

На правах рукописи



МИРОШНИЧЕНКО ДЕНИС АЛЕКСАНДРОВИЧ

**РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПЕРЕПЛЕТЕНИЙ ОДНОСЛОЙНЫХ ТКАНЕЙ
С ВИЗУАЛЬНЫМИ ОБЪЕМНЫМИ ЭФФЕКТАМИ**

Специальность 05.19.02 - Технология и первичная обработка текстильных
материалов и сырья

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Иваново – 2020

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Ивановский государственный политехнический университет» (ФГБОУ ВО «ИВГПУ») на кафедре технологии и проектирования текстильных изделий (ныне – Научно-образовательный центр "Центр компетенций в текстильной и легкой промышленности" Инжинирингового центра текстильной и легкой промышленности (НОЦ ЦК ТЛП ИЦ ТЛП))

- Научный руководитель: **Толубеева Галина Ивановна**, доктор технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник НОЦ ЦК ТЛП ИЦ ТЛП ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет», г. Иваново
- Официальные оппоненты: **Сокова Галина Георгиевна**, доктор технических наук (научная специальность 05.19.02), доцент, начальник учебно-методического управления, профессор кафедры технологии и проектирования тканей и трикотажа ФГБОУ ВО «Костромской государственной академии текстильной и легкой промышленности», г. Кострома
- Примаченко Борис Макарович**, доктор технических наук (научная специальность 05.19.02), профессор, профессор кафедры инженерного материаловедения и метрологии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна», г. Санкт-Петербург
- Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», г. Москва

Защита диссертации состоится «28» мая 2020 года в 10 часов на заседании диссертационного совета Д 212.355.02 на базе ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет» по адресу: 153000 г. Иваново, Шереметевский пр., д. 21, ауд. У-109.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»: <http://www.ivgpu.com>.

Автореферат разослан «__» _____ 2020 года

Ученый секретарь
диссертационного совета
Д 212.355.02 доктор технических
наук, профессор



Никифорова
Елена Николаевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертационной работы. Выпускаемые в настоящее время российской текстильной промышленностью тканые полотна имеют самое различное назначение. Наиболее востребованными и конкурентоспособными являются ткани из натуральных волокон, душевое потребление на человека которых определяет, как известно, в том числе уровень развития страны. Значительную нишу среди тканей из натуральных волокон в хлопчатобумажной, шерстяной и льняной отраслях промышленности занимают ткани бытового назначения. Набирает популярность направление в дизайне оформления таких тканей в этническом стиле и стиле оп-арта, позволяющее художественными средствами передать движение и объем, в одежных тканях заострить внимание на отдельных достоинствах фигуры и скрыть ее недостатки. При этом все большее распространение получают способы оформления тканей рисунками, имитирующими различные оптические иллюзии, основанными на особенностях восприятия плоских и пространственных фигур, созданными средствами ткачества.

Повышенный интерес к переплетениям с псевдообъемными эффектами и необходимость разработки новых способов их проектирования объясняются возможностью с помощью тканей однослойного строения достигать высокого уровня псевдорельефности ткани. Такие ткани могут быть предназначены для пошива одежды, столового и постельного белья, оформления интерьеров жилых и общественных помещений, салонов транспортных средств.

Разработка методов проектирования новых переплетений в настоящее время невозможна без использования информационных технологий, что позволяет значительно ускорить создание рисунков переплетений, проектирование тканей и обновление их ассортимента. Требуется разработка пакетов прикладных программ.

Исследовательские работы в данном направлении способствуют реализации Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы, утвержденной Указом Президента Российской Федерации № 203 от 9 мая 2017 г. «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы».

Исследования диссертационной работы соответствуют одной из основных сквозных цифровых технологий, обозначенной в рамках программы «Цифровая экономика Российской Федерации» как новые производственные технологии.

Формирование конкурентоспособных отраслей и их цифровизацию Президент Российской Федерации В.В. Путин также назвал приоритетными направлениями в своем Послании Федеральному собранию 20 февраля 2019 года.

Разработка новых цифровых методов проектирования псевдообъемных переплетений, изучение их параметров, поиск возможностей управления визуальным эффектом объема геометрических рисунков являются весьма своевременными и актуальными.

Диссертационная работа соответствует п. 5 «Методы проектирования технологических процессов и текстильных материалов» и п. 7 «Методы проектирования волокон, нитей, текстильных материалов и изделий с учетом выбора его рационального строения и оптимального технологического процесса» паспорта специальности 05.19.02 – Технология и первичная обработка текстильных материалов и сырья.

Степень разработанности темы исследования. Диссертационная работа выполнена в рамках научных разработок ИВГПУ по созданию компьютерной технологии проектирования переплетений однослойных тканей с эффектом различных объемных геометрических рисунков, разрабатываемой на кафедре технологии и проектирования текстильных изделий в течение последних десяти лет. Новые методы построения

переплетений однослойных тканей, создание программных комплексов по автоматизированному проектированию переплетений представлены в трудах Г.А. Крылова, В.М. Милашюса, В.К. Реклайтиса, В.А. Сеницына, А.В. Фирсова, Г.И. Борзунова, С.В. Малецкой, В.В. Малецкого, С.Д. Николаева, Г.Г. Соковой, Г.И. Толубеевой, О.И. Дружинской, Д.А. Шаталиной, О.И. Буреневой, Н.Г. Мариевой, Н.Н. Труевцева, С.А. Любимцевой, Е.Е. Демидовой. Возможность получения эффекта объемности на однослойной ткани описана в работах Л.Г. Лейтеса, объемной двухплоскостной визуализации – Н.А. Преснецовой и Н.М. Сафьянникова, теневыми переплетениями занимались Г.Л. Слостиа, А.В. Фирсов, В.В. Малецкий, С.Д. Николаев. Разработке технологии воспроизведения на полутора- и двухслойных тканях рисунков с эффектом визуального объемного восприятия, полученных с использованием автостереограмм, посвящены труды Н.А. Преснецовой, Н.А. Мальгуновой, А.М. Киселева, вопросами создания на ткани эффекта объемных геометрических фигур занимаются Г.И. Толубеева, Н.А. Коробов, С.С. Кольцов.

Выявлены недостатки существующих методов проектирования псевдообъемных теневых зигзагообразных переплетений, отсутствие возможности управления углом подъема линии восхождения зубцов, методик проектирования переплетений с имитацией сферических поверхностей, объемных клеток, классификации и достаточных средств цифровизации технологии проектирования однослойных переплетений с псевдообъемными эффектами, решению перечисленных вопросов посвящена диссертационная работа.

Целью диссертационного исследования является разработка теоретических положений и практических методов проектирования с использованием современных информационных технологий новых комбинированных переплетений, позволяющих на однослойной ткани получить псевдообъемный эффект, и условия управления визуальным эффектом объема геометрических фигур.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **научные задачи**:

- выполнить анализ состояния проблемы разработки новых методов автоматизированного проектирования переплетений тканей с визуальным эффектом объемных геометрических рисунков;
- усовершенствовать методы проектирования теневых переплетений, позволяющие получить на однослойной ткани визуальный эффект объемных зигзагов;
- получить зависимости угла наклона линии вершин зубцов зигзагообразных теневых переплетений от параметров их проектирования;
- разработать метод проектирования равносторонних клетчатых теневых переплетений для создания на однослойной ткани визуального эффекта объемных полос в каждой клетке;
- разработать методы проектирования шашечных переплетений с визуальным эффектом выпуклых или вогнутых полусфер и диагонально симметричных поверхностей второго порядка;
- изучить влияние коэффициента выпуклости (вогнутости) полусфер на степень выраженности эффекта их объема, получить математическое описание степени выраженности эффекта объема в зависимости от параметров проектирования переплетений;
- определить условия управления визуальным эффектом объема геометрических фигур на ткани;
- выполнить систематизацию методов проектирования переплетений с визуальным эффектом объемных геометрических фигур, разработать алгоритмы и программный

комплекс для автоматизированного проектирования известных и предлагаемых переплетений тканей;

- произвести выработку опытных образцов тканей предлагаемых переплетений.

Объектами диссертационного исследования являются однослойные ткани комбинированных переплетений с визуальным эффектом объемных геометрических фигур, **предметом исследования** – методы проектирования новых переплетений данной группы.

Научная новизна диссертационной работы

Предложены методы цифрового проектирования комбинированных переплетений, позволяющие на однослойной ткани получить визуальный эффект объемных геометрических фигур.

В диссертационной работе впервые получены следующие результаты:

- усовершенствованы методы проектирования продольных и поперечных зигзагообразных теневых переплетений, позволяющие получить на однослойной ткани визуальный эффект объемных зигзагов;

- получены зависимости для расчета угла наклона линии вершин зубцов зигзагообразных теневых переплетений;

- разработан метод проектирования равносторонних клетчатых теневых переплетений с визуальным эффектом одной или нескольких объемных полос в каждой клетке;

- разработан метод проектирования шашечных переплетений с визуальным эффектом выпуклых или вогнутых полусфер;

- получено адекватное уравнение регрессии, учитывающее влияние параметров проектирования переплетений на степень выраженности визуального эффекта объема;

- разработан метод интерактивного автоматизированного проектирования переплетений с имитацией диагонально симметричных поверхностей второго порядка на базе шашечных переплетений.

Новизна разработанных технических решений защищена патентами Российской Федерации на изобретения № 2605379, № 2642725, № 2651246, № 2656955, № 2680649 и Свидетельством о государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ № 2019613007.

Теоретическая значимость работы для теории строения и проектирования тканей заключается в разработке математического аппарата для расчета параметров проектирования переплетений нового направления, позволяющего на однослойной ткани создавать имитацию объемных геометрических фигур.

Практическая значимость работы заключается в следующем:

- предложены новые переплетения, позволяющие расширить ассортимент тканей, оформленных в стиле оп-арта и этническом стиле;

- для расширения ассортимента тканей определены условия управления углом наклона линии вершин объемных зубцов при проектировании зигзагообразных теневых переплетений с изломом по основе и по утку;

- определены условия управления визуальным эффектом объема геометрических фигур на ткани, найдены оптимальные параметры проектирования переплетений, позволяющие получить максимально выраженный эффект объема геометрических фигур;

- теоретические и методические исследования реализованы в разработанных методах, алгоритмах и пакете прикладных программ для проектирования новых псевдообъемных переплетений однослойных тканей;

- проведена промышленная апробация программного комплекса, выработаны опытные образцы тканей новых переплетений, показавшие достоверность предложенных методов их проектирования;

- методы и программный комплекс проектирования переплетений с визуальным эффектом объемных геометрических фигур внедрены в основные курсы, курсовое и дипломное проектирование подготовки бакалавров по направлению 29.03.02, магистрантов по направлению 29.04.02 и аспирантов по направлению 29.06.01 на кафедре ТПТИ ИВГПУ.

Методология и методы исследований. Работа содержит результаты теоретических и экспериментальных исследований.

При разработке метода проектирования переплетений с визуальным эффектом выпуклых и вогнутых полусфер использовались разделы линейной алгебры, при определении зависимостей углов наклона восходящей (нисходящей) линии вершин зубцов – разделы аналитической геометрии. При разработке методического обеспечения проектирования переплетений и компьютерной визуализации макетов виртуальных тканей использовались возможности математических и графических пакетов расширения MATLAB®. Степень выраженности визуального объемного эффекта у опытных образцов тканей оценивалась с помощью экспертных методов (методов опроса). Определены пороги зрительного восприятия псевдообъемного эффекта в зависимости от способа и параметров проектирования переплетений. При статистической обработке экспериментальных данных применялись методы математической статистики, доказана воспроизводимость опытов, определено необходимое число опытов. При поиске регрессионной зависимости степени выраженности объема полусфер от параметров проектирования переплетений и их оптимальных значений использовались методы планирования и анализа центрального композиционного рототабельного эксперимента второго порядка. Перечисленные теоретические и экспериментальные исследования выполнены с помощью лицензионных программных продуктов.

На защиту выносятся:

- методы проектирования продольных и поперечных зигзагообразных теневых переплетений, позволяющие получить на однослойной ткани эффект объемных зигзагов с восходящей или нисходящей линией вершин зубцов;

- зависимости для расчета угла наклона линии вершин зубцов продольных и поперечных зигзагообразных теневых переплетений;

- метод проектирования комбинированных переплетений, позволяющий получить клетчатые теневые переплетения с визуальным эффектом одной или нескольких объемных полос в каждой клетке;

- метод проектирования комбинированных переплетений с визуальным эффектом выпуклых или вогнутых полусфер на базе шашечных переплетений;

- эмпирическая регрессионная зависимость степени выраженности объема полусфер на однослойной ткани от параметров проектирования переплетений, их оптимальные значения;

- метод интерактивного автоматизированного проектирования переплетений с имитацией диагонально симметричных поверхностей второго порядка;

- условия управления визуальным эффектом объема геометрических фигур на ткани;

- классификация, алгоритмы и программный комплекс для автоматизированного проектирования переплетений тканей с эффектом объемных геометрических рисунков по предлагаемым и известным методам.

Достоверность теоретических и практических положений разработанных методов проектирования новых переплетений с эффектом объемных зигзагов, клеток, диагонально

симметричных поверхностей второго порядка и полусфер подтверждена полным соответствием выработанных опытных образцов тканей их виртуальным макетам, адекватностью полученного регрессионного уравнения и статистической значимостью результатов обработки экспериментов.

Апробация результатов работы

Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались и получили положительную оценку на научно-технических конференциях аспирантов и студентов с международным участием «Молодые ученые – развитию текстильно-промышленного кластера (ПОИСК – 2016 и 2017)», г. Иваново, ИВГПУ, 2016 г., 2017 г.; «Молодые ученые – развитию национально-технологической инициативы (ПОИСК – 2018 и 2019)», г. Иваново, ИВГПУ, 2018 г., 2019 г.; международной научно-технической конференции «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (Косыгинские чтения – 2017)», г. Москва, РГУ им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), 2017 г.; на X Всероссийской научно-практической конференции «Инновационные технологии в обучении и производстве», г. Камышин, ВолгГТУ, 2016 г.; на Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых «Молодежь и новые информационные технологии (РАЙОН IT)», г. Череповец, ЧГУ, 2016 г.; на международных научно-практических конференциях «Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX – 2017 и 2018)», г. Иваново, ИВГПУ, 2017 г., 2018 г., на расширенном заседании кафедры «Технология и проектирование текстильных изделий», г. Иваново, ИВГПУ, 2019 г.

Личный вклад автора. Соискателю принадлежит основная роль в постановке и решении научных задач исследования, разработке теоретических аспектов и создании новых методов и средств автоматизированного проектирования переплетений с имитацией объемных зигзагов, клеток, диагонально симметричных поверхностей второго порядка, выпуклых и вогнутых полусфер, планировании, выполнении и обработке результатов оценки степени выраженности, поиске путей усиления объемного эффекта новых переплетений тканей.

Публикации. Основные материалы диссертации опубликованы в 23 печатных работах, в числе которых 4 статьи в журналах из «Перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, ученой степени доктора наук», 8 статей в научных журналах и сборниках научных трудов, 5 патентов на изобретения, одно свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, 5 тезисов докладов в сборниках материалов научно-технических конференций различных уровней. Доля соискателя в опубликованных с соавторами работах по теме диссертации составляет от 30 до 70 %.

Структура и объем диссертационной работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения с основными выводами по работе, библиографического списка и приложений. Содержание работы изложено на 189 страницах, включает 90 рисунков, 23 таблицы. В диссертации 3 приложения на 36 страницах. Библиографический список насчитывает 178 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность темы диссертации, степень ее разработанности, обозначены объекты и предмет исследования, формулируются цель и задачи, раскрыта научная новизна, теоретическая и практическая значимость исследования.

В первой главе проводится обзор и анализ научных работ, посвященных разработке программных комплексов по автоматизированному проектированию переплетений, новым методам проектирования переплетений однослойных тканей, возможности получения эффекта объемности на однослойной ткани, объемной двухплоскостной визуализации, технологии воспроизведения рисунков с эффектом визуального объемного восприятия с использованием автостереограмм, вопросам проектирования переплетений для создания на ткани эффекта объемных геометрических фигур. Обоснованы актуальность темы исследования; необходимость совершенствования известных методов проектирования переплетений с эффектом объемных зигзагов и переплетений, имитирующих поверхности второго порядка; востребованность разработки компьютерных технологий проектирования новых переплетений; целесообразность применения среды программирования MATLAB® при цифровизации проектирования переплетений. В результате анализа литературных источников установлена недостаточность работ по поиску путей усиления псевдообъемного эффекта переплетений однослойных тканей.

Во второй главе выполнен критический анализ известных методов проектирования псевдообъемных зигзагообразных теневых переплетений, выстраиваемых на базе сарж или сатинов (атласов) главного класса с раппортом R_6 . Получена зависимость для расчета угла наклона линии вершин зубцов зигзагообразных теневых переплетений. Установлено, что число зубцов в раппорте постоянно и равно двум, а угол наклона линий вершин зубцов зависит только от числа нитей до излома прямой диагонали, что является недостатком метода и сдерживает расширение ассортимента тканей с зигзагообразными теневыми переплетениями. Разработаны методы, лишенные указанных недостатков.

Для продольных зигзагообразных переплетений при построении исходного теневого переплетения вдоль основы раппорт по утку теневого зигзагообразного переплетения определяется по формуле

$$R_y = 2R_6(R_6 - 1) - 2. \quad (1)$$

При построении исходного теневого переплетения вдоль утка раппорт по утку при нечетном раппорте R_6 базового переплетения определяется по формуле (2), при четном – по формуле (3)

$$R_y = 2R_6[R_6(R_6 - 1) - 1]; \quad (2) \quad R_y = R_6[R_6(R_6 - 1) - 1]. \quad (3)$$

Принимается величина сдвига вершин зубцов S_B кратной раппорту базового переплетения: для формирования восходящей линии зубцов – положительной, нисходящей – отрицательной, в пределах: $R_6 \leq |S_B| \leq R_y - R_6$. (4)

Принимается число основных нитей до излома по основе в каждом зубце n_0 , удовлетворяющее неравенствам:

$$n_0 \geq 2R_6(R_6 - 1) - 2; \quad (5) \quad n_0 > |S_B| + R_6 + 2. \quad (6)$$

Рассчитывается раппорт зубца R_3 и число зубцов n_3 в раппорте переплетения:

$$R_3 = 2n_0 - |S_B| - 2; \quad (7) \quad n_3 = \frac{\text{НОК}(R_y, |S_B|)}{|S_B|}. \quad (8)$$

Определяется раппорт по основе теневого зигзагообразного переплетения:

$$R_0 = R_3 n_3. \quad (9)$$

На рисунке 1 показаны примеры продольных зигзагообразных теневых переплетений с изломом по основе с положительным и отрицательным сдвигом вершин.

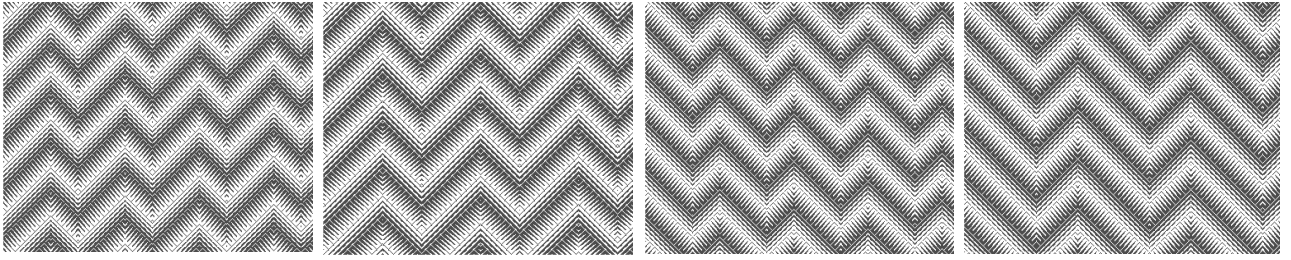
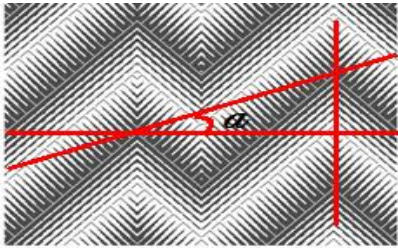


Рисунок 1 – Примеры продольных зигзагообразных теневых переплетений с изломом по основе с положительным и отрицательным сдвигом вершин

При проектировании поперечных теневых зигзагообразных переплетений системы нитей основы и утка меняются местами, в расчетных выражениях (1)–(9) это учитывается сменой индексов систем нитей на противоположные. Новизна разработанных технических решений проектирования зигзагообразных теневых переплетений с числом зубцов, зависящим от раппорта базового переплетения и принятой величины сдвига вершин, защищена патентами Российской Федерации на изобретения № 2605379, № 2642725.



Получены зависимости для расчета угла наклона восходящей (нисходящей) линии вершин зубцов зигзагообразных теневых переплетений к горизонтали с изломом по основе (10) и по утку (11) по известным параметрам проектирования переплетений, числу нитей на 10 см ткани по основе P_o и по утку P_y :

$$\alpha^\circ = \arctg\left(\frac{S_B \cdot P_y}{R_3 \cdot P_o}\right); \quad (10) \quad \alpha^\circ = \arctg\left(\frac{R_3 \cdot P_y}{S_B \cdot P_o}\right). \quad (11)$$

С учетом выражений для входящих величин формулы (10) и (11) примут вид:

$$\alpha^\circ = \arctg\left(\frac{S_B \cdot P_y}{(2n_o - |S_B| - 2) \cdot P_o}\right); \quad (12) \quad \alpha^\circ = \arctg\left(\frac{(2n_y - |S_B| - 2) \cdot P_y}{S_B \cdot P_o}\right). \quad (13)$$

Доказана возможность управления углом подъема вершин зубцов теневых зигзагообразных переплетений. Минимальное значение угла всегда больше нуля, оно обеспечивается сдвигом вершин S_B зубцов продольных теневых зигзагов, равным раппорту базового переплетения R_6 , и максимально возможной величиной числа основных нитей до излома n_o и определяется по формуле (14). Значение угла, близкое к 45° , обеспечивается сдвигом вершин S_B зубцов продольных теневых зигзагов, равным максимальному значению неравенства (4), и минимально возможной величиной числа основных нитей до излома n_o и определяется по формуле (15).

$$\alpha^\circ = \arctg\left(\frac{R_6 \cdot P_y}{(2n_o - |S_B| - 2) \cdot P_o}\right); \quad (14) \quad \alpha^\circ = \arctg\left(\frac{(R_y - R_6) \cdot P_y}{(2R_y - |S_B| - 2) \cdot P_o}\right). \quad (15)$$

Значение угла, большее 45° , обеспечивается сдвигом вершин S_B зубцов поперечных теневых зигзагов, равным максимальному значению сдвига вершин, и минимально возможным числом уточных нитей до излома n_y и определяется по формуле (16). Значение угла, максимально близкое к 90° , обеспечивается сдвигом вершин S_B зубцов поперечных теневых зигзагов, равным раппорту базового переплетения, и минимально возможным числом уточных нитей до излома n_y и определяется по формуле (17).

$$\alpha^\circ = \arctg\left(\frac{(2R_o - |S_B| - 2) \cdot P_y}{(R_o - R_6) \cdot P_o}\right); \quad (16) \quad \alpha^\circ = \arctg\left(\frac{(2n_y - |S_B| - 2) \cdot P_y}{R_6 \cdot P_o}\right). \quad (17)$$

Третья глава посвящена разработке нового метода проектирования комбинированных переплетений, позволяющего на базе сатинов (атласов) главного класса получить клетчатые теневые переплетения с визуальным эффектом одной или нескольких объемных полос в каждой клетке.

При оформлении тканей всегда остаются популярными этнические мотивы, в том числе рисунки, имитирующие предметы традиционных русских народных ремесел, плетеные изделия из бересты или прутьев. По этим мотивам предложены новые клетчатые переплетения, передающие эффект плетения, способ получения которых защищен патентом РФ на изобретение № 2680649.

В раппорте переплетения формируем четыре квадратные клетки, нумеруем их, начиная с нижней левой, по часовой стрелке. Первая и третья клетки содержат по одной или несколько продольных, вторая и четвертая – по одной или несколько поперечных полос. Полосы представляют собой теневые переплетения, полученные на базе сарж или сатинов (атласов) главного класса с раппортом R_6 , с переходом от переплетений с основным эффектом к переплетениям с уточным эффектом и обратно или наоборот. Принимаем число псевдообъемных полос в каждой клетке k_n и матрицу повторений отдельных раппортов базового переплетения в каждой полосе $n_{k_n \times R_6 - 1}$, имеющую k_n строк и $R_6 - 1$ столбцов. Выстраиваем исходные теневые переплетения для каждой полосы. Число основных нитей в j -й полосе, то есть раппорты по основе исходных теневых переплетений, находим по формуле (18). Раппорты по утку исходных переплетений для всех полос будут одинаковы и определяются по формуле (19).

$$R_{o.k.} = R_{o.исх.т.} = 2 \sum_{j=1}^{k_n} \left(\sum_{i=1}^{R_6-1} n_{i,j} (R_6 - 1) \right); \quad (18) \quad R_{y.исх.т.} = R_6. \quad (19)$$

По формуле (20) рассчитываем число повторений раппорта по утку исходного теневого переплетения как целую часть результата деления, по формуле (21) находим число уточных нитей раппорта исходного теневого переплетения для завершения продольной полосы первой клетки.

$$n_{повт.} = E \{ R_{o.k.} / R_{y.исх.т.} \}; \quad (20) \quad N_{y.доб.} = R_{o.k.} - R_{y.исх.т.} \cdot n_{повт.} \quad (21)$$

Раппорты переплетения по основе и по утку равны и рассчитываются как

$$R_o = R_y = 4 \sum_{j=1}^{k_n} \left(\sum_{i=1}^{R_6-1} n_{i,j} (R_6 - 1) \right). \quad (22)$$

Для получения раппорта переплетения к переплетению первой клетки достраиваем сверху вторую клетку, полученную путем поворота переплетения первой клетки на 90° по часовой стрелке, справа от первой помещаем четвертую клетку, идентичную второй, сверху которой достраиваем переплетение третьей клетки, идентичное переплетению первой клетки. Примеры переплетений тканей с объемными клетками с одной или несколькими полосами в каждой клетке приведены на рисунке 2.

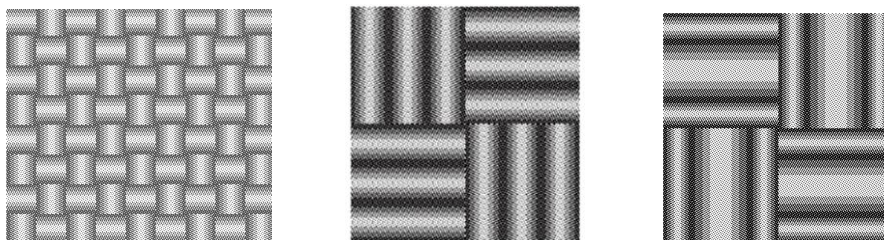


Рисунок 2 – Примеры переплетений тканей с объемными клетками

С помощью критерия Стьюдента выполнена оценка значимости влияния раппорта базового переплетения и числа объемных полос в каждой клетке на степень выраженности эффекта объема.

Для оценки степени выраженности эффекта объема переплетения проведен опрос специалистов-текстильщиков и покупателей тканей и изделий из них. Для статистически значимой усредненной оценки визуального эффекта учитывалось мнение 75 респондентов. Предложена следующая шкала оценок: 1 – объемный эффект не заметен; 2 – объемный эффект заметен; 3 – объемный эффект ясно выражен. Выполнена статистическая обработка мнений респондентов. Относительная ошибка разброса мнений респондентов не превысила 5 %. С помощью критерия Кочрена установлена однородность дисперсий в опытах.

Расширение ассортимента тканей в этническом стиле с эффектом объемных клеток возможно за счет изменения базового переплетения, различных вариантов числа повторений раппортов в ступенях и числа полос в отдельных клетках. Для усиления степени выраженности эффекта объема следует увеличивать раппорт базового переплетения (оптимальными являются раппорты, равные семи-восемью нитям), повторять отдельные раппорты в ступенях, постепенно увеличивая число повторений. Установлено, что при этом уменьшается средняя длина перекрытий и увеличивается связанность переплетений тканей. При одинаковых базовых переплетениях и одинаковых повторениях раппортов в ступенях число полос в клетках не влияет на среднюю длину перекрытий, связанность переплетений тканей и степень выраженности эффекта объема.

Четвертая глава посвящена разработке новых методов проектирования переплетений с эффектом объемных полусфер и объемных диагонально симметричных поверхностей второго порядка, защищенных патентами Российской Федерации на изобретения № 2656955, № 2651246.

Для проектирования переплетения с эффектом объемных полусфер необходимо сначала построить модель шашечного рисунка, для чего принимаем размер каждой шашки $S_{\text{кл}}$ по ширине и высоте в нитях; число пар шашек по ширине ns_o и по высоте ns_y ; нити одной системы более светлыми, нити другой системы более темными. Находим размеры шашечного поля по ширине и высоте, что соответствует раппортам переплетения по основе и по утку:

$$R_o = 2S_{\text{кл}} \cdot ns_o; \quad (23) \quad R_y = 2S_{\text{кл}} \cdot ns_y. \quad (24)$$

Формируем матрицу шашечного поля $D_{R_y \times R_o} = (d_{j,i})_{R_y \times R_o}$. Элементам j -й строки, i -го столбца, соответствующим шашкам черного цвета, присваиваем значение 0, белого цвета – значение 1. Первоначально необходимо сформировать два одномерных массива $[N_o]$ и $[N_y]$ порядковых номеров нитей, на которых будут меняться цвета шашек по основе и по утку, то есть являющиеся координатами смены цвета шашек. Расчет значений элементов массивов выполняем по следующим формулам:

$$[N_o]: 1, S_{\text{кл}}+1, 2S_{\text{кл}}+1, 3S_{\text{кл}}+1, \dots, R_o; \quad (25)$$

$$[N_y]: 1, S_{\text{кл}}+1, 2S_{\text{кл}}+1, 3S_{\text{кл}}+1, \dots, R_y. \quad (26)$$

В соответствии с цветом основы и утка принимаются базовые переплетения: если нити основы темного цвета, а нити утка светлого, то для участков, соответствующих черным шашкам, принимаем переплетение с основным эффектом (основные саржи, атласы), для участков, соответствующих белым шашкам, принимаем переплетение с уточным эффектом (уточные саржи, сатины). Так же как и исходное шашечное поле, базовые переплетения рассматриваем как двумерные матрицы $ap_{R_y \times R_o} = (ap_{j,i})_{R_y \times R_o}$ и $bp_{R_y \times R_o} = (bp_{j,i})_{R_y \times R_o}$. Элементы матриц переплетений, соответствующие основным перекрытиям, принимаем равными 1, уточным перекрытиям – 0. Формируем две матрицы переплетений $A_{R_y \times R_o} = (a_{j,i})_{R_y \times R_o}$ и $B_{R_y \times R_o} = (b_{j,i})_{R_y \times R_o}$ путем наложения на них матриц базовых переплетений $ap_{R_y \times R_o}$ и $bp_{R_y \times R_o}$.

Далее, учитывая значения раппортов по основе и по утку, необходимо задать следующие параметры: вид полусферы (может быть выпуклой или вогнутой); координаты центра полусферы $[x_o, y_o]$ (задаются относительно начала раппорта, таким образом раппорт можно воспринимать как координатную сетку); радиус полусферы r (значение задается с учетом координат выбранного центра).

Идея метода получения переплетений тканей с эффектом объемных полусфер состоит в следующем. Формируется изображение полусферы, которое затем разрабатывается переплетениями с основным и уточным эффектами. Для получения изображения полусферы выполняется деформирование шашек исходного шашечного поля, находящихся внутри основания полусферы, следующим образом: каждый пиксель заданного цвета исходного изображения переносится в новое место. Для решения этой задачи используется уравнение перевернутой окружности.

Предварительно рассчитываем значения элементов матрицы $G_{R_y \times R_o} = (g_{j,i})_{R_y \times R_o}$ расстояний от центра полусферы до каждой точки рисунка, находящейся в строке j и столбце i . Расчет значений элементов матрицы выполняется по формуле

$$|\overline{g_{j,i}}| = \sqrt{(x_o - j)^2 + (y_o - i)^2}. \quad (27)$$

Следующим этапом проектирования переплетения является расчет значений элементов матрицы $GN_{R_y \times R_o} = (gn_{j,i})_{R_y \times R_o}$ новых расстояний от каждой точки рисунка до центра выпуклой полусферы:

$$\begin{cases} |\overline{gn_{j,i}}| = k \cdot |\overline{g_{j,i}}| + k \cdot (r - \sqrt{r^2 - |\overline{g_{j,i}}|^2}), & |\overline{g_{j,i}}| < r; \\ |\overline{gn_{j,i}}| = |\overline{g_{j,i}}|, & |\overline{g_{j,i}}| \geq r. \end{cases} \quad (28)$$

Для вогнутой полусферы:

$$\begin{cases} |\overline{gn_{j,i}}| = k \cdot |\overline{g_{j,i}}| + k \cdot \sqrt{r^2 - (r - |\overline{g_{j,i}}|)^2}, & |\overline{g_{j,i}}| < r; \\ |\overline{gn_{j,i}}| = |\overline{g_{j,i}}|, & |\overline{g_{j,i}}| \geq r. \end{cases} \quad (29)$$

В уравнениях (28) и (29) k – коэффициент выпуклости или вогнутости поверхности – может изменяться от 0 до 1; принимаем $k = 0,5$.

Местоположение и цвет точек, лежащих за пределами полусферы, оставляем неизменными. Все точки $Z(x_j, y_i)$, находящиеся внутри радиуса полусферы и окрашенные в заданный цвет, переносим в новое положение $Z_1(x_{jn}, y_{in})$, оставляя угол относительно центра прежним, как показано на рисунке 3. Точка $O(x_o, y_o)$ на рисунке 3 – центр полусферы.

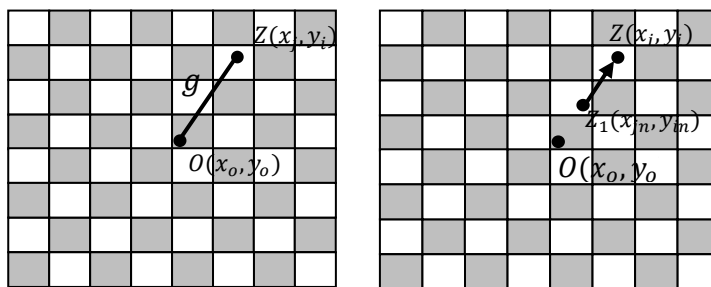


Рисунок 3 – Принцип перемещения точек внутри полусферы

Особенность заполнения элементов новой матрицы $GN_{R_y \times R_o}$ состоит в том, что значения для точек, находящихся за пределами радиуса основания полусферы,

принимаются равными значениям элементов матрицы $G_{R_y \times R_o}$. Для точек исходного шашечного рисунка, расположенных внутри радиуса полусферы, определяются новые координаты (xn_j, yn_i) ; координаты точек, находящихся за пределами радиуса полусферы, принимают равными старым. Получена следующая система расчета координат точек:

$$\begin{cases} (xn_j, yn_i) = (x_o, y_o) + (|\overline{gn_{j,i}}|/|\overline{g_{j,i}}|) \cdot ((x_j, y_i) - (x_o, y_o)), & |\overline{g_{j,i}}| < r; \\ (xn_j, yn_i) = (x_j, y_i), & |\overline{g_{j,i}}| \geq r. \end{cases} \quad (30)$$

Затем необходимо определить новые цвета точек деформированного шашечного поля, для чего выполняется двумерная аппроксимация данных на прямоугольной сетке. Задаем вектор абсцисс, вектор ординат и двумерный массив аппликат. Этот этап выполняется в среде программирования MATLAB®. В качестве вектора абсцисс принимаем порядковые номера нитей основы $o(1:R_o)$, в качестве вектора ординат – порядковые номера нитей утка $u(1:R_y)$, двумерным массивом аппликат является матрица $D_{R_y \times R_o}$ цветов исходного шашечного поля. Векторы $o(1:R_o)$ и $u(1:R_y)$ преобразуем в двумерные массивы O и U следующей структуры: строки массива O являются копиями вектора $o(1:R_o)$, столбцы массива U являются копиями вектора $u(1:R_y)$. Командой $[O,U]=meshgrid(o,u)$ формируем координатную сетку на плоскости. Двумерная аппроксимация данных выполняется функцией $ZZ = interp2(O, U, Z, OO, UU, method)$. Здесь O, U и Z – аппроксимируемые данные ($Z = D$); OO, UU – массивы, задающие набор контрольных точек, в которых вычисляются значения аппроксимирующей функции ZZ ; $method$ – метод аппроксимации. В нашем случае рациональным является метод построения кусочной функции *nearest*, выполняющий интерполяцию полиномами 0-й степени по соседним точкам, при котором значение в любой точке равно значению в ближайшей узловой точке. Аппроксимирующей функцией ZZ является искомая матрица новых цветов шашечного поля $DN_{R_y \times R_o} = (dn_{j,i})_{R_y \times R_o}$.

Для каждой пары новых координат (xn_j, yn_i) находим ближайшую пару исходных координат (x_j, y_i) и элементу матрицы $DN_{x_j \times y_i}$ присваиваем значение элемента матрицы $D_{xn_j \times yn_i}$. По данным матрицы $DN_{R_y \times R_o}$ на плоскости раппорта выстраиваем деформированный шашечный рисунок с имитацией выпуклой полусферы (рисунок 4,а).

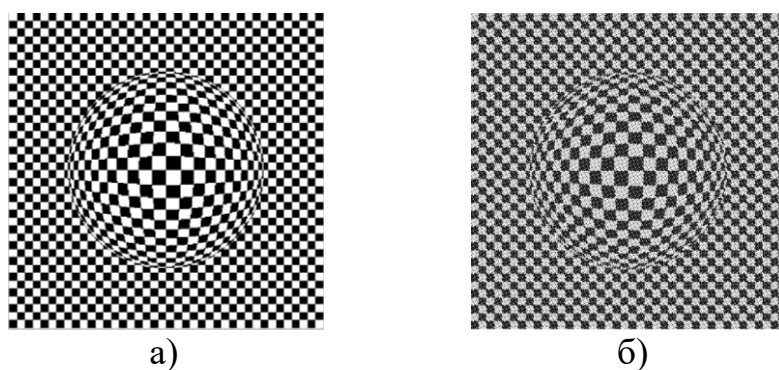


Рисунок 4 – Выпуклая полусфера: а – деформированный шашечный рисунок; б – раппорт переплетения ткани

Для получения переплетения необходимо сформировать матрицу $C_{R_y \times R_o} = (c_{j,i})_{R_y \times R_o}$: для единичных значений элементов j – й строки i – го столбца матрицы $(dn_{j,i})_{R_y \times R_o}$ элементам матрицы $(c_{j,i})_{R_y \times R_o}$ присваиваем значения элементов матрицы $(a_{j,i})_{R_y \times R_o}$, для нулевых – матрицы $(b_{j,i})_{R_y \times R_o}$. По данным матрицы C получаем раппорт переплетения ткани (рисунок 4,б).

Изучено влияние коэффициента выпуклости (вогнутости) полусфер на степень выраженности эффекта их объема. Определено оптимальное значение коэффициента, равное $k = 0,5$.

С помощью центрального композиционного рототабельного эксперимента второго порядка изучено влияние раппорта базового переплетения, размеров шашек и радиуса полусферы на степень выраженности эффекта объема полусфер. Получено адекватное уравнение регрессии влияния параметров проектирования переплетений на степень выраженности визуального эффекта объема. Найдены оптимальные параметры проектирования переплетений, позволяющие получить максимально возможный визуальный эффект объема полусфер.

Для разработки нового ассортимента тканей с эффектом объемных выпуклых или вогнутых поверхностей второго порядка предлагается новый метод проектирования переплетений тканей с эффектом диагонально симметричных псевдообъемных поверхностей второго порядка. Переплетения этого вида, так же как и переплетения с эффектом объемных полусфер, относятся к группе шашечных и могут быть построены на базе сатинов или атласов главного класса. Структура и обозначение матриц базовых переплетений подобны рассмотренным ранее. Для проектирования переплетений необходимо изначально выбрать базовое переплетение в шашках с матрицей $ap_{R_{y6} \times R_{o6}}$, размер шашек $s_{ш}$, количество их пар $n_{ш}$ и цвет нитей основы и утка. Определяются раппорты переплетения по формуле

$$R_o = R_y = R = 2 \cdot s_{ш} \cdot n_{ш}. \quad (31)$$

Матрица шашечного поля $D_{R_y \times R_o} = D_{R \times R}$ формируется по методике, рассмотренной ранее. Массивы порядковых номеров нитей, на которых будут меняться цвета шашек по основе и по утку, являющиеся координатами смены цвета шашек, одинаковы и рассчитываются по формуле

$$[N_o] = [N_y]: 1; s_{ш} + 1; 2s_{ш} + 1; 3s_{ш} + 1; \dots R. \quad (32)$$

Размеры матрицы шашечного поля $D_{R \times R}$ по обеим системам одинаковы. Номера столбцов матрицы соответствуют порядковым номерам нитей основы переплетения, номера строк – нитей утка. Порядковые номера нитей исходного шашечного поля представляют собой натуральный ряд чисел $[N]$, изменяющийся от единицы до R .

В среде программирования MATLAB[®] создаем поле с подвижными маркерами в координатах «Порядковые номера нитей – Уровень деформирования изображения в долях (от 0 до 1)». Интерактивно в диалоговом режиме дессинатор вводит количество опорных точек, например, 20. Программно маркеры выставляются по горизонтали на высоте, соответствующей отсутствию деформирования, равной 0,5 доли, как показано на рисунке 5,а.

По данным матрицы $D_{R \times R}$ на плоскости раппорта выстраивается модель исходного шашечного рисунка с равносторонними шашками. Исходное шашечное поле, соответствующее матрице ($D_{200 \times 200}$), представлено на рисунке 5,б. Программно получаем негативное базовое переплетение $bp_{R_{y6} \times R_{o6}}$ и две матрицы переплетений $A_{R_y \times R_o} = (a_{j,i})_{R_y \times R_o}$ и $B_{R_y \times R_o} = (b_{j,i})_{R_y \times R_o}$, как изложено ранее.

Идея нового метода проектирования переплетений с визуальным эффектом объемных диагонально симметричных выпуклых или вогнутых поверхностей состоит в деформировании первоначально квадратных шашек исходного шашечного рисунка одновременно по обеим системам нитей.

Число шашек и их суммарная ширина и высота (раппорт переплетения по основе и по утку) остаются равными заданным, изменяется размер шашек симметрично центральной диагонали исходного шашечного поля.

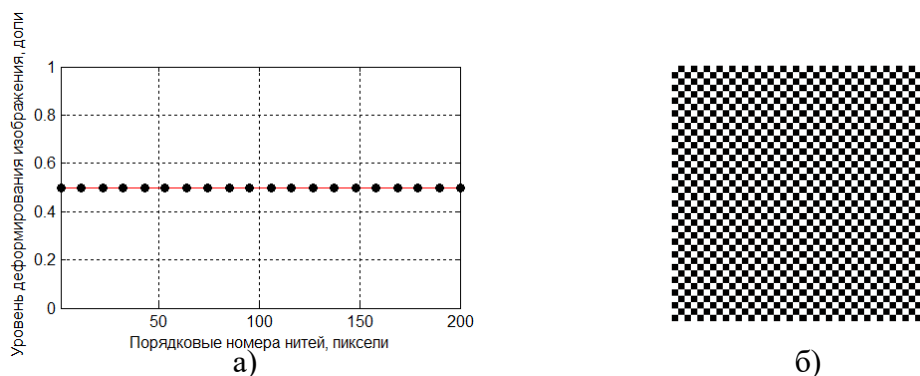


Рисунок 5 – Этапы построения рисунка: а – поле маркеров; б – исходное шашечное поле

Уменьшение ширины и высоты шашек происходит за счет исключения части нитей основы и утка в массиве $[N]$, увеличение ширины и высоты шашек – за счет повторения нитей основы и утка в пределах отдельных шашек, при этом рассчитывается массив новых номеров нитей $[N_{\text{деф}}]$.

Дессинатор, передвигая маркеры по вертикали, в режиме диалога выполняет деформирование шашек исходного шашечного поля. Для увеличения размеров шашек маркеры должны выставляться ниже средней линии, для уменьшения – выше. Увеличенные в середине рисунка шашки позволяют получить эффект выпуклых поверхностей, для создания эффекта вогнутых поверхностей в середине рисунка следует помещать шашки меньших размеров. Тем самым дессинатор задает закон изменения размеров шашек вдоль нитей обеих систем. Два варианта расположения точек в поле маркеров из бесконечного числа возможных представлены на рисунке 6.

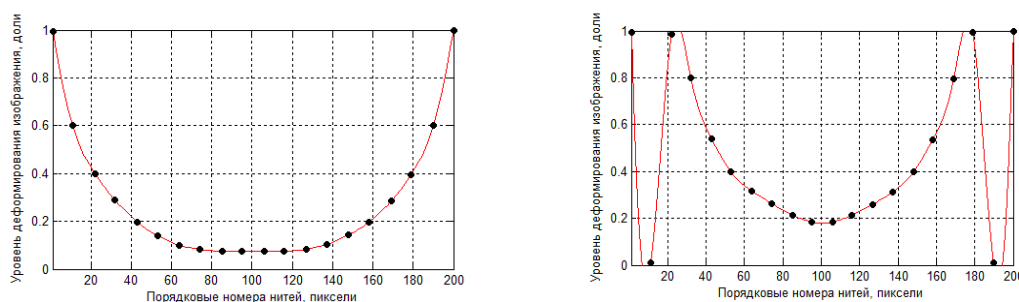


Рисунок 6 – Варианты расположения точек в поле маркеров

Выполняется аппроксимация кривых, соединяющих точки маркеров. Для обеспечения высокой точности аппроксимации применяем стандартные сплайны $y = \text{spline}(xx, yy, x)$, которые описывают полиномом третьей степени кривые на каждом промежутке маркеров с абсциссами и ординатами контрольных точек xx и yy и абсциссами аппроксимируемых функций x :

$$y = b_3x^3 + b_2x^2 + b_1x + b_0. \quad (33)$$

С учетом текущего номера участка i уравнение (33) примет вид:

$$y_i = b_{3i}x^3 + b_{2i}x^2 + b_{1i}x + b_{0i}. \quad (34)$$

Отсутствие порядковых номеров нитей свидетельствует об уменьшении размеров шашек по основе и по утку, многократное повторение отдельных номеров приводит к увеличению размера шашки по отношению к исходной.

Формируем матрицу цвета точек деформированного шашечного рисунка $DN = DN_{R \times R} = (dn_{ji})_{R \times R}$: каждому элементу матрицы DN с номерами строк и столбцов из массива $[N]$ присваиваем значение элементов 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 рисунке 6, показаны на рисунке 7, а и 7, б.

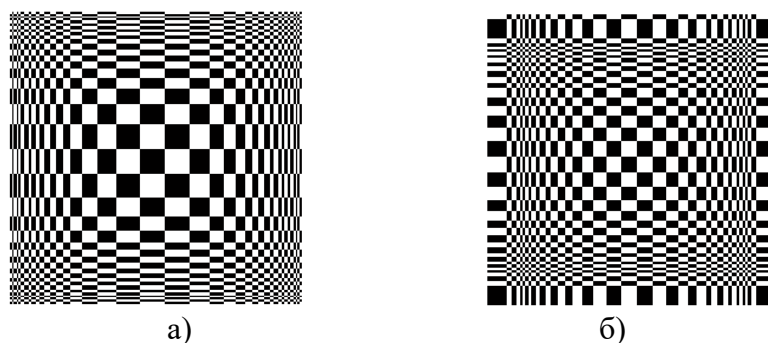


Рисунок 7 – Модели диагонально симметричных переплетений

В пятой главе выполнена систематизация известных и предлагаемых в данной диссертационной работе методов проектирования однослойных тканей с имитацией различных объемных геометрических фигур. Разработано 70 алгоритмов для автоматизированного проектирования новых переплетений с эффектом объемных зигзагов, клеток, выпуклых и вогнутых полусфер и диагонально симметричных поверхностей второго порядка, приведена блок-схема одного из алгоритмов. Разработан интерфейс пользователя для удобного выбора метода проектирования переплетений и программный комплекс для автоматизированного построения известных и предлагаемых переплетений тканей, получения макетов виртуальных тканей, защищенный Свидетельством о государственной регистрации программы для ЭВМ «Программный комплекс для построения переплетений однослойных тканей с визуальным эффектом объемных геометрических фигур» № 2019613007.

Произведена выработка опытных образцов тканей новых переплетений с эффектом объемных зигзагов, клеток, диагонально симметричных поверхностей второго порядка и полусфер, показавшая достоверность новых методов проектирования переплетений полным соответствием выработанных образцов тканей их виртуальным макетам.

Стоимость сырья для одного погонного метра ткани составила 135,47 руб., стоимость обработки – 51,21 руб., себестоимость одного погонного метра суровой ткани составила 186,68 руб., одного квадратного метра – 84,86 руб.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ ПО ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЕ

1. На основании анализа информации в области разработки новых методов проектирования переплетений, в том числе с псевдообъемным эффектом, установлены: актуальность разработки новых способов проектирования переплетений с эффектом объемных геометрических рисунков на однослойных тканях; необходимость совершенствования известных методов проектирования переплетений с эффектом объемных зигзагов и переплетений, имитирующих поверхности второго порядка; востребованность разработки компьютерных технологий проектирования новых переплетений; целесообразность применения среды программирования MATLAB® при цифровизации проектирования переплетений.

2. Усовершенствованы методы проектирования зигзагообразных теневых переплетений для получения на однослойной ткани визуального эффекта объемных зигзагов с восходящей или нисходящей линией вершин зубцов, позволяющие расширить

ассортимент тканей, оформленных в стиле оп-арта.

3. Получены зависимости для расчета угла наклона линии вершин зубцов зигзагообразных теневых переплетений, позволяющие определять необходимые параметры проектирования зигзагообразных теневых переплетений с изломом по основе и по утку.

4. Предложен метод проектирования равносторонних клетчатых теневых переплетений с визуальным эффектом одной или нескольких продольных или поперечных объемных полос в каждой клетке, позволяющий расширить ассортимент тканей в этническом стиле.

5. Предложены методы проектирования шашечных переплетений с визуальным эффектом выпуклых или вогнутых полусфер и диагонально симметричных поверхностей второго порядка, позволяющие расширить ассортимент тканей, оформленных в стиле оп-арта.

6. Получено регрессионное уравнение для прогнозирования степени выраженности эффекта объема и определения оптимальных параметров проектирования переплетений, позволивших получить максимально возможный визуальный эффект объема полусфер.

7. Определены условия управления визуальным эффектом объема геометрических фигур на ткани.

8. Разработаны алгоритмы автоматизированного проектирования предложенных переплетений с эффектом объемных зигзагов, клеток, выпуклых и вогнутых полусфер и диагонально симметричных поверхностей второго порядка, выполнена систематизация методов и разработан программный комплекс для автоматизированного проектирования известных и предлагаемых переплетений тканей.

9. Произведена выработка опытных образцов тканей новых переплетений с эффектом объемных клеток, зигзагов, полусфер и диагонально симметричных поверхностей второго порядка, показавшая достоверность предложенных методов их проектирования.

РЕКОМЕНДАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Выполненные исследования являются основой для создания методического обеспечения компьютерного проектирования переплетений однослойных тканей с имитацией на их поверхности объемных геометрических фигур, разработки новых методов, алгоритмов и программных кодов построения переплетений с псевдообъемным эффектом.

Предложенные методы проектирования новых переплетений позволяют создавать коллекции креативно оформленных тканей-компаньонов, выработанных из хлопчатобумажной, льняной или шелковой пряжи или нитей для пошива одежды, столового и постельного белья, оформления интерьеров жилых и общественных помещений, салонов транспортных средств.

Часть предложенных методов направлена на проектирование квадратных переплетений, и предусматривает равенство плотностей проектируемых тканей по основе и по утку. При отсутствии технологических возможностей выработки равноплотных тканей необходимо скорректировать методики для получения на ткани квадратных рисунков, учесть разницу плотностей ткани.

Публикации, отражающие основное содержание диссертации

Статьи в журналах из «Перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, ученой степени доктора наук»

1. Мирошниченко, Д.А. Новые комбинированные переплетения, имитирующие выпуклые и вогнутые полусферы на однослойной ткани / Д.А. Мирошниченко, Г.И. Толубеева, Н.А. Коробов, Н.А. Кулида // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – Иваново: ИВГПУ, 2017. – № 3. – С. 149-153. – 0,31 п.л. / 0,06 п.л.
2. Мирошниченко, Д.А. Новые комбинированные переплетения, имитирующие выпуклые и вогнутые диагонально симметричные поверхности на однослойной ткани / Д.А. Мирошниченко, Г.И. Толубеева, Н.А. Коробов, Е.Н. Никифорова // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – Иваново: ИВГПУ, 2017. – № 5. – С. 104-108. – 0,31 п.л. / 0,06 п.л.
3. Мирошниченко, Д.А. Новые комбинированные переплетения, имитирующие на однослойной ткани объемные клетки / Д.А. Мирошниченко, Г.И. Толубеева // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – Иваново: ИВГПУ, 2018. – № 1. – С. 76-80. – 0,31 п.л. / 0,013 п.л.
4. Мирошниченко, Д.А. Систематизация способов построения переплетений однослойных тканей с визуальными объемными эффектами / Д.А. Мирошниченко, Г.И. Толубеева // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – СПб.: СПбГУПТИД, 2017. – Т. 36. – № 2. – С. 12-15. – 0,25 п.л. / 0,15 п.л.

Патенты и свидетельства

5. Пат. 2642725 Российская Федерация. Способ получения тканей поперечных зигзагообразных теневых переплетений / Мирошниченко Д.А., Толубеева Г.И. Оpubл. 25.01.2018, Бюл. № 3.
6. Пат. 2605379 Российская Федерация. Способ получения тканей продольных зигзагообразных теневых переплетений / Толубеева Г.И., Кольцов С.С., Демидова Е.Е., Зяблицева А.С., Мирошниченко Д.А. Оpubл. 10.12.2016, Бюл. № 34.
7. Пат. 2651246 Российская Федерация. Способ получения тканей шашечных переплетений / Мирошниченко Д.А., Толубеева Г.И., Коробов Н.А. Оpubл. 18.04.2018, Бюл. № 11.
8. Пат. 2656955 Российская Федерация. Способ получения тканей шашечных переплетений / Мирошниченко Д.А., Толубеева Г.И., Коробов Н.А. Оpubл. 07.06.2018, Бюл. № 11.
9. Пат. 2680649 Российская Федерация. Способ получения тканей клетчатых теневых переплетений / Мирошниченко Д.А., Толубеева Г.И. Оpubл. 24.09.2018, Бюл. № 27.
10. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019613007. Программный комплекс для построения переплетений однослойных тканей с визуальным эффектом объемных геометрических фигур / Толубеева Г.И., Мирошниченко Д.А. Дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ 05.03.2019.

Статьи в рецензируемых научных журналах

11. Толубеева, Г.И. Новые способы построения комбинированных переплетений с визуальным эффектом объемных геометрических фигур / Г.И. Толубеева, Д.А. Мирошниченко // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX – 2018): сб. материалов XXI Междунар. науч.-практ.

Форума, 26-28 сентября 2018 года. – Иваново: ИВГПУ, 2018. – Ч. 2. С. 24-28. – 0,31 п.л. / 0,2 п.л.

12. Толубеева, Г.И. Способ построения комбинированных переплетений с визуальным эффектом поперечных объемных зигзагов на базе теневых сарж / Г.И. Толубеева, Д.А. Мирошниченко // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX – 2017): сб. материалов XX Междунар. науч.-практ. Форума, 22-26 мая 2017 года – Иваново: ИВГПУ, 2017. – № 1. – С. 307-313. – 0,44 п.л. / 0,27 п.л.

13. Мирошниченко, Д.А. Расширение возможностей пакета прикладных программ для автоматизированного построения переплетений тканей с визуальным эффектом объемных геометрических фигур / Д.А. Мирошниченко, Г.И. Толубеева // Информационная среда вуза. – Иваново: ИВГПУ, 2017. – С. 87-91. – 0,31 п.л. / 0,2 п.л.

14. Мирошниченко, Д.А. Разработка пользовательского интерфейса для автоматизированного построения переплетений тканей с визуальным эффектом объёмных геометрических фигур / Д.А. Мирошниченко, Г.И. Толубеева // Информационная среда вуза. – Иваново: ИВГПУ, 2016. – С. 145-149. – 0,31 п.л. / 0,15 п.л.

15. 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. – СПб.: СПбГУПТИД, 2016. № 4. С. 26-31. – 0,38 п.л. / 0,27 п.л.

Материалы научно-технических конференций различных уровней

16. Мирошниченко, Д.А. Разработка программного обеспечения для построения переплетений тканей с визуальным эффектом объемных полусфер / Д.А. Мирошниченко, Г.И. Толубеева // Молодые ученые - развитию Национальной технологической инициативы (ПОИСК–2019): сб. материалов всероссийской (с международным участием) молодежной научно-технической конференции. – Иваново: ИВГПУ, 2019. – Ч.1 – С. 21-24 – 0,25 п.л. / 0,19 п.л.

17. Мирошниченко, Д.А. Новый способ построения переплетений однослойных тканей имитирующий визуальный эффект объёмных клеток / Д.А. Мирошниченко // Молодые ученые - развитию Национальной технологической инициативы (ПОИСК–2018): сб. материалов всероссийской (с международным участием) молодежной научно-технической конференции. – Иваново: ИВГПУ, 2018. – С. 20-21. – 0,13 п.л. / 0,13 п.л.

18. Мирошниченко, Д.А. Определение оптимальных параметров для построения переплетений ткани с визуальным эффектом объемных полусфер / Д.А. Мирошниченко, К.С. Плис, Г.И. Толубеева // Молодые ученые - развитию Национальной технологической инициативы (ПОИСК–2018): сб. материалов всероссийской (с международным участием) молодежной научно-технической конференции. – Иваново: ИВГПУ, 2018. – С. 23-25. – 0,19 п.л. / 0,15 п.л.

19. Мирошниченко, Д.А. Опыт использования информационных технологий при оформлении однослойных тканей ткацкими рисунками в стиле оп-арта / Д.А. Мирошниченко, Г.И. Толубеева // Современные задачи инженерных наук: сб. науч. тр. междунар. науч.-техн. симпозиума. – М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2017. – С. 145-149. – 0,31 п.л. / 0,15 п.л.

20. Мирошниченко, Д.А. Разработка нового программного комплекса для проектирования переплетений тканей с визуальным объемным эффектом / Д.А. Мирошниченко // Молодые ученые - развитию текстильно-промышленного кластера (ПОИСК–2017): сб. материалов межвуз. науч.-техн. конф. аспирантов и студентов (с международным участием). Ч.1. – Иваново: ИВГПУ, 2017. – С. 32-33. – 0,13 п.л. / 0,13 п.л.

21. Мирошниченко, Д.А. Компьютерное проектирование переплетений тканей с визуальным объемным эффектом / Д.А. Мирошниченко, Г.И. Толубеева // Молодежь и новые информационные технологии: сб. материалов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых в рамках Программы развития деятельности студенческих объединений Череповецкого государственного университета «РАЙОН IT». – Череповец: ЧГУ, 2016. – С. 229-232. – 0,27 п.л. / 0,14 п.л.

22. Мирошниченко, Д.А. Обзор методов получения комбинированных переплетений тканей с псевдообъемным эффектом / Д.А. Мирошниченко, Г.И. Толубеева // Поколение будущего: взгляд молодых ученых: сб. науч. статей 4-й Междунар. молодежной науч. конф. в 3 т. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2016. – С. 335-337. – 0,19 п.л. / 0,15 п.л.

23. Мирошниченко Д.А. Анализ методов получения на однослойной ткани визуальных эффектов объемных полос / Д.А. Мирошниченко, Г.И. Толубеева // Молодые ученые - развитию текстильно-промышленного кластера (ПОИСК–2016): сб. материалов межвуз. науч.-техн. конф. аспирантов и студентов (с междунар. участием). Ч.1. – Иваново: ИВГПУ, 2016. – С. 15-16. – 0,13 п.л. / 0,06 п.л.

Подписано в печать 26.02.2020 года.

Формат 60x84 1/16.

Плоская печать.

Усл. печ. л. 1,16. Уч.-изд. л. 1,11. Тираж 100 экз. Заказ № 3787

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»

Редакционно-издательский отдел УИРиК
153000 г. Иваново, Шереметевский пр., д. 21.