



Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2022. Т. 22, вып. 2. С. 88–93
Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences, 2022, vol. 22, iss. 2, pp. 88–93
<https://geo.sgu.ru>

<https://doi.org/10.18500/1819-7663-2022-22-2-88-93>

Научная статья
УДК 524.3.-852-(470.44)



Пылевая нагрузка на приземный воздух и уличные дороги в центральной (исторической) части Саратова

А. М. Неврюев[✉], В. З. Макаров

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, Россия, 410012, г. Саратов, ул. Астраханская, д. 83

Неврюев Александр Михайлович, заведующий лабораторией, nevruv5@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0505-5257>

Макаров Владимир Зиновьевич, доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой, декан, makarovvz@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7985-8629>

Аннотация. В статье приведены результаты атмосферического и литохимического анализа пылевых частиц в приземном слое воздуха и пылевого смета вдоль дорожных бордюров в основных типах урбандшафтных участков центральной части Саратова.

Ключевые слова: пыль в городской атмосфере, запыленность воздушного бассейна, дорожный смет вдоль уличных дорог, тяжелые металлы в городской пыли, урбандшафтный участок

Благодарности. Авторы благодарят В. А. Гусева и Ю. В. Волкова за ценные советы и высказанные замечания при подготовке рукописи статьи.

Для цитирования: Неврюев А. М., Макаров В. З. Пылевая нагрузка на приземный воздух и уличные дороги в центральной (исторической) части Саратова // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2022. Т. 22, вып. 2. С. 88–93. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2022-22-2-88-93>

Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY 4.0)

Article

Dust load on ground air and street roads in the central (historical) part of Saratov

A. M. Nevryuev[✉], V. Z. Makarov

Saratov State University, 83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russia

Alexander M. Nevryuev, nevruv5@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7985-8629>

Vladimir Z. Makarov, makarovvz@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0505-5257>

Abstract. The article presents the results of atmochemical and lithochemical analysis of dust particles in the surface air layer and dust estimates along road curbs in the main types of urban landscape areas in the central part of Saratov.

Keywords: dust in the urban atmosphere, dustiness of the air basin, road estimates along street roads, heavy metals in urban dust, urban landscape area

Acknowledgments. The authors are thankful to Viktor A. Gusev and Yurii B. Volkov for valuable advice and comments during the preparation of the manuscript.

For citation: Nevryuev A. M., Makarov V. Z. Dust load on ground air and street roads in the central (historical) part of Saratov. *Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences*, 2022, vol. 22, iss. 2, pp. 88–93 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2022-22-2-88-93>

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC-BY 4.0)

Постановка проблемы

Пыль в городском воздухе, на дорожном асфальте вдоль обочин, на стенах зданий, на листьях деревьев является существенной проблемой для городских жителей и городских властей.

Мельчайшие частицы пыли размером в 10 микрометров и 2.5 микрометра (PM_{10}

и $PM_{2.5}$), проникая в дыхательные пути и легкие человека, в систему кровообращения, вызывают хронические заболевания, снижают иммунитет, провоцируют онкозаболевания [1]. Однако опасность пыли в городском воздухе зачастую недооценивают городские санитарные службы. Не все пункты постоянного контроля за состоянием атмосферного воздуха в Саратове



осуществляют мониторинг запыленности воздушного бассейна [2].

Сотрудники лаборатории урбоэкологии и регионального анализа Саратовского государственного университета за последние 30 лет провели пять снегохимических и три педохимические съемки территории Саратова. По итогам работы был опубликован ряд статей [3–10]. Одна из них прямо посвящена рассматриваемой проблеме [4]. В ней рассмотрены причины и факторы сильной запыленности воздушного бассейна Саратова. Анализ содержания пылевой фракции городского воздуха был выполнен по типам урболодшафтных участков. Определены объемы пылевых выпадений из атмосферы на разные участки города по данным снегогеохимических наблюдений, прямых замеров запыленности воздуха на пунктах непрерывного контроля состояния атмосферы и анализа пылевых выпадений на листву деревьев и тканые материалы. Выяснилась сложная экологическая ситуация по концентрации пыли в центральной части города в переходные климатические сезоны года и в дни с ветреной погодой. К сожалению, атмосферическая ситуация в городе

практически не меняется. Количество автомобилей в городе не так быстро, как в начале XXI в., но всё же увеличивается [6]. Качество мощения улиц и тротуаров остается низким даже в центре Саратова, затрудняя уборку пыли, площадь общегородских зеленых насаждений в результате точечной застройки уменьшается, городские газоны зачастую имеют проплешины или вытоптаны, уборка пыли вдоль дорожных обочин и полив улиц осуществляются спорадически. Поэтому проблема запыленности городского воздуха в его котловинной части остается острой и требует постоянного внимания [7].

Специфика объекта исследования

Объектом изучения стала центральная часть Северной субкотловины Саратова, в которой расположена историческая часть города с мелкоквартирной мало-и среднеэтажной жилой застройкой, большим количеством зданий, в которых размещены магазины, кафе, прочие предприятия сферы обслуживания (рис. 1, 2). Она ограничена улицами Соколовой и Большой Садовой

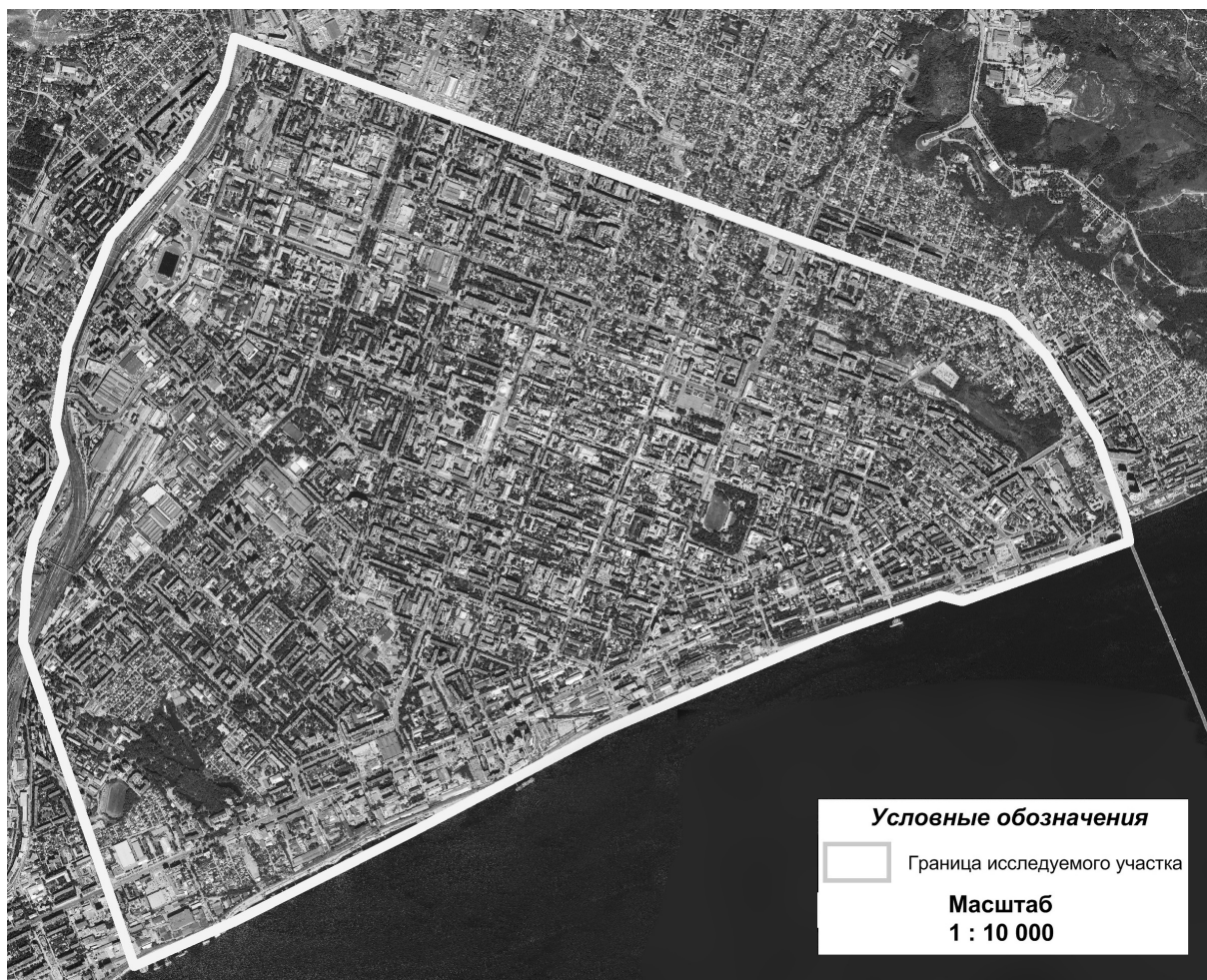


Рис. 1. Космофотокарта центральной (исторической) части г. Саратова

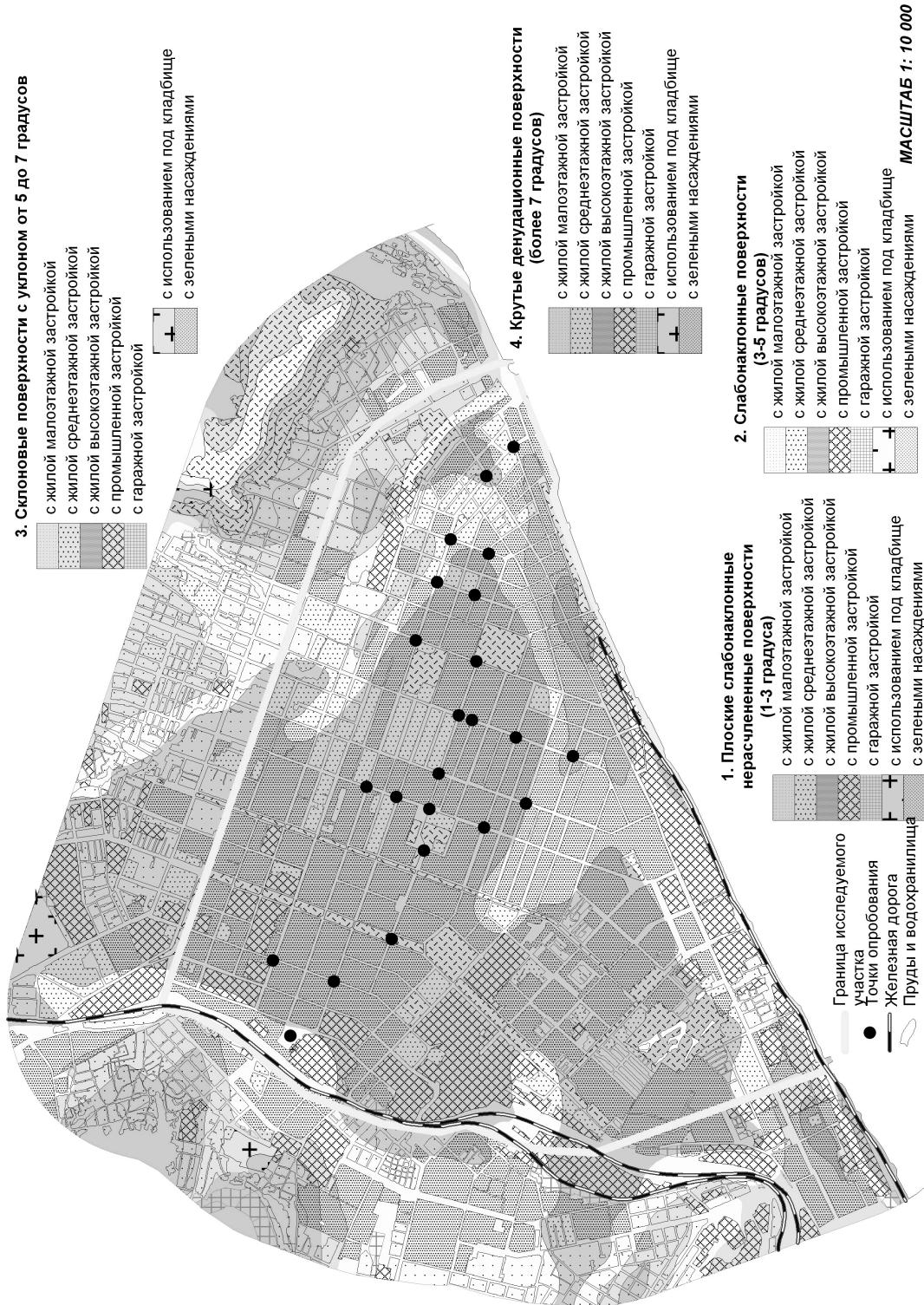


Рис. 2. Урбандишафтное районирование центральной (исторической) части г. Саратова

и примыкает к Волгоградскому водохранилищу [6, 8]. Площадь рассматриваемого городского выдела составляет 30.68 км². На данной территории имеется 940 улиц и проездов средней протяженностью 160 км. Средняя площадь городских кварталов 8.841 км², среднее расстояние между ними (уличными перекрестками) 20–25 м.

На улицах, вдоль тротуаров, как правило, отмечается линейное озеленение. Внутриквартальное пространство, хранящее память о купеческом прошлом Саратова, значительно озеленено, что отличает историческую часть города от остальных, более поздних селитебных выделов (см. рис. 1, 2).



Целью исследования стала оценка уровня пылевой нагрузки в исторической части Саратова.

Задачами исследования являлись:

- определение запыленности атмосферного воздуха на улицах и во внутриквартальных пространствах, во дворах центральной (исторической) части г. Саратова;
- определение плотности транспортного потока на улицах в пределах исследуемого фрагмента городской территории;
- оценка массы пылевых минеральных накоплений вдоль уличных обочин в пределах, разграничивающих кварталы улиц;
- химический анализ пылевых частиц в воздухе и уличном смете вдоль дорог и на тротуарах;
- выявление ведущих факторов загрязнения городского воздуха в различных типах урбандшафтных участков исторической части Саратова.

Методы и привлеченные материалы

Авторы при оценке условий осаждения и рассеивания загрязнений приземного слоя воздуха (20–200 м высоты) в разных типах урбандшафтных участков (УЛУ) рассчитывали *показатель плотности улично-дорожной сети и загруженности автотранспортом*.

Определялась доля площади транспортных магистралей в центральной части Северной субкотловины от площади всего Северного урбандшафтного района Приволжской котловины [11].

При отборе проб воздуха был использован прибор «Аспиратор ПУ-3Э», рекомендованный Федеральным центром ГСЭН к широкому использованию при проведении санитарного и экологического контроля атмосферного воздуха. Работы с аспиратором производились, согласно требованиям СНиП. Фактическим материалом послужили полевые данные, собранные в период с 2019 по 2021 г. в весенне-летний периоды на 23 модельных площадках на территории центральной части г. Саратова, отражающие все типичные урбандшафтные участки этой части города.

Смет пыли с дорожных обочин осуществлялся методом, принятым при взятии проб почв и грунта при литопедохимической съемке. Пробы пыли отбирались в нескольких местах вдоль уличных бордюров с обеих сторон проезжей части и смешивались в объединенной пробе массой не менее 1.5 кг. Затем на приборе «Спектроскан G-МАКС 6006» выполнялся химический анализ пылевой фракции на предмет содержания тяжелых металлов. Были взяты 23 пробы смета.

При планировании месторасположения площадок воздухоотбора и отбора пылевых накоплений на уличных обочинах использовались также фондовые данные лаборатории урбоэкологии и регионального анализа Саратовского университета, опубликованные материалы Министерства

природных ресурсов РФ и экологии Саратовской области.

Полученные результаты и их обсуждение

В 13 из 23 отобранных аспирационным способом пробах воздуха было выявлено превышение взвешенных веществ ПДК м.р., по данным среднего весового значения трех фильтров-отбора (таблица). Из них в четырех точках наблюдения отмечаются наибольшие показатели запыленности приземного воздуха.

Наибольшая концентрация пыли выявлена на участках улиц с высокой транспортной нагрузкой и большим количеством участков открытого незадернованного грунта. К таким участкам можно отнести следующие перекрестки улиц: Московская/Чапаева, Чапаева/проспект Кирова, Радищева/Кутякова, Радищева/проспект Кирова, Московская/Чернышевская, Набережная Космонавтов/Обуховский пер. (памятник Гагарину), Мичурина/Бабушкин Ввоз, Вольская/Большая Казачья, Рахова/Кутякова, Советская/Чапаева.

Среди факторов, влияющих на повышенную запыленность приземного слоя воздуха в центральной части Саратова, отсутствие элементарного благоустройства трамвайных путей и проезжей части дорог. Плохое качество дорожного покрытия на участках с трамвайным движением – характерная особенность центральной части Саратова. Грунт, как правило, открыт как между трамвайными колеями, так и вдоль трамвайных путей. Во время движения трамвайных вагонов поднимаются столбы пыли, которые сохраняются длительное время (рис. 3).



Рис. 3. Открытые незадернованные колеи трамвайных путей (фото А. М. Неврюева)

Как причину повышенной запыленности воздуха в городской исторической зоне отметим и постоянное вскрытие асфальтовых покрытий для ремонтных работ городских тепловодокommunikаций. Обнаженный грунт поднимается вверх проезжающим транспортом, создавая пылевое облако. Подобные участки рукотворной пылевой



Максимальная пылевая нагрузка в точках отбора воздушных проб по данным инструментальных замеров

Номер точки отбора	Тип УЛУ в Северной субкотловине на проувиальном шлифе	Место отбора воздушных проб	Показатель плотности улично-дорожной сети, %	Плотность транспортно-го потока, авт./час	Превышение ПДК м.р. в N раз
1	Малоэтажная застройка	Астраханская/Вавилова	64	1644	1.3
2	Среднеэтажная застройка	Московская/Чапаева	52	2472	1.1
3	Среднеэтажная застройка	Чапаева/проспект Кирова	43	1914	1.5
4	Высокоэтажная застройка	Радищева/Кутякова	73.5	2868	1.5
5	Малоэтажная застройка	Радищева/проспект Кирова	40	1092	1.1
6	Высокоэтажная застройка на четвертичной волжской террасе	Московская/Чернышевская	51	1836	1.1
7	Малоэтажная застройка на четвертичной волжской террасе	Набережная Космонавтов/Обуховский пер. (памятник Гагарину)	54.7	468	1.3
8	Высокоэтажная застройка на четвертичной волжской террасе	Мичурина/Бабушкин Взвоз	46.4	1278	1.1
9	Среднеэтажная застройка	Вольская/Большая Казачья	51	2064	1.3
10	Высокоэтажная застройка	Рахова/Кутякова	58	1632	1.5
11	Среднеэтажная застройка	Рахова/Рабочая	60.4	1674	1.6
12	Среднеэтажная застройка	Советская/Чапаева	61.7	1350	1.1
13	Малоэтажная застройка	Дегтярная/Грибова	39.8	870	1.3

зоны возникают постоянно в центре города из-за ветхого состояния городских подземных сетей и могут возникнуть в любом месте и в любое время. Такими участками в период проведения наших полевых работ были перекрестки улиц Рахова/Рабочая и Дегтярная/Грибова (рис. 4).



Рис. 4. Ремонтные работы на улице Аткарская (фото А. М. Неврюева)

Приведем результаты литохимического анализа смета пыли с обочин уличных дорог, влияющие на концентрацию тяжелых металлов.

Химический анализ проб смета выявил превышения предельно допустимых концентраций (ПДК м.р.) по отдельным химическим элементам (рис. 5). Из диаграмм следует, что среди тяжелых

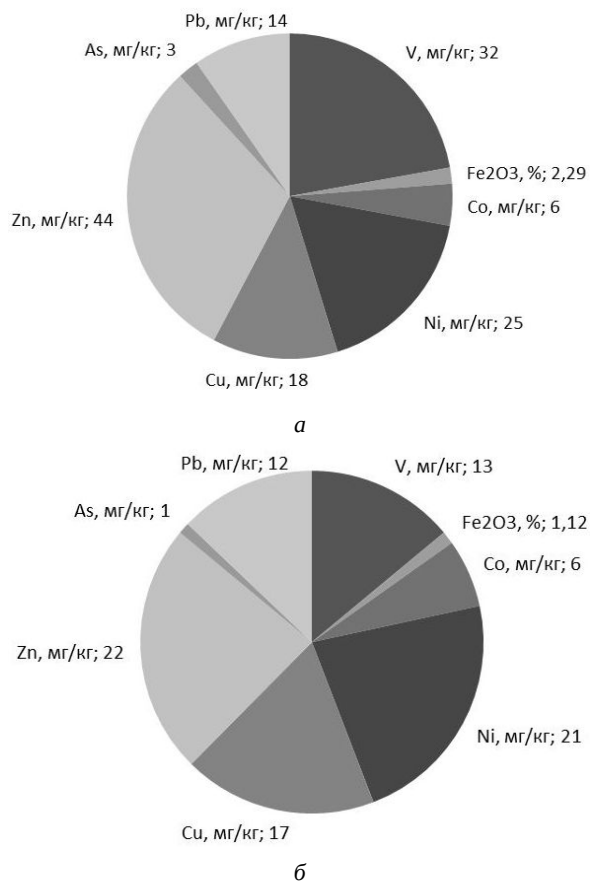


Рис. 5. Концентрация тяжелых металлов в пыли уличных обочин в центральной части г. Саратова (май, 2021 г.): а – Астраханская/Вавилова; б – Советская/Чапаева



металлов, обнаруженных в пылевых фракциях центральной части города, присутствуют высокоопасные элементы – свинец (Pb), цинк (Zn), мышьяк (As) – и умеренно опасные – кобальт (Co), медь (Cu), никель (Ni).

Наиболее часто встречающимися являются цинк, мышьяк, кобальт, медь и никель.

Выводы

Наибольшая концентрация пыли в приземном слое воздуха выявлена на участках улиц с высокой транспортной нагрузкой, вдоль трамвайных путей и в местах с нарушенным асфальтовым покрытием во время ремонтных работ. Исследования установили высокое содержание взвешенных веществ в приземном слое воздуха.

Выявлено превышение взвешенных веществ ПДК м.р. в большинстве отобранных проб воздуха (73%).

В химическом составе проб пыли, взятых с придорожных обочин, выявлено высокое валовое содержание таких тяжелых металлов, относящихся к высокоопасным и умеренно опасным, как свинец, цинк, мышьяк. Наиболее часто встречающимися элементами в пылевых фракциях являются цинк, мышьяк, кобальт, медь и никель.

Библиографический список

1. Орлов Р. В., Стреляева А. Б., Барикаева Н. С. Оценка взвешенных частиц PM₁₀ и PM₂₅ в атмосферном воздухе жилых зон // Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет. 2013. № 1780. С. 19–21.
2. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области в 2020 г. / Правительство Саратовской области ; министерство природных ресурсов и экологии Саратовской области. Саратов, 2020. 201 с.
3. Волков Ю. В., Гусев В. А., Неврюев А. М. Запыленность воздушного бассейна центральной (исторической) части г. Саратова // Современные проблемы территориального развития. 2019. № 2. С. 79–82.

4. Макаров В. З., Суровцева О. В., Чумаченко А. Н. Оценка запыленности воздушного бассейна города Саратова по данным прямых и косвенных методов наблюдений // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия : Науки о Земле. 2014. Т. 14, вып. 1. С. 16–25.

5. Макаров В. З., Гусев В. А., Волков Ю. В., Затонский В. А., Неврюев А. М. Бенз(а)пирен в атмосфере городов Саратовской области // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия : Науки о Земле. 2019. Т. 19, вып. 1. С. 12–17. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2019-19-1-12-17>

6. Волков Ю. В., Неврюев А. М., Нерозя О. В. Комфортность велосипедных прогулок в центральной (исторической) части г. Саратова // Актуальные вопросы физического воспитания молодежи и студенческого спорта : сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции. Саратов : Саратовский источник, 2021. С. 179–186.

7. Волков Ю. В., Неврюев А. М. Загрязненность оксидом углерода и запыленность атмосферного воздуха в центральной части города Саратова : материалы IV Международной научно-практической конференции // Природные системы и ресурсы. 2019. № 3. С. 111–115.

8. Неврюев А. М., Поладов Э., Атаджанов А., Мельникова Е. С. Уровень запыленности и загазованности воздушного бассейна центральной части г. Саратова // Материалы XII Всероссийской научно-практической конференции. Астрахань : Издательский дом «Астраханский университет», 2019. С. 93–96.

9. Макаров В. З., Конопацкова О. М., Суровцева О. В., Семеченя В. А., Чумаченко А. Н., Чумаченко Н. А. Онкогеографические исследования в Саратове : итоги и перспективы // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия : Науки о Земле. 2015. Т. 15, вып. 1. С. 31–36.

10. Клименко А. П. Методы и приборы для измерения концентрации пыли. Москва : Химия, 1978. 208 с.

11. Макаров В. З. Ландшафтно-экологический анализ крупного промышленного города. Саратов : Издательство Саратовского университета, 2001. 176 с.

Поступила в редакцию 10.02.2022; одобрена после рецензирования 27.02.2022; принята к публикации 01.03.2022
The article was submitted 10.02.2022; approved after reviewing 27.02.2022; accepted for publication 01.03.2022