

УДК 677.024.1

**МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ ОБЪЕМНОЙ МОДЕЛИ
ОДНОСЛОЙНОЙ РЕМИЗНОЙ ТКАНИ**

**THE METHODS OF CONSTRUCTION OF THREE-DIMENSIONAL MODEL
OF ONE-LAYER HEALD FABRIC**

Г.И. ТОЛУБЕЕВА, Н.А. КОРОБОВ
G.I. TOLUBEEVA, N.A. KOROV

(Ивановская государственная текстильная академия)
(Ivanovo State Textile Academy)
E-mail: ttp@igta.ru

Предложена методика построения с помощью ЭВМ объемной модели однослойной ткани по известным заправочным данным ткани и высоте волны изгиба основы, 3D-модель ткани отображает ее структуру и внешний вид.

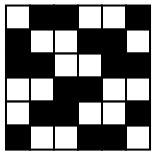
The methods of construction of three-dimensional computer model of one-layer fabric by the given looming fabric data and wave height of warp curve have been offered. A three-dimensional fabric model reflects its structure and appearance.

Ключевые слова: однослойная ткань, основа, уток, матрица переплетения, перекрытие, монохромное изображение, 3D-модель, координаты цветов, серый цвет, интенсивность.

Keywords: one-layer fabric, a warp, a weft, an interweaving matrix, overlapping, a monochrome image, three-dimensional model, centers coordinates, grey color, intension.

Предлагаемая методика позволяет с помощью программного комплекса [1] построить полутоновое монохромное объемное изображение однослойной ткани в так называемой серой шкале (grayscale), отображающее ее структуру и внешний вид. Теоретические основы и последовательность предварительных расчетов изложены в [2...6]. Задача решается в среде программирования MATLAB. Исходные данные: матрица $A = (a_{j,i})$ переплетения с

раппортами по основе R_o и по утку R_y [4], диаметры основной $d_{ог}$ и уточной $d_{ут}$ гладкой и ровной пряжи по горизонтали [3]; матрицы $O' = (o'_{j,i})$ и $U' = (u'_{j,i})$ координат центров перекрытий основных и уточных нитей [5], высота волны изгиба основы h_o ; разрешение $resol$ изображения при условии, что на 1 пиксель приходится 0,01 мм, разрешение составит 2400 пикс/дюйм.



а)

0	1	1	0	0	1
1	0	0	1	1	0
1	1	0	0	1	1
0	0	1	1	0	0
0	1	1	0	0	1
1	0	0	1	1	0

б)

Рис. 1

x					
0,54	1,06	1,34	1,85	2,13	2,65
0,54	1,06	1,34	1,85	2,13	2,65
0,66	0,94	1,46	1,73	2,25	2,53
0,66	0,94	1,46	1,73	2,25	2,53
0,54	1,06	1,34	1,85	2,13	2,65
0,54	1,06	1,34	1,85	2,13	2,65

y					
3,19	3,16	3,19	3,16	3,19	3,16
2,59	2,62	2,59	2,62	2,59	2,62
2,11	2,08	2,11	2,08	2,11	2,08
1,51	1,54	1,51	1,54	1,51	1,54
1,03	1,00	1,03	1,00	1,03	1,00
0,43	0,46	0,43	0,46	0,43	0,46

Определяем размер изображения по вертикали gy_mm : к максимальному значению координат перекрытий уточных нитей

$$yk_mm = \text{mean}(\text{abs}(\text{diff}(\text{mean}(y, 2))))/2; \quad ry_mm = \text{max}(\text{max}(y)) + yk_mm.$$

Аналогично определяем размер изображения по горизонтали gx_mm . Получаем $gy_mm = 3,46$ мм, $gx_mm = 2,85$ мм.

Выполняем центрирование изображения в окне по горизонтали: рассчитываем одномерный массив $xс$ средних значений

$$xc = \text{mean}(x, 1); \quad dbx = (gx_mm - (xc(\text{end}) - xc(1)))/2 - xc(1); \quad x = x + dbx.$$

Центрирование изображения в окне по вертикали выполняем аналогичным образом. Получаем $dbx = -0,17$ мм, $dbу = -0,08$ мм.

x1					
0,37	0,89	1,17	1,68	1,96	2,48
0,37	0,89	1,17	1,68	1,96	2,48
0,49	0,77	1,29	1,56	2,08	2,36
0,49	0,77	1,29	1,56	2,08	2,36
0,37	0,89	1,17	1,68	1,96	2,48
0,37	0,89	1,17	1,68	1,96	2,48

тей (в примере, равном 3,19 мм) добавляем средний полупериод следования уточных нитей:

координат центров перекрытий основных нитей; находим среднее расстояние между центрами перекрытий первой и последней нитей; находим величину dbx корректирующей добавки:

Эти значения добавляем ко всем элементам матриц x и y , получим:

y1					
3,11	3,08	3,11	3,08	3,11	3,08
2,51	2,54	2,51	2,54	2,51	2,54
2,03	2,00	2,03	2,00	2,03	2,00
1,43	1,46	1,43	1,46	1,43	1,46
0,95	0,92	0,95	0,92	0,95	0,92
0,35	0,38	0,35	0,38	0,35	0,38

Рассчитываем размер изображения по горизонтали gx_pix и по вертикали gy_pix в пикселях:

$$gx_pix = gx_mm \cdot \text{rezol}/25,41; \quad (1)$$

$$gy_pix = gy_mm \cdot \text{rezol}/25,41. \quad (2)$$

Получаем $rx_pix=269$, $ry_pix=327$ пикселей. Строим поле черного цвета: $im =$

x0					
35	84	110	159	185	234
35	84	110	159	185	234
46	73	121	148	196	223
46	73	121	148	196	223
35	84	110	159	185	234
35	84	110	159	185	234

$= zeros(ry_pi, rx_pi)$. Переводим все элементы матриц $x1$ и $y1$ в пиксели:

y0					
294	291	294	291	294	291
237	240	237	240	237	240
192	189	192	189	192	189
135	138	135	138	135	138
90	87	90	87	90	87
33	36	33	36	33	36

Рассчитываем элемент нити en высотой 1 пиксель: по формуле, подобной (1), определяем ширину элемента нити – размер диаметра в пикселях: $dog_pix=19$; находим вектор масштабных коэффициентов xq интенсивности серого цвета для каждого пикселя по ширине элемента нити. Для создания объемности изображения интенсивность серого цвета в центре нити принимаем максимальной, равной единице, в краях – минимальной, равной нулю. Распределение интенсивности описываем параболической зависимостью:

$$xq = 1 - h^2; \quad h = [-1, 1], \quad (3)$$

рассчитываемой с помощью оператора $xq = 1 - \text{linspace}(-1, 1, dog_pix).^2$ [7, с. 247...251], график которой на рис. 2 отмечен треугольниками.

Для снижения контрастности откорректируем вектор $xq: en = xq * 0,55 + 0,45$, полученное распределение интенсивности на рис. 2 отмечено квадратиками.

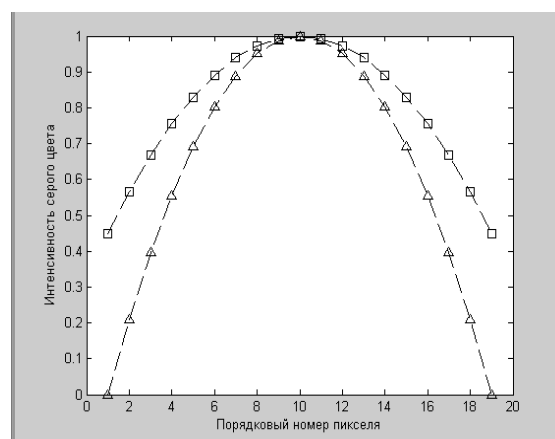


Рис. 2

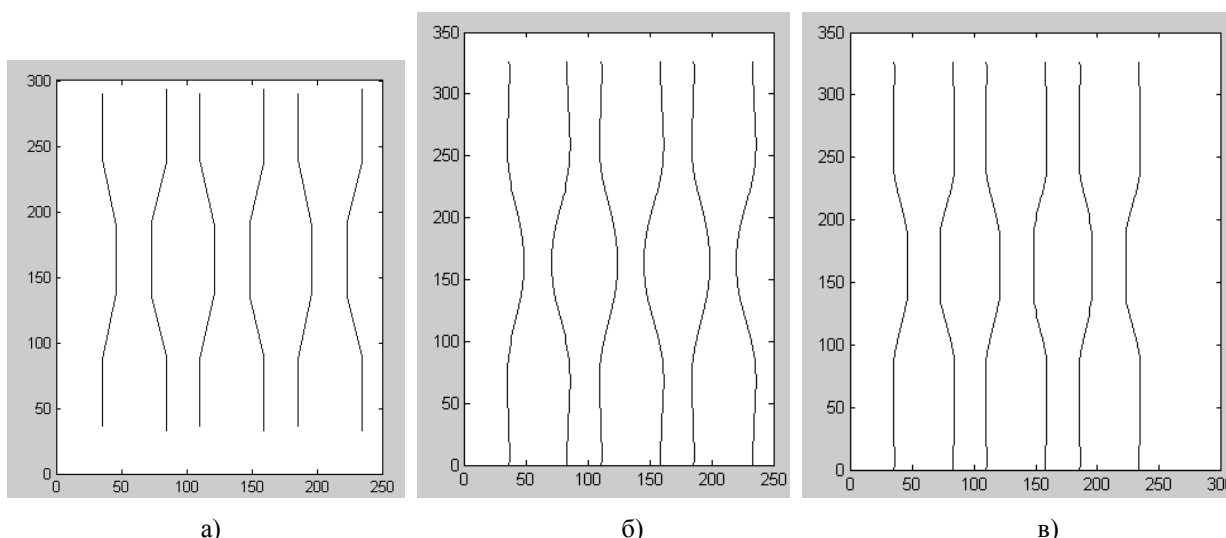


Рис. 3

По данным матриц $x0$ и $y0$ построим оси нитей основы, рис. 3-а. Для получе-

ния более сглаженных кривых для каждой оси используем функцию, строящую

сглаженный сплайн $csaps(x, y, p, xx, w)$ [7, с. 490...491], где x и y – аппроксимируемые данные; p – параметр сглаживания; xx – вектор контрольных точек (число

пикселей по высоте изображения); w – вектор весов. Предварительно определим среднее отклонение центров перекрытий gx и число входных элементов сплайна nn :

```
xx=1:1: ry_pix; rx=round(mean(diff(x))); nn= length(xo);
z=round(csaps([xo-rx*nn xo xo+rx*nn],[yo yo yo],1,xx)),
```

при $p=1$, как в нашем случае, сглаженный сплайн представляет собой обычный кубический сплайн [7, с. 488...489]. Сглаженные оси приведены на рис. 3-б. Выполним их корректировку, заменив недостающие и

превышающие величины на минимальные и максимальные значения из первоначальных кривых, графики откорректированных осей нитей основы приведены на рис. 3-в.

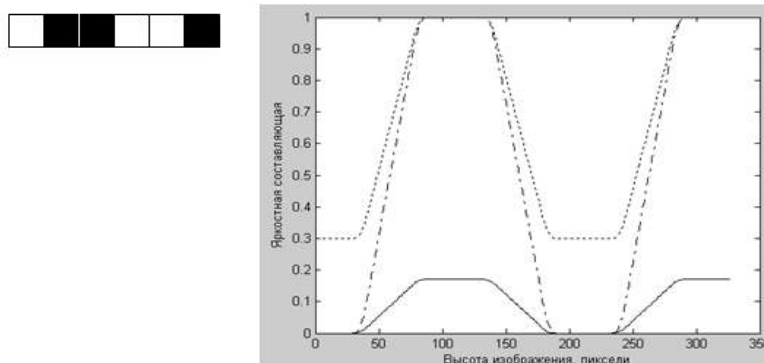


Рис. 4

Для получения зависимости яркостной составляющей основной нити по высоте от ее переплетения используем уравнения (1)...(5) осей нитей [6]. На рис. 4 сплошной линией показан график оси первой нити основы y_{o1} , штрихпунктирной – полученный на основе y_{o1} график яркостной составляющей нити zr_1 , изменяющейся от нуля до единицы: $zr_1 = y_{o1} \cdot (1/h_o)$. Снизим

контрастность кривой zr_1 : $zr_{n1} = zr_1 \cdot 0,7 + 0,3$. График яркостной составляющей оси первой нити основы zr_{n1} на рис. 4 отмечен штриховой линией. Выполняем прорисовку основных нитей: на каждую точку $z(j)$ оси нити накладываем вектор en , корректируя его элементы с учетом яркости данной точки оси $zr_{n1}(j)$:

```
for j=1:xx im(xx-j+1,[z(j):z(j)-1+ dog_pix]- round(dog_pix /2)-1)=en.*zr_n(j); end.
```

На рис. 5-а для примера показана прорисовка первой основной нити. Затем производим сглаживание изображения нитей. Выбираем участки нитей, в которых осевая

линия изменяет свое положение по горизонтали, в пределах изогнутых участков линейаризуем [7, с. 247...251] интенсивности серого цвета:

```
dz=diff(z); ndz=find(dz ~= 0);
for j=1:length(ndz)
    i=ndz(j); a=i-7+1; if a < 1, a = 1; end
    b=i+7; if b > size(im,1), b=size(im,1); end
    p=im(a:b,[z(i):z(i)+ dog_pix +1]-round(dog_pix /2));
    for k=1:size(p,2) p(:,k)=linspace(p(1,k),p(end,k),size(p,1)); end
    im(a:b,[z(i):z(i)+ dog_pix +1]-round(dog_pix /2))=p;
end
```

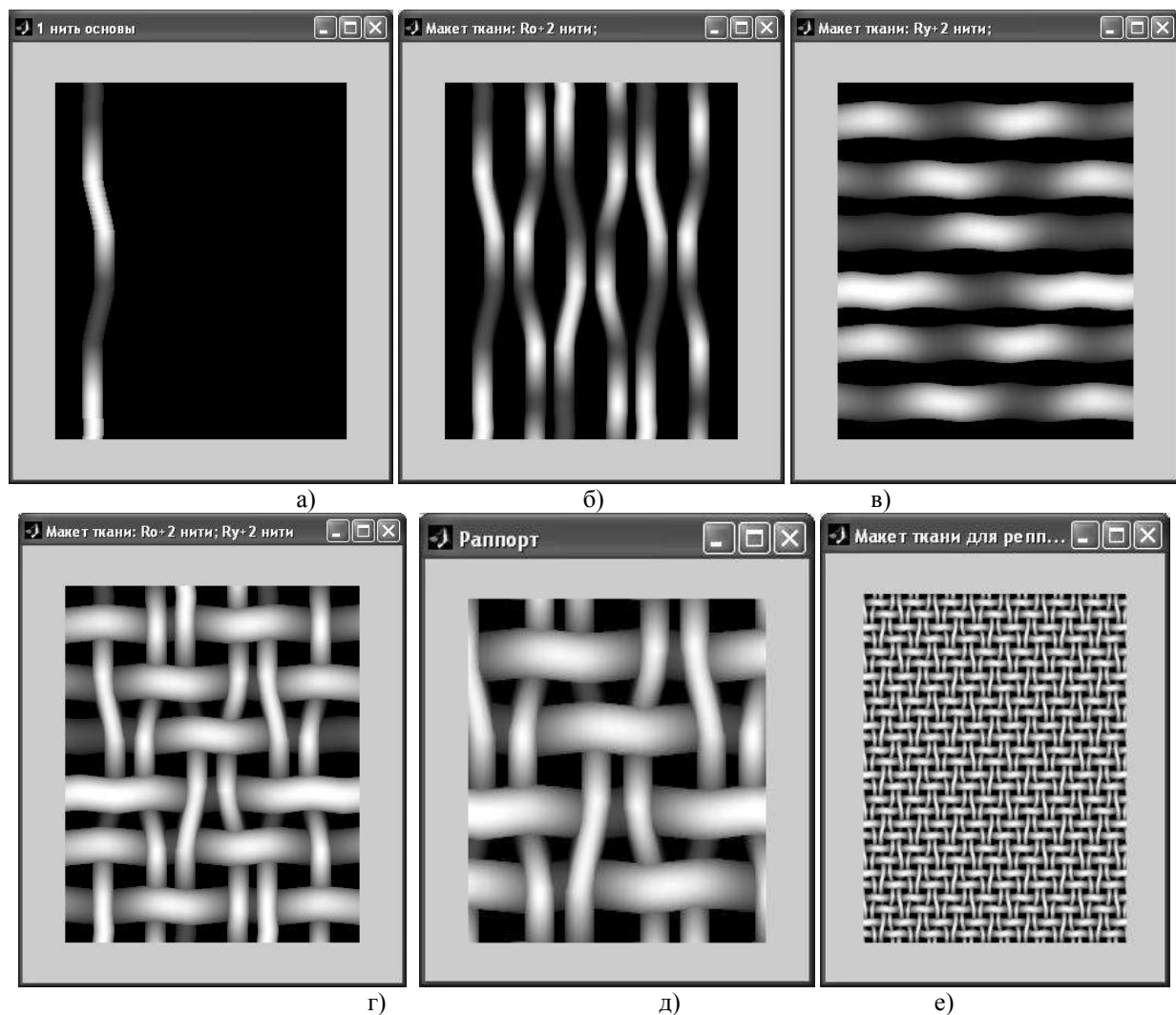


Рис. 5

Изображение нитей утка строится аналогичным образом. На рис. 5-б и в даны изображения im и imm нитей основы и утка, построенные по изложенной методике.

```

dd=round(length(eu)/2)-1;
for j=1: rx_pix
    da=im([z(j):z(j)-1+length(eu)]-dd, j); db=imm([z(j):z(j)-1+length(eu)]-dd, j);
    bb=find(db>da); da(bb)=db(bb); im([z(j):z(j)-1+length(eu)]-dd, j)=da;
end

```

Изображение ткани представлено на рис. 5-г. Выделим часть, соответствующую раппорту, предварительно рассчитав най-

$$im_n=im(2*pi_yk:end-2*pi_yk,2*pi_xk:end-2*pi_xk).$$

Полученная объемная модель ткани представлена на рис. 5-д. Аналогичным образом выполнено построение 3D-

Накладываем изображение imm на изображение im . Ниже приведен программный код, реализующий алгоритм выявления видимых и невидимых поверхностей:

денные ранее размеры xk_mm и yk_mm в пикселях pi_xk и pi_yk :

изображения фрагмента ткани, показанного на рис. 5-е, имеющего по 28 нитей основы и утка.

ВЫВОДЫ

Разработана методика автоматизированного построения объемной модели однослойной ткани, отображающей ее структуру и внешний вид, по известным заправочным данным ткани и высоте волны изгиба основы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Толубеева Г.И., Коробов Н.А. Программа для расчета уработок нитей основы и утка однослойных тканей по различным методикам. Свидетельство о госуд. регистрации программы для ЭВМ № 2011616799 от 01.09.2011 г.

2. Толубеева Г.И., Якубова И.Г., Пятли С.Г. Методика расчета уработок нитей полотна по заправочным данным ткани и высоте волны изгиба основы // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 1. С.54...58.

3. Толубеева Г.И. Пример расчета уработок нитей основы и утка и построение их профилей в ткани полотняного переплетения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 2. С.53...58.

4. Толубеева Г.И. Методика расчета уработок нитей во фронтальной плоскости однослойной ткани по ее заправочным данным и высоте волны изгиба основы // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 3. С.48...53.

5. Толубеева Г.И. Методика расчета уработок нитей в горизонтальной плоскости однослойной ткани по ее заправочным данным и высоте волны изгиба основы // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 5. С.64...69.

6. Толубеева Г.И. Методика построения профилей нитей основы и утка однослойной ремизной ткани // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 6. С.69...73.

7. Кетков Ю.Л., Кетков А.Ю., Шульц М.М. MATLAB 6.x.: Программирование численных методов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004.

Рекомендована кафедрой проектирования текстильных изделий. Поступила 17.01.12.