



УДК 504.055+504.3.054
DOI 10.52575/2712-7443-2022-46-1-62-70

Изучение корреляции концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе с шумовой характеристикой транспортного потока (на примере города Воронеж)

^{1,2}Кондауров Р.А., ¹Куролап С.А.

¹Воронежский государственный университет
Россия, 394018, Воронеж, Университетская площадь, 1

²Общество с ограниченной ответственностью «Транспортное проектирование»
Россия, 394026, Воронеж, Московский проспект, 7Е
E-mail: Romakon@list.ru, skurolap@mail.ru

Аннотация. Состояние окружающей среды и уровень здоровья населения крупных городов во многом зависит от функционирования улично-дорожной сети. Существующие методики оценки воздействия данного источника загрязнения не обладают комплексными свойствами. Также отсутствует комплексная методика, которая позволяла бы одновременно оценивать воздействие химических и физических факторов при оценке рисков заболеваемости населения. Авторами выдвигается гипотеза значимой корреляции максимально-разовой концентрацией загрязняющих веществ в приземном слое атмосферного воздуха с шумовой характеристикой транспортного потока в пределах приагостральных территорий в условиях крупных городов. Подтверждение корреляции между рассматриваемыми показателями позволит статистически обосновать комплексные методики оценки воздействия и риска для здоровья населения при функционировании улично-дорожной сети. Проведенные в натурных условиях эксперименты позволили установить согласованность изменчивости изучаемых показателей, которые помогут оптимизировать процедуру оценки влияния функционирования улично-дорожной сети на состояние окружающей среды и расчёты рисков заболеваемости населения.

Ключевые слова: улично-дорожная сеть, автотранспортные средства передвижения, эквивалентный уровень звука, атмосферный воздух, риски заболеваемости населения

Благодарности: настоящие исследования выполнены при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект № 20-17-00172.

Для цитирования: Кондауров Р.А., Куролап С.А. 2022. Изучение корреляции концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе с шумовой характеристикой транспортного потока (на примере города Воронеж). Региональные геосистемы, 46(1): 62–70. DOI: 10.52575/2712-7443-2022-46-1-62-70

Study of the Correlation Between the Concentrations of Pollutants in the Atmosphere Air and Noise Characteristics of Traffic Flow (on the Example of the City of Voronezh)

^{1,2}Roman A. Kondaurov, ¹Semyon A. Kurolap

¹Voronezh State University

1 Universitetskaya Sq., Voronezh 394018, Russia

²Limited Liability Company "Transportnoye proektirovaniye"

7E Moskovsky Avenue, Voronezh, 394026, Russia

E-mail: Romakon@list.ru, skurolap@mail.ru

Abstract. The state of the environment and the level of health of the population of large cities depends to a large extent on the functioning of the street and road network. The existing methods of assessing the



impact of this source of pollution do not have complex properties. There is also no comprehensive methodology that would simultaneously assess the impact of chemical and physical factors in assessing the risks of morbidity of the population. The authors hypothesize that there is a connection between the maximum single concentration of pollutants in the surface layer of atmospheric air and the noise characteristics of the traffic flow within the mainline territories in large cities. Confirmation of the relationship between the considered indicators will allow statistically substantiate comprehensive methods for assessing the impact and risk to public health in the functioning of the road network. The experiments carried out in full-scale conditions allowed us to establish links between the studied indicators, which will help to optimize the procedure for assessing the impact of the functioning of the road network on environmental conditions and calculating the risks of morbidity of the population.

Keywords: street and road network, motor vehicles, equivalent sound levels, ambient air, public health risks

Acknowledgements: This study was carried out with financial support of the Russian Science Foundation, project No. 20-17-00172.

For citation: Kondaurov R.A., Kurolap S.A. 2022. Study of the correlation between the concentrations of pollutants in the atmosphere air and noise characteristics of traffic flow (on the example of the city of Voronezh). *Regional Geosystems*, 46(1): 62–70 (in Russian). DOI: 10.52575/2712-7443-2022-46-1-62-70

Введение

В настоящее время в условиях крупных городов одним из основных источников загрязнения окружающей среды и факторов формирования рисков заболеваемости населения являются функционирующие улично-дорожные сети [Глухов и др., 2015; Куролап и др., 2015; Клепиков, 2020; Прожорина и др., 2020]. Учитывая тот факт, что в условиях крупных городов не всегда представляется возможным проектирование и дальнейшее строительство шумозащитных конструкций, таких как шумозащитные экраны-стенки и посадка шумозащитных лесополос, при возрастающем числе автотранспортных средств вопрос оптимизации комплексной оценки данного источника загрязнения и оценки рисков заболеваемости населения остается актуальным.

Для оптимизации процесса оценки влияния функционирующих улично-дорожных сетей и расчёта рисков заболеваемости населения, по мнению авторов, необходимо учитывать возможные связи основных показателей. В связи с этим авторами выдвигается гипотеза о значимой корреляции между максимально-разовой концентрацией загрязняющих веществ в приземном слое атмосферного воздуха и шумовой характеристикой транспортного потока в пределах примагистральных территорий в условиях крупных городов. Эта гипотеза основана на том, что на величину эмиссии загрязняющих веществ и уровень эквивалентного звука оказывает влияние одна и та же группа факторов: региональные синоптические условия, характер городской застройки и характеристика транспортного потока [Подольский, 1993; Подольский и др., 1999; Власов, 2004; Иванов и др., 1979; Талай и др., 2021].

Авторами была поставлена цель зафиксировать величину корреляции между максимально-разовой концентрацией CO, NO₂, NO, SO₂, сажи (углерода, пигмента черного) и шумовой характеристикой транспортного потока. Для достижения поставленной цели были сформулированы задачи: осуществить эксперимент и статистическую обработку полученных результатов.

Объекты и методы исследования

В качестве полигона для проведения эксперимента была выбрана примагистральная территория города Воронежа как типичного крупного промышленного города с при-



сущими ему проблемами, связанными с отставанием улично-дорожной сети от роста числа автотранспортных средств на душу населения [Якушев и др., 2013].

Для постановки эксперимента был выбран один из интенсивных участков улично-дорожной сети – Московский проспект (поперечник: дома № 122 и 119). Выбранный участок характеризуется типовой застройкой. Дома первого эшелона представлены конструкциями в 10 и 14 этажей, с удалением от ближайшей оси движения автотранспортных средств соответственно на 52 и 66 м. Согласно своду правил [СП 42.13330.2016] рассматриваемый источник загрязнения относится к магистральным улицам общегородского значения 2-го класса – регулируемого движения. Место для проведения измерений эквивалентного уровня звука, образованного функционированием улично-дорожной сети, соответствовало требованиям межгосударственного стандарта [ГОСТ 20444-2014]. На рис. 1 представлена схема участка проведения эксперимента.



- — линия установки средств измерений, с указанием порядкового номера
- — дислокация средств измерений

Рис. 1. Схема территории проведения эксперимента
Fig. 1. Layout of the area under experiment

В качестве методической базы эксперимента были использованы различные нормативные документы [ГОСТ 17.2.3.01-86; ГОСТ 20444-2014; ГОСТ 23337-2014; МВИ-4215-002-56591409-2009; МР 4.3.0008-10; РД 52.04.186-89; ОДМ 218.2.099-2019; СанПиН 1.2.3685-21].

В ходе эксперимента были применены следующие средства измерения: шумомер АССЕСТЕНТ S-Light (2 шт.); акустический калибратор ЗАЩИТА-К (1 шт.); газоанализатор ГАНК-4 (4 шт.); метеометр МЭС 200 А (1 шт.) и лазерный дальномер BoschDLE 150 (1 шт.).

Дислокация точек измерения была назначена по обе стороны оси магистрали на расстояниях: 7,50 м, 11,25 м, 15,00 м и 18,75 м от ближайшего источника звука (ближайшей оси полосы движения автотранспортных средств передвижения относительно точки наблюдения). Следует отметить, что при назначении расстояний авторы руководствовались требованиями [ГОСТ 20444-2014], а также величиной, равной половине опорного расстояния (7,50 м). На рис. 2 представлена принципиальная схема постановки эксперимента.

Измерение осуществлялось в дневной период суток (от 7:00 до 20:20) будних дней, при этом измерение в час пик не осуществлялось. В ходе рекогносцировочных исследований было установлено, что на данном участке улично-дорожной сети час пик наступает в периоды 7:50–9:30 и 17:00–19:00.

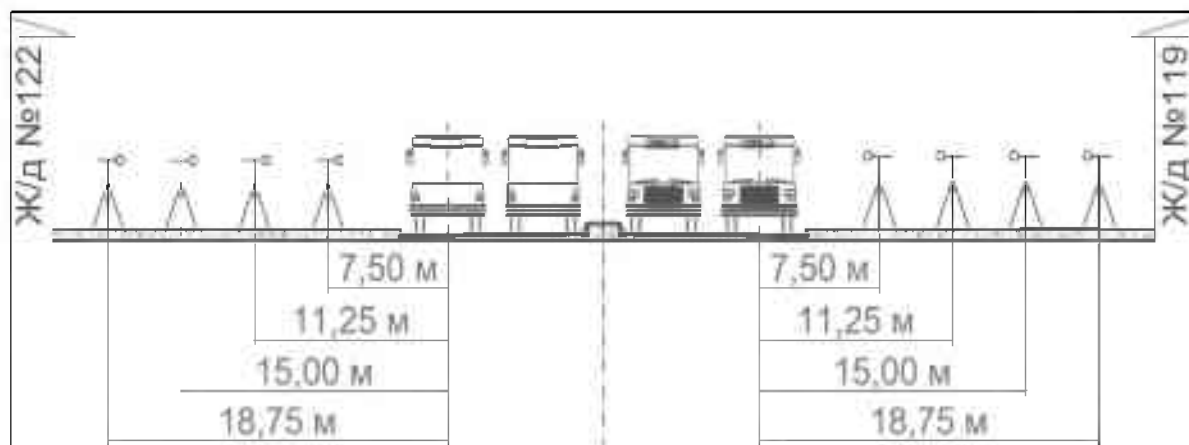


Рис. 2. Принципиальная схема постановки эксперимента
Fig. 2. Schematic diagram of the experimental set up

Единичные измерения осуществлялись в течение 20 мин., т.к. параллельно с измерением эквивалентного уровня звука осуществлялось измерение максимально-разовых концентраций загрязняющих веществ в приземном слое атмосферного воздуха.

При измерениях эквивалентного уровня звука ($L_{Aeq, T}^{отм}$, дБА) были соблюдены требования и рекомендации [ГОСТ 20444-2014; ГОСТ 23337-2014; МР 4.3.0008-10]. Время определения максимально-разовых концентраций загрязняющих веществ в приземном слое атмосферного воздуха и высота отбора проб были назначены на основании [ГОСТ 17.2.3.01-86; РД 52.04.186-89]. Номенклатура определяемых показателей была установлена в соответствии с пунктом 7.4.2 [ГОСТ 32847-2014] и приложением В [ОДМ 218.2.099-2019].

На основании вышеизложенного, в табл. 1 представлены объемы эксперимента.

Таблица 1
Table 1

Объемы эксперимента
The scope of the experiment

Параметры измерений	Расстояния от точек измерения и до ближайшей оси движения автотранспортного потока относительно точек наблюдения, м			
	7,50	11,25	15,00	18,75
Количество единичных измерений эквивалентного уровня звука	120	360	360	360
Количество единичных измерений концентраций в приземном слое атмосферного воздуха каждого загрязняющего вещества	40	120	120	120
Суммарная величина времени измерения единичных измерений эквивалентного уровня звука и концентраций в приземном слое атмосферного воздуха, мин	1200	3600	3600	3600
Время проведения эксперимента, мин.	12000			



Согласно межгосударственным стандартам [ГОСТ 20444-2014; ГОСТ 23337-2014] были рассчитаны значения шумовых характеристик транспортного потока.

Результаты и их обсуждение

На основании проведенных исследований и обработки результатов эксперимента были получены средние значения максимально-разовых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и значения шумовых характеристик транспортного потока, которые представлены в табл. 2.

Таблица 2
Table 2

Результаты вычислений Calculation results

$L_{\text{вет}}$ $L_{\text{Автотокма}}$ дБА	Средние максимально-разовые концентрации загрязняющих веществ, мг/м ³				
	СО	NO ₂	NO	SO ₂	Сажа (углерод, пигмент черный)
7,50 м					
74,5	5,898±1,180	0,385±0,077	0,453±0,091	0,525±0,105	0,171±0,034
11,25 м					
69,4	5,187±0,837	0,208±0,042	0,403±0,081	0,214±0,043	0,128±0,026
15,00 м					
65,8	3,024±0,605	0,157±0,031	0,298±0,060	0,180±0,036	0,073±0,015
18,75 м					
61,3	2,234±0,447	0,148±0,030	0,136±0,027	0,124±0,025	0,051±0,010

Санитарно-гигиеническая оценка результатов обработки экспериментальных данных [СанПиН 1.2.3685-21] была осуществлена на основе действующих нормативных значений. Результаты оценки представлены в табл. 3.

Таблица 3
Table 3

Результаты санитарно-гигиенической оценки обработанных экспериментальных данных The results of the sanitary and hygienic evaluation of the processed experimental data

$L_{\text{вет}}$ $L_{\text{Автотокма}}$ доли ПДУ	Средние максимально-разовые концентрации загрязняющих веществ, доли ПДК _{м.р}				
	СО	NO ₂	NO	SO ₂	Сажа (углерод, пигмент черный)
7,50 м					
1,35	1,18	1,93	1,13	1,05	1,14
11,25 м					
1,26	1,04	1,04	1,01	0,43	0,85
15,00 м					
1,20	0,60	0,79	0,75	0,36	0,49
18,75 м					
1,11	0,45	0,74	0,34	0,25	0,34



Следует отметить, что во всех точках измерения шумовая характеристика транспортного потока превышала установленные нормативные значения для дневного периода суток. Превышение составило от 1,11 до 1,35 дБА. Было зафиксировано превышение значений ПДК_{м.р.} исследуемых загрязняющих веществ до отметки 11,25 м включительно (за исключением SO₂ и сажи / углерода, пигмента черного).

Полученный массив обработанных экспериментальных данных был подвергнут корреляционному анализу, который был выполнен с помощью программы STADIA. Результаты корреляционного анализа были качественно оценены с помощью шкалы Чеддока [Котеров и др., 2019]. Соответствующие результаты представлены в табл. 4.

Таблица 4
Table 4

Результаты корреляционного анализа (коэффициенты линейной корреляции)
Correlation analysis results (linear correlation coefficients)

Сочетание показателей*	Расстояния от ближайшей оси движения автотранспортных средств передвижения относительно точки измерения, м / Характеристика связи между изучаемыми признаками			
	7,50	11,25	15,00	18,75
$L_{\text{деп.поток}}^{\text{дБА}} / \text{CO}_{\text{м.р.}}$	0,92 / весьма высокая	0,75 / высокая	0,54 / заметная	0,28 / слабая
$L_{\text{деп.поток}}^{\text{дБА}} / \text{NO}_{\text{м.р.}}$	0,91 / весьма высокая	0,81 / высокая	0,58 / заметная	0,21 / слабая
$L_{\text{деп.поток}}^{\text{дБА}} / \text{NO}_{\text{м.р.}}$	0,92 / весьма высокая	0,74 / высокая	0,61 / заметная	0,19 / слабая
$L_{\text{деп.поток}}^{\text{дБА}} / \text{SO}_{\text{2м.р.}}$	0,88 / высокая	0,71 / высокая	0,52 / заметная	0,17 / слабая
$L_{\text{деп.поток}}^{\text{дБА}} / \text{C}_{\text{м.р.}}$	0,72 / высокая	0,68 / заметная	0,51 / заметная	0,14 / слабая

* $L_{\text{деп.поток}}^{\text{дБА}}$ – эквивалентный уровень звука, дБА; $\bar{X}_{\text{м.р.}}$ – средние максимально-разовые концентрации загрязняющих веществ, мг/м³

Было рассчитано значение корреляции шумовой характеристикой транспортного потока с максимально-разовыми концентрациями изучаемых загрязняющих веществ, которая изменяется от «весьма высокая» до «слабая». При этом степень корреляции между признаками уменьшается с увеличением расстояния от источника звука (химического загрязнения). Установлено, что величина корреляции между изучаемыми показателями, наблюдаемая до 15 м включительно, может рассматриваться как доказательство принятой гипотезы.

Заключение

На основании проведенных исследований можно сделать выводы о наличии значимой корреляции между максимально-разовой концентрацией загрязняющих веществ в приземном слое атмосферного воздуха и шумовой характеристикой транспортного потока в пределах примагистральных территорий в условиях крупных городов. Данный факт мо-



жет лечь в основу построения комплексной модели оценки воздействия улично-дорожной сети на воздушную и акустическую среды примагистральных территорий, а также рисков заболеваемости населения.

Список источников

- Глухов А.Т., Васильев А.Н., Гусева О.А. 2015. Дороги, улицы и транспорт города: мониторинг, экология, землеустройство. Саратов, Саратовский государственный технологический университет, 328 с.
- ГОСТ 17.2.3.01-86. Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов. 2005. М., Стандартинформ, 3 с.
- ГОСТ 20444-2014. Шум. Транспортные потоки. Методы определения шумовой характеристики. 2015. М., Стандартинформ, 15 с.
- ГОСТ 23337-2014. Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий. 2015. М., Стандартинформ, 19 с.
- ГОСТ 32847-2014. Дороги автомобильные общего пользования. Требования к проведению экологических изысканий. 2015. М., Стандартинформ, 13 с.
- МВИ-4215-002-56591409-2009. Методика выполнения измерений массовой концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе газоанализатором ГАНК-4. 2019. М., НПО ПРИБОР ГАНК, 21 с.
- МР 4.3.0008-10. Методические рекомендации. Применение акустических калибраторов шумомеров и оценка неопределенности измерений. 2011. М., Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 7 с.
- ОДМ 218.2.099-2019. Методические указания по особенностям проведения инженерно-экологических изысканий при проектировании автомобильных дорог общего пользования. 2019. М., Федеральное дорожное агентство (РОСАВТОДОР), 115 с.
- РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. 1991. М., Госкомгидромет СССР, 694 с.
- СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. 2021. М., Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 469 с.
- СП 42.13330.2016. Планировка и застройка городских и сельских поселений. 2017. М., Стандартинформ, 86 с.
- Трофименко Ю.В., Евгеньев Г.И. 2008. Экология: транспортное сооружение и окружающая среда. М., Академия, 400 с.

Список литературы

- Власов А.Б. 2004. Исследование условий движения и выбросов автотранспортных средств на улично-дорожной сети города. В кн.: Оптимизация ландшафтов и рекреационных зон на зональных и нарушенных землях : сб. материалов Всерос. конф. Воронеж, с. 99–103.
- Иванов В.Н. 1979. Влияние режимов движения автомобиля на выброс вредных веществ. Автомобильный транспорт, 9: 46–48.
- Клепиков О.В. 2020. Мониторинговые исследования по оценке уровня шума от автотранспорта в городе Воронеже. В кн.: Региональная экологическая диагностика состояния воздушной среды промышленных городов. Воронеж, Цифровая полиграфия: 35–42.
- Котеров А.Н., Ушенкова Л.Н., Зубенкова Э.С., Калинина М.В., Бирюков А.П., Ласточкина Е.М., Молодцова Д.В., Вайнсон А.А. 2019. Сила связи. Сообщение 2. Градации величины корреляции. Медицинская радиология и радиационная безопасность, 64 (6): 12–24. DOI: 10.12737/1024-6177-2019-64-6-12-24.
- Куролап С.А., Клепиков О.В., Виноградов П.М., Прожорина Т.И., Клевцова М.А., Яблонских Л.А., Акимов Л.М., Серeda Л.О., Маслова М.О. 2015. Интегральная экологическая оценка состояния городской среды. Воронеж, Издательство Научная книга, 231 с.



- Подольский В.П., Артюхов В.Г., Турбин В.С., Канищев А.Н. 1999. Автотранспортное загрязнение придорожных территорий. Воронеж, Воронежский государственный университет, 264 с.
- Подольский В.П., Федорова Ю.В. 1993. Колебания уровня транспортных загрязнений в зависимости от динамики интенсивности движения. Автомобильные дороги, 12: 19–20.
- Прожорина Т.И., Куролап С.А., Клепиков О.В. 2020. Исследование влияния автотранспорта на здоровье населения города Воронежа, проживающего в зонах акустического дискомфорта. В кн.: Региональная экологическая диагностика состояния воздушной среды промышленных городов. Воронеж, Цифровая полиграфия: 59–69.
- Талалай Т.О., Лебедева М.Г., Крымская О.В., Крымская А.А. 2021. Содержание загрязняющих веществ в атмосфере города Белгорода в различных синоптических условиях. Региональные геосистемы, 45 (1): 107–117. DOI: 10.52575/2712-7443-2021-45-1-107-117.
- Якушев А.Б., Куролап С.А., Карпович М.А. 2013. Экологическая оценка воздействия автотранспорта на воздушный бассейн городов Центрального Черноземья. Воронеж, Издательство Научная книга, 207 с.

References

- Vlasov A.B. 2004. Investigation of traffic conditions and emissions of motor vehicles on the city's road network. In: Optimization of landscapes and recreational zones on zonal and disturbed lands : collection of materials of the All-Russian Conference. Voronezh, pp. 99–103 (in Russian).
- Ivanov V.N. 1979. The influence of vehicle driving modes on the emission of harmful substances. Automobile transport, 9: 46–48 (in Russian).
- Klepikov O.V. 2020. Monitoringovyе issledovaniya po ocenke urovnya shuma ot avtotransporta v gorode Voronezhe [Monitoring studies to assess the noise level from vehicles in the city of Voronezh]. In: Regional'naya ekologicheskaya diagnostika so-stoyaniya vozduшной sredy promyshlennyh gorodov [Regional ecological diagnostics of the state of the air environment of industrial cities]. Voronezh, Publ. Cifrovaya poligrafiya: 35–42.
- Koterov A.N., Ushenkova L.N., Zubenkova E.S., Kalinina M.V., Biryukov A.P., Lastochkina E.M., Molodtsova D.V., Wainson A.A. 2019. Strength of Association. Report 2. Graduations of Correlation Size. Medical Radiology and Radiation Safety, 64 (6): 12–24 (in Russian). DOI: 10.12737/1024-6177-2019-64-6-12-24.
- Kurolap S.A., Klepikov O.V., Vinogradov P.M., Prozhorina T.I., Klevtsova M.A., Yablonskikh L.A., Akimov L.M., Sereda L.O., Maslova M.O. 2015. Integral'naya ekologicheskaya ocenka sostoyaniya gorod-skoj sredy [Integral environmental assessment of the state of the urban environment]. Voronezh, Publ. Nauchnaya kniga, 231 p.
- Podol'skij V.P., Artyuhov V.G., Turbin V.S., Kanishchev A.N. 1999. Avtotrans-portnoe zagryaznenie pridorozhnyh territorij [Motor vehicle pollution of roadside areas]. Voronezh, Publ. Voronezhskiy gosudarstvenniy universitet, 264 p.
- Podol'skij V.P., Fedorova Y.V. 1993. Fluctuations in the level of transport pollution depending on the dynamics of traffic intensity. Highways, 12: 19–20 (in Russian).
- Prozhorina T.I., Kurolap S.A., Klepikov O.V. 2020. Issledovanie vliyaniya av-totransporta na zdorov'e naseleniya goroda Voronezha, prozhivayushchego v zonah akustiche-skogo diskomforta [Study of the impact of motor transport on the health of the population of the city of Voronezh living in zones of acoustic discomfort]. In.: Regional'naya ekologicheskaya diagnostika sostoyaniya vozduшной sredy promyshlennyh gorodov [Regional ecological diagnostics of the state of the air environment of industrial cities]. Voronezh, Publ. Cifrovaya poligrafiya: 59–69.
- Talalay T.O., Lebedeva M.G., Krymskaya O.V., Krymskaya A.A. 2021. The content of pollutants in the atmosphere of the city of Belgorod in various weather conditions. Regional Geosystems, 45 (1): 107–117 (in Russian). DOI: 10.52575/2712-7443-2021-45-1-107-117.
- Yakushev A.B., Kurolap S.A., Karpovich M.A. 2013. Ekologicheskaya ocenka vozdeystviya avtotransporta na vozdushnyj bassejn gorodov Central'nogo Chernozem'ya [Environmental



assessment of the impact of motor transport on the air basin of the cities of the Central Chernozem region]. Voronezh, Publ. Nauchnaya kniga, 207 p.

*Поступила в редакцию 12.11.2021;
поступила после рецензирования 04.12.2021;
принята к публикации 10.01.2022*

*Received November 12, 2021;
Revised December 04, 2021;
Accepted January 10, 2022*

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Кондауров Роман Анатольевич, кандидат географических наук, преподаватель кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета; ведущий инженер отдела экологического и гидрометеорологического сопровождения проектов Общества с ограниченной ответственностью «Транспортное проектирование», г. Воронеж, Россия

Куrolap Семен Александрович, профессор, доктор географических наук, профессор кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды, заведующий кафедрой геоэкологии и мониторинга окружающей среды, декан факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета, г. Воронеж, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Roman A. Kondaurov, Cand. Sc. in Geography, Lecturer of the Department of Geoecology and Environmental Monitoring of the Faculty of Geography, Geoecology and Tourism of the Voronezh State University; Lead Engineer, Department for Environmental and Hydrometeorological Project Support, Limited Liability Company "Transportnoye Proektirovaniye", Voronezh, Russia

Semyon A. Kurolap, Professor, Doctor of Geographical Sciences, Professor of the Department of Geoecology and Environmental Monitoring, Dean of the Faculty of Geography, Geoecology and Tourism, Voronezh State University, Voronezh, Russia