

На правах рукописи



КОКИНА Дарья Сергеевна

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА И МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ОДЕЖДЫ СОТРУДНИКОВ ОТРЯДА СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

05.19.04 – Технология швейных изделий

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Москва – 2019

Работа выполнена в Новосибирском технологическом институте (филиале) Государственного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)» на кафедре Технологии и конструирования швейных изделий

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор кафедры «Технология и конструирование швейных изделий» НТИ (филиал) РГУ им. А.Н. Косыгина
Харлова Ольга Николаевна

Официальные оппоненты: Доктор технических наук, профессор кафедры «Конструирование, технологии и дизайна» Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет» в г. Шахты Ростовской области
Черунова Ирина Викторовна

Кандидат технических наук, профессор кафедры "Дизайна костюма" Института дизайна и технологий ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет» в г. Омск Омской области
Чижик Маргарита Анатольевна

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса»

Защита состоится «27» июня 2019 г. в 10.00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.144.01 на базе ФГБОУ ВО «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)» по адресу: 117997, г. Москва, ул. Садовническая, д. 33, стр. 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)» и на официальном сайте <https://kosygin-rgu.ru>

Автореферат разослан «__» _____ 201__ г.

Ученый секретарь
Диссертационного совета Д 212.144.01



Мезенцева Т.В.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Для эффективной и безопасной работы в экстремальных условиях важное значение имеет разработка такой специальной одежды, в которой конструкция, функциональные элементы и пакет материалов обеспечивают оптимальный микроклимат пододежного пространства и повышают работоспособность человека.

Научным и теоретическим основам процесса проектирования специальной одежды посвящены работы Е.Я. Сурженко, З.С. Чубаровой, В.Е. Романова, Л.А. Бекмурзаева, Р.Ф. Афанасьевой и др. Вопросы совершенствования качества конструкций одежды, разработки метрологических средств измерения, обоснования методов комплексной оценки статического и динамического соответствия конструкции одежды, создания номенклатуры эргономических показателей одежды рассмотрены в работах Е.Б. Кобляковой, Н.Х. Наурызбаевой, Т.С. Ржехиной, В.В. Размахниной, Е.Б. Бахмат, В.А. Батуриной, Е.Я. Сурженко Е.Я., О.Н. Харловой.

Однако, проектирование одежды сотрудников отряда специального назначения, работающих в горной природной среде, требует особого подхода, так как к одежде данного вида предъявляются специфические требования. Создание одежды с повышенными эргономическими и защитными характеристиками позволяет снизить риск гибели сотрудников в экстремальных условиях, что определяет особую **актуальность** исследуемой научной проблемы.

Целью диссертационной работы является разработка комплекса технических решений по усовершенствованию процесса проектирования одежды с повышенными защитными и эргономическими характеристиками для сотрудников отряда специального назначения.

Для достижения поставленной цели в работе решены следующие научные и технические **задачи**:

1 Разработана концепция и информационно-логическая схема процесса проектирования, включающая этапы, позволяющие повысить защитные и эргономические характеристики одежды сотрудников отряда специального назначения.

2 Выполнен анализ условий эксплуатации одежды сотрудников отряда специального назначения, топографии воздействия опасных и вредных факторов (ОВФ) и износа существующих образцов, характерных поз и движений бойцов, потребительских предпочтений для разработки научно-обоснованных требований к одежде и материалам пакета.

3 Разработан метод выбора колористического решения, обеспечивающего повышенные защитные характеристики одежды сотрудников отряда специального назначения.

4 Разработана база функционально-конструктивных элементов и деталей одежды, способствующих повышению защитных, эксплуатационных и эргономических свойств.

5 Исследованы пакеты материалов одежды сотрудников отряда специального назначения и обоснован выбор на основе их сравнительной оценки.

6 Разработана математическая модель обеспечения динамического соответствия конструкции одежды сотрудников отряда специального назначения.

Объект исследования: процесс проектирования одежды сотрудников отряда специального назначения. **Предмет исследования:** комплект зимней одежды сотрудников отряда специального назначения для горных условий.

Методы исследования: методы системно-структурного анализа, теории классификации, методы экспертных оценок, математической статистики, математического моделирования.

Научная новизна заключается в разработке комплекса технических решений, направленных на совершенствование процесса проектирования одежды сотрудников отряда специального назначения, а именно:

- концепции процесса проектирования, позволяющей повысить защитные, эксплуатационные и эргономические характеристики одежды сотрудников отряда специального назначения;
- математической модели зависимости параметра «размах рук» в одежде от влияющих на него конструктивных параметров при проектировании конструкции изделия отличающейся повышенной эргономичностью;
- метода выбора колористического решения одежды сотрудников отряда специального назначения на основе анализа «цветовой атмосферы» окружающей среды, обеспечивающего повышенные маскировочные свойства изделий.
- метода проектирования одежды, предназначенной для сотрудников отряда специального назначения, выполняющих боевые задачи в экстремальных условиях горной природной среде, позволяющий обеспечить повышенные защитные и эргономические характеристики изделий.

Практическая значимость работы состоит в:

- разработанной базе функционально-конструктивных элементов и деталей одежды сотрудников отряда специального назначения, обеспечивающих повышенные защитные, эксплуатационные и эргономические свойства;
- составленной методике сравнительного анализа теплозащитных свойств пакетов материалов, которая позволяет получить сравнительную характеристику их теплозащитной эффективности и произвести точный и научно обоснованный выбор материалов в пакет изделия.

На защиту выносятся:

- метод проектирования одежды сотрудников отряда специального назначения, отличающейся повышенными защитными и эргономическими характеристиками;
- метод выбора колористического решения одежды сотрудников отряда специального назначения на основе анализа «цветовой атмосферы» окружающей среды;
- математическая модель зависимости параметра «размах рук» в одежде от влияющих на него конструктивных параметров при проектировании конструкции изделия отличающейся повышенной эргономичностью.

Достоверность научных положений, выводов и результатов, сформулированных в диссертационной работе, подтверждается применением современных информационных

технологий, согласованностью результатов теоретических и экспериментальных исследований, корректным использованием методов статистического анализа, апробацией основных положений диссертации в научной периодической печати, конференциях, а также заключением о результатах опытной эксплуатации зимнего костюма для горных условий сотрудников СОБР ЦСН СР ГУ МВД России по Новосибирской области (НСО).

Апробация и реализация. Основные положения диссертации и результаты работы обсуждались на заседаниях кафедры «Технология и конструирование швейных изделий» НТИ (филиал) РГУ им. А.Н. Косыгина и научных конференциях: Всероссийской научно – практической конференции «Инновации и современные технологии в индустрии моды» (Новосибирск, 2013); IV-ой Международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию Юго-Западного государственного университета (Курск, 2014); Международной научно-технической конференции «Молодые ученые – развитию текстильно-промышленного кластера (Поиск–2014)» (Иваново, 2014); Международной научно-технической конференции «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности» (МГУДТ, 2014, 2015); Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Современные аспекты гуманитарных, экономических и технических наук. Теория и практика», посвященной 70-летию Победы в Великой Отечественной войне (СНИ, 2015); II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Наука и технологии в современном мире: традиции и инновации» (СНИ, 2015).

Публикации. Основные положения диссертационной работы опубликованы в 25 печатных работах, в том числе 5 статей в рецензируемых журналах Перечня ВАК, 1 монография, 1 патент на промышленный образец и свидетельство о государственной регистрации базы данных.

Структура диссертационной работы. Диссертационная работа содержит 132 страницы и состоит из введения, четырех глав, выводов, списка использованных источников из 108 наименований, 14 приложений.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность работы, ее научная новизна и практическая значимость.

В первой главе проведен анализ состояния вопроса разработки одежды сотрудников отряда специального назначения. Анализ ассортимента, технической документации и современных методов проектирования одежды специального назначения позволили выявить отсутствие научных принципов принятия решений, концепции и методов разработки одежды сотрудников отряда специального назначения с улучшенными показателями.

Сформулирована концепция проектирования одежды сотрудников отряда специального назначения, представленная информационно-логической схемой (рисунок 1), которая включает такие дополнительные этапы как «разработка колористического решения камуфляжа на основе анализа «цветовой атмосферы

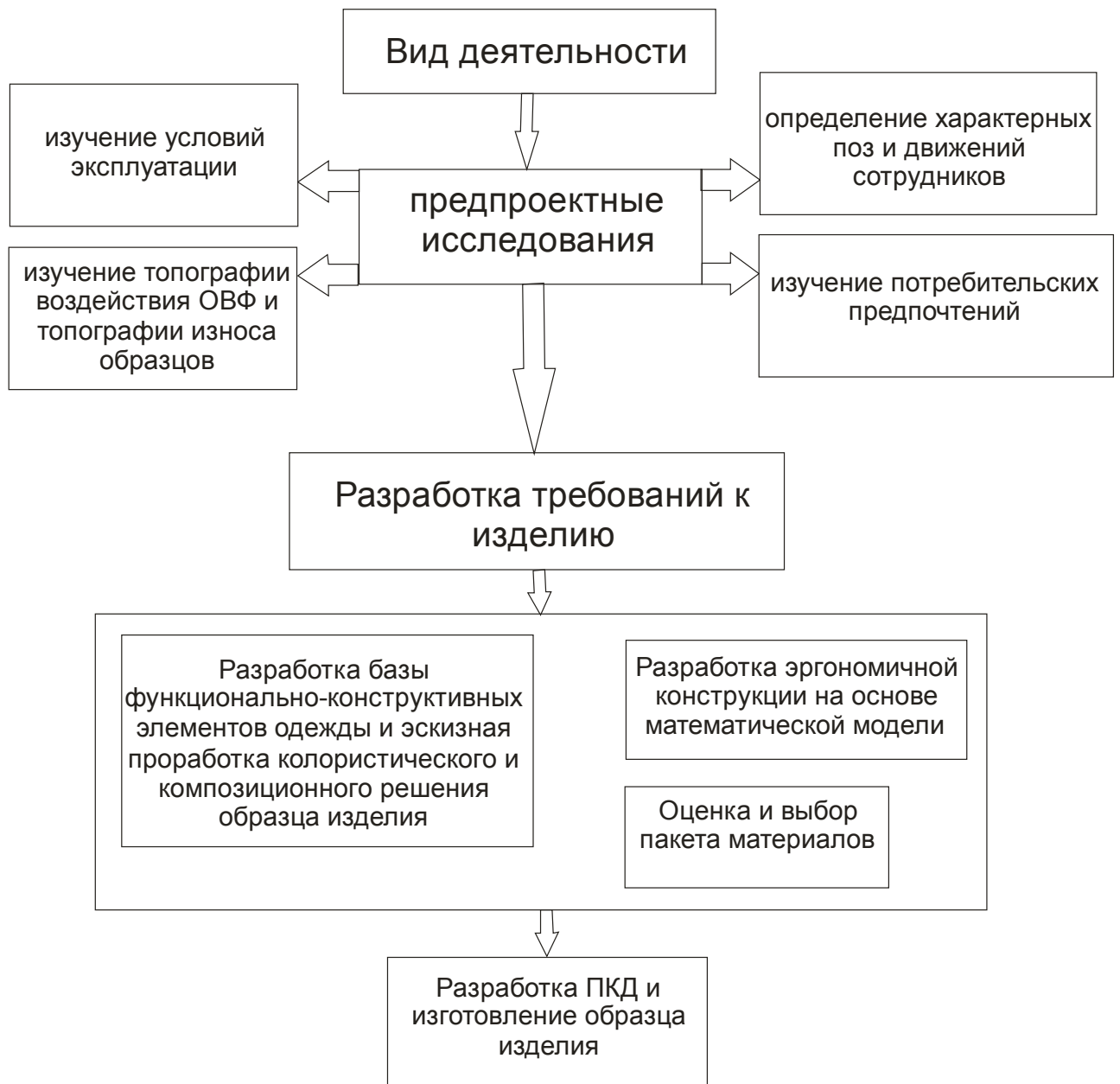


Рисунок 1 - Информационно-логическая схема проектирования эргономичной одежды сотрудников отряда специального назначения

окружающей среды», «оценка теплозащитных характеристик и выбор пакета материалов на основе сравнительной характеристики их теплозащитной эффективности», «разработка конструкции проектируемого изделия на основе математической модели», позволяющие повысить защитные, эксплуатационные и эргономические характеристики одежды отряда специального назначения.

Весь комплекс опасных и вредных факторов (ОВФ), действующих на сотрудников во время выполнения боевых задач, сводится к трем основным категориям: физические факторы (погодные условия и механическое истирание одежды), статические и динамические физические перегрузки и нервно-психические перегрузки.

В рамках диссертационных исследований проведен анализ 15 образцов костюма «Горка» (Россия), состоящего из куртки и брюк, побывавших в эксплуатации. Выявлено, что в первую очередь разрушаются области плеча и локтей в куртке, области коленей и низ

шагового шва в брюках, дополнительную защиту которых необходимо предусмотреть при разработке проектируемого изделия.

Для определения ассортимента и функционально-конструктивного решения теплозащитной одежды для горных условий проведен анкетный опрос действующих сотрудников СОБР ЦСН СР ГУ МВД России по НСО.

На основе анализа существующего ассортимента, условий эксплуатации, влияния ОВФ, топографии износа образцов одежды, анализа характерных движений и опроса потенциальных потребителей разработаны и обоснованы требования к одежде сотрудников отряда специального назначения. Проектируемая одежда должна удовлетворять не только защитным, гигиеническим, эргономическим, психофизиологическим, эстетическим и производственным требованиям, но и ряду специфических требований, так как во время работы сотрудники отряда специального назначения выполняют особые функциональные обязанности, сочетающие в себе не только навыки боевой, но и альпинистской подготовки наряду с задачами маскировки для затруднения распознавания противником.

Вторая глава посвящена разработке метода выбора колористического и функционально-конструктивного решения одежды сотрудников отряда специального назначения.

Разработка требований к колористическому решению камуфляжа позволит интенсифицировать процесс его создания и обеспечить защитные характеристики одежды. При выборе цветового решения материала необходимо учесть три основных фактора: цветовое преобладание, цветовые сочетания, которые зависят от местности и сезона года, и рисунок или его отсутствие.

Сравнительный анализ камуфляжных расцветок позволил классифицировать его по характеру окраски: однотонный и с рисунком. В свою очередь, камуфляж с рисунком подразделяется на камуфляж с мелким рисунком и камуфляж с крупным рисунком. Каждый тип камуфляжа работает по-разному и решает свою задачу.

Основным критерием разработки колористического решения камуфляжа являются цветовые характеристики местности, в которой он будет применяться.

Для проектирования колористического решения камуфляжа детально изучено цветовое преобладание местности, где проходят боевые действия. Для рассмотрения выбрана территория Кавказа, так как она включает разнообразные типы местности (горная, предгорная, степная (равнинная)). Для этой цели сформирована база из 175 фотографий, отображающих горные районы Кавказа разных сезонов – зимний, летний, весенний, осенний.

Для создания расцветки камуфляжа проектируемой одежды в ходе диссертационного исследования разработан программный продукт – «Генератор камуфляжа». На рисунке 2 представлен интерфейс программы.

На основе данного программного продукта и анализа «цветовой атмосферы» окружающей среды разработан метод выбора колористического решения одежды отряда спецназначения, заключающийся в следующем:

1. Выбор одного или нескольких изображений местности в зависимости от

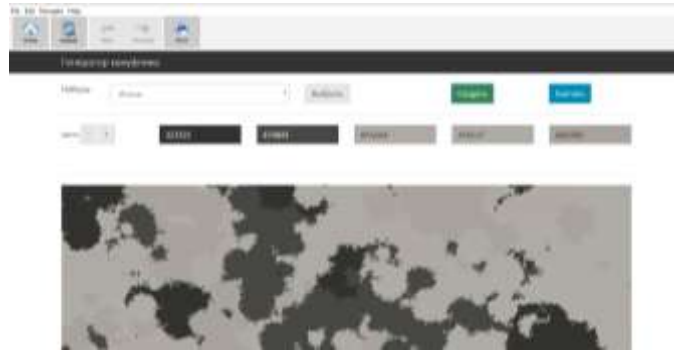


Рисунок 2 - Генератор камуфляжа

сезона (лето, зима, осень, весна) из сформированной базы данных или другого электронного носителя;

2. Обрезка с помощью редакторов изображений ненужных элементов, например, небо или водоемы;

3. Загрузка отредактированного изображения в программу Unique Colors Search для его разбиения на цвета в процентном соотношении и получение таблицы с результатом анализа;

4. Создание рисунка камуфляжа с использованием разработанной программы «Генератор камуфляжа» и данных, полученных при анализе цветов.



Для проверки эффективности маскировки разработанных камуфляжных расцветок полученные рисунки камуфляжа наложены на изображение местности и представлены для анализа сотрудникам СОБР ЦСН СР ГУ МВД России по НСО. Эксперимент объективно подтвердил соответствие разработанного камуфляжа выбранной местности.

На основе требований, сформулированных в первой главе, разработана база функционально-конструктивных деталей и элементов одежды сотрудников отряда специального назначения (табл.1), обладающих повышенными защитными, эксплуатационными и эргономическими свойствами.

Таблица 1 – Функционально-конструктивное решение одежды для сотрудников отряда специального назначения (фрагмент)

Наименование функционально-конструктивного элемента, удовлетворяющего требованиям	Эскиз функционально-конструктивного элемента	
1	2	3
Эргономические требования		
Цельновыкроенная ластовица переда и спинки, рукава		

Продолжение таблицы 1

1	2	3
	 	

Третья глава посвящена разработке и оценке выбранного пакета материалов и проектированию эргономичной конструкции одежды сотрудников отряда специального назначения.

Оценка свойств основного материала первоначально осуществлена путем экспертного опроса специалистов швейной отрасли и действующих сотрудников СОБР ЦСН СР ГУ МВД России по НСО. Из многообразия свойств, присущих текстильным материалам, определены наиболее значимые для проектируемого изделия: коэффициент воздухопроницаемости, капиллярность, водопоглощение, относительная паропроницаемость, влагоотдача; в группе «защитные» ввиду небольшого числа свойств отсеивание наименее значимых показателей не проводилось.

Для исследований выбраны виды материалов верха, используемые для изготовления форменной одежды и утвержденные МВД для пошива зимней одежды. Из рассматриваемых материалов для дальнейшего исследования были сформированы пакеты, состоящие из основного, утепляющего и подкладочного материалов.

По стандартной методике произведен тепловой расчет пакета изделия, в результате вычислений получено необходимое значение теплового сопротивления комплекта одежды равно $R_{\text{сум.в}} = 0,495 \text{ Вт/м}^2$. Для установления теплозащитной эффективности исследуемых пакетов материалов при изготовлении зимней одежды отряда спецназначения экспериментально установлено суммарное тепловое сопротивление $R_{\text{сум}}$, ($\text{м}^2\text{С}^0/\text{Вт}$) по стандартной методике (табл.2).

Исследование материалов стандартными методиками является длительным и трудоемким процессом. Для интенсификации процесса оценки теплозащитной эффективности исследуемых пакетов материалов применен тепловизор, позволяющий регистрировать инфракрасное излучение с поверхности тела человека с последующим преобразованием этого излучения в электрический сигнал и отображением его в виде термограммы. В исследованиях применен тепловизор марки FLUKE TiR105_9Hz с диапазоном измерения температуры от минус 20°C до плюс 150°C , порогом температурной чувствительности $0,08^{\circ}\text{C}$ (при температуре объекта 30°C), погрешностью измерения температур 2% (при номинальной температуре 25°C).

Таблица 2 – Значения $R_{\text{сум}}$, ($\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$) исследуемых пакетов материалов

Пакет материалов	Толщина пакета (мм)	$R_{\text{сум}}$, ($\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$)
Пакет материалов № 1 Ткань хлопкополиэфирная (50% хлопок, 50% ПЭ, 220 г/м ²) Синтепон (100 % ПЭФ, 150 г/м ²) Ткань смесовая (35% хлопок, 65% ПЭ, 123 г/м ²)	2,05	0,379±0,035
Пакет материалов № 2 Ткань хлопкополиэфирная (50% хлопок, 50% ПЭ, 220 г/м ²) Hollowfiber SOFT (100 % ПЭФ, 150 г/м ²) Ткань смесовая (35% хлопок, 65% ПЭ, 123 г/м ²)	1,75	0,493±0,035
Пакет материалов № 3 Ткань хлопкополиэфирная (50% хлопок, 50% ПЭ, 220 г/м ²) Thinsulate (100 % ПЭФ, 150 г/м ²) Ткань смесовая (35% хлопок, 65% ПЭ, 123 г/м ²)	1,65	0,505±0,035

Для проведения эксперимента изготовлены специальные макеты курток, в которых кокетка спинки выполнена из исследуемых материалов.

Методика эксперимента по оценке теплозащитных характеристик пакета материалов одежды отряда спецназначения заключалась в следующем:

- на испытуемого надевается образец изделия с одним из исследуемых вариантов пакетов материалов и производится регистрация термограммы на тепловизоре;

- испытатель в течение 15 минут выполняет физическую нагрузку (период вработывания – постепенное повышение работоспособности организма на начальных стадиях той или иной деятельности): бег со скоростью 8 км/ч, с последующим пятиминутным отдыхом. За это время устанавливается термодинамическое равновесие в пододежном пространстве и стабилизируется тепловое излучение с поверхности исследуемого материала;

- производится повторная регистрация термограммы;

- по полученным цветотемпературным характеристикам термограммы, полученной до и после физических нагрузок испытателя, определялись тепловые потери в изделии.

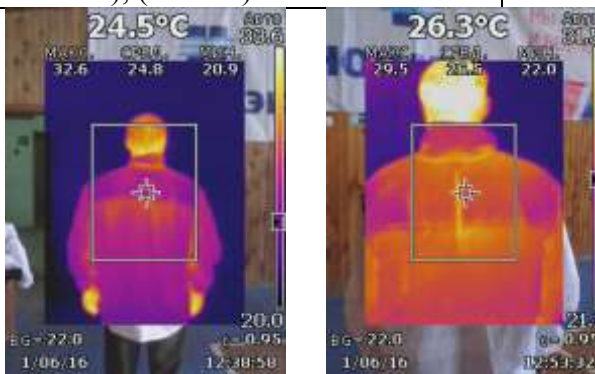
Состав пакетов материалов, значения суммарного теплового сопротивления, полученные по стандартной методике и суммарные коэффициенты теплоотдачи представлены в таблице 3.

Значение коэффициента теплоотдачи находится в обратной зависимости от теплозащитной способности материалов, следовательно, по получившимся коэффициентам можно судить о теплозащитных характеристиках исследуемых пакетов материалов.

Испытание всех макетов проводилось в равных условиях, в помещении при одинаковой температуре окружающей среды 22 °С. Пример термограмм, полученных до и после физических нагрузок испытателя, представлен на рисунке 3.

Таблица 3 – Характеристика макетов куртки и пакетов материалов

№ макета куртки	Состав пакета материалов	$R_{\text{сум}}$, ($\text{м}^2\text{C}^0/\text{Вт}$) по стандартной методике	Значение α , $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{C}^0)$
Макет № 1	Пакет материалов № 1 Основной материал: Ткань хлопкополиэфирная (50% хлопок, 50% ПЭ, 220 г/м ²), (Россия) Утепляющий материал: Синтепон (100 % ПЭФ, 150 г/м ²), (Россия) Подкладочный материал: Ткань смесовая (35% хлопок, 65% ПЭ, 123 г/м ²), (Россия)	0,379	9,838
Макет № 2	Пакет материалов № 2 Основной материал: Ткань хлопкополиэфирная (50% хлопок, 50% ПЭ, 220 г/м ²), (Россия) Утепляющий материал: Hollowfiber SOFT (100 % ПЭФ, 150 г/м ²), (Россия) Подкладочный материал: Ткань смесовая (35% хлопок, 65% ПЭ, 123 г/м ²), (Россия)	0,493	9,761
Макет № 3	Пакет материалов № 3 Основной материал: Ткань хлопкополиэфирная (50% хлопок, 50% ПЭ, 220 г/м ²), (Россия) Утепляющий материал: Thinsulate (100 % ПЭФ, 150 г/м ²), (США) Подкладочный материал: Ткань смесовая (35% хлопок, 65% ПЭ, 123 г/м ²), (Россия)	0,505	9,754



до физических нагрузок после физических нагрузок

Рисунок 3 – Термограмма макета № 1 до и после исследования

При анализе полученных данных видно, что макет № 1, в состав пакета материалов которого входит утеплитель «Синтепон», имеет наибольший коэффициент теплоотдачи (9,838), что значительно снизит теплозащитные характеристики одежды, изготовленной из этого пакета материалов.

Макеты №2 и №3, в состав пакетов которых входят утеплители «Hollowfiber SOFT» и «Thinsulate», имеют меньшие значения коэффициентов теплоотдачи (9,761 и 9,754), что свидетельствует о том, что одежда, изготовленная из данных пакетов материалов будут лучше сохранять тепло и защищать человека от холода.

Эксперимент с применением тепловизора подтвердил данные, полученные стандартным методом оценки материалов (табл. 2): в качестве утеплителя можно

рекомендовать синтетические утеплители, имеющие практически одинаковые свойства: «Thinsulate» (100% ПЭФ, 150 г/м² (США)) или «Hollowfiber SOFT» (100% ПЭФ, 150 г/м² (Россия)). За счет использования утепляющей прокладки «Hollowfiber SOFT» с небольшой поверхностной плотностью и высокой теплоизоляционной способностью происходит снижение общей массы одежды. Масса действующего зимнего костюма составляет 3,495 кг (куртка 2,030 кг, полукомбинезон 1,465 кг), масса проектируемого костюма составила 2,316 кг (куртка 1,340 кг, полукомбинезон 0,976 кг). Таким образом, произошло снижение общей массы костюма на 1,179 кг (на 34 %).

В процессе эксплуатации одежды специального назначения бойцу постоянно приходится совершать разнообразные движения, характерные для его трудовой деятельности. При этом одежда должна обеспечивать достаточный уровень свободы движения, поэтому выявление характерных и экстремальных движений является обязательным компонентом процесса эргономического проектирования спецодежды.

На основе изученных в первой главе характерных движений сотрудников отряда специального назначения составлена классификация трудовых движений. Наиболее разнообразными являются движения рук. Взаимодействие системы «человек-одежда» при движениях рук следующим: движение рук – перемещение рукава – перемещение и деформация деталей спинки и переда на участке узла «пройма-рукав».

Для выявления наиболее значимых конструктивных параметров одежды, которые в наибольшей степени влияют на качество посадки изделия и на свободу движения бойцов, проведен экспертный опрос среди разработчиков специальной одежды. В качестве критерия оптимизации выбрана величина размаха движений рук одетого человека в каждый из исследуемых образов. Для определения влияния основных конструктивных параметров одежды на величину размаха рук на основании мнения экспертов выбраны следующие факторы:

Z_1 – прибавка на свободу проймы, Пс.пр. (см);

Z_2 – прибавка по груди приходящаяся на участок проймы, Пг.пр. (см);

Z_3 – прибавка по груди, Пг. (см);

Z_4 – высота оката рукава, ВОР (см).

Экспериментальная оценка антропометрического соответствия конструкции одежды сотрудников отряда специального назначения заключается в следующем: на испытуемого надевался образец изделия с одним из вариантов конструкции; испытуемый последовательно выполнял выбранные ранее характерные движения на фоне эргономического щита, которые фиксируются посредством фотокамеры; расчет показателя размах движений рук одетого человека (сравнительно с размахом движений рук человека без верхней одежды) производился по формуле (1):

$$P = (\alpha_1 - \alpha_0) / (\alpha_2 - \alpha_0), \quad (0 < P < 1) \quad (1)$$

где α_1 – максимальный угол подъема рук одетым человеком в динамике, град;

α_0 – угол отведения свободно опущенных рук обнаженным человеком в статике, град;

α_2 – максимальный угол подъема рук обнаженным человеком в динамике, град.

С целью снижения затрат и интенсификации процесса конструкторской подготовки производства при выборе конструктивных параметров изделия разработана математическая модель обеспечения динамического соответствия одежды сотрудников отряда специального назначения, позволяющая получить оптимальные сочетания конструктивных параметров изделия. В проводимых исследованиях математическая модель выражает зависимость угла размаха движений рук человека от конструктивных параметров деталей одежды при выполнении заданного комплекса движений и описана функцией: $Y = F(Z_1; Z_2; Z_3; Z_4)$, которая связывает изучаемый параметр со значениями факторов, лежащих в интервале между верхним и нижним уровнями. Эта функция является уравнением регрессии. Тогда разработанная математическая модель, выражающая зависимость угла размаха движений рук человека от конструктивных параметров, принимает вид:

$$Y_{jв} = 75,73 - 0,27 \cdot Z_2 + 0,06 \cdot Z_3 - 0,27 \cdot Z_1 \cdot Z_2 - 0,02 \cdot Z_1 \cdot Z_3 + 1,64 \cdot Z_1 \cdot Z_4 + 1,48 \cdot Z_2 \cdot Z_4 + 1,81 \cdot Z_3 \cdot Z_4 + 0,98 \cdot Z_1 \cdot Z_2 \cdot Z_3 - 2,02 \cdot Z_1 \cdot Z_2 \cdot Z_4 - 0,52 \cdot Z_1 \cdot Z_3 \cdot Z_4 - 0,43 \cdot Z_2 \cdot Z_3 \cdot Z_4 + 0,31 \cdot Z_1 \cdot Z_2 \cdot Z_3 \cdot Z_4; \quad (2)$$

где $Y_{jв}$ – критерий оптимизации одежды сотрудников отряда специального назначения – угол размаха рук одетого человека, $j = 1$ (вид движения);

Z_i – факторы, влияющие на критерий оптимизации, $i = 1, \dots, 4$ (конструктивные параметры).

По разработанной модели произведена оценка влияния каждого фактора на параметр оптимизации. Анализ уравнения регрессии показал что, наибольший коэффициент имеют факторы «прибавка на свободное облегание к полуобхвату груди третьему» – Z_3 и «высота оката рукава» – Z_4 , а также взаимодействие факторов «прибавка на свободу проймы» и «высота оката рукава» – Z_2, Z_4 .

В соответствии с математической моделью наилучшие эргономические характеристики проектируемого изделия с толщиной пакета материалов 1,75 мм получены при следующих величинах конструктивных параметров: $Пг = 14,0$ см, $Пг.пр = 8,0$ см, $Пс.пр = 6,0$ см, $ВОР = 15,0$ см.

Таким образом, разработанная математическая модель обеспечивает заданный уровень эргономического соответствия разрабатываемых конструкций одежды сотрудников отряда специального назначения на стадии проектирования конструкции.

В главе 4 сформулирован метод проектирования одежды сотрудников отряда специального назначения, основанный на учете условий эксплуатации, «цветовой атмосферы» окружающей среды и характерных видов движений сотрудников во время выполнения боевых задач.

На первом этапе проектирования выполнен комплекс работ по проведению предпроектных исследований. Анализ цветовых характеристик местности позволил разработать колористическое решение основного материала, позволяющее повысить защитные характеристики проектируемой одежды. На основе изученных условий эксплуатации одежды, топографии воздействия ОВФ и топографии износа существующих образцов одежды, а также характерных видов движений сотрудников отряда специального назначения разработано функционально-конструктивное решение, отвечающее всем требованиям, предъявляемым к данному виду одежды.

По результатам оценки теплозащитных характеристик выбран пакет материалов, состоящий из основного, утепляющего и подкладочного материалов.

На следующем этапе с учетом всех проведенных исследований на основе математической модели получены оптимальные сочетания параметров конструкции, позволяющих получить изделия с высоким уровнем динамического соответствия.

Полученные данные легли в основу при построении чертежа костюма сотрудников отряда специального назначения, состоящего из куртки и полукомбинезона (рис.4).

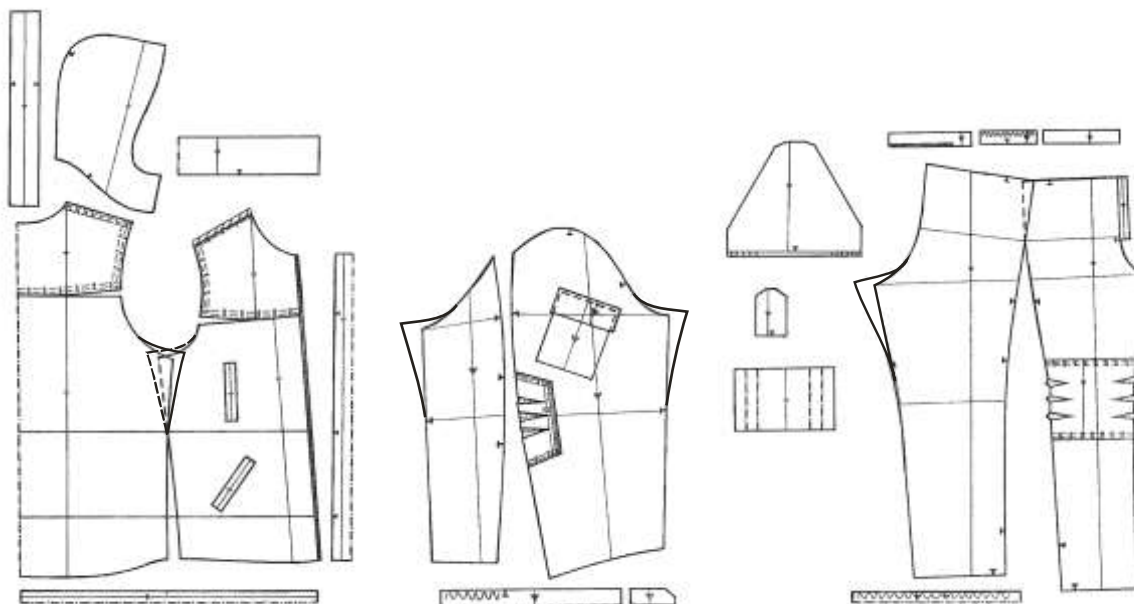


Рисунок 4 - Схема чертежей конструкции костюма сотрудников отряда специального назначения

Спроектированный костюм прошел опытную эксплуатацию и получил положительный отзыв сотрудников отряда СОБР ЦСН СР ГУ МВД России по НСО, что подтверждает достоверность результатов работы.

Основные выводы и результаты

1 Разработан комплекс технических решений, обеспечивающих совершенствование процесса проектирования одежды сотрудников отряда специального назначения, представленный информационно-логической схемой, которая включает такие дополнительные этапы проектирования как «разработка колористического решения камуфляжа на основе анализа «цветовой атмосферы» окружающей среды», «оценка теплозащитных характеристик и выбор пакета материалов на основе сравнительной характеристики их теплозащитной эффективности», «разработка конструкции проектируемого изделия на основе математической модели», позволяющие повысить защитные, эксплуатационные и эргономические характеристики одежды специального назначения.

2 Разработаны и обоснованы требования к конструкции и материалам пакета одежды сотрудников отряда специального назначения на основе анализа условий эксплуатации одежды спецназначения, топографии износа существующего горного костюма «Горка» (Россия), наиболее характерных видов движений и информации, полученной в ходе устного опроса действующих сотрудников СОБР ЦСН СР ГУ

МВД России по НСО, позволяющие обеспечить научный и объективный подход к процессу проектирования одежды сотрудников отряда специального назначения.

3 Разработана классификация существующих видов камуфляжей на основе проведенного сравнительного анализа камуфляжных расцветок, применяемых для проектирования форменной одежды, и разработаны требования к выбору колористического решения одежды отряда специального назначения для горных условий.

4 Разработан метод выбора колористического решения проектируемой одежды с использованием специально созданного программного обеспечения «Генератор камуфляжа», на основе которого выбраны виды камуфляжа костюма для разных сезонов с объективно подтвержденными маскировочными способностями.

5 Разработана база функционально-конструктивных элементов и деталей одежды, удовлетворяющих предъявляемым требованиям, и спроектировано функционально-конструктивное решение зимнего костюма отряда спецназначения для горных условий, повышающее защитные, эргономические и эксплуатационные характеристики.

6 Проведена сравнительная оценка теплозащитной эффективности исследуемых пакетов материалов с использованием тепловизора. Анализ результатов оценки теплозащитных свойств пакета материалов проектируемой одежды, полученных стандартными методами и с помощью тепловизора показал достоверность и сходимость результатов.

7 Разработана математическая модель обеспечения эргономического соответствия одежды отряда спецназначения, позволяющая получить изделия с высоким уровнем динамического соответствия на стадии проектирования, исключая длительный процесс проработки конструкции для достижения оптимального уровня сочетания конструктивных параметров.

8 На основе построенной математической модели сочетания конструктивных параметров разработаны чертежи эргономичной конструкции изделия и изготовлен образец модели костюма специального назначения, состоящий из куртки и полукомбинезона. Разработанный комплект одежды прошел опытную эксплуатацию и получил положительный отзыв, что доказывает достоверность разработанного метода проектирования и подтверждает социальную значимость проведенных исследований. Экономическая эффективность при проектировании обеспечивается сокращением материальных и временных ресурсов.

Публикации, отражающие основное содержание диссертации:

Статьи в рецензируемых журналах, входящих в «Перечень ВАК РФ»:

1. Кокина Д.С., Харлова О.Н., Андреева Е.Г. Эргономическое проектирование одежды служащих отряда специального назначения// Естественные и технические науки. - 2015, №10. - С.368-373.
2. Кокина Д.С., Харлова О.Н., Андреева Е.Г. Системный подход к проектированию одежды служащих отряда специального назначения// Естественные и технические науки. - 2015, № 11. - С.517-520.

3. Кокина Д.С., Харлова О.Н., Андреева Е.Г. Метод оценки теплозащитных характеристик пакета материалов одежды служащих отряда специального назначения// Вестник технологического университета. - 2016, Т.19, № 24. - С.81-82. (05.19.00)
4. Кокина Д.С., Харлова О.Н., Андреева Е.Г., Семёнов О.Г. Методика выбора колористического решения одежды служащих отряда специального назначения на основе анализа «цветовой атмосферы» окружающей среды// Дизайн. Материалы. Технология. - 2016, №4 (44). – С.57-59. (05.19.00)
5. Кокина Д.С., Харлова О.Н., Кашеев О.В. Метод проектирования одежды сотрудников отряда специального назначения// Дизайн и технологии. – 2018, № 66 (108). – С. 50 – 53. (05.19.00)

Патенты и приравненные к ним свидетельства:

6. Харлова О.Н., Кокина Д.С., Семенов О.Г. База данных для выбора в зависимости от сезона колористического решения костюма служащих отряда специального назначения// Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2017621082. Заявка № 2017620503 от 29.05.2017; опубл. 22.09.2017.
7. Харлова О.Н., Кокина Д.С., Андреева Е.Г. Комплект зимней одежды для горных условий, предназначенный для служащих отряда специального назначения// Патент на промышленный образец №110166 RU; МКПО: 02-02; Патентообладатель: ФГБОУ ВО "НГПУ". Заявка № 2017502504 от 29.05.2017; зарег. и опубл. 06.08.2018.

Монография:

8. Харлова О.Н., Кокина Д.С. Одежда отряда специального назначения: монография. – Барнаул: Si-press, 2015. – 107 с.

Публикации в других научных изданиях:

9. Кокина Д.С., Харлова О.Н., Арчинова Е.В. Одежда для бойцов войск специального назначения// Theoretical & Applied Science. – 2014, №5(13). - С.84-89.
10. Кокина Д.С., Харлова О.Н. Проектирование эргономичной одежды для служащих отряда специального назначения// Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2014, № 3(6). - С.22.
11. Кокина Д.С., Харлова О.Н. Функциональные требования к одежде для горного спецназа// В сб. мат. Всероссийской научн.-практ. конф. «Инновации и современные технологии в индустрии моды». - Новосибирск: НТИ МГУДТ, 2013. – С.58-60.
12. Кокина Д.С., Харлова О.Н. Повышение качества одежды для служащих отряда специального назначения// В сб. статей IV-ой Междунар. научн.-практ. конф., посв. 50-летию ЮЗГУ. – Курск: ЮЗГУ, 2014. – С. 231-233.
13. Кокина Д.С., Харлова О.Н. Проектирование одежды для служащих горнострелковых войск// В сб. мат. VII Международной научно-практической конференции «Молодежь и наука: реальность и будущее». – Невинномысск: НИЭУП, 2014. – С.131-133.
14. Кокина Д.С., Харлова О.Н. Разработка комплекта одежды для служащих войск специального назначения// В сб. мат. Междунар. науч.–техн. конф. «Молодые ученые – развитию текстильно-промышленного кластера (Поиск – 2014)». – Иваново: ИГТА, 2014. – С.1-2.

15. Кокина Д.С., Харлова О.Н. Проектирование одежды для служащих отряда специального назначения с повышенными эргономическими характеристиками// В сб. мат. Междунар. научн.-техн. конф. «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ –2014)». – М.: МГУДТ, 2014. – С.190-192.
16. Кокина Д.С., Харлова О.Н. Повышение качества одежды для бойцов войск специального назначения// В сб. Междунар. заоч. научн.-практ. конф. «Техническое регулирование: базовая основа качества материалов, товаров и услуг». - Шахты: ИСОиП (филиал) ДГТУ, 2014. – С.79- 80.
17. Кокина Д.С., Харлова О.Н. Концепция проектирования эргономичной одежды для служащих отряда специального назначения// В сб. Междунар. заоч. научн.-практ. конф. «Техническое регулирование: базовая основа качества материалов, товаров и услуг». – Шахты: ИСОиП (филиал) ДГТУ, 2014. – С. 241 - 244.
18. Кокина Д.С., Харлова О.Н. Оценка эргономичности конструкции одежды служащих отряда специального назначения// В сб. мат. Междунар. научн.-техн. конф. «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2015)». – М.: МГУДТ, 2015. – С.154-157.
19. Кокина Д.С., Харлова О.Н. Разработка математической модели обеспечения динамического соответствия одежды для служащих отряда специального назначения// В сб. мат. XIV Всеросс. научн.-практ. конф. с междунар. участием «Современные аспекты гуманитарных, экономических и технических наук. Теория и практика», посв. 70-летию Победы в Великой Отечественной войне. – Новосибирск: СНИ, 2015. – С.178-180.
20. Кокина Д.С., Харлова О.Н. Проектирование эргономичной одежды служащих отряда специального назначения для горных условий// В сб. мат. конф. «Инновационные технологии, системы вооружения и военной техники для Арктики, Сибири и Дальнего Востока» (Прил. к «Вестнику Академии военных наук», № 53). – Омск, 2015. – С.114-116.
21. Кокина Д.С., Харлова О.Н. Разработка математической модели для проектирования эргономичной одежды служащих отряда специального назначения// В сб. мат. II Всерос. научн.-практ. конф. с междунар. участием «Наука и технологии в современном мире: традиции и инновации». – Новосибирск: СНИ, 2015. – С.141-143.
22. Кокина Д.С., Харлова О.Н. Проектирование одежды служащих отряда специального назначения для горных условий на основе анализа опасных и вредных факторов// В сб. 2-й Междунар. молод. научн.-практ. конф. «Прогрессивные технологии и процессы». - Курск: ЮЗГУ, 2015. - С.71-73.
23. Кокина Д.С., Харлова О.Н., Мокиева Н.С. Колористическое решение одежды служащих отряда специального назначения// В сб. Междунар. (заоч.) научн.-практ. конф. «Инновации и прогрессивные технологии в индустрии моды». – Новосибирск: НТИ МГУДТ, 2016. - С. 34-36.
24. Кокина Д.С., Харлова О.Н. Инновации процесса проектирования одежды служащих отряда специального назначения// В сб. мат. Междунар. научн.-практ. конф. «Вопросы образования и науки: теоретические и практические аспекты». - Самара: Поволжская научная корпорация, 2017. - С.224-227.

25. Кокина Д.С., Харлова О.Н., Андреева Е.Г. Метод выбора колористического решения одежды сотрудников отряда специального назначения на основе анализа «цветовой атмосферы» окружающей среды// В сб. Национальной научно-практической конференции «Инновации и современные технологии в индустрии моды». - Саратов: Академия управления, 2018. - С.98-101.