ткачества кафедры «Технология текстильного производства» Камышинского технологического института (филиал Волгоградского государственного технического университета) был проведен эксперимент по исследованию влияния заправочных параметров ткацкого станка СТБ-2-216 на физико-механические свойства ткани бязь. Результатом проведенного эксперимента явилось получение диаграммы зависимости натяжения нитей за оборот главного вала станка. Данная диаграмма в соответствии с вышеуказанным алгоритмом разбивалась на равные интервалы с шагом интерполяции h=5, 10, 15, 20, 30, 40, 60, 80, 120 град. После составления диагональных таблиц разностей и нахождения коэффициентов полинома было получено девять различных математических моделей.

В зависимости от выбранного шага математические модели имели следующие величины относительной средней квадратической ошибки для всех значений аргумента (см. табл.1).

Таблица 1. Показатели относительной средней квадратической ошибки в зависимости от шага интерполяции

Шаг интерполяции	Величина относительной средней квадратической ошибки на интервале (0; 360 град.), %	Величина относительной средней квадратической ошибки на интервале (80; 280 град.), %
5	84,29	100,00
10	68,49	81,94
15	56,80	61,34
20	42,50	37,04
30	23,94	10,97
40	117,59	2,84
60	3,77	3,28
80	5,53	4,33
120	96,83	15,25

Из таблицы 1 видно, что наименьшую относительную среднюю квадратическую ошибку на интервале (80; 280 град.) имеет математическая модель с шагом интерполяции h=40 град. Кроме того, особенностью использования полинома Ньютона является то, что высокая точность достигается только для тех точек, которые расположены в середине интервала. Математическая модель, обладающая большей точностью для точек, близких к середине интервала, имеет следующий вид:

$$\begin{aligned}\mathbf{P}(\mathbf{x}) := {} & 0.252144 + \mathbf{u}\cdot 0.115598 + \frac{1}{2!}\cdot\mathbf{u}\cdot(\mathbf{u}-1)\cdot 0.074725 - \frac{1}{3!}\cdot\mathbf{u}\cdot(\mathbf{u}-1)\cdot(\mathbf{u}-2)\cdot 0.203758 \ \ldots \\ & + \frac{1}{4!}\cdot\mathbf{u}\cdot(\mathbf{u}-1)\cdot(\mathbf{u}-2)\cdot(\mathbf{u}-3)\cdot 0.259888 - \frac{1}{5!}\cdot\mathbf{u}\cdot(\mathbf{u}-1)\cdot(\mathbf{u}-2)\cdot(\mathbf{u}-3)\cdot(\mathbf{u}-4)\cdot 0.406986 \ \ldots \\ & + \frac{1}{6!}\cdot\mathbf{u}\cdot(\mathbf{u}-1)\cdot(\mathbf{u}-2)\cdot(\mathbf{u}-3)\cdot(\mathbf{u}-4)\cdot(\mathbf{u}-5)\cdot 0.93122 \ \ldots \\ & + \frac{1}{7!}\cdot\mathbf{u}\cdot(\mathbf{u}-1)\cdot(\mathbf{u}-2)\cdot(\mathbf{u}-3)\cdot(\mathbf{u}-4)\cdot(\mathbf{u}-5)\cdot(\mathbf{u}-6)\cdot(-2.241154) \ \ldots \\ & + \frac{1}{8!}\cdot\mathbf{u}\cdot(\mathbf{u}-1)\cdot(\mathbf{u}-2)\cdot(\mathbf{u}-3)\cdot(\mathbf{u}-4)\cdot(\mathbf{u}-5)\cdot(\mathbf{u}-6)\cdot(\mathbf{u}-7)\cdot 4.911393 \ \ldots \\ & + \frac{1}{9!}\cdot\mathbf{u}\cdot(\mathbf{u}-1)\cdot(\mathbf{u}-2)\cdot(\mathbf{u}-3)\cdot(\mathbf{u}-4)\cdot(\mathbf{u}-5)\cdot(\mathbf{u}-6)\cdot(\mathbf{u}-7)\cdot(\mathbf{u}-8)\cdot(-9.815611)\end{aligned}$$

Выводы:

1) Проанализированы методы приближения функций, которые могут применяться для описания технологических процессов ткацкого производства.

2) На основе экспериментальных данных с использованием интерполяционного полинома Ньютона получены математические модели натяжения нитей основы при исследовании технологического процесса ткачества.

3) Предложена методика оценки эффективности полученных математических моделей путем определения относительной средней квадратической ошибки.

4) Разработан автоматизированный алгоритм по использованию метода приближения функций с применением интерполяционного полинома Ньютона для прогнозирования изменения натяжения на ткацком станке.

5) Разработаны рекомендации по использованию полинома Ньютона при анализе натяжения в технологическом процессе ткачества.

ОТОЖДЕСТВЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ФУНКЦИИ ВЕЙЕРШТРАССА-МАНДЕЛЬБРОТА ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ МИКРОУСКОРЕНИЙ

Подлеснова Д.П.
Институт энергетики и транспорта, Самарского государственного аэрокосмического университета, Самара

Фрактальная модель микроускорений с использованием действительной части функции Вейерштрасса-Мандельброта (ФВМ) [1] позволяет оценить уровень квазистатической компоненты микроускорений на борту КА [2]. В процессе моделирования од-

ним из ключевых является вопрос отождествления параметров ФВМ и характеристик физических условий, при которых создается поле микроускорений внутри рабочей зоны технологического оборудования при проведении на КА различных экспериментов.

Детально вопрос качественного отождествления рассмотрен в работах [3, 4], где было выяснено, что фрактальная размерность D является аналогом момента от управляющих ракетных двигателей системы ориентации и управления движением КА (УРД), а параметр b связан с инерционно-массовыми характеристиками больших упругих элементов КА (панелей солнечных батарей), прежде всего, погонной массой и длиной.

В данной работе рассмотрена задача получения функциональной зависимости среднего значения ФВМ и ее параметров в диапазонах их изменений, которые пригодны для моделирования. В работе [5] построены корреляционные зависимости среднего значения ФВМ от фрактальной размерности D при различных значениях b, которые представляют собой практически прямые линии с коэффициентом детерминации более 0,999. Однако видна зависимость коэффициентов линейной модели от параметра b: с ростом этого параметра возрастает как наклон прямых, так и их удаленность от начала координат.

Исследование зависимости коэффициентов линейной модели:

$$\overline{C}(t) = a_0 + a_1 \cdot D \qquad (1)$$

проводились с помощью метода наименьших квадратов. Вначале была построена линейная модель зависимости коэффициента a_1 от b. Коэффициент детерминации для этой модели составил 0,979, поэтому модель была усложнена: учет квадратичного слагаемого позволил увеличить объясненную часть дисперсии до 99,8%. Однако это значение коэффициента детерминации по-прежнему было ниже того значения, с которым модель (1) описывает корреляционные зависимости, приведенные на рис. 1 в работе [5]. Было принято решение учесть слагаемое, содержащее третью степень b. Значение коэффициента детерминации составило при этом 0,9995, что приблизительно соответствует (по крайней мере, не хуже) точности самой аппроксимации корреляционных зависимостей моделью (1).

Таким образом, исходя из проведенных исследований, можно сделать вывод о том, что коэффициенты в модели (1) a_0 и a_1 не постоянны, а зависят от b, причем, учет этой зависимости для коэффициента a_1 лучше всего проводить с помощью модели кубической параболы:

$$a_1 = c_0 + c_1 \cdot b + c_2 \cdot b^2 + c_3 \cdot b^3, \qquad (2)$$

которая позволяет объяснить практически все 100% дисперсии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Седельников А.В., Бязина А.В., Антипов Н.Ю. Использование функции Вейерштрасса-Мандельброта для моделирования микроускорений на борту КА //Сборник научных трудов X Всероссийского научно-технического семинара по управлению движением и навигации ЛА. Самара. 2002. с. 124-128.

2. Седельников А.В. Проблема микроускорений: 30 лет поиска решения //Современные наукоемкие технологии. – 2005 г. - № 4. – с. 15-22.

3. Седельников А.В., Бязина А.В., Иванова С.А. Статистические исследования микроускорений при наличии слабого демпфирования колебаний упругих элементов КА //Научные чтения в Самарском филиале РАО. – Часть 1. Естествознание. – М.: Изд. УРАО. – 2003. – 137 – 158.

4. Седельников А.В., Корунтяева С.С., Чернышева С.В. Выявление коридора значений параметров фрактальной функции Вейерштрасса-Мандельброта, при которых справедлив нормальный закон распределения функции //Современные наукоемкие технологии. - № 1. – 2006. – с. 85-87.

5. Седельников А.В., Корунтяева С.С., Подлеснова Д.П. Исследование динамики изменения среднего значения фрактальной функции Вейерштрасса-Мандельброта как случайной величины //Фундаментальные исследования. - № 4. – 2006. – с. 84-87.

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ЗАВИСИМОСТИ ПАРАМЕТРОВ ФУНКЦИИ ВЕЙЕРШТРАССА-МАНДЕЛЬБРОТА ДЛЯ ОЦЕНКИ МИКРОУСКОРЕНИЙ

Седельников А.В., Подлеснова Д.П.
Институт энергетики и транспорта, Самарского государственного аэрокосмического университета, Самара

После качественного отождествления параметров действительной части фрактальной функции Вейерштрасса-Мандельброта (ФВМ) относительно характеристик физических условий создания поля микроускорений на борту орбитального КА при проведении на нем технологических процессов [1] возникает вопрос построения приближенной функциональной зависимости, а затем – схемы выбора параметров ФВМ для получения оценки квазистатической компоненты микроускорений для различных конструктивно-компоновочных схем КА [2].

Квазистатическая компонента микроускорений практически не демпфируется во времени и может считаться случайной величиной [1]. Поэтому был выявлен коридор значений параметров ФВМ, где сама функция также соответствует понятию случайной величины [3, 4, 5]. В этом коридоре был построен ряд корреляционных зависимостей среднего значения ФВМ от ее параметров [6]. При фиксированном значении параметра b среднее значение ФВМ практически линейно (коэффициент детерминации больше 0,999) возрастает с ростом фрактальной размерности D ФВМ. Этот факт полностью соответствует следующим физическим условиям: при рассмотрении движения КА вокруг центра масс микроускорения в любой точке КА складываются из нормальной и касательной компонент. Нормальная компонента зависит