Представленные на рисунке 3 зависимости хорошо аппроксимируются линейной функцией с тангенсом угла наклона 0,0034–0,0035, при этом R^2 находится в интервале 0,93–0,96. Установленная зависимость свидетельствует о том, что с понижением температуры окружающей среды в атмосферу выбрасывается большее количество взвешенных частиц в результате увеличения количества сжигаемого угля.

Заключение

В поселках Минино и Дрокино источниками загрязнения атмосферы взвешенными частицами являются домохозяйства. В период зимнего сезона средняя концентрация $PM_{2,5}$ превышала величину среднесуточный ПДК более чем в 1,5 раза. Очень высокие концентрации $PM_{2,5}$ наблюдались при высоком атмосферном давлении (более 750 мм рт. ст.) и низких среднемесячных температурах (ниже минус четырнадцати градусов).

1. Zhang J. Indoor air pollution from household fuel combustion in China: A review [C] / J. Zhang, K. R. Smith // The 10th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Beijing. - 2005. - P. 65–83.
2. Bond T.C. Primary particle emissions from residential coal burning: optical properties and size distributions / T.C. Bond, D.S. Covert, J.C. Kramlich, T.V. Larson, R.J. Charlson // J Geophys Res Atmos. - 2002. - № 107. - P. 189–202.
3. Sinton J.E. Indoor Air Pollution Database for China / J.E. Sinton, K.R. Smith, H. Hu, J. Liu // Human Exposure Assessment Series. - Geneva: World Health Organization, United Nations Environment Program. - 1996.
4. Chen J. A Parameterization of Low Visibilities for Hazy Days in the North China Plain / J. Chen, C.S. Zhao, N. Ma, P.F. Liu, T. Göbel, E. Hallbauer, Z.Z. Deng, L. Ran, W.Y. Xu, Z. Liang, H.J. Liu, P. Yan, X.J. Zhou, A. Wiedensohler // Atmos. Chem. Phys. - 2012. - № 12 - P. 4935–4950.
5. Lin M. Characterization of Regression Relationship between Recent Air Quality and Visibility Changes in Megacities at Four Haze Regions of China / M. Lin, J. Tao, C.Y. Chan, J.J. Cao, Z.S. Zhang, L.H. Zhu, R.J. Zhang // Aerosol Air Qual. Res. - 2012. - № 12. - P. 1049–1061.
6. Luvsan M. The Influence of Emission Sources and Meteorological Conditions on SO₂ Pollution in Mongolia / M. Luvsan, R. Shie, T. Purevdorj, L. Badarch, B. Baldorj, C. Chan // Atmos. Environ. - 2012. - № 61. - P. 542–549.
7. Tie X.X. A Budget Analysis of the Formation of Haze in Beijing / X.X. Tie, Q. Zhang, H. He, J.J. Cao, S.Q. Han, Y. Gao, X. Li, X.C. Jia // Atmos. Environ. - 2015. - № 100. - P. 25–36.
8. Liu T. Attributions of meteorological and emission factors to the 2015 winter severe haze pollution episodes in China's Jing-Jin-Ji area / T. Liu, S. Gong, J. He, M. Yu, Q. Wang, H. Li, W. Liu, J. Zhang, L. Li, X. Wang, et al. // Atmos. Chem. Phys. - 2017. - № 17 - P. 2971–2980.
9. Zavorueva E.N. The daily variation of the concentration of suspended particles in the surface layer of the atmosphere of the village Berezovka (Krasnoyarsk region) / E.N. Zavorueva, V.V. Zavoruev, Yu.L. Lipovka // Proc. SPIE. - 2018.- №10833. - P. 108336K. doi: 10.1117/12.2505157.
10. Zavoruev V.V. Assessment of the possibility of using CityAir air monitoring station in environmental engineering / V.V. Zavoruev, E.N. Zavorueva, A.A. Kadochnikov, A.V. Tokarev, O.E. Yakubailik // IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. - 2019. - № 537. - P. 062053-1 - 062053-6. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/537/6/062053>

Заворуев В.В.^{1,2}, Мальцева И.В.¹, Заворуева Е.Н.¹

Верификация результатов сводных расчетов выбросов загрязняющих веществ в атмосферу города Красноярска от передвижных и стационарных источников

¹Сибирский федеральный университет

²Институт вычислительного моделирования СО РАН
(Россия, Красноярск)

doi: 10.18411/lj-03-2020-06

idsp: ljjournal-03-2020-06

Аннотация

Проведены расчеты среднегодовых концентраций загрязняющих веществ в приземной слое атмосферы в расчетных точках, в качестве которых выбраны места расположения постов наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха КГБУ

«Центр реализации мероприятий по природопользованию и охране окружающей среды Красноярского края». Выполнена верификация данных натурных наблюдений и расчетных значений приземных концентраций загрязняющих веществ. Установлено, что расчетные средние концентрации значительно отличаются от измеренных среднегодовых концентраций.

Ключевые слова: расчетные концентрации загрязняющих веществ, натурные наблюдения, верификация, атмосфера, Красноярск.

Abstract

The average annual concentrations of pollutants in the atmospheric surface layer were calculated at the calculated points, for which the locations of the atmospheric air pollution observation posts of the RSBI «Center for the Implementation of Environmental Management and Environmental Protection of the Krasnoyarsk Territory» were selected. Verification of field observations and calculated values of surface concentrations of pollutants has been performed. It was established that the calculated average concentrations significantly differ from the measured average annual concentrations.

Keywords: calculated concentrations of pollutants, field observations, verification, atmosphere, Krasnoyarsk.

Введение

На протяжении последних лет в г. Красноярске решается проблема снижения уровня загрязнения атмосферного воздуха. Не смотря на прилагаемые меры, загрязнение воздушной среды в миллионном центре края характеризуется как «очень высокий» [1].

С 1 ноября 2019 года вступил в силу закон об эксперименте по квотированию вредных выбросов, который проводится в нескольких городах России (в том числе в Красноярске) в целях снижения уровня загрязнения атмосферы [2]. Реализация этого закона основана на сводных расчетах загрязнения атмосферного воздуха [3]. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации (далее - МПРиЭ РФ) от 29 ноября 2019 г. № 813 прописывает правила проведения сводных расчетов, включая верификацию сводных расчетов с натурными наблюдениями [4].

Цель работы состояла в оценке соразмерности величин расчетных и натурных среднегодовых концентраций, характеризующих загрязнение атмосферы г. Красноярска в 2018 году.

Материалы и методы

Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ (далее - ЗВ) рассчитаны с помощью унифицированной программы расчёта загрязнения атмосферы «ЭКОЛОГ-Город» версия 4.6 (далее - УПРЗА «ЭКОЛОГ-Город»). Эта программа разработана фирмой «Интеграл» (г. Санкт-Петербург).

Расчеты основывались на результатах инвентаризации выбросов объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду (далее - объекты ОНВ). База данных инвентаризации за 2018 год включала информацию о всех стационарных и передвижных источниках, а также материалы о расчетах нормативов допустимых выбросов, об утвержденных нормативах предельно допустимых выбросов и о выданных разрешениях на выбросы по объектам ОНВ.

Для проведения сравнения результатов расчета с данными мониторинга атмосферного воздуха были выбраны контрольные точки в местах расположения автоматизированных постов наблюдения (далее - АПН) Краевого государственного бюджетного учреждения «Центр реализации мероприятий по природопользованию и охране окружающей среды Красноярского края» (далее - «ЦРМПиООС»). Информация о местоположении АПН и среднегодовых концентрациях ЗВ на каждом посту представлена на сайте <http://krasecology.ru/>.

В 2018 году на территории г. Красноярска и его окрестностях круглогодичное наблюдение за загрязнением атмосферного воздуха проводилось на 6 АПН: «Красноярск-Северный» (далее - АПН 1), «Красноярск-Солнечный» (далее - АПН 2), «Красноярск-Черемушки» (далее - АПН 3), «Красноярск-Ветлужанка» (далее - АПН 4), «Красноярск-Кубеково» (далее - АПН 5), «Красноярск-Березовка» (далее - АПН 6).

Результаты и их обсуждение

В 2018 году на всех шести АПН среднегодовые концентрации были определены только для четырех ЗВ: оксида углерода и азота, диоксида серы и азота. Величины отношения натуральных концентраций к расчетным представлены в таблице 1.

Таблица 1

Отношение наблюдаемой концентрации к расчетной концентрации загрязняющего вещества (для шести АПН)

Загрязняющее вещество	АПН 1	АПН 2	АПН 3	АПН 4	АПН 5	АПН 6
Углерода оксид	1,4	1,5	1,7	5,3	2,1	0,7
Серы диоксид	2,3	3,6	1,6	2,0	2,6	1,0
Азота оксид	2,5	0,9	4,0	18,8	1,2	1,3
Азота диоксид	0,7	0,5	1,2	2,3	1,8	0,8

На трех АПН были определены среднегодовые концентрации следующих двенадцати ЗВ: бензол, стирол, толуол, этилбензол, гидрофторид, бенз(а)пирен, аммиак, сероводород, фенол, гидрохлорид, фториды твердые, свинец. Величины отношения натуральных концентраций к расчетным для этих ЗВ варьировали от 1,1 до 1379,4. В связи с этим ЗВ вещества были разбиты на две группы. Одну группу составляли вещества, для которых отношение натурной к расчетной концентрации было меньше 10 (по данным наблюдения на всех трех постах) (табл. 2). В другую группу вошли все остальные ЗВ (табл. 3).

Таблица 2

Отношение наблюдаемой концентрации к расчетной концентрации загрязняющего вещества, для которого эта величина меньше 10 по данным трех АПН

Загрязняющее вещество	АПН 1	АПН 2	АПН 3
Бензол	6,4	9,0	3,7
Толуол	5,7	3,5	2,7
Гидрофторид	2,8	4,9	7,7
Бенз(а)пирен	1,4	1,7	1,2

Таблица 3

Отношение наблюдаемой концентрации к расчетной концентрации загрязняющего вещества, для которого эта величина больше 10 по данным хотя бы одного АПН

Загрязняющее вещество	АПН 1	АПН 2	АПН 3
Аммиак	82,1	25,8	24,9
Сероводород	1104,1	772,4	395,3
Фенол	24,2	119,4	-
Гидрохлорид	764,1	1379,4	925,0
Фториды твердые	5,4	10,4	12,4
Свинец	70,0	150,0	-
Стирол	24,6	2,6	1,1
Этилбензол	22,8	3,7	8,3

В результате верификации установлено, что измеренные среднегодовые концентрации ЗВ превышают расчетные значения (табл. 1-3), за исключением диоксида азота в точках расположения (АПН 1, 2 и 6), оксида углерода (АПН 6), оксида азота (АПН 2) (табл. 1). Только для одного вещества (диоксид серы) и только на одном посту (АПН-6) установлено совпадение натурной и расчетной концентраций (табл. 1).

Довольно хорошее совпадение расчетных и наблюдаемых концентраций наблюдается для бенз(а)пирена (табл. 2). Здесь следует отметить, что величины среднегодовых концентраций бенз(а)пирена, измеренные «ЦРМПиООС» на трех АПН, лежат в диапазоне 1,22-1,66 долей ПДК. Эти значения существенно меньше аналогичных замеров 2018 года, осуществленных на восьми постах Среднесибирского УГМС (структурное подразделение Росгидромета), которые находятся в диапазоне 4,9-8,9 долей ПДК. В связи с этим точность расчета концентрация бенз(а)пирена нуждается в уточнении и будет предметом дальнейшего исследования.

В таблице 3 указаны вещества, по которым наблюдается более чем тысяча кратное различие в измеренных и расчетных значениях. Это сероводород на АПН 1 и гидрохлорид на АПН 2.

В соответствии с приказом МПРиЭ РФ [4] различие среднегодовых расчетных и натуральных концентраций не должно превышать 25%. Это условие выполняется только для семи расчетных точек из 24 (табл. 1), одной точки из 12 (табл. 2) и ни для одной точки из 22 (табл. 3). При таких результатах необходимы следующие действия. Для тех постов, где получены существенные различия, провести анализ причин возникновения таких значений разности с целью выявления, во-первых, возможных погрешностей проведения обработки рядов наблюдений, или, после их исключения, во-вторых, устранение неточности информации, используемой для проведения сводных расчетов, в том числе данных инвентаризации выбросов объектов ОНВ (в частности, некорректность проведения и обработки данных инвентаризации выбросов, наличие неучтенных организованных и неорганизованных источников выбросов) [4].

Для рядов наблюдения, полученных на АПН «ЦРМПиООС», обработка результатов проводится как на интервале для каждого месяца, так и на годовом интервале. Эта процедура позволяет исключить возможные погрешности при расчете среднегодовых концентраций ЗВ.

Не соразмерность наблюдаемых концентраций ЗВ к расчетной концентрации может быть связана с неполным учетом выбросов этих веществ при проведении инвентаризации, наличии неучтенных организованных и неорганизованных источников выбросов.

Очень вероятно, что не корректно оценены выбросы печного отопления. Методики определения выбросов от таких источников нет. В настоящее время такую оценку делают по «Методике определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 тонн пара в час или менее 20 Гкал в час». Некорректность применения данной методики очевидна. При её применении занижаются величины выбросов ЗВ.

На территории города Красноярска имеются около 13000 автономных источников теплоснабжения (АИТ), загрязняющих атмосферу. Эти источники расположены в жилой зоне города и используются для обогрева индивидуальных домов и коттеджей. Расчеты показывают, что в городе Красноярске на каждый многоквартирный дом, отапливаемый от ТЭЦ, приходится два индивидуальных дома, каждый из которых отапливается от АИТ [6]. Для отопления домов, в которых имеются АИТ, используется бурый уголь (73% от общего числа индивидуальных домов), древесина (26%) и электрическая энергия (1%) [5]. Таким образом, практически все дома являются источниками выбросов ЗВ в приземный слой атмосферы.

Нельзя исключать несовершенство УПРЗА «ЭКОЛОГ-Город» для условий г. Красноярска. Данная программа достаточно хорошо работает для городов, расположенных на равнинной местности. Однако, рельеф территории Красноярска очень сложный, перепад высот достигает 250 метров. Кроме того, город разделен на две части крупной рекой Енисей, которая не замерзает зимой. Влияние зарегулированной реки на формирование распределения ЗВ в атмосфере г. Красноярска до сих пор экспериментально не определено.

Заключение

Верификация результатов сводных расчетов выбросов загрязняющих веществ в атмосферу города Красноярска от передвижных и стационарных источников показала плохое совпадение среднегодовых расчетных и натурных концентраций. Причины расхождения кроются как в отсутствии методики оценки выбросов от АИТ, так и, возможно, с неполным учетом выбросов загрязняющих веществ при проведении инвентаризации объектов ОНВ, а также наличию неучтенных организованных и неорганизованных источников выбросов

1. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2018 году» - Красноярск: Министерство экологии и рационального природопользования Красноярского края КГБУ «ЦРМПнООС», 2019. - 302 с.
2. Федеральный закон от 26 июля 2019 г. № 195-ФЗ «О проведении эксперимента по квотированию выбросов загрязняющих веществ и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части снижения загрязнения атмосферного воздуха».
3. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 06.06.2017 № 273 «Об утверждении методов расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе».
4. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 29 ноября 2019 г. № 813 «Об утверждении правил проведения сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха, включая их актуализацию».
5. Zavoruev V.V. Concentration of PM_{2,5} in the surface layer of the Krasnoyarsk atmosphere during the winter anticyclone / V.V. Zavoruev, E.N. Zavorueva // Proc. SPIE. - 2019 - №11208. - P. 112084J-1 - 112084J-5. <https://doi.org/10.1117/12.2540744>

Мокина Н.А., Пятин В.Ф., Иванова В.Н., Мокин Е.Д.

Сравнительная оценка выдыхаемого оксида азота при различных эндотипах бронхиальной астмы у детей

*ФГБОУ ВО Самарский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/lj-03-2020-07

idsp: ljjournal-03-2020-07

Аннотация

Бронхиальная астма (БА) у детей распространена, в гораздо большей степени, чем у взрослых и чаще, чем у взрослых, ее течение принимает неконтролируемый характер. Незрелость иммунной и дыхательной систем в детском возрасте связана с тем, что возникают трудности диагностики заболевания, и возможность непредсказуемых реакций на лечение, а также более развернутая, чем у взрослых пациентов, клиническая картина и, как следствие, снижение качества жизни пациентов и членов их семей. Наряду в этом, БА является гетерогенным заболеванием, что обуславливает существование различных фено- и эндотипов БА, которые являются определяющими, для дифференцированного подхода, к разработке персонализированных программ ведения пациентов, и что нашло свое отражение в международных и национальных руководствах и научных исследованиях по бронхообструктивным заболеваниям [1-7].

Ключевые слова: дети, бронхиальная астма, санаторий, терапия, реабилитация, фенотипы, эндотипы

Abstract

Bronchial asthma in children is more common than in adults, and more often than in adults, its course takes on an uncontrolled nature. Immaturity of the immune and respiratory systems in childhood is associated with difficulties in diagnosing the disease and the