

АНАЛИЗ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА МЕТОДОМ АРПСС

Аверин Е.Г., Федяев О.И.

Донецкий национальный технический университет

В этом докладе рассматривается проблема загрязнения воздушного бассейна Донецкой области, которая является одной из острейших экологических проблем региона. Основной целью является анализ временных рядов показателей загрязнения атмосферного воздуха методом АРПСС.

Статистический анализ временных рядов показателей, характеризующих процессы массопереноса, основывался на методологии построения стохастических моделей авторегрессии и проинтегрированного скользящего среднего (АРПСС). Метод АРПСС чрезвычайно популярен во многих приложениях. Большое количество экологических и социально-экономических процессов описываются моделями АРПСС. Модели данного класса используют процессы авторегрессии и скользящего среднего.

Общая модель АРПСС, предложенная Боксом и Дженкинсом [1] может включать как параметры авторегрессии, так и параметры скользящего среднего. Имеется три типа параметров модели: параметры авторегрессии (p), порядок разности (d) и параметры скользящего среднего (q). В обозначениях Бокса и Дженкинса модель записывается как АРПСС (p, d, q). В общем виде данная модель может быть записана следующим образом:

$$Y_t = a_0 + a_1 \cdot Y_{t-1} + a_2 \cdot Y_{t-2} + a_3 \cdot Y_{t-3} + \dots + b_0 + b_1 \cdot e_{t-1} + b_2 \cdot e_{t-2} + b_3 \cdot e_{t-3} + \dots + e_t. \quad (1)$$

Методика анализа рядов предполагала последовательное проведение следующих этапов исследований: анализ временного ряда на нестационарность; преобразование нестационарного ряда в стационарный; идентификацию модели ряда; оценку параметров модели; оценку значимости модели и анализ остатков.

Рассмотрим методику анализа временных рядов на примере получения модели АРПСС для временного ряда среднесуточных значений диоксида азота. Аналогичные процедуры использовались при анализе остальных загрязняющих веществ окружающей природной среды, представленных в виде временных рядов.

Исходный ряд для диоксида азота, полученный на посту контроля атмосферного воздуха №2, приведен на рис. 1. Из приведенного рисунка видно, что ряд является нестационарным. Это видно по различным распределениям средних и дисперсии для начального и конечного участков ряда. Взятие разности первого порядка по лагу 1 позволило перевести исходный ряд в стационарный вид.

Далее проводится идентификация полученной стационарной модели. Как указывалось ранее, модели вида (1) записываются как АРПСС (p, d, q). Идентификация модели ряда, приведенного на рис. 1, дает модель вида АРПСС(1,1,1).

Оценка параметров модели для стационарного ряда дает значение параметров $p_1=0,5153$; $q_1=0,9607$, а полученные остатки малозначимы и нормально распределены по выполненной оценке нормальности остатков по критерию Хи-квадрат.

Результаты анализа приведены в таблице 1. Выполненный анализ показал, что уменьшение длины ряда (например, до 1 года вместо 3 лет (лаг 600-1000)) ведет к значительному улучшению качества моделей для целого ряда показателей контроля.

В целом при исследовании использовалась общепринятая методика оценки адекватности моделей, изложенная в [1, 2].

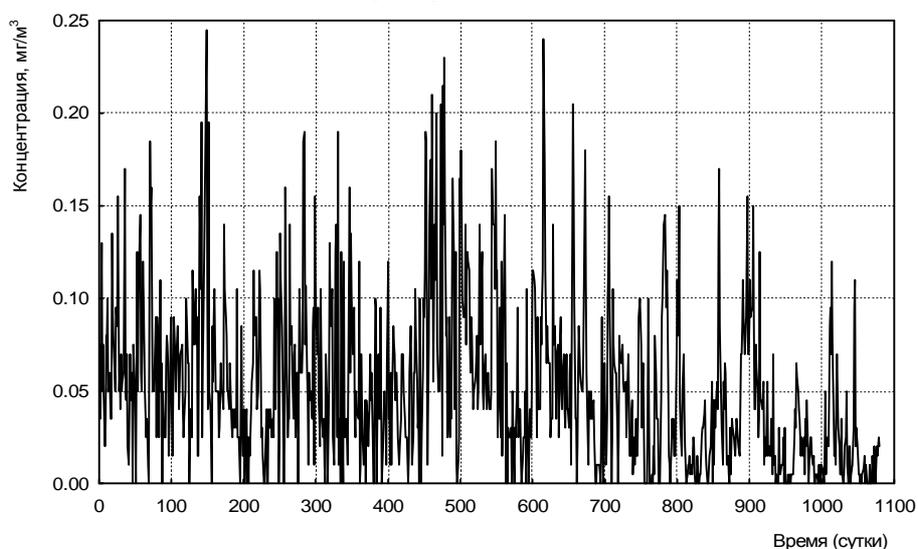


Рис. 1. График распределения концентрации диоксида азота

Таблица 1

Характеристика моделей временных рядов распределений концентрации диоксида азота в атмосферном воздухе

№	Контрольный пост	Вид модели	Параметры модели						Функция остатков		Длина ряда в прошлом от 31.12.02, сутки
			Порядок разности	Лаг разности	p_1 или p_1 и p_2	Стандартная ошибка	q_1	Стандартная ошибка	Среднее значение	Средне-квадратичное отклонение	
1	№2	АРПСС(1,1,1)	1	1	0,51533	0,03896	0,96074	0,01927	-0,00074	0,03545	1009
2	№4	АРПСС(1,1,1)	1	1	0,49079	0,03408	0,96342	0,01247	-0,00107	0,03451	908
3	№5	АРПСС(1,1,1)	1	1	0,53180	0,03789	0,97246	0,01697	-0,00096	0,04313	895
4	№7	АРПСС(1,1,1)	1	1	0,50767	0,03360	0,96937	0,01332	-0,00117	0,04357	994
5	№9	АРПСС(1,1,1)	1	1	0,45478	0,03152	0,96903	0,00804	-0,00119	0,03963	923
6	№12	АРПСС(2,1,1)	1	1	0,55670 0,12195	0,04222 0,04203	0,98194	0,01062	0,00191	0,05954	605
7	№13	АРПСС(1,1,1)	1	1	0,53689	0,03486	0,95796	0,01441	-0,00023	0,05440	929
8	№14	АРПСС(1,1,1)	1	1	0,42174	0,03157	0,96585	0,00927	0,00019	0,03844	994

Полученные результаты позволили установить ряд закономерностей в формировании процессов загрязнения атмосферного воздуха над крупными природно-промышленными комплексами.

Литература

- [1] Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов. Прогноз и управление. М.: Мир, 1974. – 406 с.
- [2] Радченко А.И. Математическая теория диффузии в приложениях. – Киев: Наукова думка, 1981. – 396 с.