. № 2. С. 121-129.
13. Буторина М.В. Оценка акустического загрязнения от автомобильных дорог и выбор мероприятий по снижению шума / М.В. Буторина, Н.В. Тюрина // Безопасность жизнедеятельности. 2005. №10. С. 21-25.
14. Васильев А.В. Снижение шума транспортных потоков в условиях современного города // Экология и промышленность России. 2004. №6. С. 37-41.
15. Павлова Е.И. Экология транспорта: учебник для вузов. М.: Транспорт, 2000. 248 с.

### *References*

1. Druchin D.A. Role of public transportation in the formation of the social sphere of urban areas / D.A. Druchin, T.V. Konovalova, I.N. Kotenkova, S.L. Nadiryanyan, V.I. Rassokha. *Science. Technics. Technologies (Polytechnic Bulletin)*, 2024, no. 2, pp. 29-32.

2. Kotenkova I.N. Estimation of the noise impact of traffic flows / Kotenkova I.N., Senin I.S., Areshkina A.E. *Actual issues of the organization of road transportation, traffic safety and operation of vehicles. Collection of scientific papers on the materials of XVIII International Scientific and Technical Conference*. Saratov, 2023, pp. 110-115.
3. Konovalova T.V., Kotenkova I.N., Senin I.S., Dombrovskiy A.N. *Sustainable development of the urban transportation system: Monograph*. Krasnodar, 2023, 232 p.
4. Konovalova T.V. Analysis of transport problems of large and largest cities / Konovalova T.V., Senin I.S., Nadiryan S.L., Kotenkova I.N. *International Journal of Advanced Studies*, 2023, vol. 13, no. 1, pp. 126-136. <https://doi.org/10.12731/2227-930X-2023-13-1-126-136>
5. *Socio-ecological aspects of creating a comfortable environment on the example of Krasnodar agglomeration* / N. L. Sergienko, Z. K. Lakerbai, T. G. Korotkova [et al.]. Krasnodar: Kuban State Technological University, 2022, 175 p.
6. *Increasing the efficiency of control and supervisory activities in transportation* / V. M. Sobolev, A. A. Iziumskiy, I. N. Kotenkova, Y. A. Motrenko. Krasnodar: Yug Publ., 2023, 200 p.
7. Konovalova T.V., Nadiryan S.L., Iziumskiy A.A., Motrenko Y.A., Plaksunova V.M. *Influence of elements of the system "driver-automobile-road-environment" on ecology*. Certificate of registration of computer program 2023610736, 12.01.2023. Application No. 2022686068, 28.12.2022.
8. Ambartsumyan V.V. *Ecological safety of automobile transport: textbook for universities* / V.V. Hambartsumyan, V.V. Ambartsumyan V.V., V.B. Nosov, V.I. Tagasov. Moscow: Nauchtekhlitizdat Publ., 1999, 208 p.
9. Andreeva-Galanina E. Ts. *Noise and noise sickness* / E.Ts. Andreeva-Galanina, S.V. Alekseev, A.V. [et al.] L.: Medicine, 1972, 303 p.
10. Aleshkov D.S. Assessment of noise pollution of the environment on the example of Omsk city / D.S. Aleshkov, E.A. Bedrina. *Life Safety*, 2010, no. 4, pp. 43-45.

11. Alekseeva E.S. To the question about the impact of acoustic fields / E.S. Alekseeva, A.V. Mitko, K.Y. Shilin. *Industrial Ecology - 97: Proceedings of the scientific-practical conference*. St. Petersburg: BSTU, November 12-14, 1997, pp. 283-289.
12. Anisimov P.S. Noise protection on the high-speed highways. *Transport World*, 2010, no. 2, pp. 121-129.
13. Butorina M.V. Assessment of acoustic pollution from automobile roads and the choice of measures to reduce noise / M.V. Butorina, N.V. Tyurina. *Life Safety*, 2005, no. 10, pp. 21-25.
14. Vasiliev A.V. Noise reduction of transport flows in the conditions of a modern city. *Ecology and Industry of Russia*, 2004, no. 6, pp. 37-41.
15. Pavlova E.I. *Ecology of transport: textbook for universities*. Moscow: Transport, 2000, 248 p.

#### **ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ**

**Котенкова Ирина Николаевна**, старший преподаватель кафедры «Транспортных процессов и технологических комплексов»  
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»  
ул. Московская, 2, г. Краснодар, 350072, Российская Федерация  
[mys-ka@mail.ru](mailto:mys-ka@mail.ru)

**Сенин Иван Сергеевич**, старший преподаватель кафедры «Транспортных процессов и технологических комплексов»  
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»  
ул. Московская, 2, г. Краснодар, 350072, Российская Федерация  
[senin.ivan@inbox.ru](mailto:senin.ivan@inbox.ru)

**Замбрицкая Алина Андреевна**, студент кафедры Транспортных процессов и технологических комплексов

*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»  
ул. Московская, 2, г. Краснодар, 350072, Российская Федерация  
soft008008@yandex.ru*

### **DATA ABOUT THE AUTHORS**

**Irina N. Kotenkova**, Senior Lecturer at the Department of Transport Processes and Technological Complexes  
*Kuban State Technological University  
2, Moskovskaya Str., Krasnodar, 350072, Russian Federation  
mys-ka@mail.ru*

**Ivan S. Senin**, Senior Lecturer at the Department of Transport Processes and Technological Complexes  
*Kuban State Technological University  
2, Moskovskaya Str., Krasnodar, 350072, Russian Federation  
senin.ivan@inbox.ru*

**Alina A. Zambrzhitskaya**, Student of the Department of Transport Processes and Technological Complexes  
*Kuban State Technological University  
2, Moskovskaya Str., Krasnodar, 350072, Russian Federation  
soft008008@yandex.ru*

Поступила 14.09.2024  
После рецензирования 08.10.2024  
Принята 13.10.2024

Received 14.09.2024  
Revised 08.10.2024  
Accepted 13.10.2024