

Осуществление проверки закона распределения концентрации оксида углерода на бордюре проезжей части дорог разной категории

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

*Институт архитектуры и строительства Волгоградского государственного
технического университета*

Аннотация: В статье рассмотрены основные источники загрязнения атмосферного воздуха городов. Показана динамика роста транспортных средств в г. Волгограде. Выведен закон распределения концентрации оксида углерода для разной категории дорог (городского, районного и местного значения), как для замеренной, так и расчетной концентрации CO. Показано, что концентрация CO на бордюре проезжей части разных категорий магистралей характеризуется смешанным гауссовским распределением.

Ключевые слова: оксид углерода, категория магистралей, городского значения, районного значения, местного значения, основные источники загрязнения, примаягистральные территории, смешанное гауссовское распределение, натурные исследования, функция плотности.

В составе валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух наибольший процент составляет оксид углерода [1]. К основным источникам загрязнения атмосферы городов относятся автомобильный транспорт, тепловые электростанции, котельные, отопительные устройства [2]. Значительный вклад в загрязнение окружающей природной среды Волгоградской области вносит автомобильный транспорт [3-4]. Ежегодно наблюдается устойчивая тенденция к увеличению подвижного состава на дорогах городов [5]. Так, за последние 10 лет в Волгограде отмечается увеличение легкового автотранспорта (рис. 1) [6-7].

С целью оценки экологической обстановки в линейном городе Волгограде были произведены измерения концентрации оксида углерода в 95 точках, расположенных на примаягистральных территориях в 8 районах города [8]. Все дороги, на которых располагались точки контрольных измерений, были разбиты согласно интенсивности транспортного потока, на

дороги следующих категорий: городского, районного и местного значения [9].

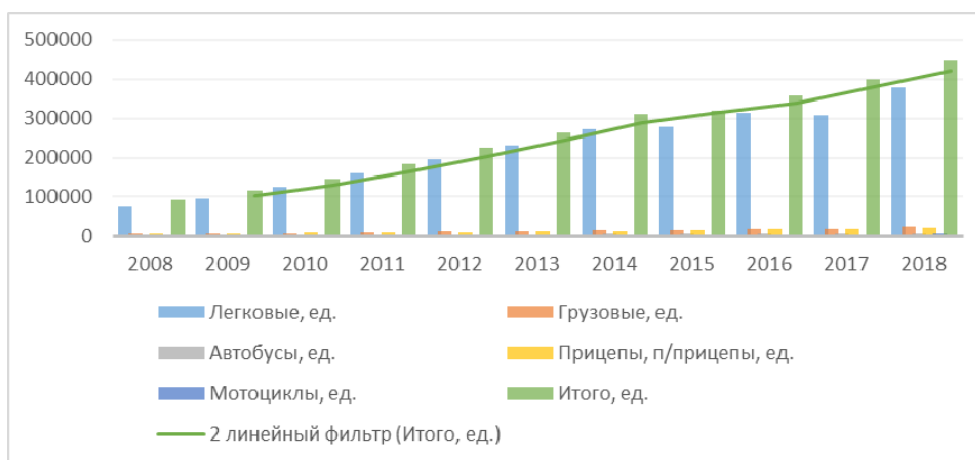


Рис. 1 - Динамика роста численности автотранспортных средств по Волгограду за 2008-2018 гг.

Также по МРР-2017 были произведены расчеты в аналогичных точках выборки («Методы расчета рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе»). Утверждены приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации № 273 от 6 июня 2017 года). На основании данных, полученных в ходе натурных исследований и расчета, был рассмотрен закон распределения концентрации СО на бордюре проезжей части для каждой категории дорог в отдельности [10]. Проведена проверка закона распределения концентрации СО: измеренного (Y_0) и расчетного (Y_0 МРР с фоном) для дорог городского, районного и местного значения. Проверка закона распределения СО измеренного (Y_0) и расчетного (Y_0 МРР с фоном) проводилась с учетом критерия Колмогорова-Смирнова. По экспериментальным и расчетным данным была вычислена статистика которые показывают, что нет оснований отклонить нулевую гипотезу. При этом лучше всего экспериментальные данные описываются смешанным гауссовским распределением [10]. В таблице 1. представлена статистика, смешанного гауссовского распределения.

Таблица 1 - данные статистики

магистралей	d	p	d	p
	по экспериментальным данным		по расчетным данным	
Городского значения	0,10	0,72	0,08	0,61
Районного значения	0,12	0,71	0,07	0,99
Местного значения	0,09	0,69	0,12	0,69

Функция плотности смешанного гауссовского распределения имеет вид:

$$f(x) = \sum_{i=1}^n k_i f_i(x)$$

где k_i — числовые коэффициенты или коэффициенты смеси, а $f_i(x)$ — функции плотности, т.е. функции нормального распределения. В таблицах 2. представлены функция плотности смешанного гауссовского распределения.

Таблица 2 – Функция плотности

Магистралей городского значения		
1	Y_0	$f(Y_0) = \frac{0,58}{0,18\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(Y_0-2,67)^2}{0,065}} + \frac{0,42}{2,94\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(Y_0-5,26)^2}{17,29}}$
2	$Y_0, \text{ МРР}$	$f(Y_0) = \frac{0,72}{0,29\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(Y_0-2,5)^2}{0,17}} + \frac{0,28}{4,35\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(Y_0-6,9)^2}{37,79}}$
Магистралей районного значения		
3	Y_0	$f(Y_0) = \frac{0,72}{0,20\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(Y_0-2,53)^2}{0,08}} + \frac{0,28}{2,80\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(Y_0-5,79)^2}{15,68}}$
4	$Y_0, \text{ МРР}$	$f(Y_0) = \frac{0,69}{0,22\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(Y_0-2,39)^2}{0,1}} + \frac{0,31}{4,40\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(Y_0-7,83)^2}{38,72}}$
Магистралей местного значения		
5	Y_0	$f(Y_0) = \frac{0,94}{0,29\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(Y_0-2,59)^2}{0,17}} + \frac{0,06}{0,41\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(Y_0-4,15)^2}{0,33}}$
6	$Y_0, \text{ МРР}$	$f(Y_0) = \frac{0,86}{0,35\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(Y_0-2,48)^2}{0,25}} + \frac{0,14}{0,91\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(Y_0-4,48)^2}{1,66}}$

В качестве примера на рисунке 2, 3 представлены гистограммы распределения и теоретические кривые смешанного нормального распределения концентрации CO на бордюре ПЧ, полученного в ходе измерений и расчета по МРР-2017 с учетом фоновых концентраций дорог местного значения (Y_0 и $Y_{0\text{ МРР с фоном}}$).

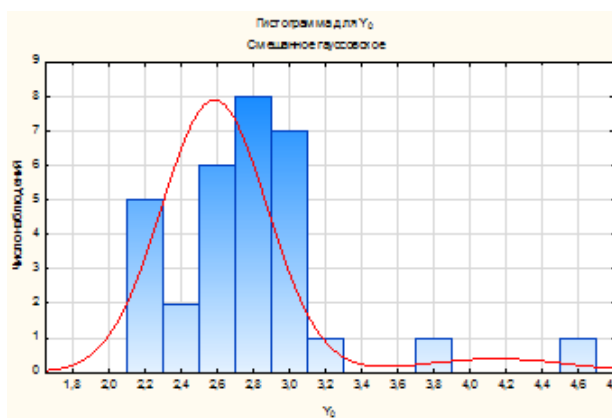


Рис. 2 - по данным измерений (Y_0)

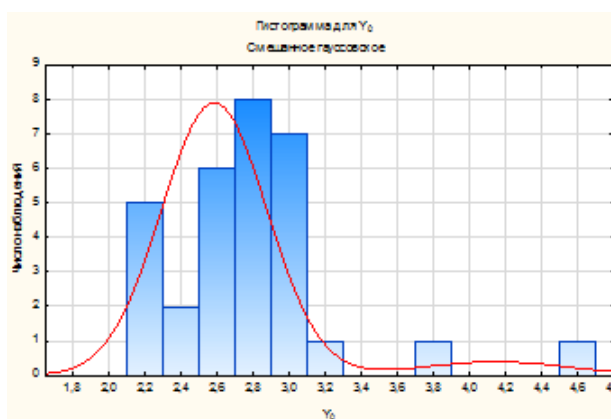


Рис. 3 - по данным расчета ($Y_{0\text{ МРР с фоном}}$)

Анализ проведенных исследований позволил сделать вывод, что для условий линейного города расчетные и измеренные данные концентраций оксида углерода для всех категорий магистралей (дорог) лучше всего описываются смешанным гауссовским распределением.

Литература

1. Gkatzoflias, D., Kouridis Ch., Ntziachristos L., Samaras Z. COPERT 4 Computer programme to calculate emissions from road transport. URL: emisia.com
 2. Berkowicz, R., Fenger In J., Hertel O., Palmgren F. Street Scale Models. Urban Air Pollution. European Aspects: Kluwer Academic Publishers, 1998. pp. 223-251.
 3. Александров В.Ю., Кузубова Л.И., Яблокова Е.П. Экологические проблемы автомобильного транспорта. Новосибирск, 1995. 113 с.
 4. Иванова Ю.П., Соловьева Т.В., Дериченко А.В., Боженкова А.С., Маркин В.С., Азаров В.Н. Влияние транспортных магистралей на формирование шума в городской среде и способы его снижения // Инженерный вестник Дона, 2020, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2020/6257
 5. Елисеева Т.П., Ежова И.М., Лакирбая И.Д. Исследование воздействия техногенных факторов на окружающую среду с целью обоснования управленческих решений по обеспечению экологической безопасности регионов России. // Инженерный вестник Дона, 2014, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2361 С.2
 6. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Волгоградской области в 2018 году». // Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Волгоградской области, 292 с.
 7. Азаров В. Н., Горшков Е. В., Саркисов Р. М. Строительная отрасль экономики и атмосферный воздух промышленных городов. // Социология города, 2012. № 4. —Научное издание «Социология города». С. 71-80.
-

8. 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](https://e3s.conferences.org/articles/e3sconf/abs/2019/64/e3sconf_catpid18_01031/e3sconf_catpid18_01031.html) Volume: 138.
9. Беспалов В.И., Гурова О.С., Самарская Н.С., Парамонова О.Н., Мищенко А.Н. Применение теории дисперсных систем для описания особенностей поведения токсичных компонентов отходящих и выхлопных газов стационарных и передвижных источников урбанизированных территорий. // Инженерный вестник Дона, 2013, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2319
10. Макарова Н.В., Трофимец В.Я. Статистика в Excel: Учеб. пособие. — М.: Финансы и статистика, 2006, 368 с.

References

1. Gkatzoflias, D., Kouridis Ch., Ntziachristos L., Samaras Z. COPERT 4 Computer programme to calculate emissions from road transport. URL: emis.com
 2. Berkowicz, R., Fenger In J., Hertel O., Palmgren F. Street Scale Models. R. Berkowicz, In J. Fenger, O. Hertel, and F. Palmgren (eds.), 1998.
 3. Aleksandrov V.Yu., Kuzubova L.I., Yablokova E.P. E`kologicheskie problemy` avtomobil`nogo transporta [Environmental issues in road transport]. Novosibirsk, 1995. 113 p.
 4. Ivanova Yu.P., Solov`eva T.V., Derichenko A.V., Bozhenkova A.C., Markin V.S., Azarov V.N. Inzhenernyj vestnik Dona, 2020, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2020/6257
 5. Eliseeva T.P., Ezhova I.M., Lakirbaya I.D. Inzhenernyj vestnik Dona, 2014, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2361
-



6. Gosudarstvenny`j doklad «O sostoyanii sanitarno-e`pidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleniya v Volgogradskoj oblasti v 2018 godu». Upravlenie Federal`noj sluzhby` po nadzoru v sfere zashhity` prav potrebitelej i blagopoluchiya cheloveka po Volgogradskoj oblasti, 292 p.
7. Azarov V. N., Gorshkov E. V., Sarkisov R. M. Sociologiya goroda, 2012. № 4.
8. Ivanova J., Sokolova E., Azarov V., Martynova E. 2019. International Scientific Conference, 2019. URL: e3s_conferences.org/articles/e3sconf/abs/2019/64/e3sconf_catpid18_01031/e3sconf_catpid18_01031.html Volume: 138
9. Беспалов В.И., Гурова О.С., Самарская Н.С., Парамонова О.Н., Мешенко А.Н. Inzhenernyj vestnik Dona, 2013, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2319
10. Makarova N.V., Trofimecz V.Ya. Statistika v Excel: Ucheb. posobie. M.: Finansy` i statistika [Finance and statistics]. 2006, 368 p.