

Методические основы формирования банка данных об источниках загрязнения атмосферы региона

Н.В. Ляшенко, В.А. Летихова

*Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени
М.И. Платова, Новочеркасск*

Аннотация: В статье объектом исследования является распространение загрязняющих примесей от источников их выброса. При проведении расчетов объединялись источники загрязнения атмосферы с выделением групп с учетом высоты расположения устья источника выброса. Для уменьшения трудоемких расчетов по методике объединения источников загрязнения атмосферы создана программа, обеспечивающая быструю обработку большого объема информации. Составлен банк данных по основным источникам загрязнения Ростовской области; произведена систематизация и приведение данных источников к единой системе координат. Произведен пробный оценочный расчет регионального переноса загрязняющих веществ от объединенных источников выбросов с построением карт изолиний загрязнений.

Ключевые слова: вредные выбросы, источники загрязнения, методика объединения, банк данных, карты изолиний загрязнений.

Моделирование распространения в атмосфере загрязняющих примесей на значительные расстояния от источника их выброса в воздушный бассейн (на сотни и тысячи километров) имеет свою специфику, отличающее его от моделирования загрязнения воздуха в так называемом локальном масштабе, при котором оценивается распределение концентраций примесей на расстояниях до 100 км от источников [1].

При подготовке материалов для проведения расчетов загрязнения атмосферы в рассматриваемом регионе необходимо осуществить предварительный отбор источников выбросов, учитываемых в расчетах. Так, например, из расчетов следует исключать маломощные источники, оказывающие влияние на качество атмосферного воздуха только в непосредственной близости от них и не вносящих заметного вклада в загрязнение воздушного бассейна на более дальних расстояниях [2]. К таким отбрасываемым источникам следует отнести наземные и низкие источники, для которых $C_m \ll \text{ПДК}$ и $X_m < 200 \div 500$ м (где C_m – максимальная приземная

концентрация, а X_m – расстояние от источника до точки, где достигается C_m). При этом, поскольку представляет интерес загрязнение в целом по региону, а не в отдельных населенных пунктах, где расположены источники вредных выбросов, можно загрязнение в зонах размещения источников вредных выбросов не рассматривать [3,4].

Исключение из рассмотрения зон расположения самих предприятий позволяет применить методы расчета, существенно упрощающие и ускоряющие последние. В данном случае нет необходимости в информации о концентрациях примесей вблизи источников, поэтому становятся несущественными детали их взаимного расположения на относительно небольшой площади (в одном населенном пункте), а также во многих случаях различия в их параметрах [5]. Такие источники загрязнения атмосферы, расположенные в одном городе, следует объединить в небольшое число источников (от одного до трех, в зависимости от широты диапазона изменения параметров имеющихся источников) [6]. Объединяемые источники, исходя из следующих критериев, в соответствии с Приказом Минприроды РФ № 273 от 06.06.2017, относятся к:

- наземным – источники с высотой $H < 2$ м;
- низким – источники с высотой $2 \leq H \leq 10$ м;
- средней высоты – источники с высотой $10 < H \leq 50$ м;
- высоким – источники с высотой $H > 50$ м.

Для детализации структуры двух последних классов, проводилось их интервальное разбиение на группы с шагом 10 м. При этом каждая из групп в расчетах представляется одним "объединенным" источником, за высоту которого принимается средневзвешенное значение (H):

$$H = \frac{\sum_{i=1}^j H_i \cdot M_i}{M_{\Sigma} \cdot N},$$

где H_i – среднеарифметическое значение высоты в i -ой "объединенной" группе, м; M_i – суммарный выброс всех источников в i -ой "объединенной" группе, г/с; j – количество "объединенных" групп; M_{Σ} – суммарный выброс всех источников сгруппированных по интервалам высот, г/с.

Температура (T) и скорость выхода (w_0) газовой смеси для "объединенного" источника находятся, как среднеарифметическое:

$$T = \frac{T_1 + T_2 + \dots + T_N}{N};$$

$$w_0 = \frac{w_{01} + w_{02} + \dots + w_{0N}}{N},$$

где N – общее число сгруппированных источников.

Диаметр устья условного "объединенного" источника (D) принимается приближенно равным $1/30 H$.

Для уменьшения трудоемких расчетов по методике объединения источников загрязнения атмосферы была создана программа, обеспечивающая быструю обработку большого объема информации [7].

Исходные данные заносятся в ЭВМ непосредственно с клавиатуры в диалоговом режиме отдельно по каждой примеси. Результаты расчета выводятся в виде текстового файла, имя которого определяется пользователем.

Для расчетной оценки загрязнения воздуха в региональном масштабе, создавался банк данных для следующих городов Ростовской области: Ростов-на-Дону, Новочеркасск, Волгодонск, Таганрог, Азов, Каменск-Шахтинский, Белая Калитва, Красный Сулин. Согласно материалам доклада о состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области [8], в перечисленных городах были выбраны основные предприятия-загрязнители атмосферного воздуха. Используя тома предельно допустимых выбросов (ПДВ) для выбранных предприятий были выделены источники выброса

загрязняющих веществ средней высоты и высокие. При этом учитывались выбросы по двум ингредиентам: сернистому ангидриду и диоксиду азота.

При расчетах по методике объединения, поскольку представляет интерес загрязнение в целом по региону, а не в отдельных населенных пунктах, где расположены источники вредных выбросов, становятся несущественными детали их взаимного расположения на относительно небольшой площади [9]. Поэтому при расчете не используются координаты отдельных источников, а каждому "объединенному" источнику присваивается координата города с используемой топоосновы.

Анализ количественного и качественного состава поступающих в атмосферу антропогенных примесей свидетельствует о том, что основная доля приходится на оксид углерода, диоксид серы и оксид азота. Главным источником загрязнения атмосферы оксидом углерода является автотранспорт. В основу данной работы было положено исследование выбросов от стационарных источников. В связи с этим, для отработки методики рассеяния загрязняющих веществ в атмосфере в пределах региона были выбраны диоксид серы и оксиды азота. Данный выбор обосновывается так же и химическими свойствами этих загрязнителей. Эти вещества при попадании в атмосферу могут взаимодействовать с водяными парами, образуя кислотные соединения. Подобные процессы ведут к образованию кислотных дождей, которые усугубляют вредное воздействие процесса осаждения загрязняющих веществ [10].

Наиболее загрязненной территорией из городов Ростовской области является г. Новочеркасск. Анализ расчетов показывает, что максимальные значения загрязнения составляют по сернистому ангидриду – 3,7 ПДК, по диоксиду азота – 1,0 ПДК и наблюдаются в расчетах с круговым перебором ветра от 0° до 360°.

Уровни загрязнения атмосферы территорий остальных городов региона

от объединенных источников выбросов диоксида азота ниже ПДК: Каменск-Шахтинский – $0,3 \div 0,1$ ПДК; Белая Калитва – $0,3$ ПДК; Красный Сулин – $0,4 \div 0,2$ ПДК; Таганрог – $0,3 \div 0,1$ ПДК; Ростов-на-Дону – $0,8$ ПДК; Азов – $0,2 \div 0,1$ ПДК.

Наиболее высокие уровни загрязнения региона сернистым ангидридом характерны также для г. Новочеркасска. Загрязнение атмосферы других городов региона ниже ПДК: Каменск-Шахтинский – $0,9 \div 0,1$ ПДК; Красный Сулин – $0,5 \div 0,3$ ПДК; Таганрог – $0,3 \div 0,1$ ПДК; Ростов-на-Дону – $0,1$ ПДК.

На основании проведенного объединения был составлен банк данных по основным источникам загрязнения Ростовской области; произведена систематизация и приведение данных источников к единой системе координат. На базе созданного банка данных произведен пробный оценочный расчет регионального переноса загрязняющих веществ от объединенных источников выбросов. Результаты расчетов регионального переноса загрязняющих веществ от объединенных источников выбросов получены в виде карт изолиний.

Литература

1. Glinyanova I., Asanova N. Research of urban atmospheric aerosols of the Lower Volga under conditions of anthropogenic load and active zones of Earth // Environmental science and pollution research. 2022. № 47. – pp. 71380-71399.

2. Мишугова Г.В. Моделирование процесса загрязнения атмосферы // Вестник Донского государственного технического университета. 2012. №8. С. 12-16.

3. Ляшенко Н.В., Лепихова В.А. Влияние метеорологических характеристик на определение потенциала загрязнения атмосферы // Инженерный вестник Дона, 2023, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2023/8218.



4. Лясин Р.А., Багров В.А., Азарова М.Д. Определение морфологического состава пылевых частиц // Инженерный вестник Дона, 2022, №6. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2022/7771.

5. Жаркова М. С., Климов П.В. Оценка динамики поступления основных загрязняющих веществ в атмосферный воздух Ростова-на-Дону // XIII международная научно-практическая конференция «Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса». Ростов-на-Дону: Общество с ограниченной ответственностью "ДГТУ-ПРИНТ", 2020. С. 628-630.

6. Оцоков Ш.А. Челышев Э.А. Шибитов Д.В. Раскатова М.В. Разработка программно-аппаратного комплекса сбора и хранения данных термометрии // Инженерный вестник Дона, 2022, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2022/7436.

7. Лепихова В.А., Ляшенко Н.В., Чибинев Н.Н., Рябоус А.Ю. Инструментальные средства и методы компьютерного мониторинга при переносе пылевых смесей // Безопасность жизнедеятельности. 2019. № 12. С. 47-52.

8. О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2021 году // Экологический вестник Дона, 2022. URL: cloud.mail.ru/public/y4z8/iDnCunkzp.

9. Романов М.Ф., Фёдоров М.П. Математические модели в экологии. Санкт-Петербург: Иван Фёдоров, 2003. 239 с.

10. Wang Q., Zhao S., Feng H., Meng B., Chen H. Construction of Technical System for National Urban Ecological Environment Comprehensive Monitoring // Journal of Geo-Information Science. 2020. №22. pp. 1922-1934.

References.

1. Glinyanova I., Asanova N. Environmental science and pollution research. 2022. № 47. – pp. 71380-71399.
2. Mishugova G.V. Vestnik Donskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2012. №8. pp. 12-16.
3. Lyashenko N.V., Lepikhova V.A. Inzhenernyi vestnik Dona, 2023, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2023/8218.
4. Ljasin R.A., Bagrov V.A., Azarova M.D. Inzhenernyi vestnik Dona, 2022, №6. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2022/7771.
5. Zharkova M.S., Klimov P.V. XIII mezhdunarodnaja nauchno-prakticheskaja konferencija «Sostojanie i perspektivy razvitija agropromyshlennogo kompleksa» (XIII international scientific and practical conference «State and development prospects of agribusiness»). Rostov- na - Donu, 2020. pp. 628-630.
6. Otsokov Sh.A., Chelyshev E.A., Shibitov D.V., Raskatova M.V. Inzhenernyi vestnik Dona, 2022, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2022/7436.
7. Lepikhova V.A., Lyashenko N.V., Chibinev N.N., Ryabous A.YU. Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti. 2019. № 12. pp. 47-52.
8. Ekologicheskij vestnik Dona, 2022. URL: cloud.mail.ru/public/y4z8/iDnCunkzp.
9. Romanov M.F., Fjodorov M.P. Matematicheskie modeli v jekologii [Mathematical models in ecology]. Sankt-Peterburg: Ivan Fjodorov, 2003. 239 p.
10. Wang Q., Zhao S., Feng H., Meng B., Chen H. Journal of Geo-Information Science. 2020. №22. pp. 1922-1934.