

Обоснование создания региональной информационной аналитической системы оценки и прогнозирования состояния воздушной среды

Н.В. Ляшенко, В.А. Летихова

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

Аннотация: Рассмотрена проблема загрязнения атмосферного воздуха в регионах. Уделено внимание разработке и внедрению автоматизированных систем контроля загрязнения атмосферного воздуха. Разработанная информационно-аналитическая система имеет двухуровневую систему и состоит из двух подсистем: городской информационной системы и региональной информационной системы. Предлагаемое программное обеспечение позволяет выполнять расчеты приземных концентраций загрязняющих веществ с формированием банка данных, а также построением карт загрязнений региона и гистограмм распределения уровня неблагоприятного воздействия загрязнения атмосферы на человека.

Ключевые слова: атмосферный воздух, загрязнение, мониторинг, информационно-аналитическая система, карты загрязнения региона.

Проблема загрязнения атмосферного воздуха, в регионах и особенно в крупных городах, остается актуальной. Государственный мониторинг атмосферного воздуха в регионах осуществляется посредством государственной сети наблюдений за состоянием окружающей среды Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды [1].

Согласно ГОСТ 17.2.3.01-86, число постов и их размещение определяется с учетом численности населения, площади населенного пункта и рельефа местности, а также развития промышленности, сети магистралей с интенсивным транспортным движением и их расположением на территории города, рассредоточенности мест отдыха и курортных зон.

Основой наблюдения за уровнем загрязнения воздуха являются ручные лабораторные методы [2]. Стационарные пункты наблюдения Федерального государственного бюджетного учреждения «Центральное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (ФГБУ

“Центральное УГМС”) и центров по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (ЦГМС) комплектуются метеорологическими приборами и устройствами для отбора проб воздуха. Пробоотборные устройства представляют собой простейшие (неавтоматизированные) электроасpirаторы типа ЭА для отбора проб воздуха через поглотители и электропылесосы для отбора проб воздуха на запыленность.

Анализ проб воздуха на содержание вредных веществ проводится в аналитических лабораториях, имеющих, как правило, следующие приборы: фотоэлектрокалориметры типа КФК и ФЭК, газоанализаторы монооксида углерода ГМК-3 или Палладий-3. Содержание в воздухе других вредных веществ (NO_2 , SO_2 , H_2S , H_2SO_3 , формальдегид, фенол) определяется химическими методами с фотометрической регистрацией результатов анализа. Время от отбора проб до результата может составлять от 4 часов до нескольких суток [3].

Разработка эффективной информационной системы контроля качества воздушной среды региона, которая бы содержала полную информацию о загрязнении приземного слоя атмосферы, необходимую для принятия научно-обоснованных решений о ее нормализации, является весьма сложной и дорогостоящей задачей. В последнее время уделяется большое внимание разработке и внедрению автоматизированных систем контроля загрязнения атмосферного воздуха [4].

Как правило системы предусматривают измерение концентрации загрязняющих веществ на стационарных автоматических станциях контроля загрязнения атмосферы (АСКЗА), первичную обработку, хранение и передачу данных в центр обработки информации (ЦОИ) по телефонным и (или) телеграфным коммутируемым каналам связи. В ЦОИ производится с помощью персональных ЭВМ, совместимых с IBM PC, обработка и хранение информации, поступающей от автоматических и неавтоматических станций

или передвижных средств контроля. Программное обеспечение рабочего места эколога позволяет выполнять оперативную оценку по критерию предельно допустимой концентрации, формирование базы данных и базы знаний оценки экологических ситуаций, построение полей загрязнения, прогнозирование уровней загрязнения в точках, анализ состояний с целью выявления причин неблагоприятных ситуаций.

Предлагаемая региональная информационно-аналитическая система "Регион-Воздух" имеет двухуровневую систему и состоит из двух подсистем: городской информационной системы "Воздух" (ГИС-В) и региональной информационной системы "Воздух" (РИС-В).

На первом уровне ГИС-В формируется информация о метеоусловиях и загрязнении воздуха отдельных городов, имеющих существенные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от высоких источников [5]. По информации стационарных (в том числе АСКЗА) и мобильных пунктов наблюдения, создается банк данных об основных источниках загрязнения атмосферного воздуха.

Данные о метеоусловиях и загрязнении воздуха от пунктов наблюдения по каналам связи передаются на второй уровень в центр обработки данных и вводятся в ПЭВМ [6].

В центре обработки данных по сведениям об источниках загрязнения атмосферы, используя программу "Эколог", производится расчет приземных концентраций загрязняющих веществ, измеряемых на пунктах наблюдения, и при определенных значениях метеоусловий. Производится сравнение расчетных и измеренных значений приземных концентраций загрязняющих веществ в точках расположения замерных станций. Если при этом соблюдается неравенство, машина производит дальнейшие расчеты.

$$C_{изм} \leq K \cdot C_p .$$

Здесь $C_{изм}$ – измеренная концентрация загрязняющих веществ, мг/м³; C_p – расчетное значение концентрации того же вещества в точке замера; K – коэффициент, учитывающий неточность измерения и другие погрешности (рекомендуется принимать $K=1,2\div 1,5$). Если неравенство не выполняется, производится корректировка исходных данных об источниках загрязнения по каждому загрязняющему веществу и снова рассчитываются приземные концентрации в точках замеров и проверяется неравенство. При соблюдении этого неравенства производятся дальнейшие расчеты. При этом рассчитываются приземные концентрации загрязняющих веществ на различных расстояниях (на заданных расчетных площадках) и строятся карты загрязнений приземного слоя воздуха в городе и вокруг него при неблагоприятных метеоусловиях. Затем производятся расчеты приземных концентраций загрязняющих веществ для среднегодовых скоростей ветра по румбам и с учетом повторяемости ветров по румбам рассчитывается и наносится на карту-схему города (региона) среднегодовой уровень загрязнения в пределах города и на прилегающих территориях. Выделяются ореолы максимально возможного атмосферного загрязнения почвы и поверхностных вод.

Зная плотность населения по кварталам и участкам города, строятся гистограммы распределения уровней неблагоприятных воздействий загрязнения атмосферы на население, которые будут показывать, сколько населения и в течении какого периода (дней/год) будет подвергаться воздействию атмосферы, содержащей определенное количество загрязняющих веществ, кратное предельно допустимой концентрации (ПДК), т.е. характеризовать экологическую нагрузку населения. Последнее очень

важно для изучения влияния загрязнения атмосферы различными вредными веществами на здоровье населения [7].

На региональном уровне в информационной системе (РИС-В) используются данные городских информационных систем (ГИС-В). При этом данные об источниках загрязнения атмосферы предварительно обрабатываются, проводится объединение источников по городам в отдельные условные источники. Полученные данные вводятся в машину (персональную ЭВМ, совместимую с IBM PC). Создается банк данных об источниках загрязнения атмосферы городов и других населенных пунктов региона, имеющих существенные, высокие источники загрязнения [8]. Сюда же по каналам связи поступает информация о концентрации загрязняющих веществ и метеоусловиях со станций контроля загрязнения атмосферы (СКЗА).

По укрупненным данным об источниках загрязнения атмосферы городов, используя разработанную и адаптированную для данных условий модель переноса, и соответствующие расчетные программы, проводится расчет приземных концентраций веществ на различных расстояниях от города и строятся карты загрязнения региона [9,10]. Затем производится расчет и строятся карты загрязнения приземного слоя воздуха с учетом среднегодовой скорости и повторяемости ветров по каждому румбу.

Результаты выдаются на печать в виде карты-схемы региона с изолиниями уровней загрязнения, а также записываются на магнитные диски. Эти данные используются при изучении загрязнения поверхностного слоя почвы и водоемов. Кроме того, строятся гистограммы распределения уровня неблагоприятного воздействия загрязнения атмосферы на человека и передаются в органы здравоохранения для изучения влияния загрязнения воздушной среды на здоровье человека.

Литература

1. Мишугова Г.В. Моделирование процесса загрязнения атмосферы // Вестник Донского государственного технического университета. 2012. №8. С. 12-16.
 2. Волков И.Е., Челышев Э.А., Раскатова М.В., Шибитов Д.В. Разработка системы мониторинга показателей микроклимата // Инженерный вестник Дона, 2022, №11. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n11y2022/8030.
 3. Julakanti V., Raj Soudaboiena S.T., Chaithanya K.J. Design of Air Pollution Monitoring System Using IoT // Proceedings - International Conference on Applied Artificial Intelligence and Computing. 2022. pp. 1494-1499.
 4. 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.
 5. 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.
 6. Rubio-Herrero J., Ortiz Marrero, Fan W.-T.L. Modeling atmospheric data and identifying dynamics Temporal data-driven modeling of air pollutants // Journal of Cleaner Production, 2022, №333. URL: [sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652621040324?via%3Dihub](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652621040324?via%3Dihub).
 7. Лепихова В.А., Ляшенко Н.В., Чибинев Н.Н., Рябоус А.Ю. Система акустического мониторинга в промышленных и экологических технологиях // Безопасность труда в промышленности. 2021. № 3. С. 36-40.
 8. Демидович В.П., Марон И.А., Шувалова Э.Э. Численные методы анализа. Москва: Наука, 1967. 406 с.
-



9. 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.

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

References.

1. Mishugova G.V. Vestnik of don state technical university. 2012. №8. pp. 12-16.

2. Volkov I.E., Chelyshev Je.A., Raskatova M.V., Shibitov D.V. Inzhenernyi vestnik Dona, 2022, №11. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n11y2022/8030.

3. Julakanti V., Raj Soudaboiena S.T., Chaithanya K.J. Proceedings - International Conference on Applied Artificial Intelligence and Computing. 2022. pp. 1494-1499.

4. Wang Q., Zhao S., Feng H., Meng B., Chen H. Journal of Geo-Information Science. 2020. №22. pp. 1922-1934.

5. Ljasin R.A., Bagrov V.A., Azarova M.D. Inzhenernyi vestnik Dona, 2022, №6. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2022/7771.

6. Rubio-Herrero J., Ortiz Marrero, Fan W.-T.L. Journal of Cleaner Production, 2022, №333. URL: [sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652621040324?via%3Dihub](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652621040324?via%3Dihub).

7. Lepikhova V.A., Lyashenko N.V., Chibinev N.N., Ryabous A.Yu. Bezopasnost' Truda v Promyshlennosti. 2021. № 3. pp. 36-40.

8. Demidovich, V.P., Maron, I.A., Shuvalova, E.E. Chislennyye metody analiza. [Numerical analysis.] Moskva: Nauka, 1967, 406 p.

9. Lepikhova V.A. Lyashenko N.V., Chibinev N.N., Ryabous A.YU. Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti. 2019. № 12. pp. 47-52.



10. Romanov, M.F., Fedorov, M.P. Matematicheskiye modeli v ekologii. [Mathematical models in ecology.] SPB: Ivan Fedorov, 2003, 240 p.