

На правах рукописи



БАБЕНКО ЛИАНА ГРИГОРЬЕВНА

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОЗАЩИТНОГО ИЗДЕЛИЯ
ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ДВИГАТЕЛЬНЫМИ
ВОЗМОЖНОСТЯМИ**

Специальность: 05.19.04 - Технология швейных изделий

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Иваново – 2020

Работа выполнена в Институте сферы обслуживания и предпринимательства (филиале) ФГБОУ ВО «Донской государственной технической университет» в г. Шахты Ростовской области (ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты) на кафедре "Конструирование, технологии и дизайн".

Научный руководитель:

Савельева Наталья Юрьевна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Конструирование, технологии и дизайн» ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты

Официальные оппоненты:

Ташпулатов Салих Шукрович, доктор технических наук (научная специальность 05.19.04), профессор, проректор по международным связям «Ташкентского института текстильной и легкой промышленности», г. Ташкент

Бикбулатова Альбина Ахатовна, кандидат технических наук (научная специальность 05.19.04), доцент, проректор по учебно-воспитательной работе ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств», г. Москва

Ведущая организация:

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна», г. Санкт-Петербург

Защита диссертации состоится «11» февраля 2021 года в 10 часов на заседании диссертационного совета Д 212.355.02 на базе ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет» по адресу: 153000 г. Иваново, Шереметевский пр., д. 21, ауд. У-109.

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

Автореферат разослан «__» _____ 2020 года

Ученый секретарь
диссертационного совета
Д 212.355.02 доктор технических
наук, профессор



Никифорова
Елена Николаевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертационной работы обусловлена потребностью в теплозащитных изделиях, адаптированных для безопасного нахождения людей с ограниченными двигательными возможностями (ЛОДВ) при определенном временном отрезке в условиях отрицательных температур окружающей среды. Данные изделия должны отвечать комплексу показателей качества и требованиям безопасности за счет использования рационально составленных пакетов материалов и дополнительных устройств, обеспечивающих создание, поддержание и контроль теплового комфорта людей с гиподинамией нижних конечностей (при низком уровне или отсутствии физической активности).

Работа выполнена в 2009–2020 гг. на кафедре «Конструирование, технологии и дизайн» Института сферы обслуживания и предпринимательства (филиала) ФГБОУ ВО «Донской государственной технической университет» в г. Шахты Ростовской области (ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты) в рамках гранта Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере по программе «Участник молодежного научно-инновационного конкурса» («УМНИК») «Разработка теплозащитной адаптационной одежды для людей с ограниченными двигательными возможностями для холодного времени года» договор от 17.07.2019 № 14467ГУ/2019, а также инициативных НИР (по заданию ООО «ЦПОСН «ОРТОМОДА») при выполнении гранта по заявке № СОПР-14697 «Теоретические и научно-исследовательские разработки процесса проектирования специальной (реабилитационной) одежды для пожилых граждан, инвалидов, маломобильных групп населения», конкурса «СОПровождение–15».

Содержание диссертационной работы соответствует следующим пунктам паспорта научной специальности 05.19.04 - Технология швейных изделий: 1. Разработка теоретических основ и установление общих закономерностей проектирования одежды и технологии изготовления швейных изделий на фигуры типового и нетипового телосложения; 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.

Степень разработанности темы исследования. Исследования, направленные на проектирование специальной (функциональной) одежды для людей с ограниченными возможностями здоровья (ЛОВЗ) в нашей стране ведутся с 70-х гг. прошлого столетия, и нашли отражение в работах Агафоновой Л.П., Карабановой Н.Ю., Чащиной О.В. (ФГБУ ФНЦРИ им. Г.А. Альбрехта Минтруда и социального развития России), Бикбулатовой А.А. (ФГБОУ ВО «МГУПП»), Будеевой О.Н. (ИЭС ФГБОУ ВО УГНТУ), Заева В.А., Харловой О.Н., Панферовой Е.Г. (НТИ (филиал) РГУ им. А.Н. Косыгина), Лымаревой Ю.В. (ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»), Сафиной Л.А., Хамматовой Э.А., Кумпан Е.В., (ФГБОУ ВО «КНИТУ»), Сурженко Е.Я. (ФГБОУ ВО «СПбГУПТД»), Коробцовой Н.А., Андреевой Е.Г., а также в исследованиях, выполняемых под руководством Петросовой И.А. (ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина»), Савельевой Н.Ю. (ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты Ростовской области) и др.

Анализ исследований современных ученых, а также реальных отечественных и зарубежных образцов теплозащитных изделий для ЛОДВ, предназначенных для защиты нижних конечностей ЛОДВ от пониженных температур окружающей среды с учетом их гиподинамии являются недостаточными, поэтому проблема создания теплозащитной одежды для ЛОДВ с контролем и мониторингом теплового комфорта является актуальной.

Целью диссертационного исследования является совершенствование процесса проектирования теплозащитного изделия с системой управления тепловым комфортом (СУТК) гиподинамической системы нижних конечностей ЛОДВ.

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

- разработано информационно-методическое обеспечение процесса проектирования теплозащитной одежды для ЛОДВ;
- предложен показатель теплового комфорта гиподинамической системы нижних конечностей ЛОДВ – «физический нуль», определены его значения и интервалы вариативности;
- исследованы теплозащитные свойства современных материалов и разработаны рекомендации по составлению рационального пакета для изготовления теплозащитного изделия для ЛОДВ;
- обоснованы безопасность использования и места расположения нагревательных элементов системы локального обогрева в теплозащитном изделии;
- предложена система управления тепловым комфортом гиподинамической системы нижних конечностей при эксплуатации теплозащитного изделия для ЛОДВ в условиях отрицательных температур окружающей среды;
- разработаны рациональные конструктивно-технологические решения комплексного теплозащитного изделия с СУТК, позволяющие обеспечить эксплуатационный комфорт и комплексную безопасность ЛОДВ, передвигающихся при помощи инвалидных кресел-колясок;
- разработаны адекватные математические модели прогнозирования теплового состояния гиподинамической системы нижних конечностей в теплозащитном изделии, с учетом его эксплуатации ЛОДВ в диапазоне отрицательных температур окружающей среды;
- предложена методика конструирования теплозащитного изделия «Мешок для ног», реализованная в условиях функционирования САПР «Грация» (версия 401).

Объектами диссертационного исследования являются теплозащитное изделие «мешок для ног», элементы гиподинамической системы нижних конечностей ЛОДВ, пакеты текстильных материалов с теплозащитной функцией, система управления тепловым комфортом и безопасностью ЛОДВ, **предметом исследования** – процесс проектирования теплозащитного изделия с использованием системы контроля теплового комфорта гиподинамической системы нижних конечностей ЛОДВ.

Научная новизна диссертационной работы состоит в обосновании механизма терморегуляции в закрытой гиподинамической системе «человек с ОДВ – теплозащитное изделие» путем целенаправленного точечного теплового воздействия на участки нижних конечностей.

В диссертационной работе впервые получены следующие результаты:

- определены значения и границы изменения «физиологического нуля» поверхности кожи гиподинамической системы нижних конечностей ЛОДВ, как критерия оценки теплового комфорта ЛОДВ в комфортных условиях окружающей среды;
- обоснованы безопасность использования и места расположения системы локального обогрева гиподинамической системы нижних конечностей. Впервые предложено использовать показатель экспозиционной дозы теплового облучения (ДЭО) как количественного показателя критерия безопасности нахождения ЛОДВ в теплозащитных изделиях с системой локального обогрева;
- предложена система управления тепловым комфортом гиподинамической системы нижних конечностей при эксплуатации теплозащитного изделия в условиях отрицательных температур окружающей среды;

- разработаны адекватные математические модели прогнозирования теплового состояния гиподинамической системы нижних конечностей в теплозащитном изделии (в условиях отрицательных температур окружающей среды);
- усовершенствовано функционально-конструктивное устройство теплозащитного изделия для ЛОДВ с учетом использования системы локального обогрева и СУТК.

Новизна разработанных технических решений защищена Свидетельствами о государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ № 2019613703 и №2019666325.

Теоретическая значимость работы заключается в установлении механизма протекания тепловых процессов в закрытой гиподинамической системе «человек с ОДВ – теплозащитное изделие» находящейся в условиях отрицательных температурах окружающей среды.

Практическая значимость состоит в разработке конструкции и технологии проектирования теплозащитного изделия, оснащенного системами локального обогрева и контроля теплового комфорта нижних конечностей.

Методология и методы исследований. Работа основывается на использовании системного подхода к вопросу проектирования теплозащитной адаптационной одежды для ЛОДВ. Для решения поставленных задач применены методы математического моделирования и экспериментальных исследований. В теоретических исследованиях использованы методы системного анализа, основы цифровой схемотехники.

Температуру поверхности кожи ЛОДВ в ходе экспериментальных исследований определяли с использованием цифровых портативных термометров марки «Вескооl BC – T5». Результаты экспериментальных исследований обработаны с применением методов математической статистики, корреляционного и регрессионного анализа (Excel, Maple 9.5). В работе использованы следующие программные продукты: САПР «Грация» (версия 401), Adobe PhotoShop CS5, Corel Draw X4.

На защиту выносятся:

- критерий безопасности и показатели теплового комфорта гиподинамической системы нижних конечностей, составляющие теоретическую базу проектирования теплозащитной одежды для ЛОДВ;
- конструктивно-технологические решения комплексного теплозащитного изделия с СУТК гиподинамической системы нижних конечностей, обеспечивающего эксплуатационный комфорт и высокую степень безопасности его эксплуатации ЛОДВ в условиях отрицательных температур окружающей среды;
- математические модели прогнозирования теплового состояния элементов гиподинамической системы нижних конечностей («колени – голени – стопы») в теплозащитном изделии, с учетом его эксплуатации ЛОДВ в диапазоне отрицательных температур окружающей среды;
- методика конструирования теплозащитного адаптационного изделия (мешок для ног) для ЛОДВ.

Достоверность проведенных исследований и обоснованность результатов подтверждены современными методами сбора и обработки исходных данных, достаточным объемом выборок экспериментальных исследований и применением современных специализированных программных продуктов для обработки их результатов, соответствием отдельных результатов экспериментальных исследований теоретическим расчетам, апробацией в реальных условиях эксплуатации, внедрением отдельных положений диссертации в учебный процесс, а также актами о проведении совместных исследований с Государ-

ственным бюджетным учреждением социального обслуживания населения Ростовской области «Шахтинский пансионат для престарелых и инвалидов» (ГБУСОН РО «Шахтинский ППИ», г. Шахты Ростовской области).

Математические модели исследуемых объектов разработаны на основе фундаментальных законов процесса теплообмена. Результаты измерений обработаны методами математической статистики с доверительной вероятностью 0,95%.

Апробация результатов работы

Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались и получили положительную оценку Международных, Всероссийских научно-практических конференциях (НПК) и семинарах. Наиболее значимые из них: Всероссийская (с участием граждан иностранных государств) научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Научная весна» (г. Шахты, 2016, 2017, 2018, 2019 гг.); VIII Международная научно-практическая конференция «EUROPEAN RESEARCH» (г. Пенза); XVI Международная молодежная научно-практическая конференция «Научные исследования и разработки молодых ученых» (г. Новосибирск); Международная научная студенческая конференция «Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности» (ИНТЕКС-2018) (г. Москва). Результаты научных исследований по теме диссертации докладывались и обсуждались в ходе участия в научных мероприятиях: в конкурсах-конференциях по программе «Участник молодежного научного инновационного конкурса» («УМНИК» 2017, 2018 гг.); Молодежном инновационном конвенте Ростовской области (2018 г.); финальном этапе областного конкурса-смотря изобретений «Донская сборка. 2018»; XXI Международном научно-практическом форуме «SMARTEX-2018» (г. Иваново); на заседаниях кафедры «Конструирование, технологии и дизайн» ИСОиП (филиала) ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет» в г. Шахты Ростовской области в 2016–2019 гг.

Проектно-конструкторская документация на изготовление теплозащитного адаптивного изделия (мешок для ног) с контролем теплового комфорта гиподинамической системы нижних конечностей ЛОДВ внедрена в производственный цикл ООО «Центр проектирования обуви специального назначения «ОРТОМОДА»» (ООО «ЦПОСН «ОРТОМОДА»») (г. Москва) и ИП «Еремина Ю.В.» (г. Ставрополь).

Личный вклад автора. Соискателю принадлежит основная роль в постановке и решении научных задач исследования, разработке теоретических аспектов и конструктивно-технологических решений при проектировании теплозащитной одежды для ЛОДВ с высокой степенью безопасности и комфорта эксплуатации, что позволило усовершенствовать процесс проектирования теплозащитного изделия с системой управления тепловым комфортом (СУТК) гиподинамической системы нижних конечностей ЛОДВ.

Публикации. Основные материалы диссертации опубликованы в 36 работах, в числе которых 4 статьи в журналах из «Перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, ученой степени доктора наук», 2 монографии, 2 статьи в журналах, индексируемых в базе данных Scopus. Получено 2 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ. Доля соискателя в опубликованных с соавторами работах по теме диссертации составляет от 30 до 70%.

Структура и объем диссертационной работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения с основными выводами по работе, библиографического списка и приложений. Содержание работы изложено на 156 страницах, включает 43 рисунка, 22 таблицы. В диссертации 20 приложений на 67 страницах. Библиографический список насчитывает 150 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

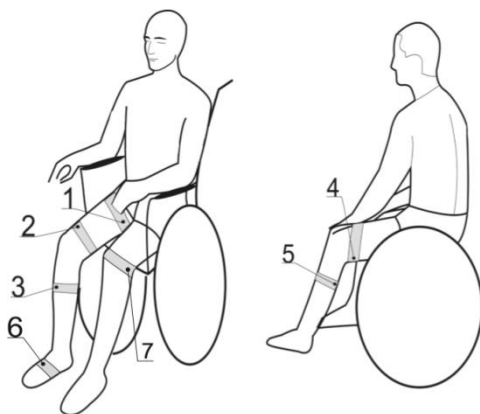
Во введении обоснована актуальность темы исследований, степень ее разработанности, сформулированы цель и задачи, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, приведены использованные методы исследований и апробация результатов.

В первой главе приведены результаты комплексного анализа проработанности выбранного направления. Проанализированы научные исследования по проектированию теплозащитных изделий для ЛОДВ, а также реальные образцы моделей-аналогов отечественных и зарубежных фирм-производителей. Выявлено, что исходная база знаний, а также информационное и методическое обеспечение процесса проектирования теплозащитной одежды для ЛОДВ недостаточны. Сформулированы цели и задачи исследований, направленные на проектирование теплозащитной адаптационной одежды с дополнительными техническими средствами, позволяющими создать и поддерживать тепловой комфорт гиподинамической системы нижних конечностей ЛОДВ.

Во второй главе приведено описание гиподинамической системы нижних конечностей ЛОДВ, как совокупности физиологических изменений, связанных с нарушением двигательной активности (потерю чувствительности, ухудшение вазомоторного контроля, изменения кровоснабжения и механизма терморегуляции гиподинамической системы нижних конечностей и т.д.).

Предложен критерий оценки теплового комфорта ЛОДВ – «физиологический нуль» – состояние, при котором температура поверхности кожи адаптируется (становится нечувствительной) к внешней температуре. Проведены исследования по определению значения и границ изменения «физиологического нуля» поверхности кожи гиподинамической системы нижних конечностей ЛОДВ, находящихся в комфортных условиях окружающей среды (при температуре воздуха 24°C, относительной влажности воздуха (60–65%) и подвижности воздуха не более 0,4м/с).

Все исследования по определению средней температуры поверхности кожи гиподинамической системы нижних конечностей проведены с использованием семиточечной методики измерения и единого инструментария, под непосредственным контролем медицинских работников и с соблюдением условий проведения испытаний. Общая схема расположения датчиков на теле испытуемых приведена в соответствии с рисунком 1.



- Датчик № 1 – бедро (внутренняя поверхность ниже паховой области);
 датчик № 2 – бедро (передняя поверхность выше линии колена);
 датчик № 3 – голень (передняя поверхность в середине голени);
 датчик № 4 – бедро (задняя поверхность в середине бедра);
 датчик № 5 – голень (задняя поверхность в середине голени);
 датчик № 6 – стопа (нижняя поверхность в середине стопы);
 датчик № 7 – колено.

Рисунок 1 – Общая схема расположения датчиков на теле человека для исследования средней температуры поверхности кожи нижних конечностей

Испытания проводились с участием восьми мужчин, с различными нозологиями (параплегия нижних конечностей вследствие ДТП и врожденный вывих бедра), повлекшими за собой нарушения двигательной активности и перемещение в инвалидных креслах-колясках, в возрасте от 45 до 60 лет, имеющих 2 группу инвалидности, общий стаж

инвалидности которых составляет более 10 лет. Показатели эксперимента регистрировались в исходном состоянии испытуемых в положении сидя.

Отличия состояли в температурном режиме испытаний и комплекте надеваемой на испытуемых одежды. Для определения температуры поверхности кожи человека в комфортных условиях помещения ЛОДВ надевали нательное белье, верхнюю сорочку, брюки и теплые носки.

Для определения средней температуры поверхности кожи нижних конечностей человека в теплозащитных макетах и изделиях при проведении лабораторных испытаний (температура воздуха от 0 до минус 15°C), базовый комплект одежды дополнялся термобельем, свитером, теплыми брюками, утепленной курткой, шапкой и перчатками.

Перед экспериментом медицинским работником было зафиксировано удовлетворительное состояние здоровья испытуемых (артериальное давление, ЧСС и температура тела зафиксированы в пределах нормы, мочевого пузыря – опустошен).

Обязательным условием подготовки мужчин, принимающих участие в эксперименте, является нахождение их в течение 10 минут до эксперимента в состоянии полного покоя в помещении при комфортной температуре воздуха.

Обработка результатов испытаний и определение их достоверности проведена по стандартной методике статистической обработки выборки любого объема. Объем выборки при доверительной вероятности 0,95 и допустимой ошибке в 5% составил 60 человек.

В таблице 1 приведен сравнительный анализ средней температуры поверхности кожи нижних конечностей ЛОДВ на различных участках с локальной температурой поверхности кожи нижних конечностей здорового человека.

Таблица 1 – Границы вариабельности показателя локальной температуры поверхности кожи гиподинамической системы нижних конечностей ЛОДВ

№ п/п	Участок нижних конечностей	Средняя температура поверхности кожи мужчин*, (°C), согласно исследованиям Делья Р.А.	Средняя температура поверхности кожи ЛОДВ, полученная в ходе эксперимента, (°C)	Интервал границы изменчивости средней температуры поверхности кожи ЛОДВ, полученный в ходе эксперимента, (°C)
1	Бедро (внутренняя поверхность)	30,0	29,5±2,4	27,1...31,9
2	Бедро (передняя поверхность выше линии колена)	30,0	29,3±2,3	27,0...31,6
3	Передняя часть голени	32,2	31,5±1,9	29,6...33,4
4	Бедро (задняя поверхность в середине бедра)	30,0	29,5±3,5	26,5...33,0
5	Задняя часть голени	32,2	31,1±2,1	29,0...33,2
6	Нижняя часть стопы	33,3	28,9±1,8	27,1...30,5
7	Колено	–	32,7±1,0	27,1...30,7
Средняя температура поверхности кожи гиподинамической системы нижних конечностей t, (°C)		31,2	30,4	31,7...33,7

Примечание:*мужчин, входящих в группу так называемых «здоровых людей», находящихся в комфортных условиях окружающей среды, на которых надет комплект «комнатной одежды» (белье, сорочка, пиджак, брюки, носки (х/б) и полуботинки).

Полученные значения средней температуры поверхности кожи ЛОДВ на локальных участках характеризуют критерий «физиологического нуля» гиподинамической системы нижних конечностей и в дальнейших исследованиях будут использованы в качестве базового показателя, характеризующего тепловой комфорт.

Выявлено, что средняя температура поверхности кожи гиподинамической системы нижних конечностей здоровых людей превышает среднее значение температуры поверхности кожи у ЛОДВ на 0,8°C с варьированием по отдельным участкам от 0,5 до 4,4°C.

При этом средняя температура поверхности кожи ЛОДВ максимально приближена к аналогичной температуре группы здоровых людей на участках бедра (от 0,5 до 0,7°C). Максимальное расхождение значений средней температуры поверхности кожи ЛОДВ и группы здоровых людей соответствует участкам «нижняя часть стопы» (4,4°C) и участка «задняя часть голени» (1,1°C). Проанализировать изменение среднего значения локальной температуры поверхности кожи на участке «колено» не представляется возможным, вследствие отсутствия результатов исследований данной величины у группы «здоровых» мужчин.

Можно предположить, что на участках от колена до стопы закрытой гиподинамической системы «человек с ОДВ – теплозащитное изделие» необходимо использовать дополнительное точечное тепловое воздействие для создания теплового комфорта ЛОДВ в условиях отрицательных температур окружающей среды.

С целью комплектации рациональных пакетов для изготовления теплозащитных изделий рассмотрены наиболее востребованные в настоящее время материалы для производства теплозащитной одежды, отвечающие следующим требованиям: малый вес, пластичность, удобство эксплуатации, низкая ценовая линейка, а также учет требований, приведенных в ГОСТ Р ИСО 7730-2009 «Эргономика термальной среды». В результате исследований выбраны два поверхностных материала – мембранный материал (арт. 216FOR-Movement) и плащевой материал Dewspo (арт. 216FOR-240T Dewspo PU WR Milky #135), подкладочный материал флис (арт. 211SX004) и прокладочные утепляющие материалы – синтепон (Россия), холлофайбер (Россия) и Тинсулейт® (США). Анализ показателей характеристик пакетов материалов показал, что лучшими теплозащитными свойствами обладают пакеты материалов с двумя или тремя утепляющими прокладочными материалами. Можно предположить, что такие изделия обладают излишним весом, менее пластичны и эргономичны в процессе эксплуатации. Поэтому в исследованиях рассмотрены пакеты материалов с одним утеплителем. Формирование материалов и характеристики пакетов, принятых для дальнейших исследований представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Формирование материалов и характеристики исследуемых пакетов для основного материала – мембранный (арт. 216FOR-Movement) и подкладочного материала – флис (арт. 211SX004)

Номер пакета материалов	Синтепон (110)	Тинсулейт®	Холлофайбер-СОФТ	Вес пакета, (г)	Объемная плотность образца (г/м ³)	Тепловое сопротивление R _т , (м ² ·°C/Вт)	Коэффициент теплопроводности пакета материалов, λ (Вт/(м·°C))	Теплообмен за единицу времени, Q (Вт)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
пакет №1	1	0	0	41,14	96,013	2,56	0,0138	0,76
пакет №2	0	1	0	42,80	97,975	0,68	0,0144	2,3
пакет №3	0	0	1	32,90	81,532	1,17	0,0123	1,27

Таблица 3 – Формирование материалов в пакеты для основного материала Dewspo (арт. 216FOR-240T Dewspo PU WR Milky #135) и подкладочного материала – флис (арт. 211SX004)

Номер пакета материалов	Синтепон (110)	Тинсулейт®	Холлофайбер-СОФТ	Вес пакета, (г)	Объемная плотность образца (г/м ³)	Тепловое сопротивление R _т , (м ² ·°C/Вт)	Коэффициент теплопроводности пакета материалов, λ (Вт/(м·°C))	Теплообмен за единицу времени, Q (Вт)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
пакет №21	1	0	0	41,14	96,013	7,1	0,014	0,76

Продолжение таблицы 3.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
пакет №22	0	1	0	42,80	97,975	2,17	0,014	2,68
пакет №23	0	0	1	32,90	81,532	4,2	0,012	1,23

Для определения степени влияния пакетов материалов на температуру кожи гиподинамической системы нижних конечностей ЛОДВ, в лабораторных условиях (при температуре окружающей среды от 0 до минус 15°С) проведены исследования с непосредственным участием мужчин с ОДВ. Все испытания проведены при участии и контроле медицинских работников. Объем выборки при доверительной вероятности 0,95 и допустимой ошибке в 5% составил 6 человек.

Эксперименты проводились в два этапа, с учетом использования двух материалов верха. Составы пакетов материалов в ходе проведения исследований макетов варьировались путем их вложения. Наряду с количественными показателями в ходе проведения экспериментов предложено определять качественный показатель комфортного самочувствия человека с ОДВ – показатель «теплоощущение» в соответствии с предложенной шестибалльной системой оценки. Дополнительным критерием экстренного завершения экспериментов принято фиксирование медицинским работником резкого изменения физиологических показателей испытуемых (изменение пульса).

На рисунке 2 приведен внешний вид конструктивного устройства макета теплозащитного изделия.

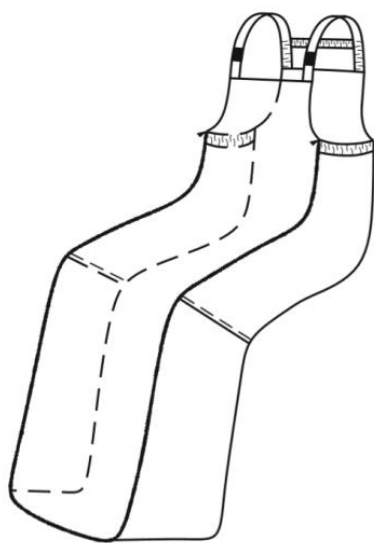
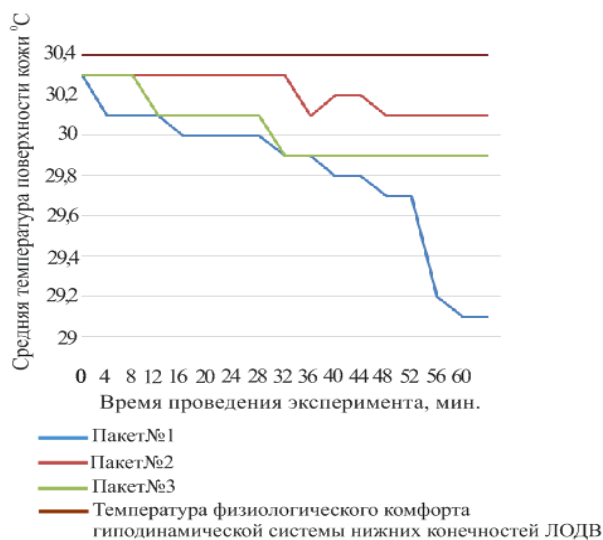


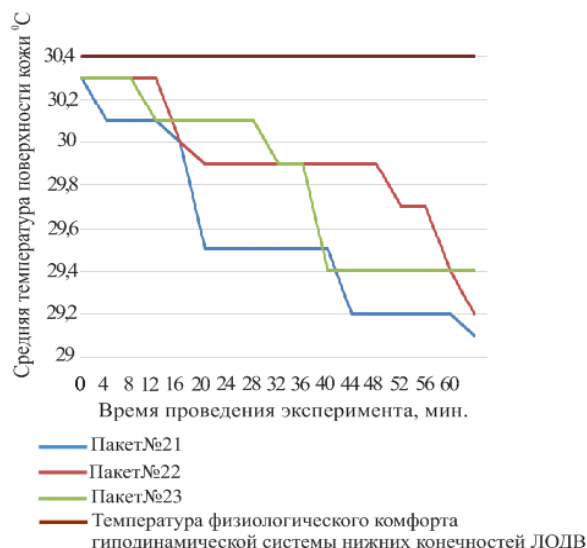
Рисунок 2 – Внешний вид конструктивного устройства макета теплозащитного изделия

Результирующие графики средней температуры поверхности кожи гиподинамической системы нижних конечностей мужчин с ОДВ в макетах теплозащитных изделий при температурах окружающей среды от 0 до минус 15°С приведены на рисунках 3 и 4.

Так в ходе эксперимента, наилучшие теплозащитные свойства показали пакеты материалов с прокладочным утепляющим материалом Тинсулейт®. При температуре окружающей среды 0°С в течение часа температура внутри теплозащитного изделия, состоящего из пакета материалов (№ 2) понизилась на 0,2°С в отличие от пакета с материалом верха Дюспо (№ 22), где понижение температуры составило от 0,4 до 1,2°С, а при температуре окружающей среды минус 15°С при проверке пакета № 2 на 2,1°С и на 3°С в пакете № 22.

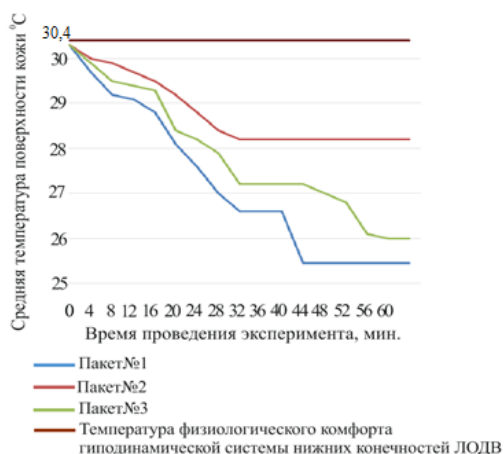


Изменение средней температуры поверхности кожи в макетах с мембранным материалом верха (арт. 216FOR-Movement)

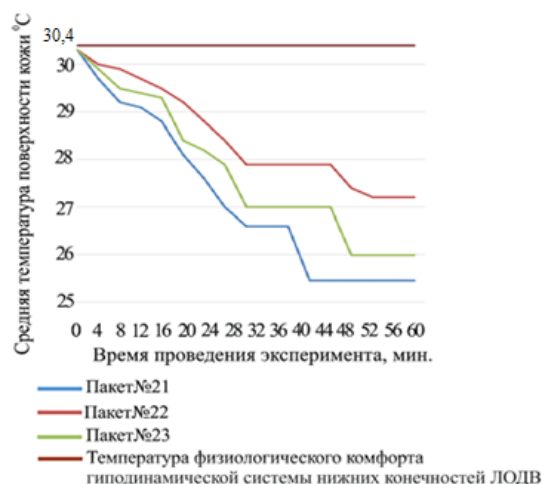


Изменение средней температуры поверхности кожи в макетах с материалом верха Дюспо

Рисунок 3 – Результирующие графики средней температуры поверхности кожи гиподинамической системы нижних конечностей мужчин с ОДВ в макетах теплозащитных изделий при температуре окружающей среды 0°C



Изменение средней температуры поверхности кожи в макетах с мембранным материалом верха (арт. 216FOR-Movement)



Изменение средней температуры поверхности кожи в макетах с материалом верха Дюспо

Рисунок 4 – Результирующие графики средней температуры поверхности кожи гиподинамической системы нижних конечностей мужчин с ОДВ в макетах теплозащитных изделий при температуре окружающей среды минус 15°C

В результате проведенных исследований в качестве базового для дальнейших исследований выбран пакет материалов, показавший наилучшие теплозащитные свойства ($R_T = 2,17 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$), состоящий из мембранного материала верха (арт. 216FOR-Movement), утеплителя Тинсулейт® и подкладочного материала – флис.

В ходе эксперимента были определены границы варибельности показателя «теплоощущение» комфортной и некомфортной зоны, а также добавлен показатель «критический оптимум охлаждения кожного покрова нижних конечностей» (табл. 4).

Таблица 4 – Границы вариабельности показателя «теплоощущение» комфортной и некомфортной зоны ЛОДВ, составленные для температуры поверхности кожи нижних конечностей

Количество баллов	Показатели «теплоощущение»	Граница температуры поверхности кожи нижних конечностей ЛОДВ, (°С) выявленных в ходе исследований
0 баллов	критический оптимум охлаждения кожного покрова	24,4 и ниже
1 балл	некомфортное состояние «холодно»	24,5-27,5
2 балла	некомфортное состояние «прохладно»	27,6-29,4
3 балла	комфортное теплоощущение общего состояния	29,5-32,2
4 балла	комфортное состояние «тепло»	32,3-34,5
5 баллов	некомфортное состояние «жарко»	свыше 36,0

Результаты приведенных исследований, подтвердили высказанную в ходе определения показателей критерия «физиологического нуля» гипотезу о целесообразности использования дополнительного точечного теплового воздействия на локальные участки закрытой гиподинамической системы «человек с ОДВ – теплозащитное изделие» с целью создания теплового комфорта ЛОДВ в условиях нахождения в зоне отрицательных температур воздуха.

С целью расширения границ температурного и временного режима пребывания человека с ОДВ в теплозащитных изделиях в условиях отрицательных температур окружающей среды предложено использовать дополнительную систему локального обогрева.

В качестве нагревательных элементов предложено использовать сертифицированную продукцию – нагревательные гибкие элементы фирмы ООО «Группа промышленного развития и снабжения» (Тепловичок™), а именно – тройной нагревательный гибкий элемент. Места расположения нагревательных элементов в макетах теплозащитного изделия определены на основе изучения гиподинамической системы нижних конечностей ЛОДВ и соответствуют участкам наибольшего отклика на дополнительный обогрев – область колена, задняя поверхность голени и стопа.

Схема расположения элементов системы локального обогрева в теплозащитном изделии приведена на рисунке 5.

В соответствии с ранее изложенной методикой, в лабораторных условиях проведены исследования по определению средней температуры поверхности кожи нижних конечностей в теплозащитном изделии с базовым пакетом материалов (пакет № 2), дополненным системой локального обогрева, при температуре окружающей среды минус 15°С. При доверительной вероятности 0,95 определено количество мужчин с ОДВ, принявших участие в эксперименте (N=6 человек). Все они имеют стаж инвалидности более 10 лет, передвигаются при помощи инвалидных кресел-колясок и относятся ко второй группе ограничения двигательной активности по классификации ЛОДВ. Все исследования проводились под контролем и при непосредственном участии работников медицинских учреждений.

На рисунке 6 представлены результирующие графики зависимости средней температуры поверхности кожи нижних конечностей ЛОДВ от длительности пребывания в теплозащитном изделии без и с использованием системы локального обогрева при температуре окружающей среды минус 15°С.

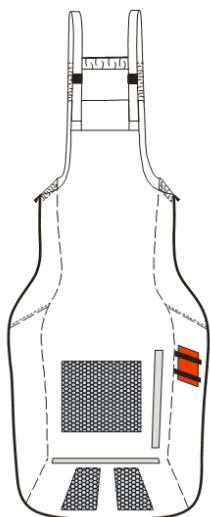


Рисунок 5 – Внешний вид конструктивного устройства теплозащитного изделия с системой локального обогрева

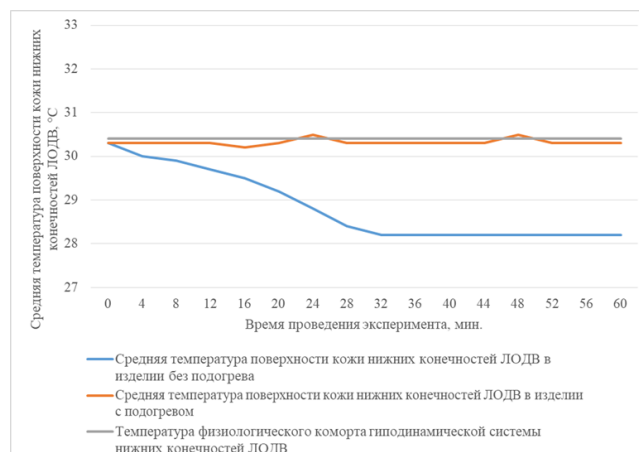


Рисунок 6 – Результирующие графики средней температуры поверхности кожи нижних конечностей ЛОДВ в теплозащитном изделии без и с использованием системы локального обогрева при температуре воздуха минус 15°C

Как видно из графика, средняя температура поверхности кожи гиподинамической системы нижних конечностей практически находится на уровне температуры «физиологического нуля» (отклонение не превышает 0,2°C), при этом можно говорить о наличии собственного эффекта терморегуляции.

Для обоснования безопасности использования ЛОДВ системы локального обогрева в теплозащитном изделии, в качестве критерия безопасности впервые предложен показатель экспозиционной дозы теплового облучения поверхности тела ЛОДВ (ДЭО, Вт·ч), определяемого по формуле (1).

$$ДЭО = I_{ТО} \cdot S \cdot \tau, \quad (1)$$

где $I_{ТО}$ – интенсивность теплового облучения, Вт/м²; S – облучаемая площадь поверхности тела, м²; τ – продолжительность облучения, ч.

Так величина ДЭО при измерении интенсивности теплового облучения ($I_{ТО}$) от нагревательных элементов, воздействующих на поверхность нижних конечностей ЛОДВ равна 130 Вт·ч при норме 500 Вт·ч.

Таким образом, результаты исследований подтвердили предположение о том, что использование системы локального обогрева в теплозащитном изделии при эксплуатации его в условиях отрицательных температур окружающей среды, позволяет создавать и поддерживать тепловой комфорт и безопасность ЛОДВ.

Третья глава посвящена разработке математических моделей прогнозирования теплового состояния ЛОДВ при эксплуатации теплозащитного изделия с системой локального обогрева. Представлено математическое описание процессов теплообмена системы «колено – голень – стопа» при эксплуатации теплозащитного изделия в условиях отрицательных температур окружающей среды.

Приведено математическое описание процессов теплопроводности в теплозащитном изделии для ЛОДВ, как сложносоставного пакета материалов различной формы, с учетом воздушных прослоек разной толщины.

Сложность рассматриваемого процесса теплообмена и невозможность учета всего многообразия действующих факторов требуют введения ряда условий и ограничений:

- нижние конечности человека рассматриваются как неотъемлемая часть целостного организма, получающая часть тепла из общей теплопродукции;
- комфортное тепловое состояние нижних конечностей характеризуется температурой поверхности кожи различных участков нижних конечностей;

– охлаждение каждого участка нижних конечностей рассматривается на первой стадии, когда самочувствие человека сохраняется нормальным, терморегуляторные функции не напряжены. Температура кожи не ниже критической (24°C), что позволяет поддерживать теплообразование на определенном среднем уровне;

– пакеты нижележащих слоев одежды и теплозащитного изделия, защищающие основные части тела человека (туловище, руки), соответствуют выбранным условиям, в которых находится человек;

– при использовании теплозащитного изделия испарение пота на локальных участках минимально или отсутствует и не имеет существенного значения в терморегуляции нижних конечностей, поэтому не учитывается при построении математической модели теплообмена.

На основе классических краевых задач теплопроводности для многослойного пакета материалов, разработаны математические модели прогнозирования теплового состояния гиподинамической системы «нижние конечности ЛОДВ – комплексное теплозащитное изделие с СУТК – окружающая среда» (с учетом диапазона отрицательных температур окружающей среды). Математические модели описывают процессы теплообмена в области «стопы» (2) и области «колено-голень» (3).

Оригинальность результатов исследований подтверждена свидетельствами о государственной регистрации программ для ЭВМ: «Программа для расчета теплового состояния стоп в адапционном теплозащитном мешке для ног с дополнительным обогревом для людей с ограниченными двигательными возможностями», «Программа для расчета теплового состояния системы «колено-голень» в теплозащитном изделии с дополнительным обогревом для людей с ограниченными двигательными возможностями».

$$\frac{\partial T_i}{\partial t} = a_i \frac{\partial^2 T_i}{\partial x_i^2} + \frac{q_{vi}(x_i, t)}{c_i p_i}, l_{i-1} \leq x_i \leq l_i, l_0 = 0, i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

Краевые условия:

$$\frac{\partial T_1}{\partial x_1}(0, t) = 0, \lambda_n \frac{\partial T_n}{\partial x_n}(l_n, t) + \alpha(T_n(l_n, t) - T_c) = 0,$$

$$T_{i-1}(l_{i-1}, t) = T_i(l_{i-1}, t), \lambda_{i-1} \frac{\partial T_{i-1}}{\partial x_{i-1}}(l_{i-1}, t) = \lambda_i \frac{\partial T_i}{\partial x_i}(l_{i-1}, t), i = 2, \dots, n.$$

Начальные условия $T_i(x_i, 0) = f_i(x_i)$,

где t – время, ч.; T_i – температура i -го слоя, $^{\circ}\text{C}$; T_c – температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$; c_i – коэффициент теплоемкости i -го слоя, Дж/кг $\cdot^{\circ}\text{C}$; a_i – коэффициент температуропроводности i -го слоя, м 2 /ч; p_i – плотность i -го слоя, Вт/м 2 ; λ_i – коэффициент теплопроводности i -го слоя, Вт/м $\cdot^{\circ}\text{C}$; $q_{vi}(x_i, t)$ – объемная плотность теплового потока источников i -го слоя, Вт/м 3 ; α – коэффициент теплоотдачи с поверхности изделия, Вт/м $^2\cdot^{\circ}\text{C}$; $f_i(x_i)$ – начальная температура i -го слоя, $^{\circ}\text{C}$, $i = 1, 2, \dots, n$.

$$\frac{\partial T_i}{\partial t} = a_i \left(\frac{\partial^2 T_i}{\partial r_i^2} + \frac{1}{r_i} \frac{\partial T_i}{\partial r_i} \right) + \frac{q_{vi}}{c_i p_i}, R_{i-1} \leq r_i \leq R_i, i = 1, 2, \dots, n. \quad (3)$$

Краевые условия:

$$|T_1(0, t)| < \infty, \lambda_n \frac{\partial T_n}{\partial r_n}(R_n, t) + \alpha(T_n(R_n, t) - T_c) = 0,$$

$$T_{i-1}(R_{i-1}, t) = T_i(R_{i-1}, t), \lambda_{i-1} \frac{\partial T_{i-1}}{\partial r_{i-1}}(R_{i-1}, t) = \lambda_i \frac{\partial T_i}{\partial r_i}(R_{i-1}, t), i = 2, \dots, n.$$

Начальные условия $T_i(r_i, 0) = f_i(r_i)$,

где t – время, ч; T_i – температура i -го слоя, $^{\circ}\text{C}$; T_c – температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$;

c_i – коэффициент теплоемкости i -го слоя, Дж/кг · °С; a_i – коэффициент температуропроводности i -го слоя, м²/с; p_i – плотность i -го слоя, Вт/м²; λ_i – коэффициент теплопроводности i -го слоя, Вт/м³·°С; q_{vi} – объемная плотность теплового потока i -го слоя; Вт/м³, α – коэффициент теплоотдачи с поверхности изделия, Вт/м²·°С; $f_i(r_i)$ – начальная температура i -го слоя, °С, $i = 1, 2 \dots n$.

Адекватность математических моделей проверена при помощи критерия Кочрена (Cochran), применяемого по дисперсиям отклонений откликов модели от среднего значения откликов системы «нижние конечности ЛОДВ – комплексное теплозащитное изделие с СУТК – окружающая среда». Показано, что отклонение расчетных и экспериментальных данных подчиняется нормальному закону распределения и среднеквадратическое отклонение не превосходит 1°С, а следовательно, ошибка не превосходит 4% от измеряемой величины температуры поверхности кожи нижних конечностей ЛОДВ. В дальнейшем можно считать правомочным использование построенных математических моделей для расчета температуры поверхности кожи нижних конечностей, защищенных теплозащитным изделием при различной температуре окружающей среды.

Четвертая глава посвящена разработке и исследованию комплексного теплозащитного изделия с системой управления тепловым комфортом для ЛОДВ.

Впервые разработана система управления тепловым комфортом (СУТК) для теплозащитных изделий ЛОДВ, принцип работы которой заключается в том, что теплозащитное изделие «мешок для ног» оснащен управляющим микроконтроллером (ESP-WROOM-32), с системой управления питанием со встроенным Bluetooth мостом, системой, считывающей температуру элементов обогрева, оснащенной термодатчиком, а также системой включения и выключения элементов обогрева.

Для обеспечения мониторинга желаемой температуры внутри изделия, впервые разработано программное обеспечение, адаптированное для смартфона.

Алгоритм работы системы термоконтроля записан на управляющий микроконтроллер. Посредством Bluetooth на смартфоне, пользователь подключается к теплозащитному мешку, и задает в приложении желаемую температуру внутри изделия.

Интерфейс прототипа приложения для смартфона с рабочим названием «ТЕРМО-МЕШОК» представлен на рисунке 7.

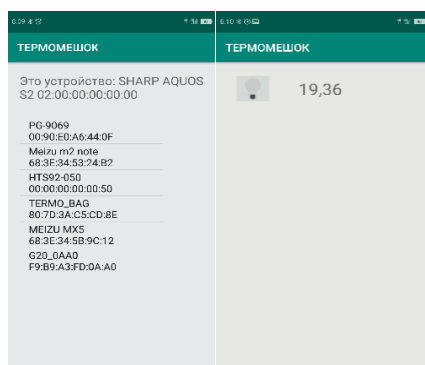


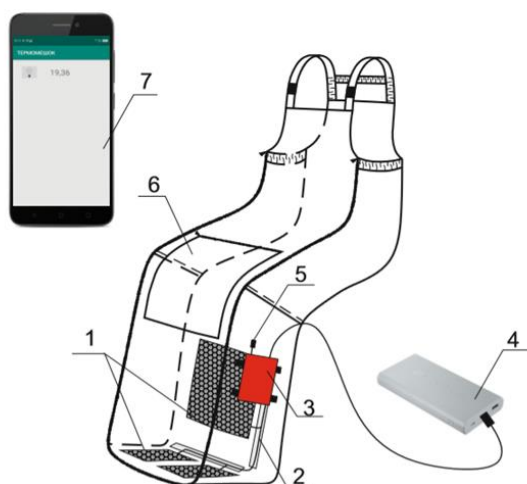
Рисунок 7 – Интерфейс приложения «ТЕРМОМЕШОК»

Справа (19,36) на рисунке изображены значения температур через запятую: первое значение (19) – это текущая температура внутри изделия, второе значение (36) – желаемая температура обогрева пододежного пространства теплозащитного изделия.

Таким образом, можно утверждать, что предложенная СУТК позволяет не только создавать, поддерживать и производить мониторинг, но и управлять тепловым комфортом гиподинамической системы нижних конечностей ЛОДВ в условиях отрицательных температур окружающей среды, что обеспечивает комфорт и

безопасность эксплуатации теплозащитного изделия в условиях температуры воздуха до минус 15°С.

Усовершенствовано функционально-конструктивное устройство теплозащитного изделия для ЛОДВ с учетом использования системы локального обогрева и СУТК. Внешний вид теплозащитного изделия с СУТК представлен в соответствии с рисунком 8.



- 1 – нагревательные элементы;
- 2 – провода;
- 3 – система управления тепловым комфортом;
- 4 – адаптер-аккумулятор;
- 5 – термодатчик;
- 6 – карман для вложения дополнительного слоя утеплителя;
- 7 – смартфон с приложением.

Рисунок 8 – Внешний вид теплозащитного изделия с СУТК

Предложена методика конструирования мешка для ног, учитывающая в качестве исходных данных параметры, обусловленные техническим устройством кресла-коляски (рекомендательные величины соответствия между габаритным параметром «Ширина сидения» кресла-коляски и ведущим размерным признаком «Обхват груди третий»), а также массивы исходной информации (размерных признаков и конструктивных прибавок).

Массив размерных признаков разработан с учетом минимизации и доступности их определения. Рекомендовано использовать пять измерений, определяемых с поверхности тела ЛОДВ («Рост», который целесообразно измерять в положении лежа, «Обхват груди третий», «Ширина спины», «Ширина груди», «Расстояние от линии талии до плоскости сидения») и семь измерений, выбираемых из ОСТ 17-325-86 «Изделия швейные, трикотажные, меховые. Фигуры мужчин типовые. Размерные признаки для проектирования одежды»: «Высота сосковой точки», «Высота линии талии», «Высота коленной точки», «Высота заднего угла подмышечной впадины», «Высота подъягодичной складки», «Расстояние от шейной точки до линии обхвата груди первого спереди» и «Расстояние от шейной точки до уровня заднего угла подмышечной впадины спереди». Учитывая, что межполлотная разница по проекционным размерным признакам не превышает 0,2см, принято допущение, что привязкой к полнотной группе можно пренебречь.

Конструктивная прибавка к ширине мешка определена с учетом прибавки на свободу (ПС) и прибавки на пакет материалов (ПТ). Технологические припуски (ТП) при построении конструкции учтены не были, так как дублирование деталей отсутствует, ВТО не производилось.

Для обеспечения соответствия размеров теплозащитного изделия обхватным параметрам фигур ЛОДВ различной степени полноты (с учетом контрольного измерения «Обхват талии»), рекомендуется выбирать значения коэффициента использования конструктивной прибавки при расчете ширины боковой части теплозащитного изделия. Экспериментальным путем определены границы значений коэффициентов от 0,4 до 0,8.

Разработана модельная конструкция теплозащитного изделия в САПР «Грация» (версия 401), представленная на рисунке 9. Функциональные конструктивные и технологические решения теплозащитных изделий для ЛОДВ с СУТК, представлены в соответствии с таблицей 5.

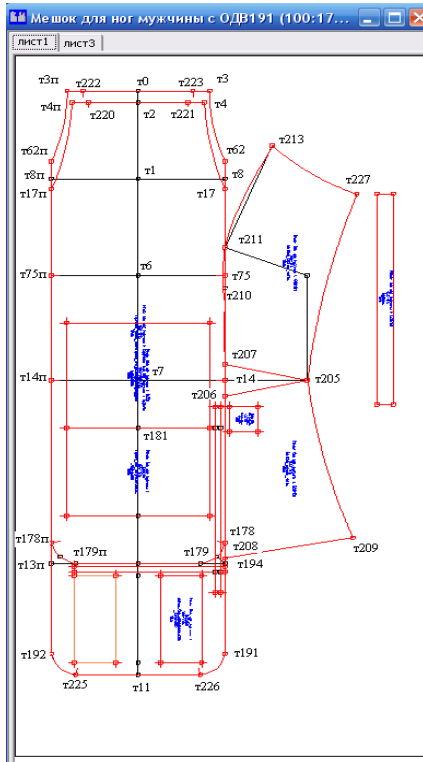


Рисунок 9 – Чертеж МК мешка для ног, разработанный для ЛОДВ в условиях функционирования САПР «Грация» (версия 401)

Таблица 5 – Функциональные конструктивные и технологические решения теплозащитных изделий для ЛОДВ с СУТК (фрагмент)

Наименование функционально-конструктивного элемента, удовлетворяющего требованиям	Эскиз функционально-конструктивного элемента
Защитные требования от неблагоприятных климатических условий (отрицательная температура воздуха)	
Карман для вложения нагревательных элементов системы локального обогрева	
Эргономические требования	
Разъемная тесьма-молния для удобства самостоятельного снятия / надевания	
Защитная планка под разъемную молнию	
Требования к безопасности	
Кабель-менеджеры для изоляции излишек проводов внутри изделия	

Апробация опытного образца теплозащитного изделия с СУТК проведена по единой в данном исследовании семиточечной методике измерения температуры поверхности кожи нижних конечностей. Испытания проводились в лабораторных условиях при искусственно заданных параметрах, в исходном состоянии испытуемых в положении сидя, (при имитации температурного режима воздуха минус 15°C, относительной влажности воздуха (60-65%) и подвижности воздуха не более 0,2-0,4м/с).

На рисунке 10 приведены фотографии до проведения эксперимента (10 минут отдыха перед началом эксперимента).



Рисунок 10 – Проведение экспериментальных исследований опытного образца теплозащитного изделия с СУТК

Результирующий график средней температуры поверхности кожи нижних конечностей мужчин с ОДВ, находящихся в теплозащитном изделии с СУТК при температуре воздуха окружающей среды минус 15°C приведен в соответствии с рисунком 11.

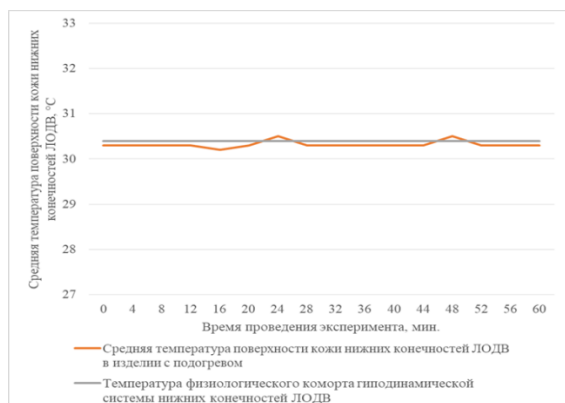


Рисунок 11 – График средней температуры поверхности кожи нижних конечностей гиподинамической системы ЛОДВ, находящихся в теплозащитном изделии с СУТК

Произведен расчет затрат на изготовление изделия. Определена себестоимость изделия – 12 934, 5 тысяч рублей.

В целом, можно сделать вывод, что разработанное в диссертационном исследовании теплозащитное изделие с использованием систем локального обогрева и управления тепловым комфортом, не имеет аналогов, и в полном объеме соответствует всем заявленным свойствам, способствует формированию привлекательного имиджа мужчины с ОДВ, следовательно, может способствовать обеспечению условий его социальной адаптации.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ ПО ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЕ

1. Разработано информационно-методическое обеспечение процесса проектирования теплозащитной одежды для ЛОДВ, позволяющие при помощи количественных показателей производить объективную оценку теплового комфорта ЛОДВ в ходе эксплуатации теплозащитных изделий при различных температурных режимах окружающей среды.

2. Исследованы теплозащитные свойства современных материалов, на основе которых разработаны рекомендации по составлению рационального пакета материалов для изготовления теплозащитного изделия ЛОДВ.

3. Определены величины и границы их изменчивости впервые предложенного критерия теплового комфорта гиподинамической системы нижних конечностей «физиологического нуля», а также границы вариабельности показателя «теплоощущение» при нахождении ЛОДВ в комфортной и некомфортной зоне как теоретического обоснования процесса проектирования теплозащитной одежды для ЛОДВ.

4. Предложено усовершенствованное конструктивное устройство теплозащитного изделия с системой локального обогрева. Впервые предложено использовать показатель экспозиционной дозы теплового облучения (ДЭО) как количественного показателя критерия безопасности нахождения ЛОДВ в теплозащитных изделиях с системой локального обогрева.

5. На основе классических краевых задач уравнения теплопроводности, разработаны адекватные математические модели процесса теплообмена и прогнозирования теплового состояния гиподинамической системы нижних конечностей в теплозащитном изделии с системой локального обогрева (с учетом его эксплуатации ЛОДВ в диапазоне отрицательных температур окружающей среды).

6. Впервые предложена система управления тепловым комфортом гиподинамической системы нижних конечностей в теплозащитных изделиях с системой локального

Как видно из графика, средняя температура поверхности кожи нижних конечностей ЛОДВ находится в зоне комфортного теплового состояния в теплозащитных изделиях с СУТК (границы изменения средней температуры поверхности кожи гиподинамической системы нижних конечностей не превышают $0,2^{\circ}\text{C}$ показателя «физиологического нуля»), что позволяет рекомендовать данное изделие в качестве безопасного для эксплуатации его ЛОДВ в зимнее время года (в условиях отрицательных температур окружающей среды). При этом и сами испытуемые выбрали эти изделия в качестве приоритетных и желаемых для повседневной носки в зимнее время года.

обогрева. Разработано программное обеспечение контроля и мониторинга температуры пододежного пространства для смартфона.

7. Определен массив исходных данных и предложена методика конструирования теплозащитного адаптационного изделия «Мешок для ног», реализованная в условиях функционирования САПР «Грация» (версия 401).

8. Разработана база функционально-конструктивных элементов и технологических решений, предложено усовершенствованное функционально-конструктивное решение теплозащитного изделия с системой локального обогрева и СУТК, повышающее показатели комфорта и безопасности нахождения ЛОДВ в условиях отрицательных температур окружающей среды.

РЕКОМЕНДАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

1. Результаты работы рекомендуется использовать в учебном процессе Института сферы обслуживания и предпринимательства (филиала) ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет» в г. Шахты Ростовской области (ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты) при изучении дисциплин: «Особенности проектирования швейных изделий различного ассортимента», «Научные технологии в инженерии» у обучающихся по направлению подготовки 29.03.05 Конструирование изделий легкой промышленности.

2. Разработанные элементы теории проектирования теплозащитной одежды для ЛОДВ с системой управления тепловым комфортом могут быть применены при проектировании функциональной одежды, одежды для пожилых и(или) маломобильных граждан, а также для категории здоровых людей при длительном их нахождении в условиях малой подвижности.

3. Повышение эффективности контроля теплового комфорта внутри изделия может быть достигнуто за счет доработки интерфейса программы для смартфона.

4. Повышение теплового комфорта внутри изделия может быть достигнуто за счет использования подкладочного материала с фольгированным покрытием в качестве отражателя тепла.

Публикации, отражающие основное содержание диссертации

Статьи в журналах индексируемых в базе данных Scopus

1. Babenko, L.G. Substantiation of parameters of the heat-shielding products for disabled people by using the system analysis and alternative synthesis / L. G. Babenko, M.D. Molev, A.B. Mikhailov, N. Yu. Savelyeva // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 680 (2019) 012031, DTS-2019, doi: 10.1088/1757-899X/680/1/012031 – 1,3 п.л. / 0,25 п.л.

2. Babenko, L.G. Aspects of applying theory of human ecology to design safe heat-protective clothing for the disabled people / L. G. Babenko, M.D. Molev, N. Yu. Savelyeva, K.A. Mikhailov, I.D. Mikhailova // E3S Web of Conferences: International Scientific and Practical Conference on State and Prospects for the Development of Agribusiness 175 (2020), INTERAGROMASH 2020, doi: 10.1051/e3sconf/202017515004 – 1,3 п.л. / 0,25 п.л.

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

3. Савельева, Н.Ю. Разработка концептуальной схемы процесса проектирования поясной адаптационной одежды для женщин с ограниченными двигательными возможностями / Н.Ю. Савельева, В.В. Холостова, М.В. Скуртол, Л.Г. Бабенко // Швейная промышленность. – Москва : Арина, 2013. – № 4. – С. 16-18. – 1,3 п.л. / 0,25 п.л.

4. Бабенко, Л.Г. Расчет теплового состояния человека с ограниченными двигательными возможностями в адаптационном теплозащитном мешке для ног / Л.Г. Бабенко,

А.Б. Михайлов, Н.Ю. Савельева [и др.] // Дизайн. Материалы. Технология. – Санкт-Петербург : СПбГУПТД, 2019. – № 53. – С. 42-45. – 0,5 п.л. / 0,25 п.л.

5. Бабенко, Л.Г. К вопросу разработки теплозащитной адаптационной одежды для людей с ограниченными двигательными возможностями / Л.Г. Бабенко, А.А. Кученова, Н.Ю. Савельева [и др.] // Дизайн и технологии. – Москва : РГУ им. А.Н. Косыгина, 2018. – № 66. – С. 54-59. – 1,3 п.л. / 1,0 п.л.

6. Бабенко, Л.Г. Адаптационный теплозащитный мешок с дополнительной системой обогрева / Л.Г. Бабенко, Н.Ю. Савельева, Г.Ю. Волкова // Дизайн и технологии. – Москва : РГУ им. А.Н. Косыгина, 2018. – № 67. – С. 44-48. – 1,3 п.л. / 1,0 п.л.

Свидетельства

7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019613703. Программа для расчета теплового состояния стоп в адаптационном теплозащитном мешке для ног с дополнительным обогревом для людей с ограниченными двигательными возможностями / Михайлов А.Б., Бабенко Л.Г., Савельева Н.Ю., Кученова А.А. Михайлова И.Д. Дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ 21.03.2019.

8. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019666325. Программа для расчета теплового состояния системы «коллено-голень» в теплозащитном изделии с дополнительным обогревом для людей с ограниченными двигательными возможностями / Бабенко Л.Г., Михайлов А.Б., Савельева Н.Ю., Михайлова И.Д. Дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ 09.12.2019.

Монографии

9. Бабенко, Л.Г. Методика определения толщины гигиенического белья для целей проектирования поясной адаптационной одежды / Л.Г. Бабенко, В.В. Холостова, Н.Ю. Савельева // Научно-технические проблемы экологии человека : монография / под общ. ред. И.В. Черуновой. – Новочеркасск : ЛИК, 2015. – С. 7-9. – 0,5 п.л. / 0,25 п.л.

10. Савельева, Н.Ю. Разработка математической модели теплового баланса человека с ограниченными двигательными возможностями в теплозащитной одежде : монография / Н.Ю. Савельева, М.Ф. Мицик, А.А. Кученова. Л.Г. Бабенко [и др.]. – Новочеркасск : Лик, 2018. – 242 с. – 1,3 п.л. / 1,0 п.л.

Статьи в рецензируемых научных журналах

11. Савельева, Н.Ю. Определение цветовых предпочтений в адаптационной эстетически гармонизированной одежде для женщин с ограниченными возможностями / Н. Ю. Савельева, В.В. Холостова, Л.Г. Бабенко // Текстиль, одежда, обувь и средства индивидуальной защиты в XXI веке : IV Международная научно-практическая конференция (Шахты, 18-19 апреля 2013 г.) : материалы / редкол. : И. Ю. Бринк [и др.]. – Шахты : ИСОИП (филиал) ДГТУ, 2013. – С. 173-180. – 1,3 п.л. / 0,25 п.л.

12. Савельева, Н.Ю. Цвет как фактор создания адаптационной эстетически гармонизированной одежды для женщин с ограниченными двигательными возможностями / Н.Ю. Савельева, В.В. Холостова, Л.Г. Бабенко // Актуальные проблемы техники и технологии = Actual problems of equipment and technology : международная научно-практическая конференция (Шахты, 15-18 мая 2013 г.): материалы / редкол. : С.Г. Страданченко, Н.Н. Прокопенко, С.В. Костромина ; ИСОИП (филиал) ДГТУ в г. Шахты. – Шахты : ИСОИП (филиал) ДГТУ, 2013. – С. 63-67. – 1,0 п.л. / 0,25 п.л.

13. Бабенко, Л.Г. Использование цвета в одежде для нормализации психофизического состояния женщин с ОДВ в процессе их реабилитации / Л.Г. Бабенко, Н.Ю. Савельева // Актуальные проблемы гуманитарных наук : сборник научных трудов / редкол.: Е.Ю. Положенкова [и др.] ; Ин-т сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты. – Шахты : ИСОИП (филиал) ДГТУ, 2014. – С. 97-99. – 1,0 п.л. / 0,25 п.л.

14. Савельева, Н.Ю. Анализ конструкции гигиенического белья типа подгузник для взрослых / Н.Ю. Савельева, Л.Г. Бабенко, В.В. Холостова // Текстиль, одежда, обувь и средства индивидуальной защиты в XXI веке : V Международная научно-практическая конференция (Шахты, 6 окт. 2014 г.) : материалы / редкол.: И. Ю. Бринк [и др.] ; Ин-т сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты. – Шахты : ИСОиП (филиал) ДГТУ, 2015. – С. 128-133. – 1,0 п.л. / 0,25 п.л.

15. Бабенко, Л.Г. Применение методологических процедур при анализе социальных потребностей женщин с ограниченными двигательными возможностями здоровья / Л.Г. Бабенко, В.В. Котлярова, Н.Ю. Савельева // Социально-гуманитарные проблемы современности : сборник научных трудов / редкол.: А. М. Руденко [и др.] ; Ин-т сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты. – Шахты : ИСОиП (филиал) ДГТУ, 2015. – С. 106-112. – 1,0 п.л. / 0,25 п.л.

16. Бабенко, Л. Г. Улучшение качества жизни людей с ограниченными двигательными возможностями в сфере легкой промышленности / Л. Г. Бабенко, Н. Ю. Савельева // Управление инновациями в современной науке : сб. ст. Междунар. научно-практ. конф. – Уфа, 2015. – С. 197-198. – 0,25 п.л. / 0,10 п.л.

17. Бабенко, Л.Г. Методика конструирования адаптационных брюк для женщин с ограниченными двигательными возможностями / Л.Г. Бабенко, Н.Ю. Савельева // Научная весна – 2016 : I Всероссийская (с участием граждан иностранных государств) научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых. Технические науки (Шахты, 20 мая 2016 г.) : материалы : научное электронное издание / редкол. : С.Г. Страданченко [и др.] ; ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты. – Электрон. дан. (9,71 Мб). – Шахты : ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты, 2016. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Загл. с экрана. – 0,5 п.л. / 0,10 п.л.

18. Черничкина, Т.А. Исследование и разработка рекомендаций по изготовлению адаптационной одежды повышенного теплового комфорта для ЛОДВ / Т.А. Черничкина, Н.Е. Черникова, Л.Г. Бабенко [и др.] // Научная весна – 2017 : сборник научных трудов по итогам II Всероссийской (с участием граждан иностранных государств) научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Шахты, 2017. – С. 51-56. – 0,25 п.л. / 0,10 п.л.

19. Бабенко, Л.Г. Разработка номенклатуры показателей качества и требований, предъявляемых к материалам при проектировании адаптационной одежды / Л.Г. Бабенко, Н.Ю. Савельева, Г.Ю. Волкова // European research : сборник статей победителей VIII международной научно-практической конференции. – Пенза, 2017. – С. 60-63. – 0,25 п.л. / 0,15 п.л.

20. Савельева, Н.Ю. Особенности технологической обработки адаптационного изделия повышенного теплового и физиологического комфорта (мешок для ног) / Н.Ю. Савельева, Л.Г. Бабенко // Научная весна – 2018 : сборник научных трудов по итогам III Всероссийской (с участием граждан иностранных государств) научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Шахты, 2018. – С. 267-272. – 0,25 п.л. / 0,10 п.л.

21. Бабенко, Л.Г. Формирование и исследование рационального пакета материалов при проектировании теплозащитной адаптационной одежды / Л.Г. Бабенко, Н.Ю. Савельева, С.В. Куренова // Сборник материалов по итогам Международной научной студенческой конференции «Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности (ИНТЕКС-2018)». – Москва, 2018. – С. 247-249. – 0,25 п.л. / 0,15 п.л.

22. Бабенко, Л.Г. To the question of designing functional clothing for people with special need = К вопросу о создании функциональной одежды для людей с особыми требованиями : на англ. яз. / Л.Г. Бабенко, Н.Ю. Савельева, Г.Б. Григорьева // Мир в зеркале языков: комплексная парадигма : Материалы IX Всероссийской научно-практической студенческой конференции. – Шахты, 2018. – С. 96-99. – 0,25 п.л. / 0,10 п.л.

23. Бабенко, Л.Г. Актуальность разработки адаптационной одежды для людей с ограниченными двигательными возможностями с элементами «умной» одежды / Л.Г. Ба-

бенко, Н.Е. Черникова, Т.А. Черничкина [и др.] // Научная весна –2019 : сборник научных трудов по итогам IV Национальной научной конференции молодых ученых, аспирантов и студентов «Научная весна – 2019». – Шахты, 2019. – С. 25-30. – 0,25 п.л. / 0,10 п.л.

24. Бабенко, Л.Г. Научно-методические подходы к разработке безопасной теплозащитной одежды для людей с инвалидностью / Л.Г. Бабенко, Н.Ю. Савельева, М.Д. Молев, К.Р. Эгамберганов // Передовые инновационные разработки. Перспективы и опыт использования, проблемы внедрения в производство : сборник научных статей по итогам VIII Международной научной конференции. – Казань, 2019. – С. 19-25. – 0,25 п.л. / 0,10 п.л.

25. Бабенко, Л.Г. Проектирование безопасной теплозащитной одежды для людей с ограниченными двигательными возможностями / Л.Г. Бабенко, Н.Ю. Савельева, И.А. Занина // Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности : сборник научных статей по итогам Международной научной конференции. – Казань, 2020. – С. 18-19. – 0,25 п.л. / 0,10 п.л.

26. Бабенко, Л.Г. Причинно-следственные связи, приводящие к ограничению двигательных возможностей в аспекте проектирования адаптационной одежды / Л.Г. Бабенко, Н.Е. Черникова, Н.Ю. Савельева // Научная весна – 2020. Технические науки : сборник научных трудов. – Шахты, 2020. – С. 14-18. – 0,25 п.л. / 0,10 п.л.

27. Савельева, Н.Ю. Разработка исходной информации для проектирования теплозащитной одежды для людей с ограниченными двигательными возможностями / Н.Ю. Савельева, Л.Г. Бабенко, Н.Е. Черникова [и др.] // Научная весна – 2020. Технические науки : сборник научных трудов. – Шахты, 2020. – С. 229-234. – 0,25 п.л. / 0,10 п.л.

Материалы научно-технических конференций различных уровней

28. Черничкина, Т.А. Анализ функционального устройства адаптационных брюк для женщин с ограниченными двигательными возможностями / Т.А. Черничкина, Л.Г. Бабенко, Н.Ю. Савельева // Результаты современных научных исследований и разработок : сборник материалов по итогам V Международной научно-практической конференции. – Пенза, 2018. – С. 91-97. – 0,25 п.л. / 0,10 п.л.

29. Бабенко, Л.Г. The methodological procedures using for disabled women' social needs analysis (Применение методологических процедур при анализе социальных потребностей женщин с ограниченными возможностями здоровья) / Л.Г. Бабенко, В.В. Котлярова, Н.Ю. Савельева, Н.А. Дмитриенко // Молодой ученый. – 2015. – № 11. – С. 256-258. – 1,0 п.л. / 0,25 п.л.

30. Бабенко, Л.Г. Recommendations for the design of adaptive belt clothes using absorbent products for women with disability = Рекомендации по проектированию поясной адаптационной одежды с использованием абсорбирующего изделия для женщин с ограниченными двигательными возможностями : на англ. яз. / Л.Г. Бабенко, Н.Ю. Савельева, Н.А. Дмитриенко // Новая наука: стратегии и векторы развития : сборник статей Международной научно-практической конференции, 19 июня 2015 г. – Стерлитамак: РИЦ АМИ, 2015. – С. 44-45. – 0,25 п.л. / 0,10 п.л.

31. Бабенко, Л.Г. К вопросу проектирования адаптационной одежды с использованием абсорбирующего изделия для женщин с ограниченными двигательными возможностями / Л.Г. Бабенко, Н.Ю. Савельева // Проблемы внедрения результатов инновационных разработок : сборник статей Международной научно-практической конференции – Уфа, 2015. – С. 5-7. – 0,25 п.л. / 0,10 п.л.

32. Бабенко, Л.Г. К вопросу проектирования поясной адаптационной одежды для холодного времени года / Л.Г. Бабенко, Н.Ю. Савельева // Актуальные проблемы технических наук в России и за рубежом : сборник статей международной научно-практической конференции. – Самара, 2016. – С. 11-12. – 0,25 п.л. / 0,10 п.л.

33. Бабенко, Л.Г. Developing the quality indicators and requirements im-posed to materials when designing clothes for disabled people = Разработка номенклатуры показателей качества и требований, предъявляемых к материалам при проектировании адаптационной одежды : на англ. яз. / Л. Г. Бабенко, Н.Ю. Савельева, Н.А. Дмитриенко // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. – 2016. – № 11-12. – Рр. 16-18. – 0,25 п.л. / 0,10 п.л.

34. Бабенко, Л.Г. Разработка методики оценки воздействия реабилитационной одежды на физическое и психоэмоциональное состояние инвалидов и пожилых людей / Л.Г. Бабенко, Н.Ю. Савельева, С.В. Куренова, Г.Ю. Волкова // Научные исследования и разработки молодых ученых : сборник материалов XVI Международной молодежной научно-практической конференции. – Новосибирск, 2017. – С. 50-55. – 0,25 п.л. / 0,10 п.л.

35. Бабенко, Л.Г. Анализ ассортимента адаптационной теплозащитной одежды для людей с ограниченными двигательными возможностями / Л.Г. Бабенко, Н.Ю. Савельева // Развитие социального и научно-технического потенциала общества : сборник материалов по итогам Международной научной студенческой конференции. – Москва, 2018. – С. 815-882. – 0,25 п.л. / 0,10 п.л.

Подписано в печать 29.10.2020 г. Формат бумаги 60×90/16.
Усл. печ. л. 1,5. Тираж 110 экз. Заказ № 300.

Издательский центр ИСОиП (филиала) ДГТУ в г. Шахты
346500, г. Шахты, Ростовская обл., ул. Шевченко, 147