

На правах рукописи



Лукьянова Екатерина Борисовна

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ЖЕНСКОЙ ТЕПЛОЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ
ДЛЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ КРИОСФЕРЫ**

Специальность 05.19.04 - «Технология швейных изделий»

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Шахты– 2022

Работа выполнена в Институте сферы обслуживания и предпринимательства (филиале) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственный технический университет» в г. Шахты Ростовской области (ИСОиП (филиал) ДГТУ в г.Шахты) на кафедре «Конструирование, технологии и дизайн».

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор кафедры «Конструирование, технологии и дизайн» Института сферы обслуживания и предпринимательства (филиала) ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет» в г. Шахты Ростовской области
Черунова Ирина Викторовна

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор, руководитель направления подготовки «Технологии изделий легкой промышленности» Научно-образовательного центра Центра компетенций текстильной и лёгкой промышленности ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет», г. Иваново
Метелева Ольга Викторовна

кандидат технических наук, доцент кафедры дизайна и индустрии моды ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», г.Курск
Добровольская Татьяна Александровна

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

Защита состоится «30» июня 2022 г. в 10.00 ч. на заседании диссертационного совета Д 212.144.01, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн Искусство)», по адресу: 119071, г. Москва, ул. Малая Калужская ул., д. 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина» и на официальном сайте вуза <https://kosygin-rgu.ru/>

Автореферат разослан «__» _____ 2022 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 212.144.01

Мезенцева Т.В.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В соответствии с планом государственных мероприятий на период до 2025 г. с 1 января 2021 года вступил в действие новый перечень производств, работ и должностей, на которых ограничивается труд женщин. Он расширил сферу трудоустройства женщин на 356 новых профессий, включая профессии, связанные со сложными производственными и климатическими условиями труда, особенно характерными для холодных сезонов и регионов, имеющими сезонный характер в странах Европы и Азии и преобладающими в течение всего года в северных регионах планеты. Среди них значительную долю занимает Россия. В то же время на технологии обеспечения эффективных условий жизнедеятельности людей в холодных условиях направлено в настоящее время внимание со стороны многих стран в связи с активным расширением производственных процессов в Арктике, что отражает, в первую очередь, интересы Государственной программы «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации». Анализ данных за последнее десятилетие показал, что тренд на увеличение притока людей в холодные регионы распространяется не только на мужчин, но и на женщин, доля которых в сфере промышленности в общем числе работников, по данным Минпромторга, составила уже 40,1%. Поэтому женская теплозащитная одежда приобрела повышенный уровень значимости, так как относится к основному средству индивидуальной защиты и адаптации женщины к условиям холода, а в сочетании с расширенным спектром производственных условий и напряженного труда приобретает повышенные требования к сохранению женского здоровья, индивидуальной безопасности и производительности работы женщин в холодных климатических условиях, которые требуют соответствующего учета в проектировании одежды.

Учитывая, что основные требования к производству теплозащитной одежды в России сформулированы в ГОСТ, который определяет укрупненное типовое районирование территории России на основе двух основных показателей – температуры воздуха и скорости ветра, следует отметить, что фактические климатические условия в тех или иных холодных регионах существенно отличаются от усредненных, а изменения климата на земле и в России в частности в настоящее время привели к многочисленным аномальным явлениям, включая нетипично снежные зимние периоды в Европе и России в целом. То есть, снег и другие формы воды в состоянии льда в сочетании с низкими температурами стали для многочисленных районов жизнедеятельности людей неотъемлемыми, а иногда приоритетными факторами холодного периода, относя такие территории не только к традиционным зонам пониженных температур, но и к особым территориям так называемой «криосферы», определенной «совокупностью компонентов земной системы на поверхности суши, океана и под ней, которые заморожены». Несмотря на то, что в отечественной и мировой науке и практике существует значительный пласт исследований и разработок в области проектирования защитной одежды от холода, сформированный работами российских и зарубежных авторов, в которых учитываются факторы охлаждающей среды: основной - пониженная температура, а также ряд сопутствующих - ветер, влажность, давление на одежду, статическое электричество, при этом факторы криосферы (снег, лёд, в том числе в сочетании с сопутствующими факторами среды локальных территорий) в комплексном влиянии на человека и его одежду представляются недостаточно изученными в системе проектирования швейных изделий. Это обосновало внимание к системе «человек-одежда-среда криосферы» в первую очередь применительно к проектированию женской теплозащитной одежды, имеющей перспективу увеличения объёмов производства, исходя из общего устойчивого тренда роста рынка СИЗ, который в целом по прогнозам Министерства промышленности и торговли прогнозируется в России к 2025 году в среднем на 40%, что позволит расширить возможности и технологии защиты здоровья человека в холоде в целом и женского здоровья в условиях холода в частности. Таковую защиту формирует рациональная совокупность конструкции одежды и пакета использованных материалов.

Однако влияние снега и ледяных кристаллов, в том числе в сочетании с агрессивными компонентами среды морских акваторий криосферы, на прочность, износостойкость материалов и швов швейного изделия, на тепловую эффективность пакетов из них и на общий тепловой баланс человека в одежде в холоде с учетом терморегуляторных особенностей женского организма - данный спектр научно-технических вопросов для проектирования женской теплозащитной одежды исследован недостаточно и требует получения новой базы знаний.

Кроме того, следует отметить, что основные требования к конструкции женской

теплозащитной одежды остаются в рамках нормирования стандартом, единым с мужской одеждой, где ряд усредненных параметров теплоизоляции приводит к достаточно большому весу готовых изделий, часто идентичному мужской одежде, что негативно влияет на показатели работоспособности женщин и формирует избыточные перегрузки во время выполнения физической работы в условиях криосферы. Для решения такого рода проблем требуется поиск новых научно-технических решений в создании одежды не только эффективной по своим тепловым и эксплуатационным свойствам, но и обладающей специальными функциями, способными обеспечивать контроль эргономической эффективности теплозащитной одежды и работоспособности человека в ней. Это позволит расширить современные методы оценки теплозащитной одежды и управления ее свойствами с повышением ее общего качества и обоснованно обеспечить необходимую корректировку режима применения теплозащитной одежды для повышения безопасности человека в условиях холода, что отражает интересы современной легкой промышленности и согласуется с векторами Стратегии развития Арктической зоны России и обеспечения национальной безопасности до 2035 года. Получаемые при этом базы новых знаний о современных материалах и инженерных методах их применения в теплозащитной одежде требуют их интегрирования в технологии автоматизированного проектирования швейных изделий в виде новых алгоритмов для цифрового развития производства, что позволит внести вклад в решение задач, обозначенных в «Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 – 2030 годы».

Степень научной разработанности проблемы. Существенный вклад в решение проблем развития и совершенствования процессов проектирования и производства теплозащитной одежды из различных материалов внесли российские и зарубежные ученые, такие как: Афанасьева, Р.Ф., Колесников, П.А., Жаворонков А.И., Расторгуева Л.Н., Бринк, И.Ю., Бекмурзаев, Л.А., Черунова И.В., Ташпулатов С.Ш., Бурмистрова О.В., Мокеева Н.С., Махоткина Л.Ю., Колесников П.А., Хамматова Э.А., Кокеткин П.П., Кащеев В.С., Меликов Е.Х., Третьякова А.И., Чубарова З.С., Савостицкий А.В., Лебедева Е.О., Тунгусова Н.А., Havenith G., Wang F., Stolwijk, J.R., Umbach K.H., Angelova R., Stankov P. и другие, в научных работах которых учитывались факторы холода и некоторые дополнительные факторы среды, разработаны методологические основы и прикладные технологии создания теплозащитной одежды, что является значительной базой знаний для дальнейшего развития свойств различных материалов и пакетов из них, методов и средств обеспечения и оценки многофункциональной эффективности теплозащитной одежды.

Диссертационная работа соответствует формуле специальности «Технология швейных изделий»—«область науки и техники, занимающаяся изучением технологии швейных изделий и конструирования одежды из различных материалов: тканей, трикотажного полотна, нетканых материалов, меха и др.; совершенствованием процессов проектирования одежды и технологических процессов с широким использованием ЭВМ; совершенствованием методов и средств моделирования и проектирования одежды, технологических процессов и оценки ее качества с широким использованием ЭВМ».

В части области исследований диссертационная работа соответствует п.2 «Совершенствование процесса и методов проектирования одежды на основе использования рациональной размерной типологии населения, требований ЕСКД и широкого применения современной вычислительной техники», п.3 «Разработка математического и информационного обеспечения систем автоматизированного проектирования и раскроя деталей одежды», п.4 «Разработка рациональной конструкции и прогрессивной технологии изготовления швейных изделий различного назначения (бытовой, специальной, спортивной и др.), а также одежды нового ассортимента, обеспечивающих снижение затрат на производство и повышение качества продукции» и п.5 «Совершенствование методов оценки качества и проектирование одежды с заданными потребительскими и технико-экономическими показателями» паспорта научной специальности 05.19.04 – Технология швейных изделий.

Объект исследования – материалы и процессы проектирования и оценки женской теплозащитной одежды.

Цель исследования - расширение функций и эксплуатационной эффективности женской теплозащитной одежды на основе гибридных оболочек в охлаждающих условиях криосферы.

Предмет исследования – структура и свойства материалов для теплозащитной одежды и пакетов из них; процессы и модели теплообмена женщины в теплозащитной одежде с охлаждающей

средой; алгоритмы для САПР теплозащитной одежды; технологии функциональной одежды для обеспечения работоспособности человека в холоде.

Для достижения поставленной цели решены следующие **задачи исследования**:

- выполнен анализ проблем и ресурсов проектирования женской теплозащитной одежды для климатических условий криосферы, в том числе:
 - обоснована концепция о рассмотрении криосферы как системной основы для проектирования теплозащитной одежды;
 - изучены и уточнены условия климатического районирования территорий криосферы для проектирования теплозащитной одежды;
 - изучены и определены проблемы и особенности функционирования организма женщины в холодных условиях криосферы применительно к проектированию теплозащитной одежды;
 - проанализированы и систематизированы современные требования и методы проектирования теплозащитной одежды для женщин и выявлены направления их совершенствования;
 - выполнен анализ структуры и свойств современных материалов и пакетов из них для женской теплозащитной одежды, включая специальные материалы с теплоаккумулирующими свойствами;
 - проанализированы и определены современные требования и направления развития функций САПР теплозащитной одежды;
 - выполнен анализ способов оценки эргономической эффективности теплозащитной одежды в обеспечении работоспособности человека и обосновано направление развития дополнительных функций теплозащитной одежды для женщин;
- исследованы материалы поверхности женской теплозащитной одежды в эксплуатационных условиях криосферы и предложены новые технологические решения для повышения устойчивости к механическим нагрузкам материалов и узлов швейных изделий в состоянии эксплуатационного промерзания;
- разработаны и исследованы функциональные гибридные оболочки с теплоаккумулирующими компонентами для теплозащитной одежды;
- выполнено моделирование и исследованы параметры системы «Женщина-теплозащитная одежда – холодная среда криосферы – снег» для процессов проектирования теплозащитной одежды;
- выполнена алгоритмизация, инженерная апробация и оценка процессов и объектов проектирования женской теплозащитной одежды для климатических условий криосферы.

Исследования выполнены на кафедре «Конструирование, технологии и дизайн» Института сферы обслуживания и предпринимательства (филиала) Донского государственного технического университета в г.Шахты в рамках базовой части государственного задания Министерства образования и науки РФ (2017-2018гг.) на тему «Исследование и моделирование свойств мягких пористых материалов и оболочек из них в условиях циклического промерзания в среде Северного шельфа для технологий проектирования теплозащитной одежды повышенной износостойкости» (Проект №11.9194.2017/БЧ) и в рамках гранта РФФИ «Аспиранты» (2019-2021гг.) на тему «Исследование волокнистых материалов с теплоаккумулирующими свойствами в системе технологии проектирования теплозащитной одежды, устойчивой к комплексным эксплуатационным нагрузкам» (Проект №19-38-90324/19).

Методы исследования и технические средства решения задач.

Исследования выполнены с применением методов системного анализа, алгоритмизации, методов микроструктурных исследований, в том числе методов с использованием оборудования оптической и электронной микроскопии; методов текстильного материаловедения, методов термометрии, методов планирования эксперимента, вероятностных методов и методов математической статистики. Решение теоретических задач опиралось на применение классических научных подходов в теории тепломассообмена, аналитической геометрии. Применены методы 3d-геометрического моделирования микроструктур, методы компьютерного конструирования одежды; методы графической визуализации и интерпретации данных с использованием современных цифровых технологий и программных средств.

Информационно-теоретической базой диссертации послужили труды отечественных и зарубежных ученых в исследуемой и смежных областях, научная и справочная литература, конструкторско-технологическая документация.

Исследования и разработки выполнены с применением технических средств: комплекса оборудования лабораторий материаловедения швейного производства и автоматизированного

проектирования одежды ИСОиП (филиала) ДГТУ в г.Шахты, оборудования оптической и электронной микроскопии на базе двухлучевого сканирующего электронного/ионного микроскопа ZEISS CrossBeam 340 в НОЦ «Материалы» Донского государственного технического университета в г.Ростов-на-Дону, тепловизора FLIR E5, а также компьютерных программных сред и продуктов, таких как: пакеты программ Microsoft Office, Grafer, CAD «Julivi», CAD «Novo-cut», VHX5000.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

- установлены зависимости и многофакторные модели, описывающие влияние условий фактического промерзания на механические свойства материалов верха, швейных ниток и технологических швов теплозащитной одежды в зависимости от их состава и структуры, эксплуатационного режима и температур охлаждения, а для некоторых климатических зон – морской соли, выявленные с применением разработанной экспериментальной установки для исследования охлажденных текстильных материалов, на которую получен патент РФ на изобретение;
- предложена концепция формирования и разработана новая структура гибридных оболочек с терморегулирующими свойствами для теплозащитной одежды, для которых установлены модели, описывающие функциональные связи параметров структуры, толщины, плотности, долевого содержания теплоаккумулирующих компонент с теплопроводностью и температурой внешней среды;
- обоснована и разработана модель тела женщины с уточненными геометрическими и тепловыми параметрами поверхности, интегрированная в математическую модель теплообмена в системе «Женщина – теплозащитная одежда - холодная среда криосферы - снег», результаты расчетов на которой позволили выявить и описать влияние структуры теплозащитной оболочки на толщину женской теплозащитной одежды с учетом покрытия снегом;
- разработаны новые алгоритмы для автоматизированного проектирования женской теплозащитной одежды, расширяющие функции проектных процедур и учитывающие способ получения, структуру, свойства и параметры гибридных терморегулирующих оболочек для климатических условий криосферы;
- разработан принцип, алгоритм и способ реализации функции управления безопасным режимом физической работы женщины в холоде на основе системы мониторинга предложенного индекса усталости, автоматически определяемого путем функционального соотношения динамики асимметричного движения контрольных частей тела человека в холоде и в состоянии теплового и двигательного комфорта, встроенной в теплозащитный костюм, на который получен патент РФ на полезную модель.

Теоретическая значимость работы.

Для развития теоретических аспектов науки в технологии швейных изделий имеют значение предложенная автором новая концепция и на ее основе алгоритмы проектирования теплозащитной одежды, в качестве системной основы которой определена криосфера, и комплекс разработанных моделей, ее обеспечивающих.

Практическая значимость работы:

- разработана методика определения климато-параметрических исходных данных на основе системы матриц кодирования факторов и уточненных границ районирования территорий криосферы с целью повышения уровня адресности проектных решений в женской теплозащитной одежде;
- разработана экспериментальная установка для исследования охлажденных текстильных материалов и швов швейных изделий в режиме фактического охлаждения, отличающаяся тем, что в момент разрывной нагрузки на образцы они стабильно заморожены. Получен патент РФ на изобретение RU 2694111;
- разработана и исследована новая комплексная швейная нить на основе текстурированной полиэфирной основы с включением в структуру тонковолокнистого высокомолекулярного кристаллизованного полимерного волокна «Фторопласт-4», показавшая преимущества путем повышения до 12,7% прочности швов из тканей различного состава и плотности в условиях промерзания и с дополнительным воздействием морской соли;
- экспериментально обоснованы и сформулированы рекомендации по нормированию состава теплоаккумулирующих компонент в функциональных гибридных оболочках теплозащитной одежды (не более 40% в объеме теплозащитной оболочки в зависимости от температур холода);
- разработан женский теплозащитный костюм с функцией управления безопасным режимом

физической работы (Получен патент РФ на полезную модель RU 190542 U1), а также инженерные рекомендации для технологии проектирования и производства женской теплозащитной одежды с повышенной защитой от снега и избыточного промерзания оболочки, обеспечивающей поддержку тепловой и эргономической эффективности одежды для женщины в холоде.

Достоверность проведенных исследований базируется на согласованности аналитических и экспериментальных результатов, опорой на положения классических научных теорий, на достоверный уровень полученных аппроксимаций, на использование современных информационных технологий, методов и средств проведения исследований. Апробация основных положений диссертации производилась в научной периодической печати, конференциях, а также в рамках производственных процессов на швейных предприятиях Ростовской области (ООО «ТПП «Техноформ»» г. Ростов-на-Дону, ИП Судорогина Н.В. г. Ростов-на-Дону, ООО «БВН инжиниринг» г. Новочеркасск).

Основные положения, выносимые на защиту:

разработанные

- концепция проектирования теплозащитной одежды, в качестве системной основы которой определена «криосфера», обуславливающая наличие льда и снега в системе материалов её оболочки;
- концепция и алгоритмы разработки структуры новых функциональных гибридных оболочек женской теплозащитной одежды с теплоаккумулирующими компонентами на текстильной основе для обеспечения функций терморегуляции и снижения снеговой нагрузки;
- основные положения математической модели теплообмена в системе «Женщина–теплозащитная одежда–холодная среда криосферы–снег», учитывающей отличительные признаки геометрических и тепловых параметров модели тела женщины для проектирования теплозащитных изделий;
- алгоритмы процедур маршрута автоматизированного проектирования женской теплозащитной одежды из новых по структуре гибридных композиционных материалов с терморегулирующими свойствами;
- способ мониторинга, оценки и поддержки эргономической эффективности системы «женщина–теплозащитная одежда–физическая работа–холод», реализованные в теплозащитном костюме с функцией управления безопасным режимом физической работы в холоде, реализующем разработанные модели оценки предложенного индекса двигательной усталости.

Личный вклад автора. Автором сформулированы цель и основные задачи исследования. Теоретические и экспериментальные исследования выполнены лично соискателем. Автором проанализированы климатические условия криосферы как системной основы проектирования теплозащитной одежды для женщин; выявлены и уточнены особенности климатического районирования для проектирования одежды; обоснованы, исследованы и установлены свойства специальных материалов комплексной гибридной оболочки теплозащитной одежды с теплоаккумулирующими компонентами, характерные для условий промерзания, и ее влияние на параметры конструкции; разработаны инженерные рекомендации и вариант женской теплозащитной одежды с расширенными эксплуатационными функциями. Обобщение полученных результатов выполнены при участии научного руководителя И.В. Черуновой. Доля соискателя в опубликованных с соавторами работах по теме диссертации составляет от 25 до 100%.

Апробация и реализация результатов работы.

Основные научные результаты проведенных исследований докладывались и получили положительную оценку на заседаниях кафедры «Конструирование, технологии и дизайн» Института сферы обслуживания и предпринимательства (филиала) Донского государственного технического университета в г. Шахты; на VII Международной конференции по текстильным композитам и надувным конструкциям (STRUCTURAL MEMBRANES 2015), г.Барселона (Испания), 19-21 октября 2015; Международной научно – практической конференции «Новая наука: опыт, традиции, инновации», г.Омск, 24 марта 2016; IV Международной молодежной научно-практической конференции «Прогрессивные технологии и процессы», г. Курск, 21-22 сентября 2017; XIV и XVI Международных научно-технических конференциях «Динамика технических систем» (ДТС) / International Scientific-Technical Conference "Dynamics of Technical Systems" (DTS), Ростов-на-Дону, 12-14 сентября 2018 и 11-13 сентября 2020; VIII Международной научно-практической конференции «Современные материалы, техника и технологии», Курск, 28 декабря 2019; Республиканской научно-практической конференции «Хлопкоочистительная, текстильная, легкая промышленность в условиях интеграции науки, образования, производства, актуальные

проблемы инновационных технологий полиграфического производства и их решение» (Фан, таълим, ишлаб чиқариш интеграциялашуви шароитида пахта тозалаш, тўқимачилик, энгил саноат, матбаа ишлаб чиқариш инновацион технологиялари долзарб муаммолари ва уларнинг ечими), Ташкент (Узбекистан), 16-17 мая 2018; Международной научно-практической конференции «Инновации и современные технологии в индустрии моды» в рамках Ташкентской недели моды (Мода индустриясида инновация ва замонавий технологиялар), Ташкент (Узбекистан), 23 ноября 2019; Всероссийской научной конференции молодых исследователей с международным участием, посвященной Юбилейному году в ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина «Инновационное развитие техники и технологий в промышленности» (ИНТЕКС-2020), Москва, 14–16 апреля 2020; Международной научно-практической конференции «Современные тенденции машиностроения и техносферной безопасности» (СТМТБ 2020)» / «Modern trends in mechanical engineering and technosphere safety» (MTMETS 2020), Ростов-на-Дону, 20-22 октября 2020; Всероссийских научных конференций молодых ученых, аспирантов и студентов «Научная весна – 2016», Шахты, 12-17 мая 2016; «Научная весна -2017», Шахты, 15-19 мая 2017; «Научная весна-2019», Шахты, 13-17 мая 2019, «Научная весна-2019», Шахты, 13-17 мая 2019, «Научная весна-2021», Шахты, 17-21 мая 2021.

Дипломы ряда конференций различного уровня свидетельствуют о состоятельности предлагаемых в диссертации решений.

Публикации. Основные результаты выполненных исследований опубликованы в 32 печатных работах, в том числе в 3 статьях в журналах, рекомендуемых ВАК при Минобрнауки России для изложения основных научных результатов диссертации на соискание учёной степени кандидата наук; 1 монографии, 6 статьях, входящих в базу Scopus, 2 патентах РФ.

Структура и объем работы. По своей структуре диссертация состоит из введения, 5-ти глав, выводов по главам и заключения, списка литературы, приложений. Работа изложена на 242 страницах машинописного текста, включает 80 рисунков, 20 таблиц. Список использованной литературы содержит 311 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, обозначены цели и задачи исследований, отражены научная новизна и практическая значимость работы.

В первой главе рассмотрены проблемы и ресурсы проектирования женской теплозащитной одежды для климатических условий криосферы. Обоснована концепция настоящего исследования, определив «криосферу», то есть совокупность компонентов земной системы на поверхности суши и океана и под ней, которые заморожены, как системную основу для проектирования теплозащитной одежды (Рисунок 1). Особенностью является рассмотрение на человеке в холоде теплозащитной одежды, покрытой снежной оболочкой, которая подвергается воздействию частиц льда, а в прибрежных территориях криосферы еще и частиц морской соли.

Разработаны дополнительные данные к системе районирования холодных территорий; разработана многоуровневая система матриц климатопараметрических исходных данных температурно-влажностно-ветро-снегового режима с учетом солевого фактора для проектирования и эксплуатации теплозащитной одежды. В результате анализа и систематизации современных текстильных волокнистых теплоизоляционных и теплоаккумулирующих материалов (ТАМ), их состава и способов получения, разработана система формирования волокнистых гибридных оболочек одежды с теплоаккумулирующими свойствами. Установлены признаки САПР одежды для автоматизированной реализации процесса проектирования функциональной теплозащитной одежды из гибридных оболочек.

Во второй главе выполнено исследование материалов поверхности женской теплозащитной одежды в эксплуатационных условиях криосферы. Описан процесс образования и влияния льда как компонента криосферы на свойства поверхности одежды. Разработана специальная установка, позволяющая проводить исследования образцов материалов теплозащитной одежды в непосредственных условиях промерзания, которые формируются с учетом режимов эксплуатации



Рисунок 1. Схема концепции криосферы как системной основы для проектирования теплозащитной одежды

одежды. Новое разработанное устройство включает встраиваемый охлаждающий модуль для исследуемых текстильных материалов, в котором с помощью специальных встроенных в конструкцию разрывной машины съемных зажимных креплений с хладагентами в течение 4-х часов поддерживается отрицательная температура замерзшего образца материала в период непосредственной разрывной нагрузки (Рисунок 2)

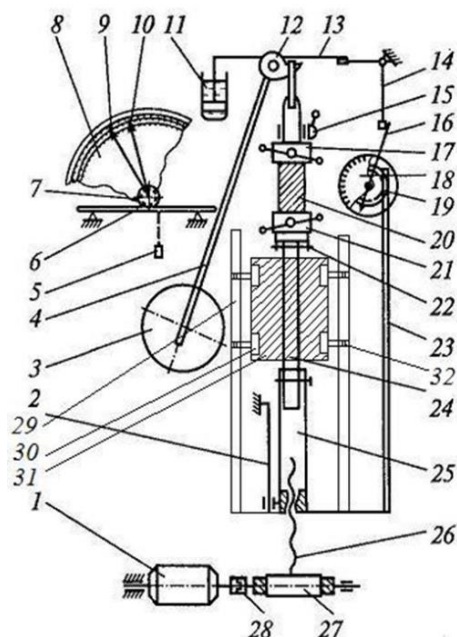
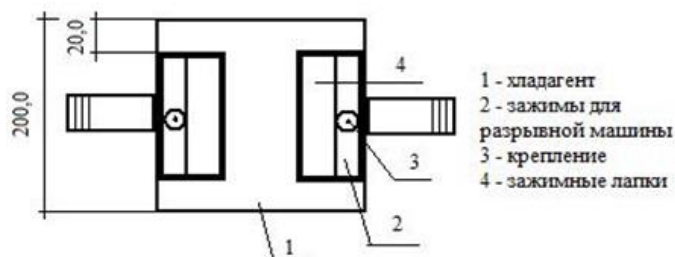


Схема крепления зажима к хладагенту



Разработанная установка - встраиваемая конструкция охлаждающего модуля, соединенная с основной частью элементов (1–28) в соответствии с устройством разрывных машин типа РТ250; (29) – штативы крепления, на которых закреплены зажимы (30), фиксирующие плоские хладагенты (31). На штативе для хладагентов между зажимными лапками (32) крепится текстильный материал (33). Крепления на штативе располагаются на расстоянии 50,0 мм и 20,0 мм от краёв образца материала в соответствии с параметрами хладагентов 260,0/100,0 мм. В зажимы (30), которые фиксируются креплением (32) установки, закрепляются хладагенты (31), между которыми располагается текстильный образец для испытания (33).

Рисунок 2. Схема разработанной установки для исследования охлажденных текстильных материалов (Патент на изобретение РФ №2694111)

Проведены экспериментальные исследования влияния холода и льда при фактическом промерзании на устойчивость к разрывной нагрузке, истиранию, на жесткость материалов верха теплозащитной одежды. Выборка образцов тканей обоснована ассортиментом востребованных в швейном производстве современных материалов и разделена по плотности, волокнистому составу, защитным свойствам с учетом установленных требований к спецодежде для холодного климата. На рисунке 3 представлены результаты исследования механических свойств материалов верха теплозащитной одежды в условиях фактического промерзания и циклического эксплуатационного охлаждения. Установлена многофакторная модель, описывающая зависимость разрывной нагрузки смешанной ткани верха для одежды от поверхностной плотности и температуры замерзания.

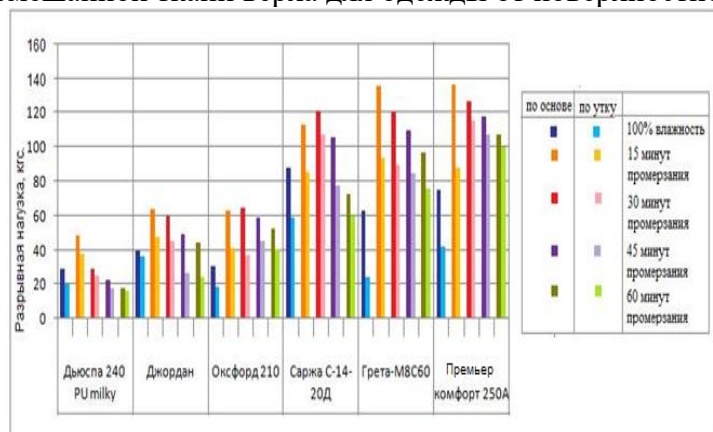


Рисунок 3. График влияния на устойчивость к разрывной нагрузке холода и льда при фактическом промерзании тканей одежды (-18 °С)

Разработанные зависимости, расширяя базу знаний в области проектирования теплозащитной одежды в целом, легли в основу разработанного информационно-логического блока алгоритмизации процесса конфекционирования материалов верха в пакеты теплозащитной одежды с показателями высокой устойчивости к циклическому и фазовому промерзанию в условиях криосферы для САПР одежды. Разработан алгоритм определения износостойких материалов верха для эксплуатации пакетов теплозащитной одежды в условиях фактического промерзания.

Однако устойчивость внешней оболочки теплозащитной одежды зависит не только от тканей, но и от швейных ниток. Предложен новый усовершенствованный состав и структура комплексной швейной нити на базе текстурированной полиэфирной нитки с дополнительным упрочняющим компонентом из супертонких волокон высокомолекулярного кристаллизованного химического полимера фторопласта-4 (Ф-4).

На рисунке 4 представлены результаты исследования разрывных характеристик в момент фазовой заморозки с учетом влияния морской соли и циклического промерзания для швов из материалов трех основных волокнистых типов с использованием изготовленной новой упрочненной нитки. Доказано, что «новая нить» с включением фторопластового волокна (Ф-4) повышает устойчивость к механическим нагрузкам до 12,7% для швов из материалов разной плотности и состава как в холоде, так и с дополнительным воздействием соли.

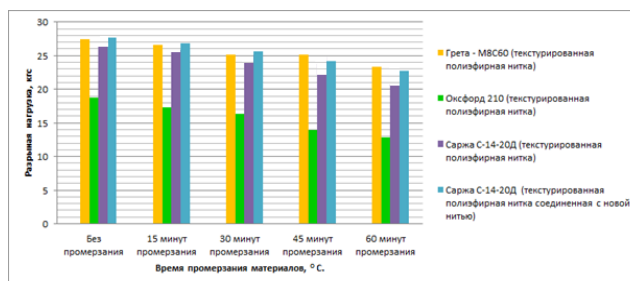


Рисунок 4. График влияния модифицированной упрочненной швейной нитки на разрывные характеристики швов из материалов различного волокнистого состава с учетом воздействия морской соли в условиях фазовой заморозки (при -18°C)

В третьей главе выполнены разработка и исследование функциональных гибридных оболочек с теплоаккумулирующими компонентами для теплозащитной одежды. Включение функциональных компонент на основе ТАМ в виде малообъемных полимерных модулей (МОПМ) в объем теплоизоляционных волокнистых материалов и оболочек одежды изменяет их структуру, которая была параметризована на основе проведенных микроструктурных исследований (рисунок 5). Анализ полученных данных позволил оцифровать и зафиксировать закономерности связей диаметров волокон, пористости материалов, объемной плотности и размеров внутренних полых объемов в современных связных волокнистых утеплителях (Рисунок 5-а,б,в). На их основе в качестве объектов для включения в гибридную структуру взяты для МОПМ с ТАМ на волокнистой основе Outlast®-Thermocules™, которые были исследованы средствами электронной микроскопии (Рисунок 5-г).

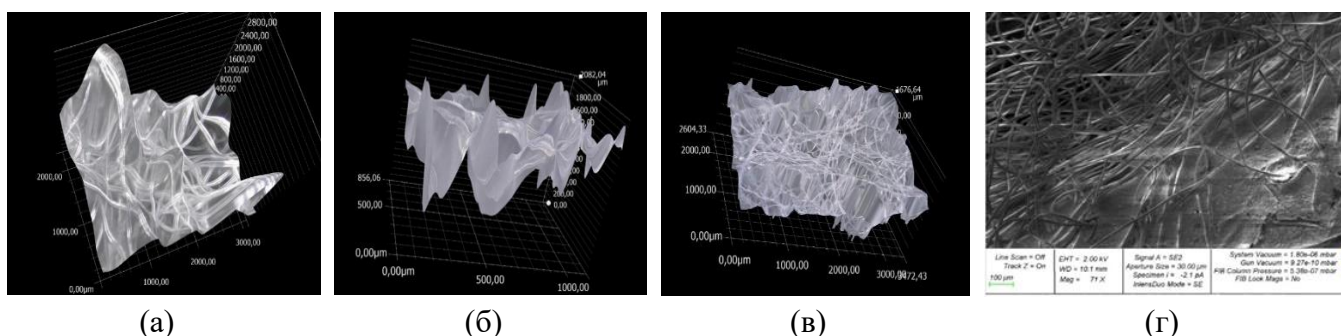


Рисунок 5. 3D-модели объемной микроструктуры волокнистых материалов: а) Синтепон; б) термофайбер / Termofiber; в) Холлофайбер / Hollofiber; г) Outlast®-Thermocules™ (Тип-1)

Исходя из критерия эффективности реализации гибридных оболочек с учетом гибкости швейного производства, где должна быть обеспечена возможность минимизации технологической реорганизации и специального технического оснащения, из предложенных и исследованных трех типов получения новых комбинированных модифицированных структур обоснован и выбран способ „M-Combination“ («M-Combo»), где гибридная оболочка получена путем послойной комбинации теплоаккумулирующих компонент на волокнистой основе с текстильным нетканым волокнистым утеплителем на базе определенных структурных моделей, создаваемых в рамках предложенной опорной комплексной модели (1):

$$M = \{K1, K2...Kn\}, \quad (1)$$

где K_i – кодированные признаки системы, для которых определены следующие категории: 1- компоненты и их количество, классифицированные по функциональной роли в гибридной оболочке материале (базовая теплоизоляция, теплоаккумуляция); 2- тип волокон, составляющих основу каждого компонента комплексной волокнистой структуры; 3- вид теплоаккумулирующего материала; 4- способ скрепления компонент в гибридной волокнистой структуре; 5- метод интегрирования МОПМ в общую волокнистую структуру; 6- геометрическая форма МОПМ. 7- размеры элементов структуры поликомпонентного материала, $n=7$ (может быть увеличено).

Пример разработки модели гибридной структуры утепляющей оболочки на основе системы кодированных признаков представлен в (2).

$$M(S1) = \{K1.1/K.2.2; K1.2.1/K.2.1; K.3.2; K.4.5; K.5.3; K.6.2; K.7.1.27, K.2.27, K.7.3.11\} \quad (2)$$

Экспериментально установлена взаимосвязь толщины, плотности, процентного содержания МОПМ с ТАМ на текстильной основе «Outlast®-Thermocules» в гибридной оболочке

одежды на основе термофайбера для представленной в (2) структурной модели.

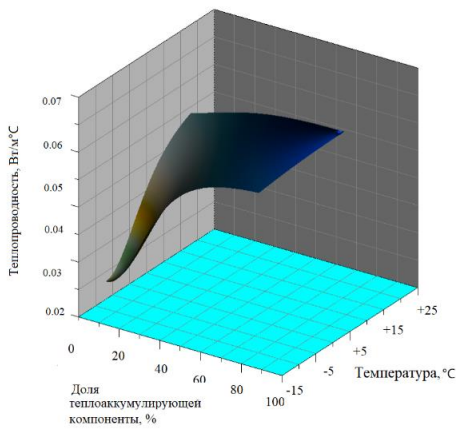


Рисунок 6. Модель зависимости теплопроводности гибридной оболочки одежды на основе термофайбера от температуры и доли МОПМ с ТАМ из "Outlast®-Thermocules»

Проведены исследования тепловых свойств и разработана модель зависимости теплопроводности гибридной оболочки одежды от температуры и доли МОПМ с ТАМ (Рисунок 6).

Исходя из критериев к эффективности состава и структуры гибридных утепляющих оболочек, которые должны обеспечивать допустимую толщину и тепловое сопротивление оболочки одежды, рассчитаны и определены ограничения по включению в композиционную структуру теплоаккумулирующих компонент (не более чем 40% для текстильных оболочек в одежде, эксплуатируемой при отрицательных температурах), что позволяет получить полезный терморегулирующий эффект в одежде и сохранить при этом ее эргономичность и теплоизоляцию.

В четвертой главе выполнены моделирование и исследование параметров системы «женщина-теплозащитная одежда-холодная среда криосферы-снег» в процессах проектирования одежды. Снег, покрывающий одежду, вносит корректировки в тепловые параметры системы, влияет на ее эргономичность. Проведенные исследования позволили функционально описать динамику покрытия поверхности теплозащитной одежды снегом для смешанной ткани при заданных погодных условиях. На основе исследования поверхности моделей современных женских курток установлены участки вероятного покрытия поверхности слоем снега за счет изгибов одежды и структуры внешнего материала. Предложен и рассчитан на основе геометрических данных деталей конструкций специальный коэффициент, который отражает долю поверхности куртки, обладающей свойствами поверхности не тканей, а снега (к примеру, для размера курток 170-88-96 он составил $K = 0,341$). На основе проведенных эргономических исследований для определенных поз движений установлены участки и их глубина для наиболее вероятного объемного накопления снега в деталях одежды - «ловушки для снега». Полученные данные обеспечивают введение ряда новых проектных процедур на этапе проектирования одежды путем определения и применения противоснеговых пакетов материалов и снегозащитных деталей. Толщину теплоизоляционной оболочки и ее локального распределения следует устанавливать с учетом зон покрытия снегом, используя при этом модели теплообмена системы «Женщина - теплозащитная одежда - холодная среда криосферы - снег». На основе экспериментальных исследований, выполненных в тепловой камере, установлены новые уточненные температурные данные поверхности тела женщины. В комплексе с разработанными геометрическими параметрами модели тела женщины (таблица 1) они обеспечили исходную информационную базу для математического моделирования.

Таблица 1. Геометрические параметры туловища женского тела для математического моделирования

Цилиндр модели туловища	R, м.	Высота, м	Площадь поверхности
Верхний	0.120775	0.346812	0.308848
Нижний	0.131	0.265	0.271896

Уравнение полного количества тепла с поверхности тела женщины будет иметь вид (3):

$$Q_{max} = \sum_{i=2}^4 (q_{i1} + q_{i2}) + \sum_{i=5}^7 \frac{\pi(t_i - t_B)}{\frac{1}{2\lambda_p} \left(\frac{1}{r_i} - \frac{1}{r_i + \delta_i} \right) + \frac{1}{\alpha(r_i + \delta_i)^2}}, \quad (3)$$

где Q_{max} – величина теплового потока с поверхности модели тела женщины, Вт.

Математическая модель учитывает геометрические параметры тела и топографию температуры кожи, поэтому распределение толщин по элементам модели считается пропорциональным площади данного элемента (4):

$$\sum_{i=2}^4 \sum_{j=1}^2 ((x_{ij}^2 + 2r_{i1}x_{ij}) \cdot a_{l1}h_i + (x_{ij}^2 + 2r_{i2}x_{ij}) \cdot a_{l2}h_i) + \sum_{i=5}^7 (x_i^2 + 2r_i x_i) \pi h = V, \quad (4)$$

где x_{ij} , δ_{ij} - искомые толщины слоёв утеплителя, применяемого в пакете одежды.

При заданных температурах участков тела вышеописанные соотношения представляют математическую модель теплообмена системы «женщина - теплозащитная одежда - холодная среда криосферы - снег», в которой снег является составной частью комплексной оболочки одежды. В результате выполненного моделирования процессов теплопередачи для заданных условий эксплуатации, материалов, теплового состояния женщины и уровня покрытия одежды снегом, который меняет интенсивность теплоотдачи и теплопроводность совокупной оболочки, установлены параметры необходимой толщины одежды для разных пакетов материалов (Рисунок 7). Показано, что гибридная оболочка с включением не более 20% МОПМ с ТАМ на текстильной основе «Outlast» позволяет получить композиционное полотно с теплопроводностью, отличающейся от исходного (свободного от компонент-ТАМ) утеплителя не более 5-5,2%, но при этом обладающее запасом скрытого тепла, создающим температурное препятствие для осаднения и сохранения частиц снега на одежде. Установлено, что при применении такой структуры функциональной гибридной оболочки толщина одежды, способная обеспечить достаточное тепловое сопротивление, должна быть увеличена всего на 5,8% относительно расчетной величины для сухой бесснежной погоды, что практически в 2 раза меньше, чем необходимое увеличение толщины одежды для типового волокнистого утеплителя.

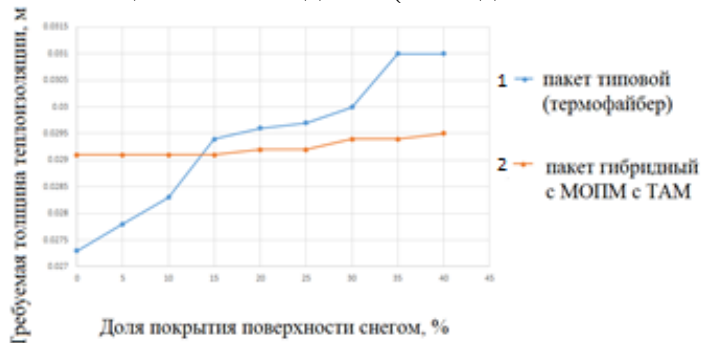


Рисунок 7. Результаты моделирования теплопередачи в одежде с учетом снежного покрытия в холоде (для -10°C) для пакетов: 1 – типовой сплошной утеплитель термофайбер, 2 – пакет с внутренним гибридным слоем на основе термофайбер и МОПМ с ТАМ из текстильного «Outlast»

В пятой главе представлены результаты алгоритмизации, инженерной апробации и оценки процессов и объектов проектирования женской теплозащитной одежды для климатических условий криосферы. Разработан комплексный алгоритм автоматизации проектных процедур создания теплозащитной одежды, устойчивой к эксплуатационным факторам криосферы, представленный на рисунке 8, а также алгоритмические и информационные компоненты его обеспечения в САПР.

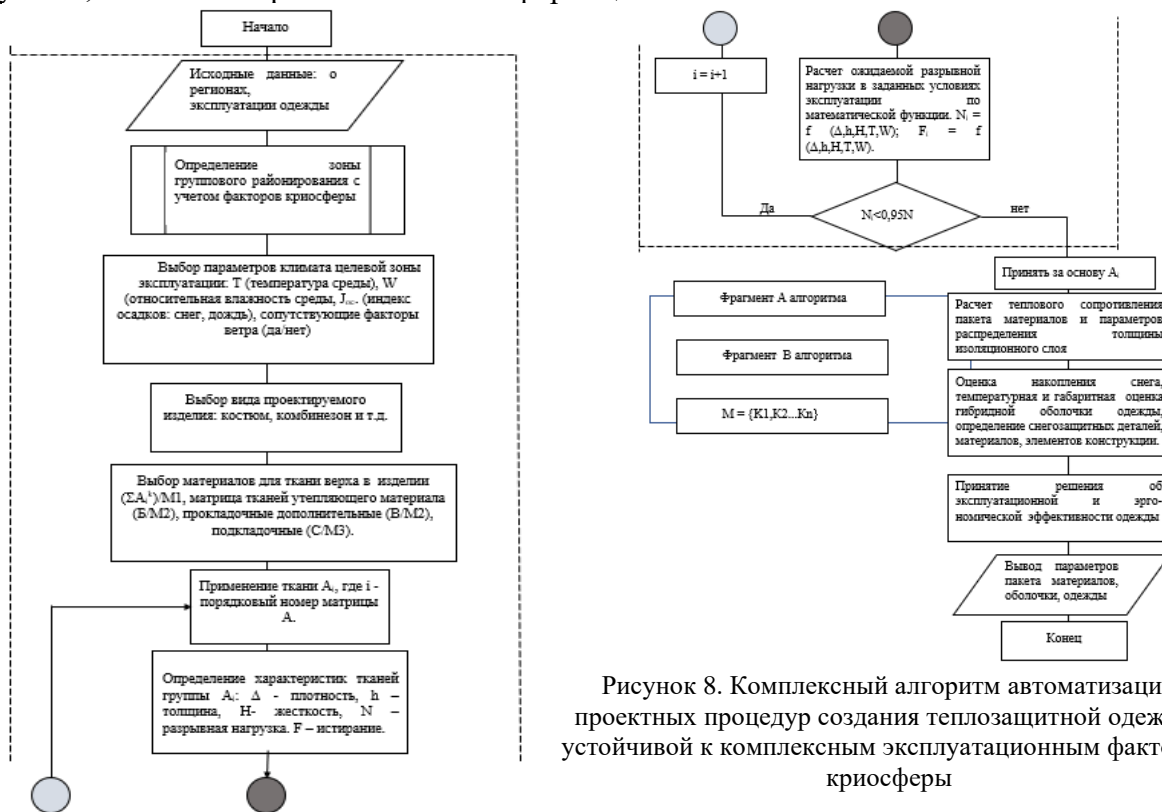


Рисунок 8. Комплексный алгоритм автоматизации проектных процедур создания теплозащитной одежды, устойчивой к комплексным эксплуатационным факторам криосферы

В качестве объекта проектирования с применением разработанных методик, алгоритмов и рекомендаций разработан и изготовлен костюм женский для защиты от пониженных температур (рисунок 9-а). Для обеспечения снегозащитной и терморегулирующей функции одежды разработа

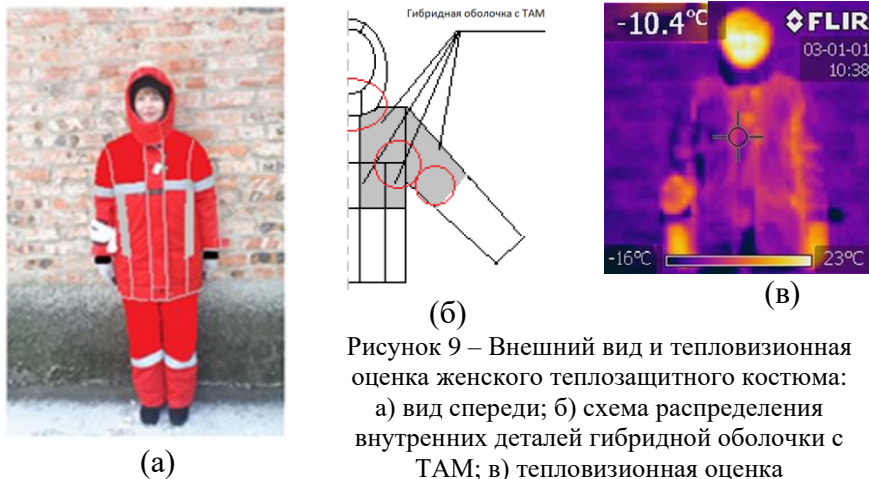


Рисунок 9 – Внешний вид и тепловизионная оценка женского теплозащитного костюма: а) вид спереди; б) схема распределения внутренних деталей гибридной оболочки с ТАМ; в) тепловизионная оценка

на схема распределения внутренних деталей гибридной оболочки с ТАМ (рисунок 9-б). Разработаны чертежи деталей конструкции проектируемой модели (для размеро-роста 170-88-96) с применением средств САПР; параметры ниточных соединений с применением новой модифицированной нитки повышенной прочности. Проведена тепловизионная оценка костюма (рисунок 9-в)

в условиях климатического охлаждения, которая подтвердила необходимый тепловой эффект при создании снегозащитных свойств изделия для климатических условий криосферы.

Для оценки и обеспечения эффективной эргономичности теплозащитной одежды предложен новый способ мониторинга работоспособности и управления безопасностью человека, основанный на регистрации двигательной активности человека встроенными в специальную теплозащитную одежду устройствами, совокупный результат работы которых отличается учетом физиологически обоснованной асимметрии данных о динамической активности левой и правой стороны тела в сочетании с интенсивностью движения головы. На разработанный специальный теплозащитный костюм, реализованный в соответствии с представленным способом, получен Патент на полезную модель RU 190542. Предложен и на основе натуральных экспериментальных исследований рассчитан индекс усталости человека, который показал, что на холоде утомляемость женщины наступает раньше, чем в помещении в условиях комфорта, но отличия незначительные, показатели физической активности остаются высокими, что характеризует эргономическую эффективность разработанной теплозащитной одежды.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ

1. Выполнен анализ проблем и ресурсов проектирования женской теплозащитной одежды с учетом современных климатических трендов и социальных миграций женщин в сторону холодных регионов. Предложена концепция для проектирования теплозащитной одежды, в качестве системной основы которой определена «криосфера» как «совокупность компонентов земной системы на поверхности суши и океана и под ней, которые заморожены», для которой установлены основные эксплуатационные факторы: лёд в различных фазах, чаще всего сопровождающий человека и одежду в виде снега и ледяных частиц, а на отдельных территориях северных морских акваторий в сочетании с частицами морской соли в режиме отрицательных температур, которые в совокупной концепции криосферы для проектирования одежды ранее в исследованиях не представлены.
2. С учетом результатов систематизации климатических трендов и географических особенностей территорий России разработана 3x-уровневая система матриц кодировки и на их основе алгоритм определения климато-параметрических исходных данных для повышения адресности проектных решений в теплозащитной одежде.
3. В результате выявленных особенностей здоровья, труда и терморегуляции организма женщин в режиме низких температур определены и описаны особенности модели тела женщины, учтённые на этапе математического моделирования как теоретической основы проектирования женской теплозащитной одежды.
4. Анализ современных методов и средств оценки работоспособности человека позволил обосновать и предложить создание женской функциональной теплозащитной одежды с встроенной функцией мониторинга и управления физической активностью женщины в холоде.
5. Для обеспечения имитационных условий, характерных для пребывания одежды в зоне криосферы, с целью оценки прочности ее поверхности в момент фактического промерзания разработана, изготовлена и применена для исследований специальная установка для измерения разрывных характеристик текстильных материалов и швов швейных изделий в режиме

фактического охлаждения, отличающаяся тем, что в момент разрывной нагрузки на образцы они обеспечены условиями локальной фазовой заморозки с температурой, идентичной температуре предварительного циклического эксплуатационного промерзания, оставляя при этом все другие механизмы и детали испытательного оборудования без влияния на них холода. На разработанное устройство получен Патент на изобретение № 2694111 «Экспериментальная установка для исследования охлажденных текстильных материалов».

6. Разработана специальная методика циклического промерзания теплозащитной одежды, характеризующая режим промышленной эксплуатации одежды для имитационных условий исследований материалов. Описаны механизмы воздействия льда на структуру материалов. Установлены новые зависимости и модели, описывающие свойства материалов, швейных ниток и швов в климатических условиях криосферы, которые легли в основу разработанного алгоритма определения износоустойчивых оболочек для конфекционирования пакетов материалов женской теплозащитной одежды

7. Разработана и исследована новая упрочненная комплексная швейная нить на базе текстурированной полиэфирной основы с включением в структуру тонковолокнистого высокомолекулярного кристаллизованного полимерного волокна «Фторопласт-4» (Ф-4), которая позволила увеличить прочность шва поверхности теплозащитного швейного изделия из различных тканей до 12,7% (с учетом фазовой заморозки, в том числе при воздействии морской соли).

8. В результате проведенных микроструктурных исследований разработаны 3D-модели объемной микроструктуры актуальных полиэфирных волокнистых утеплителей как основы новых композиционных материалов и гибридных теплозащитных оболочек из них.

9. Предложена и описана концепция формирования новых гибридных теплозащитных оболочек с малообъемными полимерными материалами с ТАМ на основе трех методов, среди которых обоснован и апробирован наиболее адаптивный для швейного производства - метод послышной интеграции МОПМ с ТАМ в гибридную оболочку из волокнистых утепляющих полотен / «M-Combo».

10. Разработана система кодирования признаков и параметров моделей структуры поликомпонентных гибридных теплозащитных оболочек для одежды и на ее основе разработана кодированная модель определенной структуры, получаемой по методу «M-Combo», для которой экспериментально установлены взаимозависимости технических параметров (толщины, плотности, процентного содержания теплоаккумулирующих компонент), а также модели зависимости теплопроводности от температуры и доли активных полимерных компонент.

11. Для гибридных оболочек с терморегулирующими свойствами и защитой от снеговой нагрузки на основе комплекса теплофизических исследований разработана зависимость теплопроводности гибридного полотна от температуры и доли капсулированных функциональных компонент, которая позволила с помощью эргономического нормирования одежды установить ограничения до 40% на интегрирование текстильных ТАМ в утепляющую оболочку для условий отрицательных температур среды.

12. Исследована система теплообмена «Женщина – теплозащитная одежда - холодная среда криосферы - снег», для чего проведены специальные экспериментальные исследования влияния снежных осадков на формирование снежного покрытия теплозащитной одежды в реальных условиях снегопада, а также проведены исследования поверхности одежды в динамических позах и установлен предложенный специальный коэффициент, определяющий усредненную долю поверхности женских курток, обладающих свойствами снега, что важно для математического описания процессов теплообмена через одежду.

13. Модель системы теплообмена «Женщина – теплозащитная одежда - холодная среда криосферы - снег» расширена с помощью разработанных исходных данных о геометрических и тепловых параметрах тела женщины, для чего были проведены специальные экспериментальные исследования биотермической параметризации тела женщины в климатической камере.

14. На основе математического моделирования теплообмена представленной выше системы установлены обоснованные ограничения для состава гибридных теплозащитных оболочек одежды с точки зрения их тепловой, эргономической эффективности и антиснеговой функции.

15. Установлено, что в случае применения в изделии стандартной теплоизоляционной оболочки на основе утеплителя «термофайбер» без представленных в работе предложений и разработанных функциональных гибридных оболочек с учетом прогнозируемой динамики площади покрытия

одежды снегом до 35% и динамически соответствующей толщины снега на поверхности одежды до 3мм, толщина теплоизоляционного слоя одежды для поддержания достаточного теплового сопротивления оболочки должна быть увеличена на 11,9% относительно расчетной толщины для теплоизоляции в бесснежную погоду. При условии же применения функциональной гибридной оболочки с долей теплоаккумулирующих компонент на текстильной основе 20% толщина теплоизоляционной оболочки, способная обеспечить достаточное тепловое сопротивление оболочки, должна быть увеличена на 5,8% относительно расчетной величины для сухой бесснежной погоды, обеспечивая при этом для всего прогнозируемого периода покрытия снегом одежды стабильную тепловую защиту женщины, что позволяет прогнозировать снижение общей площади деталей одежды и, соответственно, их совокупный вес, а значит – повышение показателей эргономичности изделий в целом.

16. Разработанные в диссертации алгоритмы проектных процедур интегрированы в маршрут автоматизированного проектирования одежды и апробированы на базе двух опорных САПР одежды, позволяя расширить возможности автоматизации проектных решений в области конфекционирования и конструирования женской теплозащитной одежды с учетом климатических условий криосферы.

17. Проведены исследования современного ассортимента теплозащитной одежды для женщин, обосновано и разработано модельное и инженерное решение женского теплозащитного костюма от факторов криосферы с комплексом снегозащитных свойств и средств. В условиях натурального холода выполнена тепловизионная оценка разработанного костюма, показавшая стабильный эффект теплоизоляции, терморегуляции и теплового содействия снижению снеговой нагрузки.

18. Разработан способ мониторинга и оценки эргономических характеристик одежды и человека в одежде, реализованный в женском теплозащитном костюме с функцией управления безопасным режимом физической работы в холоде. Для его разработки проведены дополнительные исследования теории и методов оценки работоспособности человека, разработана концепция и система соответствующих технических устройств, изготовленных и встроенных в детали теплозащитного костюма. Получен Патент РФ на полезную модель RU 190542 «Теплозащитный костюм с функцией управления безопасным режимом физической работы»

19. Функциональный костюм, представленный выше, в результате проведенных исследований и тестов показал свою эффективность для оперативной оценки эргономического состояния женщины в одежде и холоде во избежание производственного травматизма и для сохранения здоровья и работоспособности человека в криосфере. Предложенный, формализованный и исследованный индекс усталости, определяемый в реальном режиме времени по результатам функциональной оценки соотношения двигательной динамики контрольных точек тела человека, позволил установить высокую степень соответствия состояния женщины в спроектированном костюме на холоде показателям ее же уровня динамического и теплового комфорта в помещении без теплозащитной одежды, что показало высокий уровень эргономичности новой разработанной теплозащитной одежды.

20. Результаты диссертационной работы внедрены на швейных предприятиях Ростовской области: ООО «ТПП «Техноформ» (г.Ростов-на-Дону) / серийное производство спецодежды; ИП Судоргина Н.В./ производство женской утепленной одежды; ООО «БВН инжиниринг» (г.Новочеркасск) / серийное производство спецодежды и утепленной городской одежды на сумму 1488000 руб.

21. Таким образом, комплекс проведенных исследований позволил разработать совокупность алгоритмов, моделей, технологических решений и рекомендаций, а также обосновать и создать систему проектирования новых функциональных волокнистых структур, пакетов материалов и гибридных оболочек теплозащитной одежды с терморегулирующим и снегозащитным эффектом, экспериментально описать и обосновать проектные решения наиболее прочных к влиянию холода, льда и морской соли материалов поверхности одежды; смоделировать тепловые процессы с учетом влияния снега на одежду и учесть особенности женского организма при этом, обосновать и установить параметры толщины теплозащитной оболочки, которые путем зональной комбинации различных по свойствам пакетов материалов позволяют обеспечивать тепловой баланс женщины, терморегуляцию, защиту от избыточного влияния снега, а также поддержку работоспособности женщины в условиях холода с применением встроенных функций и специальных электронных систем. Результаты исследований интегрированы и апробированы в САПР одежды, что позволило расширить их функции.

Публикации, отображающие основное содержание диссертации:

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

1. Стефанова Е.Б., Черунова И.В., Ташпулатов С.Ш. Техническое обеспечение исследований разрывных характеристик охлажденных текстильных материалов для одежды // Костюмология. 2020. №1. URL: <https://kostumologiya.ru/PDF/23TLKL120.pdf>.
2. Черунова И.В., Корнев Н.В., Куренова И.В., Стефанова Е.Б. Оценка свойств материалов нефтезащитных костюмов // Швейная промышленность, Москва. 2012. №6. С.43-44.
3. Черунова И.В., Колесник С.А., Стефанова Е.Б. Новые технологии в проектировании средств индивидуальной защиты для условий освоения Арктики // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1-1. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=17198>.

Статьи в изданиях, индексируемых в базе SCOPUS:

4. Cherunov P., Cherunova I., Knyazeva S., Stefanova E., Stenkina M., Kornev N. The development of the research techniques of structure and properties of composite textile materials when interacting with viscous fractions of hydrocarbon compounds// Proceedings of the 7th International Conference on Textile Composites and Inflatable Structures, STRUCTURAL MEMBRANES 2015. 2015. P.555-564.
5. Cherunova I., Yakovleva E., Stefanova E. Study of the industrial contaminations containing hydrocarbon components and their effect on correlation of protective properties of textiles for clothes // MATEC Web of Conferences: XIV International Scientific-Technical Conference “Dynamic of Technical Systems”. 2018. Vol.226. URL:https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/abs/2018/85/mateconf_dts2018_02027/mateconf_dts2018_02027.html
6. Cherunova I.V., Rumyantsev E.V., Stefanova E.B. , Tashpulatov S.Sh., Sabirova Z.A., Akhmedova Z.M. Research of the microstructure of fibrous materials for poly-component functional insulators // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennostis this link is disabled.2020. 389(5). P. 39–45. (Черунова И.В., Румянцев Е.В., Стефанова Е.Б., Ташпулатов С.Ш., Сабирова З.А., Ахмедова З.М. Исследование микроструктуры волокнистых материалов для поликомпонентных функциональных утеплителей // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности). 2020. №389(5). P.39–45.
7. Cherunova I., Stefanova E., Radyuhina G. Method of getting the composite fiber material with functional heat-resistant, heat-accumulating components // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering this link is disabled. 2020. 1001(1). URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1001/1/012014/pdf>.
8. Cherunova I.V., Stefanova E.B., Tashpulatov S.Sh. Development of an algorithm for forming the structure of composite fiber insulation with heat-accumulating properties in clothing // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering .2021.1029(1). URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1029/1/012041/pdf>.
9. Cherunova I., Kornev N., Lukyanova E., Varavka V. Development and study of the structure and properties of a composite textile material with encapsulated heat-preserving components for heat-protective clothing // Applied Sciences. 2021.11(11).P.5247. URL: <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/11/5247->

Патенты:

10. Патент на изобретение RU 2694111 С1 Экспериментальная установка для исследования охлажденных текстильных материалов / Е.Б.Стефанова, И.В.Черунова, М.П.Стенькина, П.В.Черунов, А.М.Коринтели; патентообладатель: ФГБОУ ВО ДГТУ; Заявл. 2018124909 от 06.07.2018., опубл. 09.07.2019. Бюл. № 19.
11. Патент на полезную модель RU 190542 U1 Теплозащитный костюм с функцией управления безопасным режимом физической работы / И.В. Черунова, В.С. Пискозуб, Я.О. Выпрягаева, В.С. Пашков, Е.Б Стефанова, А.М. Коринтели, П.В. Черунов, Ю.А. Давыдова, А.А. Ковалева; патентообладатель: ФГБОУ ВО ДГТУ; заявл.: 2018138724 от 01.11.2018, опубл. 03.07.2019. Бюл. № 19.

Монографии:

12. Лукьянова Е.Б., Черунова И.В., Ташпулатов С.Ш. Особенности проектирования женской теплозащитной одежды для условий криосферы / Монография [рецензируемое научное издание] // Под общей редакций д.т.н, проф. И.В.Черуновой. Курск: изд-во «Университетская книга». 2022. 62с.

Другие публикации:

13. Черунова И.В., Стефанова Е.Б. Эффективность инновационных решений в объёмных текстильных прокладочных материалах // Труды молодых ученых, аспирантов и студентов РТИСТ ЮРГУЭС «Социально-экономические и технико-технологические проблемы развития сферы услуг», Ростов-на-Дону. 2012. №11(3). С.381-386.
14. Черунова И.В., Стефанова Е.Б., Меркулова А.В. Развитие технологических решений для теплозащитной одежды // Современные наукоемкие технологии. 2013. № 8-1. С.34-36.
15. Стефанова Е.Б., Черунова И.В., Савин В.С. Исследование специальных свойств многослойных пакетов материалов для одежды, эксплуатируемой в условиях сурового холода // Материалы международной научно-практической конференции «Теоретические и прикладные вопросы образования и науки», Тамбов. 2014. Ч.13. С.134 – 136.

16. Черунова И.В., Стефанова Е.Б., Колесник С.А., Савин В.С. Исследование теплозащитных свойств многослойных пакетов одежды, адаптированной к суровым климатическим условиям // Международный журнал экспериментального образования. 2014. № 8-1. С. 80-83.
17. Стефанова Е.Б., Черунова И.В. Теплозащитная одежда в условиях снега // Современные наукоемкие технологии. 2014. № 5-2. С. 28-30.
18. Стефанова Е.Б., Князева С.В. Исследование влияния фазового состояния влаги в материале на оптические свойства // Материалы VI Международной молодежной научной конференции «Молодежь и XXI век – 2016», Курск. 2016. С.317-320.
19. Стефанова Е.Б. Человек и его взаимодействие с системами автоматизированного проектирования // Вестник магистратуры. 2016. № 11-2 (62). С. 37-39.
20. Stefanova E., Cherunova I., Dmitrienko N. Reseach and development of show protective elements of clothing // Вестник магистратуры. 2016. № 1. С.44-46.
21. Стефанова Е.Б., Черунова И.В. Исследование системы «Снег-лёд-одежда» в аспекте совершенствования эксплуатационных свойств швейных изделий // Материалы I Всероссийской (с участием граждан иностранных государств) научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Научная весна – 2016», Шахты. 2016. С.277-281.
22. Стефанова Е.Б., Черунов П.В., Черунова И.В. Экспериментальное обоснование параметров снегозащитных конструкций из текстильных поверхностей // Материалы XVI Международной научно-практической конференции «Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири» (СИБРЕСУРС 2016), Кемерово. – 2016. – С.110. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27623937>.
23. Стефанова Е.Б., Черунов П.В., Черунова И.В. Особенности конструктивного решения изделий из мягких полимерных оболочек в условиях снега // Материалы IV международной молодежной научно-практической конференции «Прогрессивные технологии и процессы». 2017. №4 (7). С.172-176.
24. Стефанова Е.Б., Черунова И.В. Исследование устойчивости к истиранию поверхности одежды для эксплуатации в условиях циклического промерзания // Материалы II Всероссийской (с участием граждан иностранных государств) научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Научная весна – 2017», Шахты. 2017. С.63-69.
25. Черунова И.В., Стефанова Е.Б., Выпрягаева Я.О., Коринтели А.М. Исследование текстильных материалов для защитных швейных изделий // Сборник научных трудов «Техническое регулирование: базовая основа качества материалов, товаров и услуг», Шахты. 2018. С.250 – 254.
26. Черунова И.В., Яковлева И.В., Стефанова Е.Б., Куренова И.В. Исследование производственных загрязнений спецодежды на объектах нефтяной отрасли // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2018. №3(80). С.346-351. URL: <https://www.vestnik-vsuet.ru/vguit/article/view/1870>.
27. Стефанова Е.Б., Черунова И.В., Стенькина М.П. Исследование влияния режимов промерзания материалов верха теплозащитной одежды на параметры их истирания // Материалы Республиканской научно-практической конференции «Хлопкоочистительная, текстильная, легкая промышленность в условиях интеграции науки, образования, производства, актуальные проблемы инновационных технологий полиграфического производства и их решение» (Фан, таълим, ишлаб чикариш интеграциялашуви шароитида пахта тозалаш, тўқимачилик, энгил саноат, матбаа ишлаб чикариш инновацион технологиялари долзарб муаммолари ва уларнинг ечими), Ташкент (Узбекистан). 2018. С.458-461.
28. Стефанова Е.Б., Черунова И.В., Осипенко Л.А. Исследование влияния условий промерзания на устойчивость к истиранию тканей для спецодежды // Материалы IV всероссийской научной конференции молодых ученых, аспирантов и студентов «Научная весна – 2019», Шахты. – 2019. – №1. – С.148-153.
29. Стефанова Е.Б., Стенькина М.П., Черунова И.В. Алгоритм автоматизации формирования пакетов материалов для одежды, устойчивой к промерзанию // Материалы IX Международной научно-практической конференции «Современные материалы, техника и технология», Курск. 2019. №1. С.275-280.
30. Стефанова Е.Б., Черунова И.В., Осипенко Л.А. Исследование влияния поверхностной плотности и условий циклического промерзания на устойчивость к истиранию специальных водоотталкивающих текстильных материалов // Инженерный вестник Дона, 2019. № 9. С.1-11. URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/N9y2019/6232>.
31. Стефанова Е.Б., Черунова И.В., Ташпулатов С.Ш. Экспериментальная оценка влияния условий промерзания тканей теплозащитной одежды на их устойчивость к истиранию // Сборник научных статей международной научно-практической конференции «Инновации и современные технологии в индустрии моды» (Мода индустриясида инновация ва замонавий технологиялар), Ташкент. 2019. С.176-179.
32. Стефанова Е.Б., Черунова И.В. Оценка структуры материалов для спецодежды с учетом условий шельфовой эксплуатации // Материалы Всероссийской научной конференции молодых исследователей (с международным участием) «Инновационное развитие техники и технологий в промышленности» (ИНТЕКС-2020), Москва. 2020. С.265-268.

ЛУКЪЯНОВА ЕКАТЕРИНА БОРИСОВНА

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЖЕНСКОЙ
ТЕПЛОЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ ДЛЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ КРИОСФЕРЫ**

Автореферат диссертации на соискание ученой

степени кандидата технических наук

Специальность: 05.19.04 – «Технология швейных изделий»

Бумага офсетная. Печать цифровая

Усл.-печ. 1,0 п.л. Тираж 80 экз. Заказ № _____

Редакционно-издательский отдел

ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина»

117997, г. Москва, ул. Садовническая, д. 33, стр. 1

Отпечатано в РИО ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина»