

**КОМПЬЮТЕРНОЕ ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
СТРОЕНИЯ ТКАНИ ПОЛОТНЯНОГО ПЕРЕПЛЕТЕНИЯ  
НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ФОРМИРОВАНИЯ\***

**COMPUTER THREE-DIMENSIONAL MODELING OF STRUCTURE  
OF PLAIN WEAVE FABRIC ON DIFFERENT STAGES OF FORMATION**

*Д. В. ЗАЙЦЕВ, А. П. ГРЕЧУХИН*  
*D.V. ZAYTSEV, A.P. GRECHUHIN*

(Костромской государственный технологический университет)  
(Kostroma State Technological University)  
E-mail: niskstu@yandex.ru

*В статье приводится алгоритм для расчета координат вершин полигонов, образующих поверхность нити в ткани, на основе которого разработано оригинальное программное обеспечение в среде Borland Delphi с применением графической библиотеки OpenGL.*

*The article presents the algorithm for calculation of coordinates of polygon tops, forming the thread surface in a fabric, on the basis of which the original software in Borland Delphi medium using graphic OpenGL library has been developed.*

**Ключевые слова:** трехмерное моделирование строения ткани, программное обеспечение, полотняное переплетение.

**Keywords:** three-dimensional modeling of fabric structure, software, plain weave.

С каждым годом все больше возрастает объем использования трехмерной визуализации при проектировании практически любых объектов, в том числе текстильных материалов. Это связано с тем, что трехмерная визуализация позволяет проверить правильность производимых расчетов до создания реального объекта и, как следствие, снизить затраты на производство опытных образцов. Одной из основных концепций в проектировании и моделировании сегодня является применение технологии цифровых прототипов. Данная технология по современным меркам должна объединять в себе как математическую модель для описания объекта, его физических свойств и процессов, так и графическую трехмерную визуализацию.

В [1] предлагается концепция моделирования текстильных материалов, определенная автором, как "виртуальный текстиль", то есть вычислительный инструмент, позволяющий решать следующие задачи: прогнозировать свойства материала и его поведение при изготовлении и эксплуатации, а также визуализировать полученные результаты.

Создание трехмерных моделей ткани полотняного переплетения в зоне, близкой к зоне тканеформирования, зоне грудницы ткацкого станка, а также ткани снятой со станка проводилось в два этапа. На первом этапе необходимо получить параметры строения ткани для соответствующей зоны. Данные параметры получены из математической модели, разработанной на основе методики, предложенной в [2]. Дан-

\* Работа выполнена по проекту № НК-632П/38(3) в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 – 2013 годы.

ная модель положена в основу программного обеспечения [3], [4], в котором и производился расчет параметров строения ткани. Второй этап – расчет и построение трехмерной модели. Для трехмерной ви-

зуализации разработано оригинальное программное обеспечение в среде Delphi с применением графической библиотеки OpenGL.

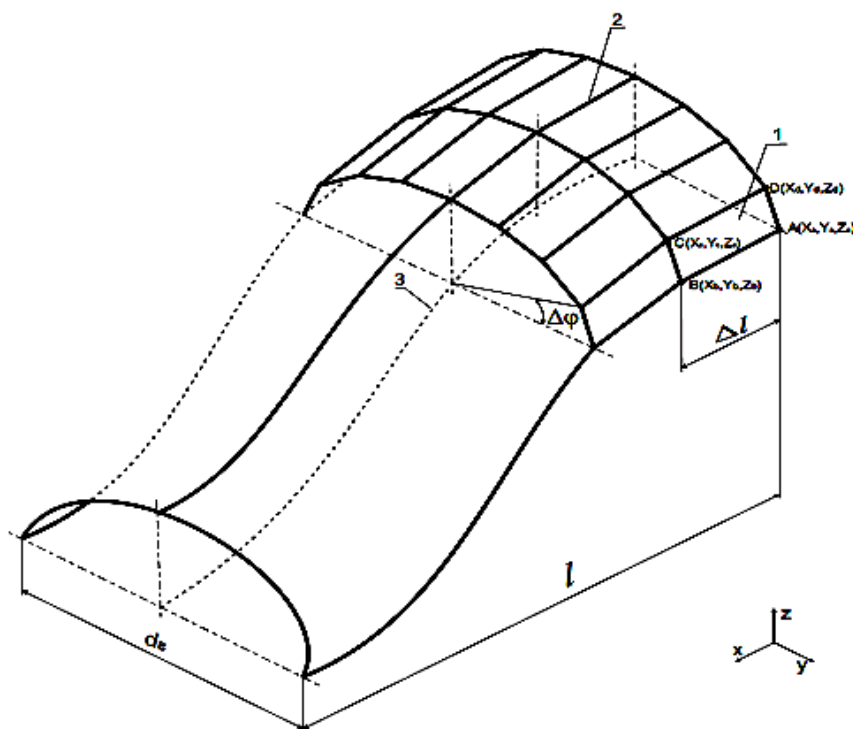


Рис. 1

Одной из функций, реализованных в данном программном обеспечении, является возможность отображать изменения структуры ткани в динамике. Расчет границ профиля нити в ткани, исходя из заданных параметров строения, производится на основе способа изложенного в [5]. Результатом расчета являются кусочно-непрерывные функции, задающие координаты верхней и нижней границ профиля и средней линии нити. Поверхность трехмерной модели нити задается четырехугольными полигонами.

Представим схему построения верхней части поверхности нити на рис. 1, где 1 – четырехугольный полигон с вершинами ABCD; 2 – верхняя граница профиля нити; 3 – средняя линия нити;  $l$  – расстояние между центрами нитей противоположной системы;  $d_t$  – горизонтальный диаметр нити.

Уравнение для описания верхней части поверхности нити в параметрическом виде можно записать следующим образом:

$$\begin{aligned} x &= t, \\ y &= \frac{1}{2} d_t \cos(\phi), \\ z &= (j_{cp}(t) - j_b(t)) \sin(\phi) + j_{cp}(t), \end{aligned}$$

где  $t$  – параметр, изменяющийся в пределах  $0 \leq t \leq l$ ;  $\phi$  – параметр, изменяющийся в пределах  $0 \leq \phi \leq \pi$ ;  $J_{cp}(t)$  – кусочно-непрерывная функция, описывающая траекторию средней линии нити;  $J_b(t)$  – кусочно-непрерывная функция, описывающая верхнюю границу профиля нити.

Алгоритм расчета координат вершин полигонов, образующих поверхность нити, представлен на рис. 2.

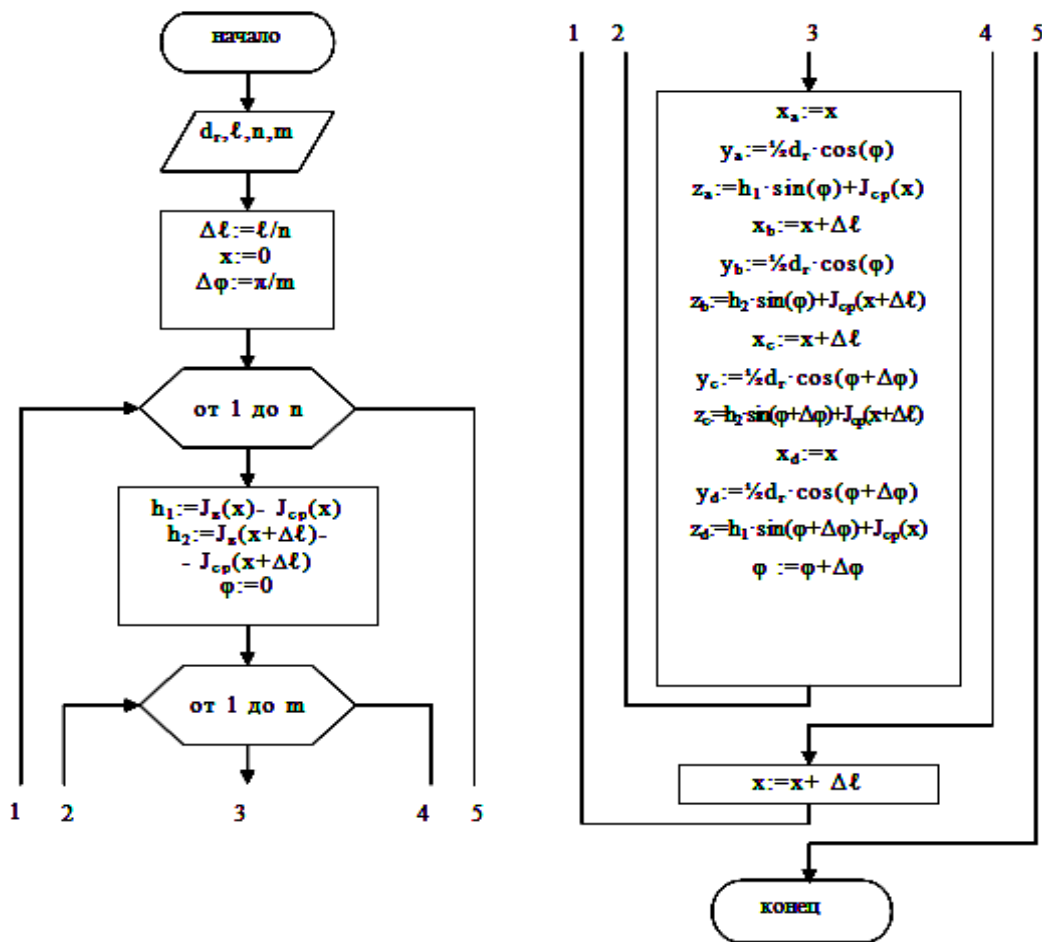


Рис. 2

Интерфейс разработанного программного обеспечения для трехмерной визуализации представлен на рис. 3. (На данном этапе исследований в программе имеется

возможность строить любые однослойные переплетения без расчета параметров строения).

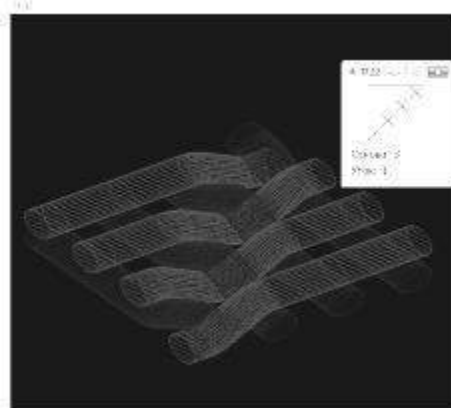
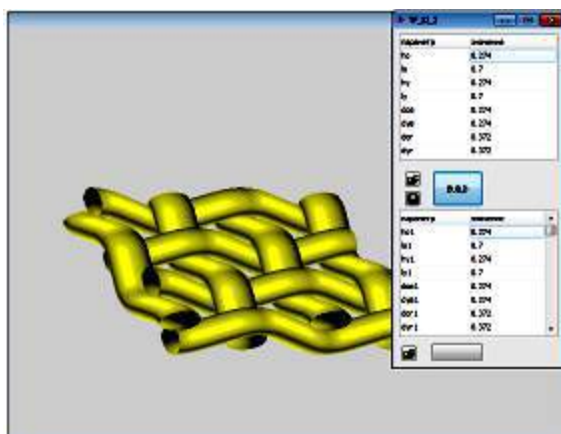


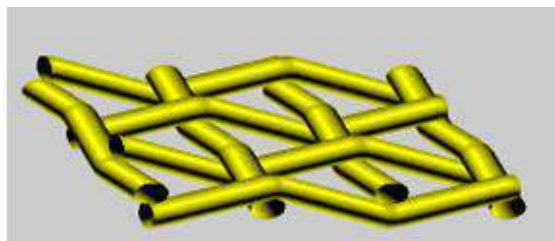
Рис. 3

Построение трехмерной модели ткани проводилось с учетом разработанной программы [4], которая позволяет рассчиты-

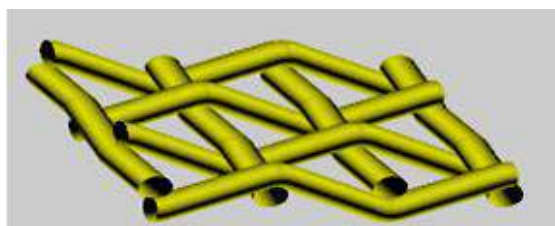
вать параметры строения ткани на основе нелинейной теории изгиба в различных зонах формирования.

## ВЫВОДЫ

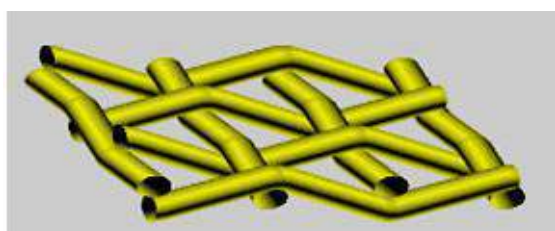
Визуализация структуры ткани на различных этапах формирования, рассчитанная в работе [4], представлена на рис. 4 (где а) – зона, близкая к зоне грудницы; б) – зона, близкая к зоне тканеформирования; в) – ткань снятая со станка).



а)



б)



в)

Рис. 4

Разработан алгоритм для расчета координат вершин полигонов, образующих поверхность нити в ткани и оригинальное программное обеспечение в среде Borland Delphi с применением графической библиотеки OpenGL, позволяющие строить трехмерные модели ткани и проектировать структуры ткани на различных этапах формирования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Lomov S.V., Verpoest I. WiseTex – Virtual Textile Reinforcement Software, In: proceedings of the 48<sup>th</sup> intern. SAMPE Symposium and Exhibition. / P. 1320...1334, 2003.
2. Гречухин А.П., Зайцев Д.В. Совершенствование методики прогнозирования параметров строения ткани полотняного переплетения на основе нелинейной теории изгиба / [электронный ресурс] <http://vestnik.kstu.edu.ru/>, 12 С.
3. Зайцев Д.В., Гречухин А.П. Реализация метода расчета параметров строения ткани полотняного переплетения на основе нелинейной теории изгиба // Научн. тр. молодых ученых. – Кострома: КГТУ, 2012. Вып. 13. С. 42...46.
4. Зайцев Д.В., Гречухин А.П. Расчет параметров строения тканей полотняного переплетения на основе нелинейной теории изгиба. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2012612560 от 11.03.2012.
5. Гречухин А.П., Селиверстов В.Ю. Способ построения профиля нити в ткани // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 5. С. 52...55.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 01.06.12.