

Способ получения визуального объемного эффекта на однослойных тканях

Д.А. Мирошниченко, Г.И. Толубеева, Т.Ю. Карева, И.С. Барабанщикова
Ивановский государственный политехнический университет, Российская Федерация

Реферат. В настоящее время в дизайне текстильной продукции широкое распространение получили рисунки, создающие визуальный эффект объема. Промышленная реализация таких рисунков на тканях выполняется в основном методами печати. Ассортимент тканей с псевдообъемными рисунками, созданными методами ткачества, небольшой. Для его расширения необходимо создание новых способов проектирования переплетений. В этой статье предлагается способ проектирования переплетений однослойных тканей, позволяющий получать рисунки с визуальным эффектом псевдообъемных поверхностей на базе переплетений атлас 5/3 и сатин 5/2. Рассмотрена возможность цифрового представления переплетений в виде матрицы двоичного кода. Для всех предложенных методов авторами разработаны алгоритмы и программное обеспечение по их автоматизированной реализации на языке программирования MATLAB®. Представлены примеры макетов виртуальных тканей и фотографии изготовленных образцов текстильных полотен с 3D-эффектом. Определены сочетания цветов основной и уточной пряжи, позволяющие достичь наибольшего псевдообъемного эффекта.

Ключевые слова: однослойные ткани, визуальный 3D-эффект, цифровое проектирование, оп-арт, матрица переплетения.

Method of Obtaining Visual Volumetric Effect on Single-Layer Fabrics

D. Miroshnichenko, G. Tolubeeva, T. Kareva, I. Barabanshchikova
Ivanovo State Polytechnic University, Russian Federation

Abstract. Nowadays in the design of textile products the drawings creating visual effect of volume are widely spread. The industrial implementation of such designs on fabrics is carried out mainly by printing methods. The range of fabrics with pseudo-volume patterns created by weaving methods is small. To expand it, it is necessary to create new ways to designing weaves. This article proposes a method of designing weaves of single-layer fabrics, which allows to obtain patterns with visual effect of pseudo-volume surfaces on the basis of satin 5/3 and satin 5/2 weaves. The possibility of digital representation of weaves in the form of binary code matrices is considered. For all proposed methods the authors have developed algorithms and software for their automated realization in MATLAB® programming language. Examples of virtual fabric layouts and photos of the produced samples of textile fabrics with 3D effect are presented. Combinations of colors of the main and weft yarns that allow to achieve the greatest pseudo-volume effect are determined.

Key words: single-layer fabrics, visual 3D effect, digital design, op-art, weave matrix.

Анализ современных трендов в текстиле и одежде показывает, что перспективным является использование в принтах геометрических рисунков и фигур [1]. Одним из интересных направлений является изготовление текстильных полотен с различными рисунками в стиле оп-арт (от английских слов Optical Art). Этот стиль основан на особенностях восприятия плоских и пространственных фигур и на создании псевдообъемного эффекта.

Многие известные дизайнеры выпускают коллекции одежды, в которых используется стиль оп-арт.

В весенней коллекции 2022 года Пако Рабанн использовал геометрические принты, создающие различные псевдообъемные оптические иллюзии [2]. Интересное применение этого стиля можно увидеть в коллекции RESORT 2022 от Stella McCartney [3] и принтах от модного дома Splash by Lo [4]. Стиль оп-арт востребован при оформлении интерьеров молодежных кафе, жилых комнат, салонов транспортных средств, предметов столового и постельного белья, дизайнерской одежды и мебели [5].

Псевдообъемный эффект относится к обобщен-

ному понятию, определяющему способность человека воспринимать глубину и объем предметов. Часто его сравнивают с близким понятием так называемого 3D-эффекта. На тканях 3D-изображение можно получить методами ткачества за счет переплетения нитей как минимум двух цветов. Применение методов ткачества для получения псевдообъемных рисунков на ткани будет иметь наиболее выраженный 3D-эффект по сравнению с таким же рисунком, полученным методом печати. Объясняется это тем, что тканый рисунок, кроме самого изображения, имеет еще и рельефную структуру поверхности полотна за счет одновременного использования различных переплетений, что усиливает псевдообъемный эффект.

Целью данной работы является разработка новых методов компьютерного проектирования переплетений однослойных тканей, позволяющих получать рисунки с визуальным эффектом псевдообъемных поверхностей.

Для автоматизированного проектирования переплетений использована система программирования MATLAB® R2015b ver. (8.6.0.267246) и матричный метод представления переплетений ткани. Эффективность применения этой программы в проектировании и расчете параметров переплетений подтверждается работами Jiraskova P., Gu D. и Wang W [6, 7]. Метод представления однослойных переплетений при помощи матриц, при котором основным и уточным перекрытиям нитей присваивается код 1 и 0 соответственно, рассмотрен в работе [8]. Переплетение рассматривается как двумерная матрица, в обозначении которой строка соответствует уточной нити, а столбец – основной нити. Пример представления переплетений атлас 5/3 и сатин 5/2 приведен на рисунке 1.

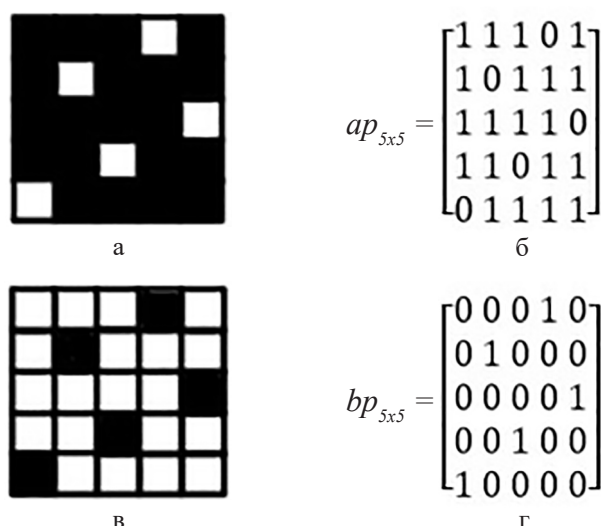


Рисунок 1 – Схематическое представление переплетений: а – графическая схема переплетения атлас 5/3; б – матрица переплетения атлас 5/3; в – графическая схема переплетения сатин 5/2; г – матрица переплетения сатин 5/2

Для проектирования новых переплетений использовано упрощенное представление шашечного переплетения, схематично представленное на рисунке 2 б. При этом несколько пикселей исходного переплетения (раппорта) заменяется одной шашкой, цвет которой соответствует цвету максимального числа пикселей внутри шашки.

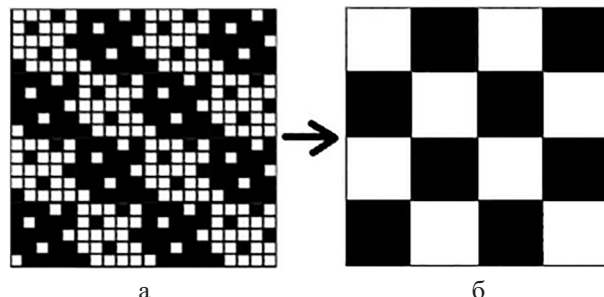


Рисунок 2 – Шашечное переплетение: а – графическая схема переплетения; б – упрощённая схема переплетения

Авторы предложили способ проектирования переплетений с визуальным эффектом псевдообъемных полусфер [9]. Для создания различных вариантов таких фигур было разработано программное обеспечение. При проектировании нового переплетения в программе пользователь создает модель шашечного переплетения, размеры которого в пикселях равны раппортам базовых переплетений с размерностью в нитях, задаваясь следующими параметрами:

- ширина и высота каждой шашки с размерностью в нитях;
- количество пар по ширине и высоте раппорта переплетения;
- вид переплетения для темных и светлых шашек;
- вид полусферы (выпуклая или вогнутая);
- координаты центра окружности (x_o, y_o) ;
- радиус окружности (R) .

В соответствии с моделью исходного шашечного поля программа формирует матрицу цвета точек исходного шашечного поля, заполненную элементами, равными 1 (для темных шашек) или 0 (для светлых шашек). Для формирования изображения полусферы программа выполняет преобразования формы шашек, находящихся внутри окружности, по упрощенной схеме переплетения (рис. 3 а).

Точка $O(x_o, y_o)$ на рисунке 3 – это центр окружности. Каждый пиксель заданного цвета исходного изображения изменяет свои координаты положения при постоянном угле относительно центра окружности.

Программа формирует матрицу $D(R_y \times R_o) = (d_{j,i})_{R_y \times R_o}$ расстояний от центра окружности до каждого пикселя графической схемы, находящегося в строке j и столбце i . Размеры матрицы равны размерам раппорта проектируемого переплетения.

Расчет значений элементов матрицы выполняется по формуле:

$$|\overline{d_{j,i}}| = \sqrt{(x_o - j)^2 + (y_o - i)^2}. \quad (1)$$

Для пикселей, лежащих за пределами окружности, местоположение и их цвет остаются неизменными. Для пикселей, находящихся внутри окружности, программа выполняет следующие действия:

- вычисляет расстояние d от центра окружности – точки $O(x_o, y_o)$ до текущего пикселя $A(x_j, y_i)$ (рис. 3 а);
- определяет новое положение пикселя $A - A_1(x_m, y_{in})$ (рис. 3 б);
- присваивает цвет пикселя A пикселю A_1 .

Далее программа выполняет двумерную аппроксимацию данных на прямоугольной сетке. Для вектора абсцисс выбирает номера нитей основы, для

вектора ординат – номера нитей утка, для двумерного массива аппликат – матрицу цветов исходной схемы переплетения. Интерполяция выполняется полиномами 0-ой степени по соседним пикселям, по методу, описанному в работе [11]. Результаты преобразования упрощенной схемы переплетения представлены на рисунке 4 а.

Далее программа формирует матрицу переплетения, в которой для единичных значений элементов присваивает значения элементов матрицы базового переплетения атласа или основной саржи, а для нулевых присваивает значения элементов матрицы базового переплетения сатина или уточной саржи. По данным этой матрицы программа формирует графическую схему переплетения ткани (рис. 4 б). На рисунке 4 в представлен увеличенный фрагмент для более детального просмотра структуры переплетения.

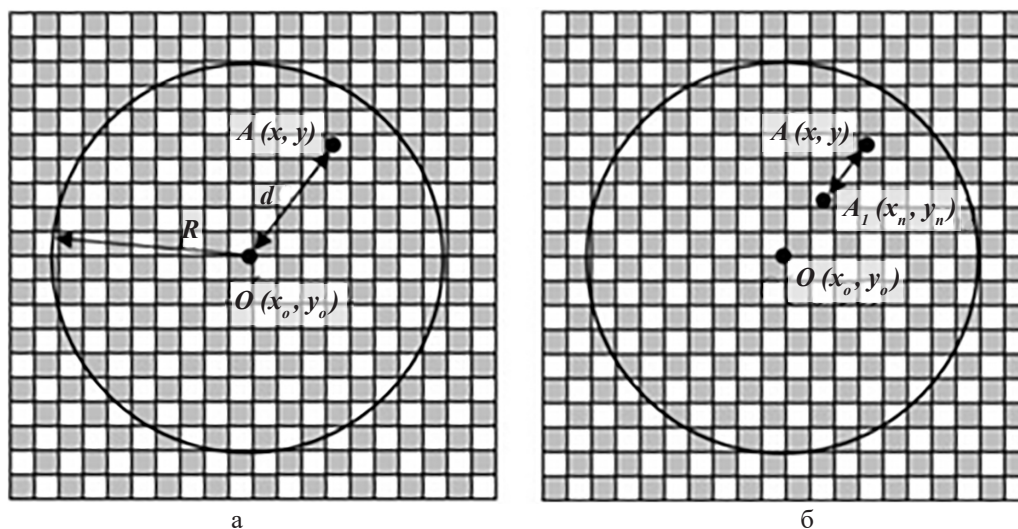


Рисунок 3 – Принцип перемещения пикселей внутри окружности: а – первоначальное положение пикселя; б – новое положение пикселя

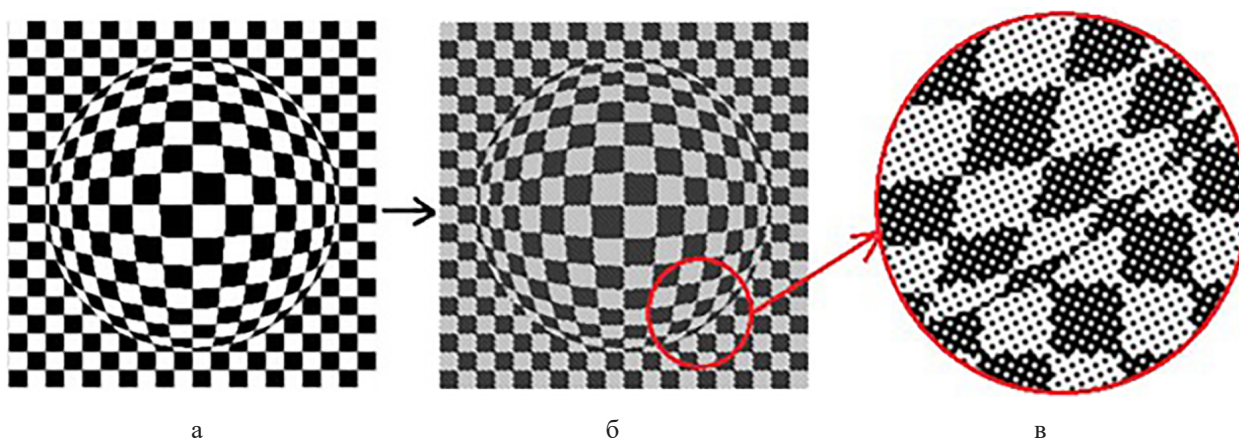


Рисунок 4 – Переплетение полусферы: а – упрощенная схема переплетения; б – графическая схема переплетения, в – увеличенный фрагмент переплетения

На ткацком предприятии проведена промышленная апробация разработанных методов проектирования новых переплетений. Изготовление образцов осуществлено на станке Picanol Omni Plus 800, оснащенной жаккардовой машиной Bonas MJ2-28h800-LT.

Вид используемой пряжи:

- основная пряжа – одиночная, хлопчатобумажная, отбеленная;

- уточная пряжа – одиночная, хлопчатобумажная, окрашенная в черный цвет и синий цвет.

Все образцы изготовлены с одинаковыми параметрами пряжи и настройкой ткацкого станка, основные из которых приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные данные по пряже и параметрам ткацкого станка

Наименование параметров	Значения
Линейная плотность основы, T_o , текс	27
Линейная плотность утка, T_y , текс	27
Число нитей на 10 см по основе, P_o , нит./дм	320
Число нитей на 10 см по утку, P_y , нит./дм	320
Уработка нитей основы, a_o , %	8,1
Уработка нитей утка, a_y , %	7,9
Поверхностная плотность ткани, q'_c , г/м ²	224
Скорость вращения главного вала станка, n , об./мин.	300
Натяжение основы, H , кН	3,6

При изготовлении образцов ткацкий станок с жаккардовым зевобразовательным механизмом был заправлен белыми нитями основы и уточными нитями различных цветов. На рисунке 5 представлены фотографии изготовленных образцов, в которых использована уточная нить черного цвета (рис. 5 а, б), и синего цвета (рис. 5 в, г). При изготовлении образцов затруднений в работе ткацкого оборудования не возникло. Это подтверждает возможность быстрой смены ассортимента выпускаемой продукции, без дополнительной технологической настройки оборудования.

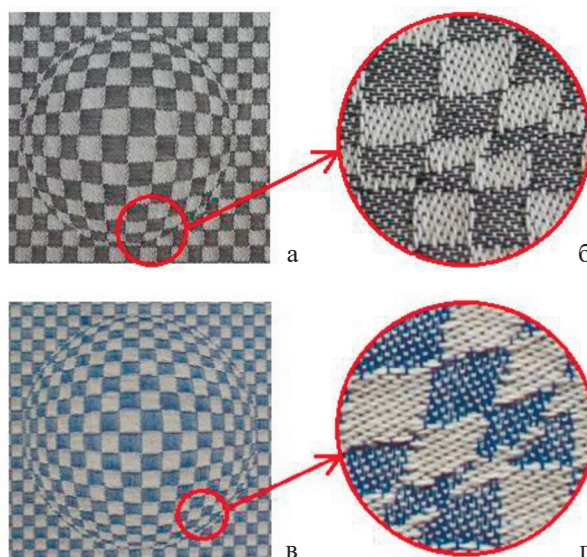


Рисунок 5 – Фотографии изготовленных образцов тканей: а – с черными уточными нитями; б – увеличенный фрагмент; в – с синими уточными нитями; г – увеличенный фрагмент

Проведенный опрос более 100 респондентов показал, что наиболее яркое и контрастное отображение 3D-рисунка на ткани получено при использовании черных и синих уточных нитей.

Важным при производстве таких тканей является наличие и правильное местоположения каждой нити основы и утка. Отсутствие или добавление в переплетение дополнительных нитей или их элементов приведет не только к потере целостности ткани и образованию дефекта, но и к потере визуального восприятия 3D-эффекта. Поэтому при выработке таких тканей необходимо следить за возникновением структурных изменений, для наиболее быстрого и точного поиска которых рекомендовано применять средства цифрового распознавания дефектов [11].

Предложенный способ компьютерного проектирования переплетений, основанный на преобразовании исходного шашечного переплетения, может быть распространен и на другие геометрические, а также сложные криволинейные фигуры, что значительно расширит ассортимент однослойных тканей. Выполненные исследования могут быть положены в основу разработки новых методов, алгоритмов и программных кодов построения переплетений с псевдообъемным эффектом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Intertextiles Shanghai A/W 22/23 [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.wgsn.com/fashion/article/92170>. – Date of access: 24.06.2023.
2. Paco Rabanne SPRING 2022 READY-TO-WEAR [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.vogue.com/fashion-shows/spring-2022-ready-to-wear/paco-rabanne>. – Date of access: 17.06.2023.
3. Stella McCartney RESORT 2022 [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.vogue.com/fashion->

shows/resort-2022/stella-mccartney. – Date of access: 14.07.2023.

4. Op Art: optical illusions in the new SS23 collection [Electronic resource]. – Mode of access: <https://splashbylo.com/en/blog/op-art/>. – Date of access: 11.07.2023.

5. Мирошниченко, Д. А. Анализ методов получения на однослойной ткани визуальных эффектов объемных геометрических фигур / Д. А. Мирошниченко, Г. И. Толубеева // Вестник молодых ученых Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. – 2016. – № 4. – С. 26–31.

6. Jiraskova, P. New method for the evaluation of woven fabric unevenness / P. Jiraskova, E. Mouckova // Autex Research Journal. – 2010. – № 2. – P. 49–54.

7. A Wear Geometry Model of Plain Woven Fabric Composites / D. Gu [et al.] // Autex Research Journal. – 2014. – № 3. – P. 168–173.

8. Fujita, T. Analysis and Calculation of Double Cloth Design with Matrices. / T. Fujita // J. Text. Mach. Soc. Japan. – 1962. – № 2. – P. 43.

9. Мирошниченко, Д. А. Новые комбинированные переплетения, имитирующие выпуклые и вогнутые полусферы на однослойной ткани / Д. А. Мирошниченко [и др.] // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – Иваново: ИВГПУ – 2017. – № 3. – С. 149–153.

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

11. Program for visual representation of defects in the appearance of textile materials with different types of surface design / D. Miroshnichenko [et al.] // AIP Conference Proceedings. International Conference on Textile and Apparel Innovation (ICTAI 2021). – AIP Publishing, 2022. – Vol. 2430. – P. 020008.

REFERENCE

1. Intertextiles Shanghai A/W 22/23 [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.wgsn.com/fashion/article/92170>. – Date of access: 24.06.2023.

2. Paco Rabanne SPRING 2022 READY-TO-WEAR [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.vogue.com/fashion-shows/spring-2022-ready-to-wear/paco-rabanne>. – Date of access: 17.06.2023.

3. Stella McCartney RESORT 2022 [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.vogue.com/fashion-shows/resort-2022/stella-mccartney>. – Date of access: 14.07.2023.

4. Op Art: optical illusions in the new SS23 collection [Electronic resource]. – Mode of access: <https://splashbylo.com/en/blog/op-art/>. – Date of access: 11.07.2023.

5. Miroshnichenko, D. A. Analysis of methods for obtaining visual effects of volumetric geometric figures on single-layer fabric / D. A. Miroshnichenko, G. I. Tolubeeva // Bulletin of Young Scientists of Saint-Petersburg State University of Technology and Design. – 2016. – № 4. – С. 26–31.

6. Jiraskova, P. New method for the evaluation of woven fabric unevenness / P. Jiraskova, E. Mouckova // Autex Research Journal. – 2010. – № 2. – P. 49–54.

7. A Wear Geometry Model of Plain Woven Fabric Composites / D. Gu [et al.] // Autex Research Journal. – 2014. – № 3. – P. 168–173.

8. Fujita, T. Analysis and Calculation of Double Cloth Design with Matrices. / T. Fujita // J. Text. Mach. Soc. Japan. – 1962. – № 2. – P. 43.

9. Miroshnichenko, D. A. New combined weaves imitating convex and concave hemispheres on a single-layer fabric / D. A. Miroshnichenko [et al.] // Izv. of high schools. Technology of textile industry. – Ivanovo: IVSPU. – 2017. – № 3. – С. 149–153.

10. Koltsov, S. S. Creation of the effect of volumetric stripes on the fabric with the help of checkerboard weaves / S. S. Koltsov, N. A. Korobov, G. I. Tolubeeva // Izv. of higher education institutions. Technology of textile industry. – 2014. – № 1. – С. 56–60.

11. Program for visual representation of defects in the appearance of textile materials with different types of surface design / D. Miroshnichenko [et al.] // AIP Conference Proceedings. International Conference on Textile and Apparel Innovation (ICTAI 2021). – AIP Publishing, 2022. – Vol. 2430. – P. 020008.

SPISOK LITERATURY

1. Intertextiles Shanghai A/W 22/23 [Electronic resource]: – Mode of access: <https://www.wgsn.com/fashion/article/92170>. – Date of access: 24.06.2023.

2. Paco Rabanne SPRING 2022 READY-TO-WEAR [Electronic resource]: – Mode of access: <https://www.vogue.com/fashion-shows/spring-2022-ready-to-wear/paco-rabanne>.

vogue.com/fashion-shows/spring-2022-ready-to-wear/paco-rabanne. – Date of access: 17.06.2023.

3. Stella McCartney RESORT 2022 [Electronic resource]: – Mode of access: <https://www.vogue.com/fashion-shows/resort-2022/stella-mccartney>. – Date of access: 14.07.2023.

4. Op Art: optical illusions in the new SS23 collection [Electronic resource]: – Mode of access: <https://splashbylo.com/en/blog/op-art/> – Date of access: 11.07.2023.

5. Miroshnichenko, D. A. Analiz metodov poluchenija na odnoslojnoj tkani vizual'nyh jeffektov ob#emnyh geometricheskikh figur / D. A. Miroshnichenko, G. I. Tolubeeva // Vestnik molodyh uchenyh Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta tehnologii i dizajna. – 2016. – № 4. – S. 26–31.

6. Jiraskova, P. New method for the evaluation of woven fabric unevenness / P. Jiraskova, E. Mouckova // Autex Research Journal. – 2010. – № 2. – P. 49–54.

7. Gu, D. A. Wear Geometry Model of Plain Woven Fabric Composites / D. Gu., Y. Yang, S. Chen., W. Su // Autex Research Journal. – 2014. – № 3. – P. 168–173.

8. Fujita, T. Analysis and Calculation of Double Cloth Design with Matrices. / T. Fujita // J. Text. Mach. Soc. Japan (Eng. Ed.) – 1962. – № 2. – P. 43.

9. Miroshnichenko, D. A. Novye kombinirovannye perepletenija, imitirujushhie vypuklye i vognutye polusfery na odnoslojnoj tkani / D.A. Miroshnichenko [i dr.] // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – Ivanovo: IVGPU, 2017. – № 3. – S. 149–153.

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

11. Program for visual representation of defects in the appearance of textile materials with different types of surface design / D. Miroshnichenko, [i dr.] // AIP Conference Proceedings. AIP Conference Proceedings. International Conference on Textile and Apparel Innovation (ICTAI 2021). AIP Publishing, 2022. – V.2430, P. – 020008.

Статья поступила в редакцию 05.09.2023.