

УДК 677.022.48

А.Д. СЕМЁНОВ, В.В. ВОЛКОВ, В.М. КАРГИН, С.В. ВОЛКОВ

Пензенский государственный университет

440026, РФ, г. Пенза, ул. Красная, 40

**АНАЛИЗ ЧИСЛОВОГО РЯДА ПЛОТНОСТИ СТАВКИ КИП ПРИ
ВЕРХНЕМ ОТБОРЕ ВОЛОКНА МЕТОДОМ СИНГУЛЯРНОГО
РАЗЛОЖЕНИЯ.**

© 2013, А.Д. Семёнов, В.В. Волков, В.М. Каргин, С.В. Волков

Предложено использовать метод сингулярного разложения при анализе числовых рядов плотности ставки кип.

Ключевые слова: кипный питатель, ставка кип, неровнота, сингулярное разложение, траекторная матрица, собственные числа и векторы.

A.D. SEMYONOV, V.V. VOLKOV, V.M. KARGIN, S.V. VOLKOV

Penza State University

440026, RF, Penza, Krasnaya St., 40

**THE ANALYSIS OF THE NUMBER SERIES OF BALE STACKING
DENSITY BY FIBER UPPER SELECTION THROUGH THE SINGULAR
DECOMPOSITION METHOD**

© 2013, A.D. Semyonov, V.V. Volkov, V.M. Kargin, S.V. Volkov

The authors have proposed to use the singular decomposition method by the analysis of the number series of bale stacking density.

Key words: bale feeder, bale stacking, variation, singular decomposition, trajectory matrix, proper numbers and vectors.

Колебания производительности питающих машин поточной линии приводят к её нестабильной работе, оказывая тем самым непосредственное влияние на неровноту продуктов прядения. В работе [1] отмечается, что изменение плотности ставки кип по высоте оказывает существенное влияние на колебания производительности поточной линии и неровноту полуфабрикатов последующих переходов. Анализ числовых рядов плотности ставки кип позволит выявить основные компоненты числового ряда, приводящие к нестабильности производительности, и установить причины вызывающие эту нестабильность.

Анализ числовых рядов достаточно хорошо разработан и основной трудностью в этом случае является выбор методов анализа, обеспечивающих его эффективность. Для рассматриваемого случая, когда числовой ряд содержит значительную трендовую составляющую, обусловленную неоднородностью объемной плотности волокна у кип (к центру от краев она возрастает [1]), наиболее целесообразным методом анализа является сингулярное разложение такого ряда [2].

Если задан числовой ряд $f(n)$ длины N , образованный последовательностью равноотстоящих значений функции $F = (f_0, \dots, f_{N-1})$ то искомая (траекторная) матрица принимает вид:

$$\mathbf{X} = \begin{pmatrix} f_0 f_1 f_2 \dots f_{K-1} \\ f_1 f_2 f_3 \dots f_K \\ f_2 f_3 f_4 \dots f_{K+1} \\ \cdot \\ \cdot \\ f_{L-1} f_L f_{L+1} \dots f_{N-1} \end{pmatrix},$$

где L - некоторое число, называемое длиной окна, причем $1 < L < N$, $K = N - L + 1$

Одной из трудностей, возникающих при таком разложении, является выбор длины окна L , на основе которого формируется исходная матрица. Многочисленные рекомендации по выбору длины окна приводятся в [3].

Если основываться на допущениях о разделимости исходного ряда, то возможна группировка элементарных матриц X_i , получающихся в результате сингулярного разложения исходной матрицы $X = \sum X_i$, на ряд групп, образующих в результате диагонального усреднения, трендовую $f_T(n)$, периодическую $f_P(n)$ и случайную $f_C(n)$ составляющие исходного ряда.

$$f(n) = f_T(n) + f_P(n) + f_C(n)$$

При этом трендовая составляющая не должна содержать других составляющих и её дисперсия должна быть минимальна $\|f_T(n)\| - \min$. Следовательно, при выборе длины окна L нужно стремиться минимизировать дисперсию трендовой составляющей.

На рисунке 1 показано изменение плотности ставки кип по высоте. Плотность ставки вычислялась как отношение массы волокна, снимаемой за один проход кипного питателя к высоте опускания его отбирающего узла, которая в эксперименте была равна 6 мм.

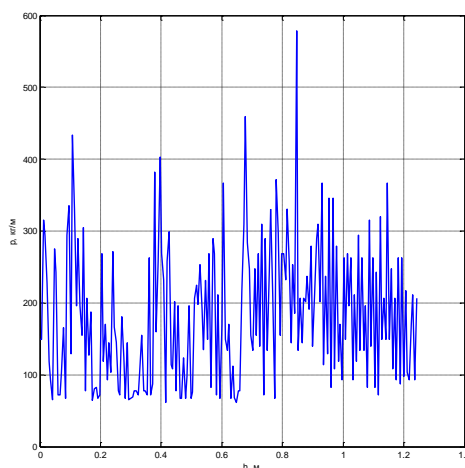


Рисунок 1 - Изменение плотности ставки кип хлопка по высоте.

Анализ одномерных графиков собственных векторов, полученных из элементарных матриц X_i , путём их диагонального усреднения позволил установить, что наибольший вклад в исходный числовой ряд (более 90 %) составляет трендовая составляющая.

вносит медленно изменяющийся первый собственный вектор, который и является трендовой составляющей исходного ряда.

На рисунке 2 приведено изменение первого собственного вектора в зависимости от длины окна L .

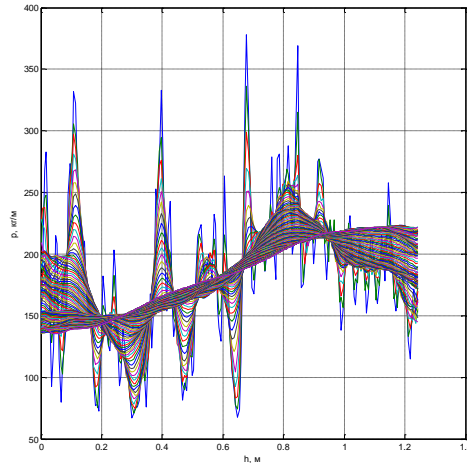


Рисунок 2 - Изменение первого собственного вектора в зависимости от длины окна L .

На рисунке 3 показано изменение дисперсии первого собственного вектора от длины окна L .

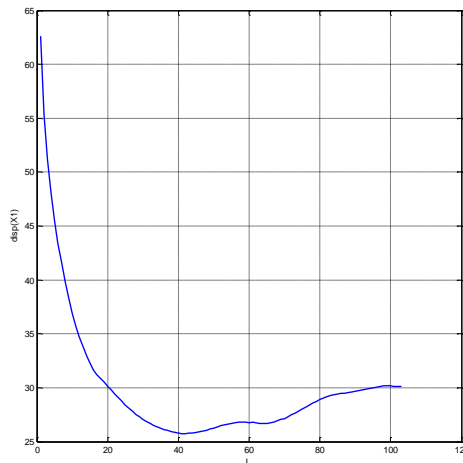


Рисунок 3 - Изменение дисперсии первого собственного вектора в зависимости от длины окна L .

График дисперсии имеет чётко выраженный минимум при $L = 42$, что подтверждает предположение об экстремальной зависимости дисперсии трендовой составляющей от длины окна L .

На рисунке 4 показано изменение первого собственного вектора или трендовой составляющей числового ряда плотности ставки кип по высоте при длине окна $L = 42$.

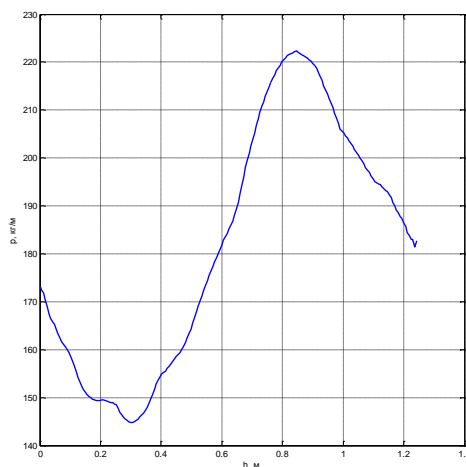


Рисунок 4 - Изменение трендовой составляющей числового ряда плотности ставки кип по высоте.

Снижение плотности кипы в начальный момент отбора обусловлено неравномерностью релаксации кип при их распаковке.

Рассмотрение десятичных логарифмов собственных чисел D траекторной матрицы X (рисунок 5), позволяет ограничиться первыми пятью собственными векторами при аппроксимации исходного числового ряда. Остальные составляющие малозначимы и определяют случайную составляющую анализируемого ряда (рисунок 6).

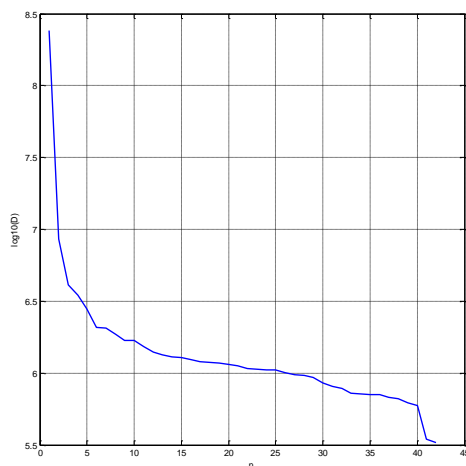


Рисунок 5 - Десятичные логарифмы собственных чисел D траекторной матрицы.

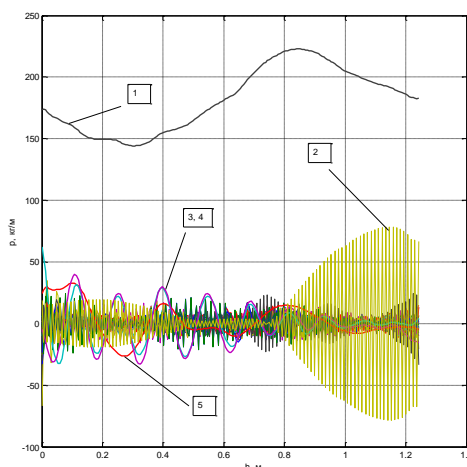


Рисунок 6 – Собственные векторы траекторной матрицы числового ряда при длине окна $L = 42$.

Первый собственный вектор, как уже отмечалось, определяет тренд плотности кипы.

Второй вектор обусловлен неравномерностью отбора волокна при проходе кипного питателя в прямом и обратном направлении. Эта неравномерность вызывается не параллельностью положения отбирающего узла к плоскости спрессованных слоев кипы. В рассматриваемом случае она начинает проявляться при отборе последней трети ставки.

Периодичность третьего, четвертого и пятого собственного вектора вызваны слоистостью кип, возникающей при их прессовании.

Выводы

1. Показана эффективность метода сингулярного разложения числовых рядов плотности ставки кип при верхнем отборе волокна.
2. Сингулярное разложение исходного ряда позволило выявить его трендовую, периодическую и случайную составляющие.
3. Анализ трендовой и периодической составляющей позволил выявить источники неровноты ставки по высоте, обусловленные технологией приготовления кип и несовершенством технологии верхнего отбора.

Список литературы

1. Семенов А.Д., Волков В.В., Котов В.В. Влияние физико-механических свойств ставки кип на внешнюю неровноту ее переработки // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности, № 1, с. 48-51.
2. Broomhead D., King G. Extracting qualitative dynamics from experimental data. // Physica D. - 1986.— V. 20. -P. 217–236.
3. Голяндина Н.Э. Метод «Гусеница» - SSA: анализ временных рядов: учебн. пособие / Н.Э. Голяндина. – СПб.: ВВМ, 2004. – 52.