

УДК 677:67.017:620.1.17:620.1.05:004.942

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЕ РЕГРЕССИИ ПРИ АНАЛИЗЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Севостьянов П.А., проф., Самойлова Т.А., доц., Родин А.А., маг.
Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина,
г. Москва, Российская Федерация

Ключевые слова: временные ряды, регрессионная модель, скользящие оценки.

Реферат. При анализе временных рядов важной задачей является выявление локальных изменений основных свойств, структуры и параметров временных рядов. Изменения такого вида встречаются во многих временных рядах технического, технологического и экономического происхождения. Как правило, они связаны с важными явлениями, например, началом разрушения материала, разладкой оборудования, приближением экономического кризиса. Предложен метод обнаружения локальных нарушений стационарности временных рядов. Данный метод позволяет выявлять нарушения стационарности неравномерности временных рядов, что может применять для обнаружения неровноты продуктов производства.

При анализе временных рядов (ВР) наименее разработанной задачей является обнаружение локальных изменений основных свойств, структуры и параметров ВР. Несмотря на популярность гармонического анализа и частотных спектров [1,2,3], существуют альтернативные методы оценки неравномерности ВР, например, обобщенный гармонический анализ и сингулярный спектральный анализ. Для обнаружения локальных нарушений неравномерности наиболее эффективным считают вейвлет-анализ [4,5,6,7,8]. Однако далеко не для всех видов локальных изменений этот анализ эффективен. На рисунке 1 приведены две реализации ВР, по 1000 отсчетов каждая.

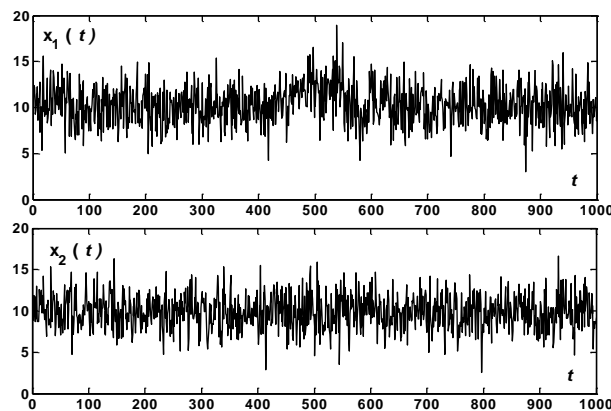


Рисунок 1 – Примеры ВР с локальными «скачками» на 20 % среднего (верхняя кривая) и СКО (нижняя кривая) в пределах от 450-го до 550-го отсчетов

В верхней реализации на длине интервала от 450 до 550 отсчёта среднее значение на 20 % больше среднего значения всего ВР. Такое отклонение легко обнаруживается вейвлет-анализом. У нижней реализации на этом же интервале при постоянном среднем уровне значений на 20 % увеличено среднеквадратическое отклонение (СКО). Такое увеличение вариативности значений ВР визуально себя не проявляет, а вейвлет-анализ его не диагностирует.

Предлагаемый метод обнаружения локальных нарушений стационарности ВР по дисперсии основан на процедурах аппроксимирующих регрессионных моделей для скользящих оценок дисперсии $D(t, L)$ на отрезках ВР длиной $2L$

$$D(t, L) = \frac{1}{2L} \int_{t-L}^{t+L} (x(u) - M(u, L))^2 du, \quad M(t, L) = \frac{1}{2L} \int_{t-L}^{t+L} x(u) du$$

В качестве локальной регрессионной модели использован полином второго порядка для дисперсии $D r(t) = C_0 + C_1 t + C_2 t^2$, который описывает накапливаемый поток значений $D(t, L)$, пока остается адекватным этому потоку. При нарушении адекватности регрессия оценивается заново.

На рисунке 2 показаны графики модельной функции $x(t)$ и скользящей дисперсии $D(t, T)$, вычисленной на интервалах $T = 100; 50$ и 25 отсчетов. Уже на кривых $D(t, T)$ виден «выброс» дисперсии в середине реализации $x(t)$. Еще более четко он проявляется при вычислении скользящей регрессии 2-го порядка (рис. 3) для $D(t, T)$.

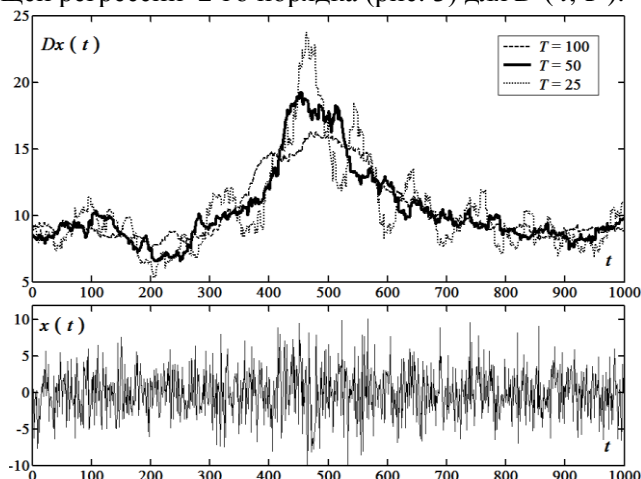


Рисунок 2 – ВР с локальным «скачком» СКО на 20 % в пределах от 450-го до 550-го отсчетов

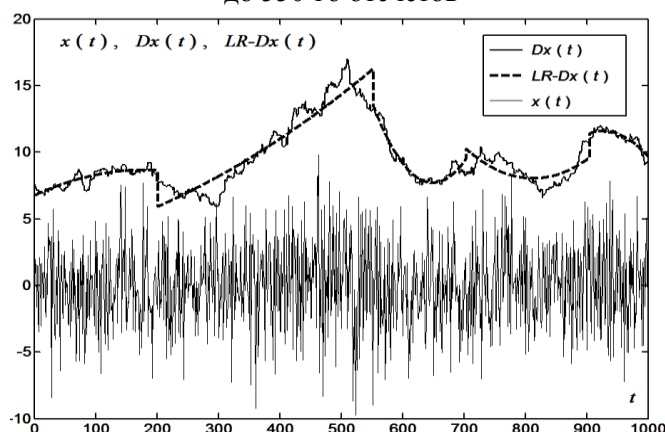


Рисунок 3 – Скользящая регрессия дисперсии полиномом 2-го порядка

Алгоритм предлагаемого метода обнаружения локальных нарушений стационарности ВР заключается в следующих шагах.

1. Вычисляют оценки анализируемой характеристики, например, дисперсии или СКО, в виде скользящих оценок с разными интервалами усреднения.

Для полученных скользящих оценок и для каждого из интервалов скольжения (усреднения) строят регрессионные модели от начала реализации до того момента, при котором регрессионная модель перестает быть адекватной.

Проверяют значимость коэффициентов регрессии при разных степенях аргумента. Если коэффициенты значимы, это означает, что исследуемая характеристика не стационарна, а значимость коэффициентов регрессии при t и t^2 говорит о возможности локального «выброса» характеристики, причем продолжительность выброса соответствует длине интервала усреднения, на котором коэффициент наиболее значим.

Таким образом, предложенный метод и алгоритм обнаружения «выбросов» позволяет диагностировать нарушения стационарности неравномерности ВР, в том числе, например, неровноты продуктов прядения: нитей, ленты, ровницы, пряжи, крученых изделий – не ре-

когносцируемые известными методами анализа и оценки неровноты. На примере сложного выброса в дисперсии неравномерности одномерного продукта показана хорошая диагностирующая способность предлагаемого метода.

Список использованных источников

1. Харкевич, А. А. Спектры и анализ. – М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1952. – 192 с.
2. Отнес, Р., Эноксон, Л. Прикладной анализ временных рядов. Основные методы: – М.: Мир, 1982. – 428 с.
3. Севостьянов, А. Г. Методы исследования неровноты продуктов прядения [Текст] : (Характеристики случайных функций и их применение). – Москва: Ростехиздат, 1962. – 386 с.
4. Севостьянов, П. А. Некоторые специальные методы и алгоритмы обработки и анализ временных рядов: учебное пособие / П. А. Севостьянов, Л. М. Городенцева, Ю. Б. Зензинова. – Москва: РГУ им. А. Н. Косыгина, 2017. – 99 с.
5. Севостьянов, П. А., Ордов, К. В. Основы анализа и моделирования данных в технике и экономике. – М. «Тисо Принт», 2015. – 412 с.
6. Севостьянов, П. А., Самойлова, Т. А. Прогнозирование структурных изменений в потоке данных с использованием связанных временных рядов // Материалы докладов 51-й международной научно-технической конференции преподавателей и студентов, посвященной году науки в двух томах. Том 1. – 2018. – 468 с. – С. 344–347.
7. Севостьянов, П. А., Разумеев, К. Э., Самойлова, Т. А. О влиянии случайных факторов на выравнивание и смешивание при кардочесании // Материалы докладов 52-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов в двух томах. Том 2. – 2019. – 384 с. – С. 320–322.
8. Севостьянов, П. А., Самойлова, Т. А., Монахов, В. И. О действии флуктуационно-диссипационной теоремы при релаксации напряженных состояний в волокнистых материалах и изделиях // Материалы докладов 52-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов в двух томах. Том 2. – 2019. – 384 с. – С. 323-325.

УДК 681.677.11.021

**СОВРЕМЕННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ
ВЛАЖНОСТИ ЛУБЯНОГО СЫРЬЯ –
ГАРАНТИЯ КАЧЕСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ**

*Тихосов А.С., асп., Клевцов К.Н., проф., Путинцева С.В., доц.
Херсонский национальный технический университет, г. Херсон, Украина*

Ключевые слова: лубяные культуры, технологическая влажность, льняная треста.

Реферат. *Научное обоснование необходимости контроля влажности лубяного сырья в соответствии с действующими стандартами и значение этого контроля в повышении качества получаемой продукции после осуществления технологических операций.*

Влажность стеблей лубяных культур и волокна является важнейшей технологической характеристикой, так как от количества влаги в волокнистых материалах зависит их хранение, биологический процесс расстила – получение тресты из стеблей соломы, а также механический процесс получения волокон. Так, содержание костры в конопляном и льняном волокнах после обработки на декортикаторе стеблей тресты зависит от влажности стеблей тресты.

Поэтому важным является постоянный контроль влажности стеблей лубяных культур в процессах заготовки, хранения и механической переработки волокон.

Основной целью работы является научное обоснование необходимости контроля влажности лубяного сырья в соответствии с действующими стандартами и значение этого кон-