

С.Ф. АРТИУХ, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПИ»;
Н.А. ЛЮБИМОВА, канд. техн. наук доц., НТУ «ХПИ»;

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ

В статье выполнена оценка параметров случайных процессов загрязнения окружающей среды энергетическими предприятиями, проведен анализ реализаций процессов загрязнения, а также анализ гистограмм, распределения значений процессов загрязнения.

Ключевые слова: загрязнение атмосферы, закон распределения, обработка, компонент атмосферного загрязнения.

Введение Энергетика является основным движущим фактором развития всех отраслей народного хозяйства. В то же время энергетическая промышленность вносит свой весомый антропогенный негативный вклад в загрязнение водного и воздушного до 32% бассейнов Украины. Так, например, в дымовых уходящих газах топливосжигающих установок содержатся оксиды углерода до 50%, оксиды серы до 20%, оксиды азота до 8%, углеводороды (5-20) %, сажа, минеральные производственные включения и другие. В атмосферу сбрасываются также более 200 высокотоксических веществ, а вместе с выходящими выхлопными и отработавшими газами и нагретой водой около (60 – 80) % всей полученной при сжигании углеводородного топлива теплоты. Что дополнительно приводит к тепловому загрязнению атмосферы.

Процессы загрязнения – это элементы технологической цепи, стабильность и точность функционирования которой, определяют стационарность и статическую предсказуемость появления таких нежелательных случайных событий, как экстремальные превышения норм природопользования (ПДВ, ПДС) в виде выбросов и сбросов [1].

Такие нарушения порождают дополнительную неопределенность при контроле процессов технологического загрязнения, усложняя вероятностные свойства и динамические особенности процессов [2].

Динамические модели многокомпонентных процессов загрязнения атмосферы и водных источников представлены рис. 1, а, б и 2, а, б. На них изображены типичные реализации процессов воздушного загрязнения выбросами ТЭС рис. 1, а, б и реализации процессов

© С.Ф. Артиух, Н.А. Любимова, 2014

фенольного загрязнения воды сбросами см. рис. 2, а, б [3].

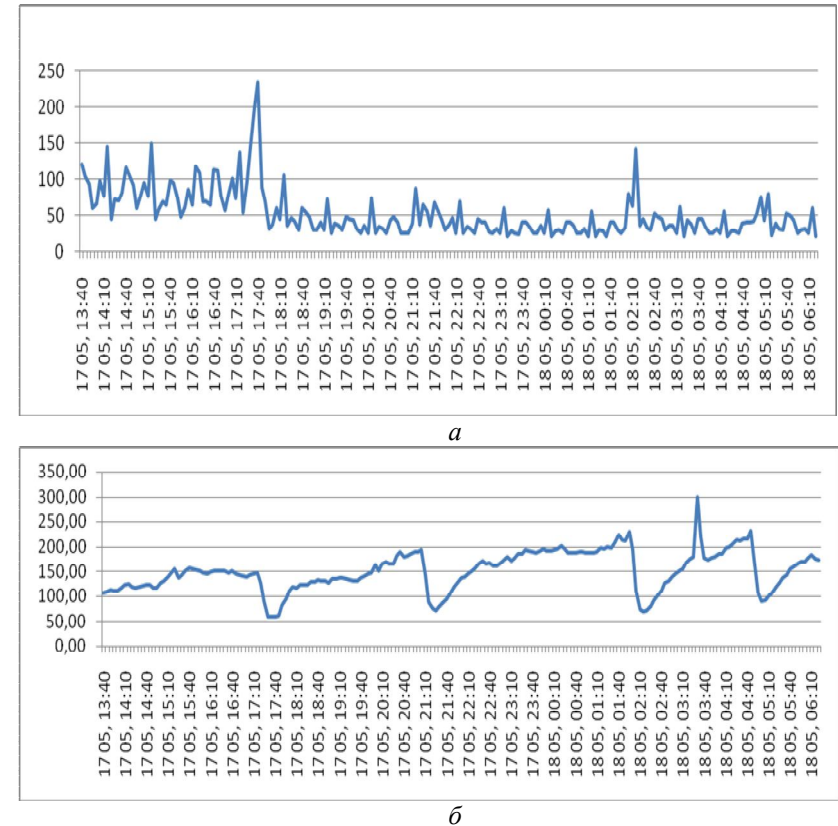
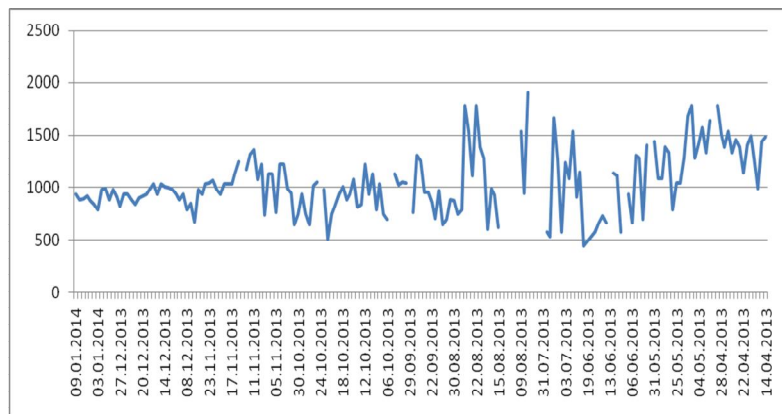


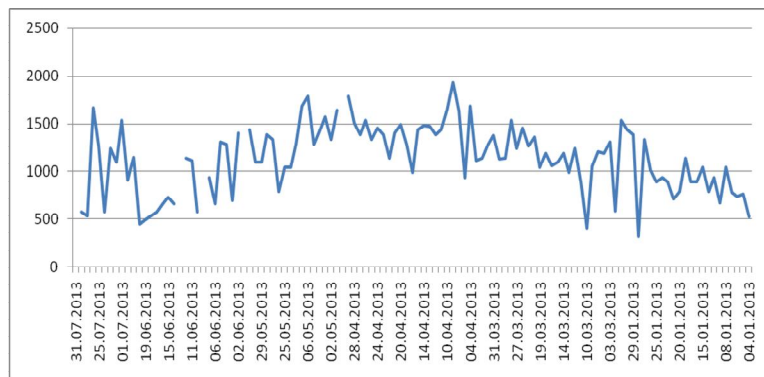
Рис. 1 – Типичные реализации загрязнения атмосферы физико-химическими компонентами отходов ТЭС: а – пыль; б – SO_2

Из рис. 1, а, б видно, что случайные процессы количественного изменения компонент атмосферного загрязнения отличаются сложными видами нестационарности одновременно по математическому ожиданию, спектру и закону распределения вероятностей.

Реализации рис. 2 отличаются меньшей динамикой, чем процессы на рис. 1. Однако, здесь также имеет место достаточно сложная нестационарность по математическому ожиданию и дисперсии.



а



б

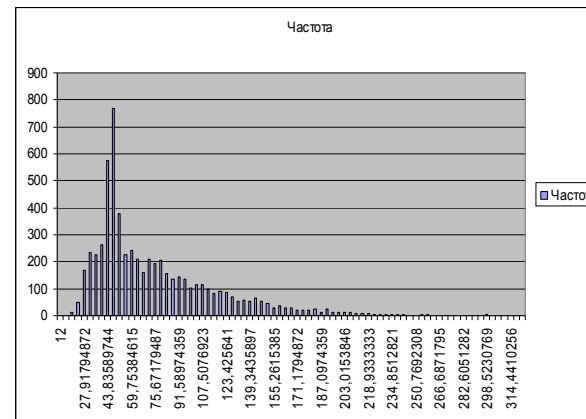
Рис. 2 – Типичные реализации загрязнения воды фенолами в сбросах: а – начало; б – середина технологического цикла

Оценка стационарности и спектральных особенностей приведенных процессов загрязнения позволит уменьшить априорную неопределенность и дает возможность для усовершенствования последующего контроля.

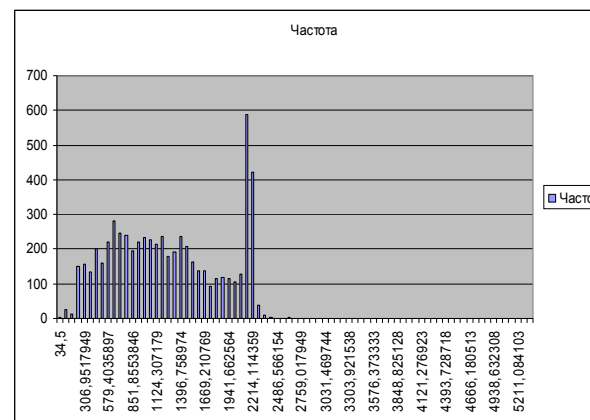
Законы распределения и моменты загрязняющих выбросов

Следует отметить, что реальные процессы загрязнения в большинстве случаев не являются гауссовскими процессами. На рис. 3, а, б представлены гистограммы законов распределения компонент «пыль» и

«SO₂» в процессах загрязнения воздушной среды отходами тепловых электростанций.



а



б

Рис. 3 – Типичные гистограммы законов распределения вероятностей в компонентах процессов воздушного загрязнения ТЭС: а – пыль; б – SO₂

Гистограммы рис. 3, а, б наглядно показывают несимметричность законов распределения процессов загрязнения и их отличие от вероятностной модели нормального закона.

В таблице 1 представлены точечные оценки числовых характеристик случайных процессов загрязнения по компонентам: «пыль», «SO₂», «NO_x», «CO», «O₂», (объем выборок N=6152 точки).

Из таблицы 1 видно, что коэффициенты асимметрии и эксцесса для контролируемых компонент загрязнения отличаются от нуля, что свидетельствует об их априори негауссовском распределении вероятностей.

Таблица 1 – Числовые характеристики процесса многокомпонентного воздушного загрязнения

Компонент загрязнения	Числовые характеристики процесса				
	средне	Дисперсия, σ^2	СКО, σ	коэффициент асимметрии	Коэффициент эксцесса
Пыль	73,25	1808,528	42,5267	1,561582	2,930962
NO _x	96,68525	726,4026	26,9518	0,384603	1,345558483
SO ₂	1230,80	389081,4	623,76389	0,164881	-0,919651
CO	122,6517	2140,277	46,26312	1,44879	5,733235
O ₂	5,6876	2,715175	1,6469	6,768785	54,687

Выводы. 1) Анализ реализаций процессов загрязнения показывает, что в них, наряду с одиночными экстремальными выбросами, присутствуют низкочастотные псевдогармонические составляющие. Последние могут считаться периодическими трендами со случайными амплитудами и фазами. Обобщенной моделью таких реализаций является случайный процесс с нестационарностью не только по математическому ожиданию, но и по спектру.

2) Анализ гистограмм, распределения значений процессов загрязнения, указывает на явное отличие законов распределения этих значений от закона Гаусса. Это отличие подтверждается и оценками числовых характеристик значений процессов загрязнения. Асимметрия их законов распределения характеризуется только положительными значениями. Коэффициенты асимметрии достаточно большие (от 1,5 до 6,7), коэффициенты эксцесса могут превышать значения от 5,7 до 54.

3) Априори негауссовские законы распределения реализаций процессов технологического загрязнения указывает на функциональную положительную зависимость дисперсии любого из процессов загрязнения от математического ожидания. Увеличение последнего (из-за нестационарности, например) повышает дисперсию процесса загрязнения, приводя к появлению локальных экстремальных выбросов.

Список литературы: 1. Росляков П.В. Контроль вредных выбросов в атмосферу / П.В.Росляков, И.Л. Ионкин, И.А. Закиров и др.; под ред П.В.Рослякова, М.: Изд. МЭИ, 2004.- 228 с. 2. Ионкин И.Л. Система непрерывного мониторинга и контроля вредных выбросов ТЭС в атмосферу / И. Л. Ионкин, П.В. Росляков, Л.Е.Егорова и др.: учебн. пособие. М.: Изд. МЭИ, 2000, - 158 с. 3. Любимова Н.А. Статистическая модель обнаружения нежелательных трендов контролируемых параметров газообразных выбросов энергетических предприятий / Н. А. Любимова // Электронное моделирование: К.: Выпуск №2. (V.36) - 2014

Bibliography (transliterated): 1. Rosljakov P.V., Ionkin I.L., Zakirov I.A. i dr.; pod red P.V.Rosljakova *Kontrol' vrednyh vybrosov v atmosferu*. Moscow: Moscow energetical institute, 2004. 2. Ionkin I.L. Rosljakov P.V. Egorova L.E. Sistema nepreryvnogo monitoringa i kontrolja vrednyh vybrosov TJeS v atmosferu. Moscow: Moscow energetical institute, 2000.. 3. Ljubimova N.A. *Statisticheskaja model' obnaruzhenija nezhelatel'nyh trendov kontroliruemym parametrom gazoobraznyh vybrosov jenergeticheskikh predpriyatij* Elektronnoe modelirovanie. No 2. 2014.

Поступила (received) 13.05.2014