



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2025.4.5>

UDC 551.567.11

LBC 20.171

BACKGROUND POLLUTION WITH NATURAL DUST IN THE VOLGOGRAD REGION

Nadezhda V. Menzelintseva

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Maria D. Azarova

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Valery N. Azarov

Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation

Artur S. Gasparyan

Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation

Abstract. An assessment of the regional background level of dust pollution of natural origin in the Volgograd region is given based on an experimental analysis of the concentration and dispersed composition of dust contained in the atmospheric air of two experimental zones. The dispersed composition was assessed microscopically and using a small-sized mobile dust meter PIKMA-1.

Key words: dust of natural origin, background pollution, aerosol, dispersed composition, mobile dust meter, microscopic method, summary calculations.

Citation. Menzelintseva N.V., Azarova M.D., Azarov V.N., Gasparyan A.S. Background Pollution with Natural Dust in the Volgograd Region. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2025, vol. 15, no. 4, pp. 54-62. (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2025.4.5>

УДК 551.567.11

ББК 20.171

ФОНОВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПЫЛЬЮ ПРИРОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Надежда Васильевна Мензелинцев

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Мария Денисовна Азарова

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Валерий Николаевич Азаров

Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Артур Сергеевич Гаспарян

Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. Дана оценка регионального фонового уровня загрязнения пылью природного происхождения территории Волгоградской области на основе экспериментального анализа концентрации и дисперсного

состава пыли, содержащейся в атмосферном воздухе двух экспериментальных зон. Дисперсный состав оценивался микроскопическим способом и с помощью малогабаритного мобильного пылемера ПИКМА-1.

Ключевые слова: пыль природного происхождения, фоновое загрязнение, аэрозоль, дисперсный состав, мобильный пылемер, микроскопический метод, сводные расчеты.

Цитирование. Мензелинцева Н. В., Азарова М. Д., Азаров В. Н., Гаспарян А. С. Фоновое загрязнение пылью природного происхождения территории Волгоградской области // Природные системы и ресурсы. – 2025. – Т. 15, № 4. – С. 54–62. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2025.4.5>

Введение

Загрязнение атмосферного воздуха является одной из наиболее актуальных современных проблем практически для всех стран мира [1; 3–9; 11–13]. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) от последствий загрязнения воздуха каждый год умирает порядка девяти миллионов человек. От 70 до 75 % населения планеты дышит загрязненным воздухом, концентрации загрязняющих веществ в котором превышает годовые нормы, рекомендованные ВОЗ [1].

Для эффективного планирования и реализации мероприятий по охране атмосферного воздуха необходимо знать закономерности накопления и рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере, учитывающие влияния различных факторов и условий как антропогенного, так и природного характера, в том числе фоновое загрязнение [15–18; 21].

Формирование фонового загрязнения атмосферы пылью – это сложный процесс, обусловленный целым рядом факторов, к которым можно отнести географическое расположение района, климатические характеристики, близость вулканов, пустынь и т. п. [10; 20–30]. Для осуществления фоновых наблюдений в нашей стране создана сеть станций, которые подразделяются на базовые и региональные, где проводятся долговременные систематические наблюдения за уровнем содержания пыли в атмосфере.

Материалы и методы исследования

Методы фонового наблюдения обычно подразделяют на прямые и косвенные. *Прямые методы* заключаются в отборе проб среды и аналитическом определении в них конкретных загрязняющих веществ. К числу косвенным относится метод парных станций,

в соответствии с которым региональные фоновые станции располагаются на расстоянии 100–200 км от промышленного центра и в местах расположения таких станций нет мощных источников промышленных выбросов.

По веществам, в отношении которых государственный мониторинг не осуществляется, фон определяется на основании сводных расчетов загрязнения атмосферы [14].

Сводные расчеты загрязнения атмосферного воздуха – это расчеты приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе по данным о выбросах стационарных и передвижных источников загрязнения атмосферного воздуха, расположенных на территории населенного пункта. В сводные расчеты должны быть включены выбросы стационарных промышленных источников (промпредприятия, объекты энергетики); выбросы автомобильного транспорта; выбросы от индивидуальных жилых строений, где в качестве способа отопления используются автономные источники теплоснабжения на твердом или газовом топливе. Фоновая добавка $\Delta \bar{c}$ рассматривается как дополнительный фон от неучтенных источников, не включенных в состав сводных расчетов:

$$\Delta \bar{c} = \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J \Delta c_j \quad (1)$$

где J – общее количество использованных при анализе постов наблюдения; Δc_j – величина расхождения между инструментальной и расчетной концентрациями.

Для Волгоградской области взвешенные вещества являются одними из основных загрязняющих веществ. В 2023 г. только из стационарных источников в атмосферу поступило порядка 7,0 тыс. т твердых частиц. По результатам аналитического контроля атмосферного воздуха в разных районах жилой зоны г. Волгограда, г. Волжского и р.п. Средняя Ах-

туба зафиксировано превышение нормы ПДК м.р. по взвешенным веществам (пыли) от 1,2 раза до 4,4 раза [2].

Для оценки регионального фоновых уровня методом парных станций были выбраны следующие экспериментальные зоны: № 1 – район озера Эльтон Палласовского района Волгоградской области; № 2 – район поселка Заря Ленинского района Волгоградской области. В ходе эксперимента оценивался дисперсный состав пыли двумя способами: микроскопическим [19] и с помощью малогабаритного мобильного пылемера ПИКМА-1.

Методика микроскопического анализа основана на измерении размера частиц исследуемой пыли путем фотографирования образцов, увеличенных в 200–2000 раз с помощью стереоскопического микроскопа МБС-10 с использованием фотоприставки и применения программного комплекса «Dust-1», который позволяет определять форму пылевидных частиц путем расчета площади, занимаемой частичкой [19]. Программа представляет результат в виде интегральных функций распределения частиц по эквивалентным диаметрам в вероятностно-логарифмической сетке (рис. 1, 2).

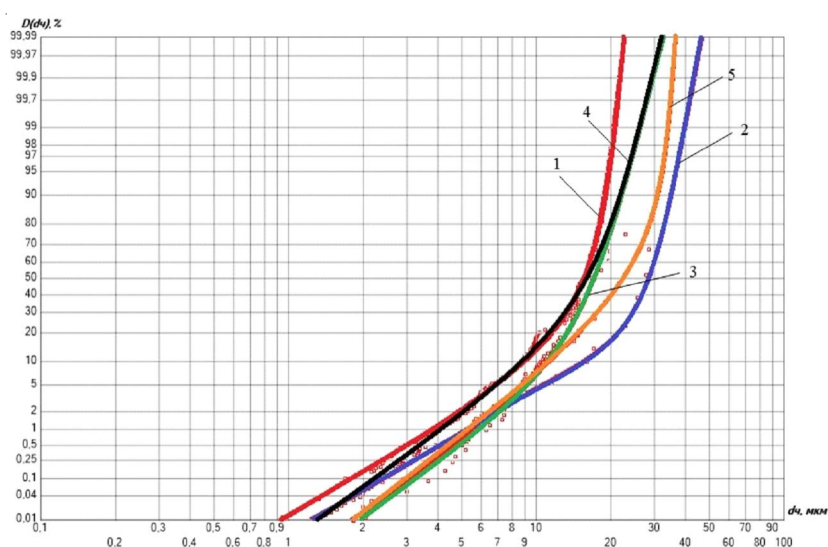


Рис. 1. Интегральная функция распределения массы частиц пыли по эквивалентным диаметрам в зоне № 1:
1 – август 2020 г.; 2 – декабрь 2020 г.; 3 – август 2021 г.; 4 – сентябрь 2021 г.; 5 – октябрь 2021 г.

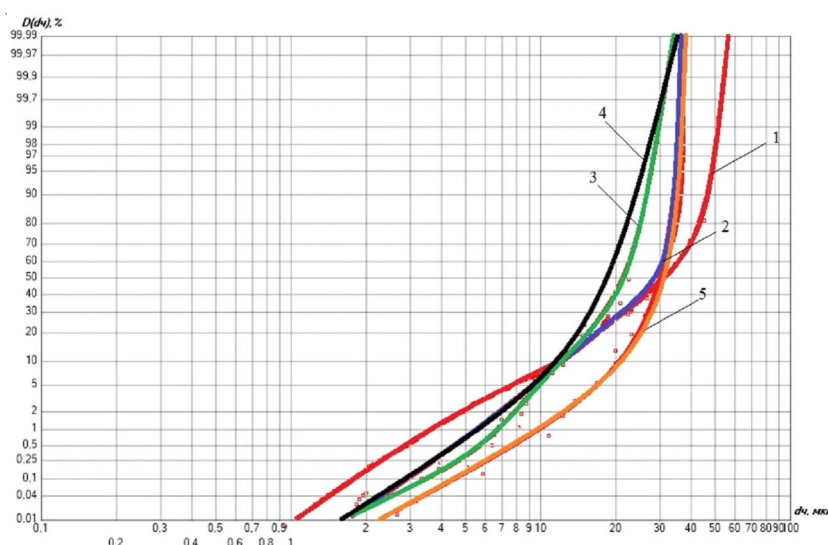


Рис. 2. Интегральная функция распределения массы частиц пыли по эквивалентным диаметрам в зоне № 2:
1 – август 2020 г.; 2 – декабрь 2020 г.; 3 – август 2021 г.; 4 – сентябрь 2021 г.; 5 – октябрь 2021 г.

Малогабаритный пылемер ПИКМА-1 измеряет концентрацию пыли по трем фракциям 1; 2,5 и 10 микрон, а также имеет счетчик частиц пыли 6 фракций (крупнее 0,3; 0,5; 1; 2,5; 5; 10 микрон).

Результаты и обсуждение

На рисунке 3 представлены графики показаний пылемера ПИКМА-1 и анализатора CEL712 Microdast по фракциям пыли PM10 и PM2,5, в таблице приведен результат анализа дисперсного состава пыли по фракциям PM10 и PM2,5.

Анализ рисунка 1, 2 показал, что для зоны № 1 в теплый период года медианный диаметр частиц составил $d_{\text{мед}} = 15\text{--}17$ мк, в холодный период года – $d_{\text{мед}} = 28$ мк, доля частиц PM10 в августе 2020 г. составляла 13 %, PM2,5 – 0,24 %, в августе 2021 г. PM10 – 6,8 %, PM2,5 – 0,05 %, в холодный период года PM10 – 4,8 %, PM2,5 – 0,09 %. Для зоны № 2 в медианный диаметр частиц в августе 2020 г. составил $d_{\text{мед}} = 31$ мк, в августе 2021 г. $d_{\text{мед}} = 22$ мк, в холодный период года $d_{\text{мед}} = 28$ мк, доля час-

тиц PM10 в августе 2020 г. составляла 9 %, PM2,5 – 0,25 %, в августе 2021 г. PM10 – 9 %, PM2,5 – 0,05 %, в холодный период года PM10 – 9 %, PM2,5 – 0,043 %.

Применение мобильных пылемеров на базе бюджетных сенсоров рассматривается как очередной этап в развитии системы мониторинга загрязнения атмосферного воздуха. За рубежом исследования в этом направлении активно проводятся в течении последних 5–8 лет, промышленные предприятия ряда стран приступили к промышленному выпуску таких пылемеров. Подобные разработки ведутся и в нашей стране. Но многие из таких пылемеров не включены в Государственный реестр средств измерений.

Малогабаритный пылемер ПИКМА-1 разработан для исследования дисперсного состава и концентрации пыли в полевых условиях (рис. 3). Пылемер имеет счетчик частиц пыли 6 фракций (0,3 мк; 0,5 мк; 1 мк; 2,5 мк; 5 мк; 10 мк), а также позволяет измерять концентрацию пыли фракций 1 мк; 2,5 мк и 10 мк, метеопараметры, координаты на местности, время, обеспечивает передачу данных по сети.



Рис. 3. Малогабаритный пылемер ПИКМА-1

Результаты анализа дисперсного состава пыли

№ п/п	Дата	Максимальный размер частицы, мкм		Содержание частиц PM2,5 в пробе, %		Содержание частиц PM10 в пробе, %	
		Зона 1	Зона 2	Зона 1	Зона 2	Зона 1	Зона 2
1.	Август 2020 г.	22	58	0,25	0,3	14	7
2.	Декабрь 2020 г.	48	37	0,1	0,04	5	6
3.	Август 2021 г.	32	18	0,04	0,04	7	11
4.	Сентябрь 2021 г.	35	36	0,04	0,04	8	10
5.	Октябрь 2021 г.	37	38	0,04	0,02	7	1
6.	Июль 2022 г.	42	-	0,25	-	12	-
7.	Август 2022 г.	38	-	0,1	-	10	-
8.	Сентябрь 2022 г.	58	42	0	0,2	2	8
9.	Март 2023 г.	18	-	0,5	-	80	-
10.	Апрель 2023 г.	22	23	0,1	0,5	20	60

В таблице приведен результат анализа дисперсного состава пыли по фракциям PM10 и PM2,5 прибором ПИКМА-1.

Анализ данных, представленных на рисунках 1, 2 и таблице 1 показал, что доля мелкодисперсных частиц PM10 в воздухе максимальна в теплый период года, и минимальна в холодный период. Установить однозначную зависимость для частиц PM2,5 не представляется возможным, что можно объяснить климатическими особенностями, например, отсутствием снежного покрова и ветровыми нагрузками, когда для отрыва от поверхности более мелких частиц в холодное время года требуется меньшее усилие. Максимальное отклонение значений PM10 и PM2,5, определенных микроскопическим способом и прибором ПИКМА-1, составляет 0,22.

На рисунке 4 представлены графики показаний пылемера ПИКМА-1 и анализатора CEL 712 Microdast (референтный прибор) по фракциям пыли PM10 и PM2,5.

Сравнение показаний мобильных измерителей концентрации пыли ПИКМА-1 с референтным анализатором (CEL 712 Microdast pro) по метрике MAPE (средняя абсолютная погрешность по модулю) показало, что MAPE PM10 = 19,5 %, MAPE PM2,5 = 20,2 %, что говорит о достаточно высокой точности прибора.

Анализ данных, представленных на рисунке 4 показывает, что концентрация частиц PM10 составляет $C_{PM10} = 6,5 \text{ мг/м}^3$, частиц PM2,5 $C_{PM2,5} = 6,1 \text{ мг/м}^3$, что превышает нор-

мативные значения $ПДК_{\text{мр PM10}} = 0,3 \text{ мг/м}^3$, $ПДК_{\text{мр PM2,5}} = 0,16 \text{ мг/м}^3$, однако при характеристике фонового загрязнения эти величины не учитываются, что не позволяет в полном объеме характеризовать фоновое загрязнение.

Заключение

Проведены исследования регионального фонового уровня загрязнения пылью природного происхождения территории Волгоградской области на основе экспериментального анализа концентрации и дисперсного состава пыли, содержащейся в атмосферном воздухе двух экспериментальных зон. Дисперсный состав оценивался микроскопическим способом и с помощью малогабаритного мобильного пылемера ПИКМА-1.

Установлено, что доля мелкодисперсных частиц PM10 в воздухе максимальна в теплый период года, и минимальна в холодный период. Установить однозначную зависимость для частиц PM2,5 не представилось возможным, что можно объяснить климатическими особенностями, например, отсутствием снежного покрова и ветровыми нагрузками, когда для отрыва от поверхности более мелких частиц в холодное время года требуется меньшее усилие.

Для точной оценки фонового загрязнения надо учитывать не только концентрацию пылевых частиц природного происхождения, но и долю мелкодисперсных частиц PM10, PM2,5.

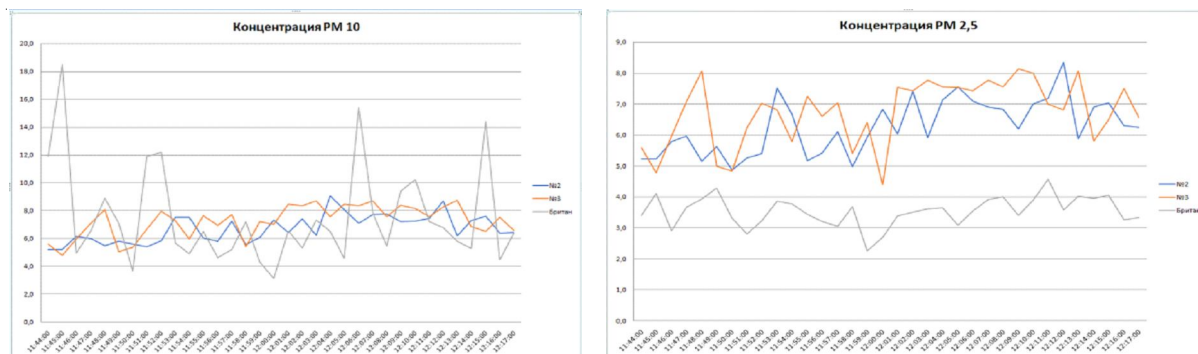


Рис. 4. Сравнительные данные показаний мобильных пылемеров ПИКМА-1 и анализатора пыли CEL 712 Microdastpro по фракциям пыли PM10, PM2,5 (британ – показание референтного прибора, №2, №3 – показания прибора ПИКМА-1)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Венецианский, А. С. Дистанционный мониторинг качества атмосферного воздуха города Волгограда / А. С. Венецианский, Е. А. Иванцова, М. П. Шуликина // Природные системы и ресурсы. – 2022. – Т. 12, № 2. – С. 21–28.
2. Доклад «О состоянии окружающей среды Волгоградской области в 2023 году» / Е. П. Православнова [и др.]. – Иркутск : Медиамир, 2024. – 300 с.
3. Зализняк, Е. А. КРП государственного управления безопасностью в техносфере на примере охраны атмосферного воздуха / Е. А. Зализняк, Е. А. Иванцова, Е. Р. Зализняк // Природные системы и ресурсы. – 2018. – Т. 8, № 3. – С. 38–50.
4. Иванцова, Е. А. Методы оценки загрязнения окружающей среды / Е. А. Иванцова, Н. В. Герман, А. А. Тихонова. – Волгоград : Изд-во ВолГУ, 2018. – 86 с.
5. Иванцова, Е. А. Основные направления и проблемы обеспечения экологической безопасности региона / Е. А. Иванцова // Научно-производственное обеспечение социально-экономической и экологической деятельности в АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – М.: Вестник РАСХН, 2014. – С. 25–28.
6. Иванцова, Е. А. Оценка воздействия ликвидации техногенного массива размещения отходов производства и потребления на атмосферный воздух / Е. А. Иванцова // Инновационные технологии защиты окружающей среды в современном мире : материалы Всерос. науч. конф. с междунар. участием. – Казань, 2021. – С. 1363–1368.
7. Иванцова, Е. А. Роль современных технологий мониторинговых исследований в обеспечении экологической безопасности / Е. А. Иванцова // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 11, Естественные науки. – 2016. – № 3 (17). – С. 5.
8. Иванцова, Е. А. Экологические проблемы Ирака / Е. А. Иванцова, М. Р. А. Аль-Чаабави, Ю. О. А. Абдулрахман // Антропогенная трансформация геопространства: природа, хозяйство, общество : материалы V Междунар. науч.-практ. конф. – Волгоград : Изд-во ВолГУ, 2019. – С. 44–47.
9. Иванцова, Е. А. Экологические проблемы Социалистической Республики Вьетнам / Е. А. Иванцова, М. Т. Нгуен // Антропогенная трансформация геопространства: природа, хозяйство, общество : материалы V Междунар. науч.-практ. конф. – Волгоград : Изд-во ВолГУ, 2019. – С. 48–53.
10. Морозов, А. Е. Метеорологические условия и загрязнение атмосферы / А. Е. Морозов, Н. И. Стародубцева. – Екатеринбург : УГЛУ, 2020. – 128 с.
11. Нгуен, М. Т. К вопросу о прогнозной оценке техногенной нагрузки на атмосферный воздух урбоэкосистем / М. Т. Нгуен, Е. А. Иванцова // Природные системы и ресурсы. – 2022. – Т. 12, № 4. – С. 5–15.
12. Нгуен, М. Т. Методы полиспутникового анализа для оценки загрязнения воздуха в Ханой (Вьетнам) / М. Т. Нгуен, Е. А. Иванцова // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. – 2022. – № 11. – С. 49–57.
13. Нгуен, М. Т. Проблема загрязнения воздуха в г. Ханой (Социалистическая Республика Вьетнам) / М. Т. Нгуен, Е. А. Иванцова // Проблемы региональной экологии. – 2022. – № 4. – С. 94–98.
14. Оводков М. В. Актуализация сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха / М. В. Оводков [и др.] // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. – 2023. – Вып. 1(90). – С. 211–223.
15. Половинкина, Ю. С. Экологические аспекты оптимизации городской среды (на примере г. Волгограда) / Ю. С. Половинкина, Е. А. Иванцова // Антропогенная трансформация геопространства: история и современность : материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Волгоград, 2014. – С. 134–138.
16. Промышленная безопасность и охрана труда / А. А. Матвеева, Н. В. Герман, Н. В. Онистратенко [и др.]. – Волгоград, 2021. – 128 с.
17. Техносферная и экологическая безопасность / А. А. Матвеева, Е. А. Зализняк, Н. В. Мензелинцева [и др.]. – Волгоград, 2024. – 84 с.
18. Экологическая безопасность / А. А. Матвеева, Е. А. Зализняк, Е. А. Иванцова [и др.]. – Волгоград, 2016. – 88 с.
19. Aerodynamic Characteristics of Dust in the Emissions Into the Atmosphere and Working Zone of Construction Enterprises / V. N. Azarov[etс.] // International Review of Civil Engineering. – 2016. – Vol. 7, № 5. – P. 132-136.
20. Chena S., Jianga N., Huang J., Xub X., Zhanga H., Zanga Z., Huangc K., Xud X., Weia Y., Guana X., Zhanga X., Luo Y., Hua Z., Feng T. Quantifying contributions of natural and anthropogenic dust emission from different climatic regions // Atmospheric Environment. – 2018. – Vol. 191. – P. 94–104.
21. Ivantsova, E. A. Prospects for the development of topographic normalization methods and their application for multispectral images to assess atmospheric air pollution / E. A. Ivantsova, M. T. Nguyen // Беккеровские чтения : материалы II Всерос. науч.-практ. конф. – Волгоград, 2022. – С. 116–119.
22. Givehchi R., Arhami M., Tajrishy M. Contribution of the Middle Eastern dust source areas to PM10 levels in urban receptors: Case study of Tehran, Iran // Atmospheric Environment. – 2013. – Vol. 75. – P. 287–295.
23. Mohammadi M., Akhtarkavan M., Divandari J. Analysis of multilevel garden in wind tunnel simulator as a novel strategy in line with local reduction of aerosols // International Conference on Contemporary

Iran on Civil Engineering Architecture and Urban Development Iran Tehran. – 16 August, 2017. – P. 1–17.

24. Ravi S., D'Odorico P., Breshears D., Field J. P., Goudie A. S., Huxman T. E., Li J., Okin G. S., Sissakian V. K., Al-Ansari N., Knutsson S. Sand and dust storm events in Iraq // *Natural Science*. – 2013. – Vol. 5, №10. – P. 1084–1094.

25. Schweitzer M. D., Calzadilla A. S., Salama O., Sharif A., Kumard N., Holta G., Campos M., Mirsaedi M. Lung health in era of climate change and dust storms // *Environmental Research*. – 2018. – Vol. 163. – P. 36–42.

26. Stuu J.-B. W., Prins M. A. The significance of particle size of long-range transported mineral dust // *Pages magazine*. – 2014. – P. 70–71.

27. Aeolian processes and the biosphere / R. J. Swap, A. D. Thomas, S. Van Pelt, J. J. Whicker, T. M. Zobeck // *Reviews of Geophysics*. – 2011. – Vol. 49. – P. 301–315.

28. Tsiouri, V. Concentrations, sources and exposure risks associated with particulate matter in the Middle East Area – a review / V. Tsiouri, K. E. Kakosimos, P. Kumar // *Air Quality, Atmosphere and Health*. – 2015. – Vol. 8. – P. 67–80.

29. Influence of african dust on the levels of atmospheric particulates in the Canary Islands air quality network / M. Viana, X. Querol, A. Alastuey, E. Cuevas, S. Rodriguez // *Atmospheric Environment*. – 2002. – Vol. 36, № 38. – P. 5861–5875.

30. Spatio-temporal occurrences and mineralogical-geochemical characteristics of airborne dusts in Khuzestan Province (southwestern Iran) / A. Zarasvandi, E. J. M. Carranza, F. Moore, F. Rastmanesh // *Journal of Geochemical Exploration*. – 2011. – № 11. – P. 138–151.

REFERENCES

1. Venecianskiy A.S., Ivantsova E.A., Shulikina M.P., Distancionnyy monitoring kachestva atmosfernogo vozduha goroda Volgograda [Remote Monitoring of Atmospheric Air Quality in Volgograd]. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2022, vol. 12, no. 2, pp. 21–28.

2. Pravoslavnova Ye.P. et al. *Doklad «O sostoyanii okruzhayushchey sredy Volgogradskoy oblasti v 2023 godu»*. Irkutsk, Mediamir Publ., 2024. 300 p.

3. Zaliznyak E.A., Ivantsova E.A., Zaliznyak E.R. KPI gosudarstvennogo pravleniya bezopasnostyu v tehnosfere na primere ohrany atmosfernogo vozduha [KPI of State Management of Safety in the Technosphere on the Example of Air Protection]. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2018, vol. 8, no. 3, pp. 38–50.

4. Ivantsova E.A., German N.V., Tihonova A.A. Metody ocenki zagryazneniya okruzhayushchey sredy

[Environmental Pollution Assessment Methods]. Volgograd, 2018. 86 p.

5. Ivantsova E.A. Osnovnye napravleniya i problemy obespecheniya ekologicheskoy bezopasnosti regiona [Main Directions and Problems of Ensuring Environmental Safety in the Region]. *Nauchno-proizvodstvennoye obespecheniye socialno-economichekoy i ekologicheskoy deyatel'nosti v APK: materialy Mejdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii* [Scientific and Industrial Support for Socio-Economic and Environmental Activities in the Agro-Industrial Complex: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]. Moscow, 2014, pp. 25–28.

6. Ivantsova E.A. Ocenka vozdeystviya likvidacii tehnogennogo massiva razmeshcheniya othodov proizvodstva i potrebleniya na atmosfernyy vozduh [Assessment of the Impact of the Elimination of Industrial and Consumer Waste Disposal Sites on Atmospheric Air]. *Innovacionnye tehnologii zachshity okruzhayushchey sredy v sovremennom mire: materialy vserossiyskoy nauchnoy konferencii s mejdunarodnym uchastiem* [Innovative Technologies for Environmental Protection in the Modern World: Proceedings of the All-Russian Scientific Conference with International Participation]. Kazan, 2021, pp. 1363–1368.

7. Ivantsova E.A. Rol sovremennykh tehnologiy monitoringovykh issledovaniy v obespechenii ekologicheskoy bezopasnosti [The Role of Modern Monitoring Technologies in Ensuring Environmental Safety]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 11. Estestvennye nauki* [Bulletin of Volgograd State University. Series 11: Natural Sciences], 2016, no. 3 (17), p. 5.

8. Ivantsova E.A., Al'-Chaabavi M.R.A., Abdulrahman Yu.O.A. Ekologicheskiye problemy Iraka [Environmental Problems of Iraq]. *Antropogennaya transformatsiya geoprostranstva: priroda, hozyajstvo, obshchestvo: materialy V Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Anthropogenic Transformation of Geospace: Nature, Economy, and Society: Proceedings of the 5th International Scientific and Practical Conference]. Volgograd, 2019, pp. 44–47.

9. Ivantsova E.A., Nguyen M.T. Ekologicheskiye problemy Socialisticheskoy Respubliki Vyetnam [Environmental Problems of the Socialist Republic of Vietnam]. *Antropogennaya transformatsiya geoprostranstva: priroda, hozyajstvo, obshchestvo: materialy V mejdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii* [Anthropogenic Transformation of Geospace: Nature, Economy, and Society: Proceedings of the 5th International Scientific and Practical Conference]. Volgograd, 2019, pp. 48–53.

10. Morozov A.E., Starodubtseva N.I. *Meteorologicheskiye usloviya i zagryazneniye atmosfery*. Yekaterinburg, UGLTU, 2020. 128 p.

11. Nguen M.T., Ivantsova E.A. K voprosu o prognoznoy ocenke tehnogennoy nagruzki na atmosfernyy vozdukh urboecosistem [On the Issue of Forecasting the Anthropogenic Impact on the Atmospheric Air of Urban Ecosystems]. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2022, vol. 12, no. 4, pp. 5-15.
12. Nguyen M.T., Ivantsova, E.A. Metody polisputnikogo analiza dlya ocenki zagryazneniya vozduha v Hanoi (Vyetnam) [Polysatellite analysis methods for assessing air pollution in Hanoi (Vietnam)]. *Sovremennaya nauka: actualnye problemy teorii i praktiki. Seriya: Yestestvennye i tekhnicheskiye nauki* [Modern Science: Current Problems of Theory and Practice. Series: Natural and Technical Sciences], 2022, no. 11, pp. 49-57.
13. Nguyen M.T., Ivantsova, E.A. Problema zagryazneniya vozduha v g. Hanoi (Socialisticheskaya Respublika Vyetnam) [The Problem of Air Pollution in Hanoi (Socialist Republic of Vietnam)]. *Problemy regionalnoy ekologii* [Problems of Regional Ecology], 2022, no. 4, pp. 94-98.
14. Ovodkov M.V. Aktualizatsiya svodnyh raschetov zagryazneniya atmosfernogo vozduha. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arkhitektura*, 2023, iss. 1(90), pp. 211-223.
15. Polovinkina U.S., Ivantsova E.A. Ecologicheskiye aspekty optimizatsii gorodskoy sredy [Environmental Aspects of Urban Environment Optimization (Based on the Example of Volgograd)]. *Antropogennaya transformatsiya geoprostranstva: istoriya i sovremennost: materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferencii* [Anthropogenic Transformation of Geospace: History and Modernity: Mat. All-Russian Scientific and Practical Conference]. Volgograd, 2014, pp. 134-138.
16. Matveeva A.A., German N.V., Onistratenko N.V. *Promyshlennaya bezopasnost i ohrana truda* [Industrial Safety and Labor Protection]. Volgograd, 2021. 128 p.
17. Matveeva A.A., Zaliznyak E.A., Menzelinceva N.V. *Tehnosfernaya i ekologicheskaya bezopasnost* [Technosphere and Environmental Safety]. Volgograd, 2024. 84 p.
18. Matveeva A.A., Zaliznyak E.A., Ivantsova E.A. *Ecologicheskaya bezopasnost* [Environmental Safety]. Volgograd, 2016. 88 p.
19. Azarov V.N. et al. Aerodinamicheskiye harakteristiki pyli v vybrosah v atmosferu i rabochuyu zonu stroitel'nyh predpriyatij. *Mezhdunarodnyy zhurnal grazhdanskogo stroitel'stva*, 2016, vol. 7, no. 5, pp. 132-136.
20. Chena S., Tsyanga N., Khuanga Dzh., Syub H., Zhanga H., Zanga Z., Khuangk K., Syud Syud, Veyya Yu., Guana H., Chzhanga H., Luoa Yu., Khua Z., Fen T. Kolichestvennaya otsenka vklada yestestvennykh i antropogennykh vybrosov pyli iz razlichnykh klimaticheskikh regionov. *Atmosfernaya sreda*, 2018, vol. 191, pp. 94-104.
21. Ivantsova E.A., Nguyen M.T. Prospects for the Development of Topographic Normalization Methods and Their Application for Multispectral Images to Assess Atmospheric Air Pollution. *Bekkerovskie chteniya: materialy II Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferencii* [Becker's Readings: Materials of the 2nd All-Russian Scientific and Practical Conference]. Volgograd, 2022, p. 116-119.
22. Givekhchi R., Arkhami M., Tadzhrishi M. Vklad blizhnnevostochnykh istochnikov pyli v urovni PM10 v gorodskikh retseptorah: primer Tegerana, Iran. *Atmosfernaya sreda*, 2013, vol. 75, pp. 287-295.
23. Mokhammad M., Akhtarkavan M., Divandari Dzh. Analiz mnogourovnevnogo sada v simulyatore aerodinamicheskoy truby kak novoy strategii v sootvetstvii s lokalnym sokrashcheniyem aerozoley. *Mezhdunarodnaya konferentsiya po sovremennomu Iranu po grazhdanskomu stroitel'stvu, arkhitekture i gradostroitel'stvu. Iran. Tegeran – 16 avgusta 2017 g.*, pp. 1-17.
24. Ravi S., D'Odorico P., Breshears D., Field J.P., Goudie A.S., Huxman T.E., Li J., Okin G.S., Sissakian V.K., Al-Ansari N., Knutsson S. Sand and Dust Storm Events in Iraq. *Natural Science*, 2013, vol. 5, no. 10, pp. 1084-1094.
25. Shveytsera M.D., Kalzadillab A.S., Salamo O., Sharifik A., Kumard N., Kholta G., Kamposa M., Mirsayeidi M. Zdorovyie legkikh v epohu izmeneniya klimata i pyl'nykh bur. *Issledovaniya okruzhayushchey sredy*, 2018, vol. 163, pp. 36-42.
26. Stuut J.-B.W., Prince M.A. Znachenie razmera chastits dalnepereenosimoy mineralnoy pyli. *Zhurnal Pages*, 2014, pp. 70-71.
27. Swap R.J., Thomas A.D., Van Pelt S., Whicker J.J., Zobeck T.M. Aeolian Processes and the Biosphere. *Reviews of Geophysics*, 2011, vol. 49, pp. 301-315.
28. Tsiuri V., Kakosimos K.E., Kumar P. Kontsentratsii, istochniki i riski vozdeystviya, svyazannyye s tverdymi chastitsami v regione Blizhnego Vostoka – obzor. *Kachestvo vozduha, atmosfera i zdorovyie*, 2015, vol. 8, pp. 67-80.
29. Viana M., Kerol H., Alastuey A., Kuyevas E., Rodrigues S. Vliyaniye afrikanskoj pyli na uroven atmosferynykh chastits v seti kontrolya kachestva vozduha Kanarskih ostrovov. *Atmosfernaya sreda*, 2002, vol. 36, no. 3, pp. 5861-5875.
30. Zarasvandi A., Karransa E.Dzh.M., Mur F., Rastmanesh F. Prostranstvenno-vremennyye yavleniya i mineralogo-geohimicheskiye harakteristiki vozdušnoy pyli v provintsii Huzestan (yugo-zapadnyy Iran). *Zhurnal geohimicheskikh issledovaniy*, 2011, no. 11, pp. 138-151.

Information About the Authors

Nadezhda V. Menzelintseva, Doctor of Science (Engineering), Professor, Department of Ecology and Nature Management, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, menzelintseva@volsu.ru

Maria D. Azarova, Assistant Lecturer, Department of Ecology and Nature Management, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, azarovamaria2001@yandex.ru

Valery N. Azarov, Doctor of Sciences (Engineering), Professor, Head of the Department of Life Safety in Construction and Urban Management, Volgograd State Technical University, Akademicheskaya St, 1, 400074 Volgograd, Russian Federation, azarovpubl@mail.ru

Artur S. Gasparyan, Postgraduate Student, Department of Life Safety in Construction and Urban Management, Volgograd State Technical University, Akademicheskaya St, 1, 400074 Volgograd, Russian Federation, artur-gasparyan@list.ru

Информация об авторах

Надежда Васильевна Мензелинцева, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры экологии и природопользования, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, menzelintseva@volsu.ru

Мария Денисовна Азарова, ассистент кафедры экологии и природопользования, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, azarovamaria2001@yandex.ru

Валерий Николаевич Азаров, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой безопасности жизнедеятельности в строительстве и городском хозяйстве, Волгоградский государственный технический университет, ул. Академическая, 1, 400074 г. Волгоград, Российская Федерация, azarovpubl@mail.ru

Артур Сергеевич Гаспарян, аспирант кафедры безопасность жизнедеятельности в строительстве и городском хозяйстве, Волгоградский государственный технический университет, ул. Академическая, 1, 400074 г. Волгоград, Российская Федерация, artur-gasparyan@list.ru