

Об алгоритмах анализа и обработки экспериментальных временных рядов в системе экологического контроля

А.А. Белов

Федеральное агентство по образованию МУРОМСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования
«ВЛАДИМИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
602264, г. Муром Владимирской обл., ул. Орловская, 23, тел.: (49234) 77273
E-mail: kaf-eivt@yandex.ru

Одним из наиболее эффективных математических методов (по критериям погрешности и вычислительным затратам) для анализа и обработки нестационарных во времени временных рядов концентраций загрязняющих веществ является вейвлет-преобразование.

Применение вейвлет-преобразования позволяет сконцентрировать внимание на тех или иных локальных особенностях анализируемых временных рядов, которые не могут быть выявлены с помощью традиционного преобразования Фурье и других ортогональных преобразований [1]. Данный метод преобразования позволяет проводить весь цикл обработки и анализа временных экспериментальных рядов концентраций загрязняющих веществ, начиная от первичной обработки и анализа, заканчивая прогнозированием, восстановлением значений временных рядов данных об уровнях выбросов без проведения других промежуточных преобразований.

При применении вейвлет-преобразования существуют два основных подхода: алгоритмы, основанные на работе с коэффициентами разложения (первичная обработка, фильтрация, сжатие, прогнозирование и т.д.) и алгоритмы, основанные на многомасштабном анализе исследуемого сигнала (рассмотрение внутренней структуры анализируемых данных).

Подсистема анализа и обработки данных является важнейшей частью системы контроля за выбросами на промышленном предприятии (рис 1.).

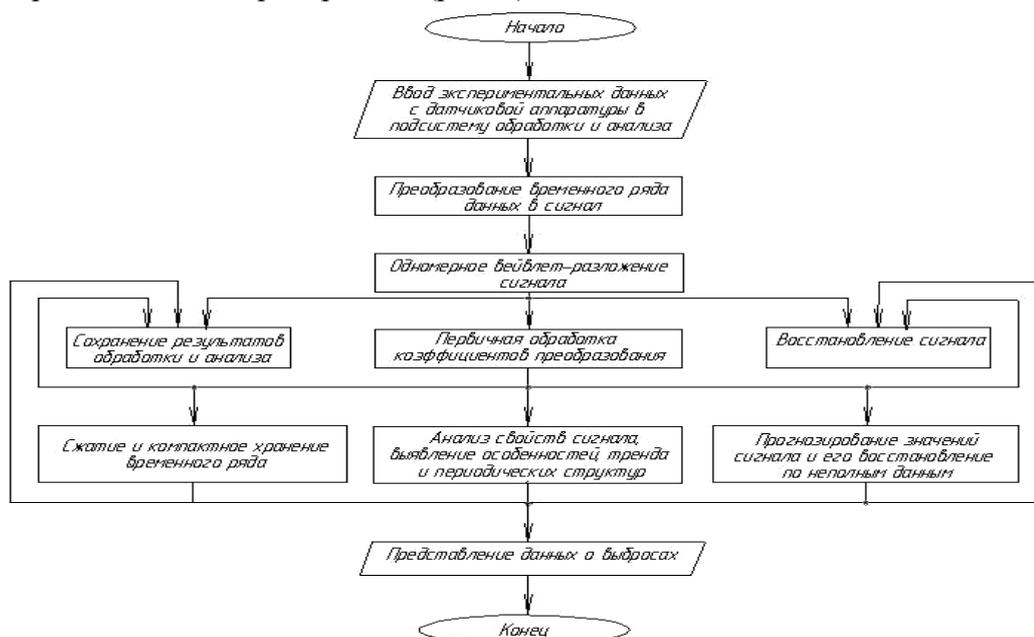


Рис. 1. Работа подсистемы анализа и обработки экспериментальных временных рядов

Процесс обработки и анализа временных рядов концентраций загрязняющих веществ начинается с процедуры сглаживания. Оно необходимо для повышения эффективности дальнейшей обработки и анализа временных рядов концентраций. Высокочастотная составляющая сигнала несет в себе минимум информации об основных тенденциях изменения концентраций загрязняющих веществ, поэтому её необходимо сгладить. Для этого проводится пороговая обработка детализирующих коэффициентов первых уровней разложения. Проведение сглаживания временного ряда позволяет повысить соотношение сигнал/шум тестового анализируемого временного ряда концентраций

После первичной обработки временного ряда начинается процесс анализа свойств сигнала, выявление особенностей периодических структур и тренда.

Периодические структуры определяют годовые, сезонные, месячные, недельные, суточные колебания концентраций загрязняющих веществ. На малых уровнях вейвлет-разложения (высокая частота анализирующей скейлинг и вейвлет-функции) выявляются суточные и недельные периодические структуры. Применение больших масштабов вейвлет-разложения позволяет выявить более редкие периодические процессы изменения концентраций загрязняющих веществ.

Вейвлет-преобразование позволяет выделить краткосрочные и долговременные тренды временных рядов концентраций загрязняющих веществ, а это может быть использовано при анализе динамики, прогнозировании и принятии управляющих решений, направленных на сокращение уровня выбросов загрязняющих веществ на промышленном предприятии.

Общее число датчиков системы экологического контроля может быть достаточно большим (к каждому компьютеру системы контроля по интерфейсу RS-485 подключается до 32 датчиков), а информация с датчиковой аппаратуры может собираться через короткие промежутки времени, поэтому необходимо сокращать объемы массивов накопленных значений временных рядов концентраций. Соответственно, перед сохранением временных рядов концентраций в архивную базу данных системы, необходимо осуществлять их сжатие на основе пороговой обработки (трешолдинга) вейвлет-коэффициентов разложения [2].

Существуют несколько методик по выбору оптимальных пороговых уровней отсечения детализирующих коэффициентов вейвлет-разложения ряда.

Важной задачей системы экологического контроля является восстановление и прогнозирование значений временных рядов концентраций. Для решения этой задачи осуществляется регрессионный анализ временных рядов концентраций на основе вейвлет-преобразования. Данная возможность обеспечивается разложением сигнала на усредненные аппроксимирующие и детализирующие составляющие, по которым можно составить функцию регрессии и восстановить ряд данных.

После проведения всех этапов анализа и обработки временного ряда его необходимо представить пользователю. Для этого используется процедура обратного вейвлет-преобразования.

Литература

1 Белов А.А, Кропотов Ю.А. Применение вейвлет - преобразований для обработки картографических данных в экологической ГИС // Известия Орел ГТУ. Серия

«Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии: информационные системы и технологии». 2008. №1 С. - 40 – 45.

2 Белов А.А., Бурман В.М., Кропотов Ю.А., Макаров С.В., Самарин А.Н., Суворова Г.П. Патент на полезную модель № 90577 «Система контроля за выбросами промышленного предприятия» от 10 января 2010 г.