

На правах рукописи



Зими́на Мари́на Вале́рьевна

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИК ОЦЕНКИ И ИССЛЕДОВАНИЕ
СВОЙСТВ СИСТЕМ МАТЕРИАЛОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ КАЧЕСТВО
АДАПТИВНОЙ ОДЕЖДЫ ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ
ДВИГАТЕЛЬНЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ**

Специальность 2.6.16 – Технология производства изделий
текстильной и легкой промышленности

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Кострома
2024

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Костромской государственной академии дизайна, технологий, материаловедения и экспертизы потребительских товаров» на кафедре дизайна, технологии, материаловедения и экспертизы потребительских товаров.

Научный руководитель: **Чагина Любовь Леонидовна**, доктор технических наук, доцент

Официальные оппоненты: **Шустов Юрий Степанович**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой материаловедения и товарной экспертизы ФГБОУ ВО «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», г. Москва

Тихонова Наталья Васильевна, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой конструирования одежды и обуви ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань

Ведущая организация: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный технический университет», г. Омск

Защита состоится «15» мая 2024 года в 10.00 часов на заседании диссертационного совета 24.2.317.01 на базе ФГБОУ ВО «Костромской государственной академии дизайна, технологий, материаловедения и экспертизы потребительских товаров» по адресу: г. Кострома, ул. Дзержинского, д. 17/11, ауд. 214.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и сайте ФГБОУ ВО «Костромской государственной академии дизайна, технологий, материаловедения и экспертизы потребительских товаров»: [http:// www.ksu.edu.ru](http://www.ksu.edu.ru).

Текст автореферата размещен на сайте ВАК России: [http:// vak3.ed.gov.ru](http://vak3.ed.gov.ru).

Автореферат разослан «_____» _____ 2024 г.

Ученый секретарь диссертационного совета
доктор технических наук, доцент



Л.Л. Чагина

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Проблема интеграции людей с ограниченными возможностями здоровья во все сферы жизни является стратегической задачей государства. По данным Всемирной организации здравоохранения в Российской Федерации зафиксировано порядка 13 млн. людей с той или иной формой инвалидности, при этом 350 тыс. из них – маломобильные граждане, передвигающиеся при помощи технических средств.

На сегодняшний день Правительство утвердило план мероприятий по комплексной реабилитации людей с инвалидностью до 2025 года, для выполнения которых действует программа «Доступная среда», направленная на социализацию и повышение качества жизни людей с ограниченными возможностями здоровья. В соответствии с одним из пунктов данной программы, а также приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 13.02.2018 года № 086н и Распоряжением правительства № 2347-р каждый человек с инвалидностью должен быть обеспечен конкурентоспособной одеждой для реабилитации и абилитации.

Создание адаптивной одежды с высокими потребительскими свойствами обеспечивает расширение ассортимента отечественной продукции и соответствует приоритетным задачам государственной политики с направленностью на импортозамещение.

При разработке адаптивной одежды важное значение имеют специфические условия эксплуатации изделий и жизнедеятельности людей с ограниченными возможностями здоровья, а также материалы и их свойства. При этом для некоторых категорий, в частности, людей с ограниченными двигательными возможностями (ОДВ), качественные характеристики материалов являются определяющими.

Отсутствие системного подхода к проектированию адаптивных изделий с учетом свойств материалов и особенностей жизнедеятельности людей с ОДВ приводит к получению продукции, не отвечающей требованиям, предъявляемым к одежде исследуемого контингента. Поэтому проблема совершенствования процесса проектирования адаптивной одежды, основанного на выявлении рациональных систем материалов, исследовании свойств с использованием методик, учитывающих условия эксплуатации адаптивной одежды, является актуальной.

Целью диссертационной работы является повышение качества адаптивной одежды для людей с ограниченными двигательными возможностями за счет совершенствования процесса проектирования в результате учета специфических условий эксплуатации и свойств материалов при создании адаптивных изделий.

Для достижения цели решены следующие **задачи**:

– проведен анализ научных исследований по тематике проектирования адаптивной одежды;

– изучены нормативные документы, существующий ассортимент, применяемые материалы, специфические особенности конструирования и технологии изготовления адаптивной одежды;

- разработана номенклатура наиболее значимых свойств материалов для верхней адаптивной одежды людей с ОДВ;
- усовершенствованы существующие методы исследования и выполнены экспериментальные исследования свойств систем материалов, определяющих качество верхней адаптивной одежды для людей с ОДВ;
- разработана структурно-информационная модель процесса проектирования одежды для людей с ограниченными двигательными возможностями в системе «свойства материалов – адаптивное изделие», базирующаяся на целенаправленном регулировании качества готовых изделий в результате учета специфических условий эксплуатации и свойств систем материалов при создании адаптивных изделий;
- предложена методика комплексной оценки качества систем материалов для изготовления адаптивной одежды для людей с ОДВ;
- разработаны рекомендации по практическому использованию результатов исследований при проектировании адаптивной одежды и осуществлено внедрение результатов научных исследований на производственных предприятиях и в учебном процессе.

Научная новизна работы включает следующие основные положения:

- выявлены специфические особенности конфекционирования материалов, конструирования и технологии изготовления адаптивной одежды для людей с ОДВ;
- предложена номенклатура наиболее значимых свойств материалов, определяющих качество адаптивной одежды для людей с ОДВ;
- разработаны новые и усовершенствованы существующие методики исследования свойств материалов за счет приближения условий испытаний к процессу эксплуатации исследуемого ассортимента изделий;
- получены новые сведения о показателях наиболее значимых свойств и выявлены рациональные системы материалов для адаптивной одежды людей с ОДВ;
- получены уравнения для прогнозирования свойств систем материалов, позволяющие оценить кинетику изменения исследуемых показателей;
- разработана структурно-информационная модель процесса проектирования одежды для людей с ограниченными двигательными возможностями в системе «свойства материалов – адаптивное изделие».

Практическая значимость:

- предложены рекомендации практического использования результатов исследований по конфекционированию материалов для адаптивной одежды и выбору конструктивных характеристик с учетом свойств систем материалов;
- разработана и внедрена в практику научных исследований и учебный процесс программа для ПЭВМ «Экспресс-оценка цветостойкости»;
- внедрены в производство результаты экспериментальных исследований на предприятиях ООО «Термопол» г. Москва и ООО «Рустехимпорт» г. Кострома.

Методы и средства исследований. В работе использованы теоретические, аналитические и экспериментальные методы исследования,

применены текстовые и графические средства OS MS Windows, MatLab и авторское программное обеспечение. Обработка изображений осуществлялась с помощью программ Photoshop, Paint.

Апробация результатов работы. Материалы диссертации доложены и отмечены дипломами на следующих научных конференциях: Международный научный форум «Молодежь в науке и творчестве» (г. Гжель, 2021), диплом I степени; I Всероссийская конференция с международным участием «Новации в процессах проектирования и производства изделий легкой промышленности» (г. Казань, 2023), диплом I степени; Международная науч. тех. конф. «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности» (г. Москва, РГУ им. А.Н. Косыгина, 2020, 2023), I степени; Всероссийская науч. практ. конф. «Научные исследования и разработки в области дизайна и технологий» (г. Кострома, 2021, 2022, 2023); XVII Всероссийская науч. практ. конф. «Новые технологии и материалы легкой промышленности» (г. Казань, 2021, 2023); Международная науч. тех. конф. «Лёгкая промышленность: проблемы и перспективы» (г. Омск, 2021, 2022); Международная науч. практ. конф. «Фундаментальные и прикладные научные исследования в области инклюзивного дизайна и технологий: опыт, практика и перспективы» (г. Москва, РГУ им. А.Н. Косыгина, 2022); Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX-2022); Международная науч. конф., посвященная 75-летию со дня рождения проф. А.П. Жихарева (Москва, 2023); IX Международная науч. практ. конф. (Москва, РГУ им. А.Н. Косыгина 2023), Международная науч. тех. конф. «Инновации в текстиле, одежде, обуви» (Республика Беларусь, ВГТУ, 2023).

Публикации. Результаты диссертационной работы опубликованы в 26 печатных работах, из них 9 статей в рецензируемых научных изданиях из «Перечня ВАК Министерства образования и науки РФ», включая 4 статьи в журналах, цитируемых в международных базах научного цитирования «Scopus», 16 статей в журналах и сборниках научных трудов, свидетельство на программное обеспечение "Экспресс-оценка цветостойкости".

Личное участие автора состоит в обосновании темы, постановке цели, задач и программы исследований, в самостоятельной разработке методов оценки свойств систем материалов, выполнении научных экспериментов, обработке результатов, в получении выводов по работе. Соискателем лично подготовлены публикации по основным материалам исследований.

Область исследования. Работа выполнена в соответствии с Паспортом научной специальности 2.6.16 – Технология производства изделий текстильной и легкой промышленности п. 2 в части «прогнозирование показателей свойств и качества материалов и изделий текстильной и легкой промышленности (ИТЛП)», п.15 в части «разработка процессов оценки качества ИТЛП и оценки свойств материалов в цифровой и реальной среде», п. 29 в части «управление качеством материалов и ИТЛП».

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения и списка использованной литературы,

включающего 164 наименования. Работа изложена на 155 страницах, из них 7 приложений на 7 страницах, содержит 38 рисунков, 35 таблиц, 22 формулы.

Благодарность. Автор благодарит за предоставленные материалы и помощь при выполнении работы ООО «Термопол» г. Москва.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность работы, сформулированы цели и задачи исследования. Дана общая характеристика, отмечены научная новизна и практическая значимость работы.

В первой главе проанализирована и систематизирована информация о научных исследованиях в области проектирования адаптивной одежды. На основе национального стандарта составлена классификация адаптивной одежды, проведен обзор существующих материалов и производителей адаптивной одежды.

Доказана своевременность диссертационного исследования, которое предполагает повышение конкурентоспособности отечественной адаптивной одежды за счет комплексного исследования свойств систем материалов и учете их при проектировании адаптивной одежды для людей с ОДВ в системе «свойства материалов – адаптивное изделие».

Во второй главе выявлены, систематизированы и обоснованы особенности конструкторско-технологических решений адаптивной одежды. Проведен SWOT-анализ, подтвердивший перспективность использования экосырья для изготовления адаптивных изделий для людей с ограниченными двигательными возможностями. Приведена характеристика объектов исследования. В качестве составляющих систем материалов для исследуемого ассортимента изделий выбраны синтетические курточные материалы различных переплетений с водоотталкивающей пропиткой, односторонним полиуретановым покрытием или без покрытия; нетканые утепляющие материалы холлофайбер и льняные трикотажные полотна.

В третьей главе на основе анализа нормативных документов и научных работ выявлена ограниченность информации и отсутствие систематизации требований к материалам адаптивной одежды, что обуславливает необходимость определения спектра наиболее значимых свойств материалов для адаптивной одежды людей с ОДВ. В результате применения метода причинно-следственных схем Исикава и аппарата теории нечетких множеств сформирован ранжированный ряд свойств: устойчивость к многоцикловым деформациям растяжения, теплозащитные свойства, паропроницаемость, устойчивость к истиранию, водонепроницаемость, загрязняемость, жесткость при изгибе, разрывная нагрузка, устойчивость окраски.

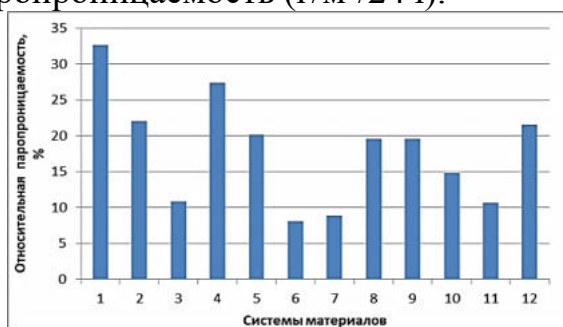
В четвертой главе приведены экспериментальные исследования свойств систем материалов, определяющих качество адаптивной одежды для людей с ограниченными двигательными возможностями.

Для оценки *стабильности структуры материала* при многоцикловом комбинированном растяжении предложена методика экспериментального исследования, имитирующая эксплуатационные воздействия. В качестве критерия стабильности структуры исследуемых материалов используется

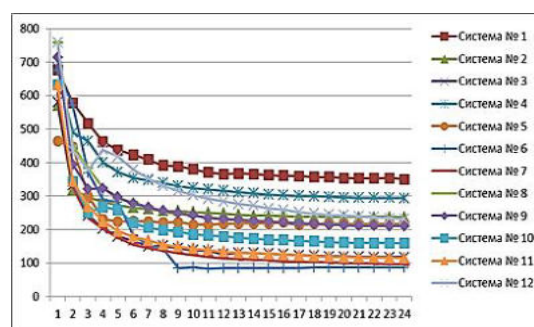
показатель остаточной деформации, учитывающий анизотропию свойств по различным направлениям. Экспериментальные исследования проведены на разрывной машине, подключенной к персональному компьютеру. Для управления и считывания результатов использована специализированная программа STRAIN v1.0. Один полный цикл программы длительностью 30 минут, характеризует комплекс попеременного комбинированного перемещения вдоль осей X и Y с заданными параметрами деформирования. Сравнительный анализ экспериментальных данных характеризует материалы серии Оксфорд R/S как более устойчивые к многоцикловой комбинированной деформации растяжения: значения показателя остаточной деформации по всем направлениям не превышают 2%. Остаточная деформация других исследуемых материалов достигает 5%. У всех испытуемых образцов максимальная остаточная деформация наблюдается под углом 45° .

Оценка *теплозащитных свойств* осуществлялась по показателю удельного теплового сопротивления. На основе проведенных исследований выявлены наиболее рациональные утепляющие материалы соответственно для верхней плечевой и поясной адаптивной одежды людей с ОДВ: Холлофайбер®Термо, обладающий способностью генерировать тепло при взаимодействии с микрочастицами влаги, выделяемыми человеческим телом при физической нагрузке, Холлофайбер®ПрофиМикроS с максимальными показателями значений удельного теплового сопротивления.

Для исследования *паропроницаемости* сформированы системы материалов из материала верха, утепляющего нетканого полотна, подкладочного материала. При оценке паропроницаемости систем материалов использовались показатели: относительная паропроницаемость (V_o , %) (рис. 1а), показатель Δ , г; коэффициент паропроницаемости (V_h) (рис. 1б); абсолютная паропроницаемость ($\text{г}/\text{м}^2/24\text{ч}$).



а



б

Рисунок 1 – Показатели паропроницаемости систем материалов

Примечание: ХФ – Холлофайбер, ЛТ – льняное трикотажное полотно.
 1. Оксфорд R/S+ХФ®Термо+ЛТ; 2. Оксфорд R/S PU+ХФ®Термо+ЛТ; 3. Дюспо 240Т+ХФ®Термо+ЛТ; 4. Материал с мембранным покрытием+ХФ®Термо+ЛТ; 5. ОксфордR/S+ХФ®ПрофиМикроS+ЛТ; 6. Оксфорд R/S PU+ХФ®ПрофиМикроS+ЛТ; 7. Дюспо240Т+ХФ®ПрофиМикроS+ЛТ; 8. Материал с мембранным покрытием+ХФ®ПрофиМикроS+ЛТ; 9. Оксфорд R/S+ХФ®Софт+ЛТ; 10. Оксфорд R/S PU+ХФ®Софт +ЛТ; 11. Дюспо 240Т+ХФ®Софт+ЛТ; 12. Материал с мембранным покрытием+ХФ®Софт+ЛТ.

Максимальной паропроницаемостью обладают системы материалов № 1,5,9 с тканью верха Оксфорд R/S без полиуретанового покрытия (соответственно $V_o=32,6$; 27,4; 19,5%) и системы, включающие материал 12 с

мембранным покрытием № 4,8,12 (соответственно $V_0=27,4; 19,5; 21,5\%$). Учитывая отличительную особенность материалов с мембранным покрытием, а именно наличие полимерного мембранного слоя, обеспечивающего селективную проницаемость слоистого материала по отношению к влаге, предпочтение при конфекционировании следует отдать ему.

На основе обработки данных экспериментальных исследований получены уравнения для прогнозирования паропроницаемости систем материалов.

Истирание является значимой причиной износа одежды вследствие внешнего трения участков изделия. В качестве показателей устойчивости к истиранию в экспериментальных исследованиях использованы: изменение цвета материала, количество циклов до разрушения материала и коэффициент износостойкости, учитывающий массу исследуемой пробы. Наиболее стойким к истиранию является материал Оксфорд R/S за счет наличия армированных нитей. Наименьшая стойкость к истиранию у курточной ткани 2000PU. Остальные исследуемые материалы имеют промежуточные результаты.

Для оценки и прогнозирования *водозащитной функции* адаптивной одежды с целью дальнейшего учета при конфекционировании и проектировании изделий предложена методика исследования устойчивости материалов к проникновению воды с учетом действия эксплуатационных и технологических факторов. В качестве воздействий, характерных для условий носки верхней адаптивной одежды, выбраны: многократные мокрые обработки, истирание и многоцикловые комбинированные (одноосные и двухосные) деформации растяжения. Влияние технологических факторов определяют ниточные соединения различных конструкций.

Заключительным этапом исследования изменения уровня водозащитных свойств материалов после воздействий, имитирующих реальные условия эксплуатации, явилась количественная комплексная оценка, которая позволила выявить наилучшие образцы материалов для адаптивной одежды по совокупности показателей свойств с учетом эксплуатационных и технологических факторов. Максимальным уровнем водозащитных свойств обладают Оксфорд R/S PU и материал с мембранным покрытием. Минимальной герметичностью обладает образец курточной ткани 2000PU. Для изготовления поясных изделий, особенно мешков для ног, можно рекомендовать Оксфорд R/S PU, для плечевых изделий – материал с мембранным покрытием.

Для исследования *загрязняемости* разработана методика экспериментального исследования, основанная на использовании принципов автоматизированного распознавания оптических изображений (рис. 2). В качестве количественного критерия использован показатель, YR , определяющий изменение яркости цифровых изображений контрольного и опытного образцов:

$$YR = 100 - Y_o / Y_k \cdot 100, \quad (1)$$

где Y_o , Y_k – величины яркости изображений опытного и контрольного образцов;

$$Y = 0,213 \cdot S_R + 0,715 \cdot S_G + 0,072 \cdot S_B, \quad (2)$$

где S_R , S_G , S_B – усредненные значения RGB-характеристик точек

(пикселей) цифровых изображений.

Использование нового критерия выявило его чувствительность и позволило разработать количественную градацию материалов по степени загрязняемости: высокая (более 90%), средняя (30-90%), низкая (менее 30%).

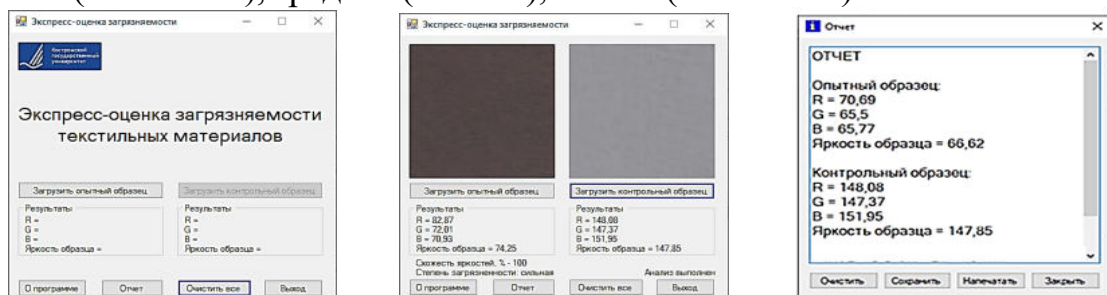
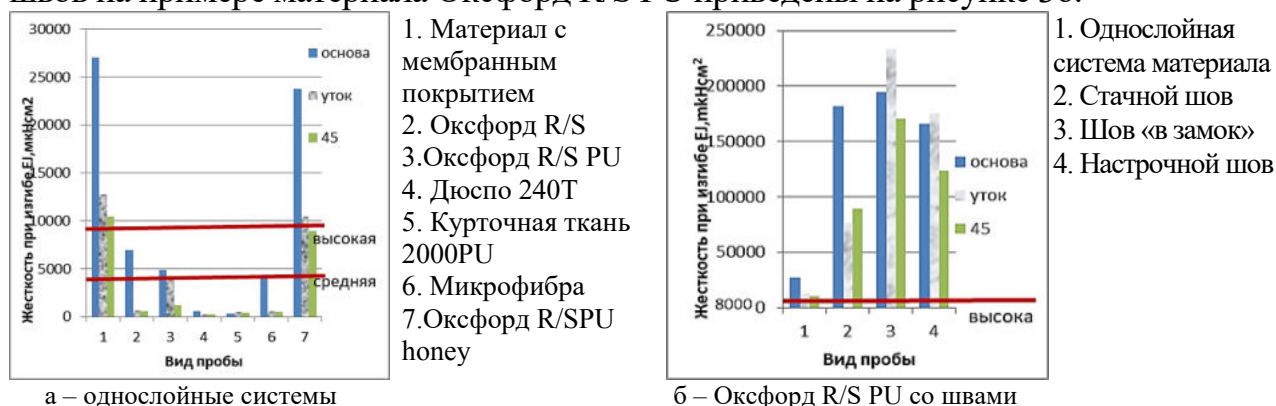


Рисунок 2 – Окна программы для оценки загрязняемости

Для получения объективных данных по характеристикам *жесткости при изгибе* с целью их дальнейшего учета при выборе конструктивных и технологических решений готового изделия предложена усовершенствованная методика. Методика включает два основных этапа: экспериментальное исследование характеристик жесткости с учетом особенностей исследуемого ассортимента и этап прогнозирования конструктивных решений изделия.

Учитывая основное положение тела человека в инвалидном кресле, характер движений и статичность нижней части тела человека для объективной оценки жесткости материалов в процессе носки в предлагаемой методике реализуется дополнительный принудительный изгиб проб в противоположных направлениях с целью приближения условий испытаний к реальным условиям эксплуатации. Анализ результатов испытаний показал, что значения жесткости при изгибе находятся в интервале $1000 \div 8000$ мкН·см² (рис. 3а). С целью повышения комфортности эксплуатации адаптивной одежды, учитывая тот факт, что жесткие ткани мешают движению человека с ОДВ, принципиальным моментом для исследуемого контингента потребителей является определение рациональной конструкции шва, обеспечивающей минимальную жесткость и максимальную эргономичность. Результаты исследования жесткости при изгибе различных видов соединительных швов на примере материала Оксфорд R/S PU приведены на рисунке 3б.



а – однослойные системы

б – Оксфорд R/S PU со швами

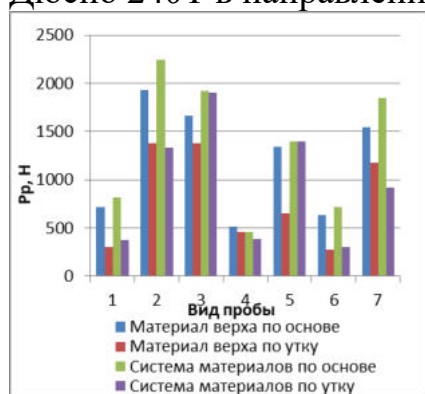
Рисунок 3 – Результаты испытаний жесткости при изгибе

Анализ результатов исследования показывает, что продольные конструктивные членения значительно увеличивают жесткость при изгибе, снижая устойчивость к истиранию и, следовательно, срок эксплуатации изделий. Поэтому для адаптивной одежды рациональным решением является исключение членений

или их смещение в зоны с меньшей деформацией трения. При необходимости проектирования шва предпочтение следует отдавать стачному шву, как минимально увеличивающему жесткость целостной системы изделия.

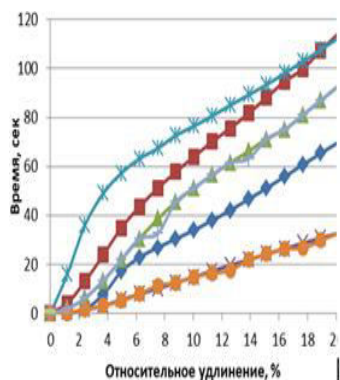
Для прогнозирования внешней формы участков изделия с учетом жесткости при изгибе, использован расчетный метод определения конфигурации и пространственного положения элементов контурных линий. Метод базируется на использовании теории больших перемещений при плоском изгибе тонких упругих деталей и основан на точном решении дифференциального уравнения упругой линии в результате численного решения в среде MatLab. В результате в автоматизированном режиме рассчитывается величина прогиба. С учетом геометрии линий могут быть выбраны конструктивные средства и приемы формообразования в зависимости от жесткости исходных материалов и систем с конструктивными членениями.

Результаты испытаний *характеристик прочности* при растяжении (рис. 4а) показали, что разрывная нагрузка исследуемых материалов верха по основе составляет 510,7-1929Н. Прослеживается закономерность: прочность по основе больше, чем по утку. Самыми прочными на разрыв являются материалы Oxford R/S, Оксфорд R/S PU, Санбрелла. Материал с мембранным покрытием, Дюспо 240Т, микрофибра имеют минимальную разрывную нагрузку. Прочность многослойной системы материалов в сравнении с однослойной системой увеличивается незначительно (0,5-14%). Льяные трикотажные полотна и утепляющие материалы Холлофайбер имеют большие показатели разрывной нагрузки в продольном направлении в сравнении с поперечным. Для тканей верха относительное разрывное удлинение по основе составляет 14,7-38,8%, по утку – 21,9-45,7% (рис. 4б). Минимальное разрывное удлинение по основе и утку у материала с мембранным покрытием, максимальное (45,7%) у ткани Дюспо 240Т в направлении утка.



а – разрывная нагрузка систем материалов

1. Материал с мембранным покрытием
2. Оксфорд R/S
3. Оксфорд R/S PU
4. Дюспо 240Т
5. Санбрелла
6. Микрофибра
7. Оксфорд R/S PU honey



б – диаграмма растяжения систем материалов

1. Материал с мембранным покрытием
2. Оксфорд R/S PU
3. Санбрелла
4. Оксфорд R/S PU honey
5. Оксфорд R/S
6. Дюспо 240Т
7. Микрофибра

Рисунок 4 – Разрывные характеристики объектов исследований

Для прогнозирования длительной прочности исследуемых материалов и адаптивных изделий в процессе эксплуатации на втором этапе исследования осуществлялось многоцикловое комбинированное растяжение. По результатам испытаний получены уравнения зависимости разрывной нагрузки от количества циклов испытаний. Достоверность аппроксимации для исследуемых объектов находится в пределах 0,94-0,98. Анализ результатов исследования показал, что после четырех циклов многоциклового комбинированного

растяжения прочность исследуемых курточных материалов уменьшилась на 10-15% (рис. 5).

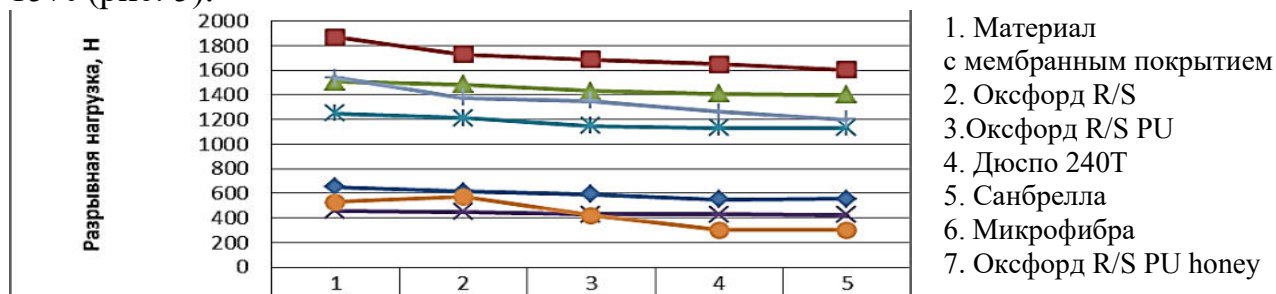


Рисунок 5 – График прогнозирования растяжения от количества циклов

Для получения информации об *устойчивости окраски* к действию света и светопогоды разработан компьютерный экспресс-метод оценки цветостойкости текстильных материалов (рис. 6), в котором в качестве количественного критерия использован показатель, определяющий изменение яркости цифровых изображений (формула 1,2). Программа «Экспресс-оценка цветостойкости» создана с использованием инструментария программного пакета объектного программирования «Delphi 7».

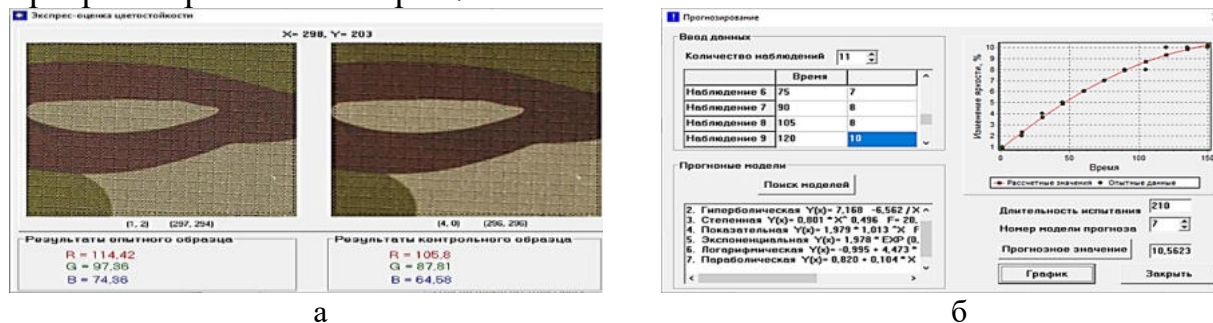


Рисунок 6 – Окна программы для оценки устойчивости окраски

Для разработки оценочной шкалы осуществлено экспертное исследование, которое подтвердило соответствие расчетных величин и результатов экспертной оценки. Выделены три степени цветостойкости с соответствующими значениями изменения яркости цифровых изображений в процентах: высокая (до 4%), средняя (4-15%), низкая (более 15%).

Предлагаемый метод реализует возможность прогнозирования изменения окраски и может быть использован для оценки как текстильных материалов, так и полимеров, лакокрасочных покрытий и т.д.

В пятой главе в результате обобщения научно-технической информации и аналитических исследований разработана структурно-информационная модель процесса проектирования одежды для людей с ограниченными двигательными возможностями в системе «свойства материалов – адаптивное изделие», базирующаяся на целенаправленном регулировании качества готовых изделий в результате учета специфических условий эксплуатации и свойств систем материалов при создании адаптивных изделий (рис. 7).

Для получения объективной информации о качестве систем материалов для адаптивной одежды предложена методика комплексной количественной оценки, основанная на применении структурно-следственных схем Исикава и аппарата теории нечетких множеств для выявления приоритетности показателей качества и определения их значимости.

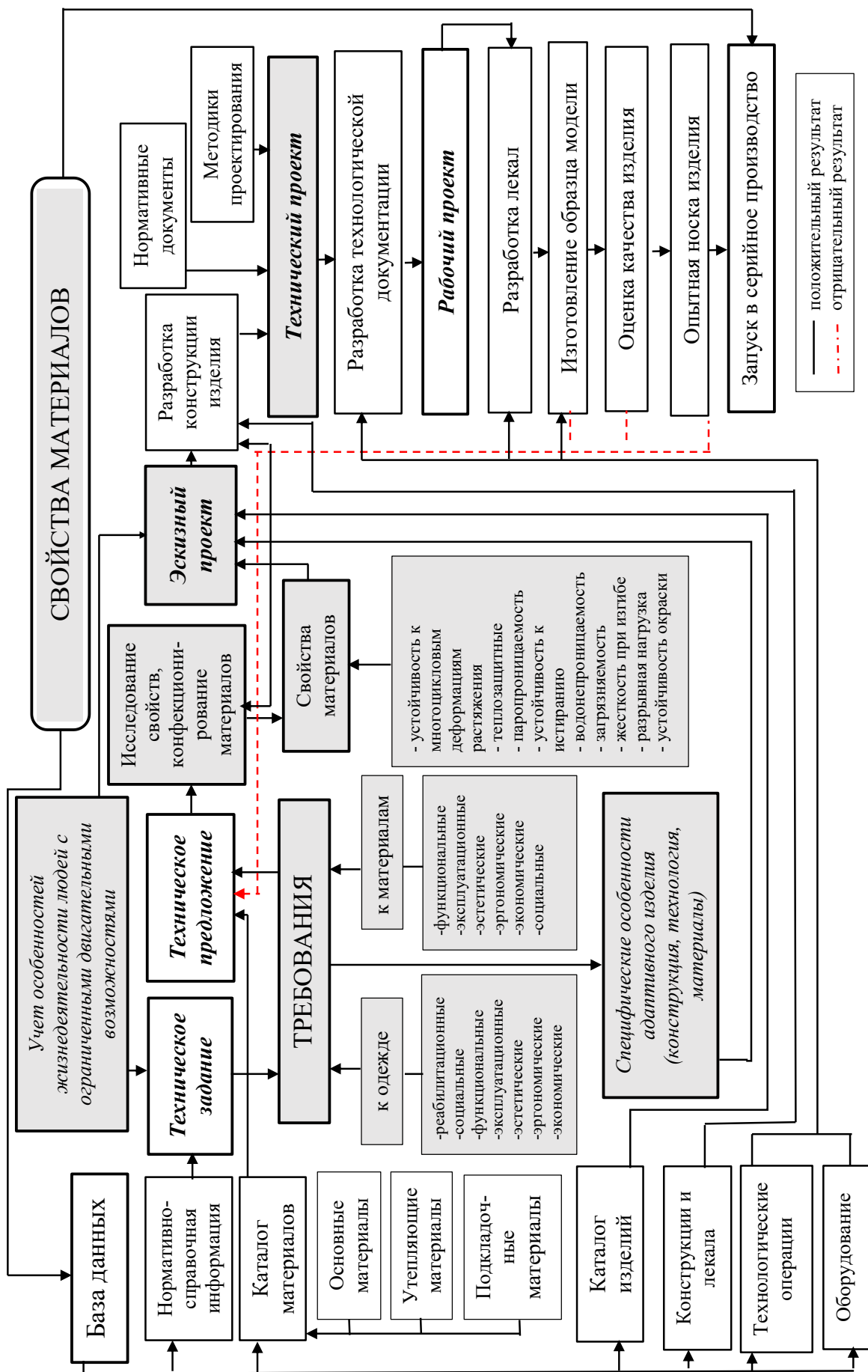


Рисунок 7 – Информационная модель процесса проектирования адаптивной одежды в системе «свойства материалов – адаптивное изделие» для людей с ОДВ

Расчет обобщенного показателя качества для плечевых и поясных адаптивных изделий выполняется на основе методологии квалиметрии с использованием относительных показателей.

В качестве значимых свойств для выявления рациональных *систем материалов* адаптивной одежды для плечевой одежды с учетом весомости определены: устойчивость к многоцикловым деформациям растяжения (0.28), теплозащитные свойства (0.27), паропроницаемость (0.23), водонепроницаемость (0.22); для поясной – устойчивость к истиранию (0.28), теплозащитные свойства (0.27), водонепроницаемость (0.24), загрязняемость (0.21). Наиболее рациональной системой материалов для верхней плечевой одежды является: материал с мембранным покрытием, холлофайбер®Термо и льняное трикотажное полотно; для верхней поясной – Оксфорд R/S PU, холлофайбер®ПрофиМикроS и льняное трикотажное полотно.

Расчет себестоимости верхнего поясного адаптивного изделия подтвердил эффективность применения рекомендуемого пакета материалов, включающего материал верха Оксфорд R/S PU, нетканый утепляющий материал холлофайбер®ПрофиМикроS и льняное трикотажное полотно. Цена предлагаемого изделия (9578 руб.) сопоставима с ценами других производителей, поэтому оно может быть рекомендовано как более конкурентоспособное за счет использования рациональных систем материалов из экологически чистого отечественного сырья.

В заключительной части пятой главы предложены рекомендации практического использования результатов исследования в соответствии с предложенной в работе моделью процесса проектирования адаптивной одежды для людей с ОДВ в системе «свойства материалов – адаптивное изделие». Установлено, что исследуемые свойства (жесткость при изгибе, паропроницаемость, устойчивость к истиранию и другие) оказывают значимое влияние на конструктивные характеристики изделия (объем, форму изделия, наличие и расположение конструктивных членений). Предложены рациональные пакетные решения систем материалов для плечевой и поясной адаптивной одежды людей с ОДВ, а также рекомендации по выбору конструктивных и технологических особенностей, позволяющим повысить эксплуатационные и эргономические показатели изделий.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ

1. Изучены научные работы по проектированию адаптивной одежды, ассортимент адаптивных изделий и материалов, используемых для их изготовления. На основе анализа нормативных документов предложена классификация адаптивных изделий различных сфер использования, позволяющая выявить направления расширения ассортимента изделий для исследуемого контингента потребителей. Выявлены особенности конструкторско-технологических решений адаптивной одежды.

2. Проведенный SWOT-анализ показал, что разработка ассортимента верхней адаптивной одежды с использованием современных утепляющих нетканых материалов холлофайбер и льняных трикотажных полотен является необходимым и перспективным направлением, реализующим задачу импортозамещения и повышения конкурентоспособности отечественных адаптивных изделий.

3. С применением метода причинно-следственных схем Исикава и аппарата теории нечетких множеств установлены наиболее значимые свойства материалов для верхней адаптивной одежды людей с ОДВ. В порядке уменьшения значимости свойства материалов образуют ранжированный ряд: устойчивость к многоцикловым деформациям растяжения, теплозащитные свойства, паропроницаемость, устойчивость к истиранию, водонепроницаемость, загрязняемость, жесткость при изгибе, разрывная нагрузка, устойчивость окраски.

4. Предложены новые и усовершенствованы существующие методики исследования свойств материалов (стабильности структуры при многоцикловом комбинированном растяжении, изменения окраски, загрязняемости, жесткости при изгибе, водозащитных свойств), учитывающие специфику исследуемого ассортимента адаптивной одежды и позволяющие спрогнозировать поведение изделия в процессе эксплуатации.

5. Проведены комплексные экспериментальные исследования свойств систем материалов для адаптивной одежды, в результате которых получены новые сведения о численных значениях показателей качества исследуемых свойств, подтвердивших целесообразность дифференцированного подхода при конфекционировании материалов в пакеты адаптивной одежды.

6. В результате обобщения научно-технической информации, аналитических и экспериментальных исследований разработана структурно-информационная модель процесса проектирования адаптивной одежды в системе «свойства материалов – адаптивное изделие», базирующаяся на целенаправленном регулировании качества готовых изделий в результате учета специфических условий эксплуатации и свойств систем материалов при создании адаптивных изделий для людей с ОДВ.

7. Предложена методика комплексной количественной оценки качества систем материалов для адаптивной одежды, базирующаяся на применении структурно-следственных схем Исикава и аппарата теории нечетких множеств для определения приоритетности показателей качества и оценки их значимости, позволившая выявить наиболее рациональные системы материалов для верхней плечевой и поясной адаптивной одежды людей с ОДВ.

8. С целью совершенствования процесса проектирования плечевой и поясной адаптивной одежды верхнего ассортимента разработаны рекомендации по конфекционированию пакетов материалов, выбору конструктивных характеристик с учетом свойств систем материалов и технологическим особенностям изготовления адаптивных изделий для людей с ОДВ.

9. В результате расчета себестоимости верхнего поясного адаптивного изделия подтверждена эффективность применения рекомендуемого пакета материалов для изготовления адаптивной одежды людей с ОДВ.

10. Внедрение результатов диссертационного исследования осуществлено на производственных предприятиях ООО «Термопол» г. Москва, ООО «Рустехимпорт» г. Кострома и учебном процессе Костромского государственного университета.

Рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы.
Проведенные исследования являются основой для дальнейшего совершенствования процесса проектирования адаптивной одежды различных нозологических групп потребителей.

ОПУБЛИКОВАННЫЕ РАБОТЫ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в журналах, цитируемых в международных базах научного цитирования Scopus

1. Зими́на, М. В. Совершенствование метода оценки и прогнозирования изменения окраски текстильных материалов и изделий / М. В. Зими́на, Л. Л. Чагина, А. Ш. Иргашева // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2022. – № 6(402). – С. 45-51.

2. Зими́на, М. В. Комплексная оценка водозащитных свойств материалов с учетом действия эксплуатационных и технологических факторов / М. В. Зими́на, Л. Л. Чагина // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2023. – № 4(406). – С. 103-110.

3. Разработка метода и устройства для определения давления компрессионных трикотажных изделий на тело человека / М. А. Маринкина, М. В. Зими́на, Л. Л. Чагина [и др.] // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2021. – № 3(393). – С. 60-67.

4. Построение методики исследования деформационных свойств тентовых материалов при двухосном циклическом растяжении / А. П. Груздева, М. В. Зими́на, Л. Л. Чагина, М. С. Богатырева // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2022. – № 1(397). – С. 107-114.

Статьи в журналах перечня ВАК

5. Использование принципов автоматизированного распознавания оптических изображений для оценки стабильности структуры трикотажных полотен / Е. М. Копарева, М. В. Зими́на, С. Н. Титов, Л. Л. Чагина // Технологии и качество. – 2021. – № 1(51). – С. 4-8.

6. Зими́на, М. В. Анализ специфических особенностей адаптивной одежды для людей с ограниченными двигательными возможностями / М. В. Зими́на, Л. Л. Чагина // Технологии и качество. – 2021. – № 3(53). – С. 11-17.

7. Зими́на, М. В. Методика исследования и прогнозирования характеристик жесткости при изгибе материалов для проектирования адаптивной одежды людей с ограниченными двигательными возможностями / М. В. Зими́на, А. П. Груздева, Л. Л. Чагина // Технологии и качество. – 2021. – № 4(54). – С. 22-29.

8. Зими́на, М. В. Оценка паропроницаемости систем материалов для адаптивной одежды людей с ограниченными двигательными возможностями / М. В. Зими́на, Л. Л. Чагина, В. В. Иванов // Технологии и качество. – 2022. – № 2(56). – С. 16-23.

9. Зими́на, М. В. Исследование и прогнозирование полуцикловых разрывных характеристик систем материалов для адаптивной одежды / М. В. Зими́на, Л. Л. Чагина // Технологии и качество. – 2023. – № 1(59). – С. 10-15.

Статьи в журналах и сборниках научных трудов

10. Зими́на М.В. К вопросу создания одежды для людей с ограниченными возможностями здоровья / М.В. Зими́на, Л.Л. Чагина // Материалы Международной науч. техн. конф. «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности» (ИННОВАЦИИ-2020), часть 2, Москва, РГУ, 2020. – С.116-119.

11. Зими́на М.В. Конфекционирование материалов для адаптивной одежды / М.В. Зими́на, Л.Л. Чагина // Материалы Всероссийской науч. практ. конф. «Научные исследования и разработки в области дизайна и технологий», часть 2, Кострома, КГУ, 2021. – С.30-33.

12. Зими́на М.В. «Умная одежда» для людей с ограниченными возможностями здоровья // Материалы Международного форума «Молодежь в науке и творчестве», часть 2 «Международная научно-практическая конференция «Наука в современном мире: инновации и перспективы», Гжель, ГГУ, 2021. – С. 8-9.

13. Зими́на М.В. Перспективность использования отечественных материалов для изготовления адаптивной одежды/ М.В. Зими́на, Л.Л. Чагина, В.В. Иванов // Сборник научных трудов кафедры коммерции и сервиса, посвященный году науки и технологий в РГУ им. А.Н. Косыгина (Технология. Дизайн. Искусство), Москва, 2021. – С. 60-66.

14. Зими́на М.В. Свойства материалов функциональной одежды для людей с ограниченными возможностями здоровья/Зими́на М.В. // Материалы XVII Всероссийской науч. практ конф. с элементами научной школы для студентов и молодых ученых «Новые технологии и материалы легкой промышленности», Казань, Казанский НИТУ, 2021. – С. 114-117.

15. Зими́на М.В. Теоретические основы и общие закономерности проектирования и технологии изготовления адаптивной одежды для людей с ограниченными двигательными возможностями. // М.В. Зими́на, Е.Н. Виноградова // "Молодежь. Наука. Творчество" Материалы XIX Всероссийской науч. практ. конф. 09-11 ноября 2021 Омск, ОГТУ, 2021. – С. 201–204.

16. Зими́на М.В. Конструктивные и технологические особенности адаптивной одежды с использованием отечественного экосырья // М.В. Зими́на, Л.Л. Чагина // Фундаментальные и прикладные научные исследования в области инклюзивного дизайна и технологий: опыт, практика и перспективы / Сборник научных трудов Международной науч. практ. конф. (23 -25 марта 2022 г.), часть 2. – М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2022. – С. 20-24.

17. Зими́на М.В. Учет характеристик изгиба при проектировании адаптивной одежды / Международная научная конференция, посвященная 135-летию со дня рождения профессора В.Е. Зотикова // М.В. Зими́на, Л.Л. Чагина // Сборник научных трудов.– М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2022. –С. 104-108.

18. Зими́на М.В. Анализ методов определения и исследование паропроницаемости материалов курточного ассортимента для одежды маломобильных граждан // Материалы Всероссийской науч. практ. конф. «Научные исследования и разработки в области дизайна и технологий» (г. Кострома, 24-25 марта 2022 г.), часть 2, Кострома, КГУ, 2022.—С.20-24.

19. Зими́на, М. В. Разработка инклюзивной одежды в контексте ответственного потребления на основе использования эко-концепции / М. В. Зими́на, Л. Л. Чагина, В. В. Иванов // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX). – 2022. – № 1. – С. 168-172.

20. Зими́на М.В. Определение стойкости к истиранию тканей курточного ассортимента // М.В.Зими́на, Л.Л.Чагина, Е.И.Зими́на // Сборник научных трудов Международной научной конференции, посвященной 75-летию со дня рождения проф. А.П. Жихарева. Сборник научных трудов. Москва, 2023. С. 72-76.

21. Зими́на, М. В. Рациональные системы материалов для верхней адаптивной одежды / М. В. Зими́на, Л. Л. Чагина, В. В. Иванов // Фундаментальные и прикладные научные исследования в области инклюзивного дизайна и технологий: опыт, практика и перспективы : Сборник научных трудов IX Международной науч. практ. конф., Москва, 25–27 марта 2023 года. Том 2. – Москва: РГУ им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)", 2023. – С. 116-121.

22. Зими́на, М. В. Разработка программного обеспечения для экспресс-оценки цветостойкости / М. В. Зими́на // Научные исследования и разработки в области дизайна и технологий : Материалы Всероссийской науч. практ. конф. с международным участием, Кострома / – Кострома: КГУ, 2023. – С. 309-313.

23. Зими́на, М. В. Развитие практики ответственного потребления за счет создания изделий длительного использования / М. В. Зими́на, Е. М. Копарева, Л. Л. Чагина // Инновации и технологии к развитию теории современной моды "Мода (Материалы. Одежда. Дизайн. Аксессуары)" : Сборник материалов III Международной науч. практ. конф., посвящённой Ф.М. Пармону, Москва, 05-07 апреля 2023 года. Том Часть 2. – Москва: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2023. – С. 18-22.

24. Зими́на, М. В. Исследование прочностных характеристик систем материалов для верхнего ассортимента адаптивной одежды / М. В. Зими́на, Л. Л. Чагина // Актуальные проблемы экспертизы, технического регулирования и подтверждения соответствия продукции текстильной и легкой промышленности : сборник научных трудов по материалам 3-го Круглого стола с международным участием, Москва, 29 декабря 2021 года / РГУ им. А.Н. Косыгина ", 2023. – С. 66-71.

25. Зими́на М.В. Автоматизированный метод оценки и прогнозирования устойчивости окраски материалов и изделий / М. В. Зими́на, Л. Л. Чагина // Новации в процессах проектирования и производства изделий легкой промышленности : сборник научных трудов по материалам I Всероссийской конференции ученых, аспирантов и студентов с международным участием. / Казань. КНИТУ, 2023.–С. 90-95.

Свидетельство на программу для ПЭВМ

26. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022662967 Российская Федерация. Программа "Экспресс-оценка цветостойкости" : № 2022662409 : заявл. 01.07.2022 : опубл. 08.07.2022 / М. В. Зими́на, Р. А. Муканов, Л. Л. Чагина ; заявитель ФГБОУ ВО «Костромской государственный университет».

Зими́на Марина Валерьевна

Автореферат на соискание ученой степени кандидата технических наук

Подписано в печать «__» _____ 2024 г. Печ.1.0. Тираж 50.