

## Особенности мониторинга загрязнения атмосферного воздуха в линейных и компактных городах на примере Волгограда и Ставрополя

В.Н. Азаров<sup>1</sup>, Ю.П. Иванова<sup>1</sup>, Е.В. Соколова<sup>2</sup>, А.А. Сахарова<sup>1</sup>,  
О.О. Иванова<sup>1</sup>, Л.М. Арзамаскова<sup>1</sup>, О.В. Коновалов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Институт архитектуры и строительства Волгоградский государственный  
технический университет*

<sup>2</sup> *Инженерный институт Северо-Кавказский федеральный университет*

**Аннотация:** В статье рассмотрены особенности организации мониторинга атмосферного воздуха в линейных и компактных городах. Определены источники загрязнения воздушной среды, приведены примеры компонентов выбросов, поступающих от стационарных и передвижных источников. Проведен анализ системы мониторинга городов с различной градостроительной планировкой.

**Ключевые слова:** линейный город, компактный город, магистраль, загрязнение, мониторинг, посты мониторинга, автотранспорт, загазованность, выхлопные газы

В Градостроительном кодексе Российской Федерации среди приоритетных направлений отдельного внимания заслуживает обеспечение экологической безопасности при создании благоприятной среды обитания человека. На качество воздуха в городской среде оказывают влияние различные факторы как природного, так и техногенного происхождения. Загрязнение атмосферы промышленными предприятиями и автотранспортом в крупных промышленных городах является важнейшей проблемой [1]. С учетом роста урбанизации, увеличении подвижного состава весьма важным является мониторинг передвижных источников загрязнения [2]. Влияние автотранспорта на состояние окружающей природной среды актуально как для городов, имеющих линейно-вытянутую структуру, как Волгоград, так и для компактных городов, таких, как Ставрополь [3,4].

Административно линейный город Волгоград делится на 8 районов, простирается вдоль р. Волга практически на 100 км (рисунок 1).

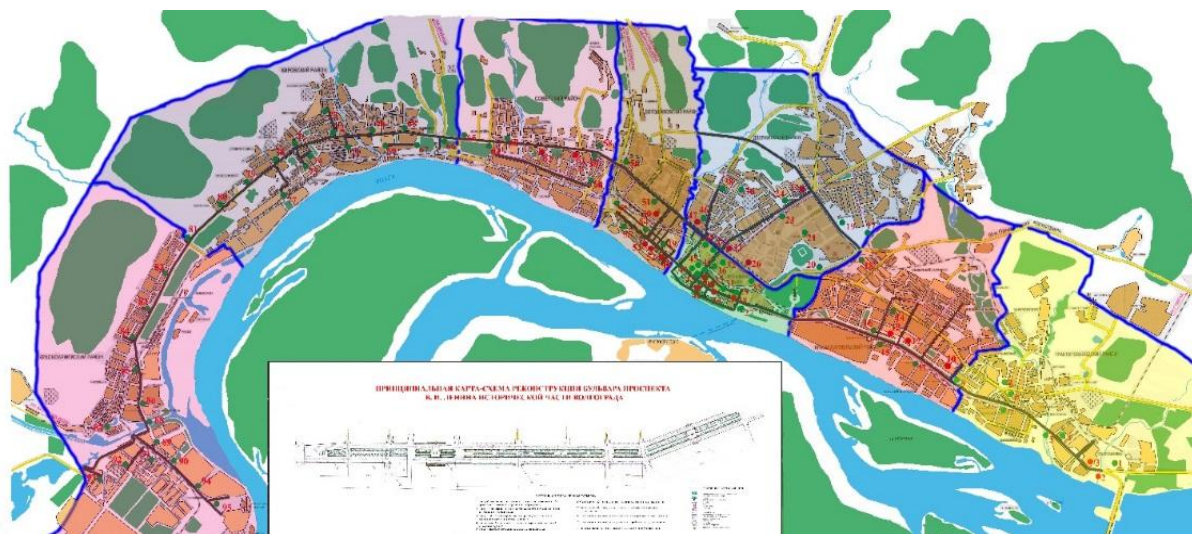


Рис.1 – Карта города Волгограда с районами

Город Ставрополь разделен на 3 административных района, плотность населения в которых неодинакова (рисунок 2).

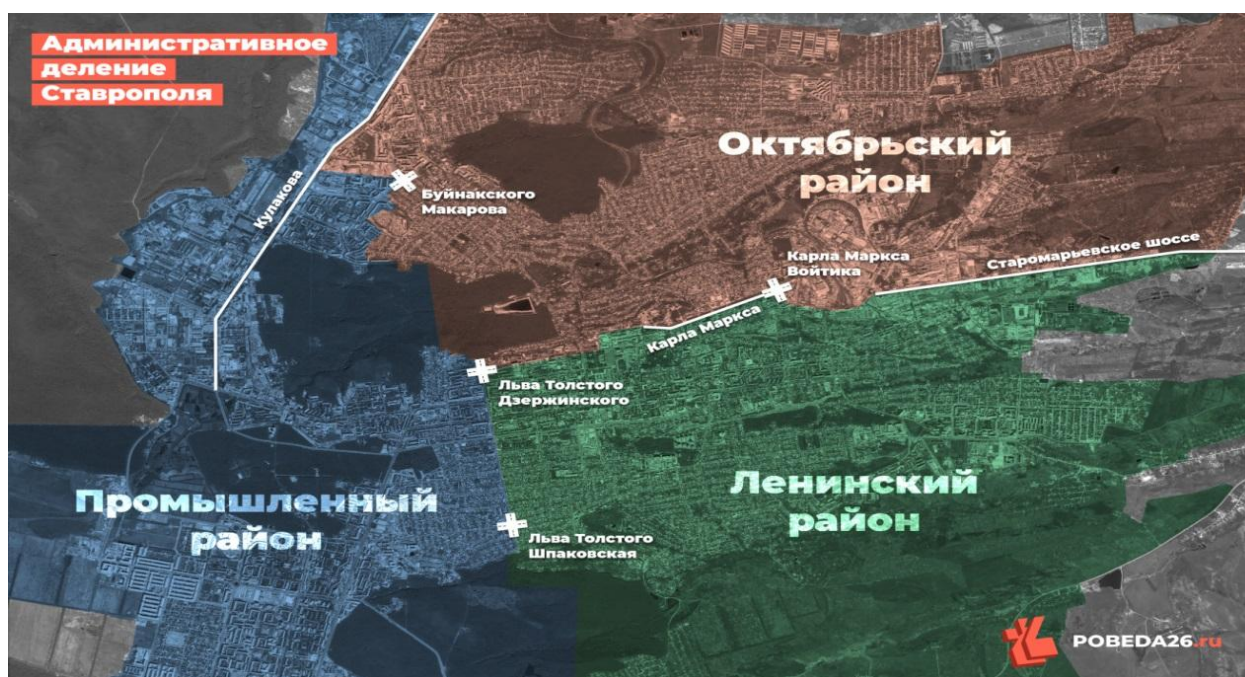


Рис. 2 – Карта города Ставрополя с районами

Стабильный рост населения в рассматриваемых городах за счет естественного и миграционного прироста на протяжении ряда лет свидетельствует об увеличении транспортных потоков, а также спроса на

развитие транспортной инфраструктуры за счет увеличения участников дорожного движения. Наряду с этим, возрастают и выбросы в атмосферу от передвижных источников и, как следствие, потребность их мониторинга [5-7].

Оценка загрязнения окружающей среды, ее мониторинг – функция Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет).

Понятие мониторинга состояния окружающей среды включает в себя (Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Волгоградской области в 2022 году»):

- наблюдение за состоянием окружающей среды и факторами воздействия;
- оценка реального состояния природной среды;
- прогноз изменений среды обитания и его оценка (моделирование).

Исходные сведения для эпидемиологических исследований также могут быть получены с помощью мониторинга. Они позволяют выявить влияние тех или иных загрязняющих веществ в воздухе на состояние здоровья населения и его изменения [8,9].

Наблюдения проводятся на специально оборудованных пунктах (постах), расположение которых выбирается заранее в строго отведенных местах. Выделяют посты следующих категорий:

1. Стационарные. Здесь производится регулярный отбор проб воздуха, непрерывная регистрация результатов отбора и анализ;
2. Маршрутные. На постах данной категории производится регулярный отбор проб воздуха для более детального изучения степени загрязнения воздуха в отдельных, например, новых районах;

3. Передвижные (подфакельные). Предназначены для отбора проб воздуха под дымовым (газовым) факелом для определения зоны влияния определенного источника выбросов.

Рассмотрим организацию системы мониторинга атмосферного воздуха в городах с различной градостроительной планировкой: линейной и компактной.

Для оценки загрязнения атмосферы определенной примесью необходимо соотнести ее фактическую концентрацию в воздухе к предельно допустимому значению (ПДК), установленному Министерством здравоохранения РФ. Для этих целей применяется два показателя качества воздуха: стандартный индекс (СИ) и наибольшая повторяемость (НП).

Стандартный индекс – наибольшая концентрация примеси, измеренная за короткий период времени, отнесенная к ПДК, из данных измерений на посту за одной примесью, на всех постах за одной примесью, на всех постах за всеми примесями.

Наибольшая повторяемость превышения ПДК оценивается среди измерений на посту за одной примесью, на всех постах за одной примесью, на всех постах за всеми примесями.

Количество стационарных постов в населенных пунктах может быть определено, в зависимости от численности населения. Так, исходя из данного показателя, для г. Ставрополь рекомендуется 3 – 5 стационарных постов, для г. Волгограда – 10 – 15.

Контроль состояния воздушной среды г. Волгограда осуществляется на 9 стационарных постах Волгоградского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиала ФГБУ «Северо-Кавказское УГМС» и Комитета природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Волгоградской области (Облкомприроды). Здесь осуществляется непрерывный контроль превышения максимально разовых ПДК следующих

---

веществ: диоксид азот, оксид углерода, сероводород, взвешенные частиц PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>, оксид азота, фенол, формальдегид [1].

На территории Волгоградской области контроль за качеством атмосферного воздуха осуществлялся аккредитованной лабораторией ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Волгоградской области» в 15 мониторинговых точках (маршрутные посты), 7 из которых расположены по в разных районах города Волгоград (рисунок 3). Основными контролируемыми веществами являлись оксид углерода, диоксид серы, углеводороды, в т.ч., ароматические, взвешенные вещества, диоксид азота, аммиак, хлористый водород, фтористый водород, и др.

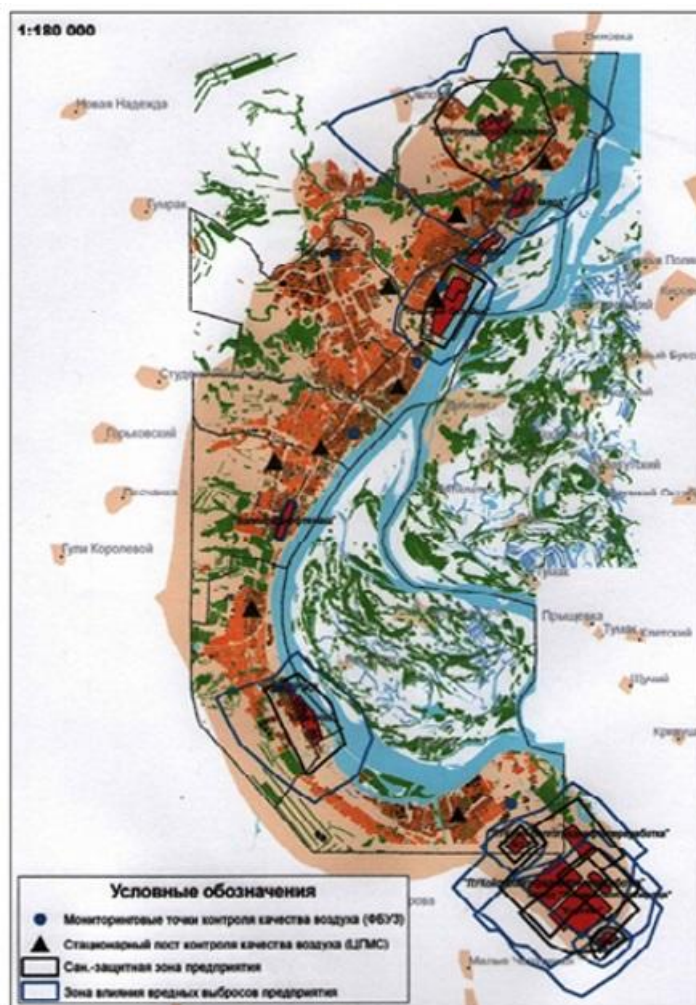


Рис. 3. – Схема расположения мониторинговых точек и стационарных постов в г. Волгограде

Стационарные и маршрутные посты мониторинга в г. Волгограде расположены вдали от большинства крупных предприятий Волгограда (не попадают в зону влияния вредных выбросов предприятий), а также вдали от транспортных магистралей и узлов. Посты размещены преимущественно в селитебной территории, а также вблизи промпредприятий («Волгоградский алюминиевый завод», «Красный октябрь»). В этой связи целесообразным является пересмотр места проведения мониторингового контроля [1]. Надлежащее расположение инструментальных средств мониторинга на изучаемой территории определяет репрезентативность. При оценке экологических параметров следует, в первую очередь, учитывать зоны с наибольшей концентрацией примесей. Поэтому место проведения измерений и расположение инструментальных средств измерения следует предусмотреть в зоне наиболее опасных компонентов выбросов передвижных источников - оксида углерода, с учетом метеорологических условий, влияющих на рассеивание (скорость, направление ветра и пр.).

Город Ставрополь является компактным. Здесь мониторинг организован на 4 стационарных постах, где производятся измерения концентрации пыли, диоксида серы, оксидов азота, оксида углерода, сероводорода, фенола, формальдегида, бенз(а)пирена, тяжелых металлов. В г. Ставрополе стационарные посты наблюдения размещены в разных районах (рисунок 4).

Население города Ставрополя неравномерно распределено по районам, что обуславливает неравномерность размещения транспортных средств и потоков.

Октябрьский район представляет собой территорию с частными жилыми домами и частично имеет промышленную зону. Здесь имеется ПНЗ №7, который имеет возможность контролировать концентрации вредных веществ в воздухе.

---



Рис. 4. – Расположение стационарных пунктов мониторинга в г. Ставрополе

Ленинский район представляет собой территорию, имеющую жилые и общественно-деловые зоны, зоны инженерной и транспортной инфраструктуры, а также рекреационные зоны. В центре Ленинского района находится ПНЗ №3, который имеет возможность контролировать концентрации вредных веществ в воздухе. Однако, учитывая интенсивность движения на автомобильных дорогах города, следует отметить, для контроля загрязнения в наиболее загруженной транспортом зоне города целесообразно проводить не здесь, а на одном из перекрестков, в соответствии с Программой комплексного развития транспортной инфраструктуры города Ставрополя Ставропольского края на 2019 – 2029 гг.

Большая часть населения города сосредоточена в Промышленном районе. Здесь находится ПНЗ № 4 (находится на границе промышленного и октябрьского района) и ПНЗ № 6. По требованиям количества стационарных постов в зависимости от численности населения этих постов недостаточно. Промышленная часть района сосредоточена вдоль проспекта Кулакова. Учитывая розу ветров города, можем предположить, что ПНЗ № 6 для этой части района достаточно.

Учитывая градостроительный план развития города Ставрополя можно сделать вывод о том, что активное расширение капитальной жилой застройки

происходит в районе ул. Шпаковская – проспект Российский – улица 45 Параллель – улица Доваторцев. С увеличением плотности населения также активно развивается и дорожная сеть, что не может не отразиться на состоянии атмосферного воздуха [10]. Размещение в пределах данной территории дополнительного стационарного поста наблюдения загрязнения позволит отразить реальное состояние загрязнения с учетом антропогенной нагрузки.

Проведенный анализ системы мониторинга городов с различной градостроительной планировкой позволяет сделать следующие выводы:

1. Количество стационарных постов мониторинга в пределах города необходимо определять, не только исходя из численности населения, но и с учетом антропогенной нагрузки;

2. Размещение стационарных постов мониторинга должно учитывать все источники негативных воздействий. С этой целью предлагается выделить зоны по степени загрязнения атмосферного воздуха основными источниками (промышленность, автотранспорт, автозаправочные станции, объекты строительства и пр.), а также оценивать качество воздушной среды в жилых районах с учетом влияния разных источников;

3. В городах с компактной планировкой в качестве критерия определения количества постов целесообразно учитывать плотность населения. При этом возможно размещение постов на относительно небольших расстояниях друг от друга. Необходимость данного фактора обуславливается неравномерностью размещения источников выбросов по территории.

4. В городах линейного типа мониторинг экологических параметров следует осуществлять в местах наибольшего воздействия источников, в том числе, и передвижных, учитывая метеорологические условия и возможность рассеивания загрязнений.



## Литература

1. Азаров В.Н., Иванова Ю.П., Подгайнова Е.Н., Юрицына И.А., Иванова О.О. О совершенствовании системы мониторинга загрязнения оксидом углерода атмосферного воздуха линейных городов // Инженерный вестник Дона. 2020. № 5. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/N5y2020/6431](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/N5y2020/6431).
2. Аброськин, А. А., Сидоренко В.Ф. Обеспечение экологической безопасности объектов строительства при использовании динамической системы мониторинга атмосферного воздуха. Социология города. 2017. № 1. С. 27-41.
3. Балакин, В. В. Методика оценки загрязнения атмосферного воздуха на улично-дорожной сети города, 2008. С. 184-189.
4. Сидоренко, И. В. Совершенствование методологии комплексной оценки загрязнений воздушного бассейна крупного города для обоснования мониторинга и системы контроля: дис. канд. техн. наук: 03.00.16. Волгоград, 2008. 177 с.
5. Иванова Ю.П., Сахарова А.А., Иванова О.О., Азарова М.Д. Исследование климатических параметров как факторов, влияющих на загрязнение городской воздушной среды линейного города // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура, 2021. Вып. 1 (82). С. 214-219.
6. Стяжин В.Н., Владимцева И.В., Кириличева О.В., Крюкова А.С. Мониторинг и математическое моделирование микробного загрязнения атмосферного воздуха Волгограда вблизи автодорог // Инженерный вестник Дона. 2014. № 2. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2425](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2425).

7. Иванова Ю.П., Надер Б.Ю., Мишаков В.А., Шаповалова Ю.А., Иванова О.О., Азаров В.Н. Влияние метеорологических условий на рассеивание вредных выбросов в городской среде. Инженерный вестник Дона. 2020. № 1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/N1y2020/6263](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/N1y2020/6263).

8. Genikhovich E.L., Gracheva I.G, Onikul R.L., Filatova E.N. Air-pollution modelling at an urban scale – Russian experience and problems Water, Air, & Soil Pollution: Focus, 2002. V. 2., №5-6. pp. 501-512.

9. Revich B.A., Sidorenko V.N. Human Health Damage from Environmental Pollution. Bulletin «Towards a Sustainable Russia», 2006. № 35. URL: [ecologyandculture.ru/upload/File/Bull\\_35en.pdf](http://ecologyandculture.ru/upload/File/Bull_35en.pdf).

10. Ketzel M., Jensen S., Brandt J., T. Ellermann, H.R. Olesen Evaluation of the street pollution model OSPM for measurements at 12 streets stations using a newly developed and freely available evaluation tool. J. Civil. Environ. Eng. S1:004.doi:10.4172/2165-784X, 2012.

### References

1. Azarov V.N., Ivanova YU.P., Podgajnova E.N., YUricyna I.A., Ivanova O.O. Inzhenernyj vestnik Dona. 2020. № 5. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/N5y2020/6431](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/N5y2020/6431).

2. Abros'kin, A. A., Sidorenko V.F. Sociologiya goroda. 2017. № 1. pp. 27-41.

3. Balakin V. V. Metodika ocenki zagryazneniya atmosfernogo vozduha na ulichno-dorozhnoj seti goroda [Methodology for assessing air pollution on the city road network]. 2008. pp. 184-189.

4. Sidorenko, I. V. Sovershenstvovanie metodologii kompleksnoj ocenki zagryaznenij vozdušnogo bassejna krupnogo goroda dlya obosnovaniya monitoringa i sistemy kontrolya [Improvement of the methodology of integrated



assessment of air pollution in the air basin of a large city to justify monitoring and control system]: dis. kand. tekhn. nauk: 03.00.16. Volgograd, 2008. 177 p.

5. Ivanova YU.P., Saharova A.A., Ivanova O.O., Azarova M.D. Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura, 2021. Vyp. 1 (82). pp. 214-219.

6. Styazhin V.N., Vladimceva I.V., Kirilicheva O.V., Kryukova A.S. Inzhenernyj vestnik Dona. 2014. № 2. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2425](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2425).

7. Ivanova YU.P., Nader B.YU., Mishakov V.A., SHapovalova YU.A., Ivanova O.O., Azarov V.N. Inzhenernyj vestnik Dona. 2020. № 1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/N1y2020/6263](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/N1y2020/6263).

8. Genikhovich E.L., Gracheva I.G, Onikul R.L., Filatova E.N. Air-pollution modelling at an urban scale – Russian experience and problems Water, Air, & Soil Pollution: Focus, 2002. V. 2, №5-6. pp. 501-512.

9. Revich B.A., Sidorenko V.N. Bulletin «Towards a Sustainable Russia», 2006. № 35. URL: [ecologyandculture.ru/upload/File/Bull\\_35en.pdf](http://ecologyandculture.ru/upload/File/Bull_35en.pdf).

10. Ketzl M., Jensen S., Brandt J., T. Ellermann, H.R. Olesen Evaluation of the street pollution model OSPM for measurements at 12 streets stations using a newly developed and freely available evaluation tool. J. Civil. Environ. Eng. S1:004.doi:10.4172/2165-784X, 2012.