

Влияние метеорологических условий на рассеивание вредных выбросов в городской среде

Ю.П. Иванова, Б.Ю. Надер, В.А. Мишаков, Ю.А. Шаповалова, О.О. Иванова,
В.Н. Азаров

*Институт архитектуры и строительства Волгоградского государственного
технического университета*

Аннотация: Определен ряд наиболее значимых факторов, влияющих на рассеивание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. Рассмотрено влияние метеорологических условий на рассеивание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе по различным методикам расчета рассеивания.

Ключевые слова: шум, загазованность, автотранспорт, методики расчета, метеоусловия, скорость и направление ветра.

В условиях резких темпов урбанизации, автомобильный транспорт стал неотделимой частью жизни городского населения, являясь движущимся источником загрязнения, он широко распространен повсеместно, в жилых зонах и зонах отдыха горожан. Автомобильный транспорт оказывает негативное воздействие, как на окружающую природную среду, так и на человека, так как в отличие от промпредприятий, его выбросы находятся в непосредственной близости от дыхания людей. Автотранспортные средства загрязняют воздух веществами, которые выбрасываясь с отработанными и картерными газами, попадают в атмосферу в результате испарения топлива. Основная масса вредных выбросов приходится на отработанные газы, в состав которых входит более 200 компонентов [1]. Большинство из них токсично, по биологической активности в концентрациях, характерных для атмосферного воздуха городов, выделяют окись углерода (СО), окислы азота (NO_x), углеводороды (C_nH_m), альдегиды, сажу [2,3].

Наряду с выбросами вредных веществ в атмосферный воздух, автомобильный транспорт является также основным источником шумового загрязнения городов, что ведет к ухудшению экологического состояния окружающей среды [2,4]. В городах линейной конфигурации, таких, как Волгоград, ситуация усугубляется еще и тем, что транспортные магистрали

проходят вдоль всего города в непосредственной близости к жилым зонам и рассеивание вредных выбросов затруднено стесненностью городской застройки [5, 6]. В условиях линейности города особое влияние на перенос примесей в атмосферном воздухе оказывают метеорологические условия [7, 8].

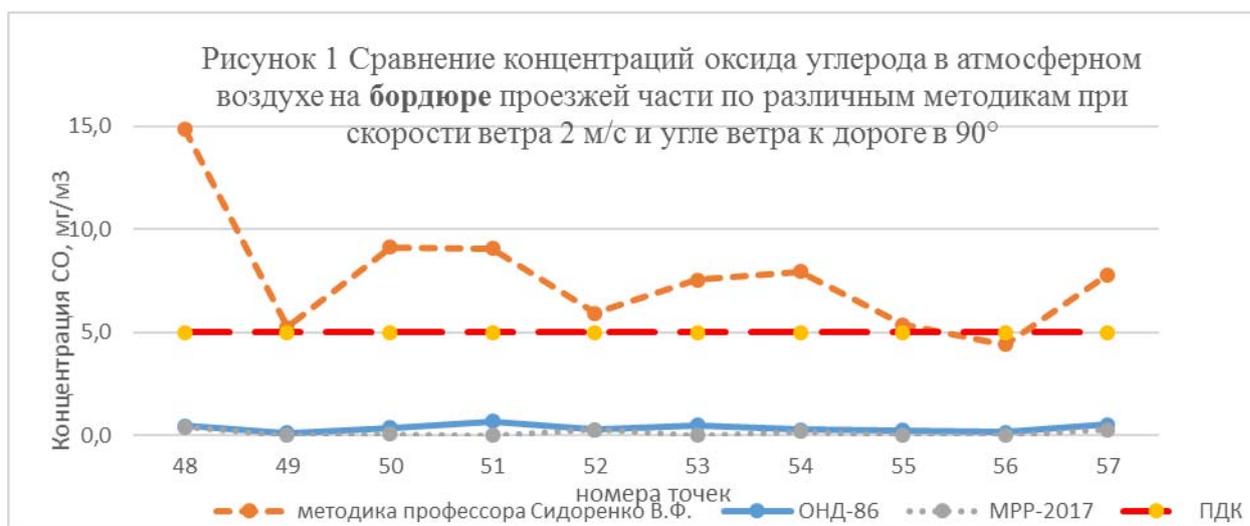
В ходе исследования были изучены параметры метеорологических условий, параметры трассы в 95 экспериментальных точках в вегетативный период 2016-2018 годов, расположенных на территории 8 районов линейного города Волгограда, такие, как: φ — относительная влажность воздуха, градусы; t — температура воздуха, С; V_v — скорость ветра, м/с; θ — угол ветра к дороге, градусы; L — длина участка, км; J_1 — интенсивность легковых автомобилей, авт/час; J_2 — интенсивность грузовых автомобилей, авт/час; V_a — средняя скорость движения транспортного потока, авт/час; α — продольный уклон проезжей части, градусы. А также в 95 точках были проведены замеры концентрации оксида углерода у источника - на бордюре проезжей части и при удалении от нее на 10 м (Y_0 — концентрация СО на бордюре; Y_{10} — концентрация СО на расстоянии 10 метров от дороги) и получена зависимость концентрации СО от девяти факторов (Объем выборки равен 95 измерений). При рассмотрении линейной регрессии для Y_0 было получено уравнение:

$$Y_0 = 0,85999 + 0,00024J_1 + 0,00036J_2 - 0,07399V_v - 0,00461\theta,$$

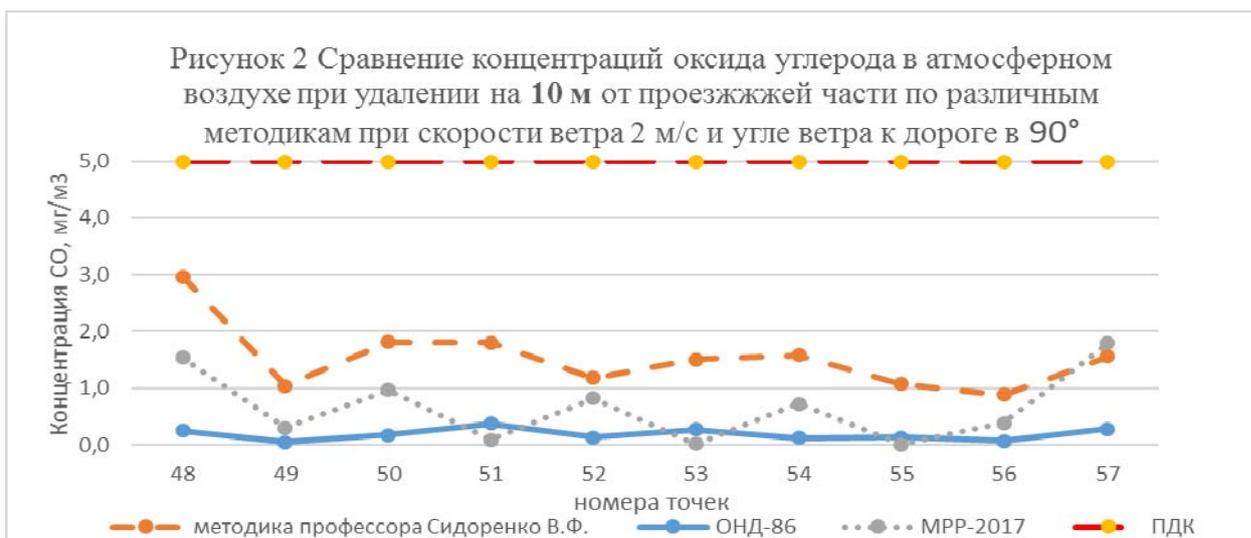
коэффициент корреляции в этом случае $R = 0,72$, на основании чего были выведены наиболее значимые коэффициенты уравнения регрессии, такие как: J_1 - **интенсивность легковых автомобилей**, J_2 - **интенсивность грузовых автомобилей**, V_v - **скорость ветра, м/с**; θ — **угол ветра к дороге**, влияющие на распространение оксида углерода в атмосферном воздухе на бордюре проезжей части автомагистралей [9].

Учитывая характер метеорологических условий на застроенной территории

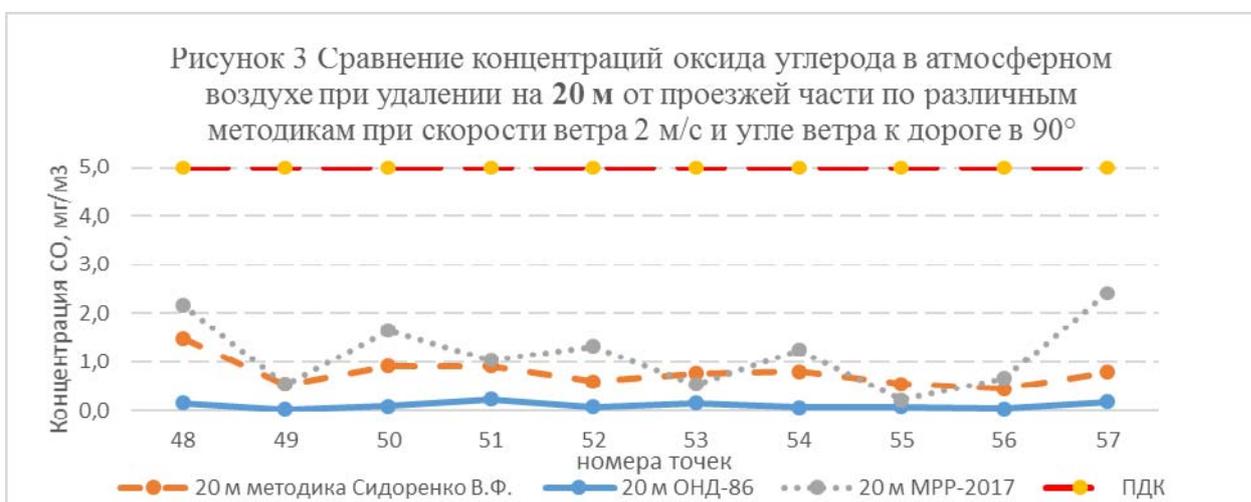
города, был произведен расчет концентрации оксида углерода (СО), на бордюре проезжей части и при удалении от нее по трем методикам расчета рассеивания загрязняющих веществ: методике профессора Сидоренко В.Ф., отмененной методике ОНД-86, и действующей в настоящее время методике расчета МРР-2017 [10]. Расчет проводился по данным десяти экспериментальных точек, располагающихся на территории Ворошиловского района с интенсивностью от 607 до 3038 авт/час. Расчет по всем методикам был произведен при одинаковой интенсивности транспортного потока и параметров трассы, при угле ветра к дороге от 90 до 30 градусов без учета фоновых концентраций. Скорость ветра в расчетах бралась 2 м/с, как наиболее неблагоприятная скорость ветра, характерная для территории, стесненной городской застройкой.



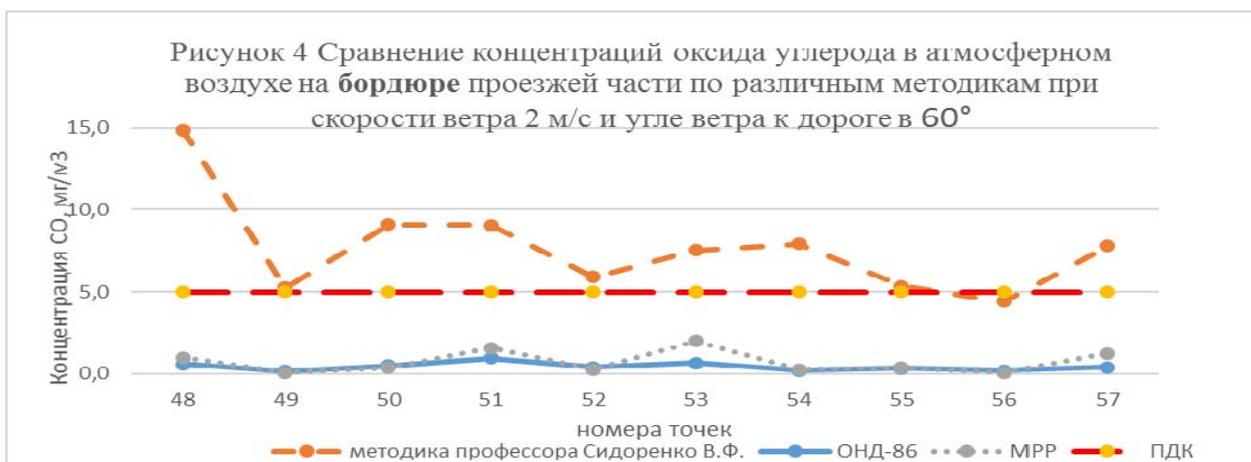
Сравнительный анализ расчетов по данным методикам свидетельствует о том, что превышение ПДК на бордюре ПЧ при низких скоростях ветра и направлению движения воздушных масс к дороге под углом в 90° наблюдаются при расчете по методике профессора Сидоренко В.Ф. По отмененной ОНД-86 и действующей в настоящий момент методике расчета МРР-2017 расчетные данные имеют приблизительно равные значения, с небольшими отклонениями, и колеблется в диапазоне до 1,5 мг/м³.



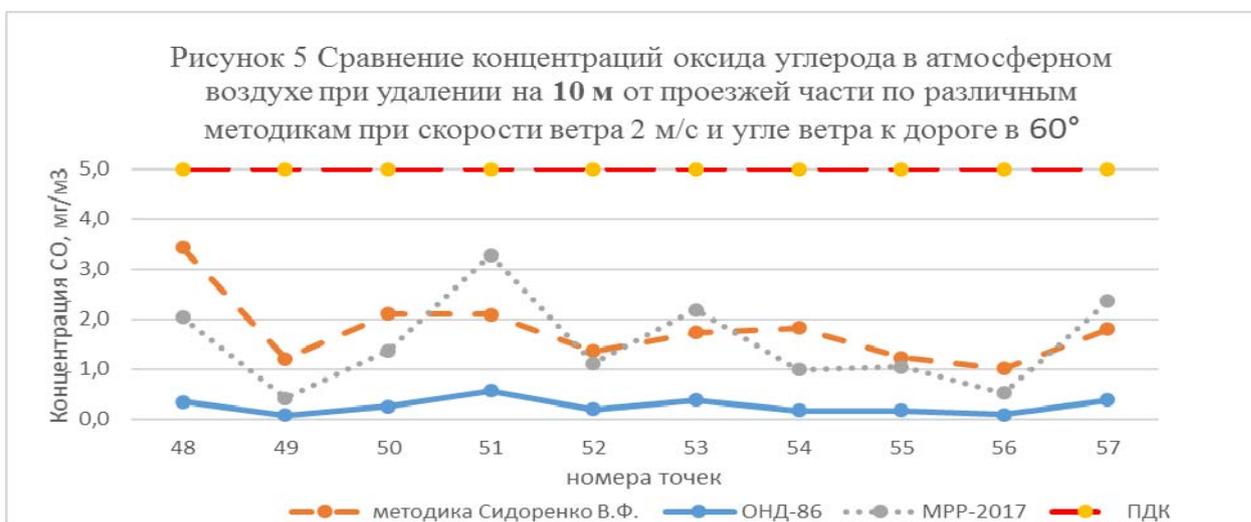
При удалении от источника на 10 м при тех же метеорологических условиях, концентрация СО в атмосферном воздухе падает при расчете по всем трем рассматриваемым методикам и колеблется в диапазоне до 3 мг/м³, при этом наибольшая концентрация наблюдается так же по расчету по методике профессора Сидоренко В.Ф., и данные коррелируют с данными расчетов по MPP-2017.



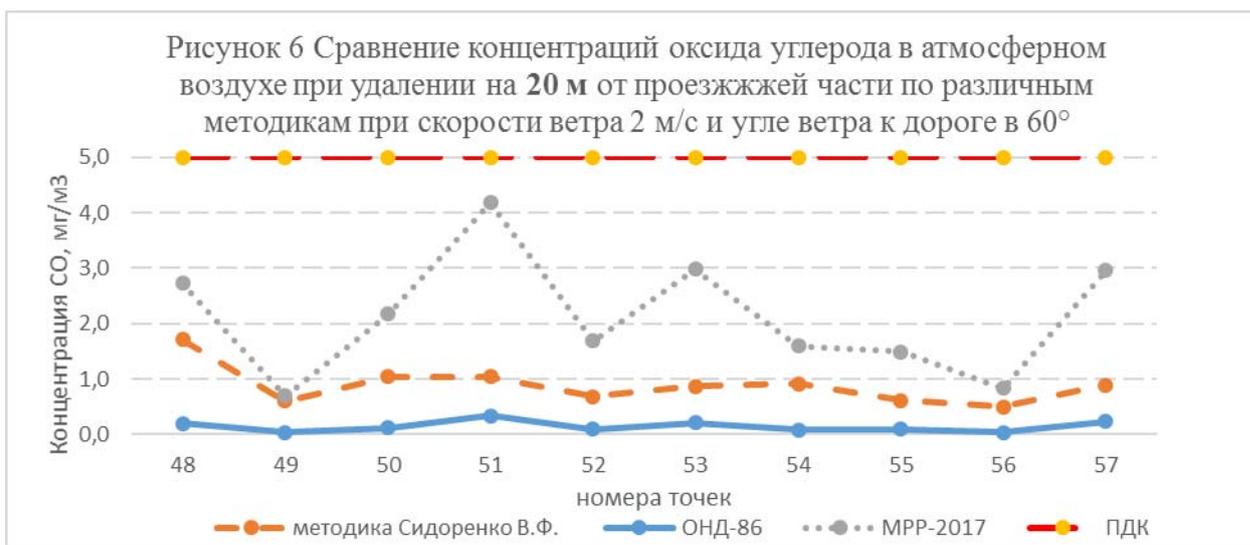
При дальнейшем удалении от проезжей части при аналогичных метеорологических условиях превышений ПДК не наблюдается. Наибольшая концентрация СО наблюдается в некоторых расчетных точках по расчету по методике MPP-2017 и варьируется в диапазоне от 0,5 до 2,5 мг/м³.



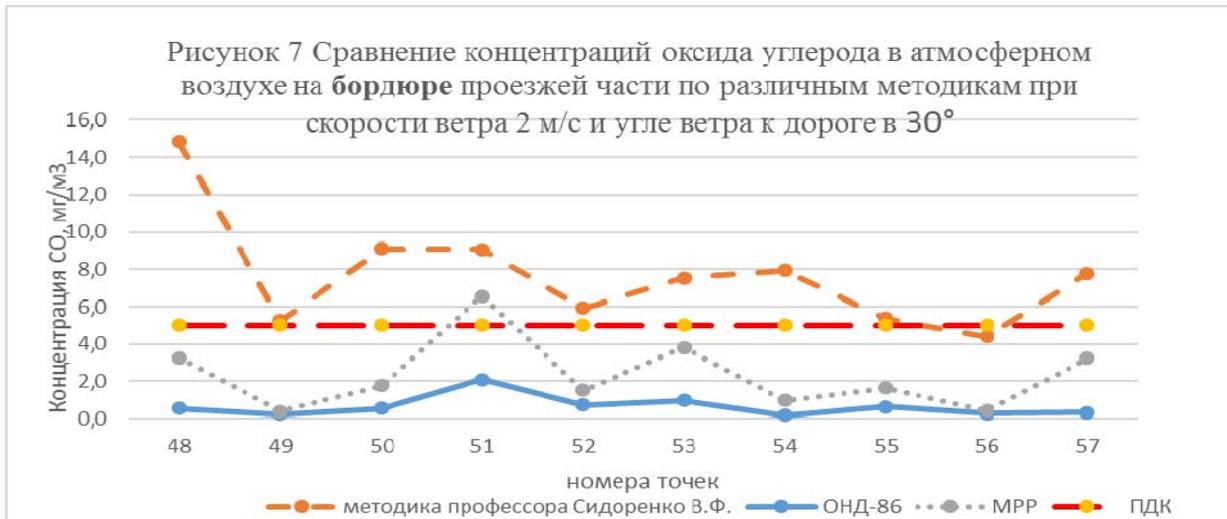
Сравнительный анализ расчетов по данным методикам свидетельствует о том, что превышение ПДК на бордюре ПЧ при скорости ветра в 2 м/с и направлению движения ветра к дороге под углом в 60° наблюдаются при расчете по методике профессора Сидоренко В.Ф. По отмененной ОНД-86 и действующей в настоящий момент методике расчета МРР-2017 расчетные данные коррелируют между собой, с небольшими отклонениями, и колеблются в диапазоне до 2 мг/м³.



При удалении от проезжей части на 10 м, превышений ПДК не наблюдается по всем трем методикам расчета, при этом максимальные концентрации СО наблюдаются в ряде экспериментальных точек расчета как по методике профессора Сидоренко В.Ф., так и по расчетной методике МРР-2017.

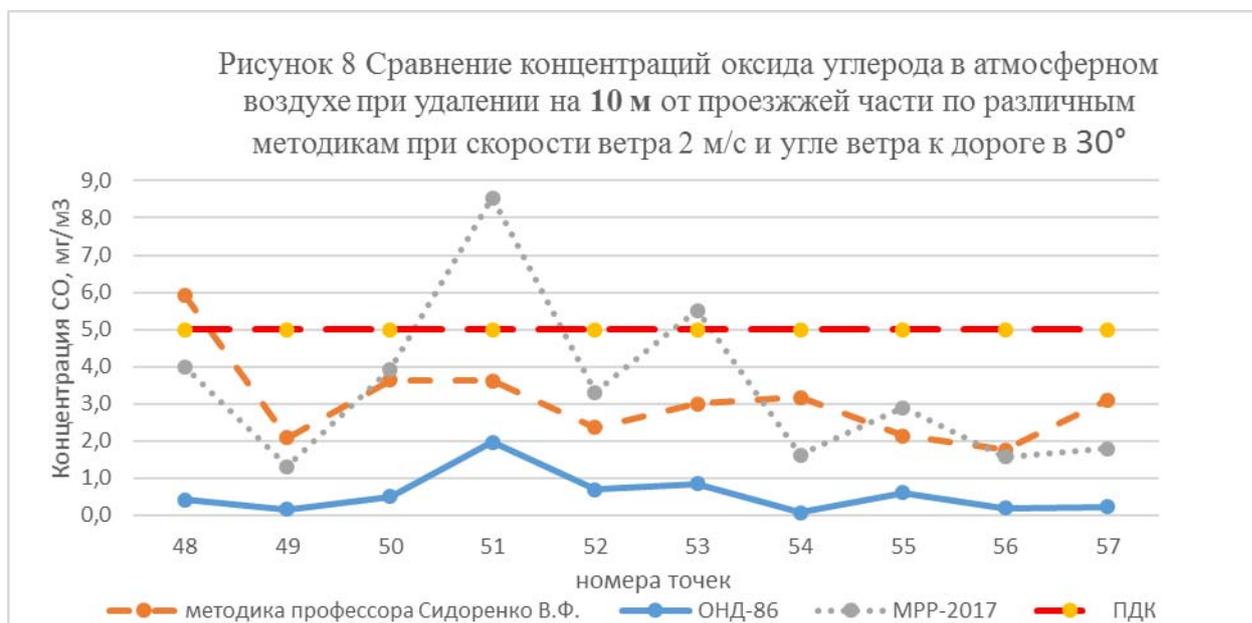


При удалении от источника на 20 м концентрация СО также не превышает ПДК, при этом максимальные концентрации наблюдаются при расчете по методике МРР-2017, и варьируются в диапазоне от 0,7 до 4,2 мг/м³. Данные расчетов по методике профессора Сидоренко В.Ф. и отмененной методике ОНД-86, коррелируют между собой.

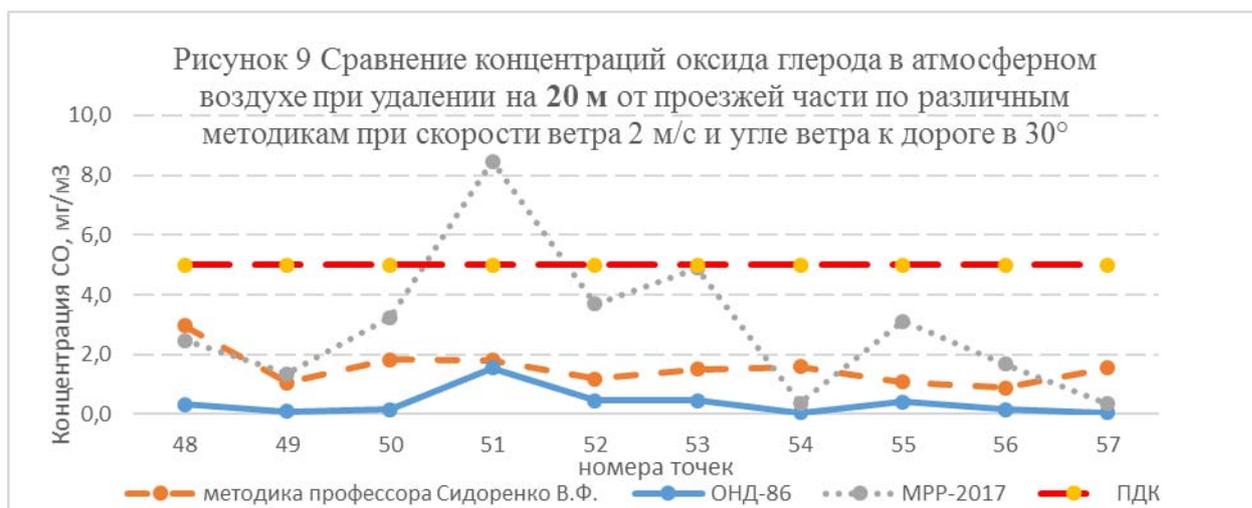


Сравнительный анализ расчетов по данным методикам свидетельствует о том, что превышение ПДК на бордюре ПЧ при скорости ветра в 2 м/с и направлению движения ветра к дороге под углом в 30° наблюдаются при расчете по методике профессора Сидоренко В.Ф. в 9 из 10 расчетных точек, а также по методике расчета рассеивания МРР-2017 в 1 из 10 расчетных точек

и варьируется в диапазоне от 9 до 15 мг/м³. По отмененной ОНД-86 превышений ПДК не наблюдается.



При удалении от источника концентрация СО падает, превышение ПДК наблюдается в ряде расчетных точек при расчете по методике профессора Сидоренко В.Ф. и МРР-2017, и концентрация на максимуме достигает 9 мг/м³.



При дальнейшем удалении от источника (на 20 м) превышение ПДК наблюдается в 1 из 10 расчетных точек по методике МРР-2017 и колеблется на максимуме в районе 9 мг/м³

Проведенный анализ выше указанных графиков свидетельствует о том, что направление ветра является важным фактором при переносе загрязняющих веществ. При одинаковых скоростях ветра, параметров трассы и транспортного потока превышение ПДК (5 мг/м^3) наблюдается при расчете по следующим методикам и углам ветра к дороге:

-при угле ветра к дороге в 90° превышение ПДК в расчетных точках наблюдается на бордюре проезжей части только при расчете по методике профессора Сидоренко В.Ф., при расчете по остальным методикам превышений ПДК не наблюдается;

-при угле ветра к дороге в 60° превышение ПДК в исследуемых точках наблюдается на бордюре проезжей части только при расчете по методике профессора Сидоренко В.Ф., при расчете по остальным методикам превышений ПДК не наблюдается;

-при угле ветра к дороге в 30° превышение ПДК в исследуемых точках наблюдается на бордюре проезжей части и при удалении от нее на 10 м при расчете по методике профессора Сидоренко В.Ф. и МРР-2017, а так же наблюдается превышение ПДК в ряде расчётных точек при расчете по МРР-2017 при удалении от источника на 20 м. При расчете по ОНД-86 при всех рассматриваемых вариантах превышение ПДК не наблюдается.

На основании вышеизложенного, можно сделать вывод, что для линейного города при организации мониторинга окружающей среды следует учитывать скорость и направление ветра, как факторы, существенно влияющие на закономерности распределения концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе. Проведенный анализ методик свидетельствует, что при низких скоростях ветра, направление ветра к дороге имеет большое значение для рассеивания концентрации оксида углерода на примагистральной территории. Наиболее неблагоприятные условия складываются при угле ветра к дороге в 30° .

Литература

1. Ганжа О.А., Иванова Ю.П. Оценка факторов антропогенного воздействия на экологическое состояние урбанизированных территорий // Вестник Волгогр. гос. архит.-строит. ун-та. Сер.: Стр-во и архит. 2012. Вып. 27(46). С. 187—189.
2. Дьяков А.Б., Игнатъев Ю.В., Коншин Е. П. Экологическая безопасность транспортных потоков. М.: Транспорт, 1989. 128 с.
3. Ажгиревич А.И., Азаров В.Н., Алешин А.В., Грачев В.А. Экология города: учебник для высших учебных заведений Министерства образования и науки РФ/М.-Волгоград: ПритТерра-Дизайн, 2014. 436 с.
4. Sulaiman F.S., Darus N., Mashros N., Haron Z., Yahya K. Traffic Noise Assessment at Residential Areas in Skudai, Johor. International Conference on Civil & Environmental Engineering (CENVIRON 2017). Volume 34, pp. 96-97. 2018.
5. Антюфеев А.В., Птичникова Г.А. Линейный город. Градостроительная система Большой Волгоград, Волгоград: Волгоградский государственный технический университет, 2018. — 197 с.
6. 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.
7. Быков Д.В., Лихачёв Д.В. Имитационное моделирование как средство модернизации участка транспортной сети // Инженерный вестник Дона, 2014, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2388.
8. Sówka, I., Kobus. D., Chlebowska Styś, A., Zathej, M., Characteristics of selected elements of the air quality management system in urban areas in Poland.



International Conference on Advances in Energy Systems and Environmental Engineering (ASEE17). Volume 22, 2017. 156p.

9. Макарова Н.В., Трофимец В.Я. Статистика в Excel: Учеб. пособие. — М.: Финансы и статистика, 2006, 368 с.
10. Сидоренко В.Ф. Теоретические и методологические основы экологического строительства: Монография / ВолгГАСА. Волгоград, 2000. 200 с.

References

1. Ganzha O. A., Ivanova YU. P. Vestnik Volgogr. gos. arhit.-stroit. un-ta. Ser.: Str-vo i arhit. 2012. Vyp. 27(46). Pp. 187—189.
 2. D'yakov A.B., Ignat'ev YU. V., Konshin E.P. Ekologicheskaya bezopasnost' transportnyh potokov [Environmental safety of traffic flows] M.: Transport, 1989. 128 p.
 3. Azhgirevich A.I., Azarov V.N., Aleshin A.V., Grachev V.A. Ekologiya goroda [Ecology of the city]: uchebnik dlya vysshih uchebnyh zavedenij Ministerstva obrazovaniya i nauki RF.M. Volgograd: PritTerra-Dizain, 2014. 436 p.
 4. Sulaiman F.S., Darus N., Mashros N., Haron Z., Yahya K. Traffic Noise Assessment at Residential Areas in Skudai, Johor. International Conference on Civil & Environmental Engineering (CENVIRON 2017). Volume 34, 2018. pp. 96-97.
 5. Antyufeev A.V., Ptichnikova G.A. Linejnyj gorod. Gradostroitel'naya sistema Bol'shoj Volgograd, Volgograd [Linear city. Town-planning system Big Volgograd, Volgograd]: Volgogradskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet, 2018. 197 p.
 6. Eliseeva T. P, Ezhova I.M., Lakirbaya I.D. Inzhenernyj vestnik Dona. 2014, №2. URL:ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2361
-



7. Bykov D.V., Lihachyov D.V. Inzhenernyj vestnik Dona. 2014, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2388.
8. Sówka I., Kobus D. Chlebowska Styś A., Zathay M., Characteristics of selected elements of the air quality management system in urban areas in Poland. International Conference on Advances in Energy Systems and Environmental Engineering (ASEE17). Volume 22, 2017. 156p.
9. Makarova N.V., Trofimec V.YA. Statistika v Excel [Statistics in Excel]: Ucheb. posobie. M.: Finansy i statistika, 2006, 368 p.
10. Sidorenko V.F. Teoreticheskie i metodologicheskie osnovy ekologicheskogo stroitel'stva [Theoretical and methodological foundations of environmental construction]: Monografiya. VolgGASA. Volgograd, 2000. 200 p.