

**НОВЫЕ КОМБИНИРОВАННЫЕ ПЕРЕПЛЕТЕНИЯ,  
ИМИТИРУЮЩИЕ ВЫПУКЛЫЕ И ВОГНУТЫЕ  
ДИАГОНАЛЬНО СИММЕТРИЧНЫЕ ПОВЕРХНОСТИ  
НА ОДНОСЛОЙНОЙ ТКАНИ**

**NEW COMBINED WEAVES  
SIMULATING CONVEX AND CONCAVE  
DIAGONALLY SYMMETRIC SURFACES  
FOR SINGLE-LAYER FABRIC**

*Д.А. МИРОШНИЧЕНКО, Г.И. ТОЛУБЕЕВА, Н.А. КОРОБОВ, Е.Н. НИКИФОРОВА*  
*D.A.MIROSHNICHENKO, G.I. TOLUBEEVA, N.A.KOROBOV, E.N. NIKIFOROVA*

(Ивановский государственный политехнический университет)  
(Ivanovo State Polytechnical University)  
E-mail: Denis.M.Ivanovo@yandex.ru

*В статье рассмотрена методика и приведены примеры построения новых комбинированных переплетений на базе шашечных переплетений, создающих на однослойной ткани эффект выпуклых и вогнутых диагонально симметричных поверхностей.*

*The methodology of building a new combined weaves on the basis of a checked weaves, creating on a single-layer fabrics effect of volume of convex and concave hemispheres is studied. Also the examples of these convex and concave diagonally symmetric surfaces described in the article.*

**Ключевые слова:** комбинированное переплетение, шашечное переплетение, переплетение главного класса, выпуклые и вогнутые поверхности, эффект объема.

**Keywords:** combined weave, checked weave, main class weave, convex and concave surfaces, effect of volume.

В настоящее время конкурировать с дорогими, стильными, постоянно обновляющимися, пусть и недешевыми, импортными тканями российским текстильщикам возможно только за счет использования высококачественного сырья и постоянного расширения ассортимента. Одной из возможностей обновления ассортимента тканей является оформление их креативными ткацкими рисунками [1...4]. Все большее распространение получают ткацкие рисунки, выполненные в стиле оп-арта, создающие различные оптические иллюзии, позволяющие передавать эффекты движения и объема. На кафедре ТПТИ разрабатывается направление компьютерного проектирования на базе ша-

шечных переплетений новых комбинированных переплетений, создающих на ткани эффект различных объемных геометрических фигур. Способ построения переплетений, позволяющих получить на ткани эффект выпуклых и вогнутых полусфер, представлен в работе [5]. Как отмечено в публикации, переплетения имеют большие раппорты с большим числом разнопереплетающихся нитей основы, для выработки которых станок должен быть оснащен жаккардовой машиной. Мы предлагаем другой способ построения комбинированных переплетений, имитирующих выпуклые и вогнутые поверхности, выработываемых на станках с кареточным зоообразовательным механизмом.

Новые переплетения также проектируются на базе шашечных переплетений. В раппорте могут располагаться одна или несколько выпуклых или вогнутых диагонально симметричных поверхностей. Исходными данными для построения переплетения являются: цвет систем нитей; базовые саржевые или сатиновые (атласные) переплетения главного класса в шашках; размер квадратных шашек  $S_{ш}$  в нитях и количество их пар  $n_{ш}$  в раппорте переплетения.

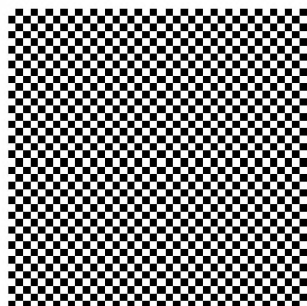
Определяем раппорты переплетения:

$$R_o = R_y = R = 2S_{ш}n_{ш}. \quad (1)$$

Формируем одномерный массив порядковых номеров нитей основы и утка в раппорте переплетения:  $[N] = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, R$ . Рассчитываем массив координат смены цвета шашек:

$$[n] = 1, S_{ш}+1, 2S_{ш}+1, 3S_{ш}+1, \dots, R - S_{ш} + 1. \quad (2)$$

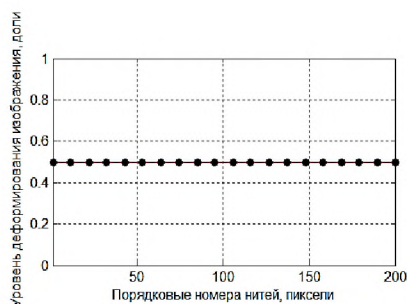
В соответствии с координатами смены цвета шашек  $[n]$  получаем матрицу цвета точек исходного шашечного поля



а)

Суть нового способа получения на поверхности ткани визуального эффекта объемных поверхностей второго порядка состоит в изменении размеров отдельных первоначально квадратных шашек модели исходного рисунка, в деформировании шашек по обеим системам нитей. При неизменном числе шашек в раппорте исходного шашечного переплетения эффект деформирования получаем за счет симметричного относительно центральной диагонали изме-

$D = D_{R \times R} = (d_{j,i})_{R \times R}$ , заполненную элементами, равными 1 или 0, по данным которой на плоскости раппорта выстраиваем модель исходного шашечного рисунка с равносторонними шашками, окрашивая точки рисунка в черный или белый цвет в соответствии со значениями элементов матрицы  $D$ . Массив номеров нитей  $[N]$  фактически равен порядковым номерам строк и столбцов матрицы  $D$ . При формировании матрицы  $D$  учитываем, что значение элемента, равное нулю, соответствует окрашиванию точки рисунка в белый цвет, а равное единице – в черный цвет, при этом нижняя левая шашка модели рисунка должна быть черного цвета. Пример модели исходного шашечного поля с раппортом  $200 \times 200$  нитей показан на рис. 1-а. Размер шашек принят  $S_{ш} = 5$  нитей, количество пар шашек  $n_{ш} = 20$ . Для рассматриваемого примера массив порядковых номеров нитей основы и утка в раппорте переплетения:  $[N] = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, 197, 198, 199, 200$ ; значения элементов массива координат смены цвета шашек, рассчитанные по формуле (2), составят:  $[n] = 1, 6, 11, 16, 21, 26, 31, \dots, 176, 181, 186, 191, 196$ .



б)

Рис. 1

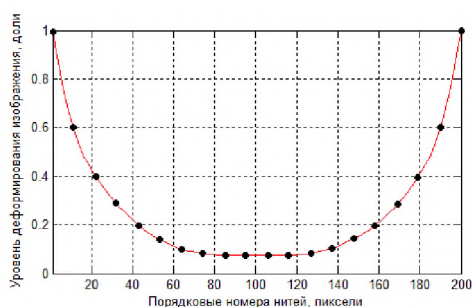
нения ширины и высоты шашек: уменьшение ширины и высоты шашек выполняем путем исключения части нитей основы и утка, увеличение ширины и высоты шашек – за счет повторения отдельных нитей в пределах шашки.

Описание чередований сжатий и растяжений исходного изображения выполняется по методике, изложенной в [3].

В среде программирования MATLAB формируем поле с подвижными маркерами в



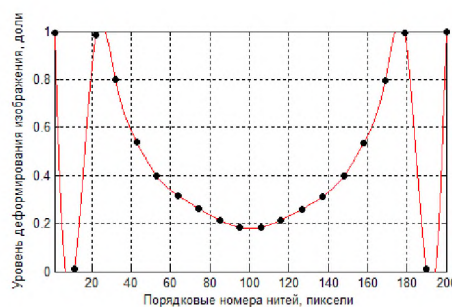
координатах: порядковые номера нитей (от 1 до R) – уровень деформирования изображения (от 0 до 1), как показано на рис. 1-б. Первоначально маркеры выставляем по горизонтальной средней линии с ординатой, равной 0,5 доли, соответствующей отсутствию деформирования. Дессинатор, передвигая маркеры по вертикали, в интерактивном режиме выполняет имитацию деформирования шашечного узора на ткани, учитывая, что расположение маркера выше средней линии соответствует уменьшению размеров шашек, ниже средней линии – увеличению, задает тем самым вид аппрок-



а)

симирующей кривой для изменения размеров шашек вдоль нитей обеих систем. Для получения тканей шашечных переплетений с визуальным эффектом объемных выпуклых поверхностей в середине переплетения помещают шашки больших размеров, по краям – меньших, вогнутых поверхностей – наоборот.

Для имитации объемных диагонально симметричных поверхностей второго порядка принимают нелинейный закон изменения размеров шашек по ширине и высоте рисунка. На рис. 2 показаны два закона деформирования шашек из бесконечного числа их возможных вариантов.



б)

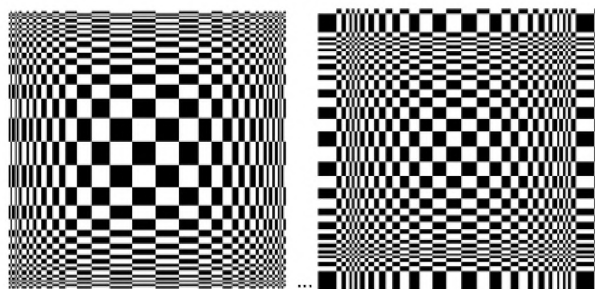
Рис. 2

Программно определяются координаты центров маркеров, выполняется аппроксимация кривых, соединяющих маркеры. Высокое качество аппроксимации табличных данных обеспечивается применением стандартных сплайнов  $y = \text{spline}(xx, yy, x)$ , интерполирующих данные полиномами третьей степени:  $y = b_3x^3 + b_2x^2 + b_1x + b_0$  [6, с. 539...545]. В представленной зависимости  $x$  – абсциссы аппроксимируемой функции;  $xx, yy$  – абсциссы и ординаты контрольных точек, в которых вычисляются значения аппроксимирующих полиномов, возвращаемые в качестве вектора  $y$ . В табл. 1 приведены коэффициенты полиномов для каждого из аппроксимируемых участков двух примеров кривых деформирования шашек, представленных на рис. 2.

Выполняя нормализацию, масштабирование и смещение преобразующей функции (5) [3 с. 59] последовательно по основе и по утку, определяем новые номера нитей основы и утка деформированного переплетения. Для примера, представленного на

рис. 2-а, массив новых номеров нитей  $[N_{\text{деф}}] = 1, 5, 8, 12, 15, 18, 21, 23, 26, 29, 31, 33, 35, \dots, 94, 94, 94, 95, 95, 95, 96, 96, 96, 96, 97, 97, 97, \dots, 164, 166, 168, 171, 173, 176, 179, 182, 185, 189, 192, 196, 200$ ; для примера, представленного на рис. 2-б, массив новых номеров нитей  $[N_{\text{деф}}] = 1, 3, 4, 4, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 5, \dots, 90, 90, 91, 92, 92, 93, 93, 94, 94, 95, 95, 95, 96, \dots, 193, 194, 194, 194, 194, 194, 194, 195, 196, 198, 200$ . Отсутствие номеров нитей соответствует уменьшению размеров шашек, повторение отдельных номеров приводит к увеличению размеров шашек. Формируем матрицу цвета точек нового шашечного рисунка  $DN = DN_{R \times R} = (dn_{j,i})_{R \times R}$ , элементы которой принимаем из матрицы  $D$  с номерами строк и столбцов из массива  $[N_{\text{деф}}]$ . По данным матрицы  $DN$  выстраиваем модель нового шашечного рисунка. Модели новых шашечных рисунков, полученных по законам деформирования, представленным на рис. 2-а и б, показаны на рис. 3-а и б соответственно.

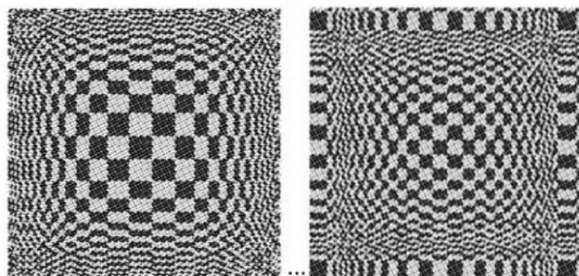
Номер участка, $i$	$b_{3i}$	$b_{2i}$	$b_{1i}$	$b_{0i}$
1	0/-0,0006	0,0017/0,0279	-0,0541/-0,3159	0,9938/0,9938
2	0/-0,0006	0,0010/0,0095	-0,0268/0,0580	0,6012/0,0103
3	0/0,0004	0,0002/-0,0107	-0,0128/0,0453	0,3988/0,9855
4	0/-0,0001	0,0001/0,0022	-0,0096/-0,0397	0,2895/0,7996
5	0/0	0,0002/0	-0,0070/-0,0156	0,1964/0,5393
6	0/0	0,0001/0,0005	-0,0047/-0,0110	0,1397/0,3988
7	0/0	0,0001/0	-0,0025/-0,0057	0,0992/0,3161
8	0/0	0/0	-0,0011/-0,0050	0,0830/0,2624
9	0/0	0/0,0001	-0,0003/-0,0039	0,0749/0,2128
10	0/0	0/0,0001	0,0001/-0,0017	0,0749/0,1839
11	0/0	0/0,0002	-0,0001/0,0017	0,0749/0,1839
12	0/0	0/0	0,0002/0,0036	0,0749/0,2128
13	0/0	0,0001/0,0001	0,0013/0,0047	0,0830/0,2583
14	0/0	0,0001/0,0001	0,0028/0,0060	0,1032/0,3120
15	0/0	0/0,0004	0,0044/0,0110	0,1437/0,3988
16	0/0,0001	0,0002/0	0,0065/0,0151	0,1964/0,5351
17	0/-0,0004	0,0001/0,0023	0,0094/0,0407	0,2854/0,7955
18	0/0,0006	0,0003/-0,0109	0,0130/-0,0449	0,3946/0,9938
19	0/0,0006	0,0010/0,0096	0,0272/-0,0590	0,6012/0,0103



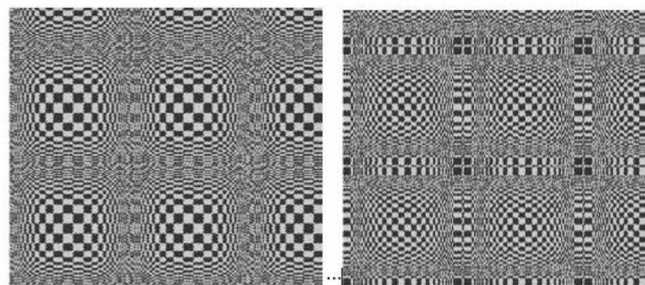
а) б)  
Рис. 3

Пусть нити основы будут темного цвета, нити утка – светлого. Принимаем для шашек темного цвета базовое переплетение атлас 5/3, для шашек светлого цвета – негативное переплетение сатин 5/2. Матричное представление переплетений в памяти

ЭВМ подробно рассмотрено в [3]. Формируем матрицу  $C = C_{R \times R} = (c_{j,i})_{R \times R}$  переплетения путем повторения матрицы базового переплетения атлас 5/3. Анализируя значения элементов матрицы DN, на фрагментах переплетения матрицы C, соответствующих светлым шашкам, заменяем атласное переплетение на сатиновое, для чего определяем координаты основных и уточных перекрытий и заменяем основные перекрытия на уточные (единицы на нули), а уточные – на основные (нули на единицы). На рис. 4-а и б представлены раппорты переплетений, полученных по моделям шашечных рисунков, показанных на рис. 3-а и б соответственно.



а) б)  
Рис. 4



а) б)  
Рис. 5

На рис. 5-а и б представлены виртуальные макеты тканей, раппорты переплетений которых даны на рис. 4-а и б.

У переплетений рассмотренных примеров число разнопереплетающихся нитей равно 10, проборка основных нитей в ремиз – по рисунку, с раппортом проборки, равным раппорту переплетений по основе – 200 нитей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Толубеева Г.И. Методики построения новых теневых переплетений с заданным числом повторений раппортов в ступенях // Текстильная промышленность. – 2012, № 2. С. 32...35.

2. Толубеева Г.И. Новые теневые переплетения с визуальным объемным эффектом // Текстильная промышленность. – 2012, № 3. С. 4...8.

3. Кольцов С.С., Коробов Н.А., Толубеева Г.И. Создание на ткани эффекта объемных полос с помощью шашечных переплетений // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, №1. С. 56...60.

4. Николаев С.Д., Малецкий В.В. Использование ЭВМ при создании новых способов построения комбинированных переплетений // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №3. С. 60...63.

5. Мирошниченко Д.А., Толубеева Г.И., Коробов Н.А., Кулида Н.А. Новые комбинированные переплетения, имитирующие выпуклые и вогнутые полусферы на однослойной ткани // Изв. вузов. Технологи-

гия текстильной промышленности. – 2017, №3. С.149...153.

6. Кетков Ю.Л., Кетков А.Ю., Шульц М.М. MATLAB 7: Программирование, численные методы. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005.

#### REFERENCES

1. Tolubeeva G.I. Metodiki postroeniya novyh tenevyyh perepletений s zadannym chislom povtoreний rapportov v stupenjah // Tekstil'naja promyshlennost'. – 2012, № 2. S. 32...35.

2. Tolubeeva G.I. Novye tenevye perepletения s vizual'nym ob'emnym jeffektom // Tekstil'naja promyshlennost'. – 2012, № 3. S. 4...8.

3. Kol'cov S.S., Korobov N.A., Tolubeeva G.I. Sozdanie na tkani jeffekta ob'emnyh polos s pomoshh'ju shashechnyyh perepletений // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, №1. S. 56...60.

4. Nikolaev S.D., Maleckij V.V. Ispol'zovanie JeVM pri sozdanii novyyh sposobov postroeniya kombinirovannyh perepletений // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2012, №3. S. 60...63.

5. Miroshnichenko D.A., Tolubeeva G.I., Korobov N.A., Kulida N.A. Novye kombinirovannye perepletения, imitirujushhie vypuklye i vognutyе polusfery na odnoslojnoj tkani // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2017, №3. S.149...153.

6. Ketkov Ju.L., Ketkov A.Ju., Shul'c M.M. MATLAB 7: Programirovanie, chislennyye metody. – SPb.: BHV-Peterburg, 2005.

Рекомендована кафедрой технологии и проектирования текстильных изделий. Поступила 14.05.17.