

Расчет индекса загрязнения атмосферы города Красноярска с применением инструмента «сводные расчеты»

Н.А.Черных¹, А.В.Бурма¹, А.Ю.Недре², В.Н.Азаров³, Е.Ю.Козловцева³

¹ФГАОУ ВО "Российский университет дружбы народов" (ФГАОУ ВО «РУДН»),
Москва

²ФГБУ "Государственный научно-исследовательский институт промышленной
экологии", Москва

³ФГБОУ ВО Волгоградский государственный технический университет, Волгоград

Аннотация: Для оценки воздействия различных групп источников выбросов на загрязнение городов существует метод, который можно назвать основным - оценка вклада в суммарный валовый выброс. Но при данном методе не учитываются значимые особенности рассеивания выбросов загрязняющих веществ в атмосфере, а также специфика механизмов формирования концентраций загрязняющих веществ в конкретной точке на территории города и расчёта комплексных показателей уровня загрязнения атмосферы городских территорий. Авторами был предложен порядок расчета индекса загрязнения атмосферы для групп источников с применением инструмента «сводные расчеты». Расчеты проводились на лицензионном программном продукте «Эколог-город». На основании расчетов сделаны выводы о достоверности определения влияния различных групп источников выбросов на загрязнение атмосферы г. Красноярска, базирующегося на оценке вкладов в суммарный валовый выброс на территории города.

Ключевые слова: атмосфера, воздушная среда, экология, экология урбанизированных территорий, экологическая безопасность, сводные расчеты, ИЗА.

Красноярский край расположен в центре России в Средней и Восточной Сибири. Занимает 2 место в России по территории (13,86 %). Краевой центр – г. Красноярск. Город является крупным промышленным центром, в котором сосредоточено большое количество производств различного профиля, в т.ч. металлургия и машиностроение.

В силу климатических особенностей Сибири наличие теплоэлектроцентралей (ТЭЦ) является повсеместным. Воздействие на население их атмосферных выбросов и конкретного химического и дисперсного состава примесей проявляется практически на всей территории населенных пунктов. Использование в качестве топлива на ТЭЦ каменного угля, содержащего значительные количества минеральных примесей, значительно усугубляет проблему безопасности для здоровья населения

городов Сибири [1,2]. Вопросам изучения состояния атмосферного воздуха Сибири с давних времен уделяется особое внимание в работах российских ученых [3,4], а исследования загрязнения воздушной среды промышленных городов актуальны [5,6].

Количество объектов теплоснабжения в Красноярске с каждым годом увеличивается (рис. 1). Сибирская генерирующая компания является главным поставщиком.



Рис. 1. –Количество объектов теплоснабжения за последние 10 лет[7]

В настоящее время основным методом определения вклада различных групп источников выбросов в загрязнение городов является оценка вклада в суммарный валовый выброс [8-10]. Однако при этом не учитываются следующие значимые особенности рассеивания выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосфере, а также специфика механизмов формирования концентраций загрязняющих веществ в конкретной точке на территории города и расчёта комплексных показателей уровней загрязнения атмосферы городских территорий:

- различие вкладов в концентрации загрязняющих веществ высоких и низких источников;

- различие вкладов в концентрации загрязняющих веществ близко расположенных и удалённых источников;

- различие вкладов в комплексные показатели загрязнения атмосферы источников, осуществляющих выбросы различных загрязняющих веществ.

Основными целями данной работы являлось определение вкладов в конкретные точки на территории города, индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) следующих групп источников: автотранспорта, промышленности, энергетики с разделением на мелкие котельный, автономные источники тепла (АИТ) и объекты СГК. С помощью сводных расчетов можно рассчитать как ИЗА, так и получить конкретный вклад групп источников (автотранспорт, энергетика и т.д.) в ИЗА.

Для проведения расчётов были сформированы следующие информационные базы:

- перечень источников выбросов в атмосферу (объекты негативного воздействия на окружающую среду), расположенных на территории г. Красноярска;

- распределение источников выбросов в атмосферу г. Красноярска по группам;

- перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу г. Красноярска объектами СГК;

- перечень точек, по которым будут определяться процентные вклады в уровни загрязнения атмосферы.

В данной работе значение ИЗА г. Красноярска получено расчетным методом с помощью системы моделирования – сводные расчеты загрязнения атмосферного воздуха.

Таким образом, порядок расчета ИЗА для групп источников с применением инструмента «сводные расчеты» можно представить следующим образом:

- 1) Расчет среднегодовой концентраций по ЗВ для каждой группы источников в точках;

- 2) Осреднение концентраций по точкам по каждому ЗВ для каждой группы источников;
- 3) Расчет ИЗА для каждой группы источников;

$$\text{ИЗА}_n = \sum_{i_{\text{ЗВ}}}^n \left(\frac{q_{\text{ср.}i_{\text{ЗВ}}}}{\text{ПДК}_{\text{ЗВ}}}, \text{ где}$$

ЗВ - загрязняющее вещество;

n - группа источников;

$q_{\text{ср.}i_{\text{ЗВ},n}}$ - среднегодовая концентрация i-го ЗВ группы источников осредненная;

$\text{ПДК}_{\text{ЗВсс}}$ - среднесуточная предельно допустимая концентрация i-го ЗВ;

C_i - безразмерный коэффициент, позволяющий привести степень вредности i-го ЗВ к степени вредности диоксида серы.

- 4) Расчет итогового ИЗА для всех групп.

$$\text{ИЗА} = \sum_{i=1}^5 \text{ИЗА}_n$$

Расчеты проводились на лицензионном программном продукте «Эколог-город», позволяющего проводить сводные расчеты загрязнения атмосферы городов, в соответствии с Методами расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе, утвержденными Приказом Минприроды России от 06.06.2017 N 273(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").Перечень загрязняющих веществ, по которым проводились расчеты, представлен в таблице 1.Проведен расчёт среднегодовых концентраций в 8 расчётных точках (посты наблюдения Росгидромета) для основных загрязняющих веществ, выбрасываемых стационарными источниками и транспортом для пяти групп объектов отдельно.

Таблица № 1

Перечень загрязняющих веществ, используемых для проведения
детальных расчетов загрязнения атмосферного воздуха г. Красноярска

№п/п	Код ЗВ	Наименование
1	0123	Железо триоксид (Железа оксид) (в пересчете на железо)
2	0143	Марганец и его соединения (в пересчете на марганца (IV) оксид)
3	0203	Хром (Хром шестивалентный) (в пересчете на хрома (VI) оксид)
4	0301	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)
5	0304	Азот (II) оксид (Азота оксид)
6	0328	Углерод (Сажа)
7	0337	Углерод оксид
8	0703	Бензапирен (3,4-Бензпирен)
9	1325	Формальдегид
10	2732	Керосин
11	2752	Уайт-спирит
12	2902	Взвешенные вещества
13	2904	Мазутная зола теплоэлектростанций (в пересчете на ванадий)
14	2908	Пыль неорганическая: 70-20% SiO ₂
15	2909	Пыль неорганическая: до 20% SiO ₂
16	2930	Пыль абразивная (Корунд белый, Монокорунд)
17	2978	Пыль резинового вулканизата
18	0616	Диметилбензол (Ксилол) (смесь изомеров о-, м-, п-)
19	6204	Группа суммаций: Азота диоксид, серы диоксид

Результаты расчетов представлены в таблице 2 и на рис. 2.

Таблица № 2

Полученные значения ИЗА и процентный вклад каждой группы объектов в ИЗА

№п/п	Наименование группы источников	Значение ИЗА	% вклад
1	Объекты СГК	0,02	0,15
2	Автотранспорт	11,68	33,85
3	Промышленность	21,75	63,02
4	Теплоэнергетика	0,05	0,2
5	АИТ	1,01	2,9
	Общий	>14	100,0

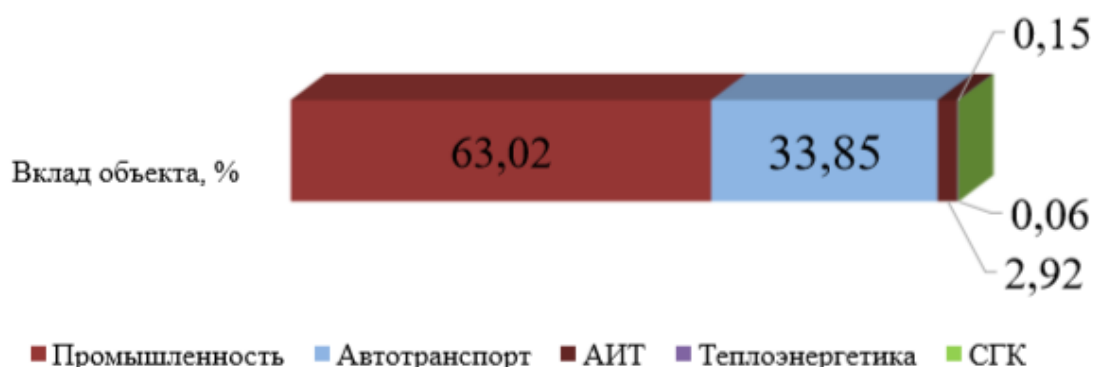


Рис. 2. –Процентный вклад каждой группы объектов в ИЗА

Результаты проведенных расчетов показывают, что основными вкладчиками в ИЗА является промышленность (63,02%). ИЗА >14 указывает на очень высокое загрязнение атмосферы.

Литература

1. Гичев Ю.П., Турбинский В.В., Бурлов Ю.П. Оценки риска для здоровья населения от промышленного загрязнения атмосферы/ VI рабочая группа

- «Аэрозоли Сибири»: Тезисы докладов // Институт оптики атмосферы СО РАН. –Томск. 1999. с.43.
2. Степанова А.Э., Огудов А.С., Юдин А.С., Турбинская О.Д., Ярославцева Т.В. Структурный анализ опасности для здоровья населения аэрозольных выбросов ТЭЦ в атмосферу городов Западной Сибири //Аэрозоли Сибири. XXIII Рабочая группа: Тезисы докладов. - Томск: Изд-во ИОА СО РАН, 2016. - 116 с.
 3. Golovko V. V., Koutsenogii P. K., Kirov E. I., Koutsenogii K. P. Pollen component of Siberian biogenic atmospheric aerosol, *Journal of Aerosol Science*, Volume 27, 1996, Suppl. 1, pp. 243—244.
 4. Koutsenogii P., Jaenicke R. Number concentration and size distribution of atmospheric aerosol in Siberia // *Journal of Aerosol Science*, Volume 25, 1995, pp. 377—383.
 5. Васильев А.Н., Кагриев Р.С., Козловцева Е.Ю., Гараев А.Л. Исследование загрязнения мелкодисперсной пылью PM10 и PM2.5 воздушной среды города Волгограда // *Инженерный вестник Дона*, 2020, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2020/6313.
 6. Богомолов А.Н., Белогуров Д.В., Нестеренко А.В., Тихонова М.М. Применение метода «Рассечения» при дисперсионном анализе пыли, поступающей в атмосферный воздух города // *Инженерный вестник Дона*, 2016, №4. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_120_Bogomolov.pdf_1b95ce46d7.pdf
 7. ООО «Сеть городских порталов». URL: ngs24.ru/news/more/66468211.
 8. Недре А. Ю., Азаров В. Н., Недре Ю. А. Использование сводных расчетов уровней загрязнения атмосферы при выборе градостроительных решений в рамках оптимизации городской транспортной схемы // *Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер.: Политематическая*, 2012, Вып. 2 (22).
-

9. Азаров В.Н., Кошкарев С.А., Недре А.Ю., Недрэ Ю.А., Саркисов Р.М., Сидякин П.А. Методика сводных расчетов загрязнения атмосферы в системе управления и градостроительных решений // Современная наука и инновации, 2013, № 1, С. 34–43.
10. Хорпякова Т. В., Пасечная О. М. Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха и аэротехногенного риска для здоровья населения // Вестник российских университетов. Математика. 2013. №3. URL: cyberleninka.ru/article/n/otsenka-urovnya-zagryazneniya-atmosfernogo-vozduha-i-aerotehnogenного-riska-dlya-zdorovya-naseleniya.

References

1. Gichev Yu.P., Turbinskij V.V., Burlov Yu. P. Institut optiki atmosfery SO RAN. Tomsk. 1999.p. 43.
 2. Stepanova A.E., Ogudov A.S., Yudin A.S., Turbinskaya O.D., Yaroslavceva T.V. Aerezoli Sibiri. XXIII Rabochaya gruppya: Tezisy dokladov. Tomsk: Izd-vo IOA SO RAN, 2016. 116 p.
 3. Golovko V. V., Koutsenogii P. K., Kirov E. I., Koutsenogii K. P. Journal of Aerosol Science, Volume 27, 1996, Suppl. 1, pp. 243—244.
 4. Koutsenogii P., Jaenicke R. Journal of Aerosol Science, Volume 25, 1995, pp. 377—383.
 5. Vasil'ev A.N., Kagriev R.S., Kozlovtseva E.Yu., Garaev A.L. Inzhenernyj vestnik Dona, 2020, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2020/6313.
 6. Bogomolov A.N., Belogurov D.V., Nesterenko A.V., Tikhonova M.M. Inzhenernyj vestnik Dona, 2016, №4. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_120_Bogomolov.pdf_1b95ce46d7.pdf
 7. ООО «Set' gorodskihportalov»[Network of city portals]. URL: ngs24.ru/news/more/66468211.
-



8. Nedre A. YU., Azarov V. N., Nedre YU. A. Internet-vestnikVolgGASU. Ser.: Politematicheskaya, 2012, Vyp. 2 (22).
9. Azarov V.N., Koshkarev S.A., Nedre A.Yu., Nedre Yu.A., Sarkisov R.M., Sidyakin P.A. Sovremennaya nauka i innovacii, 2013, № 1, p. 34–43.
10. Horpyakova T. V., Pasechnaya O. M. Vestnik rossijskih universitetov. Matematika. 2013. №3. URL: cyberleninka.ru/article/n/otsenka-urovnya-zagryazneniya-atmosfernogo-vozduha-i-aerotehnogenenogo-riska-dlya-zdorovya-naseleniya.