

Закономерности распределения оксида углерода в воздушной среде Красноармейского района линейного города Волгограда

Ю.П. Иванова, А.А. Сахарова, О.О. Иванова, В.Н. Азаров

*Институт архитектуры и строительства Волгоградского государственного
технического университета*

Аннотация: В статье рассмотрены законы распределения загрязняющих веществ в условиях линейного города. Были определены наиболее высокие значения концентрации оксида углерода на примагистральных территориях Красноармейского района г. Волгограда. Также в данной работе поднимается вопрос о зависимости уровня загазованности примагистральных территорий от различных факторов, к которым относятся человеческая деятельность и естественные, природные факторы. Рассмотрено влияние температурных инверсий на скорость распространения загрязнений и их предельное значение в различных точках города. Для проведения экспериментальной части были взяты 18 точек технических измерений концентрации СО, в ходе которых было выявлено соответствие взятых образцов нормам ПДК.

Ключевые слова: линейный город, район, закон распределения оксида углерода, перенос примесей, загрязнение атмосферного воздуха.

В современном мире автомобильный транспорт занимает доминирующий процент в сфере загрязнения атмосферы развитых городов [1]. От интенсивности движения автотранспорта, площадей и рельефа улиц, скорости потоков ветра, доли грузового транспорта, общественного транспорта общем потоке и ряда других факторов – все эти факторы напрямую влияют на повышение уровня загазованности магистралей и примагистральных территорий. Плотная застройка жилых районов способствует сужению городских улиц, что, в свою очередь, затрудняет рассеивание автомобильных выбросов. Результатом этого является негативное воздействие на здоровье и работоспособность населения [2, 3].

Инверсии температурных режимов оказывают значительное влияние на распространения загрязнений, а также их скоплению в отдельных городских

районах. Инверсионный слой выполняет роль экрана, от которого на землю отражается факел выхлопных, отработанных газов от автомобилей, движущихся за счет дизельного топлива, в результате чего их приземные концентрации увеличиваются порой в несколько раз [4,5].

Основной причиной загрязнения окружающей среды автотранспортом является неполное и неравномерное сгорание топлива: около 15% расходуется на движение автомобиля, а остальные 85% - улетучиваются в атмосферный воздух. Камеру внутреннего сгорания двигателя в автомобиле можно сравнить с химическим реактором, который, перерабатывая токсичные вещества, отправляет их в воздушные массы. В отработавших газах двигателя (ДВС) может содержаться более 200 опасных компонентов, среди которых около 160 – производные углеводороды. Отработавшие газообразные вещества, подверженные износу механические части дорожного покрытия и автомобильных покрышек составляют приблизительно половину от общего числа выбросов антропогенного происхождения [4,5]. Помимо азота, кислорода, углекислого газа и воды, эти выбросы содержат токсичные компоненты, такие как окись углерода, углеводороды, окислы азота и серы, а также твердые частицы. Опасность отработавших газов в карбюраторных двигателях заключается в содержании оксида углерода и окислов азота, а в дизельных двигателях – окислов азота и сажи. К вредным компонентам относятся твердые выбросы, содержащие в себе свинец и сажу, на поверхности которой абсорбируются циклические углеводороды (некоторые из них обладают канцерогенными свойствами). Фракции автомобильных выхлопов образуют аэрозоли, которые распределяются в воздушных массах и переносятся на большие расстояния [5,6].

Ключевое значение в загрязнении приземных слоев атмосферных масс в линейных городах занимает оксид углерода. Учитывая линейность города,

пролегание транспортных магистралей вблизи с селитебными территориями, изучение загрязнений воздушного бассейна имеет очень важное значение [4].

В качестве исследуемой территории нами взят Красноармейский район линейного города Волгограда, в котором отчетливо проявляется сочетание воздействия от автомобильного транспорта и химических, нефтехимических, промышленных предприятий, выбросы которых содержат в том числе и СО, что непосредственно влияет на загрязнение атмосферного воздуха. Для нашего исследования нами были выделены 18 точек технических измерений концентрации СО на территориях, находящихся вблизи магистралей. Исследования проводились в летний период времени, с трехкратной частотой в каждой точке, при небольших скоростях, в условиях восточного направления ветреного потока [7]. На рисунке 1 представлена карта района технических измерений [8].

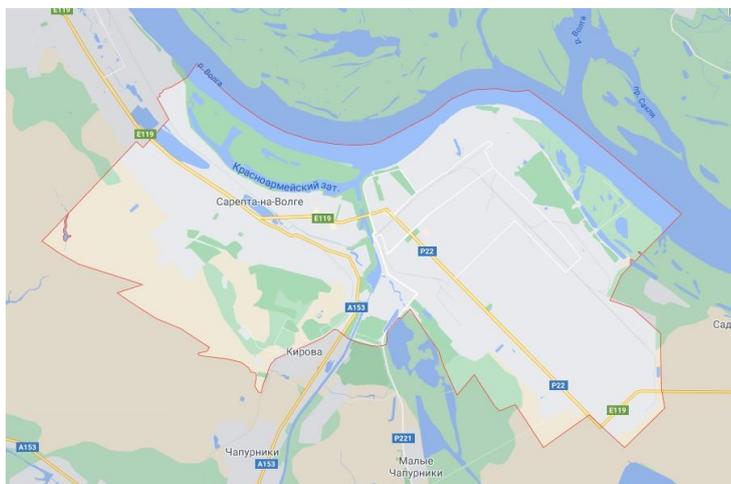


Рис.1. Красноармейский район г. Волгограда

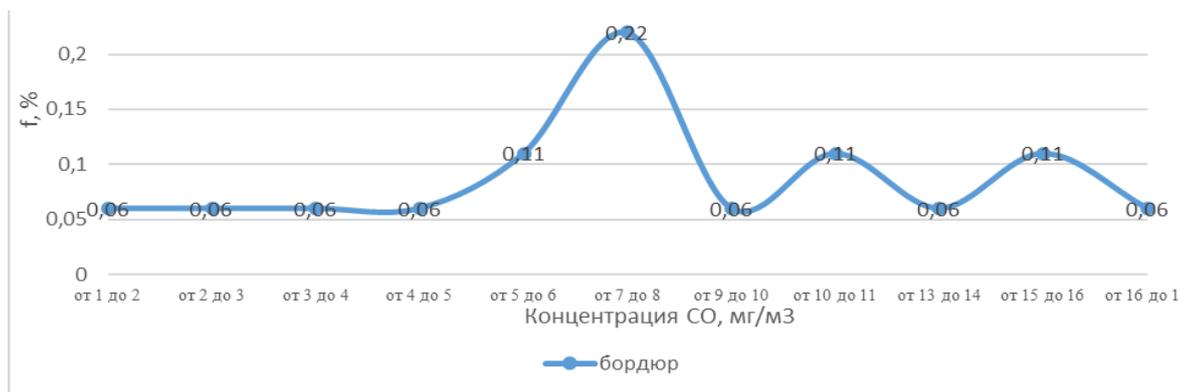


Рис. 2. Гистограмма распределения концентрации CO на бордюре проезжей части в экспериментальных точках Красноармейского района г. Волгограда

В ходе проведенных исследований, было установлено, что наиболее распространенная концентрация оксида углерода в воздушной среде на бордюре проезжей части в исследуемых точках составляет от 7 до 8 мг/м³.

Нами была использована программа «Statistika-10», при помощи которой проводилась проверка. Результатом проверки является то, что в данном случае наблюдается полунормальное (halfnormal) распределение с параметром $\sigma = 9,51$ [9]. Полученное значение критерия $\chi^2 = 2,22$. Вся выборка была разбита на 16 интервалов. По таблице критических точек Хи-квадрат и по заданному уровню значимости $\alpha = 0,05$ и числу степеней свободы $k = 14$ находим критическую точку $\chi_{кр}^2 = 25,0$. Так как $\chi^2 < \chi_{кр}^2$, то гипотеза о полунормальном законе согласуются с экспериментальными данными [10]. Функция плотности полунормального распределения оксида

углерода будет иметь вид: $f(Y_0, \sigma) = \frac{\sqrt{2}}{\sigma\sqrt{\pi}} e^{-\frac{Y_0^2}{2\sigma^2}} = \frac{\sqrt{2}}{9,51\sqrt{\pi}} e^{-\frac{Y_0^2}{181}}$,

$$F(Y_0, \sigma) = erf\left(\frac{Y_0}{\sigma\sqrt{2}}\right) = erf\left(\frac{Y_0}{9,51\sqrt{2}}\right),$$

где $erf = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\frac{Y_0}{\sigma\sqrt{2}}} e^{-z^2} dz$.

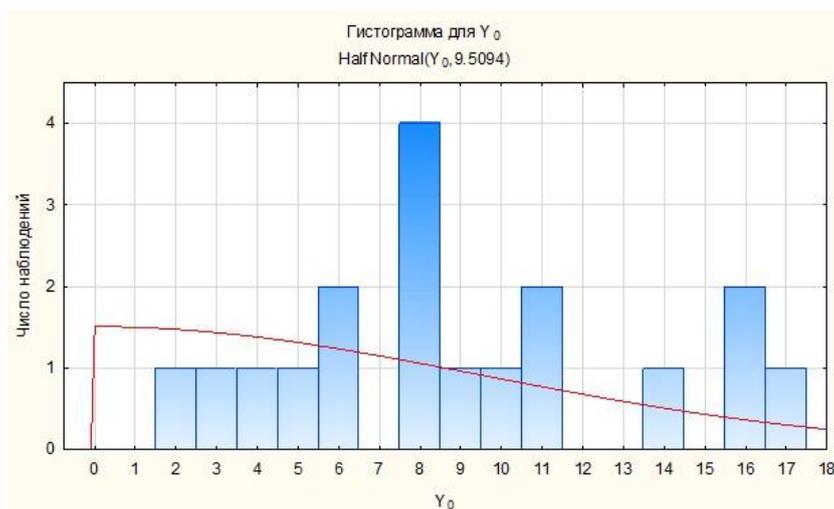


Рис. 3. Гистограмма распределения и теоретическая кривая Y_0 полунормального распределения

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать вывод, что для концентрации оксида углерода на бордюре проезжей части Красноармейского района линейного города Волгограда характерен логарифмически нормальный закон распределения. При этом при низких скоростях ветра преимущественного в районе восточного направления концентрация оксида углерода на бордюре проезжей части на территории Красноармейского района г. Волгограда варьируется от 1 до 16 мг/м³. Наиболее часто встречающаяся концентрация СО составляет от 7 до 8 мг/м³.

Литература

1. 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
2. Балакин В. В. Комплексный подход к решению защиты городской среды от негативного воздействия транспорта. Материалы ежегодной науч.-практ. конф. профессорско-преподавательского состава и студентов ВолГАСУ, 24–27 апреля 2007 г. Архитектура, градостроительство. Строительство. Волгоград: Изд-во ВолГАСУ, 2008, 129-131 с.

3. Ivanova J., Sokolova E., Azarov V., Martynova E. Dispersion analysis of carbon monoxide concentrations in the cities atmospheric air, 2019. International Scientific Conference. URL: e3s_conferences.org/articles/e3sconf/abs/2019/64/e3sconf_catpid18_01031/e3sconf_catpid18_01031.html Volume: 138.
4. Антюфеев А.В., Птичникова Г.А. Линейный город. Градостроительная система Большой Волгоград, 2018. 197 с.
5. 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, №1, 2020. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N1y2020/6263
6. Белов, П.Н. Модель распространения атмосферных примесей, выбрасываемых автотранспортом. Оптика атмосферы и океана. 1996, Т. 9, № 04, 430-434 с.
7. Прогноз погоды. URL: gismeteo.ru (дата обращения 16.01.2019).
8. Кремер Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 543 с.
9. 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, №5, 2020. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N5y2020/6431
10. Балакин В. В. Основные подходы к решению проблемы снижения негативного воздействия транспорта на городскую. Транспорт: наука, техника, управление, № 6, 2007, 41-45 с.

References

1. Revich B.A., Sidorenko V.N. Bulletin «Towards a Sustainable Russia», 2006. № 35. URL: ecologyandculture.ru/upload/File/Bull_35en.pdf
-



2. Balakin V. V. Materialy ezhegodnoj nauch.-prakt. konf. professorsko-prepodavatel'skogo sostava i studentov VolgGASU, 24–27 aprelya 2007 g. Arhitektura, gradostroitel'stvo. Stroitel'stvo. Volgograd: Izd-vo VolgGASU, 2008, 129-131 p.
3. Ivanova J., Sokolova E., Azarov V., Martynova E. 2019. International Scientific Conference. URL: [e3s_conferences.org/articles/e3sconf/abs/2019/64/e3sconf_catpid18_01031/e3sconf_catpid18_01031.html](https://e3s.conferences.org/articles/e3sconf/abs/2019/64/e3sconf_catpid18_01031/e3sconf_catpid18_01031.html) Volume: 138.
4. Antyufeev A.V., Ptichnikova G.A. Linejnyj gorod. Gradostroitel'naya sistema Bol'shoj Volgograd, 2018. 197 p.
5. Ivanova Yu.P., Nader B.Yu., Mishakov V.A., Shapovalova Yu.A., Ivanova O.O., Azarov V.N. Inzhenernyj vestnik Dona, №1, 2020. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N1y2020/6263
6. Belov, P. N. Optics of the atmosphere and ocean. 1996, Vol. 9, № 04. 430-434 p.
7. Prognoz pogody. URL: gismeteo.ru (data obrashcheniya 16.01.2019).
8. Kremer N. S. Probability theory and mathematical statistics. Moscow: UNITY-DANA, 2002. 543 p.
9. Azarov V.N., Ivanova YU.P., Podgajnova E.N., YUricyna I.A., Ivanova O.O. Inzhenernyj vestnik Dona, №5, 2020. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N5y2020/6431
10. Balakin V. V Transport: nauka, tekhnika, upravlenie, № 6, 2007, 41-45 p.