

На правах рукописи



ТУХАНОВА ВАЛЕРИЯ ЮРЬЕВНА

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ УСТОЙЧИВЫХ
КОНСТРУКЦИЙ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

Специальность 05.19.04

«Технология швейных изделий»

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Москва – 2019

Работа выполнена на кафедре «Дизайн и прикладное искусство» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (ПКУ)».

Научный руководитель **Тихонова Таисия Петровна**, кандидат технических наук, доцент

Официальные оппоненты **Сурженко Евгений Яковлевич**, доктор технических наук, заведующий кафедрой конструирования и технологии швейных изделий ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»

Рахматуллин Айрат Миннигалиевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология и конструирование одежды» ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромской государственный университет (КГУ)»

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина» (Технологии. Дизайн. Искусство) и на сайте www.kosygin-rgu.ru

Защита состоится «23» декабря 2019г. в 12:00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.144.01 на базе ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина» по адресу: 117997, г. Москва, ул. Садовническая 33, стр. 1.

Автореферат разослан « _____ » _____ 2019 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета
Д 212.144.01



(подпись)

Мезенцева Т. В.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. В соответствии со стратегией инновационного развития Российской Федерации до 2035 года основными направлениями являются: переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, созданию систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта. Существующие процессы конфекционирования материалов на стадии проектирования не обеспечивают устойчивость конструкции швейного изделия в эксплуатации, что не позволяет заложить высокий уровень качества готового изделия. Для оценки устойчивости конструкции швейного изделия и надежности в эксплуатации используют опытную носку, что при проектировании приводит к существенным материальным и временным затратам, что сдерживает внедрение изделия в производство. При быстром развитии науки и техники меняются требования к выбору текстильных материалов. Новые формы организации швейного производства обуславливают повышение уровня качества и конкурентоспособности выпускаемой продукции.

Функциональное использование изделий повышенной эксплуатации требует особых характеристик устойчивости конструкции швейного изделия, что необходимо заложить на стадии проектирования.

Внедрение новых текстильных материалов стало невозможным без исследования и совершенствования процесса конфекционирования при современных формах производства швейных изделий в условиях цифровизации промышленности. В связи с этим, разработка технологии проектирования устойчивых конструкций швейных изделий в эксплуатации является актуальной.

Целью исследования является повышение качества швейных изделий путем совершенствования процесса подбора материалов и технологий изготовления на стадии проектирования конструкций с применением элементов цифровизации.

Объектом исследования является процесс проектирования устойчивых конструкций швейных изделий с использованием современных технологий.

Предмет исследования составляет процесс подбора материалов при проектировании швейных изделий с заданными потребительскими свойствами.

Область исследования. Работа соответствует паспорту ВАК научной специальности 05.19.04 пунктам 5,12 по областям исследований «Совершенствование методов оценки качества и проектирование одежды с заданными потребительскими и технико-экономическими показателями» и «Разработка методов получения оптимальных технологических решений применительно к одежде разнообразного ассортимента, обеспечивающих

применение современной технологии, рациональное использование оборудования и др.».

Для достижения поставленной цели в работе решены следующие **задачи:**

- проведен анализ факторов, влияющих на устойчивость конструкции швейного изделия в эксплуатации;
- установлены критерии оценки устойчивости конструкции швейного изделия на основании систематизации данных о показателях и численных значениях потребительских свойств материалов;
- проведен анализ зон деформации швейных изделий разнообразного ассортимента при эксплуатации;
- исследованы существующие современные процессы подбора материалов для швейных изделий;
- разработан метод оценки устойчивости конструкции узла швейного изделия к внешним воздействиям во время эксплуатации;
- разработана технология проектирования устойчивых конструкций швейных изделий;
- разработаны рекомендации по обеспечению устойчивости конструкции швейного изделия при эксплуатации;
- сформирована база данных в среде Access для автоматизации процесса подбора пакета материалов и аналитики результатов проектирования пакетов материалов при производстве швейных изделий;
- разработана структура цифрового документа «конфекционная карта», который является инструментом идентификации и маркировки швейного изделия при сертификации продукции.

Методы исследования и технические средства решения задач. Исследования базировались на теоретических основах технологии и конструирования одежды, швейного материаловедения, конфекционирования материалов, физики, механики, сопротивления материалов, теории математического моделирования. В ходе выполнения работы использованы: статистические методы обработки, патентный поиск, методы обобщения и сравнения, классификации данных, теория алгоритмизации, корреляционный и дисперсионный анализ полученных данных.

Научная новизна работы. При проведении теоретических и экспериментальных исследований автором впервые:

- определены критерии оценки устойчивости конструкции швейного изделия на основании систематизации данных о показателях и численных значениях потребительских свойств материалов;
- разработан способ определения устойчивости конструкции узла швейного изделия при эксплуатации (патент RU № 2650612 C1 от 27.02.2017);
- получены формулы линейной зависимости показателей деформационных характеристик узла швейного изделия от физико-механических свойств материала верха, средств скрепления, поверхностной плотности и

направления раскроя детали относительно нити основы термоклеевого прокладочного материала для прогнозирования устойчивости конструкции во время эксплуатации;

- установлены коэффициенты пределов запаса прочности конструкции узла швейного изделия в эксплуатации: 0-0,4 – избыточное укрепление конструкции; 0,4-0,9 – достаточное укрепление конструкции; 0,9 и выше – недостаточное укрепление конструкции.

Личный вклад автора. Автором сформулированы цель и основные задачи исследования, разработан способ (Патент RU № 2650612 С1 от 27.02.2017) оценки устойчивости конструкции узла швейного изделия при эксплуатации; проведены экспериментальные исследования узлов швейных изделий, изготовленных из тканей одинакового волокнистого состава курточной, пальтовой и костюмной групп; проанализировано влияние физико-механических свойств материалов верха на потребительские свойства швейного изделия; разработана база данных для автоматизации процесса подбора материалов в цифровой среде (Свидетельство №2019620989 от 05.06.2019); разработан образец цифрового проектного документа «конфекционная карта», позволяющий закрепить за проектируемым швейным изделием требуемый уровень качества.

Теоретическая значимость работы заключается в использовании принципа векторного приложения нагрузок на швейное изделие для разработки метода оценки устойчивости конструкции изделия во время эксплуатации.

Практическую значимость работы представляют:

- разработанная технология решения различных задач инженерного конфекционирования в условиях аутсорсинга производства швейной продукции;
- полученные данные о деформациях узла «деталь швейного изделия с накладным карманом» изделий разнообразного назначения при векторном приложении нагрузки, в том числе для изделий повышенной эксплуатации;
- разработанная структура цифрового проектного документа «конфекционная карта» с указанием зон и узлов швейного изделия, требующих укрепления конструкции, содержащего информацию о физико-механических свойствах материалов, позволяющего оперативно обеспечить необходимой и достаточной информацией швейные производственные системы нового типа;
- интегрированная в производственный процесс база данных «Проектирование устойчивости конструкций швейных изделий в эксплуатации» свидетельство №2019620989 от 05.06.2019, разработанная в среде Access, для автоматизации процесса подбора материалов для швейных изделий;
- разработанная технология проектирования устойчивых конструкций швейных изделий без экспериментальной носки.

Достоверность. Достоверность проведенных исследований базируется на согласовании аналитических и экспериментальных результатов,

использовании информационных технологий, современных методов и средств проведения исследований. Апробация основных положений диссертации производилась в научной периодической печати, конференциях, а также в ООО «М-Ризон» и «ИП Радкевич О.А.».

Основные положения, выносимые на защиту.

1. Метод оценки устойчивости конструкции узла швейного изделия при эксплуатации;
2. Технология инженерного конфекционирования материалов для обеспечения устойчивости конструкции швейных изделий, в том числе для изделий повышенной эксплуатации.

Реализация результатов. По результатам исследований получен патент на изобретение «Способ определения устойчивости конструкции узла швейного изделия» RU 2650612 С1 от 27.02.2017; запатентована база данных «Проектирование устойчивости конструкций швейных изделий в эксплуатации» свидетельство №2019620989 от 05.06.2019; издано учебное пособие с грифом УМО «Методы оценок потребительских свойств материалов и конструкций узлов швейных изделий при инженерном конфекционировании», рекомендованное для магистров, аспирантов, а также для инженерно-технических и научных работников легкой и текстильной промышленности. Технология проектирования устойчивых конструкций швейных изделий внедрена в производственный процесс «ООО М-Ризон» (производство женской одежды, г. Москва,) и «ИП Радкевич О.А.» (производство спецодежды, г. Саранск).

Апробация работы. Основные положения и результаты диссертационной работы доложены и получили положительную оценку на: IV Международной конференции «Современные информационные технологии в образовании, науке и промышленности» 13-15 мая 2014 года, г. Москва, МГУТУ им. К.Г. Разумовского; Международной научно-технической конференции «Инновационные технологии развития текстильной и легкой промышленности» 24-26 октября 2014 года, г. Москва, МГУТУ им. К.Г. Разумовского; V Международной научно-практической конференции «Мода и дизайн. Инновационные технологии 2015» 22-23 мая 2015 года, г. Владикавказ, СОГУ им. К.Л. Хетагурова; V Международной конференции «Современные информационные технологии в образовании, науке и промышленности» 13-14 мая 2015 года, г. Москва, МГУТУ им. К.Г. Разумовского; Международной научно-практической конференции «Современное состояние науки и техники» (ССНИТ) в рамках Международного молодежного форума «Молодежь: наука и техника» 04-09 февраля 2016 года, г. Сочи; Всероссийской научной конференции молодых ученых «Инновации молодежной науки» 25-29 апреля 2016 года, г. Санкт-Петербург, СПбГУПТД; VI Международной конференции «Современные информационные технологии в образовании, науке и промышленности» 14-15 мая 2016 года, г. Москва, МГУТУ им. К.Г. Разумовского; Международной научной конференции «Современные материалы и технические решения» 15-

22 октября 2016 г., Великобритания, г. Лондон; Всероссийской научной студенческой конференции «Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности» (ИНТЕКС-2017) 4-6 апреля 2017, г. Москва, РГУ им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)); на Международном научно-техническом форуме «Первые международные Косыгинские чтения», 11-12 октября 2017 г., г. Москва РГУ им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство); Международной научной студенческой конференции Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности, ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 17-19 апреля 2018, г. Москва; Международной научной студенческой конференции Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина» 16 апреля 2019, г. Москва.

Публикации. Основные положения проведенных исследований опубликованы в 22 печатных работах, 5 из которых опубликованы в журналах, входящих в перечень российских рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендованных для опубликования основных научных результатов диссертации, получен патент на изобретение RU 2650612 C1 от 27.02.2017, свидетельство о государственной регистрации базы данных №2019620989 от 05.06.2019.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, выводов по главам и работе в целом, списка литературы, приложений. Объем работы составляет 184 страниц текста без учета приложений, содержит 44 рисунка, 33 таблицы. Список литературы включает 174 библиографических и электронных источников. Приложения представлены на 118 страницах.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, определена ее цель, объекты исследования, сформулированы задачи и основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе дано определение устойчивости конструкции швейного изделия – сохранение изделием своей первоначальной формы, стабильности размеров и внешнего вида, возможность восстановления во время эксплуатации. На основе литературных источников установлено влияние условий потребления, внешних и внутренних напряжений в изделии, физико-механических свойств материалов, средств соединений деталей, методов изготовления на устойчивость конструкции швейного изделия (рис. 1). Анализ изделий в эксплуатации позволил определить направления приложения нагрузок в узлах и зонах для разнообразного ассортимента швейных изделий. Выявлена значимость потребительских свойств швейных материалов методом ранжирования. Наибольшее значение для потребителя швейной продукции имеет сохранение внешнего вида и его надежность в процессе эксплуатации. На основании систематизации данных о показателях и численных значениях потребительских свойств материалов определены критерии оценки устойчивости конструкции швейных изделий разнообразного ассортимента (сопротивление истиранию материала, устойчивость к разрывной нагрузке, усадка материала, пиллингуемость и т.д.). Сформирована совокупность факторов, влияющих на процесс подбора материалов, который в практической деятельности может решаться в виде четырех задач: подбор материалов для новой модели проектируемого изделия (z1); замена материалов на действующую модель изделия с учетом сохранения технологических режимов изготовления изделия (z2); комбинация материалов в одном изделии (z3); модификация материалов для одной модели изделия (z4).

Процесс проектирования устойчивых конструкций швейных изделий в САПР можно представить в виде функции:

$$K = f(Z+T+A+P+B+\dots+x_n), \text{ где} \quad (1)$$

K – процесс инженерного конфекционирования швейных изделий;

Z – задача конфекционирования;

T – исходные данные для проектирования швейного изделия;

A – показатели качества швейного изделия;

S – производственные условия и процессы изготовления изделия;

B – экономические показатели производства швейного изделия.

$$\left\{ \begin{array}{l} Z = f(z_1 \dots z_n) \\ T = f(t_1+t_2+t_3+t_4+t_5+t_6+t_7+t_8+t_9+t_{10} \dots +t_n) \\ A = f(a_1+a_2+a_3+a_4+a_5+a_6+a_7+ \dots +a_n) \\ S = f(s_1+s_2+s_3+ \dots +s_n) \\ B = f(b_1+b_2+b_3+b_4+ \dots +b_n), \end{array} \right. \quad (2)$$

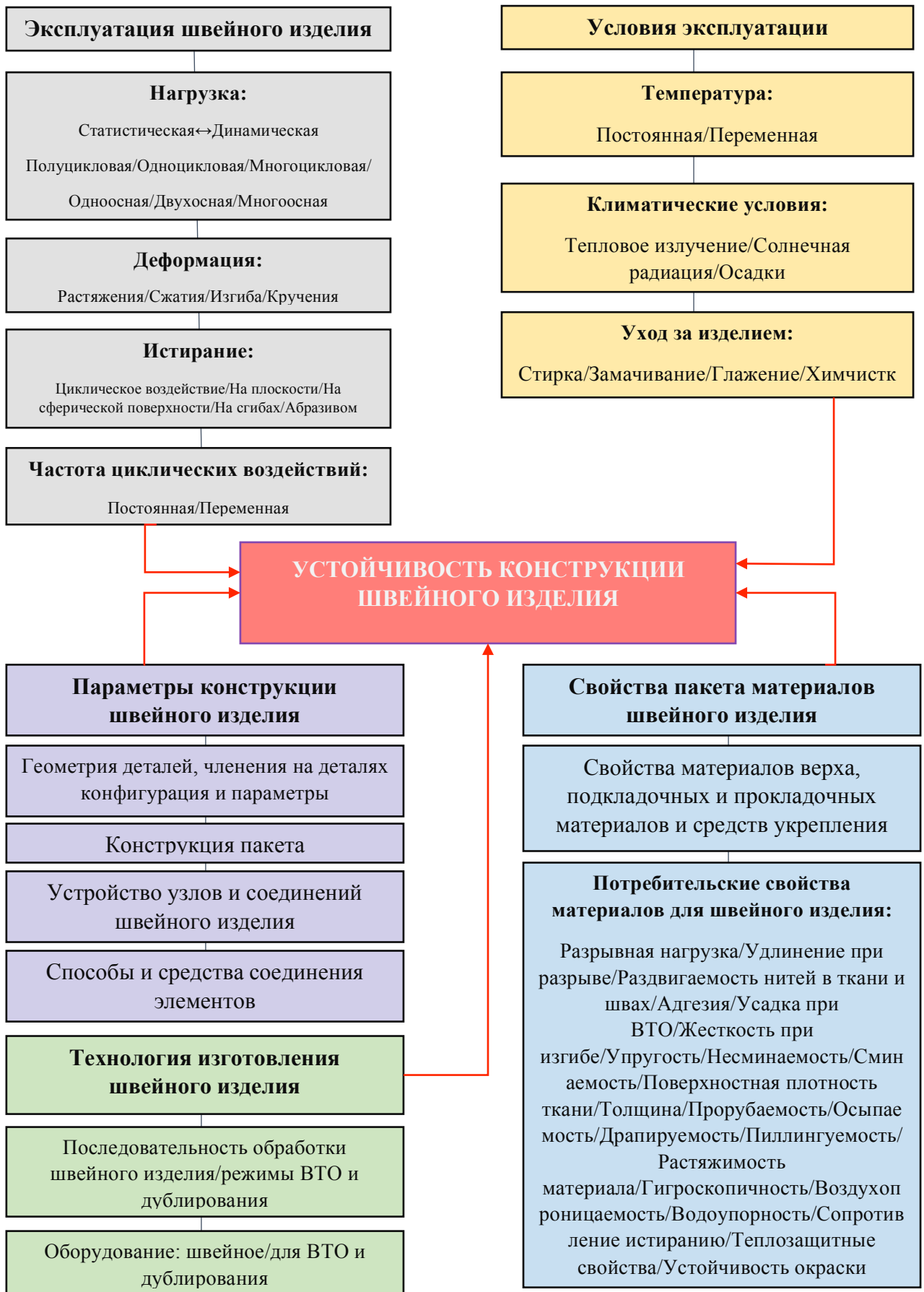


Рисунок 1 – Факторы, влияющие на устойчивость конструкции швейного изделия

Формализовано описание процесса инженерного конфекционирования в системе цифрового проектирования швейных изделий и выявлены основные его этапы: анализ проектируемого швейного изделия, ранжирование физико-механических свойств материалов для проектируемого изделия, тестирование материалов, конструкций пакетов и узлов с целью определения устойчивости конструкции швейного изделия, анализ и оценка полученных данных после испытаний, рекомендации для формирования пакета изделия и оформление документа «конфекционная карта».

Процесс подбора материалов и фурнитуры для швейного изделия складывается из двух составляющих: художественного и инженерного конфекционирования. Художественное конфекционирование – выбор материалов и фурнитуры дизайнером для модели на основании художественно-эстетических требований, учитывая назначение изделия, современную моду, выразительность и внешний вид будущего швейного изделия, на стадии технического предложения. Инженерное конфекционирование – подбор пакета материалов и комплектующих, учитывающий физико-механические свойства каждого на основании тестирования материалов, конструкций пакетов и узлов проектируемого швейного изделия на стадии эскизного проекта; решает задачу обеспечения устойчивости конструкции швейного изделия при эксплуатации.

Во второй главе разработан способ определения устойчивости конструкции узла швейного изделия, позволяющий получать данные о деформационных характеристиках узла с применением векторного приложения нагрузки во время эксплуатации (рис.2), учитывая технологию изготовления и конфекционирование пакета материалов. Проанализированы факторы, влияющие на устойчивость конструкции швейного изделия, и установлено, что она зависит от биомеханики движений человека, собственной весовой нагрузки тела, внешних нагрузок при использовании, размеров конструкции и ее элементов, деформации материалов (рис. 3).

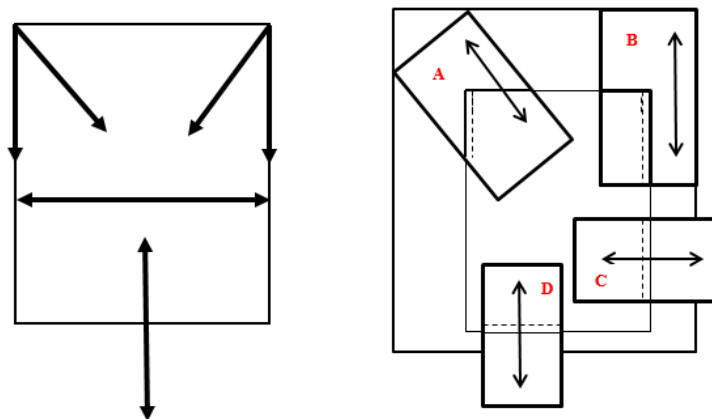


Рисунок 2 – Принцип векторного приложения нагрузки к конструкции узла швейного изделия во время эксплуатации на примере зоны узла «деталь швейного изделия с накладным карманом»

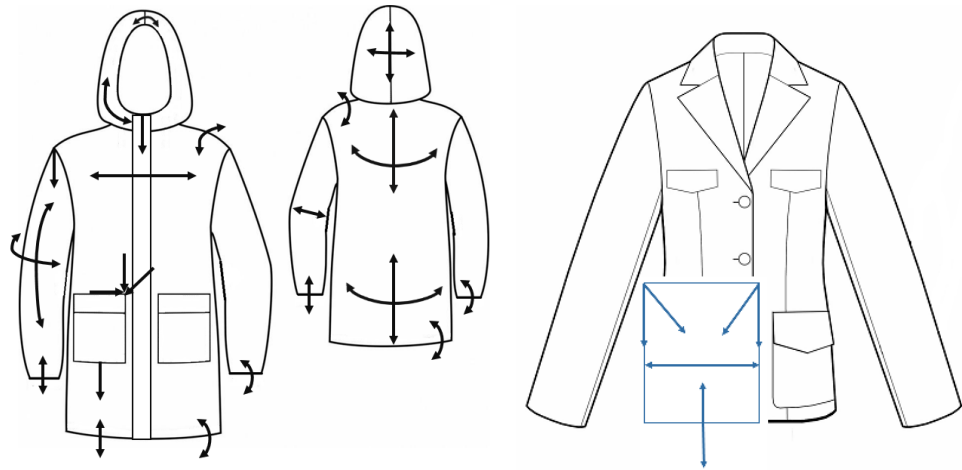


Рисунок 3 - Схема векторов приложения нагрузки к конструкции узла швейного изделия во время эксплуатации

Большинство исследований деформационных характеристик проводятся на плоских образцах материалов, в то время как деформация швейного изделия происходит в нескольких направлениях в зависимости от вида нагрузок в статике и динамике, что необходимо учитывать при проектировании конструкции изделия.

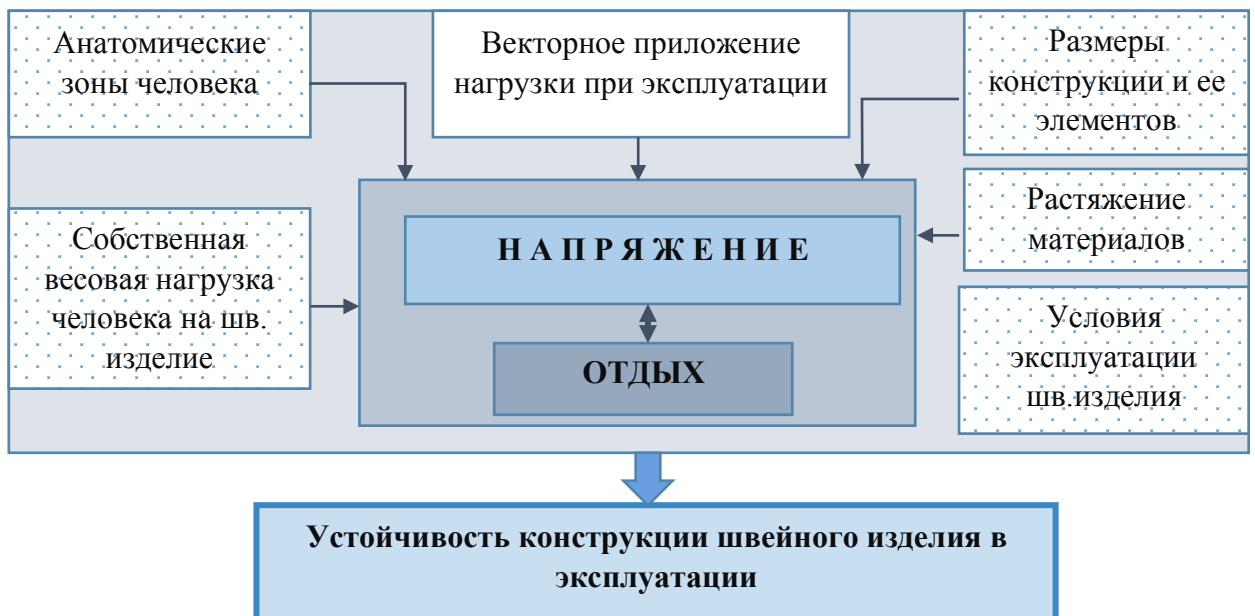


Рисунок 4 - Взаимосвязь факторов, влияющих на устойчивость конструкции швейного изделия: выбранная группа факторов, - характеристики, определяемые при разработке технического задания до этапа конфекционирования

Третья глава посвящена исследованиям устойчивости конструкции узла швейного изделия при эксплуатации на примере узла «деталь швейного изделия с накладным карманом». Разработана концептуальная структурно-

логическая схема исследования признаков конструкции узла швейного изделия, влияющих на его устойчивость. Поэтапное исследование деформационных характеристик узла при векторном приложении нагрузки позволяет структурировать информацию об экспериментальных данных, полученных при тестировании узла, на предмет устойчивости конструкции швейного изделия. Проведено исследование 470 образцов узлов, изготовленных из материалов курточной, пальтовой и костюмной групп (табл.1). Для изделий специального назначения исследованы деформационные характеристики пакетов материалов курточной группы, для обеспечения устойчивости конструкции при эксплуатации в экстремальных условиях. Получены данные деформационных характеристик пакетов материалов, использованных в тканях одной ассортиментной группы при одинаковой конструкции узла «деталь швейного изделия с накладным карманом», которые могут быть использованы при формировании базы данных для проектирования устойчивых конструкций швейных изделий и разработке рекомендаций по применению пакетов материалов. Выявлено, что на деформационные характеристики конструкции узла швейного изделия влияют технология изготовления (выбор метода обработки узла швейного изделия, вид раскроя детали термоклеевого прокладочного материала относительно нити основы, выбор параметров ВТО и дублирования, диаметр швейной иглы и т.д.), физико-механические свойства используемых материалов (толщина материала верха, поверхностная плотность материала верха, переплетение материала верха, аппрет, вид основы термоклеевого прокладочного материала, вид клея, технология нанесения клея, переплетение термоклеевого прокладочного материала, вес термоклеевого прокладочного материала, толщина ниток и т.д.).

Таблица 1 – Сравнительный анализ экспериментальных значений деформационных характеристик материалов и данных ГОСТ (фрагмент) для изделий специального назначения

№	Среднее значение разрывной нагрузки \bar{X} , Н		Значение ГОСТ, Н	ГОСТ	Вывод	Хранение информации База данных «Проектирование»	
Курточные материалы							
Образец №3	Разрывная нагрузка по основе	194	290-300	ГОСТ 28486-90	Конструкция не устойчива, требуется доп. Укрепление		
	Разрывная нагрузка по утку	208,5/ 211,6	200	ГОСТ 28486-90	Конструкция устойчива, не требуется доп. укрепление		
	Разрывная нагрузка под углом 45°	94,66	Нет информации	ГОСТ 28486-90	Конструкция не устойчива, требуется доп. Укрепление		

Проведен сравнительный анализ данных деформационных характеристик узла швейного изделия до и после укрепления конструкции. Определены коэффициенты запаса прочности конструкции для каждого пакета материалов с учетом поверхностной плотности термоклеевого прокладочного материала, раскроя детали относительно нити основы термоклеевого прокладочного материала и направления приложения нагрузки при эксплуатации (табл. 2). В результате проведенных испытаний выявлено, что конструкция швейного изделия без укрепления не соответствует требованиям ГОСТ ни в одном образце. При анализе экспериментальных данных после введения дополнительных средств укрепления установлены пределы устойчивости конструкции узла швейного изделия в эксплуатации n_y (табл.2):

$$n_y = x_1/x_2, \quad (3)$$

где x_1 - разрывная нагрузка узла до укрепления конструкции;
 x_2 - разрывная нагрузка узла после укрепления конструкции;

$[ne]=0-0,4$ – избыточное укрепление конструкции;

$[nf]=0,4-0,9$ – достаточное укрепление конструкции;

$[nn]=0,9$ и выше – недостаточное укрепление конструкции

Таблица 2 - Сравнительный анализ значений деформационных характеристик узла швейного изделия одежды повышенной эксплуатации (Ткань №3. ТПМ №1) до и после укрепления конструкции (фрагмент)

Направление раскроя детали относительно нити основы ТПМ	Поверхностная плотность ТПМ	Разрывная нагрузка узла до укрепления конструкции, \bar{X}_1 , Н	Коэффициент запаса прочности конструкции $[n]$	Коэффициент запаса прочности конструкции узла швейного изделия $[n_x]$	Разрывная нагрузка узла после укрепления конструкции, \bar{X}_2 , Н	Значение ГОСТ	Вывод
Ткань №3. ТПМ №1							
Раскрой детали по нити основы ТПМ /Нагрузка по основе	30 г/м2	194	2,21	0,45	429,33	290-300 Н (ГОСТ 28486-90)	Достаточное укрепление конструкции
Раскрой детали по утку относительно	30 г/м2	194	1,82	0,55	355	290-300 Н (ГОСТ 28486-90)	Достаточное укрепление

Продолжение таблицы 2

НО НИТИ ОСНОВЫ ТПМ /Нагрузка по основе							конструкции
Раскрой детали под углом 45°относите льно нити основы ТПМ /Нагрузка по основе	30 г/м ²	194	0,8	1,24	156	290-300 Н (ГОСТ 28486-90)	Недостаточное укрепление конструкции

Получены экспериментальные данные деформационных характеристик пакетов материалов, использованных в тканях одной ассортиментной группы при одинаковой конструкции узла «деталь швейного изделия с накладным карманом». При анализе результатов экспериментов получены формулы линейной зависимости деформационных характеристик узла швейного изделия от поверхностной плотности термоклеевого прокладочного материала и направления его раскроя относительно нити основы (таб. 3).

Таблица 3 - Пакеты материалов устойчивых конструкций швейных изделий повышенной эксплуатации (фрагмент)

<u>Материал</u> <u>верха</u>	<u>Прокладочный</u> <u>материал</u>	<u>Средства</u> <u>скрепления</u>	<u>Способ</u> <u>скрепления</u> <u>слоев</u> <u>пакета</u> <u>материалов</u>	<u>Направление</u> <u>нити основы</u> <u>детали при</u> <u>раскрое</u> <u>проклад.материя</u>	<u>Направление</u> <u>приложения</u> <u>нагрузки</u>	<u>Коэффициент</u> <u>запаса прочности</u> <u>конструкции узла</u> <u>шв.изд.</u>	<u>Уравнение</u> <u>зависимости</u>
Курточна я ткань 100% полиэстер полиэстер (57,1 г/м ² ; 0,09 мм)	30 г/м ² 100% полиэстер Неориентирован ная микроточка, растр.21, прим. 76 точек/см ²	Нитки Euron A 50/2 100% PE	Термоклеевой, ниточный	По основе	По основе	0,45	$y=17,67x+411,6$
				По утку		0,55	$y=94,5x+260,5$
	30 г/м ² 100% полиэстер Неориентирован ная микроточка, растр.21, прим. 76 точек/см ²	Нитки Euron A 50/2 100% PE	Термоклеевой, ниточный	По основе	Под углом 45°	0,43	$y=51x+169,5$
				По утку		0,47	$y=227,5x+5,5$
				Под углом 45°		0,44	$y=81x+135$
	64 г/м ²	Нитки	Термоклеевой,	По основе	По основе	0,43	$y=17,67x+411,6$

Продолжение таблицы 3

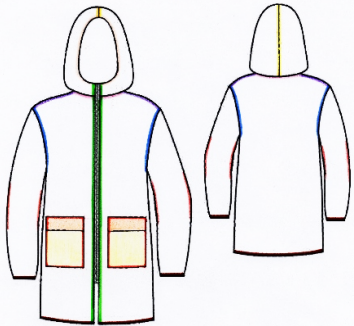
75% вискоза, 25% полиэстер Кополиамидная неориентирован ная точка, 52 точки/ см ²	Euron A 50/2 100% PE	ниточный	По утку		0,43	$y=94,5x+260,5$
			Под углом 45°		0,44	$y=281,5x+125,5$
64 г/м ² 75% вискоза, 25% полиэстер Кополиамидная неориентирован ная точка, 52 точки/ см ²	Нитки Euron A 50/2 100% PE	Термоклеевой, ниточный	По основе	Под углом 45°	0,35	$y=51x+169,5$
			По утку		0,37	$y=227,5x+5,5$
			Под углом 45°		0,32	$y=81x+135$

Четвертая глава посвящена реализации технологии проектирования устойчивых конструкций швейных изделий, представленной на рисунке 6.

Разработана и внедрена в производственный процесс компании «М-Ризон» и «ИП Радкевич О.А.» база данных (Свидетельство о регистрации №2019620989) для использования цифровых технологий в процессе подбора материалов на стадии проектирования швейного изделия и аналитического анализа результатов проектирования устойчивости швейного изделия (рис.5). База данных наполняется по мере развития предприятия и ассортимента продукции. При оперативном внесении информации БД расширяется и преумножается со временем, видоизменяется под цели проектирования и производство компании.

Разработана новая структура цифрового документа «конфекционная карта», являющегося инструментом идентификации и маркировки швейного изделия при сертификации продукции. Использование информационных технологий позволяет реализовать этот документ в соответствии с логической структурой: «художественный замысел - процесс проектирования и производства швейного изделия - изделие высокого качества - потребитель готовой продукции».

Таблица 4 – Пример конфекционной карты для изделия куртка с накладными карманами (фрагмент)

КОНФЕКЦИОННАЯ КАРТА	
<p>Технический эскиз с указанием зон, требующих укрепления конструкции</p> 	<p>Необходимо обеспечить устойчивость конструкции следующих деталей и узлов в процессе эксплуатации:</p> <ul style="list-style-type: none"> - капюшон; - накладной карман, клапан; - локтевой шов; - подборт с молнией; - низ рукава; - низ изделия; - срезы: плечевые, горловины, проймы.

На примере образца изделия специального назначения (куртка с накладными карманами) представлен фрагмент образца цифрового документа «конфекционная карта» с учетом требований к устойчивости конструкции швейного изделия, формирование которой происходит на нескольких этапах проектирования швейного изделия (табл.4).

Проектирование куртки специального назначения

Проектирование куртки специального назначения с накладными карманами. Рекомендуемый пакет материалов

Номер	Наименование	Значение
1	Ассортимент	Куртка
2	Материал верха	1.К.3
3	Волокнистый состав материала верха	100% полиэстер
4	Поверхностная плотность материала верха	57,1 г/м ²
5	Толщина материала верха	0,09 мм
6	Усадка материала верха	0%
7	Нитки и средства скрепления	1.N.3.40-1.N.3.50
8	Подкладочный материал	10.P.3.2.150
9	Рекомендуемый прокладочный материал №1	11.P.1.1.150
10	Поверхностная плотность ТПМ №1	30 г/м ²
11	Рекомендации к раскрою ТПМ №1	Раскрой детали по нити основы ТПМ/по утку
12	Устойчивость конструкции швейного изделия в эксплуатации	Конструкция устойчива
13	Рекомендуемый прокладочный материал №2	11.P.2.1.150
14	Поверхностная плотность ТПМ №2	64 г/м ²
15	Рекомендации к раскрою ТПМ №2	Раскрой детали по нити основы ТПМ/по утку
16	Устойчивость конструкции швейного изделия в эксплуатации	Конструкция устойчива

Рисунок 5 – Рекомендация пакета материалов из базы данных «Проектирование устойчивости конструкций швейных изделий в эксплуатации» для куртки специального назначения с накладными карманами

Проведен анализ затраченных ресурсов на изготовление швейного изделия и экспериментальную носку, по сравнению с изготовлением и испытаниями узлов швейных изделий. Исследование устойчивости конструкции с помощью векторного приложения нагрузки при эксплуатации имеет преимущество по затратам. Экономический эффект использования метода определения устойчивости конструкции швейного изделия по сравнению с экспериментальной ноской для изделий специального назначения составил 24%, для бытовой одежды 33% (табл.5).

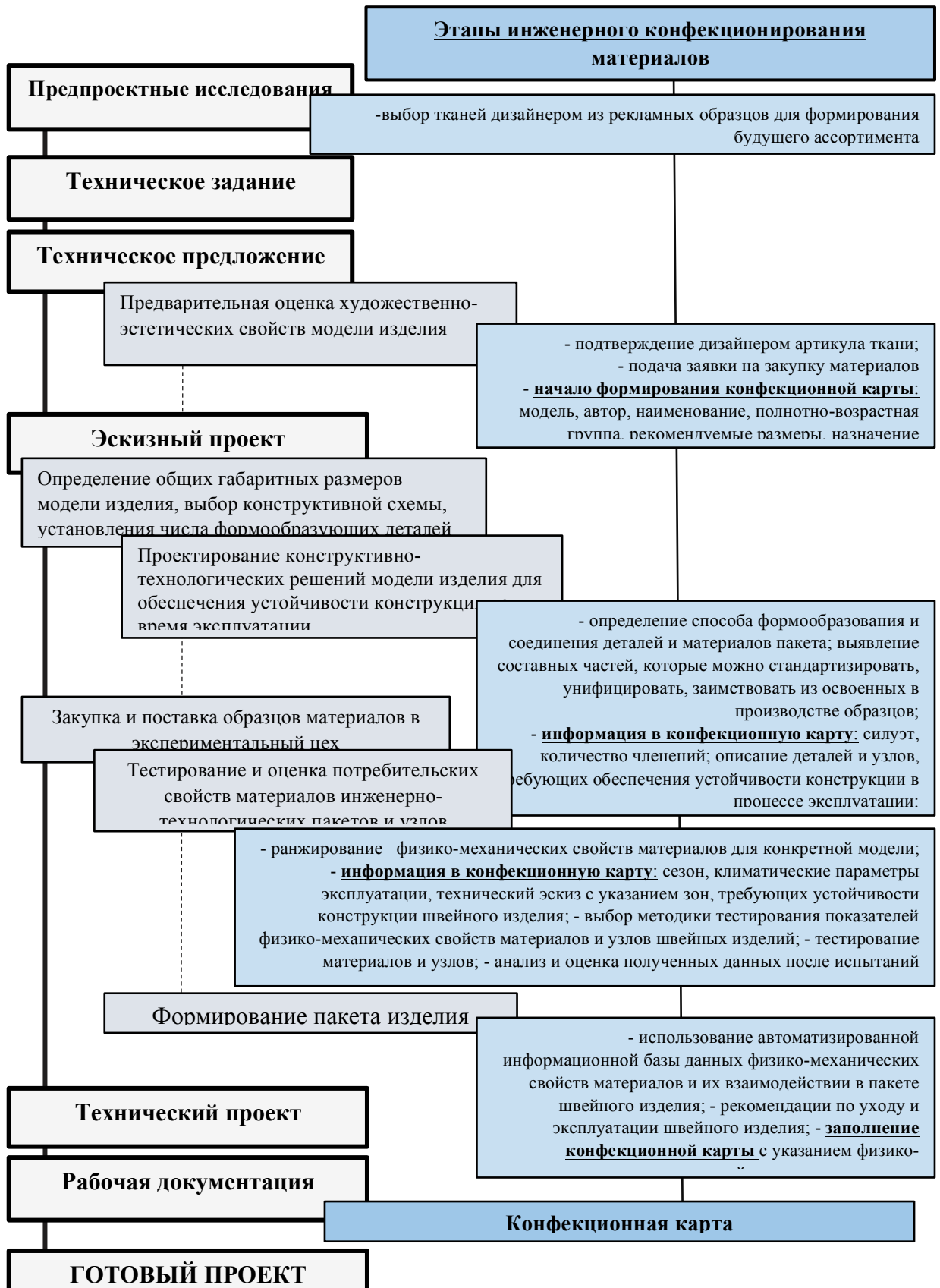


Рисунок 6 – Технология проектирования устойчивых конструкций швейных изделий

Таблица 5 – Анализ затраченных ресурсов

Наименование	Изделие швейное Куртка специального назначения с накладными карманами (изготовление 5 образцов согласно требованиям к экспериментальной носке)	Узлы швейного изделия куртка специального назначения с накладными карманами
Расходы на испытания, руб.	31823	7727
Итог: экономический эффект использования методики определения устойчивости конструкции швейного изделия по сравнению с экспериментальной ноской 24%		

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАБОТЕ

1. В соответствии со стратегией развития легкой промышленности России основными направлениями инновационного прогресса являются: цифровое проектирование и моделирование технологических процессов, объектов, изделий на всех этапах от идеи до эксплуатации. В связи с этим, разработанная технология проектирования устойчивых конструкций швейных изделий с использованием цифровых технологий и баз данных в процессе инженерного конфекционирования материалов является актуальной.

2. Выявлено, что надежность швейного изделия в процессе эксплуатации имеет наибольшее значение для потребителя, обеспечивается устойчивостью конструкции, зависит от биомеханики движений человека, собственной весовой нагрузки тела, внешних нагрузок при использовании, размеров конструкции и ее элементов, а также от деформации материалов, которая происходит в нескольких направлениях в зависимости от величины статико-динамических нагрузок.

3. Разработан и запатентован способ определения устойчивости конструкции узла швейного изделия, позволяющий получать данные о деформационных характеристиках узла с применением векторного приложения нагрузки во время эксплуатации, с учетом технологии изготовления и конфекционирования пакета материалов. Метод может быть использован в проектировании и сертификации изделий текстильной и легкой промышленности.

4. Определены критерии оценки устойчивости конструкции швейного изделия на основании систематизации данных показателей и численных значений потребительских свойств материалов для изготовления швейных изделий разнообразного ассортимента, в том числе для изделий повышенной эксплуатации, которые положены в основу структуры разработанной базы данных. База данных запатентована и внедрена в производственный процесс компании «М-Ризон» (г. Москва, производство женской одежды) и «ИП

Радкевич О.А» (г. Саранск, производство спецодежды) для использования цифровых технологий в процессе подбора материалов на стадии проектирования швейного изделия.

6. Разработана концептуальная схема исследования влияния конструкции узла швейного изделия на его устойчивость при эксплуатации, которая представляет собой структурно-логическую модель поэтапного определения деформационных характеристик узла при векторном приложении нагрузки, позволяет структурировать информацию об экспериментальных данных, полученных при тестировании.

7. Установлены линейные зависимости показателей деформационных характеристик узла швейного изделия от поверхностной плотности термоклеевого прокладочного материала и направления раскроя детали относительно нити основы. Определены коэффициенты запаса прочности конструкции узла для каждого пакета материалов с учетом поверхностной плотности, направления раскроя детали относительно нити основы термоклеевого прокладочного материала, направления приложения нагрузки при эксплуатации.

8. Выявлено, что процесс подбора материалов и фурнитуры для швейного изделия складывается из двух составляющих: художественного и инженерного конфекционирования. Формализовано описание процесса инженерного конфекционирования, которое обусловлено подбором пакета материалов и комплектующих с учетом физико-механических свойств каждого, выполняется на основании тестирования материалов и узлов проектируемого швейного изделия на стадии эскизного проекта, решает задачу обеспечения устойчивости конструкции швейного изделия при эксплуатации.

9. Усовершенствована проектно-конструкторская документация путем разработки конфекционной карты, которая формируется на нескольких этапах проектирования швейного изделия, позволяет закрепить за швейным изделием требуемый уровень качества, является необходимой составляющей при сертификации продукции и может быть передана в электронном виде предприятию-производителю.

10. Проведен сравнительный анализ затрат на изготовление швейного изделия для экспериментальной носки, с изготовлением и испытаниями узлов швейных изделий по предложенному методу. Выявлен экономический эффект от использования способа определения устойчивости конструкции швейного изделия, который сокращает время внедрения изделия в производство.

ОПУБЛИКОВАННЫЕ РАБОТЫ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в изданиях, входящих в «Перечень» ВАК при Минобрнауки России:

1. Туханова В.Ю., Тихонова Т.П. Проектирование качества швейных изделий в цифровой среде // Дизайн и технологии. - 2019. - №71. с.61-66.

2. Туханова В.Ю., Тихонова Т.П., Федотова И.В. Инженерное конфекционирование материалов в системе цифровой трансформации легкой промышленности // Дизайн и технологии. - 2018. - №63. – с.52-58.

3. Туханова В.Ю., Тихонова Т.П., Федотова И.В. Исследование конструкции узла швейного изделия «накладной карман» с целью инженерного конфекционирования материалов// Вестник Казанского технологического университета. - 2018. - №1. – с.94-99.

4. Туханова В.Ю., Тихонова Т.П., Федотова И.В. Проектирование устойчивой конструкции узла швейных изделий из курточных тканей //Вестник Казанского технологического университета. - 2017. - №19. - с.70-75.

5. Туханова В.Ю., Тихонова Т.П. Исследование свойств конструкции узла «карман» из материалов одинакового волокнистого состава // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. 2017. - №1. – с. 91-96.

Патент:

Патент на изобретение RU № 2650612. Способ определения устойчивости конструкции узла швейного изделия / Туханова В.Ю., Тихонова Т.П.; заяв.: 27.02.2017; опубл. 16.04.2018.

Свидетельство о государственной регистрации базы данных:

Свидетельство №2019620989. Проектирование устойчивости конструкций швейных изделий в эксплуатации/ Туханова В.Ю.; заяв.: 16.04.2019; опубл. 05.06.2019.

Статьи в прочих изданиях:

1. Туханова В.Ю., Тихонова Т.П. Определение факторов, влияющих на процесс конфекционирования материалов // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. 2015. - №4. – с. 204-209.

2. Туханова В.Ю. Влияние толщины и поверхностной плотности швейных материалов на потребительские свойства одежды // Современное состояние науки и техники: Материалы научно-практич. конф. - Сочи. 2016. - с.162-168.

3. Туханова В.Ю., Тихонова Т.П. Исследование устойчивости конструкции узла швейного изделия // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. 2017. - №1. – с. 77-85.

4. Туханова В.Ю. Зависимость качества швейного изделия от устойчивости конструкции его узлов // Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности: Материалы Всероссийской научной студенческой конф. Часть 1. – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина». 2017. - с. 171-173.

5. Туханова В.Ю. Проектирование устойчивых конструкций узлов швейных изделий на стадии инженерного конфекционирования материалов // Инновации молодежной науки: тез. докл. Всерос. науч. конф. молодых ученых / С.-Петербургск. гос. ун-т пром. технологий и дизайна. – СПб.: СПГУТД. 2016. - с.283-284.

6. Туханова В.Ю., Ересько И.С. Проблемы инженерного конфекционирования и пути их решения: сборник научных трудов Симпозиума «Современные инженерные проблемы базовых отраслей промышленности» Международного научно-технического Форума «Первые международные Косыгинские чтения. – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина». 2017. – 349 с.

7. Туханова В.Ю., Тихонова Т.П. Инженерное конфекционирование материалов для швейных изделий // Международный журнал экспериментального образования. 2016. - №9. – с.105-109.

8. Туханова В.Ю., Тихонова Т.П., Федотова И.В. Методы оценок потребительских свойств материалов и конструкций узлов швейных изделий при инженерном конфекционировании. – М.: Изд. дом Академии Естествознания, 2017. – 144 с.

9. Туханова В.Ю., Тихонова Т.П. Проблемы инженерного конфекционирования материалов для одежды // Современные информационные технологии в образовании, науке и промышленности: Материалы IV междунар. конф. - М. - 2014. - с. 118-122.

10. Туханова В.Ю., Тихонова Т.П. Проблемы инженерного конфекционирования материалов для швейных изделий // Мода и дизайн. Инновационные технологии 2015: Материалы V междунар. конф. - Владикавказ. - 2015. - с. 66-68.

11. Туханова В.Ю., Тихонова Т.П. Факторы, влияющие на процесс конфекционирования // Современные информационные технологии в образовании, науке и промышленности: Материалы V междунар. конф. - М., 2015. - с. 51-53.

12. Туханова В.Ю., Тихонова Т.П., Леонова Е.Ю. Исследование потребительских свойств конструкции узла «карман» в одежде различного вида и назначения // Современные информационные технологии в образовании, науке и промышленности: Материалы VI междунар. конф. - М., 2016. - с. 133-135.

13. Туханова В.Ю., Тихонова Т.П., Федотова И.В. Конфекционирование материалов для одежды в условиях аусорсинга ее производства // Инновационные технологии развития текстильной и легкой промышленности: Материалы междунар.научно-технической конф. - М., 2014. - с. 118-122.

14. Tukhanova V.Yu., Tikhonova T.P. Engineering confectioning of materials for garments // Modern problems of science and education. 2017. – № 1 – с. 55-59.

15. Туханова В.Ю. Инновации в проектировании устойчивых конструкций швейных изделий // Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности: сборник материалов Международной научной студенческой конференции. Часть 2. – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2018. – с.218.

16. Туханова В.Ю. Исследование качества соединений конструкции швейного изделия для цифрового проектирования //Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности: сборник материалов Международной научной студенческой конференции. Часть 1. – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2019. – с.227.

17. Tukhanova V.Yu. Research vector loads and their influence on garment sewing nodes and zones during operation// The scientific heritage, 2019. - №38. – с.53-56.