

УДК 677.02:004.8

## **РАЗРАБОТКА ЭМУЛЯТОРА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕРОВНОТЫ ВОЛОКНИСТЫХ ПОТОКОВ**

*А.В. ГРАЧЕВ, А.Г. ЗИНОВЬЕВ*

**(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)**

Неровнота волокнистого потока является важнейшим показателем текстильных изделий. Теоретический анализ неровноты одномерных волокнистых потоков осуществлялся сначала на основе рассмотрения неровноты потока как случайной величины, а затем и как случайной функции. Ре-

зультаты исследований в этом направлении зарубежных и российских ученых обобщены в работах [1...3]. Развитие компьютерных технологий позволило перейти к рассмотрению моделей волокнистого потока на основе метода статистического моделирования [3...5].

Однако в настоящее время отсутствуют программные системы, позволяющие создавать различные модели формирования волокнистого потока, комплексно их исследовать с точки зрения разных критериев неровноты потока в доступном для эксперта-технолога режиме.

Программная система, обладающая вышеперечисленными признаками, реализована в среде Delphi 7. Она названа нами технологическим эмулятором (Emulex) [6] и рассматривается ниже.

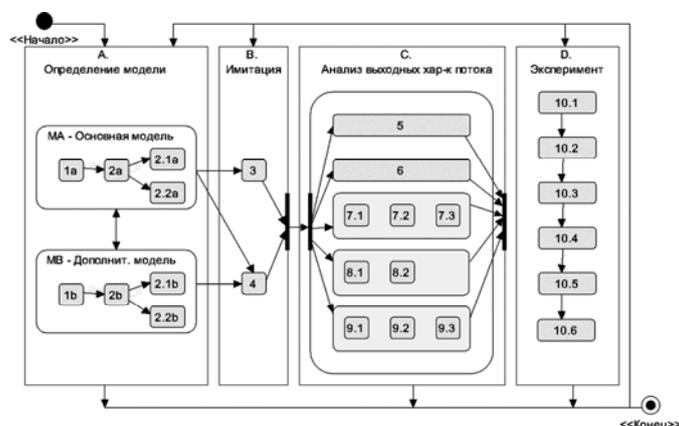


Рис. 1

На рис.1 приведена общая структурная схема эмулятора. Система обеспечивает реализацию 4-х этапов моделирования: А – задание моделей волокнистого потока на концептуальном и параметрическом уровнях; В – компьютерная реализация моделей методом статистической имитации; С – определение выходных характеристик волокнистого потока; D – планирование, проведение и обработка однофакторных экспериментов.

На этапе А предусмотрена возможность формирования не только основной модели МА, но и дополнительной МВ, используемой экспертом для сравнения. При формировании моделей МА и МВ сначала осуществляется концептуальное моделирование волокнистого потока, ре-

ализуемое на основе просмотра дерева возможных признаков модели, выбора экспертом интересующих его признаков (этап 1а, 1b на рис.1). В качестве признаков используются: форма базового волокнистого элемента (сегмент, крючковатая, зигзагообразная или синусообразная), ориентация элементов, наличие комплексных элементов и способ их образования из базовых, алгоритмы укладки элементов, способы управления процессом формирования волокнистого потока. Далее задаются числовые (2.1а и 2.1b) и функциональные (2.2а и 2.2b) параметры модели. В последнем случае предусмотрена визуализация текущих распределений случайных технологических параметров.

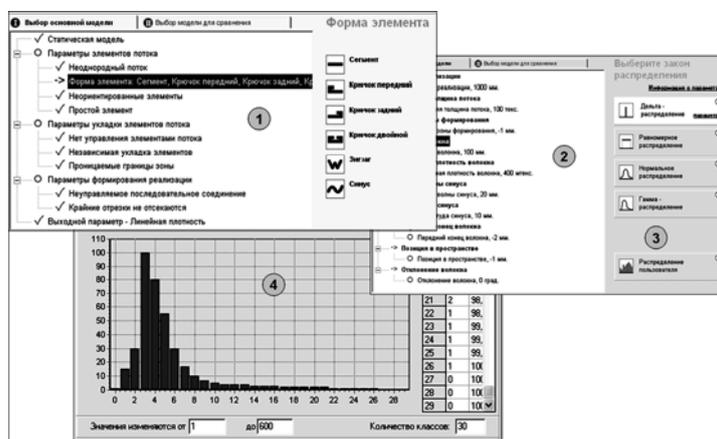


Рис. 2

На рис. 2 в окне 1 приведен пример задания признаков модели для случая неоднородных элементов (волокон всех допустимых в системе форм).

В окне 2 осуществляется задание числовых параметров модели, в области 3 выбираются законы распределения, а в окне 4 показан пример задания пользовательского закона распределения для длины льняных волокон, построенного по данным пользователя.

Этап В предусматривает 2 варианта проведения статистической имитации

(рис.1): 3 – ускоренная имитация без визуализации волокнистого потока; 4 – имитация с визуализацией и анимацией. В последнем случае предусматривается визуализация: элементов волокнистого потока с учетом его формы; ориентации элемента; числа волокон в одиночном элементе; следа линейной плотности волокнистого элемента (масса, приходящаяся на единицу проекции волокнистого элемента); анимация процесса формирования потока (появление волокон и их укладка); визуализация текущей реализации потока.

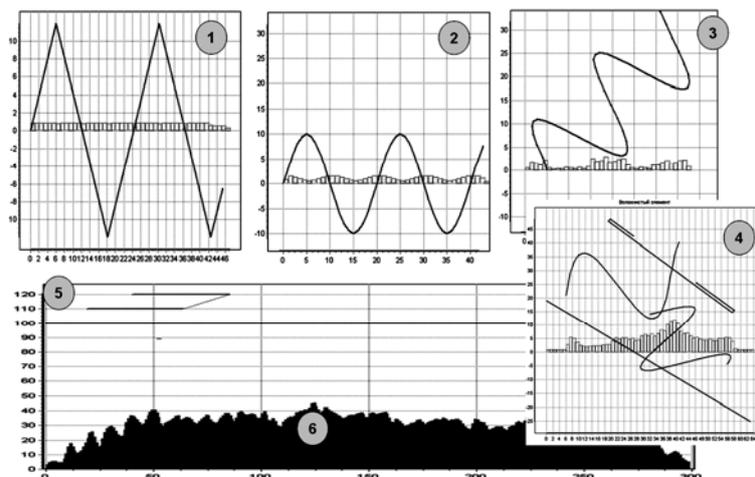


Рис. 3

На рис. 3 в окнах 1...4 графически показаны различные волокнистые элементы с отображением следа их линейной плотности в направлении продольной оси потока. В окне 5 показано 2 волокна, верхнее из которых получено в результате случайной генерации переднего конца волокна на определенном отрезке зоны формирования (окно 6), а нижнее – в результате случайного смещения, определяемого выбранным алгоритмом стохастического управляемого формирования волокнистого потока.

На этапе С для удобства работы эксперта-технолога предусмотрен вывод комплекса характеристик (рис. 1): 5 – реализация волокнистого потока по числу волокон или по линейной плотности; 6 – числовые характеристики потока (среднеквадратическое отклонение, квадратическая неровнота, число волокон, образу-

ющих поток, значение теоретической квадратической неровноты пуассоновского потока); 7 – амплитудный спектр по числу волокон или линейной плотности (7.1), а также плотности передних концов волокон (7.2), сдвига между передними концами волокон (7.3); 8 – двумерная визуализация потока как по передним концам волокон (8.1), так и по волокнам с учетом имитируемых форм; 9 – гистограммы для числа волокон или линейной плотности потока (9.1), для плотности передних концов волокон (9.2), для сдвига между передними концами волокон (9.3).

Этап D реализуется в случае необходимости более подробного исследования влияния неслучайных параметров на квадратическую неровноту потока. Данный этап строится из следующих компонентов (рис.1): 10.1 – выбор фактора; 10.2 – задание условий однофакторного экспе-

римента; 10.3 – автоматическое проведение компьютерного эксперимента с моделью; 10.4 – обработка результатов эксперимента; 10.5 – визуализация результата в виде графиков; 10.6 – сохранение результатов эксперимента и его сравнение с ранее проведенными экспериментами.

Гибкость системы Emulex обеспечивается путем разнообразных переходов между различными этапами, что показано на рис. 1 стрелками.

Рассмотрим в качестве примера исследование модели Hannah и Rodden в эмуляторе.

Символьная модель Hannah и Rodden [7] имеет вид:

$$C_m = \frac{100}{\sqrt{\bar{m}}} \sqrt{1 - \frac{\bar{\ell}}{b}} + \frac{\bar{\ell}^2}{2b^2}.$$

Она отражает зависимость квадратичской неровноты потока  $C_m$  от среднего числа волокон  $\bar{m}$ , средней длины волокна  $\bar{\ell}$  и протяженности зоны формирования  $b$  волокнистого потока для случая, когда протяженность зоны формирования больше средней длины волокна.

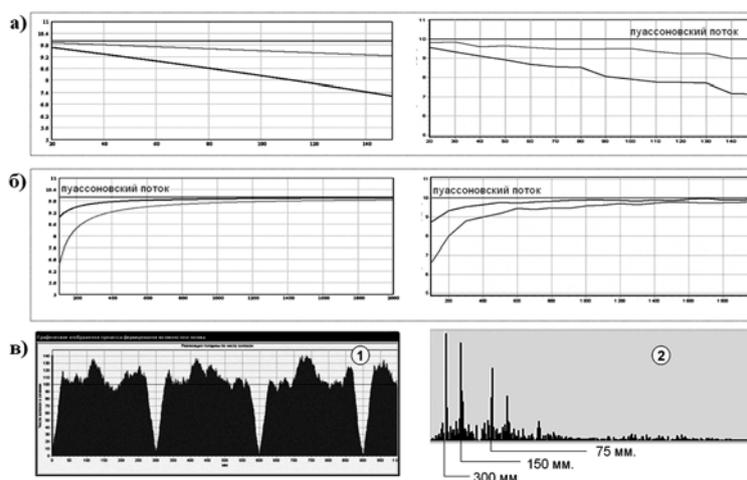


Рис. 4

На рис. 4-а приведены результаты расчетов по формуле Hannah и Rodden (слева) и результаты компьютерного эксперимента (справа) в эмуляторе по влиянию средней длины волокна на неровноту потока при фиксированной протяженности зоны формирования. Сравнение графиков показывает, что результаты практически совпадают. При фиксированной протяженности зоны формирования с ростом длины волокна неровнота потока по числу волокон уменьшается, оставаясь меньше неровноты теоретического пуассоновского потока.

В случае изменения протяженности зоны формирования (рис. 4-б) наблюдается рост неровноты потока. При этом неровнота потока приближается снизу к неровноте пуассоновского.

При фиксированной протяженности зоны формирования волокнистый поток на большой длине представляет собой последовательное соединение реализаций (см. окно 1 на рис. 4-в). Этот аспект не отображает вышеприведенная формула Hannah и Rodden. Анализ неровноты потока, получаемого в результате последовательного соединения реализаций, выявляет наличие периодической неровноты. Это хорошо видно на рис. 4-в в окне 2, где показан амплитудный спектр, построенный на основе реализации по числу волокон. Таким образом, использование эмулятора позволяет получить новую информацию даже для известных теоретических моделей формирования волокнистого потока.

1. Разработана специальная программная система (эмулятор) для исследования неровноты гипотетических волокнистых потоков методом статистической имитации, позволяющая создавать модели на качественном уровне как совокупности качественных и количественных признаков, описывающих свойства элементов волокнистого потока, способов его формирования с учетом возможности анимации, а также исследовать их с точки зрения величины и характера неровноты волокнистого потока с возможностью проведения сравнительных однофакторных экспериментов.

2. Испытания эмулятора показали, что даже для известных моделей он может предоставлять дополнительную информацию по неровноте получаемых волокнистых потоков.

3. Структура признаков, заложенных в эмуляторе, позволяет создавать новые модели формирования потоков с учетом детерминированного и стохастического управления процессом формирования потока.

1. *Севостьянов А.Г.* Методы исследования неровноты продуктов прядения. – М.: Ростехиздат, 1962.

2. *Гинзбург Л.Н., Хавкин В.П., Винтер Ю.М., Молчанов А.С.* Динамика основных процессов прядения. – Часть I. – М.: Легкая индустрия, 1970.

3. *Привалов С.Ф., Могильный А.Н., Гусаков А.В.* Методы количественной оценки качества текстильных материалов и изменение их свойств под действием внешних факторов. – Часть I. Современные методы количественной оценки качества текстильных материалов. – СПб.: ООО "Недра", 2000.

4. *Wegener W., Ehrler P.* Problem der Simulation realer Faserverbände // *Melland Textilberichte*. – №3, 1970. S.256...260, №4. S.378...383.

5. *Сухарев В.В., Севостьянов П.А., Винтер Ю.М.* Автоматизированный анализ неровноты по линейной плотности продуктов прядения. – М.: Деп. в ЦНИИТЭлегпром, 1999.

6. *Грачев А.В., Зиновьев А.Г.* Система автоматизированного моделирования формирования волокнистого потока. – М.: ВНИИЦ, 2003. – №50200300973

7. *Hannah M., Rodden B.* Variance-Length relations in a Yarn with Restricted Variation in Fibro Position // *J. Textile Xnet*. – 1956, P.402...412.

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов. Поступила 01.12.06.