

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМ. А.Н. КОСЫГИНА (ТЕХНОЛОГИИ. ДИЗАЙН. ИСКУССТВО)»



*На правах рукописи*

**Вершинина Анастасия Владимировна**

**РАЗРАБОТКА МЕТОДА И ИССЛЕДОВАНИЕ КОМФОРТНОСТИ  
ПОДОДЕЖНОГО ПРОСТРАНСТВА ПАКЕТОВ МАТЕРИАЛОВ ДЕТСКОЙ  
ОДЕЖДЫ**

Специальность 05.19.01

«Материаловедение производств текстильной и легкой промышленности»

Диссертация на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Научный руководитель:  
доктор технических наук,  
профессор Е.А. Кирсанова

Москва 2019

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВВЕДЕНИЕ.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 4  |
| ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ МЕЖДУ НОРМАЛЬНЫМ<br>ФУНКЦИОНИРОВАНИЕМ ДЕТСКОГО ОРГАНИЗМА И ПАКЕТАМИ<br>МАТЕРИАЛОВ ДЕТСКОЙ ОДЕЖДЫ, МИКРОКЛИМАТОМ<br>ПОДОДЕЖНОГО ПРОСТРАНСТВА.....                                                                                                                                                                                                          | 10 |
| 1.1 Анализ ассортимента детской одежды различного волокнистого состава..                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 10 |
| 1.2 Анализ требований, предъявляемых к детской одежде.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 15 |
| 1.2.1 Анализ требований, установленных Техническим Регламентом<br>Таможенного Союза 007/2011 «О безопасности продукции, предназначенной<br>для детей и подростков» и СанПиН 2.4.7. /1.1.1286-03 «Гигиенические<br>требования к одежде для детей, подростков и взрослых, товарам детского<br>ассортимента и материалам для изделий (изделиям), контактирующим с<br>кожей человека»..... | 18 |
| 1.3 Влияние физиологических аспектов развития детского организма на<br>выбор материалов детской одежды.....                                                                                                                                                                                                                                                                            | 19 |
| 1.4 Влияние психологических аспектов развития детей на выбор материалов<br>детской одежды.....                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 24 |
| 1.5 Параметры и факторы, влияющие на комфорт микроклимата<br>пододежного пространства детской одежды.....                                                                                                                                                                                                                                                                              | 26 |
| ГЛАВА 2. АНАЛИЗ СВОЙСТВ И ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ<br>ДЕТСКОЙ ОДЕЖДЫ.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 33 |
| 2.1 Системный подход к формированию пакетов и слоев детской одежды.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 33 |
| 2.2 Анализ потребительского мнения относительно наиболее значимых<br>свойств материалов детской одежды.....                                                                                                                                                                                                                                                                            | 38 |
| 2.3 Определение наиболее значимых показателей пододежного<br>микроклимата детской одежды методом экспертных оценок.....                                                                                                                                                                                                                                                                | 47 |
| 2.4 Методы определения паропроницаемости.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 53 |
| ГЛАВА 3. ОЦЕНКА КИНЕТИКИ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |

|                                                                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ПОДОДЕЖНОГО ПРОСТРАНСТВА МНОГОСЛОЙНОЙ ОДЕЖДЫ.....                                                              | 67  |
| 3.1 Подход к оценке кинетики температуры и влажности пододежного пространства многослойной одежды.....         | 67  |
| 3.2 Подготовка образца для испытаний.....                                                                      | 77  |
| 3.3 Выявление оптимальных режимов работы установки по оценке кинетики температуры и влажности.....             | 83  |
| 3.3.1 Испытание на дождевальном устройстве.....                                                                | 85  |
| ГЛАВА 4. РАЗРАБОТКА МЕТОДА ОЦЕНКИ КОМФОРТНОСТИ ДЕТСКОЙ МНОГОСЛОЙНОЙ ОДЕЖДЫ.....                                | 88  |
| 4.1 Исследование кинетики температуры и влажности пододежного пространства однослойной одежды.....             | 88  |
| 4.2 Исследование прохождения влаги через однослойный материал.....                                             | 91  |
| 4.3 Исследование влажности материалов.....                                                                     | 92  |
| 4.4 Исследование кинетики температуры и влажности пододежного пространства трехслойного пакета материалов..... | 93  |
| 4.5 Исследование кинетики температуры и влажности пододежного пространства двухслойного пакета одежды.....     | 96  |
| 4.6 Исследование кинетики температуры и влажности пододежного пространства трехслойного пакета одежды.....     | 98  |
| 4.7 Исследование параметров микроклимата пододежного пространства многослойной одежды в реальных условиях..... | 104 |
| 4.8 Оценка уровня комфортности одежды.....                                                                     | 109 |
| 4.9 Рекомендации по комплектации детской одежды.....                                                           | 111 |
| ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ.....                                                                    | 114 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....                                                                                         | 116 |
| ПРИЛОЖЕНИЯ.....                                                                                                | 126 |

## ВВЕДЕНИЕ

### Актуальность работы

В современном мире понятие «комфорта» одежды неотрывно связано с безопасностью изделия, т.к. обеспечение оптимальных показателей свойств, характеризующих комфортное состояние организма, отражает его нормальное функционирование. Следует отметить, что при дизайнерских разработках учитывались те эргономические требования, которые изложены в нормативно-технической документации, но сейчас ставится вопрос о проектировании и создании таких промышленных изделий и предметной среды, при использовании которых деятельность человека становится оптимальной, т.е. при обеспечении высокой эффективности деятельности не будет причинен вред физическому здоровью человека [25]. Данное понятие тесным образом связано с термином «комфорт», который складывается из психологических и физиологических аспектов. Для моральной удовлетворенности одежда должна соответствовать эстетическим предпочтениям, которые будут меняться в зависимости от возрастной группы детей, что связано с психологическими кризисами. Следует отметить, что понятие «комфорт» является комплексным и отображает состояние комфорта организма с субъективной точки зрения, которое опирается на ощущение удовлетворенности при эксплуатации одежды. Психозмоциональный и физический комфорт тесно связаны и составляют единое целое. Особое значение это имеет для детей. Физический дискомфорт может оказывать влияние как на еще не сформированную психику и развитие, так и на здоровье ребенка.

На данный момент отсутствует прямая оценка комфортности одежды и пододежного микроклимата, а также методика оценки. Используется лишь косвенная оценка по гигиеническим показателям. Нахождение корреляционной связи между показателями и полный их расчет является достаточно трудоемкой процедурой и не гарантирует объективной оценки комфортности микроклимата пододежного пространства.

Стоит отметить, что показатели гигиенических свойств по отдельности не характеризуют комфорт пододежного микроклимата пакетов материалов. Отсутствуют критерии оценки микроклимата пододежного пространства в зависимости от количества и состава слоев одежды с учетом требований нормативно-технической документации.

В связи с вышеизложенным тема работы «Разработка метода и исследование комфортности пододежного пространства пакетов материалов детской одежды» является актуальной.

### **Цели и задачи исследования**

Целью данной работы является исследование пододежного микроклимата и разработка метода определения комфортности пакетов материалов детской одежды.

В работе были сформулированы следующие задачи для достижения поставленной цели:

- проанализировать существующие требования безопасности в соответствии с Техническим Регламентом Таможенного Союза 007/2011 «О безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков» (далее ТРТС) [71] и СанПиН 2.4.7. / 1.1.1286-03 «Гигиенические требования к одежде для детей, подростков и взрослых, товарам детского ассортимента и материалам для изделий (изделиям), контактирующим с кожей человека» (далее СанПиН или санитарные нормы) [62] ассортимент детской одежды и текстильных материалов для ее изготовления; свойства и характеристики материалов и пакетов для детской одежды;
- усовершенствовать комплексный подход к формированию пакетов одежды на основе теории множеств;
- провести опрос потребителей для оценки свойств детской одежды и проанализировать результаты с использованием модели Кано;
- выявить свойства материалов, влияющие на комфорт микроклимата пододежного пространства, с помощью метода экспертных оценок;

- разработать методику и установку по оценке кинетики температуры и влажности в пододежном пространстве одно-, двух- и многослойной детской одежды;
- провести экспериментальные исследования по оценке кинетики температуры и влажности в пододежном пространстве одно-, двух- и многослойной детской одежды различного волокнистого состава;
- разработать метод экспресс оценки комфортности детской многослойной одежды.

**Объектами исследования являются** пакеты материалов детской одежды.

### **Методы исследования**

При теоретическом исследовании использованы методы математической статистики, методы моделирования, а также применены модель Кано и метод экспертных оценок. Экспериментальные исследования проводили на специально разработанной установке. Функциональные зависимости построены с применением методов корреляционно-регрессионного анализа с помощью программы Microsoft Excel. Программа Photoshop использовалась для обработки графических изображений.

**Научная новизна** Разработаны технические и технологические решения по формированию пакетов одежды на основе теории множеств с учетом всех слоев одежды на базе изученных связей психофизиологического состояния детского организма и выбора материалов для изделий, в том числе:

- получены математические зависимости для разных систем пакетов и слоев одежды, позволяющие прогнозировать комфортное состояние пододежного микроклимата, на основе проведенных исследований кинетики температуры и влажности в пододежном пространстве;
- разработана новая экспериментальная методика по изучению кинетики температуры и влажности в пододежном пространстве одно-, двух- и многослойной детской одежды с расширением границ применимости полученных результатов;

- разработан метод экспресс оценки комфортности многослойной детской одежды.

### **Теоретическая значимость**

Выявлены новые проблемы влияния количества слоев детской одежды на поддержание микроклимата в пододежном пространстве, влияющего на самочувствие и сохранение здоровья детского организма.

Получены новые сведения о комфортности пакетов и материалов детской одежды.

Обоснованы методики исследования кинетики температуры и влажности в пододежном пространстве, вносящие вклад в расширение представлений о пододежном микроклимате и взаимосвязи свойств материалов, количества слоев с безопасностью и комфортом при эксплуатации детской одежды.

**Практическая значимость** результатов работы состоит в том, что экспериментально доказана концепция использования системного подхода для разработки пакетов материалов на основе взаимосвязи свойств материалов, количества слоев с безопасностью и комфортом при эксплуатации детской одежды. В том числе:

- определены недостатки Технического Регламента Таможенного Союза 007/2011 «О безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков» [71] и СанПиН 2.4.7. / 1.1.1286-03 «Гигиенические требования к одежде для детей, подростков и взрослых, товарам детского ассортимента и материалам для изделий (изделиям) контактирующим с кожей» [62];
- разработана установка, позволяющая в автоматизированном режиме фиксировать изменения температуры и влажности как в пододежном пространстве, так и непосредственно на поверхности одежды [36];
- исследована кинетика температуры и влажности в пододежном пространстве для пакетов материалов из синтетических и смешанных волокон, в связи с фальсификацией на рынке детской одежды;

- разработана и внедрена в учебный процесс методика оценки кинетики температуры и влажности в пододежном пространстве пакетов материалов детской одежды;
- получены математические зависимости для разных систем пакетов и слоев, позволяющие прогнозировать комфортное состояние пододежного микроклимата, на основе проведенных исследований кинетики температуры и влажности в пододежном пространстве.

### **Апробация и реализация результатов**

Основные теоретические положения и результаты научных исследований докладывались и получили положительную оценку на международных научно-практических и научно-технических конференциях:

«Моделирование в технике и экономике» (Витебск, 2016); «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности» (ИННОВАЦИИ-2015) (Москва); «Новая наука: опыт, традиции, инновации» (СТЕРЛИТАМАК-2015); «Современные концепции развития науки» (Екатеринбург, 2017); «Инновационное развитие легкой промышленности» (Казань, 2016); «Церевитиновские чтения» (Москва, 2017).

Внедрены в учебный процесс РГУ им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство) и на предприятии ООО «Тренд».

**Личный вклад соискателя** состоит в непосредственном участии в постановке задач исследования, подготовке основных публикаций по выполненной работе, личном участии в апробации исследования, разработке методики эксперимента и метода экспресс-оценки комфортности, проведении всех экспериментов, обработке и интерпретации экспериментальных данных, разработке установки по оценке кинетики температуры и влажности многослойной детской одежды, получении исходных данных.

### **Публикации**

Основные результаты работы опубликованы в 12 печатных работах, в том числе 3 статьи в изданиях, рекомендованных экспертным советом ВАК, подана заявка на изобретение №2018123186/20(036727) от 26.06.2018.

**Объем и структура работы**

Работа изложена на 125 страницах машинописного текста и состоит из введения, четырех глав, основных выводов, списка используемой литературы из 122 наименований, содержит 52 иллюстрации, 34 таблицы. Приложения представлены на 14 страницах.

# ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ МЕЖДУ НОРМАЛЬНЫМ ФУНКЦИОНИРОВАНИЕМ ДЕТСКОГО ОРГАНИЗМА И ПАКЕТАМИ МАТЕРИАЛОВ ДЕТСКОЙ ОДЕЖДЫ, МИКРОКЛИМАТА ПОДОДЕЖНОГО ПРОСТРАНСТВА

## 1.1 Анализ ассортимента детской одежды различного волокнистого состава

Одежда выполняет множество различных функций: барьерную, защитную, создавая особый микроклимат между телом и окружающей средой (рисунок 1.1), а также должна удовлетворять эстетические потребности, при этом, оставаться комфортной.

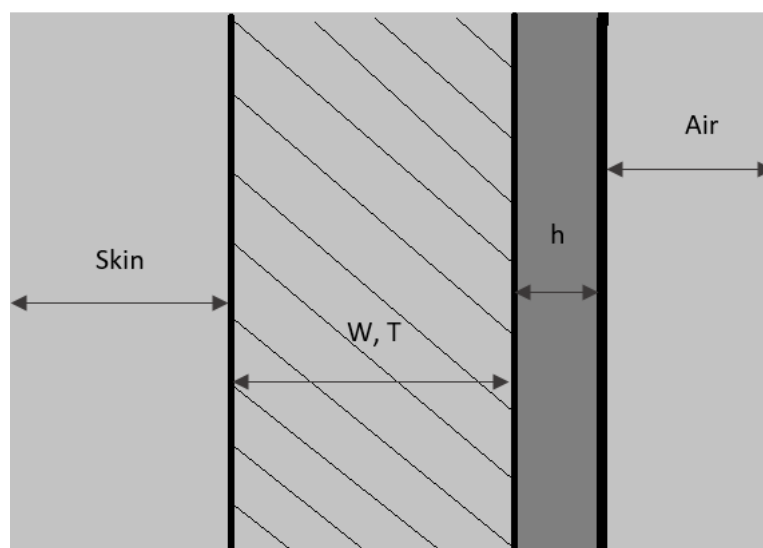


Рисунок 1.1 - Одежда в системе «человек – одежда – окружающая среда», где Skin –кожа; W, T – пододежное пространство; h–толщина одежды; Air – окружающая среда

Разнообразие одежды, ее состава, структуры и комбинация слоев расширяет и одновременно усложняет выбор. На современном рынке представлен широкий ассортимент детской одежды. По назначению одежда делится на бытовую, спортивную и национальную. Среди бытовой, в свою очередь, можно выделить домашнюю, повседневную, торжественную одежду и форму. Одежда также различается по способу ношения. К плечевой одежде относится: майка, футболка, блузка, свитер, кардиган, свитшот, логслив, рубашка, плащ, пиджак, куртка,

пальто, полупальто, ползунки, распашонка, платье, комбинезон и прочее. Брюки, юбки, шорты, бриджи, плавки, трусы и др. относят к поясной одежде. Комбинации вещей составляют комплекты, такие как пижама, костюм, брючный комплект, купальный костюм и т.д. [4, 7].

Помимо широкого ассортимента детской одежды на рынке представлены различные бренды, выпускающие детскую одежду. Вот некоторые из них: Acoola, adidas Kids, Angel's Face, Antilopa, Armani Junior, ASK Enquired, Beba Kids, Bonprix.ru, Brandshop, Button Blue, Canoe, Carnevale, Choupette, Crockid, Dal Lago, David Charles, De Salitto, DPAM, Etsy, Farfetch, Five Kids Store, Gallucci, Gap Kids, Gulliver, Happy Step, H&M, Jacadi, Kanz, Kid Rocks, Kissy Kissy, Lamoda, Lapin House, La Redoute, LC Waikiki, Little Pushkin, Mango, Monnalisa, Mothercare, Next, Orby, Original Marines, Pelican, Petit Bateau, Play Today, Quelle, Reima, Revolve, Sela, Silver Spoon, Stilnyashka, Street Beat, Sunuva, Sweet Berry, Tartineet Chocolat, Tictail, Twinset, Uniqlo, Vitacci, Wildberries, Zara, Буду мамой, Детки, Детский мир, Дочки-Сыночки, Империя детства, Капика, Кенгуру, Кораблик, Котофей, Ламбадамаркет, Магия детства, Маленькая Леди, Маленькие стилиги, Мосье Башмаков, Нежный возраст, Олант, Скоро мама, Тилли-Стилли, Шалуны и др. [118].

В зависимости от сезона различают летнюю, зимнюю, демисезонную и всесезонную одежду. Сезонность одежды отражает не только период времени года, предназначенный для носки, но и степень защиты от холода. Таким образом зимняя и демисезонная одежда направлена на сохранение тепла, защиту от ветра и осадков. В зависимости от климатических условий и температурного режима степень защиты от холода будет отличаться [40, 58, 85, 111]. Этого можно добиться различными способами, как подбором верхней одежды, так и грамотной комбинацией слоев в пакете одежды [5, 18, 37, 45, 54, 51, 57, 68]. Однако информация о температуре, при которой должно эксплуатироваться изделие, отсутствует на ярлыках детской одежды, что могло бы существенно повлиять на выбор при покупке. Задача летней одежды – обеспечивать вентиляцию, не допускающую перегрева, выводить лишнюю влагу и по возможности охлаждать.

К летней одежде предъявляются более высокие требования из-за контакта с кожей. Однако поддержание комфорта в зимней и демисезонной одежде не менее важный аспект, что, к сожалению, не отражено в нормативно-технической документации [11].

Детская одежда изготавливается из различных материалов в зависимости от назначения, сезона, возраста. Одежду изготавливают из тканей различных переплетений (саржа, креповое и пр.), трикотажных полотен, нетканых материалов, пленочных и комплексных материалов, а также из кожи и меха, также одежда имеет различный волокнистый состав.

Большую долю рынка детской одежды для дошкольного возраста занимают текстильные материалы из натуральных волокон [76]. Хлопок является наиболее популярным [27, 93] среди натуральных волокон. Хлопок обладает хорошими гигиеническими свойствами [17], высокой прочностью и гипоаллергенностью. Выпускают брюки с 10% содержанием полиэфирных волокон или 5% содержанием эластана [9].

«Вторым видом растительных волокон по значимости является лен» [60]. Однако для изготовления детской одежды текстильные материалы из льна используются редко, из-за высокой стоимости относительно хлопка и высокой степени сминаемости.

Текстильные материалы из шерстяных волокон не так популярны, в связи с вероятностью возникновения аллергии, материал с содержанием шерстяных волокон может вызывать неприятные тактильные ощущения. Поэтому чаще используют смесовые ткани, которые обладают по сравнению с чистошерстяными лучшими характеристиками [26, 32, 44].

В стремлении улучшить свойства материалов человечество пришло к развитию синтетических волокон.

Больше всего в этой области преуспели разработки спортивной и предназначенной для экстремальных видов спорта одежды [15, 45, 113], т.к. главной задачей является сохранение тепла и отвод влаги для поддержания комфортных условий пододежного микроклимата, что напрямую влияет на

самочувствие и работоспособность человека. Такие же задачи стоят и при создании детской одежды. В связи с метаболизмом, выше чем у взрослого человека, и двигательной активностью детей данные разработки частично были переняты производителями, занимающимися производством детской одежды.

В соответствии с требованиями Технического Регламента Таможенного Союза 007/2011 «О безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков» [71] и СанПиН 2.4.7. /1.1.1286-03 «Гигиенические требования к одежде для детей, подростков и взрослых, товарам детского ассортимента и материалам для изделий (изделиям), контактирующим с кожей человека» [62] одежда и изделия подразделяются на одежду и изделия первого, второго и третьего слоев [1].

По функциональному назначению одежда делится на первый, второй и третий слои.

Первый слой – «изделия, имеющие непосредственный контакт с кожей пользователя»: белье – нательное и постельное, чулочно-носочные изделия корсетные и купальные изделия, головные уборы (летние), платки носовые и головные и др. [71].

Одежда второго слоя – «изделия, имеющие ограниченный контакт с кожей пользователя», такие как платья, блузки, верхние сорочки, брюки, юбки, платья-костюмы, свитеры, джемперы, а также «изделия без подкладки и изделия, в которых подкладка занимает менее 40 процентов площади верха изделия (костюмы, брюки, юбки, пиджаки, жакеты, жилеты, сарафаны, полукомбинезоны, комбинезоны и другие аналогичные изделия» [71].

Одежду третьего слоя, как правило, надевают поверх изделий второго слоя. Это пальто, полупальто, куртки, плащи, костюмы (на подкладке) и другие аналогичные изделия [71].

К третьему слою одежды требования по безопасности наименее жесткие, поэтому применение в изделиях, относящихся к третьему слою, новых материалов получило более широкое распространение (рисунок 1.2).

Общемировое производство полиэфирного волокна в 2017 году достигло почти 17 млн тонн. За последние 10 лет объем мировой торговли увеличился на 30%, при этом доля полиэфирного волокна в текущий момент превышает 50% мировой торговли всеми видами волокон. Мировая торговля полиэфирным волокном в 2016 году составила 3,4 млн тонн.

Отечественный рынок полиэфирного волокна ежегодно растет примерно на 10% и объем потребления увеличился до 197 тыс. тонн в 2017 году. Сегодня растущий спрос на полиэфирное волокно обеспечивается в основном за счет импорта (доля более 60%) [28, 72].



Рисунок 1.2 - Структура мирового потребления волокнистого сырья

Среди ассортимента верхней одежды, представленного в современных детских магазинах [118], чаще всего встречаются изделия из синтетических материалов (100% полиэфирное волокно). Причем, материал подкладки тоже, зачастую изготавливается из полиэфирных волокон.

Полиэфирные волокна в текстильной промышленности имеют широкое применение. Их выпускают в качестве текстурированных нитей, моноплетей, нитей объемного формата и прочее [78, 89, 98, 120]. Благодаря своим свойствам материалы из полиэфирного волокна используются для производства верхней одежды, утеплителя для обуви, зимних курток (например, синтепон), игрушек. Несмотря на то, что такие материалы прочные, износостойкие, за ними легко

ухаживать, они не растягиваются после стирки, быстро высыхают, в то же самое время обладают повышенной жесткостью, плохой воздухопроницаемостью и сильно электризуются [77, 96, 112]. Поэтому для компенсации отрицательных сторон волокна из полиэфира его сочетают с другими волокнами, например, хлопком или вискозой, которые обладают хорошей гигроскопичностью. Ткань из такого сочетания подходит для пошива повседневной одежды, одежды для отдыха и дома [44, 93, 120].

В современном мире благодаря развитию промышленности и новым технологиям [12, 73] ассортимент материалов для изготовления одежды весьма обширный. Однако не все из них подходят для изготовления детской одежды в связи с предъявляемыми требованиями нормативно-технической документации.

## **1.2 Анализ требований, предъявляемых к детской одежде**

Одежда выполняет ряд функций, одной из наиболее важных является поддержание комфортного микроклимата пододежного пространства, влияющее на развитие детского организма. В связи с этим к детской одежде предъявляется немало требований: на соответствие безопасности, потребительские и производственные. В работе предложена дополненная классификация требований для детской одежды, представленная на рисунке 1.3 [6].

При разработке требований к детской одежде производителю необходимо учитывать множество факторов [41]. Требования безопасности отражены в нормативно-технической документации, ТР ТС и СанПиН.

Т.к. конечным потребителем является ребенок, следует рассматривать его интересы, вкусы, мультимедийные тенденции в соответствии с возрастными этапами жизни. Как отмечает психолог Бруно Геба [6] важное место в развитии ребенка занимает цвет. Цвет одежды может влиять на настроение и формирование характера ребенка, помочь в борьбе с трудностями [69]. Поэтому при проектировании одежды для детей цветовое решение должно опираться на научные обоснования.

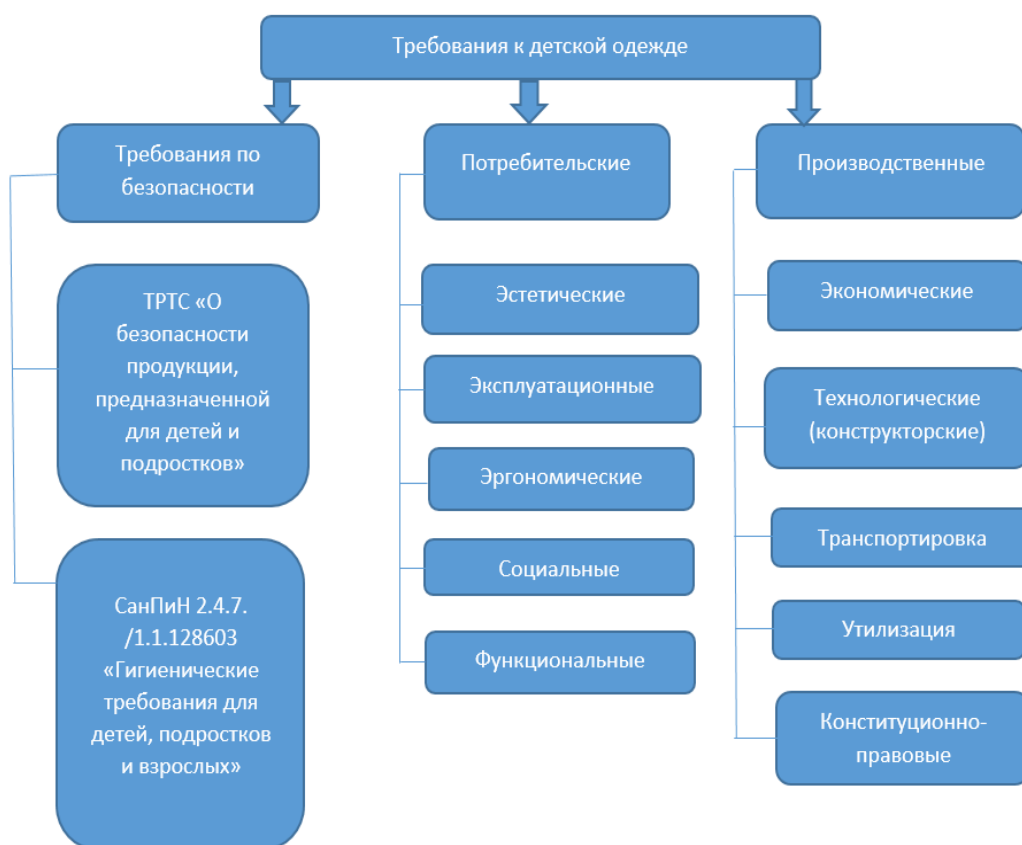


Рисунок 1.3 - Требования к детской одежде

Немалую роль играет удобство при эксплуатации изделия. Одежда не должна стеснять движения и вызывать отрицательные ощущения [50, 59, 82].

Социальные требования отражают спрос покупателей на детскую одежду целесообразного ассортимента, отвечающую основам общественного воспитания детей и выдерживающую конкурентоспособность на внутреннем и внешнем рынках [6].

Под функциональными требованиями подразумевается соответствие одежды определенному назначению. Назначение одежды может быть бытового и специального характера. Для детей младшего дошкольного возраста следует предусматривать простые и удобные застежки в легко доступных местах, таким образом у ребенка формируется самостоятельность.

К эстетическим требованиям должен быть осуществлен подход с двух сторон: родителя, как ответственного лица, и ребенка. Что касается детей, то

стоит в первую очередь разграничить возрастные группы. Из-за особенностей психологического и физического развития у детей различных возрастных групп эстетические предпочтения будут отличаться [31, 42]. Для дошкольников определяющим фактором служит цвет, в школьном возрасте появляются первые кумиры в качестве различных персонажей и героев. Рисунки на одежде с различными героями мультфильмов достаточно популярны, т.к. дети хотят иметь в своем гардеробе одежду с любимым персонажем. Подростки в большинстве своем ориентируются на модные тенденции [49, 64].

Эстетическая оценка взрослого человека реальных изделий выявляется при сопоставлении их с идеалом, т.е. представлением человека о прекрасном. Понятие «прекрасное» складывается в сознании человека под влиянием ряда факторов: уровня жизни общества, условий труда, уровня культуры и производства, климатических, национальных особенностей и др.

На эстетические свойства одежды непосредственно влияют ее геометрическая форма и свойства применяемых материалов [31, 38].

Эргономические требования можно выразить одним емким и в то же самое время субъективным словом «комфорт». С точки зрения потребителя комфорт складывается из тактильных ощущений и психологической удовлетворенности внешним видом изделия, а также хорошего самочувствия в процессе эксплуатации. Это обеспечивается комплексом различных факторов, например, таких как безопасность, гигроскопичность и др. Конструкторские решения детской одежды особенно важны, т.к. при эксплуатации она не должна сковывать движения ребенка, сдавливать, натирать, быть тяжелой и т.п. [10, 55].

Грамотная комбинация гигиенических свойств материала и конструкторского решения обеспечивает комфортные ощущения при эксплуатации одежды [13, 52]. Изделия, предназначенные для детей и подростков должны быть безопасными.

Требования по безопасности данной продукции обязательны к исполнению и отражены в ТРТС007/2011 [71] и СанПиН 2.4.7. /1.1.1286-03 [62].

**1.2.1 Анализ требований, установленных Техническим Регламентом  
Таможенного Союза 007/2011 «О безопасности продукции,  
предназначенной для детей и подростков» и СанПиН 2.4.7. /1.1.1286-03  
«Гигиенические требования к одежде для детей, подростков и  
взрослых, товарам детского ассортимента и материалам для  
изделий(изделиям), контактирующим с кожей человека»**

И ТР ТС [71], и СанПиН [62] направлены на обеспечение безопасности при эксплуатации, но требования санитарных правил распространяется как на детей и подростков, так и на взрослое население. Под действие ТР ТС попадает вся продукция, предназначенная для детей и подростков.

По требованиям гигроскопичности и воздухопроницаемости предусмотрена только подкладка изделия, относящаяся к третьему слою. Но для изделий, имеющих подкладку, ткань верха и утеплитель, предъявление требований только к подкладке теряет смысл, т.к. если ткань верха будет иметь показатель по воздухопроницаемости нулевое значение, то неважно насколько будет воздухопроницаема подкладка.

Существующий стандартный метод по определению гигроскопичности [22] не предусматривает испытания для пакета изделия, состоящего из ткани верха, утеплителя и подкладки. Также в санитарных нормах нет требований к устойчивости окраски изделия, что влияет на качество и внешний вид изделия.

В результате анализа требований, предъявляемых в нормативно-технической документации, были выявлены недостатки, а именно:

- отсутствует определение понятия «площадь контакта с кожей»;
- отсутствует определение понятия «эпизодическое использование»;
- отсутствие требований к третьему слою одежды (верхней одежде) как к пакету изделия;
- отсутствие требований к теплозащитным свойствам (тепловое сопротивление, теплопроводность).

Несмотря на то, что в соответствии с нормативно-технической документацией предъявляются требования к подкладке по воздухопроницаемости и гигроскопичности, свойства пакета изделия как единой системы будут меняться в зависимости от комбинации слоев внутри пакета изделия и конструктивных особенностей (клапаны, вырезы, силуэт). Утеплитель в системе пакета изделия играет важную роль [29-30]. Т.к. утеплитель способен удерживать влагу, при этом происходит снижение теплозащитных свойств.

При проектировании, разработке требований к детской одежде необходимо учитывать психоэмоциональные и физиологические особенности детского организма.

### **1.3 Влияние физиологических аспектов развития детского организма на выбор материалов для детской одежды**

Определение внешних параметров и нахождение взаимосвязей между ними, при которых поддержание гомеостаза требовало бы минимальных усилий, является важной задачей, решение которой приведет к сохранению здоровья детского организма и обеспечит комфортное состояние пододежного микроклимата. Для того, чтобы понять, как решать эту задачу, необходимо хотя бы в общих чертах понимать физиологические механизмы поддержания гомеостаза.

Современный человек в своей повседневной жизни одевает своих детей в соответствии со своими привычками и информацией о метеорологических условиях. При этом он опирается на субъективные тепловые ощущения. Регуляция теплообмена организма со средой связана с изменением поведения человека, т.е. более или менее произвольное изменение позы, а также включает выбор одежды, в которой определяется площадь свободного теплообмена со средой: длина изделия, длина рукава, вырез горловины, вид застежки, свобода облегания и др.. Афферентными стимулами для такого рода поведенческих

реакций служат субъективные ощущения тепла и холода. Теплоощущения являются субъективной оценкой человека своего теплового состояния. В стремлении защитить своего ребенка от холода родитель пытается увеличить необходимое количество слоев одежды, что не всегда требуется, а наоборот может нанести вред здоровью. Возможность оценить комфортность микроклимата пододежного пространства пакетов материалов является инструментом, с помощью которого возможно решение сохранения здоровья детского организма.

Поддержание температуры тела на постоянном уровне происходит за счет внутренних терморегуляционных процессов, усиление данных процессов за счет изменения внешних условий ведет к повышению напряженности работы организма.

Физиология подростка ближе к физиологии взрослого человека, чем ребенка [34, 63]. В детском возрасте для развития организма метаболическое тепло имеет основное значение. Пространственное распределение температуры меняется при изменениях пропорций тела на разных этапах созревания организма. Пропорции -это соотношение различных частей друг к другу. Пропорции тела значительно изменяются в зависимости от возраста (рисунок 1.4). Изменения в основном происходят за счет уменьшения относительных размеров головы и туловища и увеличения относительной длины конечностей. Изменения пропорций отдельных частей тела детей в процессе роста происходит неравномерно. Поэтому одежда для детей по своим размерам не может быть ни уменьшенной копией одежды для взрослых, ни одинаковой по своим пропорциям с одеждой для детей различных возрастов [6, 74].

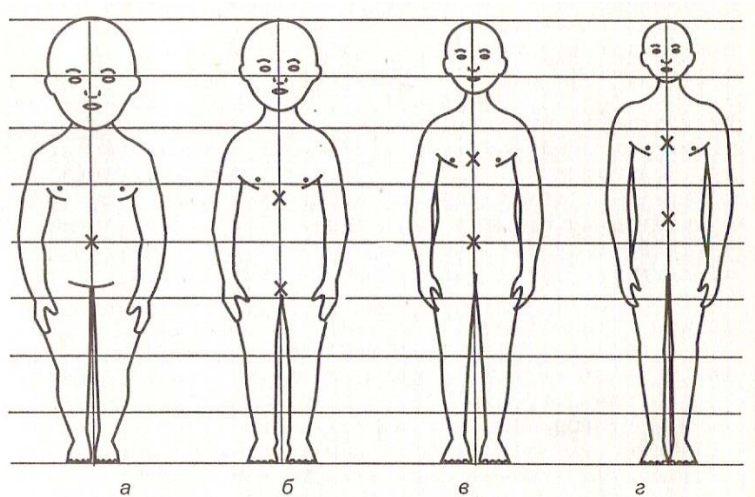


Рисунок 1.4 - Детские пропорции и телосложение по данным Штратца [6]:  
а - новорожденный; б - двухлетний; в – шестилетний; г – двенадцатилетний

Помимо различий в пропорциях тела и типов фигур, существует разница среди возрастных групп в терморегуляции тела.

Данные о температуре кожи различных участков тела представлены в таблице 1.1 [2].

Таблица 1.1 - Температура кожи различных участков тела

| Участок поверхности тела | Температура, °С |
|--------------------------|-----------------|
| Подмышечная впадина      | До 37           |
| Надплечье                | 36              |
| Плече                    | 32              |
| Предплечье               | 32              |
| Кисть                    | 28              |
| Бедро                    | 34              |
| Голень                   | 31              |
| Стопа                    | 27-28           |

Тепловой баланс в организме поддерживается благодаря высокой теплоемкости крови. У ребенка теплопроводность может меняться в 4–7 раз в зависимости от толщины мышечного и подкожно-жирового слоя в соответствующей части тела, в связи с высокой скоростью кровотока.

Наибольшие колебания теплопроводности наблюдаются в конечностях, где кровоток осуществляется по принципу противотока [2, 35].

Таким образом, сердечно-сосудистая система ребенка является важным компонентом терморегуляции, и перенапряжение терморегуляторного аппарата в целом приводит к значительным нагрузкам на сердечно-сосудистую систему [2].

Тепловое состояние организма может оцениваться по следующим показателям:

- состояние кожных покровов (побледнение, покраснение);
- состояние поверхностных вен на лбу и конечностях;
- температура тела, температура кожи;
- разность температур кожи туловища и конечностей;
- величина потоотделения,

а также общие физиологические показатели:

- функции дыхания (легочная вентиляция, частота дыхания);
- показатели гемодинамики (минутный объем кровотока, частота сердечных сокращений, пульсовое давление, артериальное давление и др.);
- водно-солевой обмен.

Умственная и физическая работоспособность во многом зависит от того, как человек оценивает свое тепловое состояние [75]. Наиболее тесная корреляционная связь теплоощущений с объективными показателями теплового состояния человека наблюдается при его пребывании в относительном покое, а также и при выполнении легких физических работ. В меньшей степени такая связь выражена при выполнении человеком как тяжелых, так и также работ с выраженным нервно-эмоциональным напряжением, что необходимо учитывать при оценке микроклимата.

Вода, содержащаяся в теле, испаряется при любой температуре воздуха. Процесс испарения требует затраты энергии. Организм отдает энергию испаряющимся частицам и благодаря этому охлаждается. Этот процесс всегда протекает совершенно одинаково. Известно, что при испарении 1 см<sup>3</sup> воды

затрачивается около 0,58 ккал тепла. В условиях теплового комфорта и охлаждения человек, находящийся в состоянии относительного физического покоя, теряет влагу путем диффузии (неощутимая перспирация) с поверхности кожи и верхних дыхательных путей. Путем испарения в окружающую среду отдается 23 – 27% общего тепла. При этом в норме 1/3 потерь приходится на испарение с поверхности верхних дыхательных путей и 2/3 с поверхности кожи. На влагопотери путем диффузии оказывает влияние давление водяных паров в воздухе, окружающем человека. Поскольку в земных условиях изменения давления водяных паров невелики, величину влагопотерь вследствие испарения диффузной влаги принято считать относительно постоянной (30-50 г/ч). Несколько колеблется она лишь в зависимости от кровоснабжения кожи. Функция потовых желез почти исключительно обуславливается необходимостью отдавать «излишки» продуцируемого или получаемого извне количества тепла. Для выполнения этой задачи они расходуют воду, содержащуюся в организме. В состоянии покоя потоотделение начинается при температуре окружающего воздуха 28 – 29°C, а при температуре выше 34 °C теплоотдача вследствие испарения и потоотделения является единственным способом теплоотдачи организма. Значительные вариации величины потери влаги путем потоотделения является иллюстрацией того, что этот показатель зависит не только от факторов среды, но и таких индивидуальных особенностей людей, как величина поверхности тела, состояния кожного покрова, также количества слоев и подбора пакета материалов одежды. Известно также, что выделение пота под влиянием эмоционального возбуждения обнаруживает большую индивидуальную изменчивость в отношении легкости, с которой оно может быть вызвано. В среднем у человека величина потоотделения редко превышает 1500 г/ч. При оценке теплового состояния организма представляет интерес не только абсолютная величина потеря влаги организмом, но и доля теплоотдачи испарением в общей величине теплопотерь. При теплоотдаче испарением, достигающей 40% общих теплопотерь, уже отмечается напряжение механизмов терморегуляции, субъективно оцениваемых как «тепло» [67]. Высокая (в

зависимости от влажности воздуха) охлаждающая способность испарения пота сохраняется до момента профузного потоотделения, когда избыток пота начинает стекать с поверхности тела, не испаряясь и не удаляя из организма соответствующего тепла [67]. При профузном потоотделении может быть потеряно 10-30 г хлоридов (при общем содержании их в теле около 165 г). Резкий сдвиг водного и электролитного баланса могут привести к ряду выраженных нарушений.

#### **1.4 Влияние психологических аспектов развития детей на выбор материалов для детской одежды**

Согласно Л.С. Выготскому: «процесс психического развития – это процесс взаимодействия реальных и идеальных форм» [48]. Ребенок не сразу осваивает духовное и материальное богатство человечества. Но вне процесса освоения идеальных форм вообще невозможно развитие. Поэтому психическое развитие ребенка – это особый процесс.

Развитие психики может идти медленно и постепенно, а может – быстро и резко. Выделяются стабильные и кризисные стадии развития.

Л.С. Выготский под кризисом развития понимал сосредоточение резких и капитальных сдвигов и смещений, изменений и переломов в личности ребенка.

Принято выделять следующие кризисы: кризис новорожденности (0-2 месяца); кризис 1 года; кризис 3 лет; кризис 7 лет; кризис 12 лет; юношеский кризис 15 лет; кризис определения пути (19-30 лет); кризис творческой активности (30-45 лет); кризис среднего возраста (45-60 лет); кризис подведения итогов. В данной работе мы рассмотрим возрастной период от 1 года до 18 лет. Кризис новорожденности не будет рассматриваться в силу преобладания физиологии. Уже в 1 год ребенок начинает проявлять самостоятельность, это связано с появлением новых возможностей (переход от ползания к хождению, развитие речи). В этот период происходит становление самосознания, приобретение туалетных навыков, развитие речи. Особенно ярким и трудным

становится кризис 3 лет. Это период характеризуется проявлением негативизма, своеволия, протеста, бунта, строптивости, упрямства. В рамках модели Ньюфелда это можно считать симптомами альфа-комплекса, так как рождение личности и собственной воли требует защиты от внешних воздействий. Происходит рождение своего собственного «Я». Таким образом трехлетнего ребенка уже можно позиционировать в качестве покупателя. В результате кризиса 7 лет появляются такие новообразования как: возникновение интегративного мышления; формирование иерархии побуждений, иерархии мотивов; рождение Я-концепции, самооценки. Меняется поведение – исчезает детская непосредственность, в действиях появляется больше осознанности. В 12 лет происходит переоценка ценностей и соотнесения себя и общества [48, 61]. Появляется желание самовыражения, принадлежности к какой либо группе, что частично можно осуществить через одежду. Начиная с этого периода, возрастает роль моды при составлении гардероба. Интерес к моде поддерживается с помощью средств массовой информации, различными передачами о стиле и моде.

Очевидно, что детская одежда предназначена для детей, но покупают и принимают окончательное решение по приобретению родители. Однако в современном мире большое значение стали придавать развитию ребенка, вероятно, это связано с все возрастающим информационным полем. Значимую часть в развитии ребенка, в том числе как личности, занимает предоставление различного рода свободы выбора, например, выбор одежды. При этом формируется самостоятельность. В условиях огромного ассортиментного ряда, чтобы выдержать конкуренцию детская одежда должна быть в первую очередь ориентирована на ребенка. Вот почему так важно учитывать психологические и физиологические аспекты развития детей.

### **1.5 Параметры и факторы, влияющие на комфорт микроклимата пододежного пространства детской одежды**

В современном мире понятие «комфорта» одежды неотрывно связано с безопасностью изделия, т.к. обеспечение оптимальных показателей свойств, характеризующих комфортное состояние организма (паропроницаемость, теплопроводность, гигроскопичность и др.), отражает его нормальное функционирование. Особенное значение имеет безопасность детской одежды. В соответствии с нормативно-технической документацией [62, 71] контролируют следующие показатели: воздухопроницаемость, гигроскопичность, электризуемость. Подразумевается, что данные свойства должны в полной мере отображать безопасность изделия с гигиенической точки зрения, однако не учитываются такие свойства как паропроницаемость, тепловое сопротивление, влажность и др. [86, 95, 105]. При этом должны быть применены адекватные методики определения показателей гигиенических свойств.

Комфортное состояние организма принято отождествлять с тепловым комфортом организма. Под тепловым комфортом понимается термически нейтральное состояние, не вызывающее напряжения механизмов терморегуляции. На основании исследований физиологов, гигиенистов в качестве критерия оценки теплового комфорта используется средневзвешенная температура кожи (далее СВТК). Температура внутри организма, или, согласно литературным источникам, температура «ядра» [65, 84], отличается от температуры поверхностных тканей. При нормальных условиях внешней среды температура тела (температура внутренних органов) колеблется в пределах  $37,1 - 37,3$  °C, а температура кожи различных участков тела неодинакова, (таблица 1.1) [2].

В связи с тем, что теплообменные процессы проходят около поверхности кожи логично опираться на общепринятый показатель СВТК (средневзвешенная температура кожи), рассчитываемый по формуле:

$$CBTK = \frac{t_1 S_1 + t_2 S_2 + \dots + t_n S_n}{S} \quad (1.1)$$

где,  $n$  - число участков кожи (точек) измерения температуры;  $t_n$  – температура  $n$ –ого участка тела;  $S_n$ – площадь  $n$ –ого участка поверхности тела с температурой  $t_n$ .

В нормативно-технической документации [62, 71] показатель СВТК используется в качестве одного из критериев оценки теплового комфорта организма в зависимости от интенсивности рабочей деятельности, выражаемой в Вт/м<sup>2</sup> (энерготраты). Показатель СВТК справедлив для косвенной оценки физиологических процессов, протекающих в организме, отражающих допустимые и недопустимые условия для сохранения здоровья. Установленная корреляционная связь между средневзвешенной температурой кожи и шкалой теплоощущения позволяет оценить пределы теплового комфорта в условиях относительного покоя (таблица 1.2).

При интенсивных физических и психоэмоциональных нагрузках связь теплоощущений и объективного теплового состояния человека выражена в меньшей степени, что необходимо учитывать.

Однако данные по температуре кожи нецелесообразно использовать для оценивания комфорта в системе «человек – одежда – окружающая среда», т.к. в этом уравнении отсутствует элемент «одежда», которая также влияет на обеспечение комфортного состояния организма. Температура тела поддерживается на постоянном уровне за счет терморегуляции. Охлаждение организма происходит в процессе потоотделения, испаряющаяся влага снижает температуру тела. Одежда в этом случае выполняет барьерную функцию, в зависимости от свойств материалов, конструкции, комплектации, влага либо проходит беспрепятственно, либо задерживается в пододежном пространстве, вызывая дискомфорт.

Таблица 1.2 - Теплоощущения, средневзвешенная температура кожи и влагопотери организма человека при относительном покое [70]

| Теплоощущения | средневзвешенная температура кожи СВТК, °С | Потери влаги, г/ч                                      |
|---------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Очень жарко   | $\geq 36,0$                                | 500-2000 значительная часть пота стекает               |
| Жарко         | $36,0 \pm 0,6$                             | 250-500 значительная часть пота стекает                |
| Тепло         | $34,9 \pm 0,7$                             | 60-250 пот не стекает                                  |
| Комфорт       | $33,2 \pm 1,0$                             | $50 \pm 10$ пот не выделяется                          |
| Прохладно     | $31,1 \pm 1,0$                             | 40 пот не выделяется                                   |
| Холодно       | $29,1 \pm 1,0$<br>( $27,9 \pm 1,5$ )       | Влагопотери как показатель теплоощущений не характерны |
| Очень холодно | Ниже 28,1<br>(26,4 и ниже)                 |                                                        |

П.Н. Умняков [74] предлагает использовать среднюю температуру одежды и открытых участков кожи, определяемую по пяти характерным точкам на внешней поверхности одежды туловища, плеча, бедра, голени, стопы и по двум характерным точкам лба, кисти, рассчитываемую по формуле:

$$\tau_{\text{ч}} = \frac{\tau_{\text{т}}F_{\text{т}} + \tau_{\text{п}}F_{\text{п}} + \tau_{\text{б}}F_{\text{б}} + \tau_{\text{гол}}F_{\text{гол}} + \tau_{\text{ст}}F_{\text{ст}} + \tau_{\text{л}}F_{\text{л}} + \tau_{\text{к}}F_{\text{к}}}{F_{\text{т}} + F_{\text{п}} + F_{\text{б}} + F_{\text{гол}} + F_{\text{ст}} + F_{\text{л}} + F_{\text{к}}} \quad (1.2)$$

где,  $\tau_{\text{ч}}$  – средняя температура внешней поверхности одежды человека и открытых участков кожи;  $\tau_{\text{т}}$  – температура туловища;  $\tau_{\text{п}}$  – температура плеча;  $\tau_{\text{б}}$  – температура бедра;  $\tau_{\text{гол}}$  – температура голени;  $\tau_{\text{ст}}$  – температура стопы;  $\tau_{\text{л}}$  – температура лба;  $\tau_{\text{к}}$  – температура кисти;  $F_{\text{т}}$  – площадь туловища;  $F_{\text{п}}$  – площадь плеча;  $F_{\text{б}}$  – площадь бедра;  $F_{\text{гол}}$  – площадь голени;  $F_{\text{ст}}$  – площадь стопы;  $F_{\text{л}}$  – площадь лба;  $F_{\text{к}}$  – площадь кисти.

Однако использование такого параметра как средняя температура внешней поверхности одежды человека и открытых участков кожи справедлива для расчетов теплообмена внутри помещения, что подразумевает два слоя одежды, одним из которых является нижнее белье. Исследования П.Н. Умнякова были направлены на нормирование климатических параметров производственных помещений текстильной и легкой промышленности. Для обеспечения комфортного состояния организма в пакете из трех и более изделий требуется другой подход.

Рассматривая пакет одежды из нескольких изделий стоит отметить, что между слоями находится воздушная прослойка. По данным работы [35] минимальная толщина воздушной прослойки должна составлять не менее 1 мм между телом и первым слоем одежды, не менее 3 мм между верхней одеждой и предыдущим слоем, между остальными видами одежды по 2 мм. Как правило, толщина воздушной прослойки больше, что допускается. Она зависит от степени прилегания и силуэта одежды. Ряд ученых [90, 91, 104] исследовали зависимость свойств одежды от толщины воздушной прослойки и площади контакта с использованием метода трехмерного сканирования и установили, что площадь контакта одежды и нижней части тела больше чем верхней.

От толщины воздушной прослойки зависит не только свобода в движении, но и теплоизоляционные свойства пакета изделий. Процесс теплопередачи происходит за счет конвекции, излучения (радиации) и испарения. По данным исследований зарубежных ученых [116] при толщине воздушной прослойки 8 – 11 мм происходит процесс отдачи тепла путем конвекции. По данным П.Н. Умнякова [74] в воздушной прослойке толщиной 10 мм и меньше передача тепла конвекцией отсутствует, и будет происходить за счет теплопроводности воздуха.

Для живых организмов характерна отдача тепла за счет испарения влаги с поверхности кожи. В рамках системы «человек – одежда – среда» одежда выступает в качестве объекта, выполняющего функции переноса влаги от человека в окружающую среду. В работе зарубежных ученых [116] был проведен эксперимент, направленный на изучение теплоизоляционных свойств одежды с

различным содержанием влаги, при котором использован тепловой манекен, имитирующий человеческое тело, температура поддерживалась на уровне 34 °С. Были составлены комбинации из нижнего белья и комбинезонов разных размеров (S, M, L). Нижнее белье в течении 5 минут при температуре воды 25 °С обработали в стиральной машине с отжимом, в результате получив нижнее белье с содержанием влаги в 700 г, 500 г, 200 г и 100 г. После чего на тепловой манекен надевалось влажное нижнее белье, поверх него – комбинезон с затяжкой в местах воротника, манжет и в нижней части ног. Эксперимент проводился при температуре воздуха  $21 \pm 0,5$  °С, влажности  $55 \pm 5$  % и скорости ветра 0,15 м/с. Результаты исследования показали, что с увеличением содержания влаги в одежде снижается тепловое сопротивление, при этом толщина воздушной прослойки в меньшей степени влияет на теплоизоляционные свойства одежды.

Следует отметить, что увлажнение одежды происходит при интенсивном потоотделении. Потоотделение – это естественный процесс охлаждения организма путем испарения влаги с поверхности кожи. В случае, когда одежда обладает «хорошими» гигиеническими свойствами, в условиях активных физических нагрузок, лишняя влага выводится через одежду в окружающую среду, и организм не испытывает дискомфорта.

Дети, как правило, активны, и обеспечение комфортного микроклимата в пододежном пространстве для них особенно важно, т.к. влияет на сохранение здоровья. К примеру, в результате прогулки ребенок вспотел, одежда под курткой влажная, а дома открыто окно для проветривания, в результате ребенок разденется и поток холодного воздуха может вызвать простуду. Поэтому имеет особое значение грамотное сочетание гигиенических свойств материалов одежды в пакете изделий.

Помимо теплового комфорта при чрезмерном увлажнении одежды может возникать и неприятное тактильное ощущение «сырой» одежды. К тому же возможно образование конденсата [115] на внутренней поверхности верхней одежды при разнице температур поверхности кожи и внешней среды более чем на 12°С.

За способность выводить парообразную влагу из пододежного пространства отвечает паропроницаемость [83]. Изучением влияния содержания влаги внутри материала и конденсата на скорость паропроницаемости занимались Y.J. Ren и J.E. Ruckman [108], и установили, что влажность материала в большей степени влияет на скорость паропроницаемости в изотермических и неизотермических условиях, чем конденсат. Однако оба эти параметра увеличивают скорость переноса водяного пара. Для достижения оптимального уровня влажности материала и его паропроницаемости Brojeswari Das, Apurba Das, Vijay Kothari, Raul Fangiero и Mario D. Araujo [87] предложили использовать смешанные ткани с содержанием вискозы и полиэфирного волокна. За счет гидрофильной вискозы материал будет впитывать лишнюю влагу с поверхности кожи, а гидрофобные полиэфирные волокна выводить излишки влаги наружу. Паропроницаемость, влажность, теплопроводность, тепловое сопротивление, воздухопроницаемость и прочие свойства взаимосвязаны [94, 99, 100, 106, 114, 117].

Применение материалов с высокими сорбционными свойствами, как отмечают В.П. Склянников, Р.Ф. Афанасьева, Е.Н. Машкова, позволяет снижать их воздухопроницаемость за счет достаточной величины и скорости поглощения и отдачи как парообразной влаги, так и влаги в капельно-жидком состоянии, благодаря высокой капиллярности.

Большой запас суммарного теплового сопротивления материалов повышает их воздухопроницаемость без заметного падения теплового сопротивления, особенно для одежды, эксплуатируемой в условиях повышенной скорости ветра.

В результате исследования вопроса о корреляции паро- и воздухопроницаемости материалов одежды определено, что материалы с относительно высокой пористостью не различаются показателями паропроницаемости (в отличие от воздухопроницаемости), т.о. корреляционная связь между рассматриваемыми свойствами отсутствует.

Намокание материалов наряду с повышением их теплопроводности вызывает также дополнительное снижение температуры их поверхности вследствие испарения влаги с нее [107, 109, 110].

Весьма отрицательно влияет на теплоизоляционные свойства материалов конденсация влаги во внутренних слоях одежды [101, 103].

Для поддержания комфортного микроклимата в пододежном пространстве большое значение имеет выявление роли каждого из слоев в выведении влаги из среды с повышенной влажностью и изучение кинетики процесса влагопередачи многослойной одеждой.

## ГЛАВА 2 АНАЛИЗ СВОЙСТВ И ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ДЕТСКОЙ ОДЕЖДЫ

### 2.1 Системный подход к формированию пакетов и слоев детской одежды

На основании теории информационного поля предлагаем определять множества материалов по функциональным признакам, так как в этом случае более четко определена генерируемая информация, т.е. та, которая способствует достижению конечной цели.

При определенном воздействии на систему необходимо ввести временной фактор, а также зону действия веществ и полей друг на друга, поэтому основные методы исследования свойств материалов можно определять в соответствии с этими воздействиями [38].

Детская одежда может быть представлена как конечное множество функциональных элементов, выделенных из среды с определенной целью в рамках определенного временного интервала:

$$S = \langle \mathcal{E}, P, Y, SR, \Delta T \rangle, \quad (2.1)$$

где  $\mathcal{E}$  – элементы, компоненты,  $\mathcal{E} = \{\varepsilon_i\}$ ;  $P$  – связи,  $P = \{p_i\}$ ;  $Y$  – цель;  $SR$  – среда;  $\Delta T$  – интервал времени – период, в рамках которого будет существовать система.

Временной интервал введен с целью определения комфортного состояния пододежного микроклимата, т.к. эксплуатация одежды – это протяженный во времени процесс. Продолжительность носки одежды может изменяться в зависимости от условий эксплуатации, внешних климатических условий и других причин. Состояние комфорта микроклимата в пододежном пространстве меняется в зависимости от времени эксплуатации одежды. В условиях накопления влаги в пододежном пространстве со временем происходит снижение уровня комфортности в связи с возникновением неприятных тактильных ощущений «сырой одежды», снижения теплозащитных свойств одежды и т.п.

Говоря о свойствах, мы всегда имеем в виду определенные свойства материалов, т.е. между свойствами ткани и ее влияющими на изменение

микроклимата характеристиками существует определенная зависимость. Это значит, что, если необходимо создать изделие совершенно определенного вида, следует из огромного разнообразия материалов выбрать только те, которые своими характерными свойствами в связи с заданными параметрами смогут обеспечить постоянство пододежного микроклимата. Все материалы, используемые для одежды, могут быть отнесены к определенным множествам.

Каждая группа материалов, входящая в систему детской одежды должна отвечать определенным требованиям в зависимости от того к какому слою она относится в соответствии с ТР ТС, и какому классу принадлежит в соответствии с СанПиН.

Таким образом в соответствии с ТР ТС имеем основные слой- множества: С1, С2, С3; в соответствии с СанПиН – множества: К1, К2, К3.

Используя системный подход, следует установить уровень связей между слоями, классами и пакетами материалов. Ранее нами было установлено, что в изделии связи между элементами могут быть постоянными и временными, а также что одной и той же материал может соответствовать разным множествам. Так для получения заданного швейного изделия следует создавать так называемые универсальные множества, которые содержат все материалы, обеспечивающие заданный микроклимат в пододежном пространстве. Варьируя сочетания материалов, типы конструкций, вид и технологию изготовления пакета, можно получить множество вариантов систем материалов, формирующих изделие, а для создания системы, обладающей заданными свойствами, следует определить значимые параметры исходных материалов, которые определяются исходя из их взаимодействия в системе.

Следовательно, один и тот же материал может одновременно принадлежать разным множествам - либо пакету материалов ( $M_n$ ), либо слою ( $M_c$ ), либо классу ( $M_k$ ). Так, например, подкладка принадлежит к множествам  $M_c$  и  $M_n$ . В соответствии с ТР ТС подкладка оценивается как третий слой (С3) и одновременно является частью пакета материалов, например, куртки или пиджака.

Во влиянии на поддержание пододежного микроклимата важную роль играет материал и его принадлежность к слою. Представим взаимосвязь этих компонент в виде матрицы M1 и получим:

$$M1 = \begin{matrix} & & \begin{matrix} \text{ПМ} & \text{ОС} & \text{Р} \end{matrix} \\ \left\{ \begin{matrix} M_c \\ M_k \\ M_{\Pi} \end{matrix} \right. & \begin{matrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{matrix} \end{matrix}$$

где  $M_c$ –слой,  $M_k$ –класс,  $M_{\Pi}$ –пакет материалов, ПМ–пододежный микроклимат, ОС–окружающая среда, Р– наблюдение за ребенком.

Полученная матрица описывает идеальное состояние, когда все факторы обеспечивают комфортное состояние микроклимата в пододежном пространстве детской одежды. Единица на пересечении компонент соответствует поддержанию комфортного состояния пододежного микроклимата, ноль будет указывать на дискомфорт. Таким образом, матрица, представленная ниже характеризует состояние, когда принадлежность к слою вызывает дискомфорт.

$$M2 = \begin{matrix} & & \begin{matrix} \text{ПМ} & \text{ОС} & \text{Р} \end{matrix} \\ \left\{ \begin{matrix} M_c \\ M_k \\ M_{\Pi} \end{matrix} \right. & \begin{matrix} 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{matrix} \end{matrix}$$

В случае, когда пакет материалов одежды подобран не рационально и не соответствует условиям окружающей среды, матрица будет иметь следующий вид:

$$M3 = \begin{matrix} & & \begin{matrix} \text{ПМ} & \text{ОС} & \text{Р} \end{matrix} \\ \left\{ \begin{matrix} M_c \\ M_k \\ M_{\Pi} \end{matrix} \right. & \begin{matrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \end{matrix} \end{matrix}$$

В условиях, когда ребенок выражает недовольство одеждой, это может быть связано, например, с принадлежностью материала к слою, не рациональным

подбором материала в пакет и не соответствовать климатическим условиям (М4).

$$M4 = \left\{ \begin{array}{cc} & \begin{array}{ccc} \text{ПМ} & \text{ОС} & \text{Р} \end{array} \\ \begin{array}{c} M_c \\ M_k \\ M_{\Pi} \end{array} & \begin{array}{ccc} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{array} \end{array} \right\}$$

Когда матрица описывает состояние полного дискомфорта, она будет иметь вид:

$$M5 = \left\{ \begin{array}{cc} & \begin{array}{ccc} \text{ПМ} & \text{ОС} & \text{Р} \end{array} \\ \begin{array}{c} M_c \\ M_k \\ M_{\Pi} \end{array} & \begin{array}{ccc} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{array} \end{array} \right\}$$

Материалы изделия выполняют определенную информационную функцию, создавая таким образом информационное поле [15].

При этом разнообразие внутри типов может быть обеспечено за счет комбинаторного синтеза следующего вида: размещения, перестановки, сочетания. Перестановки в системах материалов представляют колоссальное поле возможных вариаций.

Системы пакетов материалов различаются в зависимости расположения элементов: «пакет», когда элементы соединяют вертикально, накладывая их один на другой  $M \equiv a_i \vee a_{i1} \vee a_{i2}$ , или  $M \equiv a_i \vee b_i \vee c_i$ ;

«мозаика» – элементы соединяют по горизонтали один за другим из одного или нескольких множеств:  $M \equiv a_i \wedge a_{i1} \wedge a_{i2} \wedge a_{i3}$  или  $M \equiv a_i \wedge b_i \wedge c_i \wedge a_{i2}$ ;

«чешуя», когда закрепление элементов «пакета» осуществляется дискретно  $M \equiv a_i \wedge (a_{i1} \vee a_{i2})$  или  $M \equiv (a_i \wedge a_{i1}) \vee a_{i2} \vee a$ .

«черепашка» смешанные системы, в которых участки «мозаики» чередуются с участками «пакета» [52].

Варьируя различные сочетания материалов, типы конструкций, характер получаемого пакета и технологию его получения мы можем получить множество вариантов систем. Поэтому для создания системы, обладающей заданными свойствами следует определить значимые параметры исходных материалов.

Материалы, входящие в системы могут иметь однородные характеристики  $Z_1=Z_2=Z_3=Z_n$ ), сдвинутые характеристики  $Z_2=Z_1+Z_i'$ ), с разнородными характеристиками  $Z_{ij} = 1/Z_i$ , и инверсными характеристиками  $Z_{ij} = -Z_i$ ,  $z_{ij} = -1/Z_i$ .

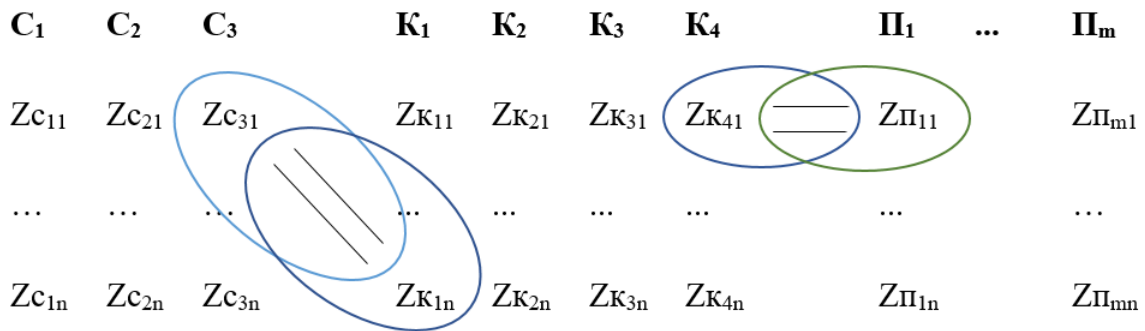


Рисунок 2.1 - Система множеств с пересекающимися характеристиками

Т.к. материал может принадлежать различным множествам, наиболее важные характеристики могут пересекаться, совпадать или отличаться (рисунок 2.1):

$$Z_{C31} = C_3 \cap K_1,$$

$$Z_{C31} = \{z_{c31} \mid z_{c31} \in C_3 \text{ и } z_{c31} \in K_1\}; \quad (2.1)$$

$$Z_{K1n} = C_3 \cap K_1,$$

$$Z_{K1n} = \{z_{k1n} \mid z_{k1n} \in C_3 \text{ и } z_{k1n} \in K_1\}; \quad (2.2)$$

$$Z_{K41} = K_4 \cap P_1,$$

$$Z_{K41} = \{z_{k41} \mid z_{k41} \in P_1 \text{ и } z_{k41} \in K_4\}; \quad (2.3)$$

$$Z_{P11} = K_4 \cap P_1,$$

$$Z_{P11} = \{z_{p11} \mid z_{p11} \in P_1 \text{ и } z_{p11} \in K_4\}, \quad (2.4)$$

где  $Z$  – характеристика;  $C$  – слой множество,  $K$  – класс множество,  $P$  – пакет множество.

Чтобы выявить пересекающиеся и совпадающие характеристики, необходимо провести исследование в области наиболее значимых свойств материалов детской одежды, влияющих на комфорт изделия, с точки зрения потребителя и эксперта.

## **2.2 Анализ потребительского мнения относительно наиболее значимых свойств материалов детской одежды**

На процесс производства той или иной продукции оказывает влияние потребитель. Непосредственным потребителем детской одежды являются, естественно, дети. Но в силу возраста они не могут принимать окончательное решение по приобретению товара. Интересы родителей и малышей не всегда совпадают, т.к. требования с обеих сторон различны. Если для детей, как было сказано выше, важен комфорт и внешняя привлекательность, то родителей в большей степени беспокоит безопасность продукции и ее практичность при эксплуатации [122].

Предприятия, в полной мере понимающие требования покупателей, повышают свою способность конкурировать на рынке. Все потребители имеют скрытые и очевидные потребности, которые влияют на их удовлетворенность, либо неудовлетворенность. Для анализа ожиданий родителей и понимания чего они желают или нет была использована модель Кано [3, 97].

Первым этапом необходимо было выяснить, какие с точки зрения родителей свойства одежды являются наиболее важными. Для этого был проведен опрос среди родителей [14], у которых есть дети в возрасте от трех до семи лет. Всего в опросе участвовало 50 человек (приложение А). Опрос проводился заочно с использованием сети Internet, что позволяет предполагать обширную географию, а не только один регион. В результате проведенного опроса было выявлено восемь, наиболее важных для родителей, характеристик детской одежды:

1. Химико-биологическая безопасность;
2. Воздухопроницаемость;

3. Гигроскопичность;
4. Устойчивость окраски к стирке;
5. Обеспечение комфортного состояния;
6. Соответствие одежды своему назначению;
7. Тепловое сопротивление;
8. Колористическое оформление.

Следующий этап заключался в анализе полученных характеристик с помощью модели Кано. Данный инструмент позволяет понять ожидания потребителей (родителей) при использовании одежды для детей. Была разработана анкета модели Кано (таблица 2.1).

Таблица 2.1 - Анкета по модели Кано

| № свойства | Характеристика свойства                                                                                                     | Ответы |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1          | <i>Как Вы отнесетесь к тому, что детская одежда <b>будет</b> отвечать требованиям химико-биологической безопасности?</i>    |        |
|            | <i>Как Вы отнесетесь к тому, что детская одежда <b>не будет</b> отвечать требованиям химико-биологической безопасности?</i> |        |
| 2          | <i>Как Вы отнесетесь к тому, что детская одежда <b>будет</b> обладать воздухопроницаемостью?</i>                            |        |
|            | <i>Как Вы отнесетесь к тому, что детская одежда <b>не будет</b> обладать воздухопроницаемостью?</i>                         |        |
| 3          | <i>Как Вы отнесетесь к тому, что детская одежда <b>будет</b> обладать гигроскопичностью?</i>                                |        |
|            | <i>Как Вы отнесетесь к тому, что детская одежда <b>не будет</b> обладать гигроскопичностью?</i>                             |        |
| 4          | <i>Как Вы отнесетесь к тому, что детская одежда <b>будет</b> обладать устойчивостью окраски к стирке?</i>                   |        |
|            | <i>Как Вы отнесетесь к тому, что детская одежда <b>не будет</b> обладать устойчивостью окраски к стирке?</i>                |        |

Продолжение таблицы 2.1

| № свойства | Характеристика свойства | Ответы |
|------------|-------------------------|--------|
|------------|-------------------------|--------|

|   |                                                                                                 |  |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 5 | Как Вы отнесетесь к тому, что детская одежда <b>будет</b> обеспечивать комфортное состояние?    |  |
|   | Как Вы отнесетесь к тому, что детская одежда <b>не будет</b> обеспечивать комфортное состояние? |  |
| 6 | Как Вы отнесетесь к тому, что детская одежда <b>будет</b> соответствовать своему назначению?    |  |
|   | Как Вы отнесетесь к тому, что детская одежда <b>не будет</b> соответствовать своему назначению? |  |
| 7 | Как Вы отнесетесь к тому, что детская одежда <b>будет</b> обладать тепловым сопротивлением?     |  |
|   | Как Вы отнесетесь к тому, что детская одежда <b>не будет</b> обладать тепловым сопротивлением?  |  |
| 8 | Как Вы отнесетесь к тому, что детская одежда <b>будет</b> колористически оформлена?             |  |
|   | Как Вы отнесетесь к тому, что детская одежда <b>не будет</b> колористически оформлена?          |  |

Анкетиремым в соответствии с моделью Кано было предложено пять вариантов ответов:

1. «Мне это нравится»
2. «Так должно быть»
3. «Мне все равно»
4. «Я могу с этим жить/терпеть»
5. «Мне это не нравится» [3, 97].

Причем, в столбце «ответ» нужно было проставить соответствующий номер варианта.

Для дальнейшей обработки заполняли промежуточные таблицы, в строках которых пять вариантов ответов на вопрос, сформулированный положительно, а в столбцах - пять возможных ответов на вопрос, сформулированный отрицательно. Таким образом в полученную таблицу-матрицу свойства были помещены в одну из 25 ячеек в зависимости от ответов родителей. По каждому свойству были внесены данные, нормируемые на общее количество ответов (количество ответов

в ячейке делится на общее количество ответов/респондентов) и получена частота в процентах для дальнейшей обработки» (таблицы 2.2-2.9) [3, 97].

Таблица 2.2 - Проведение оценки химико-биологической безопасности

| «Функциональная характеристика, %» | «Дисфункциональная характеристика, %» |   |   |   |    |
|------------------------------------|---------------------------------------|---|---|---|----|
|                                    | 1                                     | 2 | 3 | 4 | 5  |
| 1                                  | 0                                     | 0 | 0 | 0 | 36 |
| 2                                  | 0                                     | 0 | 0 | 4 | 60 |
| 3                                  | 0                                     | 0 | 0 | 4 | 0  |
| 4                                  | 0                                     | 0 | 0 | 0 | 0  |
| 5                                  | 0                                     | 0 | 0 | 0 | 0  |

Таблица 2.3 - Проведение оценки воздухопроницаемости

| «Функциональная характеристика, %» | «Дисфункциональная характеристика, %» |   |   |    |    |
|------------------------------------|---------------------------------------|---|---|----|----|
|                                    | 1                                     | 2 | 3 | 4  | 5  |
| 1                                  | 0                                     | 0 | 0 | 14 | 20 |
| 2                                  | 0                                     | 0 | 0 | 16 | 46 |
| 3                                  | 0                                     | 0 | 4 | 0  | 0  |
| 4                                  | 0                                     | 0 | 0 | 0  | 0  |
| 5                                  | 0                                     | 0 | 0 | 0  | 0  |

Таблица 2.4 - Проведение оценки гигроскопичности

| «Функциональная характеристика, %» | «Дисфункциональная характеристика, %» |   |   |   |    |
|------------------------------------|---------------------------------------|---|---|---|----|
|                                    | 1                                     | 2 | 3 | 4 | 5  |
| 1                                  | 0                                     | 0 | 0 | 4 | 28 |
| 2                                  | 0                                     | 0 | 4 | 0 | 52 |
| 3                                  | 0                                     | 0 | 8 | 4 | 0  |
| 4                                  | 0                                     | 0 | 0 | 0 | 0  |
| 5                                  | 0                                     | 0 | 0 | 0 | 0  |

Таблица 2.5 - Проведение оценки устойчивости окраски к стирке

| «Функциональная характеристика, %» | «Дисфункциональная характеристика, %» |
|------------------------------------|---------------------------------------|
|------------------------------------|---------------------------------------|

| характеристика, %» | 1 | 2 | 3 | 4  | 5  |
|--------------------|---|---|---|----|----|
| 1                  | 0 | 0 | 4 | 16 | 28 |
| 2                  | 0 | 0 | 0 | 0  | 48 |
| 3                  | 0 | 0 | 4 | 0  | 0  |
| 4                  | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  |
| 5                  | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  |

Таблица 2.6 - Проведение оценки комфорта

| «Функциональная характеристика, %» | «Дисфункциональная характеристика, %» |   |   |    |    |
|------------------------------------|---------------------------------------|---|---|----|----|
|                                    | 1                                     | 2 | 3 | 4  | 5  |
| 1                                  | 0                                     | 0 | 0 | 12 | 32 |
| 2                                  | 0                                     | 0 | 0 | 4  | 52 |
| 3                                  | 0                                     | 0 | 0 | 0  | 0  |
| 4                                  | 0                                     | 0 | 0 | 0  | 0  |
| 5                                  | 0                                     | 0 | 0 | 0  | 0  |

Таблица 2.7 - Проведение оценки соответствие назначению

| «Функциональная характеристика, %» | «Дисфункциональная характеристика, %» |   |   |   |    |
|------------------------------------|---------------------------------------|---|---|---|----|
|                                    | 1                                     | 2 | 3 | 4 | 5  |
| 1                                  | 0                                     | 0 | 0 | 8 | 26 |
| 2                                  | 0                                     | 0 | 4 | 6 | 50 |
| 3                                  | 0                                     | 0 | 0 | 4 | 0  |
| 4                                  | 0                                     | 0 | 0 | 2 | 0  |
| 5                                  | 0                                     | 0 | 0 | 0 | 0  |

Таблица 2.8 - Проведение оценки теплового сопротивления

| «Функциональная характеристика, %» | «Дисфункциональная характеристика, %» |   |   |    |    |
|------------------------------------|---------------------------------------|---|---|----|----|
|                                    | 1                                     | 2 | 3 | 4  | 5  |
| 1                                  | 0                                     | 0 | 6 | 14 | 18 |
| 2                                  | 2                                     | 0 | 0 | 0  | 50 |
| 3                                  | 0                                     | 0 | 4 | 0  | 2  |
| 4                                  | 0                                     | 0 | 0 | 0  | 0  |
| 5                                  | 4                                     | 0 | 0 | 0  | 0  |

Таблица 2.9 - Проведение оценки колористического оформления

| «Функциональная характеристика, %» | «Дисфункциональная характеристика, %» |  |  |  |  |
|------------------------------------|---------------------------------------|--|--|--|--|
|------------------------------------|---------------------------------------|--|--|--|--|

| характеристика, %» | 1 | 2 | 3  | 4  | 5  |
|--------------------|---|---|----|----|----|
| 1                  | 0 | 0 | 8  | 30 | 20 |
| 2                  | 0 | 0 | 0  | 20 | 46 |
| 3                  | 0 | 0 | 14 | 0  | 2  |
| 4                  | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  |
| 5                  | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  |

Сочетание функциональных и дисфункциональных характеристик по модели Кано представлено в таблице 2.10, которой показаны соответствующие группы потребностей: привлекательных, необходимых, одномерных, сомнительных, вызывающих обратную реакцию и не имеющих значения – не важных для родителей.

Таблица 2.10 - Матрица интерпретации результатов опроса по методу Кано

| «Функциональная характеристика» | «Дисфункциональная характеристика» |                        |                        |                        |                |
|---------------------------------|------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------|
|                                 | 1                                  | 2                      | 3                      | 4                      | 5              |
| 1                               | «Сомнительная»                     | «Привлекательная»      | «Привлекательная»      | «Привлекательная»      | «Одномерная»   |
| 2                               | «С обратным действием»             | «Не имеет значения»    | «Не имеет значения»    | «Не имеет значения»    | «Должна быть»  |
| 3                               | «С обратным действием»             | «Не имеет значения»    | «Не имеет значения»    | «Не имеет значения»    | «Должна быть»  |
| 4                               | «С обратным действием»             | «Не имеет значения»    | «Не имеет значения»    | «Не имеет значения»    | «Должна быть»  |
| 5                               | «С обратным действием»             | «С обратным действием» | «С обратным действием» | «С обратным действием» | «Сомнительная» |

Следовательно, сопоставляя таблицу 2.10 с ранее полученными матрицами (таблицы 2.2 – 2.9) для каждого свойства можно определить к какой группе потребностей по результатам опроса оно относится. Поэтому для выявления свойств была заполнена таблица фиксации частот (таблица 2.11), в столбцах

которой по каждому свойству просуммированы проценты ответов. На основании таблицы 2.11 построена карта удовлетворенности и неудовлетворенности потребителей детской одежды (родителей) (рисунок 2.2).

Таблица 2.11 - Таблица фиксации частот характеристик по свойствам детской одежды

| № свойства                          | «Привлекательная, %» | «Однородная, %» | «Необходимая, %» | «Не имеет значения, %» | «Обратного действия, %» | «Сомнительная, %» |
|-------------------------------------|----------------------|-----------------|------------------|------------------------|-------------------------|-------------------|
| 1 Химико-биологическая безопасность |                      | 36              | 60               | 8                      |                         |                   |
| 2 Воздухопроницаемость              | 14                   | 20              | 46               | 20                     |                         |                   |
| 3 Гигроскопичность                  | 4                    | 28              | 52               | 16                     |                         |                   |
| 4 Устойчивость окраски к стирке     | 20                   | 28              | 48               | 4                      |                         |                   |
| 5 Комфорт                           | 12                   | 32              | 52               | 4                      |                         |                   |
| 6 Соответствие назначению           | 8                    | 26              | 50               | 16                     |                         |                   |
| 7 Тепловое сопротивление            | 6                    | 18              | 52               | 4                      | 6                       |                   |
| 8 Колористическое оформление        | 38                   | 20              | 48               | 34                     |                         |                   |

Карта представляет собой четыре поля, разделенные по оси X, отражающей наличие свойства (отсутствует, плохо сделано, реализовано) и по оси Y - счастье (удовлетворенность) пользователя (не доволен, все равно, очень доволен). Верхнее правое поле определяет свойства, которые делают пользователя более удовлетворенным. В левое верхнее поле попадают свойства, которые делают потребителя более удовлетворенным, но их присутствие не обязательно. В правом нижнем квадрате находятся свойства не имеющие значения. Свойства, которые должны быть, попадают в нижнее левое поле.

На основе частоты отнесения каждой из характеристик к той или иной категории рассчитали потенциал удовлетворенности и неудовлетворенности для каждой из характеристик (таблица 2.12) по формулам:

$$W = ((S+O)/(S+O+N+OD+NZ))100 \quad (2.5)$$

$$W_N = ((O+N+OD)/P+O+N+OD+NZ))100, \quad (2.6)$$

где  $W$  – потенциал для удовлетворенности потребителей;  $S$  – сомнительные свойства;  $O$  – одномерные свойства;  $OD$  – обратного действия свойства;  $N$  – необходимые свойства;  $NZ$  – не имеющие значения свойства;  $P$  – привлекательные свойства;  $W_N$  – потенциал для неудовлетворенности потребителей.

Таблица 2.12 - Показатели «удовлетворенности» и «неудовлетворенности» потребителей

| Свойства                          | «Удовлетворенность» | «Неудовлетворенность» |
|-----------------------------------|---------------------|-----------------------|
| Химико-биологическая безопасность | 34.6                | - 92.3                |
| Воздухопроницаемость              | 23.3                | - 66.0                |
| Гигроскопичность                  | 29.2                | - 80.0                |
| Устойчивость окраски к стирке     | 35.0                | - 76.0                |
| Комфортное состояние              | 36.4                | - 84.0                |
| Соответствие назначению           | 28.3                | - 76.0                |
| Тепловое сопротивление            | 22.5                | - 88.4                |
| Колористическое оформление        | 19.6                | - 48.6                |

В результате обработки данных все свойства за исключением одного попали в область обязательных, т.е. данные свойства должны присутствовать несмотря ни на что. Исследование показало, что колористическое оформление детской одежды по отношению к другим свойствам имеет меньшее значение, по мнению родителей. Гораздо большее значение имеют свойства, отвечающие за

безопасность изделия и обеспечивающие комфортное состояние. В эту категорию попали свойства, включенные в нормативно-техническую документацию: химико-биологическая безопасность, воздухопроницаемость, гигроскопичность, устойчивость окраски к стирке.

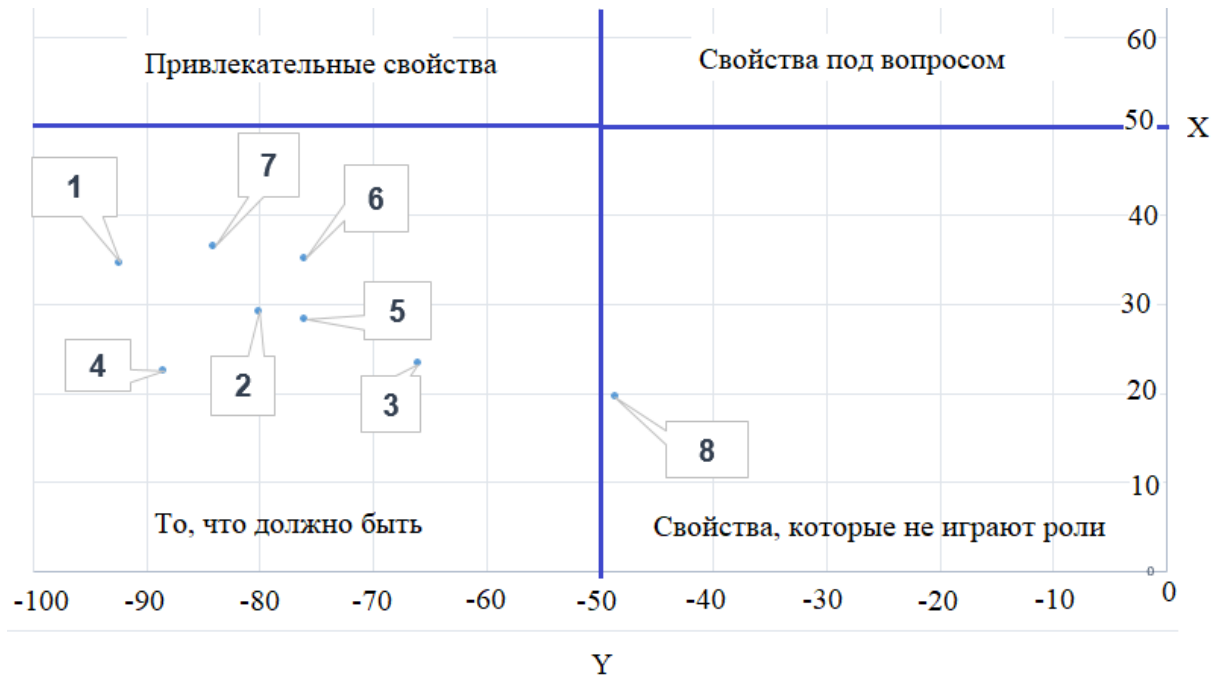


Рисунок 2.2 - Карта удовлетворенности и неудовлетворенности потребителей, где 1 – химико-биологическая безопасность; 2 – гигроскопичность; 3 – воздухопроницаемость; 4 – тепловое сопротивление; 5 – устойчивость окраски к стирке; 6 – соответствие назначению; 7 – комфортное состояние; 8 – колористическое оформление

Также были выявлены свойства, которые не предусмотрены в ТРТС и СанПиН: комфортное состояние, соответствие назначению и тепловое сопротивление. Следует отметить, что понятие «комфортное состояние» является комплексным. Оно отображает состояние комфорта организма с субъективной точки зрения, которое опирается на ощущение удовлетворенности при эксплуатации изделия. Это свойство попало в категорию «то, что должно быть». Это те свойства, которые должны присутствовать, чтобы покупатель остался

удовлетворенным, и производителям следует акцентировать внимание на ожиданиях потребителей.

Отсутствие одномерных свойств, которые напрямую влияют на степень удовлетворенности потребителя, показывает, что родитель основывает свой выбор не на характеристиках товара, а на других свойствах, например, цена и др.

Наиболее важными являются те факторы, которые должны быть: химико-биологическая безопасность, гигроскопичность, воздухопроницаемость, тепловое сопротивление, устойчивость окраски к стирке, соответствие назначению и комфортное состояние. На основании исследования по методу Кано детскую одежду стоит позиционировать как безопасную и комфортную.

Результаты исследования могут быть рекомендованы к использованию предприятиями, выпускающими детскую одежду.

### **2.3 Определение наиболее значимых показателей пододежного микроклимата детской одежды методом экспертных оценок**

Специфика подбора материалов для детской одежды заключается в предъявляемых требованиях безопасности, установленных технической нормативной документацией на основании закона, обязательных к исполнению. Соответственно требования безопасности направлены на сохранение здоровья детского организма.

Важное значение для ребенка играет физический комфорт. Предпочтение отдается легкой, удобной, приятной на ощупь одежде. Конструкция должна учитывать особенности строения тела ребенка, застежки не должны вызывать затруднения при пользовании, швы не должны натирать, плотность прилегания должна зависеть от назначения одежды [79, 80]. Показатели безопасности должны соответствовать значениям, прописанным в технической нормативной документации. Но данные требования не отображают в полной мере комфортное состояние детского организма в пододежном пространстве. Поэтому были введены эргономические показатели. Однако требования безопасности не

включают в себя показатель паропроницаемости, способного быть приемлемой альтернативой таким показателям как влажность, гигроскопичность, воздухопроницаемость. Игнорирование данного показателя, возможно, связано с отсутствием стандартизированного метода определения паропроницаемости [16]. Наряду с паропроницаемостью в нормативно-технической документации отсутствуют требования к теплопроводности, тепловому сопротивлению. Согласно исследованиям ряда ученых [8, 46, 66, 67, 74, 81, 84] комфорт пододежного пространства напрямую зависит от теплового комфорта микроклимата между поверхностью кожи человека и одеждой.

В связи с этим разработано дерево свойств, на основании которого с помощью метода экспертных оценок, определены наиболее значимые свойства, влияющие на поддержание комфортного микроклимата в пододежном пространстве (рисунок 2.3). Комфорт можно условно разделить на психоэмоциональный и физиологический. Психоэмоциональный комфорт заключается в степени удовлетворенности швейным изделием и характеризуется эстетическим и социальными показателями. К эстетическим показателям можно отнести несминаемость, колористическое оформление, формоустойчивость, драпируемость, туше, грязеотталкивающие свойства. Не стоит забывать, что значимость показателей для детей и родителей будет отличаться. Ребенка будет привлекать цвет, колористическое оформление, в то время как родитель отдаст предпочтение грязеотталкиванию, несминаемости и формоустойчивости. Среди социальных показателей были выявлены: гендерное соответствие, эргономика, соответствие социальной группе, внешний вид, соответствие назначению. Человек социальное существо, для которого характерна идентификация, принадлежность к социальной группе. Для детей, начиная с трех лет, когда происходит формирование собственного «Я», социальные показатели уже начинают функционировать. Когда дети начинают различать пол, заводить

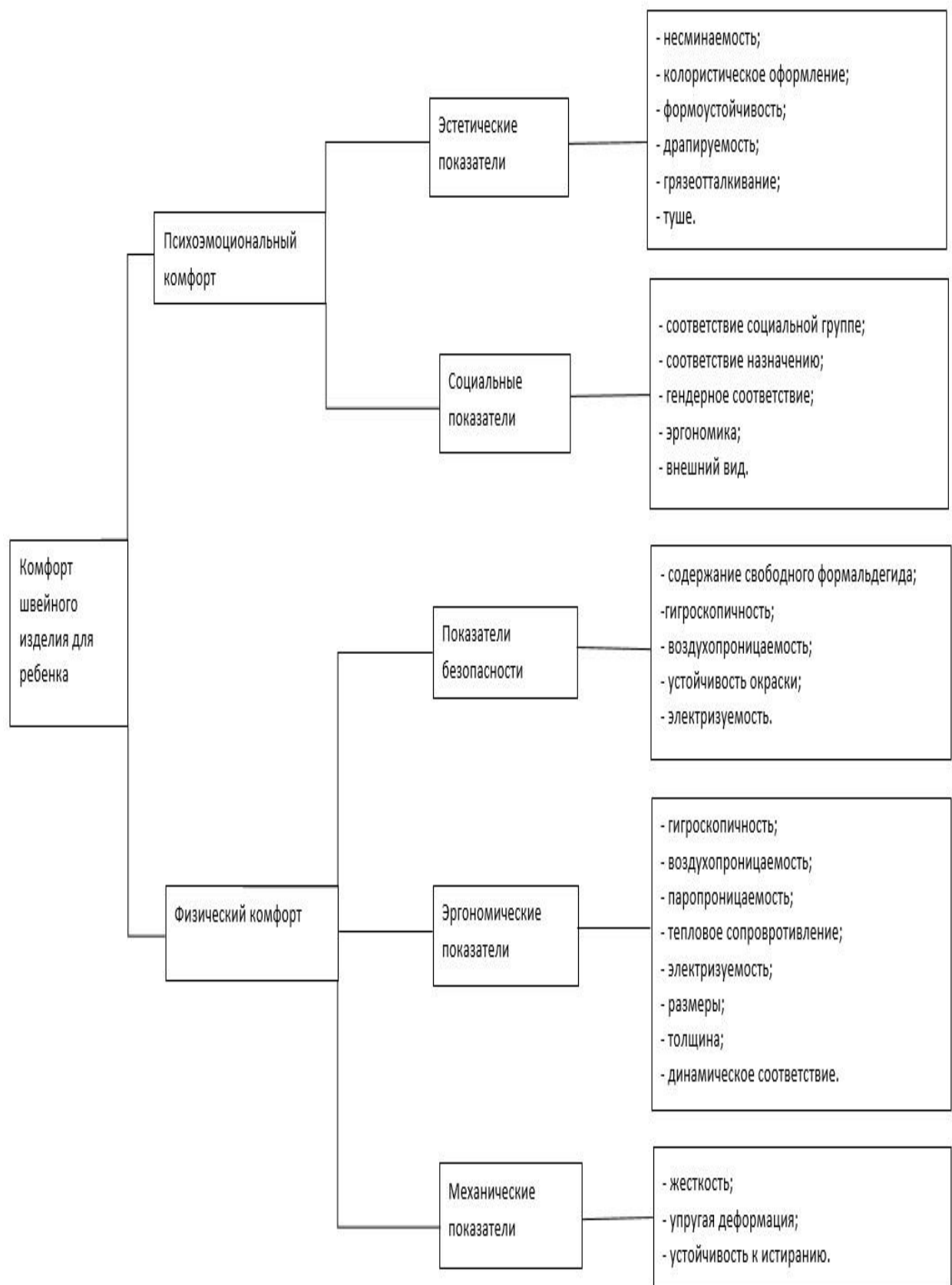


Рисунок 2.3 - Дерево свойств. Показатели комфорта швейного изделия для ребенка дошкольного возраста (3-7 лет)

друзей, делиться на группы. Желание соответствовать социуму вполне естественно.

Для обработки результатов, полученных в результате применения метода экспертных оценок, используют различные способы математического анализа (регрессионный анализ, дисперсионный, способ ранжирования факторов и др.). В наибольшей мере целям данной работы соответствует способ ранжирования факторов с определением их весомости, что позволит включать в исследования наиболее значимые из них. Выбор был основан на возможности анализа проблем, решить которые теоретическими и экспериментальными методами невозможно.

В работе был применен метод индивидуального опроса [39], который, в свою очередь, исключает возможность авторитетного и конформного влияния, что может отрицательно сказаться на результатах оценки экспертами. Таким образом эксперт опирается на собственный опыт, квалификацию и интуицию.

Заочный способ опроса позволил охватить более широкий круг специалистов, что дает комплексную оценку поставленной задаче. Были опрошены материаловеды текстильной отрасли, конструкторы и технологи швейных изделий, обувщики, дизайнеры, художники.

Был применен метод ранжирования с последующим определением коэффициентов весомости. Получив анкету (приложение Б), эксперт после ознакомления с содержанием проставляет ранги в соответствии с собственными знаниями и представлениями. Наиболее значимому показателю присваивается ранг 1, следующему за ним по значимости – 2 и т.д. Разные показатели могут иметь одинаковый ранг, соответственно и показатель весомости. Показатель весомости для наиболее важного показателя будет 1, для остальных показателей коэффициент весомости определяется как доля самого важного. Например, если эксперт считает, что самый важный единичный показатель, входящий в комплексный эргономический показатель, гигроскопичность, а показатель электризуемости в четыре раза менее важен, то его коэффициент весомости

$$m = \frac{1}{4} = 0,25$$

Результаты ранжирования были сведены в единую таблицу (таблица 2.13) и обработаны в программе Excel.

Таблица 2.13 - Определение степени значимости показателей комфорта пакета из трех изделий для ребенка дошкольного возраста (3-7 лет)

| Шифр<br>свойст<br>ва | Наименование<br>свойства            | Место требования, присвоенное экспертом |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|                      |                                     | 1                                       | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 |
| X <sub>1</sub>       | Гигроскопичность                    | 1                                       | 2  | 2  | 3  | 7  | 3  | 3  | 3  | 2  | 1  |
| X <sub>2</sub>       | Воздухопроницаемость                | 2                                       | 4  | 3  | 1  | 2  | 4  | 4  | 1  | 3  | 2  |
| X <sub>3</sub>       | Паропроницаемость                   | 3                                       | 3  | 1  | 2  | 4  | 1  | 2  | 2  | 1  | 4  |
| X <sub>4</sub>       | Электризуемость                     | 4                                       | 5  | 5  | 8  | 6  | 2  | 1  | 6  | 4  | 3  |
| X <sub>5</sub>       | Размеры                             | 8                                       | 6  | 6  | 4  | 5  | 6  | 7  | 7  | 6  | 7  |
| X <sub>6</sub>       | Динамическое соответствие           | 5                                       | 1  | 4  | 5  | 8  | 5  | 5  | 4  | 5  | 5  |
| X <sub>7</sub>       | Тепловое сопротивление              | 6                                       | 8  | 7  | 6  | 1  | 7  | 6  | 5  | 7  | 8  |
| X <sub>8</sub>       | Толщина                             | 7                                       | 7  | 8  | 7  | 3  | 8  | 8  | 8  | 8  | 6  |
| X <sub>9</sub>       | Содержание свободного формальдегида | 9                                       | 9  | 10 | 9  | 10 | 9  | 9  | 9  | 10 | 9  |
| X <sub>10</sub>      | Устойчивость окраски                | 10                                      | 10 | 9  | 10 | 9  | 10 | 10 | 10 | 9  | 10 |
| X <sub>11</sub>      | Жесткость                           | 11                                      | 11 | 12 | 11 | 11 | 11 | 12 | 11 | 12 | 11 |
| X <sub>12</sub>      | Упругая деформация                  | 12                                      | 12 | 11 | 13 | 12 | 12 | 11 | 12 | 13 | 12 |
| X <sub>13</sub>      | Устойчивость к истиранию            | 13                                      | 13 | 13 | 12 | 13 | 13 | 13 | 13 | 11 | 13 |
| X <sub>14</sub>      | Несминаемость                       | 14                                      | 14 | 14 | 14 | 15 | 15 | 14 | 15 | 14 | 14 |
| X <sub>15</sub>      | Колористическое оформление          | 15                                      | 15 | 15 | 16 | 14 | 14 | 15 | 14 | 16 | 15 |
| X <sub>16</sub>      | Формоустойчивость                   | 17                                      | 17 | 18 | 17 | 16 | 17 | 16 | 17 | 18 | 17 |
| X <sub>17</sub>      | Драпируемость                       | 16                                      | 16 | 16 | 15 | 17 | 16 | 17 | 16 | 15 | 16 |
| X <sub>18</sub>      | Туше                                | 19                                      | 19 | 19 | 18 | 19 | 19 | 19 | 18 | 19 | 19 |
| X <sub>19</sub>      | Грязеотталкивание                   | 18                                      | 18 | 17 | 19 | 18 | 18 | 18 | 19 | 17 | 18 |
| X <sub>20</sub>      | Соответствие социальной группе      | 22                                      | 21 | 21 | 22 | 21 | 21 | 22 | 21 | 21 | 22 |
| X <sub>21</sub>      | Соответствие назначению             | 20                                      | 22 | 22 | 21 | 22 | 20 | 21 | 22 | 22 | 20 |
| X <sub>22</sub>      | Гендерное соответствие              | 21                                      | 20 | 20 | 20 | 20 | 22 | 20 | 20 | 20 | 21 |

Коэффициент конкордации, рассчитываемый по формуле (2.7), показал высокую согласованность экспертов. Расчеты произведены в программе Excel (приложение В).

$$W = \frac{12 \cdot \sum_{j=1}^n (S_j - \bar{S})^2}{m^2 \cdot (n^3 - n) - m \cdot \sum_{j=1}^m T_{ji}} = 0.932, \quad (2.7)$$

где  $S$  – сумма квадратов отклонений всех оценок рангов каждого объекта экспертизы от среднего значения;  $n$  – число экспертов;  $m$  – число объектов экспертизы.

В результате обработки данных были выделены наиболее значимые показатели (рисунок 2.4).

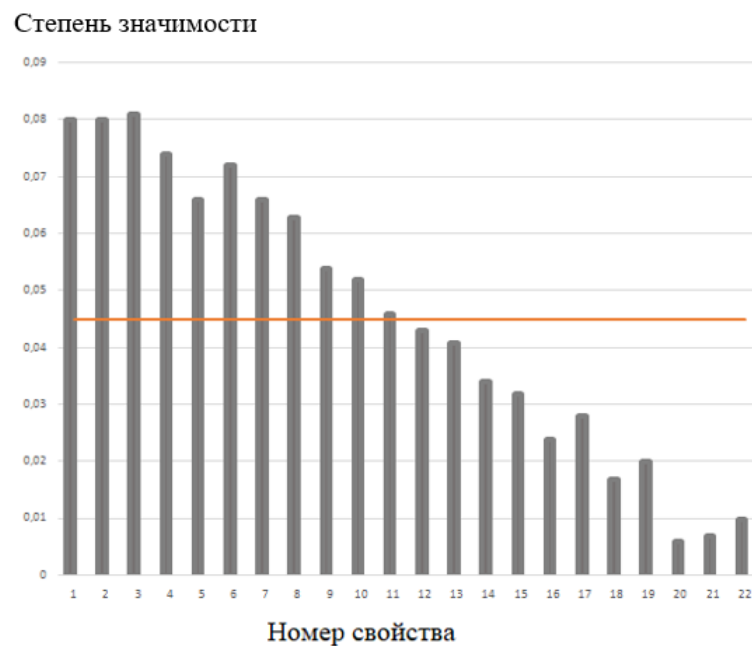


Рисунок 2.4 - Определение степени значимости показателей качества комфорта пакета из трех изделий для ребенка дошкольного возраста (3-7 лет)

Как показало исследование самыми значимыми показателями, характеризующими комфортное состояние пододежного микроклимата, являются гигиенические характеристики. Паропроницаемость по значимости оказалась на первом месте. По определению гигроскопичности и воздухопроницаемости

существуют стандартные методы определения и нормативные показатели, зафиксированные в ГОСТах. Существуют различные методы по определению паропроницаемости, рассмотренные далее (пункт 2.4).

## 2.4 Анализ методов определения паропроницаемости

В результате анализа выявлено, что стандартизованного метода определения паропроницаемости текстильных материалов не существует.

Особый интерес представляют запатентованные установки по определению паропроницаемости. Среди них [47, 56] можно выделить устройство [47], разработанное Васильевой Н. О., Степень Р. А., Нечушкиной Е. А. (рисунок 2.5), предусматривающее воздействие техногенной среды, при этом отсутствует двухстороннее создание условий: воздействие среды с одной стороны, человеческого организма – с другой.

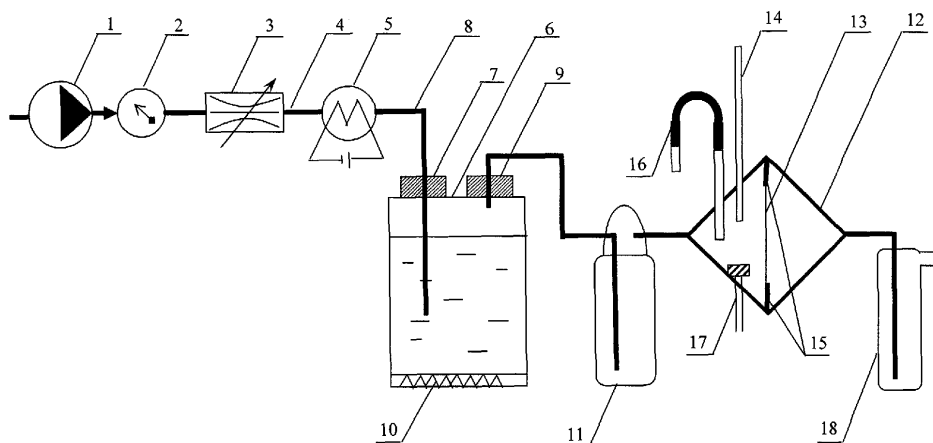


Рисунок 2.5 - Устройство для исследования паропроницаемости волоконистых материалов и их пакетов, где 1 - электрический насос; 2 - дифференциальный манометр для регулирования давления воздуха; 3 - дроссель; 4 - соединительные трубы; 5 - охладитель воздуха; 6 - увлажнитель воздуха; 7 - входной патрубок; 8 - трубка; 9 - выходной патрубок; 10 - электронагреватель; 11 - емкость с техногенным загрязнителем; 12 - камера; 13 - образец; 14 - контактный термометр; 15 - влагомер с плоскими контактами для

измерения влажности исследуемого образца; 16 - микроманометр; 17 - термогигрометр с датчиком для измерения влажности воздуха перед образцом; 18 - сменный поглотитель

Данное устройство направлено на изучение сорбционных свойств волокнисто-пористых материалов, позволяя прогнозировать паропроницаемость текстильных материалов под действием комплекса климатических и техногенных факторов [47]. Принципиальная схема процесса устройства представлена на рисунке 2.6.

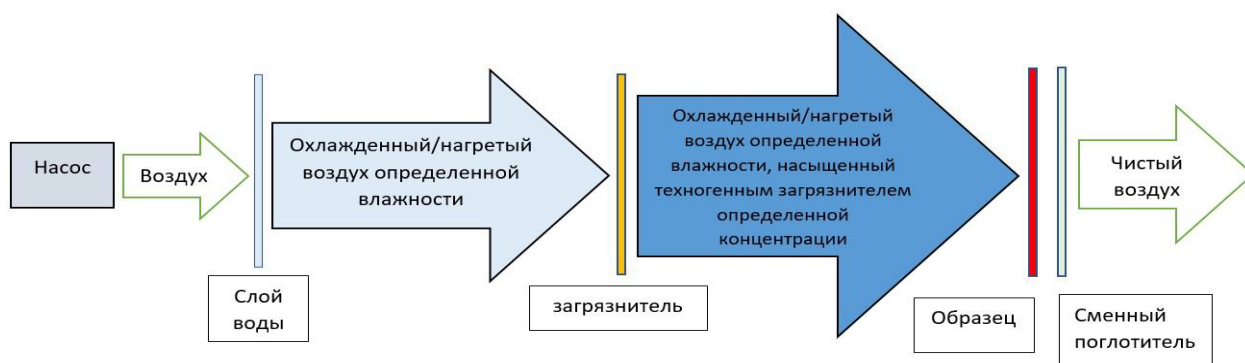


Рисунок 2.6 - Принципиальная схема процесса устройства для исследования проницаемости волокнисто-пористых материалов и их пакетов (патент RU 2276345 C1)

Конструкция устройства не предусматривает создание системы «человек – одежда – окружающая среда». Также не предусмотрен технический зазор для воздушной прослойки между слоями изделий для испытаний пакетов, состоящих из двух и более изделий.

Известно также устройство для определения паропроницаемости текстильных материалов [56], авторами которого являются А. А. Мычко, В. П. Бегун и В.И. Очкуренко (рисунок 2.7). Его особенностью является специальное

приспособление для создания равномерного давления под образцом. После достижения определенного уровня испарения жидкости вычислительно-индикационный блок рассчитывает коэффициент паропроницаемости.

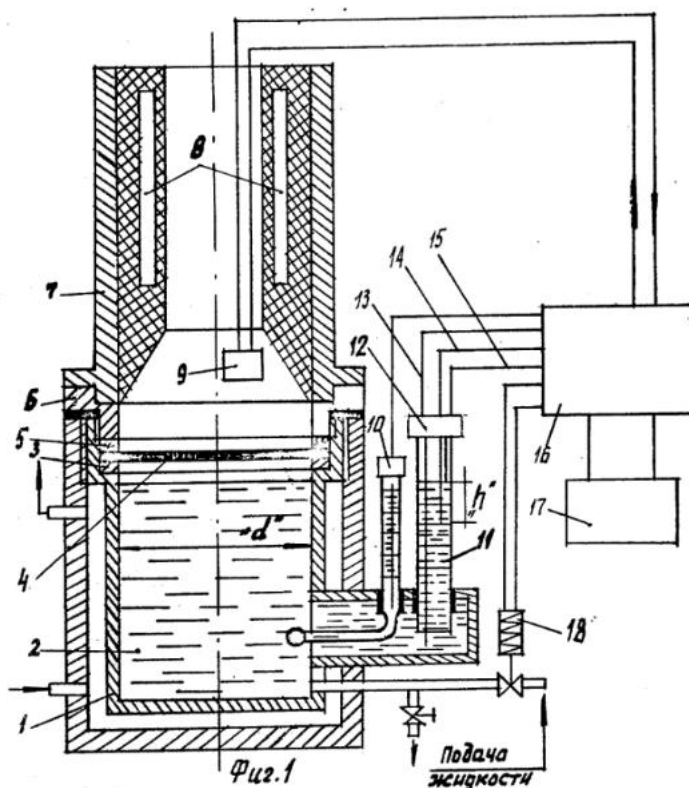


Рисунок 2.7 - Устройство для определения паропроницаемости текстильных материалов, где 1- термостатируемый стакан; 2 – исследуемая жидкость; 3 – приспособление для обеспечения равномерного давления под образцом; 4 – образец; 5 – уплотнительное кольцо; 6 - крепеж; 7 – термостатируемая камера; 8 - нагреватель; 9 – терморегулятор; 10 – электроконтактный термометр; 11 – измерительная трубка; 12 – реле; 13,14, 15 – электроды; 16 – блок управления; 17 – вычислительно-индикационный блок; 18 – электромагнитный клапан

«Термостатируемая камера над стаканом с образцом позволяет проводить испытания при определенно заданной температуре по обе стороны образца. При достижении заданной температуры в камере подается исследуемая жидкость. После достижения жидкостью определенного уровня подача прекращается, и включается нагреватель. Пары проходят через специальное приспособление, за счет которого достигается равномерное давление под образцом, затем через сам

образец. При достижении заданного уровня испарения исследуемой жидкости устройство отключается, после чего вычислительно-индикационный блок после соответствующих логических операций индуцирует коэффициент паропроницаемости исследуемой жидкости через толщу образца» [56]. Однако стационарный режим прибора не позволяет оценить кинетику температуры и влажности [36].

В соответствии с методом определения паропроницаемости кожи искусственной и пленочных материалов [19] образцы перед испытанием кондиционируются в условиях по [24] не менее 24 часов. «Само испытание длится 16-24 часа в зависимости от типа испытания (в изотермических или неизотермических условиях)» [19]. Установка для определения паропроницаемости в неизотермических условиях показана на рисунке 2.8.

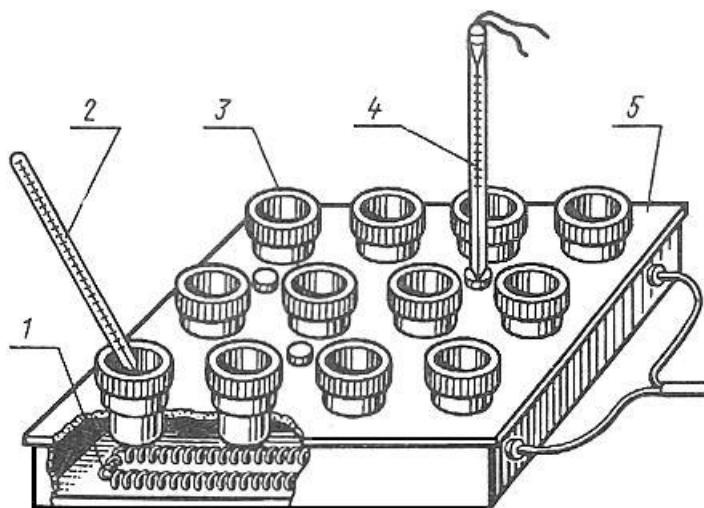


Рисунок 2.8 - Прибор для определения паропроницаемости в неизотермических условиях, где 1 – электрическая спираль; 2 – термометр (с погрешностью не более  $1^{\circ}\text{C}$ ); 3 - стаканчик; 4 – автоматический терморегулятор; 5 – металлическая коробка прибора

«В каждый стаканчик наливают  $25 \pm 1$  мл дистиллированной воды. На заплечико стаканчика помещают резиновую прокладку, элементарную пробу лицевой или изнаночной стороной к воде, в зависимости от того, какая сторона при эксплуатации контактирует с парами воды, металлическую прокладку и плотно закручивают крышку. Элементарные пробы перед закреплением в

стаканчики взвешивают. Стаканчики с элементарными пробами устанавливают в гнезде прибора на 16 ч. Испытания проводятся в камере при относительной влажности воздуха  $65 \pm 1$  %, температуре  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ . После 16 часов стаканчики с элементарными пробами вынимают и снова взвешивают. После совершенных действий производится расчет коэффициента паропроницаемости по следующей формуле» [19]:

$$\langle \Pi_{\text{ни}} = (m_1 - m_2) 10^3 / 160, \text{ где} \quad (2.8)$$

$m_1$  – масса стаканчика с элементарной пробой до испытания, г;

$m_2$  – масса стаканчика с элементарной пробой после испытания, г;

160 – коэффициент, равный  $St$ , где  $S$  – это площадь образца ( $10 \text{ см}^2$ ),  $t$  – время испытания 16 ч [19].

«При определении паропроницаемости в изотермических условиях в эксикатор наливают серную кислоту за 4 часа до начала испытания. Затем в каждый стаканчик наливают  $14 \pm 1$  мл дистиллированной воды, после чего стаканчики устанавливают на подставку и помещают для термостатирования на 16-18 часов в эксикатор с серной кислотой. Затем взвешивают каждый стаканчик и снова помещают подставку в эксикатор на 6 часов. По истечении времени каждый стаканчик с элементарной пробой взвешивается и производится расчет по следующей формуле» [19]:

$$\langle \Pi_{\text{и}} = (m_3 - m_4) 10^3 / 29.4, \text{ где} \quad (2.9)$$

$m_3$  – масса стаканчика с элементарной пробой после 16-18 часов термостатирования, г;

$m_4$  – масса стаканчика с элементарной пробой после 6 часов испытания, г;

29.4 – коэффициент, равный  $S \cdot t$ , где  $S$  – это площадь образца ( $4.9 \text{ см}^2$ ),  $t$  – время испытания 6 ч [19].

Помимо очевидного недостатка в качестве длительности испытания, будет не рационально использовать данный метод для определения паропроницаемости текстильных материалов, ввиду малой площади образцов и стационарных условий испытания (относительная влажность воздуха  $65 \pm 1$  %, температура  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ), не отражающих эксплуатационные характеристики для детской одежды.

Как правило, дети активны, и атмосферные условия температуры и влажности воздуха постоянно меняются, что влияет на изменение свойств материала. К примеру, сухой и напитанный влагой материалы будут вести себя по-разному: напитанные влагой волокна (речь идет о гидрофильных волокнах), снижают способность к паропроницаю за счет их набухания, что ведет к уменьшению пор и увеличению интенсивности испарения, влекущее за собой снижение теплозащитных свойств [43, 53].

Метод определения паропроницаемости и влагопоглощения для кожи [20] практически аналогичен методу для искусственной кожи и пленок при изотермических условиях.

Сущность методов определения сопротивления паропроницанию и паропроницаемости заключается в создании стационарного потока водяного пара через испытуемый образец и определении интенсивности этого потока. Условия испытания поддерживаются в испытательной камере на одном уровне (относительная влажность  $50 \pm 0,3$  %, температура  $23 \pm 0,5$  °C и циркуляция воздуха без прямого воздействия на образец со скоростью 0,02 – 0,3 м/с). «В соответствии с «методом мокрой» чашки (рисунок 2.9) сосуд тщательно герметизируют и проводят первое (контрольное) взвешивание сосуда с образцом» [16, 21].

«Образцы устанавливают в испытательный сосуд так (рисунок 2.9), чтобы направление потока водяного пара соответствовало предполагаемому потоку водяного пара при эксплуатации изделия. Если направление потока водяного пара неизвестно, изготавливают два идентичных образца и измерения проводят при разных направлениях потока водяного пара» [21].

«При испытаниях по методу «мокрой чашки» образец устанавливают в испытательный сосуд с дистиллированной водой. Расстояние между поверхностью воды и нижней поверхностью образца должно быть  $(15 \pm 5)$  мм. Затем испытательный сосуд с образцом устанавливают в испытательную камеру» [21].

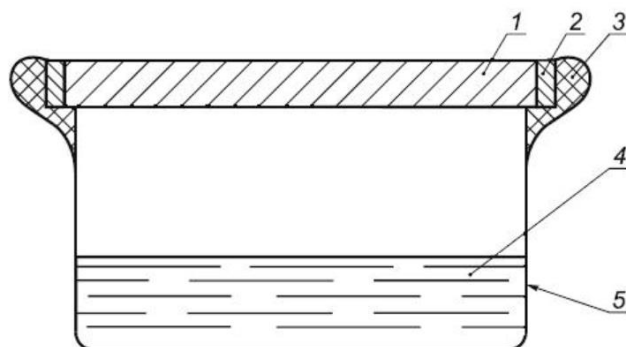


Рисунок 2.9 - Метод «мокрой чашки», где 1 – испытуемый образец; 2 – удерживающий шаблон (если необходимо); 3 – герметик; 4 – дистиллированная вода; 5 – стеклянный испытательный сосуд

«При разности парциальных давлений водяного пара в испытательном сосуде и испытательной камере вокруг сосуда возникает поток водяного пара, который проходит через испытуемый образец. Для определения плотности потока водяного пара в стационарных условиях сосуд с образцом периодически взвешивают» [21].

«При проведении испытаний по методу «сухой чашки» (рисунок 2.10) первое после контрольного взвешивание испытательного сосуда с образцом проводят через 1 ч, следующие - через 2, 4, 12 и далее через каждые 24 ч (ежедневно)» [21].

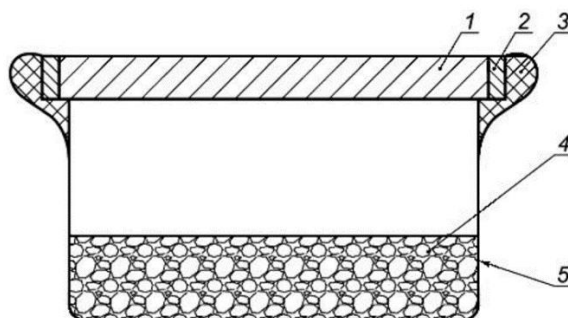


Рисунок 2.10 - Метод «сухой чашки», где 1 - испытуемый образец; 2 – удерживающий шаблон (если необходимо); 3 – герметик; 4 – влагопоглотитель (хлорид кальция  $\text{CaCl}_2$ , перхлорат магния  $\text{Mg}(\text{ClO}_4)_2$  или аналоги); 5 – стеклянный испытательный сосуд

«Испытания по методу «сухой чашки» прекращают досрочно, если при испытании масса сосуда с образцом увеличилась более чем на 1,5 г на каждые 25 мл находящегося в чашке влагопоглотителя. В качестве влагопоглотителя применяют хлорид кальция  $\text{CaCl}_2$ , перхлорат магния  $\text{Mg}(\text{ClO}_4)_2$  и аналоги» [21].

«Коэффициент паропроницаемости материала, мг/(м·ч·Па), определяют по формуле:

$$\mu = d / R_{\pi} \quad (2.10)$$

где  $d$  - средняя толщина испытуемого образца, м.

Сопротивление паропроницанию образцов  $R_{\pi}$ , (м · ч · Па)/мг, вычисляют по формуле

$$R_{\pi} = \frac{E - e}{g} - R_{\pi/\text{в}} \quad (2.11)$$

где  $E$  - давление насыщенного водяного пара в испытательном сосуде, Па;

$e$  - давление водяного пара в камере вокруг сосуда, Па;

$R_{\pi/\text{в}}$  - сопротивление паропроницанию воздуха, (м · ч · Па)/мг, определяемое по формуле

$$R_{\pi/\text{в}} = d_{\text{в}} / \mu_{\text{в}} \quad (2.12)$$

где  $d_{\text{в}}$  - толщина слоя воздуха (расстояние от поверхности воды в испытательном сосуде до нижней поверхности образца), м;

$\mu_{\text{в}}$  - паропроницаемость воздуха в испытательном сосуде, мг/(м·ч·Па).

Давление водяного пара в камере вокруг испытательного сосуда определяют по формуле

$$e = E\varphi \quad (2.13)$$

где  $\varphi$  - относительная влажность воздуха в камере вокруг испытательного сосуда с образцом, %.

По результатам взвешивания испытательного сосуда с образцом вычисляют плотность потока водяного пара через образец , мг/(ч·м ), по формуле

$$g = \Delta m / \Delta \tau A \quad (2.14)$$

где  $\Delta m$  - изменение массы испытательного сосуда с образцом за интервал времени  $\Delta \tau$ , мг;

$\Delta \tau$  - интервал времени между двумя последовательными взвешиваниями, ч;

$A$  - площадь рабочей поверхности образца, через которую проходит поток водяного пара, м.

Эксперимент считают законченным, когда изменение массы образца не превышает 5%. Таким образом испытание может длиться несколько суток, учитывая, что кондиционирование образцов проводится до трех суток» [21]. Для строительных материалов данный метод оправдан, учитывая стационарный режим использования. Но по этой же причине не подходит для определения паропроницаемости текстильных материалов.

На современном рынке представлено множество моделей приборов по определению паропроницаемости, принципы работы которых отличаются. В качестве примера был выбран модельный ряд W3/230, W3/030, W3/0120, W3/060, W3/330, W3/331 [16, 121]. Определение паропроницаемости на приборе W3/230 (рисунок 2.11) происходит за счет анализа и подсчета электрических сигналов. Молекулы воды, подхваченные потоком сухого азота, прошедшие сквозь образец из камеры с контролируемой влажностью в сухую камеру, улавливаются инфракрасным датчиком [16, 121].

На приборе W3/030, W3/031 (рисунок 2.12), W3/060, W3/0120 паропроницаемость рассчитывается благодаря разнице веса испытательных чаш во времени. С обеих сторон образца создаются различные значения влажности (от 10% до 98%). Данные приборы соответствуют следующим стандартам: ISO 15106-2, ASTM F1249, TAPPI T557, JIS K7129.



Рисунок 2.11 - Прибор для определения паропроницаемости W3/230



Рисунок 2.12 - Прибор для определения паропроницаемости W3/031

Американский тест с «вертикально стоящей чашкой» (рисунок 2.13) ASTM E (American Society for Testing and Materials) 96, Procedure B (upright cup method), проводится при относительной влажности воздуха 50%, температуре  $23 \pm 0,50^\circ\text{C}$  и скорости воздуха  $2,8 \pm 0,25$  м/с в камере. Образцы выдерживаются 3,6,9,13,23 и 30 часов. Паропроницаемость определяется по разнице веса образцов до и после выдержки в камере. Отличием данного метода является дополнительная

переменная – скорость ветра. [16]. WVTR (паропроницаемость) рассчитывается по формуле:

$$WVTR = (G/t)/A, \text{ где} \quad (2.15)$$

$A$  – площадь образца,  $\text{м}^2$ ;

$t$  - время, ч;

$G$  - разность в весе чашки, г.

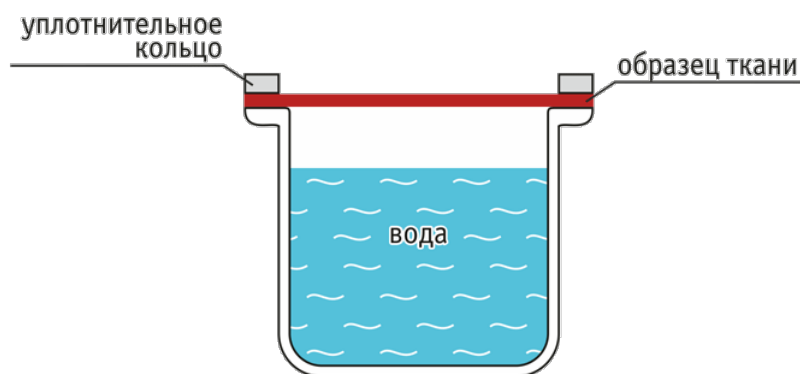


Рисунок 2.13 - ASTM E (American Society for Testing and Materials) 96, Procedure B (upright cup method)

К недостаткам можно отнести продолжительность эксперимента.

Американский тест с «перевернутой чашкой» (рисунок 2.14) применяется только для водонепроницаемых материалов. Метод проведения испытания аналогичен ASTM E 96, Procedure B. [16].

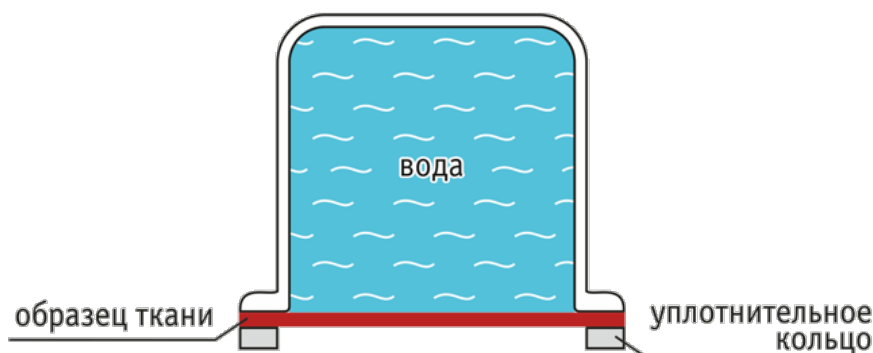


Рисунок 2.14 - ASTM E (American Society for Testing and Materials) 96, Procedure BW (inverted cup method)

Для определения паропроницаемости мембранных материалов часто прибегают к японскому тесту JISL 1099 A1 (Japanese Industrial Standart, dessicant upright cup method) (рисунок 2.15). Сосуд, наполненный хлоридом кальция, заранее разогревают до 40 °С. Затем производят взвешивание образца с сосудом через 1 час, и еще через час после выдержки в камере. Относительная влажность воздуха в камере составляет 90%. Аналогично американскому тесту в камере поддерживается постоянный поток воздуха 0, 5 м/с [16].

Другим вариантом теста JISL 1099 A1 является JIS L 1099 A2, в качестве поглотителя используется деионизированная вода температурой 40 °С [16, 119]. Три образца диаметром по 8 см закрепляются на верхней части сосуда, затем производят взвешивание. После чего в камеру с температурой 40 °С и относительной влажностью воздуха 50% с постоянным потоком воздуха 0, 5 м/с помещаются сосуды с образцами. Через час после испытания производят взвешивание, повторное взвешивание проводят еще через час. Недостатком данного метода являются неестественные условия проведения эксперимента [16].

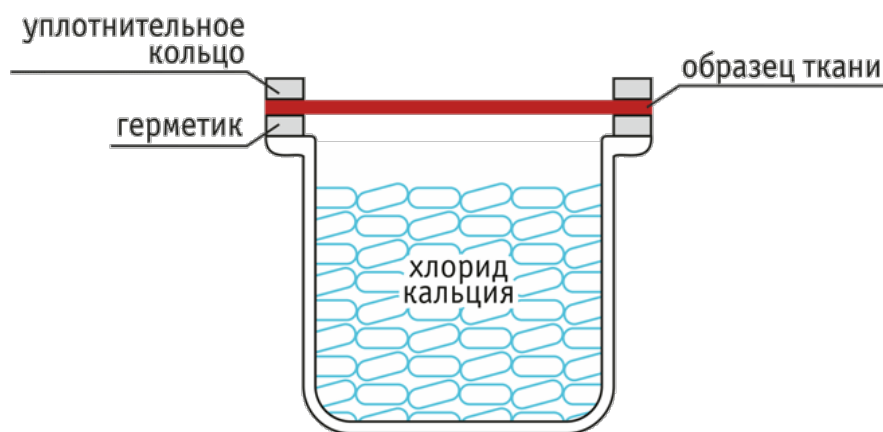


Рисунок 2.15 - Японский тест с «вертикально стоящей чашкой» и сухим влагопоглотителем (A1) JISL 1099 A1 (Japanese Industrial Standart, dessicant upright cup method)

По вышеизложенному материалу можно сделать вывод о том, что существует множество методов и тестов по определению паропроницаемости. Однако в каждом из них заложен один из принципов, основанный на:

- расчете разницы масс образца до помещения в особые климатические условия и после выдержки в камере;
- использовании сорбционных веществ;
- фиксации водяных паров частичками азота.

Каждый из приведенных методов обладает своими достоинствами и недостатками. Однако испытания проводятся при стационарном режиме. Это подразумевает определение паропроницаемости для объектов с постоянным внутренним микроклиматом. К тому же, стоит отметить, что метод моделирует работу материала в реальных условиях лишь приблизительно, несмотря на тщательность подготовки и точность измерения. Размер образцов невелик, что накладывает свои ограничения, неизвестна площадь материала, пригодная для транспортировки влаги. Даже если условия проведения испытания приближены к реальным, практически невозможно учесть все возможные переменные, влияющие на работу материала в конкретном изделии: количество слоев одежды, метаболическая активность, индивидуальный уровень потоотделения, скорость и направление ветра, уровень вентиляции, температура и влажность воздуха, количество и тип осадков, и так далее [16].

Помимо различных климатических условий, при которых эксплуатируется одежда, человек зачастую находится в движении на протяжении некоторого времени [33]. Особенно ярко это проявляется при оценке комфортности детской одежды. Моделью ситуации может служить прогулка в детском саду или в школе. Дети должны выйти на улицу все вместе, одновременно. Те, кто оделся быстрее ждет остальных от 5 до 15 минут. При этом непонятно, как изменяется в пододежном пространстве температура и влажность. Учитывая, что дети двигаются, вместе с этим меняется температура и уровень потоотделения. Важно понимание как на эти изменения реагирует пакет одежды [16].

Показатель паропроницаемости, используемый в большинстве случаев для оценки материалов одежды, не в полной мере отражает их способность выводить влагу из среды с повышенной влажностью, так как характеризует только количество пропускаемой влаги. Поэтому для оценки комфортного состояния пододежного микроклимата показателя паропроницаемости недостаточно.

Показатели гигиенических свойств по отдельности не характеризуют комфорт пододежного микроклимата пакетов материалов [88, 92, 102, 112]. Нахождение корреляционной связи между показателями и полный их расчет является достаточно трудоемкой процедурой и не гарантирует объективной оценки комфортности микроклимата пододежного пространства.

Для оценки комфортности пододежного микроклимата выступает кинетика влажности, характеризующая изменение количество влаги в пододежном пространстве при эксплуатации одежды.

## ГЛАВА 3 ОЦЕНКА КИНЕТИКИ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ ПОДОДЕЖНОГО ПРОСТРАНСТВА МНОГОСЛОЙНОЙ ОДЕЖДЫ

### 3.1 Подход к оценке кинетики температуры и влажности пододежного пространства многослойной одежды

Процесс прохождения парообразной влаги через материал представлен на рисунке 3.1. Испаряясь с поверхности тела парообразная влага проходит через первый слой одежды благодаря процессу сорбции, с последующим увлажнением материала за счет капиллярных сил. С внешней поверхности увлажненного материала происходит испарение. При интенсивном потоотделении избыточное количество влаги после прохождения через материал может конденсироваться и в качестве капельной влаги возвращаться через внешний слой материала одежды, при этом увлажняя ее.

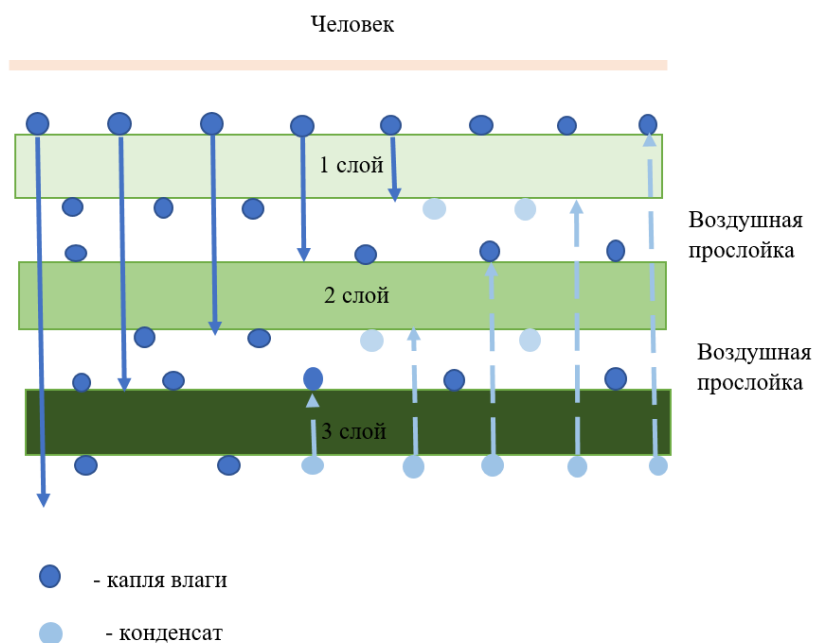


Рисунок 3.1 - Процесс прохождения влаги через слои одежды

При разработке установки были выполнены следующие требования:

- условия эксперимента приближены к эксплуатационным;
- образец имеет размеры, которые обеспечивают возможность создания пакетов разной структуры и толщины и вариантов технологической обработки;
- продолжительность эксперимента может меняться в зависимости от цели исследования;
- температурный режим внутри установки поддерживается на постоянном уровне;
- запись каждую минуту данных с датчиков и вывод на компьютер;
- в конструкции предусмотрено развитие исследовательских возможностей с использованием нескольких датчиков не только с внешней и внутренней стороны пакета материалов, но и между слоями материалов одежды.

Прибор обладает широкими функциональными возможностями:

- Определение комфортности в реальных условиях;
- Определение комфортного время пребывания в верхней одежде;
- Определение паропроницаемости, влагопроводности;
- Возможность дождевания.

Для оценки комфортности детской одежды в лабораторных условиях, была разработана специальная установка, которая в автоматизированном режиме позволяет фиксировать изменения температуры и влажности как в пододежном слое, так и непосредственно на поверхности одежды (рисунок 3.2) [36].

Приспособление для оценки кинетики температуры и влажности в пододежном пространстве многослойных материалов предназначено для исследования гигроскопических свойств материалов [16]. Оно отличается тем, что особенности конструкции позволяют закреплять образец или пакет из нескольких слоев материалов диаметром 180мм, нагреватель имеет ограничение по температуре, приближая условия эксперимента к эксплуатационным, пар, образованный в результате нагревания воды, имитирует испарение влаги с

поверхности кожи человека, и проходит через образец, закрепленный на емкости со скошенной горловиной в 45 градусов, датчики, расположенные по обе стороны от образца, показывают разницу температуры и влажности в пододежном пространстве и с внешней стороны материала, запись данных происходит автоматически (рисунок 3.2). Приспособление имеет дождевальную установку, расположенную над образцом.

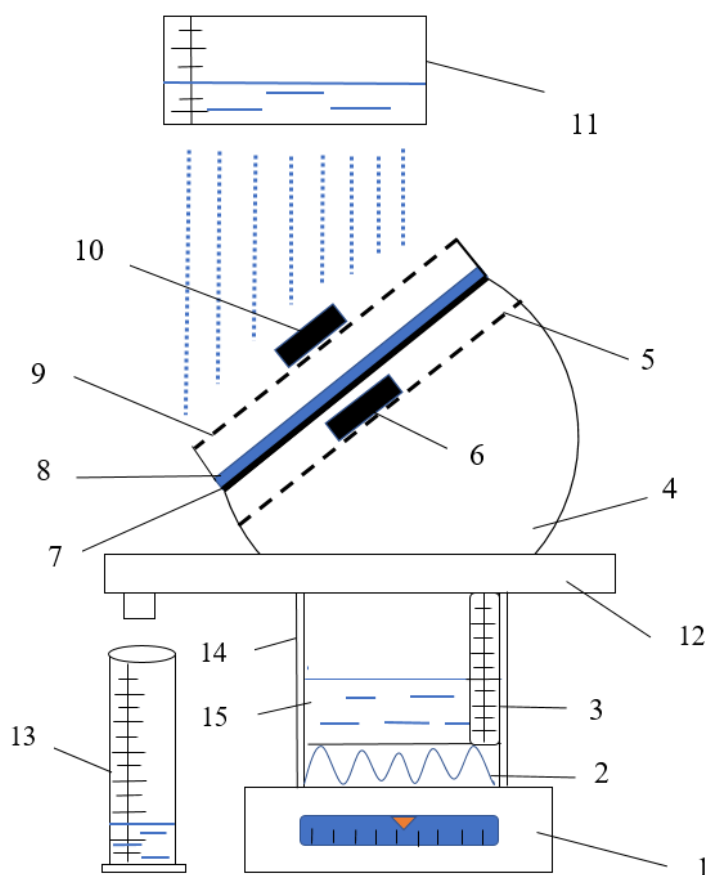


Рисунок 3.2 - Принципиальная схема устройства по определению кинетики температуры и влажности пододежного пространства многослойной одежды, где 1 – весы; 2 – нагреватель; 3 – сосуд со шкалой; 4 – емкость; 5 – внутренняя сетка; 6 – внутренний датчик; 7 – специальный уплотнитель; 8 – образец; 9 – внешняя сетка; 10 – внешний датчик; 11 – дождевальная установка; 12 – поддон для сбора воды; 13 – мензурка со шкалой; 14 – корпус; 15 – вода

Во время дождевания образца излишки влаги попадают в поддон, затем в мензурку со шкалой, позволяя фиксировать количество воды, проходящее (не проходящее) через образец.

Для автоматизированной записи данных были использованы специальные датчики и разработана программа. Датчики построены на базе аппаратной платформы Arduino UNO, включающими в свою конструкцию датчики температуры и влажности DHT-22 (таблица 3.1) (рисунок 3.3).

Таблица 3.1 - Технические характеристики датчиков DHT 22

|                            |                                                               |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Питание                    | От 3 до 5В.                                                   |
| Измерение уровня влажности | От 0 до 100%, точность 2%-5%                                  |
| Измерение температуры      | От -45 до 80 градусов Цельсия, с точностью $\pm 0.5$ градуса. |
| Частота измерении          | 0.5Гц (одно измерение за 2 секунды)                           |

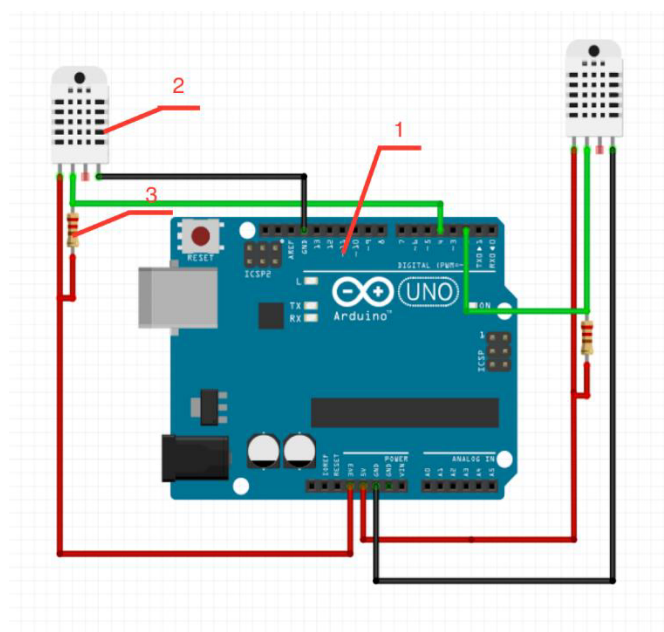


Рисунок 3.3. Схема датчика на базе Arduino Uno

Контроллер (Arduino Uno) построен на ATmega 328. Для работы платформы необходимо подключить ее к компьютеру посредством кабеля USB, либо подать питание при помощи адаптера AC/DC или батареи. Платформа имеет кнопку

перезагрузки, силовой разъем, разъем ICSP и 6 аналоговых входов, 14 цифровых вход/выходов, кварцевый генератор 16 МГц.

Взаимодействие с компьютером происходит с помощью USB-порта, на компьютере установлена специализированная программа клиент Serial Arduino (рисунок 3.4). Программа способна выводить данные с датчиков на экран и записывать XSL (Excel) файл (рисунок 3.5).

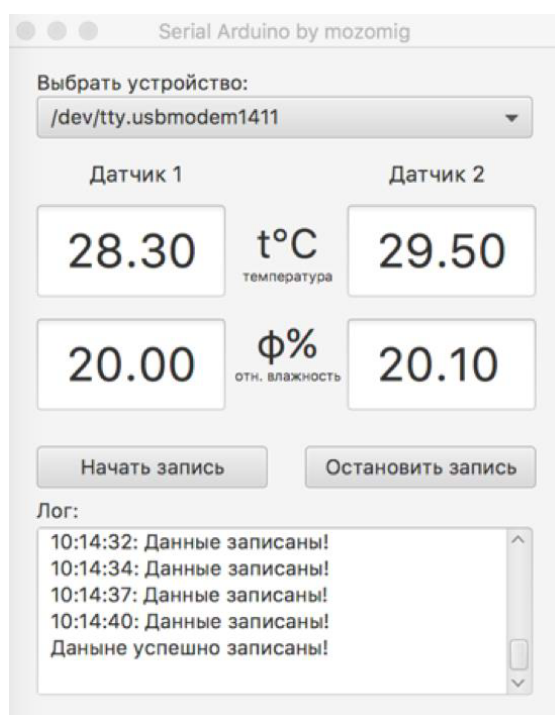
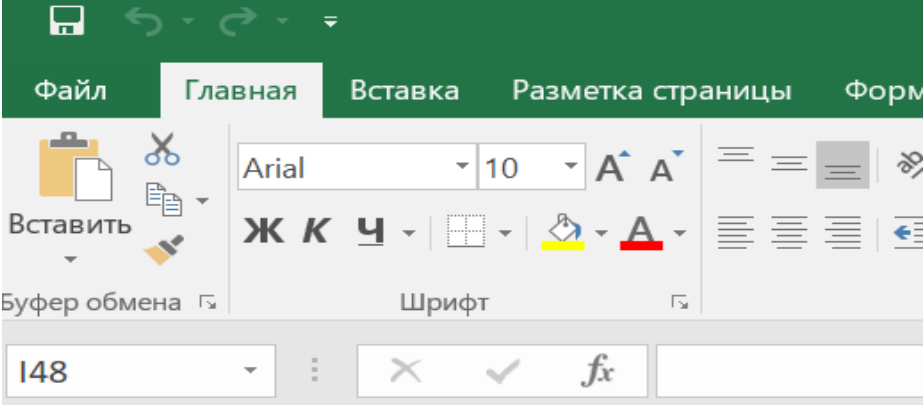


Рисунок 3.4 - Serial Arduino – программа-клиент

Программа написана на языке программирования Java – что позволяет запускать её на любой Desktop операционной системе при условии, что установлена виртуальная машина Java версии не ниже 1.7



The screenshot shows the Microsoft Excel interface. The ribbon includes 'Файл', 'Главная', 'Вставка', 'Разметка страницы', and 'Формулы'. The 'Главная' ribbon is active, showing font settings (Arial, size 10) and paragraph settings. The formula bar shows '148'. The data table is as follows:

|    | A           | B         | C           | D              | E |
|----|-------------|-----------|-------------|----------------|---|
| 1  | Начало за   | 03:39:40  | Время за    | 04:44:38       |   |
| 2  | Датчик 1    |           | Датчик 2    |                |   |
| 3  | Температура | Отн. влаж | Температура | Отн. влажность |   |
| 4  | 22,7        | 20,5      | 25,2        | 90,5           |   |
| 5  | 22,7        | 20        | 25,2        | 82,3           |   |
| 6  | 22,8        | 20,3      | 25,9        | 68,3           |   |
| 7  | 22,9        | 21,2      | 26,7        | 68,4           |   |
| 8  | 22,9        | 21,1      | 27,5        | 68,6           |   |
| 9  | 22,9        | 21,7      | 28,1        | 71,5           |   |
| 10 | 22,9        | 22,2      | 28,6        | 69,6           |   |
| 11 | 22,9        | 22,3      | 28,9        | 70,7           |   |
| 12 | 22,9        | 22,4      | 29,2        | 73,2           |   |
| 13 | 22,9        | 22,1      | 29,5        | 72,3           |   |
| 14 | 22,9        | 21,9      | 29,7        | 71,1           |   |
| 15 | 22,9        | 22,3      | 29,9        | 70,3           |   |
| 16 | 23          | 21,5      | 29,9        | 71,1           |   |
| 17 | 23          | 22        | 30          | 68,8           |   |
| 18 | 23          | 22.4      | 30.1        | 71.3           |   |

Рисунок 3.5 - Пример записи данных в Excel

При исследовании кинетики температуры и влажности пакетов материалов одежды решались задачи:

1. Отбора материалов, соответствующих технической нормативной документации и материалов актуальных на рынке, для проведения исследований;
2. Формирования пакетов из различных комбинаций отобранных материалов;
3. Выявления оптимальных режимов работы установки для оценки кинетики температуры и влажности в зависимости от требований к точности и условиям оценивания;

4. Разработки методики исследования кинетики температуры и влажности в пододежном пространстве;
5. Исследования кинетики температуры и влажности в пододежном пространстве: однослойных изделий и многослойных пакетов материалов;
6. Разработки экспресс метода оценки комфортности многослойной детской одежды;
7. Разработки рекомендаций комплектации детской одежды, обеспечивающей комфорт пододежного пространства.

Большой ассортимент материалов для изготовления одежды обусловлен разнообразием используемого сырья (см. п. 1.1). Применение натуральных и химических волокон и их сочетаний, различные структуры материалов, видов отделки позволяют выпускать материалы, обладающие различными геометрическими формами, механическими, физическими и другими свойствами, которые следует учитывать при проектировании, изготовлении, восстановлении и эксплуатации одежды. К одежде как готовому изделию предъявляются требования (см. п. 1.2). На основе проведенного анализа (глава 1) были отобраны материалы, структурные характеристики, которых представлены в таблице 3.2.



Рисунок 3.6 - Изменение параметров внутри пододежного пространства и окружающей среды, где  $T$  – температура,  $W$  – влажность,  $S$  – одежда как конечное множество функциональных элементов

Таблица 3.2 - Структурные характеристики исследуемых материалов

| Обозначение материала | Вид материала   | Переплетение | Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup> | Элементы системы | Основные параметры |                                      |                     |               |
|-----------------------|-----------------|--------------|-------------------------------------------|------------------|--------------------|--------------------------------------|---------------------|---------------|
|                       |                 |              |                                           |                  | Волокнистый состав | Число структурных элементов на 10 см | Толщина нитей, текс | Пористость, % |
| F                     | Ткань курточная | диагональное | 121,0                                     | Основа           | Вх/б; ВПА          | 250                                  | 54,34               | 12,74         |
|                       |                 |              |                                           | Уток             |                    | 200                                  | 54,34               |               |
| E                     | Ткань подкладки | полотняное   | 57                                        | Основа           | ВПА                | 220                                  | 30,58               | 38,26         |
|                       |                 |              |                                           | Уток             |                    | 240                                  | 9,98                |               |
| D                     | Ткань подкладки | саржевое     | 104                                       | Основа           | Ввис               | 210                                  | 54,34               | 32,53         |
|                       |                 |              |                                           | Уток             |                    | 120                                  | 30,58               |               |
| C                     | Трикотаж        | двуластик    | 353,5                                     | Погоризонтально  | ВШрс; ВПэф         | 110                                  | 75,52               | 59,42         |
|                       |                 |              |                                           | Повертикально    |                    | 80                                   |                     |               |
| A                     | Трикотаж        | гладь        | 226,0                                     | Погоризонтально  | Вх/б               | 280                                  | 9,98                | 27,09         |
|                       |                 |              |                                           | Повертикально    |                    | 150                                  |                     |               |
| B                     | Трикотаж        | двуластик    | 117                                       | Погоризонтально  | ВПэф; ВПА          | 400                                  | 4,42                | 44,28         |
|                       |                 |              |                                           | Повертикально    |                    | 200                                  |                     |               |

Эксплуатация одежды представляет собой процесс, протяженный во времени, сопряженный с различными факторами: изменением параметров окружающей среды, находится ребенок в движении или в статике, подбором слоев одежды и пакетов материалов, индивидуальными особенностями детского организма. Между одеждой и телом человека создается особый микроклимат пододежного пространства, изменение параметров которого влияет на самочувствие человека. Структура изменения параметров внутри пододежного пространства одежды и окружающей среды представлена на схеме (рисунок 3.6).

Одежда представляет собой многослойное изделие, каждый слой которого выполняет определенные функции. Поэтому материалы, формирующие готовое изделие, обозначим «пакет материалов», а несколько готовых изделий (слоев одежды) – «пакет одежды». Таким образом исследуя многослойные системы будем придерживаться данных определений.

Были сформированы пакеты из различных комбинаций отобранных материалов (таблица 3.3) согласно теории множеств (см. п. 2.1). Для имитации куртки в пакете материалов в качестве утеплителя был выбран «Холофайбер» [120] плотностью 150 г/м<sup>2</sup>, обозначим его как G (таблица 4.2).

Таблица 3.3 - Комбинации пакетов материалов

| № пакета | Обозначение материала | Вид материала           | Слой одежды | Волокнистый состав, % |
|----------|-----------------------|-------------------------|-------------|-----------------------|
| 1        | F                     | Верх                    | 3           | ВПА -65; Вх/б – 35;   |
|          | G                     | Утеплитель «Холофайбер» |             | ВПэф – 100            |
|          | E                     | Подкладка               |             | ВПА – 100             |
| 2        | F                     | Верх                    | 3           | ВПА -65; Вх/б – 35;   |
|          | G                     | Утеплитель «Холофайбер» |             | ВПэф – 100            |
|          | D                     | Подкладка               |             | Ввис – 100            |

Таблица 3.4 - Комбинации пакетов одежды

| № пакета | Обозначение материала | Слой одежды | Волокнистый состав, %   |
|----------|-----------------------|-------------|-------------------------|
| 3        | A                     | 1           | Вх/б – 100              |
|          | C                     | 2           | ВШрс – 50; ВПэф - 50    |
| 4        | B                     | 1           | ВПэф – 55; ВПА - 45     |
|          | C                     | 2           | ВШрс – 50; ВПэф - 50    |
| 5        | A                     | 1           | Вх/б – 100              |
|          | C                     | 2           | ВШрс – 50; ВПэф - 50    |
|          | F                     | 3           | ВПА -65; Вх/б – 35;     |
|          | G                     |             | ВПэф – 100              |
|          | E                     |             | ВПА – 100               |
| 6        | A                     | 1           | Вх/б – 100              |
|          | C                     | 2           | ВШрс – 50;<br>ВПэф - 50 |
|          | F                     | 3           | ВПА -65; Вх/б – 35;     |
|          | G                     |             | ВПэф – 100              |
|          | D                     |             | Ввис – 100              |
| 7        | B                     | 1           | ВПэф – 55; ВПА - 45     |
|          | C                     | 2           | ВШрс – 50; ВПэф - 50    |
|          | F                     | 3           | ВПА -65; Вх/б – 35;     |
|          | G                     |             | ВПэф – 100              |
|          | E                     |             | ВПА – 100               |
| 8        | B                     | 1           | ВПэф – 55; ВПА - 45     |
|          | C                     | 2           | ВШрс – 50; ВПэф - 50    |
|          | F                     | 3           | ВПА -65; Вх/б – 35;     |
|          | G                     |             | ВПэф – 100              |
|          | D                     |             | Ввис – 100              |

Пакет 1 представляет собой утепленную куртку на полиамидной подкладке, состоящую из трех слоев материалов, а пакет 2 – на вискозной подкладке (таблица 3.3). Пакеты 3 и 4 имитируют двухслойные пакеты одежды, например, футболку и водолазку. Пакеты с 5 по 8 представляют собой трехслойные пакеты одежды, различных комбинаций (таблица 3.4).

### **3.2 Подготовка образца для испытаний**

Согласно различным методикам и стандартам [19-24] перед проведением испытаний образцы кондиционируют с целью достижения материалом равновесного состояния (содержания определенного количества влаги внутри материала при определенной температуре). Это необходимо для сравнения результатов исследования. Процесс кондиционирования занимает по времени не менее чем 24 часа.

Проведен сравнительный анализ изменения кинетики температуры и влажности образцов трех материалов, подверженных кондиционированию и выдержанных в условиях помещения: хлопчатобумажное и полушерстяное трикотажное полотно, и ткань из 100% полиэфирного волокна (таблица 3.5). Кондиционированию подверглась половина образцов в соответствии с [24]. Другая половина была выдержана в температурно-влажностных условиях помещения в течение 24 ч при температуре 26 °С и относительной влажности 24 % в начале эксперимента, при этом температура и влажность в помещении естественным образом изменялись. По истечении 24 часов влажность в помещении составила 22 %, а температура – 25 °С.

Условия проведения экспериментов отображены в таблице 3.6. Внешние условия соответствуют температурно-влажностным условиям помещения, в котором проводились эксперименты.

Таблица 3.5 - Характеристики исследуемых материалов

| Обозначение материала | Волокнистый состав    | Толщина, мм | Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup> | Воздухопроницаемость, дм/м <sup>3</sup> |
|-----------------------|-----------------------|-------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|
| А                     | Вх/б -100             | 0,72        | 226                                       | 98,8                                    |
| С                     | ВШрс -50;<br>ВПэф- 50 | 1,29        | 353,5                                     | 584                                     |
| В                     | ВПэф –55;<br>ВПА - 45 | 0,81        | 117                                       | 324                                     |

Эксперимент для кондиционированного образца из хлопчатобумажного трикотажного полотна проводился при относительной влажности помещения 30 % и температуре 26,9 °С, для не кондиционированного образца – 16,6 % и 25,6 °С. Эксперимент для кондиционированного образца из полушерстяного трикотажного полотна проводился при относительной влажности помещения 22,8 % и температуре 26 °С, для не кондиционированного образца – 24 % и 26 °С. Эксперимент для кондиционированного образца из 100% полиэфирного волокна проводился при относительной влажности в помещении 17,7 % и температуре 26,8 °С, для не кондиционированного образца – 21,7 % и 25,9 °С. Временной интервал в один час был выбран как оптимальный [16].

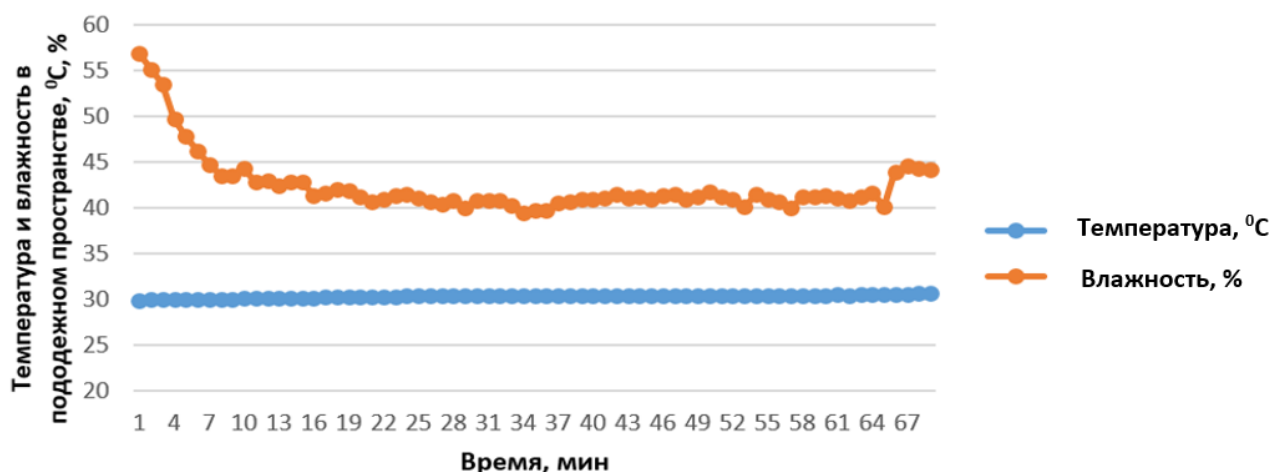


Рисунок 3.7 - Изменение температуры и влажности в течение часа для кондиционированного образца из материала А

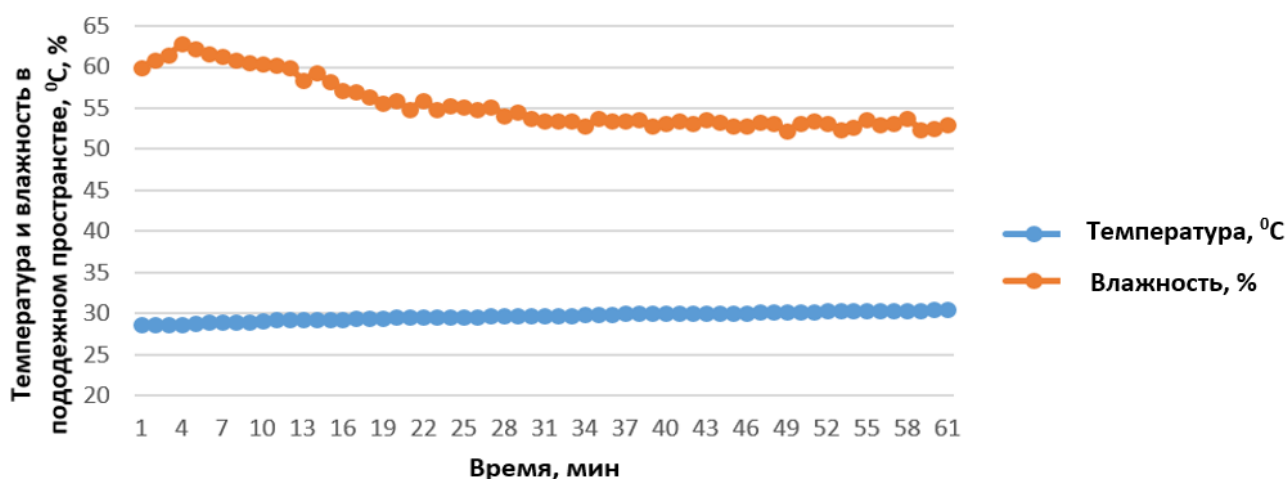


Рисунок 3.8 - Изменение температуры и влажности в течение часа для образца из материала А, выдержанного в реальных условиях помещения

При проведении экспериментов для образцов из хлопчатобумажного трикотажного полотна температурные начальные условия как внешние, так и внутренние одинаковые (отклонение в пределах погрешности). Значения влажности внешних условий для кондиционированного и не кондиционированного образцов отличаются на 11%, а для внутренних условий – 3%. Значение температуры можно считать постоянным. Через час эксперимента влажность в пододежном пространстве снизилась. Однако по характеру кривых (рис. 3.7-3.8) видно, что кондиционированный образец в течение первых 10 минут начинает отдавать влагу, в то время как не кондиционированный образец сначала впитывает влагу, лишь затем начинает ее отдавать. Это указывает на существование определенного уровня насыщенности влагой материала, что подтверждается проведенным исследованием. В результате уровень влажности внутренних условий через час испытания для кондиционированного образца влажность составила 53%, не кондиционированного – 44, 2%. Разница в значениях влажности по истечению часа находится в пределах погрешности.

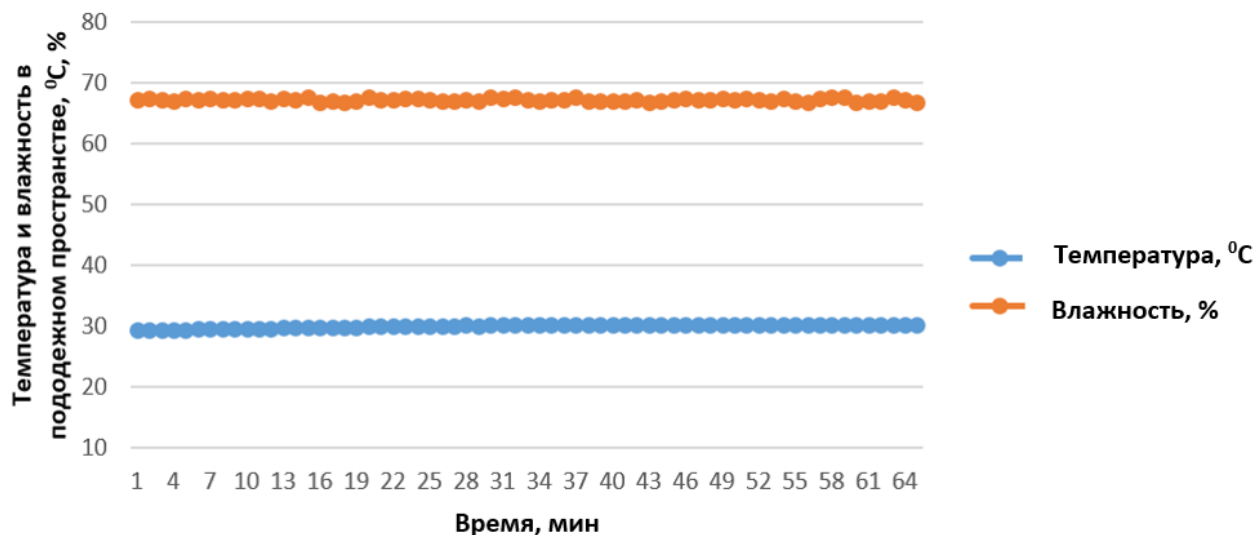


Рисунок 3.9 - Изменение температуры и влажности в течение часа для кондиционированного образца из материала С

Линейный характер кривых (рисунки 3.9-3.10) и одинаковые значения влажности в пододежном пространстве после часа эксперимента указывает на нецелесообразность кондиционирования образцов полушерстяного трикотажного полотна (таблица 3.6).

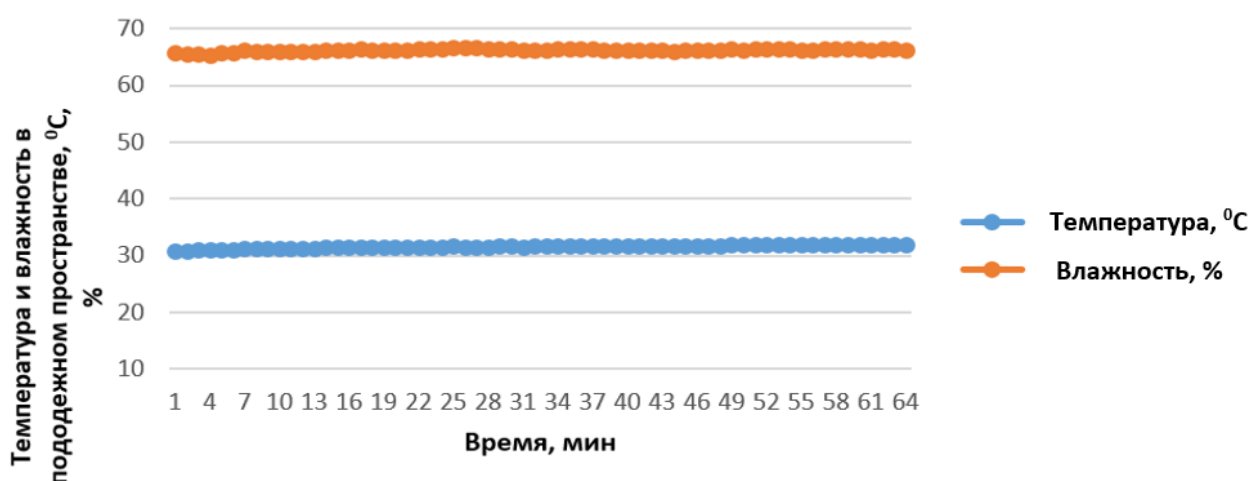


Рисунок 3.10 - Изменение температуры и влажности в течение часа для образца из материала С, выдержанного в реальных условиях помещения

При проведении эксперимента для кондиционированного и не кондиционированного образцов из 100% полиэфирного волокна внешние температурно-влажностные условия приблизительно одинаковые. В начале эксперимента температура отличается незначительно, а разница во влажности в пододежном слое составляет 24%. Через час испытания влажность приходит к одинаковому значению (таблица 3.6). При начальной влажности 77,7% (рисунок 3.11) значение снижается до 52,1%. В случае, когда начальная влажность 53,4% значение практически не меняется 53,8%, что видно из графика (рисунок 3.12).

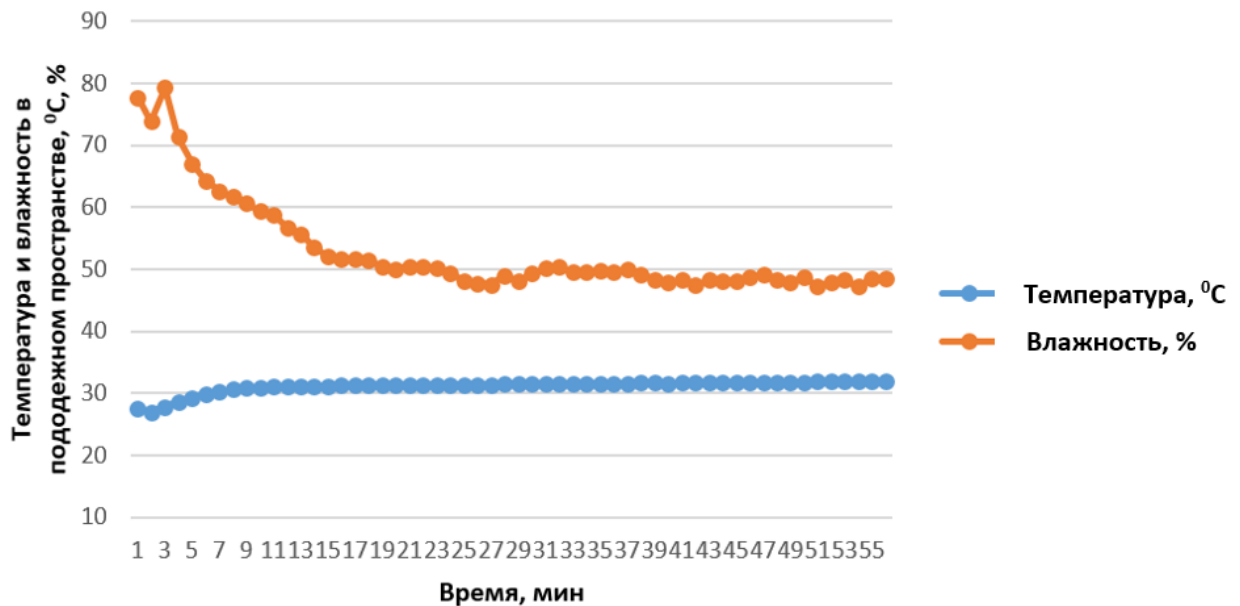


Рисунок 3.11 - Изменение температуры и влажности в течение часа для кондиционированного образца из материала В

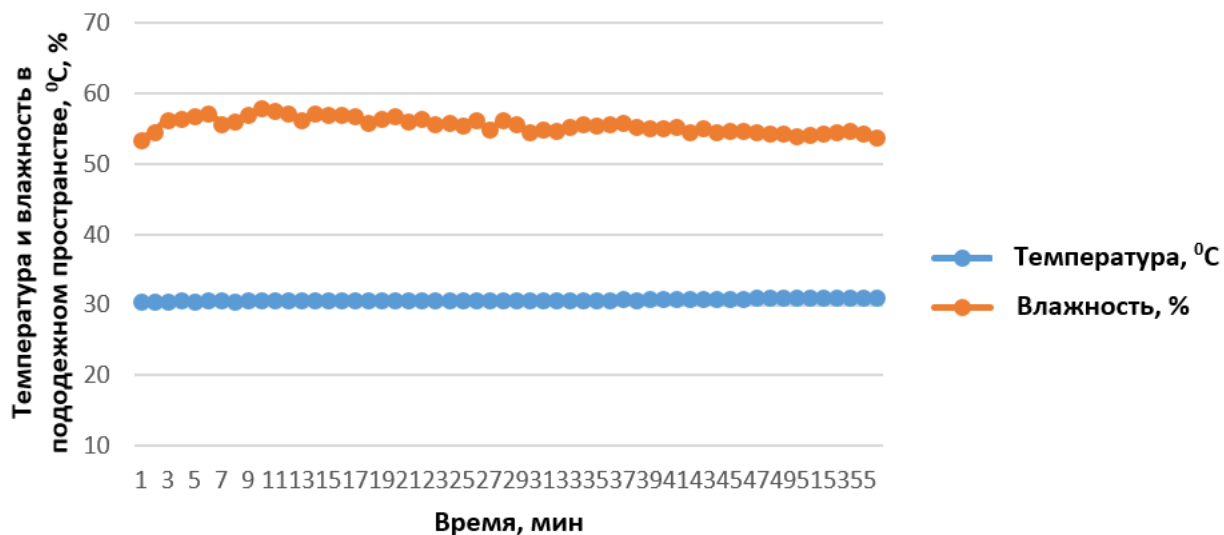


Рисунок 3.12 - Изменение температуры и влажности в течение часа для образца из материала В, выдержанного в реальных условиях помещения

Таблица 3.6 - Условия проведения и результаты эксперимента для кондиционированного и не кондиционированного образцов хлопчатобумажного трикотажного полотна

| Обозначение материала    | Образец, выдержанный при нормальных условиях при $T = 20 \pm 3$ °C и $W = 65 \pm 5$ % |      |          |      | Опытный образец, выдержанный при условиях при $T = 26$ °C и $W = 24$ % |      |          |      |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------|----------|------|------------------------------------------------------------------------|------|----------|------|
|                          | Датчик 10                                                                             |      | Датчик 6 |      | Датчик 10                                                              |      | Датчик 6 |      |
|                          | T, °C                                                                                 | W, % | T, °C    | W, % | T, °C                                                                  | W, % | T, °C    | W, % |
| A                        | 26,9                                                                                  | 30   | 30       | 56,9 | 25,6                                                                   | 16,6 | 28,6     | 60   |
| C                        | 26                                                                                    | 22,8 | 29,5     | 67,3 | 26                                                                     | 24   | 30       | 65,7 |
| B                        | 26,8                                                                                  | 17,7 | 27,6     | 77,7 | 25,9                                                                   | 21,7 | 30,4     | 53,4 |
| Через 1 час эксперимента |                                                                                       |      |          |      |                                                                        |      |          |      |
| A                        | 27                                                                                    | 24   | 30,7     | 44,2 | 25,6                                                                   | 14,8 | 30,5     | 53   |
| C                        | 26                                                                                    | 26   | 30,2     | 66,9 | 27,4                                                                   | 23,8 | 32       | 66,1 |
| B                        | 28                                                                                    | 23,5 | 32,1     | 52,1 | 27,4                                                                   | 20,2 | 31,1     | 53,8 |

Характер кривых для кондиционированного и не кондиционированного образцов одинаковый, что указывает на то, что процесс изменения влажности не меняется, отличаются лишь значения. Однако в обычной жизни одежда не подвергается кондиционированию. И не используя кондиционирование образцов, мы приближаем условия эксперимента к эксплуатационным. При необходимости получения сравнительных данных пакетов и образцов целесообразно кондиционирование, т.к. материалы будут находится в равновесном влажностном состоянии и начальные условия для испытания одинаковые.

### **3.3 Выявление оптимальных режимов работы установки по оценке кинетики температуры и влажности**

В зависимости от целей и оценки необходимо проверить работоспособность установки при различных режимах и воздействии окружающей среды. Первоначально определяем время необходимое для достижения внутри прибора равновесного состояния, имитирующего нормальный пододежный микроклимат. Поэтому наполняем сосуд с жидкостью водой комнатной температуры объемом 150 мл и устанавливаем датчик 6 на сетке, герметично закрываем горловину, затем включаем прибор.

На основании полученных данных (рисунок 3.7) видно, что постоянная температура достигается через 2,5 часа. Следовательно, перед испытанием необходим разогрев прибора 3-4 часа. После достижения стационарного режима на емкости размещались образцы, затем удалялась пленка. В течение 5 часов определяли показания датчиков 1 и 2.

Испытания проводили на образце одинакового волокнистого состава и структуры, но при различных внешних условиях внешней среды (рисунки 3.13 и 3.14)

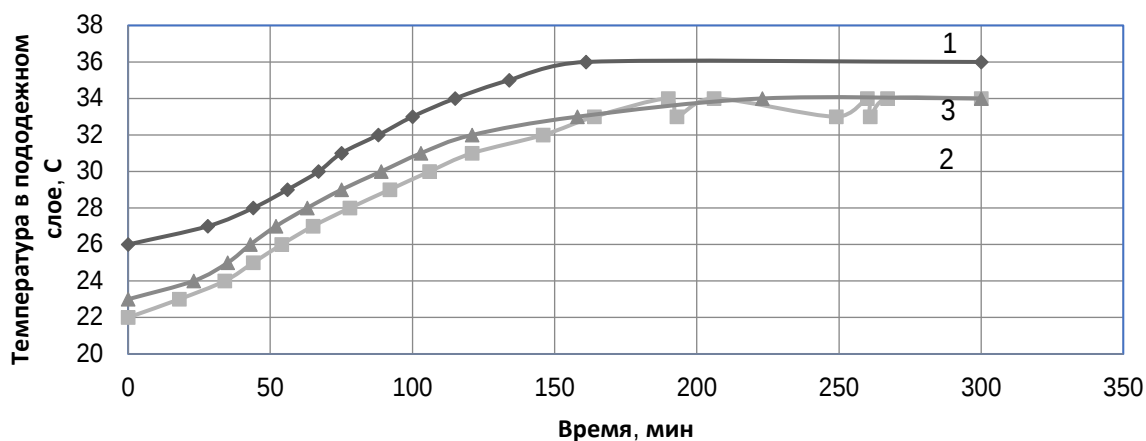


Рисунок 3.13 - Изменение температуры внутри емкости установки, герметично изолированной: 1 – при  $T = 26^{\circ}\text{C}$ ;  $W = 31\%$ ; 2 - при  $T = 22^{\circ}\text{C}$ ;  $W = 51\%$ ; 3 - при  $T = 23^{\circ}\text{C}$ ;  $W = 57\%$

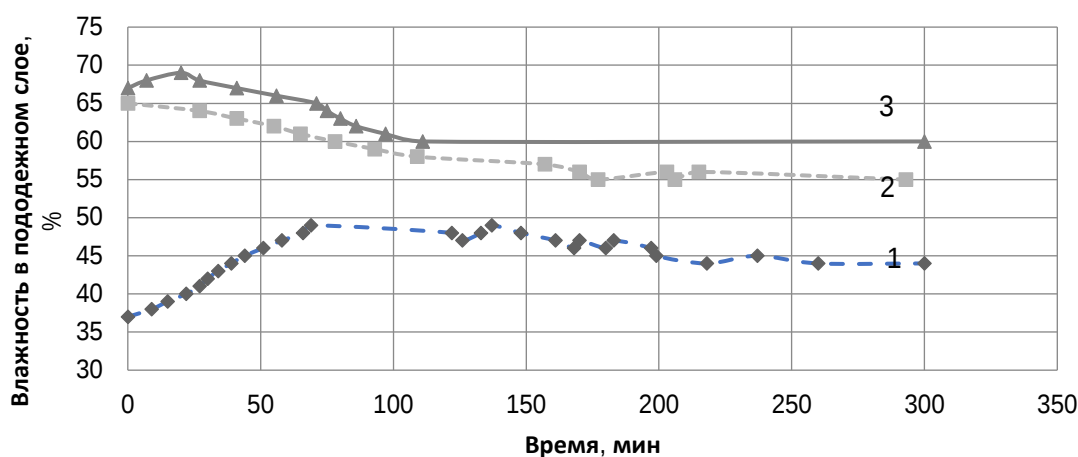


Рисунок 3.14 - Изменение влажности в пододежном слое образца из материала А: 1 – при  $T = 26^{\circ}\text{C}$ ;  $W = 31\%$ ; 2 - при  $T = 22^{\circ}\text{C}$ ;  $W = 51\%$ ; 3 - при  $T = 23^{\circ}\text{C}$ ;  $W = 57\%$

На основании полученных данных установлено, что при различных параметрах окружающей среды равновесное состояние пододежного микроклимата достигается в пределах 60-120 минут. Следовательно, для испытаний при которых выявлен переход от статического к динамическому состоянию ребенка целесообразно снимать показания датчиков в течении первого часа (рисунок 3.6).

### 3.3.1 Испытание на дождевальном устройстве

Была определена возможность оценки кинетики температуры и влажности не только при изменении влажности, но и в случае осадков. В устройстве предусмотрена возможность дождевания образцов из дождевальной установки 11 (рисунок 3.2), причем стекающая вода собирается в поддон 12, стекает в мензурку со шкалой 13.

Был выбран материал F, имитирующий летнюю куртку (таблица 3.2). После закрепления образца 8 проводим его дождевание душевым устройством 11 в течение минуты. Затем возвращаем на место сетчатое кольцо 9, датчик 10, и проводим измерения температуры T и влажности W (таблицы 3.7-3.8).

Таблица 3.7 - Изменение температуры и влажности в пододежном пространстве после дождевания при внешних условиях влажности  $W = 30\%$  и температуры  $T = 22\text{ }^{\circ}\text{C}$

| Показатели                      | Время, мин |    |     |     |
|---------------------------------|------------|----|-----|-----|
|                                 | 0          | 51 | 148 | 300 |
| Влажность, %                    | 30         | 29 | 28  | 28  |
| Температура, $^{\circ}\text{C}$ | 22         | 23 | 27  | 27  |

Таблица 3.8 - Изменение температуры и влажности в пододежном пространстве без дождевания при внешних условиях влажности  $W = 36\%$  и температуры  $T = 21\text{ }^{\circ}\text{C}$

| Показатели                      | Время, мин |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
|---------------------------------|------------|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                                 | 0          | 7  | 21 | 31 | 45 | 64 | 101 | 137 | 175 | 183 | 196 | 300 |
| Влажность, %                    | 36         | 35 | 34 | 33 | 32 | 31 | 30  | 31  | 30  | 31  | 30  | 30  |
| Температура, $^{\circ}\text{C}$ | 23         | 23 | 23 | 23 | 24 | 25 | 26  | 27  | 27  | 27  | 28  | 27  |

Сравнительные данные (таблицы 3.7 и 3.8) показывают, что после дождевания меняется как температура, так и влажность. Значения температуры и влажности до и после дождевания сравнительно близки.

Приведенные примеры иллюстрируют то, что с помощью предлагаемого технического решения возможна оценка кинетики температуры и влажности пододежного пространства многослойной одежды.

Таким образом для исследования кинетики температуры и влажности пододежного пространства разработана методика, позволяющая оценивать значения параметров температуры и влажности в пространстве между телом и слоем одежды (приложение Г), ее описание приведено ниже.

Предварительно наполняем сосуд с жидкостью водой комнатной температуры объемом 150 мл. Устанавливаем датчик 6 на сетке. Перед измерением прибор предварительно разогреваем (в течении 2,5 часов), при герметично закрытой горловине емкости 4, что обеспечивает температуру  $T = 36^{\circ}\text{C}$  и влажность  $W = 98\%$ .

Пробы отбирают по ГОСТ 20566-75 «Ткани и штучные изделия текстильные. Правила приемки и метод отбора проб.» [23].

Из каждой точечной пробы вырезают по два образца в форме овала диаметром в соответствии с контуром установки (диаметр рабочей части образца 180мм). В качестве образца может выступать многослойная система материалов.

На горловине прибора закрепляем образец и убираем изолирующую пленку. На сетчатом кольце 9 на расстоянии 1см от образца закрепляем 2-ой датчик термогигрографа 10. Подключаем датчики 6 и 10 к компьютеру.

Открываем программу Serial Arduino (рисунок 3.4). Выбираем устройство. Нажимаем кнопку «Начать запись». Программа выводит данные с датчиков на экран и записывает XSL (Excel) файл (рисунок 3.5). Программа написана на языке Java.

Фиксация данных происходит каждую минуту. Испытание проводится в течение 1 часа. Нажать кнопку «Остановить запись». Сохранить файл.

Для повторного испытания закрыть горловину емкости изолирующей пленкой, и довести прибор до температуры  $T = 36^{\circ}\text{C}$  и влажности  $W = 98\%$ .

## ГЛАВА 4 РАЗРАБОТКА МЕТОДА ОЦЕНКИ КОМФОРТНОСТИ ДЕТСКОЙ МНОГОСЛОЙНОЙ ОДЕЖДЫ

### 4.1 Исследование кинетики температуры и влажности пододежного пространства однослойной одежды

Комфорт пододежного микроклимата во многом определяет температура и влажность воздушной прослойки между телом и первым слоем одежды, а также содержание влаги в слоях одежды. В связи с этим была исследована кинетика температуры и влажности в пододежном пространстве для оценки комфортности детской одежды.

Были отобраны образцы трех материалов (таблица 3.2), представляющие первый, второй и третий слои одежды. Характеристики исследуемых материалов представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 - Характеристики исследуемых материалов

| Слой одежды | Обозначение материала | Волокнистый состав, %   | Толщина, мм | Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$ |
|-------------|-----------------------|-------------------------|-------------|----------------------------------------------------------|
| первый      | А                     | Вх/б – 100              | 0,72        | 98,8                                                     |
| второй      | С                     | ВШрс – 50;<br>ВПэф - 50 | 1,29        | 584                                                      |
| третий      | Е                     | ВПА -65; Вх/б - 35      | 0,45        | 0                                                        |

Испытания проводились по разработанной методике (см. п. 3.3) при различных внешних условиях (температуре и влажности окружающей среды).

Результаты исследования показали, что климатические условия окружающей среды оказывают влияние на процессы прохождения парообразной влаги через материал. Из графиков видно, что, имея одинаковый волокнистый состав и структуру материал пропускает через себя влагу неодинаково (рисунки 4.1–4.3).

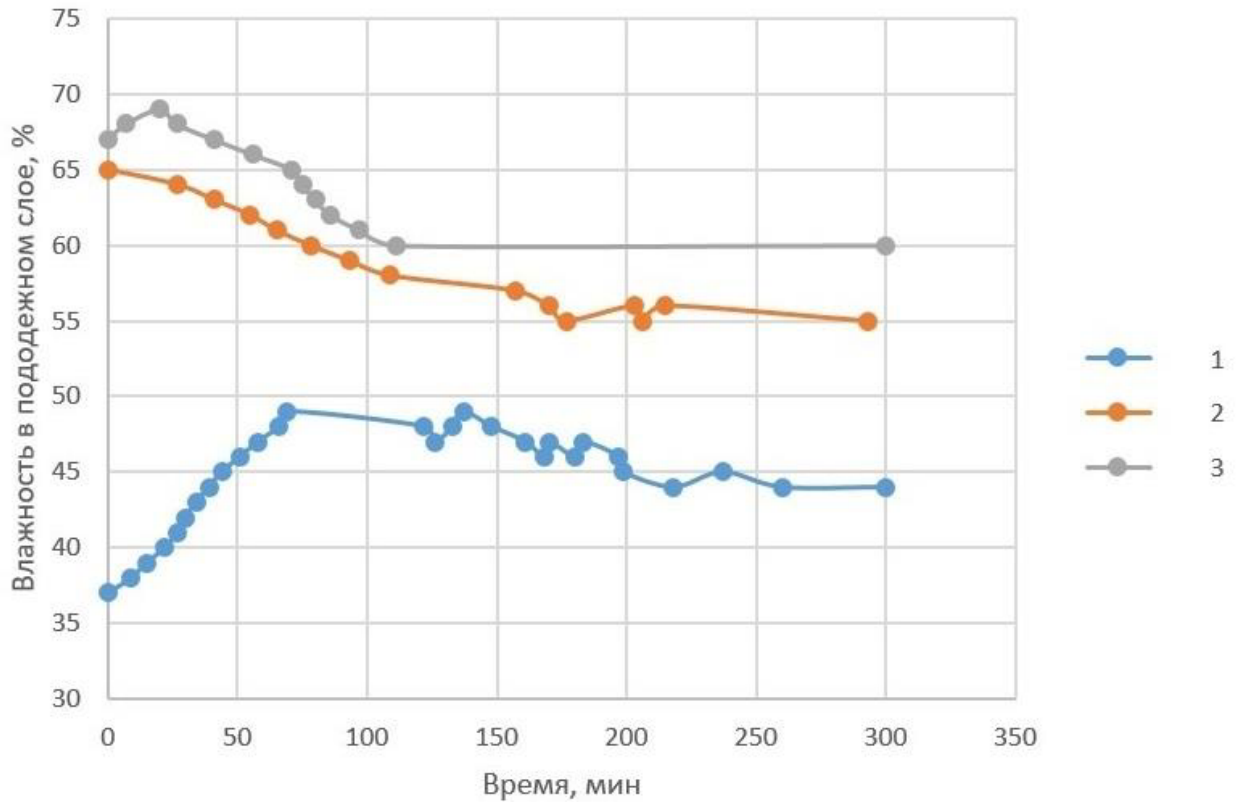


Рисунок 4.1 - Изменение влажности в пододежном слое образца А при параметрах окружающего воздуха: 1 –при  $T = 26^{\circ}\text{C}$ ;  $W = 31\%$ ; 2 - при  $T = 22^{\circ}\text{C}$ ;  $W = 51\%$ ; 3 - при  $T = 23^{\circ}\text{C}$ ;  $W = 57\%$

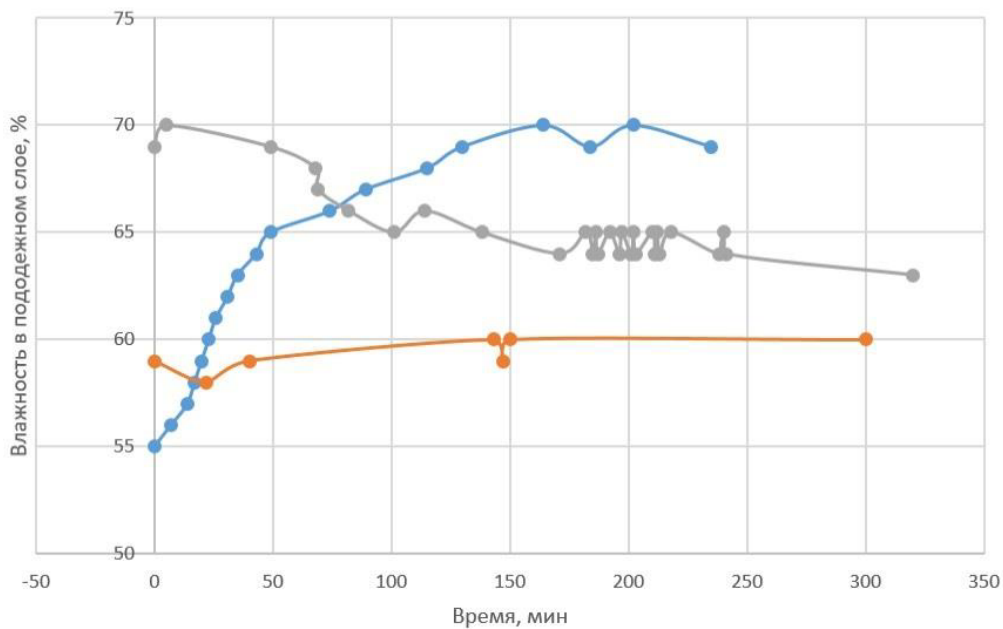


Рисунок 4.2 - Изменение влажности в пододежном слое образца С при параметрах окружающего воздуха: 1 –при  $T = 23^{\circ}\text{C}$ ;  $W = 47\%$ ; 2 - при  $T = 25^{\circ}\text{C}$ ;  $W = 60\%$ ; 3 - при  $T = 31^{\circ}\text{C}$ ;  $W = 41\%$ ;

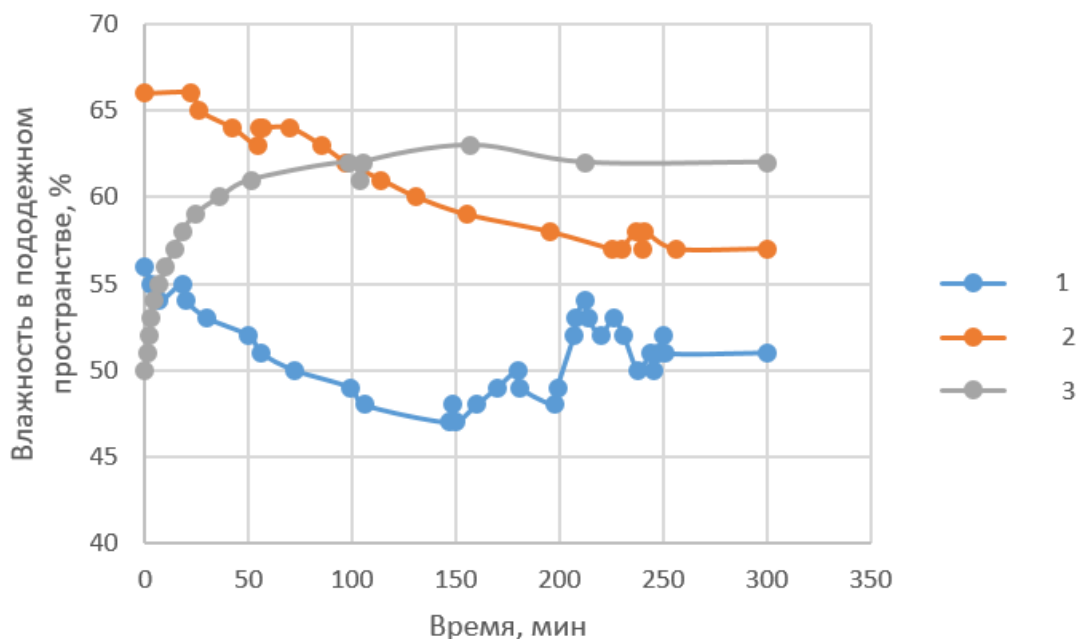


Рисунок 4.3 - Изменение влажности в пододежном слое образца F при параметрах окружающего воздуха: 1 –при  $T = 25^{\circ}\text{C}$ ;  $W = 41\%$ ; 2 - при  $T = 24^{\circ}\text{C}$ ;  $W = 58\%$ ; 3 - при  $T = 23^{\circ}\text{C}$ ;  $W = 47\%$

С повышением температуры воздуха процесс испарения влаги становится более интенсивным. Увеличение объема испаряемой влаги влечет за собой увеличение парциального давления. После достижения материалом равновесного состояния происходит снижение температуры, влажности, а также интенсивности паропроницаемости. Прослеживается прямо пропорциональная зависимость температуры и влажности.

При одинаковых внешних условиях образцы С и F ведут себя одинаково (рисунки 4.2 и 4.3 при температуре  $23^{\circ}\text{C}$ , влажности  $47\%$ ) несмотря на различный волокнистый состав [16].

Неоднозначность результатов указывает на недостаточную изученность вопроса прохождения парообразной влаги через материал, и оценка кинетики температуры и влажности в пододежном пространстве является перспективным направлением для исследований.

Исследование кинетики влажности микроклимата пододежного пространства позволяет оценить комфортность детской одежды.

## 4.2 Исследование прохождения влаги через однослойный материал

Проведен сравнительный анализ интенсивности прохождения влаги через однослойный материал. В качестве объектов исследования были выбраны материалы из 100% трикотажного хлопчатобумажного полотна - А и трикотажного полотна, состоящего на 55% из полиэфирного волокна и 45% из полиамидного волокна - В, структурные характеристики представлены в таблице 3.2.

Было произведено взвешивание на весах 1 (рисунок 3.2) общей массы установки с образцом и образца отдельно до и после эксперимента. Установлено, что гидрофильный материал - А из хлопчатобумажного волокна (рисунок 4.4) выводит влагу с большей интенсивностью, чем материал из гидрофобного волокна – В (рисунок 4.5) (таблица 3.2). Скорость прохождения влаги через материал из трикотажного хлопчатобумажного полотна – А составила 4,14 г/см<sup>2</sup>ч, для трикотажного полотна из полиэфирного, полиамидного волокон – В – 2,28 г/см<sup>2</sup>ч.

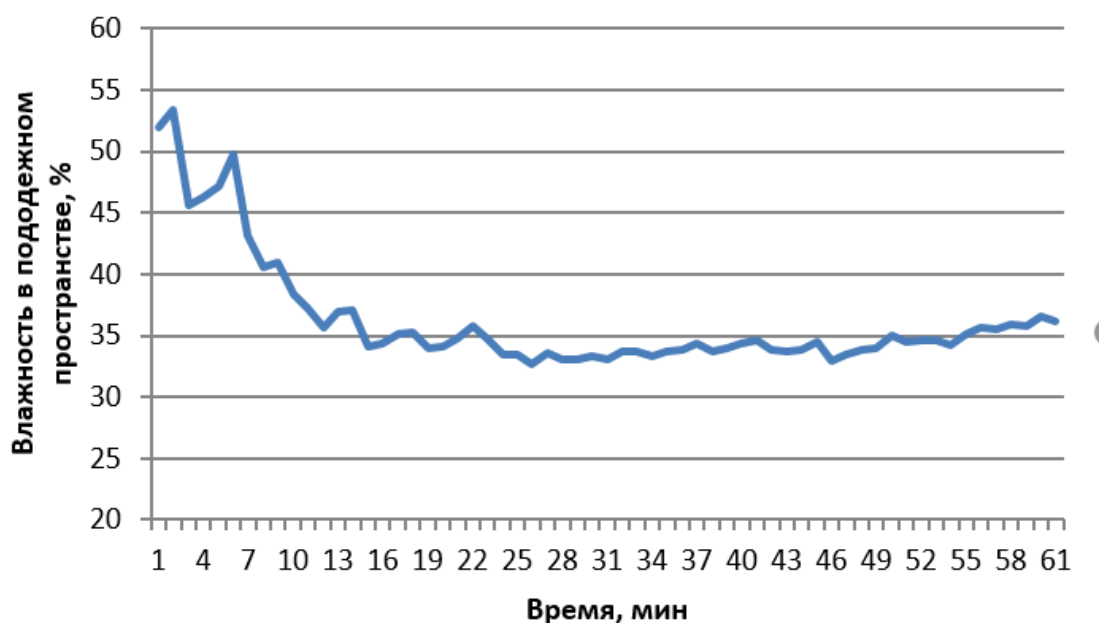


Рисунок 4.4 - Изменение влажности в пододежном слое образца из материала А; при параметрах окружающего воздуха:  $T = 24^{\circ}\text{C}$ ;  $W = 12\%$ .

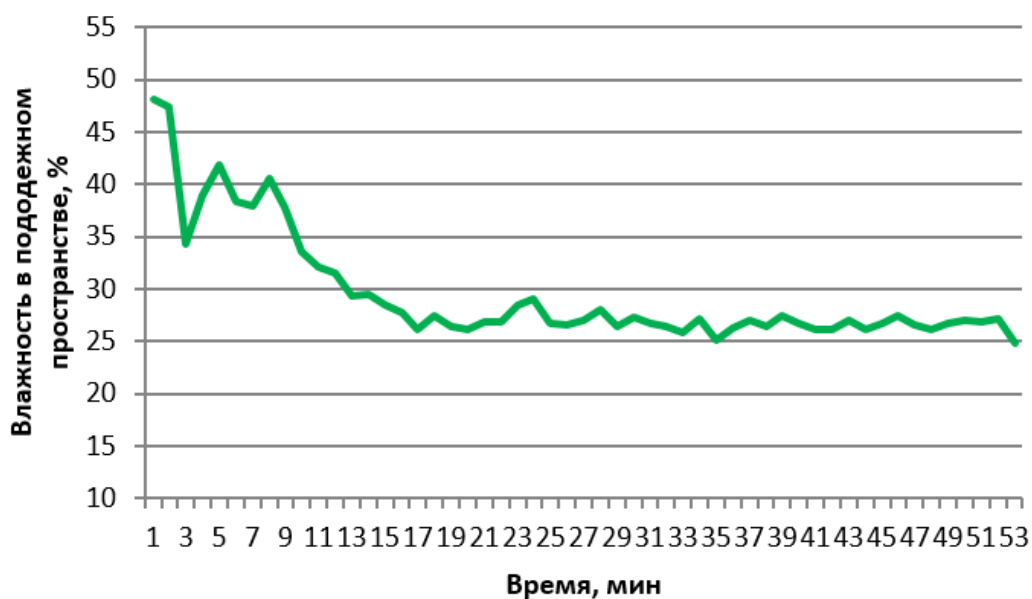


Рисунок 4.5 - Изменение влажности в пододежном слое образца из материала В; при параметрах окружающего воздуха:  $T = 25^{\circ}\text{C}$ ;  $W = 11\%$ .

После установления сорбционного динамического равновесия в течение первых 15 – 20 минут диффузионные процессы преобладают над сорбционными.

### 4.3 Исследование влажности материалов

Рассматривая многослойные системы необходимо учитывать свойства, которыми обладает утеплитель. Способность поглощать и удерживать влагу для утеплителя критична, т.к. от этого напрямую зависят теплозащитные свойства пакета с утеплителем.

Проведен эксперимент с целью определения влажности утеплителя. В качестве испытуемых образцов отобраны распространенные материалы: «Холофайбер» плотностью  $100\text{ г/м}^2$  и  $150\text{ г/м}^2$  и «Фебатекс» плотностью  $300\text{ г/м}^2$  (таблица 4.2). Влажность измерялась на приборе Эвлас – 2М.

Результаты исследования показали, что влажность «Холофайбера» выше заявленной величины (около 1 %) [120]. Этот феномен можно объяснить с физической точки зрения. Само по себе волокно материала «Холофайбера» гидрофобно, но при его формировании в полотно волокна приобретают определенную конфигурацию в пространстве.

Таблица 4.2 - Характеристики нетканых материалов

| Образец       | Волокнистый состав (%) | Плотность (г/м <sup>2</sup> ) | Влажность (%) |
|---------------|------------------------|-------------------------------|---------------|
| «Холлофайбер» | ВПэф – 100             | 100                           | 5.59          |
| «Холлофайбер» | ВПэф – 100             | 150                           | 36.56         |
| «Фебатекс»    | ВПэф – 100             | 300                           | 16.49         |

Парообразная влага, проходя через утеплитель, оседает на волокнах и образует пленку поверхностного натяжения, что характерно для воды. Таким образом за счет структуры материала влага задерживается, вместо того чтобы беспрепятственно проходить наружу. А влажность материала, в свою очередь, влияет на теплоизоляционные свойства, что критично для утеплителя, т.к. чем выше влажность, тем ниже теплоизоляционные свойства материала [86, 102, 104, 108, 110].

#### **4.4 Исследование кинетики температуры и влажности пододежного пространства трехслойного пакета материалов**

Экспериментальные данные важны для понимания происходящих процессов в пододежном пространстве в реальных условиях. Измерение температуры и влажности именно воздуха в пододежном пространстве позволяет оценить состояние микроклимата.

Разработанная установка позволяет проводить испытания для образцов, состоящих из нескольких слоев материалов. Характеристики исследуемых пакетов материалов приведены в таблице 3.3.

Исследованы пакеты материалов, имитирующие куртку, состоящие из ткани верха, утеплителя и подкладки, характеристики которых представлены в таблице 4.3. Пакет 1 и 2 отличаются лишь подкладкой, ткань верха - F на 35% состоит из хлопчатобумажного волокна и на 65% - из полиамидного волокна, в качестве утеплителя использован «Холофайбер» плотностью 150 г/м<sup>2</sup> (таблица 4.2).

Подкладка в составе первого пакета состоит из 100% полиамидных комплексных нитей - Е, второго – из 100% вискозных комплексных нитей - D.

Таблица 4.3 - Характеристики для пакетов материалов

| № пакета | Вид материала           | Волокнистый состав, % | Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup> |
|----------|-------------------------|-----------------------|-------------------------------------------|
| 1        | Ткань верха             | ВПА -65; Вх/б – 35;   | 121,0                                     |
|          | Утеплитель «Холофайбер» | ВПэф – 100%;          | 150                                       |
|          | Подкладка               | ВПА – 100             | 57                                        |
| 2        | Ткань верха             | ВПА -65; Вх/б – 35;   | 121,0                                     |
|          | Утеплитель «Холофайбер» | ВПэф – 100            | 150                                       |
|          | Подкладка               | Ввис – 100            | 104                                       |

В соответствии с теорией множеств (см. п. 2.1) (формулы 2.3-2.4) пересекающиеся характеристики пакетов материалов будут иметь вид:

$$Z_{П11} = C_3 \cap П_1,$$

$$Z_{П11} = \{z_{п11} \mid z_{п11} \in П_1 \text{ и } z_{п11} \in C_3\};$$

$$Z_{П21} = C_3 \cap П_2,$$

$$Z_{П21} = \{z_{п21} \mid z_{п21} \in П_2 \text{ и } z_{п21} \in C_3\};$$

$$Z_{П11} = C_3 \cap K_4,$$

$$Z_{П11} = \{z_{п11} \mid z_{п11} \in C_3 \text{ и } z_{п11} \in K_4\};$$

$$Z_{П21} = C_3 \cap K_4,$$

$$Z_{П21} = \{z_{п21} \mid z_{п21} \in K_4 \text{ и } z_{п21} \in C_3\};$$

$$Z_{П21} = П_2 \cap K_4,$$

$$Z_{П21} = \{z_{п21} \mid z_{п21} \in K_4 \text{ и } z_{п21} \in П_2\},$$

где Z – характеристика; C – слой множество, K – класс множество, П – пакет множество.



Рисунок 4.6 - Изменение влажности в пододежном слое пакета 1, при параметрах окружающего воздуха:  $T = 27^{\circ}\text{C}$ ;  $W = 22\%$



Рисунок 4.7 - Изменение влажности в пододежном слое пакета 2, при параметрах окружающего воздуха:  $T = 27^{\circ}\text{C}$ ;  $W = 16\%$

Значения влажности для первого и второго образца (рисунки 4.6– 4.7) находятся в пределах погрешности 62% и 58% и превышают 20-40 % влажности.

#### 4.5 Исследование кинетики температуры и влажности пододежного пространства двухслойного пакета одежды

Исследованы пакеты материалов, имитирующие первый и второй слои одежды (например, футболка и водолазка). Каждый из образцов представляет собой систему, состоящую из двух материалов, представляющих первый и второй слои. В пакете №3 в качестве первого слоя выступает хлопчатобумажное трикотажное полотно - А, второй слой представлен полушерстяным трикотажным полотном - С. Пакет №4 состоит из трикотажного полотна, содержащего полиэфирные и полиамидные волокна - В, представляющего первый слой одежды, и полушерстяного трикотажного полотна – С (таблицы 3.4 и 4.4).

Таблица 4.4 - Характеристики исследуемых пакетов материалов

| № пакета | Волокнистый состав, %   | Толщина, мм | Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup> | Воздухопроницаемость, дм <sup>3</sup> /(м <sup>2</sup> с) |
|----------|-------------------------|-------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 3        | Вх/б – 100              | 0,72        | 226,0                                     | 98,8                                                      |
|          | ВШрс – 50;<br>ВПэф - 50 | 1,29        | 353,5                                     | 584                                                       |
| 4        | ВПэф – 55<br>ВПА - 45   | 0,81        | 117                                       | 324                                                       |
|          | ВШрс – 50;<br>ВПэф - 50 | 1,29        | 353,5                                     | 584                                                       |

В соответствии с теорией множеств (см. п. 2.1) пересекающиеся характеристики пакетов материалов будут иметь вид:

$$Z_{П31} = C_1 \cap П_3,$$

$$Z_{П31} = \{z_{П31} \mid z_{П31} \in П_3 \text{ и } z_{П31} \in C_1\};$$

$$Z_{П32} = C_2 \cap П_3,$$

$$Z_{П32} = \{z_{П32} \mid z_{П32} \in П_3 \text{ и } z_{П32} \in C_2\};$$

$$Z_{П41} = C_1 \cap П_4,$$

$$Z_{П41} = \{z_{П41} \mid z_{П41} \in П_4 \text{ и } z_{П41} \in C_1\};$$

$$Z_{П42} = C_2 \cap П_4,$$

$$Z_{П42} = \{z_{п42} \mid z_{п42} \in П_4 \text{ и } z_{п42} \in C_2\};$$

$$Z_{П31} = C_1 \cap K_1,$$

$$Z_{П31} = \{z_{п31} \mid z_{п31} \in C_1 \text{ и } z_{п31} \in K_1\};$$

$$Z_{П32} = C_2 \cap K_3,$$

$$Z_{П32} = \{z_{п32} \mid z_{п32} \in K_3 \text{ и } z_{п21} \in C_2\};$$

$$Z_{П41} = C_1 \cap K_1,$$

$$Z_{П41} = \{z_{п41} \mid z_{п41} \in C_1 \text{ и } z_{п41} \in K_1\};$$

$$Z_{П42} = C_2 \cap K_3,$$

$$Z_{П42} = \{z_{п42} \mid z_{п42} \in K_3 \text{ и } z_{п41} \in C_2\};$$

$$Z_{П31} = П_4 \cap K_1,$$

$$Z_{П31} = \{z_{п31} \mid z_{п31} \in K_1 \text{ и } z_{п31} \in П_4\};$$

$$Z_{П42} = П_3 \cap K_2,$$

$$Z_{П42} = \{z_{п42} \mid z_{п42} \in K_2 \text{ и } z_{п42} \in П_3\},$$

где  $Z$  – характеристика;  $C$  – слой множество,  $K$  – класс множество,  $П$  – пакет множество.

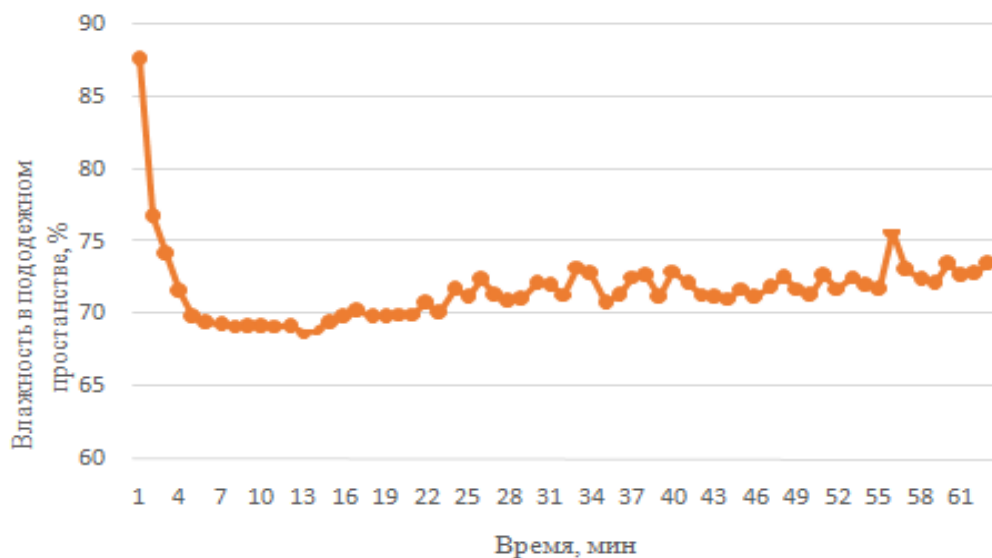


Рисунок 4.8 - Изменение влажности в пододежном слое пакета 4, при параметрах окружающего воздуха:  $T = 23^{\circ}\text{C}$ ;  $W = 27\%$

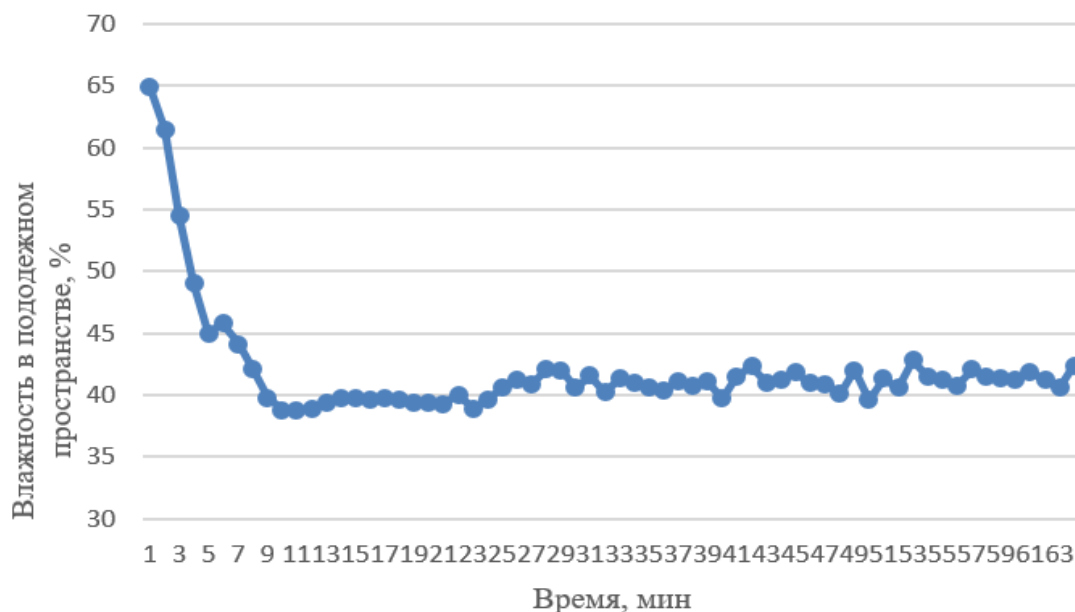


Рисунок 4.9 - Изменение влажности в пододежном слое пакета 3, при параметрах окружающего воздуха:  $T = 26^{\circ}\text{C}$ ;  $W = 14\%$

Характер кривых для третьего и четвертого пакетов (рисунки 4.8– 4.9) одинаковый. В течение первых нескольких минут происходит резкое снижение уровня влажности. Затем кривая стабилизируется и не меняет своего характера. Пакет 3 не справляется с выводом влаги, влажность в пододежном пространстве составляет 70%. Результаты исследования четвертого пакета показали лучший результат – 40 % влажности, что позволяет предположить комфортное состояние пододежного микроклимата.

#### 4.6 Исследование кинетики температуры и влажности пододежного пространства трехслойного пакета одежды

Исследованы пакеты материалов, имитирующие первый, второй и третий слои одежды (например, футболка – А или В, водолазка - С и куртка) (таблица 3.4).

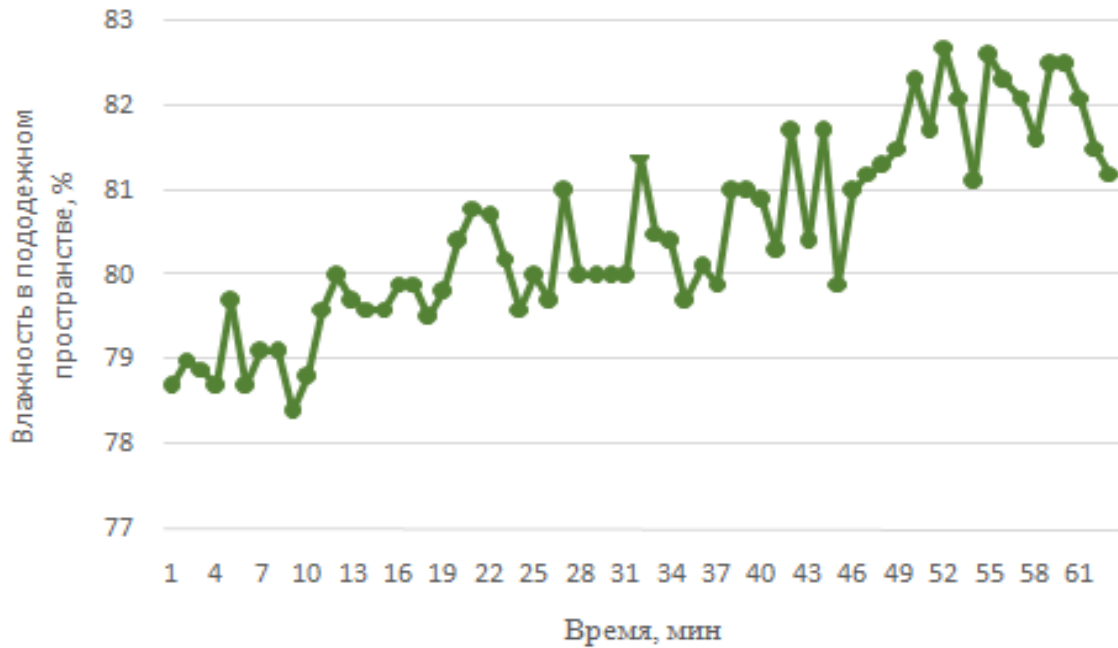


Рисунок 4.10 - Изменение влажности в пододежном слое пакета 6, при параметрах окружающего воздуха:  $T = 26^{\circ}\text{C}$ ;  $W = 29\%$

В соответствии с теорией множеств (см. п. 2.1) пересекающиеся характеристики пакетов материалов будут иметь вид:

$$Z_{П61} = C_1 \cap П_6,$$

$$Z_{П61} = \{z_{П61} \mid z_{П61} \in П_6 \text{ и } z_{П61} \in C_1\};$$

$$Z_{П62} = C_2 \cap П_6,$$

$$Z_{П62} = \{z_{П62} \mid z_{П62} \in П_6 \text{ и } z_{П62} \in C_2\};$$

$$Z_{П63} = C_3 \cap П_6,$$

$$Z_{П63} = \{z_{П63} \mid z_{П63} \in П_6 \text{ и } z_{П63} \in C_3\};$$

$$Z_{П61} = C_1 \cap K_1,$$

$$Z_{П61} = \{z_{П61} \mid z_{П61} \in C_1 \text{ и } z_{П61} \in K_1\};$$

$$Z_{П62} = C_2 \cap K_3,$$

$$Z_{П62} = \{z_{П62} \mid z_{П62} \in K_3 \text{ и } z_{П62} \in C_2\};$$

$$Z_{П63} = C_3 \cap K_4,$$

$$Z_{П63} = \{z_{П63} \mid z_{П63} \in K_4 \text{ и } z_{П63} \in C_3\};$$

$$Z_{П61} = П_6 \cap K_1,$$

$$Z_{П61} = \{z_{п61} \mid z_{п61} \in K_1 \text{ и } z_{п61} \in П_6\};$$

$$Z_{П62} = П_6 \cap K_2,$$

$$Z_{П62} = \{z_{п62} \mid z_{п62} \in K_2 \text{ и } z_{п62} \in П_6\};$$

$$Z_{П63} = П_6 \cap K_4,$$

$$Z_{П63} = \{z_{п63} \mid z_{п63} \in K_4 \text{ и } z_{п63} \in П_6\}.$$

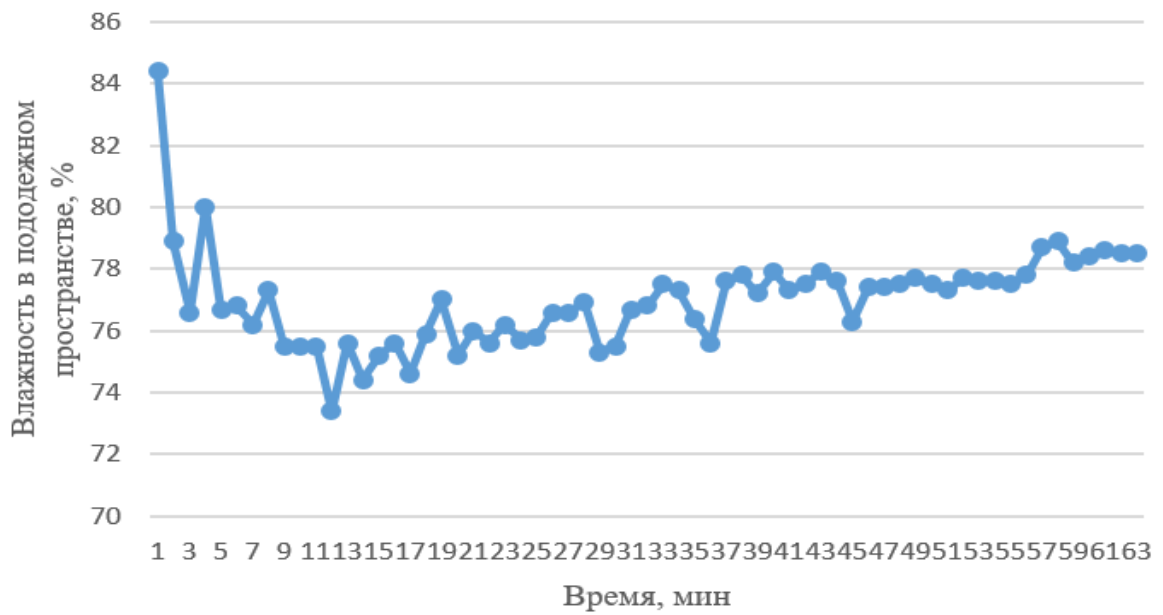


Рисунок 4.11 - Изменение влажности в пододежном слое пакета 5, при параметрах окружающего воздуха:  $T = 24^{\circ}\text{C}$ ;  $W = 25\%$

Для пакета 5 выражения в соответствии с теорией множеств пересекающихся характеристик будут иметь вид:

$$Z_{П51} = C_1 \cap П_5,$$

$$Z_{П51} = \{z_{п51} \mid z_{п51} \in П_5 \text{ и } z_{п51} \in C_1\};$$

$$Z_{П52} = C_2 \cap П_5,$$

$$Z_{П52} = \{z_{п52} \mid z_{п52} \in П_5 \text{ и } z_{п52} \in C_2\};$$

$$Z_{П53} = C_3 \cap П_5,$$

$$Z_{П53} = \{z_{п53} \mid z_{п53} \in П_5 \text{ и } z_{п53} \in C_3\};$$

$$Z_{П51} = C_1 \cap K_1,$$

$$Z_{П51} = \{z_{п51} \mid z_{п51} \in C_1 \text{ и } z_{п51} \in K_1\};$$

$$Z_{П52} = C_2 \cap K_3,$$

$$Z_{П52} = \{z_{п52} \mid z_{п52} \in K_3 \text{ и } z_{п52} \in C_2\};$$

$$Z_{П53} = C_3 \cap K_4,$$

$$Z_{П53} = \{z_{п53} \mid z_{п53} \in K_4 \text{ и } z_{п53} \in C_3\};$$

$$Z_{П51} = П_5 \cap K_1,$$

$$Z_{П51} = \{z_{п51} \mid z_{п51} \in K_1 \text{ и } z_{п51} \in П_5\};$$

$$Z_{П52} = П_5 \cap K_2,$$

$$Z_{П52} = \{z_{п52} \mid z_{п52} \in K_2 \text{ и } z_{п52} \in П_5\};$$

$$Z_{П53} = П_5 \cap K_4,$$

$$Z_{П53} = \{z_{п53} \mid z_{п53} \in K_4 \text{ и } z_{п53} \in П_5\}.$$

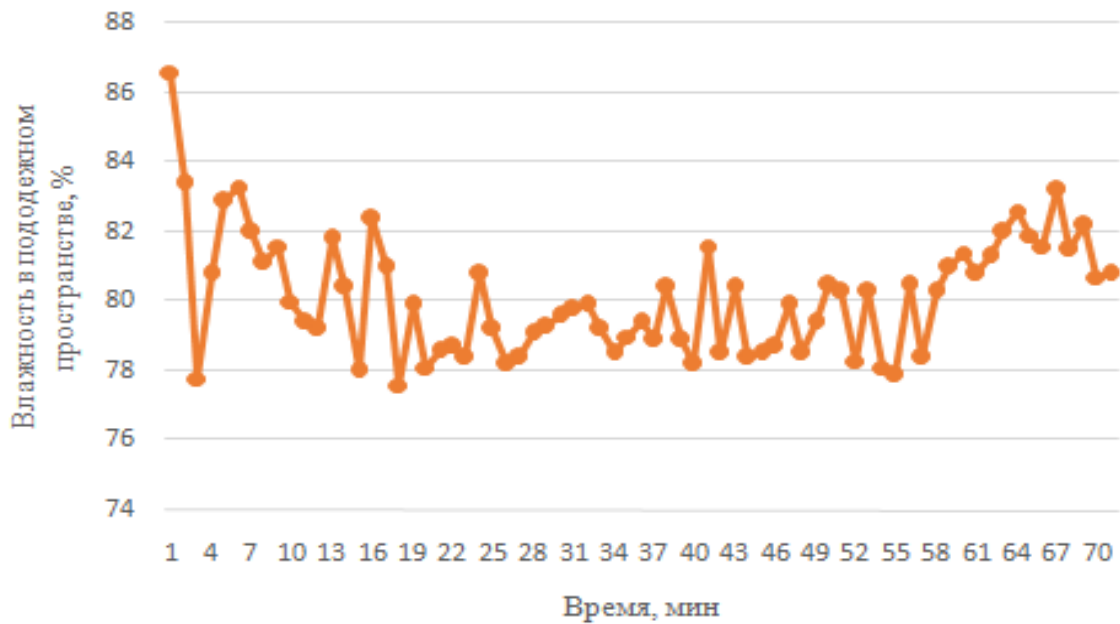


Рисунок 4.12 - Изменение влажности в пододежном слое пакета 8, при параметрах окружающего воздуха:  $T = 25^{\circ}\text{C}$ ;  $W = 24\%$

В соответствии с теорией множеств пересекающиеся характеристики пакетов материалов будут иметь вид:

$$Z_{П81} = C_1 \cap П_8,$$

$$Z_{П81} = \{z_{п81} \mid z_{п81} \in \Pi_8 \text{ и } z_{п81} \in C_1\};$$

$$Z_{П82} = C_2 \cap \Pi_8,$$

$$Z_{П82} = \{z_{п82} \mid z_{п82} \in \Pi_8 \text{ и } z_{п82} \in C_2\};$$

$$Z_{П83} = C_3 \cap \Pi_8,$$

$$Z_{П83} = \{z_{п83} \mid z_{п83} \in \Pi_8 \text{ и } z_{п83} \in C_3\};$$

$$Z_{П81} = C_1 \cap K_1,$$

$$Z_{П81} = \{z_{п81} \mid z_{п81} \in C_1 \text{ и } z_{п81} \in K_1\};$$

$$Z_{П82} = C_2 \cap K_3,$$

$$Z_{П82} = \{z_{п82} \mid z_{п82} \in K_3 \text{ и } z_{п82} \in C_2\};$$

$$Z_{П83} = C_3 \cap K_4,$$

$$Z_{П83} = \{z_{п83} \mid z_{п83} \in K_4 \text{ и } z_{п83} \in C_3\};$$

$$Z_{П81} = \Pi_8 \cap K_1,$$

$$Z_{П81} = \{z_{п81} \mid z_{п81} \in K_1 \text{ и } z_{п81} \in \Pi_8\};$$

$$Z_{П82} = \Pi_8 \cap K_2,$$

$$Z_{П82} = \{z_{п82} \mid z_{п82} \in K_2 \text{ и } z_{п82} \in \Pi_8\};$$

$$Z_{П83} = \Pi_8 \cap K_4,$$

$$Z_{П83} = \{z_{п83} \mid z_{п83} \in K_4 \text{ и } z_{п83} \in \Pi_8\}.$$

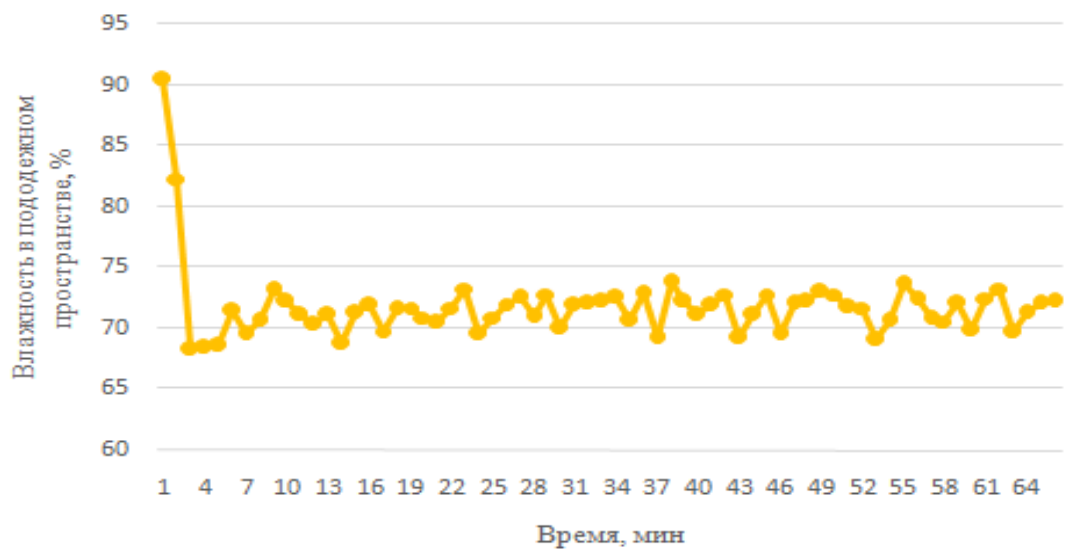


Рисунок 4.13 - Изменение влажности в пододежном слое пакета 7, при параметрах окружающего воздуха:  $T = 23^{\circ}\text{C}$ ;  $W = 21\%$

Для пакета 7 выражения в соответствии с теорией множеств пересекающихся характеристик будут иметь вид:

$$Z_{П71} = C_1 \cap П_7,$$

$$Z_{П71} = \{z_{П71} \mid z_{П71} \in П_7 \text{ и } z_{П71} \in C_1\};$$

$$Z_{П72} = C_2 \cap П_7,$$

$$Z_{П72} = \{z_{П72} \mid z_{П72} \in П_7 \text{ и } z_{П72} \in C_2\};$$

$$Z_{П73} = C_3 \cap П_7,$$

$$Z_{П73} = \{z_{П73} \mid z_{П73} \in П_7 \text{ и } z_{П73} \in C_3\};$$

$$Z_{П71} = C_1 \cap K_1,$$

$$Z_{П71} = \{z_{П71} \mid z_{П71} \in C_1 \text{ и } z_{П71} \in K_1\};$$

$$Z_{П72} = C_2 \cap K_3,$$

$$Z_{П72} = \{z_{П72} \mid z_{П72} \in K_3 \text{ и } z_{П72} \in C_2\};$$

$$Z_{П73} = C_3 \cap K_4,$$

$$Z_{П73} = \{z_{П73} \mid z_{П73} \in K_4 \text{ и } z_{П73} \in C_3\};$$

$$Z_{П71} = П_7 \cap K_1,$$

$$Z_{П71} = \{z_{П71} \mid z_{П71} \in K_1 \text{ и } z_{П71} \in П_7\};$$

$$Z_{П72} = П_7 \cap K_2,$$

$$Z_{П72} = \{z_{П72} \mid z_{П72} \in K_2 \text{ и } z_{П72} \in П_7\};$$

$$Z_{П73} = П_7 \cap K_4,$$

$$Z_{П73} = \{z_{П73} \mid z_{П73} \in K_4 \text{ и } z_{П73} \in П_7\};$$

$$Z_{П71} = C_1 \cap П_8,$$

$$Z_{П71} = \{z_{П71} \mid z_{П71} \in П_8 \text{ и } z_{П71} \in C_1\};$$

$$Z_{П72} = C_2 \cap П_8,$$

$$Z_{П72} = \{z_{П72} \mid z_{П72} \in П_8 \text{ и } z_{П72} \in C_2\}.$$

Получены математические зависимости, позволяющие прогнозировать комфортное состояние пододежного микроклимата, в зависимости от комплектации пакетов и слоев (таблица 4.5).

Таблица 4.5 - Математические зависимости, описывающие изменение кинетики температуры и влажности в пододежном пространстве

| № пакета | Уравнение                                       |
|----------|-------------------------------------------------|
| 1        | $y = -0,0004x^3 + 0,0347x^2 - 0,8964x + 66,302$ |
| 2        | $y = 2E-05x^3 - 0,0042x^2 + 0,3608x + 47,001$   |
| 3        | $y = -0,0005x^3 + 0,0551x^2 - 1,8252x + 57,12$  |
| 4        | $y = -0,0002x^3 + 0,026x^2 - 0,7625x + 76,365$  |
| 5        | $y = -0,0002x^3 + 0,017x^2 - 0,5092x + 79,979$  |
| 6        | $y = 3E-06x^3 - 0,0002x^2 + 0,0565x + 78,766$   |
| 7        | $y = -0,0002x^3 + 0,0194x^2 - 0,626x + 76,742$  |
| 8        | $y = -0,0002x^3 + 0,0194x^2 - 0,626x + 76,742$  |

Где  $y$  – влажность, %;  $x$  – время, мин.

Несмотря на различный характер кривых (рисунки 4.10-4.13) значения влажности находятся в пределах 73-81 %. Из этого можно сделать вывод о том, что в случае с системой, состоящей из трех слоев одежды, волокнистый состав в меньшей степени влияет на вывод влаги из-под одежного пространства. Поэтому в осенне-зимний период следует искать решения, лежащие в области проектирования конструкции изделий, чтобы обеспечить оптимальный уровень комфорта в пододежном пространстве.

#### **4.7 Исследование параметров микроклимата пододежного пространства многослойной одежды в реальных условиях**

В целях изучения комфортного состояния микроклимата в пододежном пространстве были проведены замеры изменения температуры и влажности в пододежном пространстве между телом и первым слоем детской одежды, между вторым и третьим слоями детской одежды. Испытуемый – ребенок семи лет за пять минут до выхода, одетый в нижнее белье из 100% хлопка, водолазку из

трикотажного полотна (95% хлопок, 5% эластан) (рисунок 4.14), рейтузы от комплекта термобелья из «флиса» (100% полиэфир) (рисунок 4.18), комбинезон утепленный (ткань верха 100% полиэфир; утеплитель 100% полиэфир; ткань подкладки 100% полиэфир) (рисунок 4.19) и куртку зимнюю (ткань верха 100% полиэфир; утеплитель 100% полиэфир; ткань подкладки 100% полиэфир) (рисунок 4.17), в течение двух часов находился на прогулке, при этом интенсивно двигался: бегал, прыгал.



Рисунок 4.14 - Слева – футболка; справа – водолазка

Во время первого эксперимента были произведены замеры температуры и влажности между телом и первым слоем одежды. Температура внутри помещения составляла 22,9 °С, влажность – 24%. Температура окружающей среды составляла -10 °С и влажность - 62%. Результаты представлены в таблице 4.6 (рисунок 4.15).

Таблица 4.6 - Изменение температуры и влажности в пододежном пространстве между телом и первым слоем одежды

| Время снятия показаний | Температура, °С | Влажность, % |
|------------------------|-----------------|--------------|
| 11:04*                 | 33*             | 28*          |
| 11:09                  | 33,9            | 20           |
| 11:31                  | 32              | 50           |
| 11:52                  | 32              | 71           |
| 12:03                  | 33              | 76           |
| 12:41                  | 33              | 82           |
| 13:07                  | 33              | 86           |
| 13:18*                 | 33*             | 86*          |

\* - Показания в помещении.

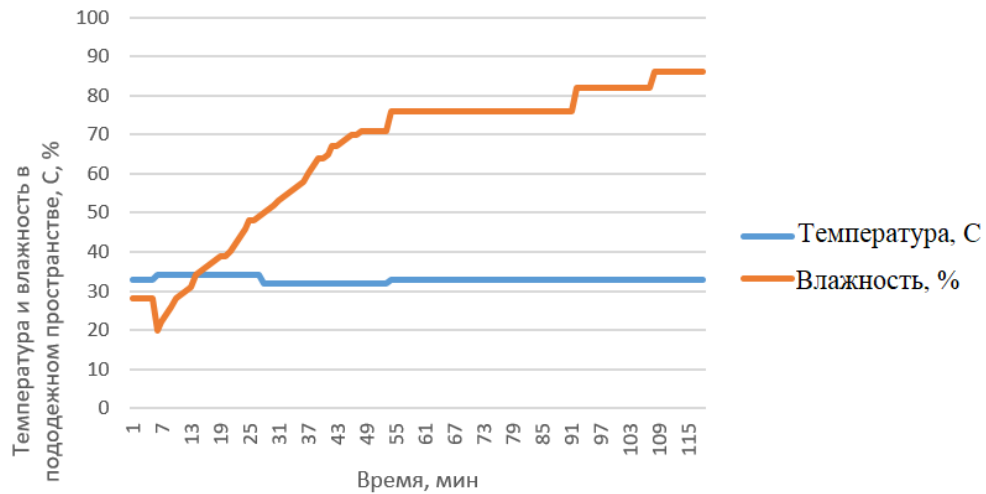


Рисунок 4.15 - Изменение температуры и влажности в пододежном пространстве между телом и первым слоем одежды

Во втором эксперименте температура в помещении составляла 24,2 °С, влажность – 26%. На улице температура составляла – 2 °С и влажность 50%. Результаты замеров температуры и влажности между курткой и водолазкой представлены в таблице 4.7 (рисунок 4.16).

Таблица 4.7 - Изменение температуры и влажности в пододежном пространстве между курткой и водолазкой

| Время снятия показаний | Температура, °С | Влажность, % |
|------------------------|-----------------|--------------|
| 17:24*                 | 29*             | 33*          |
| 17:31                  | 25              | 24           |
| 17:48                  | 18              | 36           |
| 17:54                  | 17              | 38           |
| 18:08                  | 16              | 45           |
| 18:22                  | 16              | 55           |
| 18:41                  | 16              | 71           |
| 18:58                  | 15              | 74           |
| 19:22                  | 13              | 74           |
| 19:32*                 | 19*             | 75*          |

\* - Показания в помещении.

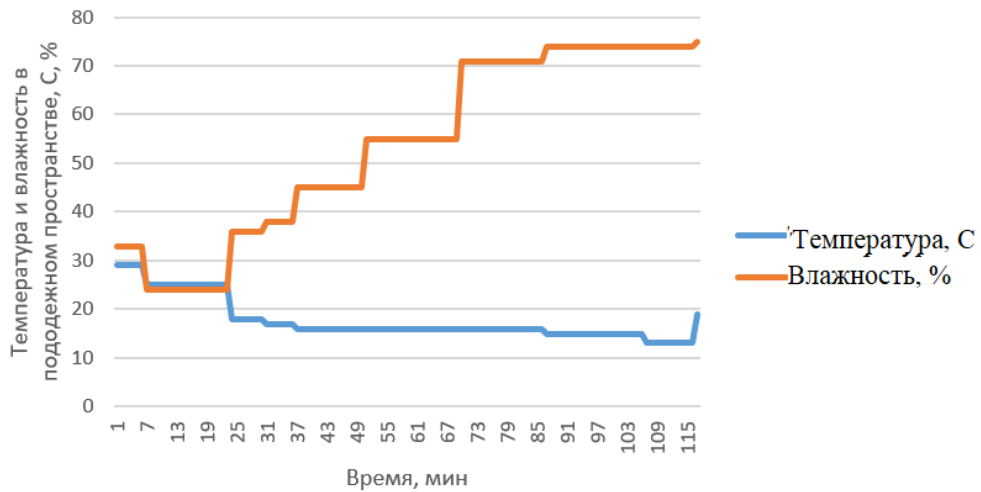


Рисунок 4.16 - Изменение температуры и влажности в пододежном пространстве между курткой и водолазкой

Известно, что температура воздуха у кожи должна составлять 29-32°C, относительная влажность у кожи 20-40% [65]. Результаты эксперимента показали, что температура у кожи превышает допустимую всего на 1 °C, в то время как влажность превышает норму в 2 раза. Это говорит о том, что пакет одежды не справляется с выводом влаги из пододежного пространства наружу.



Рисунок 4.17 - Куртка утепленная зимняя



Рисунок 4.18 - Рейтузы

Постоянство температуры у поверхности кожи объясняется терморегуляцией организма, а вот снижение температуры между слоями одежды связано с повышением влажности. По субъективным ощущениям ребенку было жарко, в результате нижнее белье и водолазка были влажные как в первом, так и во втором случае.



Рисунок 4.19 - Комбинезон утепленный зимний

#### 4.8 Оценка уровня комфортности одежды

Влажная одежда создает дискомфорт при ее эксплуатации. Степень увлажнения слоев одежды влияет на уровень ее комфортности. Чем больше влаги содержит материал одежды, тем более неприятные тактильные ощущения возникают при контакте с ним. Оценить степень увлажнения одежды можно по приращению массы влаги в материале. Проведен эксперимент по оценке тактильных ощущений при увлажнении трикотажного полотна из 100% хлопка. При увлажнении материала на 10% увлажняется лишь внешняя сторона, неприятных ощущений не возникает. При увлажнении материала на 30% возникают неприятные тактильные ощущения, связанные с увлажнением внутренней стороны материала. При увлажнении материала на 60% он становится мокрым и в зависимости от остроты ощущений предложено оценивать в баллах.

Уровень комфортности предложено определять комплексной оценкой, которая складывается из физического комфорта  $K_{\phi}$  и психоэмоционального  $K_{\pi}$ , который можно выразить с помощью коэффициента  $K$ , тогда выражение будет иметь вид:

$$K = K_{\phi} + K_{\pi} \quad (4.1)$$

По медицинской оценке, для нормального самочувствия в пододежном пространстве влажность должна составлять 20-40%, а температура 29-32 °C [65]. Зная влажность и температуру в пододежном пространстве и степень увлажнения материала одежды, можно дать оценку уровня комфортности одежды.

Если влажность в пододежном пространстве для поддержания комфортного микроклимата не должна превышать 40%, получим:

$$K_{\phi} = 40/Y, \quad (4.2)$$

где  $K_{\phi}$  – относительный коэффициент физического комфорта;  $Y$  – влажность, %.

Таким образом значения относительного коэффициента физического комфорта 1 – 2 характеризуют комфортное состояние пододежного

микроклимата, интервалы 2,1 – 4; 0,9 – 0,7 характеризуют умеренный дискомфорт, меньше 0,7 – дискомфортное (таблица 4.8).

Таблица 4.8 - Оценка уровня физического комфорта одежды

| Относительный коэффициент физического комфорта $K_{\phi}$ | Уровень комфортности одежды, балл |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1- 2                                                      | 3                                 |
| 2,1 – 4; 0,9 – 0,7                                        | 2                                 |
| меньше 0,7                                                | 1                                 |

Относительный коэффициент психоэмоционального комфорта отражает ощущение степени увлажнения одежды.

Неприятные тактильные ощущения «сырости» одежды вызывают эмоциональное неудовлетворение. Тактильные ощущения от влажной одежды будут зависеть от количества влаги в материале. Степень увлажнения слоев одежды влияет на уровень ее комфортности (таблица 4.9).

Максимальный уровень комфортности  $K_{\pi}$  оценивается в 3 балла, минимальный – в 1 балл.

Таблица 4.9 - Оценка уровня психоэмоциональной комфортности одежды

| Влажность одежды, % | Тактильные ощущения | Уровень комфортности одежды, балл |
|---------------------|---------------------|-----------------------------------|
| 10                  | Влажно              | 3                                 |
| 30                  | Мокро               | 2                                 |
| 60                  | Прилипает           | 1                                 |

Комплексный показатель комфорта получаем из рассчитываемых величин относительных коэффициентов физического и психоэмоционального комфорта, его значение 5 – 6 баллов отражает комфортный уровень одежды, 4 балла – умеренный дискомфорт, меньше 3 - дискомфорт.

На основе оценки уровня комфортности даны рекомендации для подбора пакетов материалов детской одежды.

#### 4.9 Рекомендации по комплектации детской одежды

При эксплуатации одежды учитывают условия среды:

- температуру, влажность воздуха и скорость ветра;
- сезонность (лето, зима, демисезон);
- продолжительность эксплуатации одежды;
- степень активности.

Таблица 4.10 - Рекомендации по комплектации детской одежды в зимний период

| Условия среды                                                         | Термобелье | Верхняя сорочка  | Куртка | Свитер | Футболка                   |
|-----------------------------------------------------------------------|------------|------------------|--------|--------|----------------------------|
| Температура<br>- 30 °С<br>Влажность<br>20%<br>Скорость<br>ветра 5 м\с | +          |                  | +      | +      |                            |
| Температура<br>- 20 °С<br>Влажность<br>20%<br>Скорость<br>ветра 5 м\с | +          |                  | +      | +      |                            |
| Температура<br>- 10 °С<br>Влажность<br>20%<br>Скорость<br>ветра 5 м\с | +          | +                | +      |        |                            |
| Температура<br>0 °С<br>Влажность<br>20%<br>Скорость<br>ветра 5 м\с    |            | Либо<br>футболка | +      |        | Либо<br>верхняя<br>сорочка |

Таблица 4.11 - Рекомендации по комплектации детской одежды в осенне-весенний период

| Условия среды                                                | Термобелье | Верхняя сорочка | Куртка | Плащ | Свитер | Футболка             |
|--------------------------------------------------------------|------------|-----------------|--------|------|--------|----------------------|
| Температура 0 °С<br>Влажность 50%<br>Скорость ветра 5 м\с    | +          | +               | +      |      |        |                      |
| Температура + 5 °С<br>Влажность 50%<br>Скорость ветра 5 м\с  |            | Либо футболка   | +      |      |        | Либо верхняя сорочка |
| Температура + 10 °С<br>Влажность 50%<br>Скорость ветра 5 м\с |            | Либо футболка   | +      |      |        | Либо верхняя сорочка |
| Температура + 15 °С<br>Влажность 50%<br>Скорость ветра 5 м\с |            | Либо футболка   |        | +    |        | Либо верхняя сорочка |

На базе дальнейших исследований рекомендуется совершенствование разработанных рекомендаций.

Первый слой детской одежды должен обладать приятными тактильными свойствами, иметь небольшой вес, швы и конструкция изделия должны обладать низкой жесткостью.

Второй, третий и последующие слои одежды не должны стеснять движения ребенка.

Во время активного отдыха или прогулки в период холодного времени года рекомендуется в качестве первого слоя одежды использовать термобелье, которое

должно плотно прилегать к телу и отводить влагу от поверхности кожи. Второй слой одежды должен выполнять функцию сохранения тепла. Третий слой одежды должен обладать ветрозащитными и водонепроницаемыми свойствами.

## ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ПО РАБОТЕ

1. Предложен комплексный подход к формированию пакетов одежды на основе теории множеств с учетом всех слоев на базе изученных связей психофизиологического состояния детского организма и выбора материалов для изделий, заключающийся в том, что материал может принадлежать различным множествам, а его характеристики могут пересекаться, совпадать и отличаться, пакеты материалов описаны алгеброй множеств.

2. Выявлены основные свойства, отражающие комфортное состояние в пододежном пространстве детской одежды с учетом мнений как родителей, так и экспертов на основе статистических исследований с использованием модели Кано и метода ранжирования, а именно: гигроскопичность; воздухопроницаемость; паропроницаемость; электризуемость; динамическое соответствие; тепловое сопротивление, толщина.

3. Получены математические зависимости для разных систем пакетов и слоев, описывающие кинетику температуры и влажности пододежного пространства, для оценки комфортного состояния пододежного микроклимата.

4. Установлено, что в многослойных системах (3-4 и более слоев) на пододежный микроклимат в наибольшей степени оказывает влияние количество слоев и конструкция изделия, в наименьшей степени – волокнистый состав, а отсюда следует, что необходимо установление требований не только к волокнистому составу, но и к другим характеристикам материалов пакетов третьего слоя одежды.

5. Представлена модель процесса изучения комфортности пакета детской одежды, что расширяет представления о комфортности микроклимата пододежного пространства на основе сравнительного анализа литературных, опытных данных и натурного эксперимента.

6. Разработана установка, позволяющая в автоматизированном режиме фиксировать изменения температуры и влажности как в пододежном слое, так и непосредственно на поверхности одежды, а также между слоями,

отличающаяся тем, что особенности конструкции позволяют закреплять образец большого размера, а также пакет из нескольких слоев материалов, а условия эксперимента приближены к эксплуатационным, имитируя испарение влаги с поверхности кожи человека.

7. Апробация на промышленных предприятиях подтвердила правильность разработанной методики исследования кинетики температуры и влажности пододежного пространства изделий, пакетов изделий и проведена ее.

8. Разработан метод экспресс оценки комфортности многослойной детской одежды, что позволяет существенно сократить время эксперимента и рассчитывать комплексный коэффициент пакетов одежды из разного числа слоев, на основе относительных коэффициентов: физического и психоэмоционального комфорта.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азиева Е.В., Ананьевская К.О. Особенности проектирования костюма различных половозрастных групп для безопасности использования. // Безопасность городской среды материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2017. – С.183-185.
2. Андреев Д.А. Научное обоснование комплекса показателей для гигиенической оценки современных текстильных изделий детского ассортимента. Дис. канд. мед. наук. - М: РАМН. 2004. - 150 с.
3. Баровер В.В. Повышение уровня удовлетворенности клиентов на основе метода Кано. // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. – М.: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2015. – С. 3502-3507.
4. Баскакова Е.В. Разработка технологии системотехнического проектирования детской одежды. Автореферат. к.т.н., 2003.15 с.
5. Белгородский В.С., Кирсанова Е.А., Жихарев А.П. Инновации в материалах индустрии моды: Учебное пособие. – М.: МГУДТ, 2010. – 113 с.
6. Бескоровайная Г.П. Куренова С.В.; Под ред. Г.П. Бескоровайной. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия»: Мастерство, 2002. – 96 с. Проектирование детской одежды
7. Бузов Б.А., Алыменкова Н.Д.; под ред. Б.А. Бузова. – 4-е изд., испр. – М.: Издательский центр: «Академия», 2010. - 448 с.
8. Бунькова Т. О. Исследование и оценка характеристик влагопереноса материалов для госпитальной одежды // Молодой ученый. — 2010. — №12. Т.1. — С. 13-16.
9. Васильева Н.Г. Использование текстильных материалов с применением полимерных волокон в легкой промышленности. // Вестник. – М.: ФГБОУ ВО «КНИТУ», 2013. - Т.16 №6 - С. 77-78.
10. Вершинина А.В. Особенности подходов к конфекционированию детской одежды. // Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности (ИНТЕКС-2017). – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2017. – С. 30-32.
11. Вершинина А.В. Роль гигиенических свойств в конфекционировании. // Церевитиновские чтения - 2017. - М.: ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова», 2017. – С. 17-18.
12. Вершинина А.В. Формирование и перспективы текстильного материаловедения как науки. // Современные концепции развития науки. - МЦИИ Omega science, 2017. – С. 41-43.
13. Вершинина А.В., Ионова М.Х., Кирсанова Е.А. Исследование гигиенических свойств материалов и их пакетов, применяемых для детской одежды. // Инновационное развитие легкой промышленности. – М.: ФГБОУ ВО «КНИТУ», 2017. – С. 9-12.

14. Вершинина А.В., Кирсанова Е.А., Кирюхин С.М. Анализ потребительской оценки свойств детской одежды по методу Кано. // Дизайн и технологии № 67 (109). – 2018. – С. 88-93.
15. Вершинина А.В., Ионова М.Х., Кирсанова Е.А., Павлов М.А. Исследование свойств функциональных материалов для одежды разного назначения. // Инновационные внедрения в области технических наук. – Федеральный центр науки и образования «Эвенсис», 2017. – С. 48-50.
16. Вершинина А.В., Кирсанова Е.А., Павлов М.А. Оценка кинетики температуры и влажности в пододежном пространстве многослойной детской одежды. // Дизайн и технологии № 62 (104). – 2017. – С. 67-74.
17. Вишнецкая В.Я. Анализ ассортимента одежды для новорожденных по волокнистому составу. // Молодежь и наука: шаг к успеху. Том 3. – 2017. – С. 317-319.
18. Гончарова С.А. Развитие приемов морфологической трансформации при проектировании одежды для детей. Дисс. к.т.н. Шахты. 2001.167 с.
19. ГОСТ 22900-78 Кожа искусственная и пленочные материалы. Методы определения паропроницаемости и влагопоглощения [Текст]. – М.: Издательство стандартов, 1978.
20. ГОСТ 938.17-70 Кожа. Метод определения паропроницаемости [Текст]. – М.: Издательство стандартов, 1986.
21. ГОСТ 25989-2012 Материалы и изделия строительные. Методы определения паропроницаемости и сопротивления паропроницанию [Текст]. – М.: Издательство стандартов, 2012.
22. ГОСТ 57876-2017 Материалы текстильные. Методы определения гигроскопичности [Текст]. – М.: Издательство стандартов, 2017.
23. ГОСТ 20566-75 Ткани и штучные изделия текстильные. Правила приемки и метод отбора проб [Текст]. – М.: Издательство стандартов, 1975.
24. ГОСТ 29062-91 Ткани с резиновым или пластмассовым покрытием. Стандартные условия кондиционирования и испытания [Текст]. – М.: Издательство стандартов, 2017.
25. ГОСТ Р ИСО 26800-2013 Эргономика. Общие принципы и понятия [Текст]. – М.: Издательство стандартов, 2013.
26. Гришенкова В.А., Разумеев К. Э. Инновационная школьная форма с комплексом защитных свойств. // Швейная промышленность №1. – 2013. – С. 29-31.
27. Гусева И. С., Голдина И. П., Поваляева В. А. Детская одежда. Конкурентоспособность товаров отечественных производителей // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2017. – Т. 2. – С. 569–572.
28. Гусева Л. Рынок ПЭТ-волокон: требуется баланс. // Каталог «Пластикс», 2018. – С. - 214-223.

29. Давыдов А.Ф., Демократова Е.Б., Елазили Е.И. Разработка методики определения паропроницаемости нетканых объемных утеплителей из синтетических волокон. // Химические волокна №3. - 2013. - С. 38-40.
30. Дедов А.В. Водно- и воздухопроницаемость иглопробивного материала. // Химические волокна №5. - 2008. - С. 47-49.
31. Демская А.А., Кирсанова Е.А., Вершинина А.В., Чаленко Е.А. Влияние свойств материалов и методов технологической обработки на формирование эстетического восприятия швейных изделий. // Дизайн и технологии № 53 (95). – 2016. – С. 51-56.
32. Денисова О. И. Инновации в проектировании швейных изделий для школьников, позволяющие снизить негативное воздействие факторов окружающей среды // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2016. – Т. 3. – С. 31–35.
33. Дрозд, Т. Ф. Марцинкевич, М. Н. Михалко М. И. Оценка паропроницаемости трикотажных бельевых полотен. // Вестник Витебского государственного технологического университета Вып. 23. - 2012. - С. 34-40.
34. Дунаевская Т.Н., Коблякова Е.Б., Ивлева Г.С., Ивлева Р.В. Основы прикладной антропологии и биомеханики. -М.: Информационно-издательский центр МГУДТ. 2005. 280 с.
35. Единая методика конструирования одежды СЭВ (ЕМКО СЭВ). Том 1. Теоретические основы. – М.: ЦНИИТЭИлегпром, 1988. – 50. с.
36. Ионова М.Х., Вершинина А.В., Кирсанова Е.А. Оценка гигиенических свойств материалов и пакетов для изделий легкой промышленности. // Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности (ИНТЕКС-2017). – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2017. – С. 239-242.
37. Кирсанова Е.А., Вершинина А.В., Павлов М. А. Особенности оценки свойств материалов для трансформируемой и видоизменяемой одежды. // Инновационные технологии в текстильной и легкой промышленности. – М.: УО «ВГТУ», 2017. – С. 49-51.
38. Кирсанова Е.А. Державаин Э.В. Трансдисциплинарный подход и системный анализ в материаловедческих исследованиях//Дизайн и технологии. № 38(80) 2013. С. 63-68.
39. Кирюхин С.М., Плеханова С.В., Анфалова В.А. Применение экспертных методов при оценке качества текстильных материалов: учебное пособие – М.: РГУ им. А. Н. Косыгина, 2018. – 100 с.
40. Ковицына Ю.В., Бызова Е.В. Исследование гигиенических свойств современного материала с целью проектирования верхней детской одежды с утеплителем из перо-пуховой смеси. // Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности (Интекс). – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2017. – С. 205-208.

41. Крысова В.А., Морилова Л.В. Общие подходы к проектированию безопасной детской одежды. // Научно-методический электронный журнал «Концепт» - 2017. – Т. 31. - С. 1471 – 1475.
42. Ларькина Л.В. Разработка технологии проектирования детской одежды с учетом психофизического развития ребенка. Автореферат дис. к.т.н. —М.: РосЗИТЛП, 2001г. 16 с.
43. Луньков М.А., Куличенко А.В. Оценка паропроницаемости текстильных материалов. // Дизайн. Материалы. Технология. № 2(3). – 2007. – С. 122 – 126.
44. Моксина А.Е., Светлов Ю.В. Термовлажностные свойства хлопковых и шерстяных тканей, содержащие химические волокна// Химические волокна №1. - 2014. - С. 52-56.
45. Москаленко Н.Г. Проектирование одежды для экстремальных видов спорта с повышенными эргономическими показателями. Дис. канд. тех. наук. Владивосток. 2011. - 188 с.
46. МУК 4.3.1895-04. Оценка теплового состояния человека с целью обоснования гигиенических требований к микроклимату рабочих мест и мерах охлаждения и перегрева. М. 2004. утв. Минздравом России.
47. Нечушкина Е.А. Разработка метода прогнозирования паропроницаемости текстильных материалов: дис. канд. тех. наук. М., 2010. – 226 с.
48. Обухова Л.Ф. Детская психология: теория, факты, проблемы. – М.: Тривола, 1995. – 360 с.
49. Овчинникова И.П., Русецкая А.И. Исследование и разработка новых конструкций детской одежды. // Витебск. – 2017. – С. 159-161.
50. Осипенко Л.А. Разработка и исследование научно обоснованной методики конфекционирования материалов для одежды различного назначения. Дис. канд. тех. наук. Москва. 2004. - 145 с.
51. Павлов М.А., Вершинина А.В., Кирсанова Е.А. Определение параметров конструктивно-декоративных деталей трансформируемой одежды с учетом свойств материалов. // СТЕРЛИТАМАК. – 2015. – С. 72-74.
52. Павлов М.А., Кирсанова Е.А., Вершинина А.В. Программный комплекс по проектированию и выбору пакетов и материалов легкой промышленности // Theoretical & Applied Science. 2018. № 1 (57). С. 186—190.
53. Панкевич Д.К., Буркин А.Н., Лобацкая О.В., Лобацкая Е.М. Влияние структуры на паропроницаемость и водопоглощение композиционных слоистых материалов. //МНТК (Витебск). – 2015. – С. 305-308.
54. Патент № 2127991 РФ С1 6 А 41 D15/04 11/00 Трансформируемая одежда / Куницына Е.В., Богинская Т.Г., Гунько Е.Н.; заявитель и патентообладатель Амурский государственный университет. заявл. 07.07.1998; опубл. 27.03.1999.

55. Патент № 2116738 РФ С1 6 А 41 D15/04 Трансформируемая одежда / Москаленко Н.Г., Голубаева Е.С.; заявитель и патентообладатель Амурский государственный университет. заявл. 04.07.1997; опубл. 10.08.1998.

56. Патент № 1819346 СССР, МПК АЗ G01N 15/08 Устройство для определения паропроницаемости текстильных материалов / Мычко А.А., Бегун В.П., Очкуренко В.И.; заявитель и патентообладатель Всесоюзный научноисследовательский институт техники безопасности в химической промышленности. № 4905409/25 заявл. 17.12.1990; опубл. 30.05.1993 Бюл. № 20.

57. Патент № 2113145 РФ С1 6 А 41 D15/04 Трансформируемая одежда / Сухова Т.Н, Кириленко А.Ю., Мартынова А.Е.; заявитель и патентообладатель Амурский государственный университет. заявл. 17.04.1997; опубл. 20.06.1998.

58. Паченцева С.Г. Системный подход к выбору материалов при проектировании детской теплозащитной одежды. // Мода и дизайн. Инновационные технологии. – 2015. - С. 84-90.

59. Петрова Е.С. Разработка технологии рационального конфекционирования тканей при проектировании однослойной одежды. Дис. канд. тех. наук. Москва. 2006. - 147 с.

60. Петрова Т.В., Колгушева Т.Н. Современный ассортимент натуральных растительных волокон. // Кожа и мех в XXI веке: технология, качество, экология, образование материалы XI Международной научно-практической конференции. – 2015. - С. 375-381.

61. Рубенштейн С.Л. Основы общей психологии. СПб.: Питер, 2004. 713 с.

62. СанПиН 2.4.7. /1.1.1286-03 Гигиенические требования к одежде для детей, подростков и взрослых, товарам детского ассортимента и материалам для изделий (изделиям), контактирующим с кожей человека, в ред. Дополнений и изменений №1, утвержденные Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28.06.2010 №72.

63. Сапин М.Р., Сивоглазов В. И. Анатомия и физиология человека (с возрастными особенностями детского организма): Учеб. пособие для студ. сред. пед. учеб. заведений. — 3-е изд., стереотип. — М.: Издательский центр «Академия», 2002. — 448 с.

64. Сапогульцев В.Ю., Сапогульцева М.А. Особенности проектирования коллекций детской одежды. // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. М.: ФГБОУ ВО «ОГУ», 2017. - С. 947-953.

65. Свищев Г.Н., Любская О.Г., Якутина Н.В. Исследование показателей теплового комфорта на рабочих местах с учетом гигиенических характеристик рабочей одежды. // МНТК Плановский. – 2016. Том 1. – С. 255-258.

66. Светлов Д.О., Исаев В.В., Светлов Ю.В. Теплоемкость и теплопроводность тканей на основе химических волокон// Химические волокна №1. - 2014. - С. 47-51.
67. Сонькин В.Д. Энергетика детского организма: качественная и количественная специфика. //Физиология человека том 40 № 5. - С. 103–114.
68. Сухова Т.Н., Кириленко А.Ю., Левченко С.П. Трансформируемая одежда. Патент РФ №2129817 С1 6 А 41 D15/04 11/00
69. Сухова Т.Н., Помазкова Е.И., Кузьмичева Ю.С. Научно обоснованный подход к проектированию школьной одежды. // Вестник АмГУ № 46. – 2009. – С. 143-145.
70. Тимофеева Е.И. Федорович Г.В. Экологический мониторинг параметров микроклимата. Москва, 2005, 193 с.
71. ТРТС 007/2011 О безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков (утв. решением Комиссии Таможенного союза от 23 сентября 2011 г. N 797, с изменениями на 28 апреля 2017 года)
72. Тюкавкин Н.М., Перспективы развития швейной промышленности России на период до 2020 г. // Аудит и финансовый анализ №3. - 2010. - С. 528.
73. Умерова Г.А., Абкеримова З.Р. Влияние технологического прогресса на увеличение ассортимента текстильных материалов для одежды. // Инженерно-педагогический вестник: легкая промышленность №2(5). - 2016. - С. 51-58.
74. Умняков П.Н. Основы расчета и прогнозирования теплового комфорта и экологической безопасности на предприятиях текстильной и легкой промышленности. – М: Информ – Знание, 2003. – 400 с.
75. Федотова Т.К. Связь соматического развития с другими критериями биологического возраста у детей от рождения до 6 лет //Вестник Московского университета. Серия 23: Антропология. 2012. №4. с. 37-53.
76. Ханнанова-Фахрутдинова Л. Р., Ивашкевич О. Г., Сараева Т. И. Проектирование детской одежды с использованием тканей различного химического происхождения// Вестник №6. – М.: ФГБОУ ВО «КНИТУ», 2011. - С. 256-259.
77. Хисамиева Л. Г., Галиуллина И. Ф. Анализ физиолого-гигиенических свойств материалов с полиэфирными волокнами, обеспечивающих функциональность спецодежды работников дошкольных учреждений// С. 132-137.
78. Чаленко Е.А., Аксенова И.А., Сафонова Н.С., Кирсанова Е.А., Шустов Ю.С., Санжиева Г.В., Вершинина А.В. Анализ свойств ниток, применяемых для стачивания деталей оболочек плотного прилегания. // Инновации. – М.: ФГБОУ ВПО «МГУДТ», 2015. – С. 4 –6.
79. Чаленко Е.А., Груздева Е.М., Кирсанова, Е.А., Санжиева Г.В., Шустов Ю.С., Аксенова И.А., Вершинина А.В. Прочность окраски

материалов к действию пота и стирке в изделиях, подвергающихся высоким динамическим нагрузкам. // ИННОВАЦИИ-2015. – М.: ФГБОУ ВПО «МГУДТ», 2015. – С. 34 – 36.

80. Чаленко Е.А., Кирсанова Е.А., Вершинина А.В. Надежность соединения деталей при динамических нагрузках в спортивных изделиях. // Моделирование в технике и экономике сборник материалов международной научно-практической конференции. – М.: УО «ВГТУ», 2016. – С. 185 -187.

81. Шарпар Н.М., Жмакин Л.И., Османов З.Н. Эффективность теплообмена при вынужденной конвекции теплоносителя (воздух) через пористые слои капиллярно-пористого текстильного материала// Химические волокна №2. - 2014. - С. 56-59.

82. Шершнева Л.П., Ларькина Л.В. Современные подходы к проектированию динамически комфортных конструкций детской одежды. // Швейная промышленность, №5,2004. С. 42-46.

83. Шустов Ю. С., Нечушкина Е. А. Прогнозирование паропроницаемости текстильных материалов и пакетов из них. // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности № 7 – 2012. – С. 43 – 47.

84. Юдаев Н. В. Потоцкая Л. Н. К расчету параметров микроклимата // Евразийский Союз Ученых (ЕСУ) № 3 (12). - 2015. - С. 164 - 172.

85. Angelova R.A., Reiners P., Georgieva E., Plamenova Kononva H., Pruss B., Kyosev Y. Heat and mass transfer through outerwear clothing for protection from cold: influence of geometrical, structural and mass characteristics of the textile layers.// Text. Res. J. Vol 87 № 9. – 2016. - P. 1060-1070.

86. Azeem M., Boughattas A., Siddique H.F., Havelka A., Hussain S. Comfort properties of nano-filament polyester fabrics: sensory evaluation// Industria textile Vol 69 №1. – 2018. – P. 3-10.

87. Das B., Das A., Kothari V., Raul Fangiero R., Araujo M.D. Moisture Flow through Blended Fabrics – Effect of Hydrophilicity. // Journal of Engineered Fibers and Fabrics Vol. 4 № 4. – 2009. – P. 20-28.

88. Engin A., Nuray O.C., Abdurrahim Y., Adnan M. Investigating the thermal comfort properties of men's jacket as single and multiple layered material// Industria textile Vol 68 №6. – 2017. – P. 458-463.

89. Ertekin G., Oğlacioğlu N., Marmaralı A., Eser B., Pamuk M. Thermal Transmission Attributes of Knitted Structures Produced by Using Engineered Yarns// Journal of Engineered Fibers and Fabrics Vol 10 № 4. - 2015. – P. 72-78.

90. Frackiewicz-Kaczmarek J., Psikuta A., Bueno M-A., Rossi R.M. Air gap thickness and contact area in undershirt with various moisture contents: influence of garment fit, fabric structure and fiber composition. // Text. Res. J. Vol 85 № 20. – 2015. - P. 2196-2207.

91. Frackiewicz-Kaczmarek J., Psikuta A., Bueno M-A., Rossi R.M. Effect of garment properties on air gap thickness and the contact area distribution. // *Text. Res. J.* Vol 85 № 18. – 2015. – P. 1907-1918.
92. Gibson P. Modeling heat and mass transfer from fabric-covered cylinders// *Journal of Engineered Fibers and Fabrics* Vol 4 № 1. - 2009. – P. 1-8.
93. Gorjanc D.S., Bizjak M. Impact of pre-finishing process on comfort characteristics of stretchable cotton fabric// *Journal of Engineered Fibers and Fabrics* Vol 10 № 3. - 2015. – P. 57-68.
94. Irandoukht S., Irandoukht A. Development of the Predictive Models for the Fabric Water Vapor Resistance// *Journal of Engineered Fibers and Fabrics* Vol 6 № 2. - 2011. – P. 40-49.
95. Karthik T., Senthilkumar P., Murugan R. Analysis of comfort and moisture management properties /milkweed blended plated knitted fabrics for active wear application// *Journal of Industrial Textiles*, Vol. 47 № 5. – 2016. – P. 897-920.
96. Knowl S.O., Parkl C.H., Kim J. Breathable, antistatic and superhydrophobic PET/Lyocell fabric// *Journal of Engineered Fibers and Fabrics* Vol 10 № 3. - 2015. – P. 46-56.
97. Loučanová E., Nosálová M., Parobek J., Dopico A. The Kano Model use to evaluate the perception of intelligent and active packaging of Slovak customers// *Studia Universitatis “Vasile Goldis” Arad. Economics Series* Vol 28 № 1. - 2018. – P. 35-45.
98. Mbise E., Dias T., Hurley W., Morris R. The study of applying heat of enhance transfer in knitted spacer structures// *Journal of Industrial Textiles*, Vol. 47 № 7. – 2017. – P. 1584-1604.
99. Moussa A., Marzoug I.B., Bouchereb H., Sakli F. Development and optimization of waterproof breathable double-sided knitted using a factorial experimental design// *Journal of Industrial Textiles*, Vol. 45 № 3. – 2015. – P. 437-466.
100. Mukhopadhyay A., Midha V.K. A review on designing the waterproof breathable fabrics Part 2: Construction and Suitability of breatheable fabrics for different uses// *Journal of Industrial Textiles*, Vol. 38 № 1. – 2008. – P. 17-41.
101. Negru D., Buhu L., Loghin E., Dulgheriu I., Buhu A. Absorption and moisture transfer through knitted fabrics of natural and man-made fibers//*Industria textile* Vol 68 №4. – 2017. – P. 269-274.
102. Onofrei E., Codau T-C., Bedek G., Dupont D., Cochrane C. Textile sensore fore heat flow measurements// *Text. Res. J.* Vol 87 № 2. – 2016. - P. 165-174.
103. Onofrei E., Rocha A.M., Catario A. Investigating the effect of moisture on the thermal comfort properties of functional elastics// *Journal of Industrial Textiles*, Vol. 42 № 1. – 2011. – P. 34-51.

104. Psikuta A., Frackiewicz-Kaczmarek J., Frydrych I., Rossi R. Quantitative evaluation of air gap thickness and contact area between body and garment// *Text. Res. J.* Vol 82 № 14. – 2012. - P. 1405-1413.
105. Raja D., Badu V.R., Senthilkuman M., Ramakrishnan G., Kannan N. A dynamic sweat transfer tester for analyzing transverse sweat transfer properties of multi-weave structure fabrics// *Journal of Industrial Textiles*, Vol. 44 № 2. – 2013. – P. 211-231.
106. Rajan T.P., Souza L.D., Ramakrishnan G., Kandhavadi P., Vigneswaran C. Influence of porosity on water vapor permability behavior of warp knitted polyester spacer fabrics// *Journal of Industrial Textiles*, Vol. 45 № 5. – 2014. – P. 796-812.
107. Rajeesh K.R., Gnanamoorthy R., Velmurugan R. The effect of moisture content on the tensile behavior of polyamide 6 nanocomposites// *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part L: Journal of Materials: Design and Applications*, Vol 224 № 4. – 2010. – P. 173-176.
108. Ren Y. J., Ruckman J. E. Water Vapour Transfer in Wet Waterproof Breathable Fabrics. // *Journal of Industrial Textiles* Vol. 32 № 3. – 2003. – P. 165-175.
109. Sampath MB., Aruputharai A., Senthilkumar M., Nalankilli G. Analysis of thermal comfort characteristics of moisture management finished knitted fabrics made from different yarns// *Journal of Industrial Textiles*, Vol. 42 № 1. – 2011. – P. 19-33.
110. Sampath MB., Mani S., Nalankilli G. Effect of filament on comfort characteristics of moisture management finished polyester knitted fabrics// *Journal of Industrial Textiles*, Vol. 41 № 2. – 2013. – P. 160-173.
111. Saricam C. Absorption, wtcking and drying characteristics of compression garment// *Journal of Engineered Fibers and Fabrics* Vol 10 № 3. - 2015. – P. 146-154.
112. Shinjung Yoo Eunae Kim Effects of multilayer clothing system array on water vapor transfer and condensation in cold weather clothing ensemble// *Text. Res. J.* Vol 78 № 3. – 2008. - P. 189-197.
113. Suganthi T., Senthilkumar P. Moisture-management properties of bi-layer knitted fabrics for sportswear// *Journal of Industrial Textiles*, Vol. 44 № 7. – 2017. – P. 1447-1463.
114. Varnaite-Zuravlioja S., Sankauskaite A., Styqiene L., Krauledas S., Bekampiene P., Milciene I. The investigation of barrier and comfort properties of multifunctional coated conductive knitted fabrics// *Journal of Industrial Textiles*, Vol. 45 № 4. – 2014. – P. 585-610.
115. Wang F., Kuklane K., Gao C., et al. Effect of temperature difference between manikin and wet fabric skin surfaces on clothing evaporative resistance: how much error is ther? // *Int J Biometeorol* Vol 56. – 2012. - P. 177-182.
116. Wang F., Shi W., Lu Y., Song G., Rossi R. M., Anaheim S. Effects of moisture content and clothing fit on clothing apparent ‘wet’ thermal insulation: A thermal manikin study. // *Text. Res. J.* Vol 86 № 1. – 2015. - P. 57-63.

117. Yingchun Du Jin Li Lingjie Liu Polymolecular layer absorption model and mathematical simulation of moisture absorption of fabrics// Text. Res. J. Vol 80 № 16. – 2010. - P. 1627-1632.

118. Магазины детской одежды в Москве. [Электронный ресурс]. Код доступа: [https://www.be-in.ru/network/moskva/kids\\_fashion/](https://www.be-in.ru/network/moskva/kids_fashion/)

119. Паропроницаемость [Электронный ресурс]. Код доступа: [http://sivera.ru/statii/izmerenie\\_paropronic\\_membranny/](http://sivera.ru/statii/izmerenie_paropronic_membranny/)

120. Полиэстер: что за ткань, свойства, достоинства и недостатки [Электронный ресурс]. Код доступа: <https://textile.life/fabrics/synthetic-fibers/poliester-chto-za-tkan-svoystva-dostoinstva-i-nedostatki.html> (ассортимент)

121. Прибор для определения паропроницаемости. [Электронный ресурс]. Код доступа: <http://ru.labthink.com/product/w3-031-water-vapor-transmission-ratetester.html>

122. Форум родителей [Электронный ресурс]. Код доступа: <http://www.kid.ru/forum/index.php?showtopic=38229&st=30;>  
<http://www.krokha.ru/forum/752/16866#/>

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**

(обязательное)

**АНКЕТА****«ДЕТСКАЯ ОДЕЖДА»**

Здравствуйте, потратьте, пожалуйста, несколько минут на заполнение данной анкеты.

**Как часто Вы покупаете одежду?**

- Несколько раз в неделю
- Несколько раз в месяц
- Несколько раз в год
- Менее часто

**По какому случаю Вы, чаще всего, покупаете одежду?**

- В подарок
- Старая одежда отслужила свой срок
- Обогащать свой гардероб
- Ежедневная рутина
- Другой ответ (уточните, пожалуйста):

**Какую часть одежды Вы покупаете чаще всего?**

- Брюки/юбки/шорты
- Футболки/майки/топы
- Свитеры/пуловеры/олимпийки
- Нижнее белье
- Куртки/пальто
- Другой ответ (уточните, пожалуйста):

**Вы следите за модными трендами?**

- Да, я их придерживаюсь
- Да, но я их не придерживаюсь
- Нет

**Выберите Ваш пол:**

Мужчина

Женщина

**Сколько Вам лет?**

- 15 и меньше
- 16-25

- 26-35
- 36-44
- 45-60
- 60+

**Есть ли у Вас дети?**

- Да
- Нет

**Какую часть детской одежды Вы покупаете чаще всего? (если у Вас нет детей, пропустите этот вопрос)**

- Брюки/юбки/шорты
- Футболки/майки/топы
- Свитеры/пуловеры/олимпийки
- Нижнее белье
- Куртки/пальто/утепленные комбинезоны
- Боди/распашонки
- Другой ответ (уточните, пожалуйста):

**Какую функцию на Ваш взгляд должна выполнять детская одежда в первую очередь?**

- Защитную
- Эстетическую
- Социальную
- Другой ответ (уточните, пожалуйста):

**Соответствует ли чаще всего качество детской одежды Вашим ожиданиям? (если у Вас нет детей, пропустите этот вопрос)**

- Да
- Нет

**Какие требования на Ваш взгляд должны предъявляться к детской одежде в первую очередь? (выберите 1 или 2 варианта ответа)**

- Соответствие токсикологическим нормам
- Химико-биологическая безопасность
- Яркое цветовое решение
- Соответствие модным тенденциям
- Соответствие одежды своему назначению
- Обеспечение комфортного состояния
- Другой ответ (уточните, пожалуйста):

**Знакомы ли Вы с такими документами: ТРТС 007/2011 «О безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков» и СанПиН 2.4.7. / 1.1.1286-03 «Гигиенические требования к одежде для детей, подростков и взрослых»?**

- Да
- Только с ТРТС 007/2011 «О безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков»
- Только с СанПиН 2.4.7. / 1.1.1286-03 «Гигиенические требования к одежде для детей, подростков и взрослых»
- Что-то слышал/а
- Нет
- Другой ответ (уточните, пожалуйста):

**Принимает ли ребенок участие в выборе одежды? (если у Вас нет детей, на Ваш взгляд должен ли ребенок принимать участие в выборе одежды?)**

- Да
- Нет

**Какие свойства на Ваш взгляд создают комфортный микроклимат под одеждой? (выберите 1 - 3 варианта ответа)**

- Гигроскопичность
- Водоупорность
- Водопоглощение
- Воздухопроницаемость
- Паропроницаемость
- Электризуемость
- Тепловое сопротивление
- Другой ответ (уточните, пожалуйста):

**Какие свойства на Ваш взгляд в первую очередь влияют на эстетическую составляющую детской одежды? (выберите 1 или 2 варианта ответа)**

- Жесткость
- Драпируемость
- Несминаемость
- Устойчивость окраски к стирке
- Усадка
- Колористическое оформление

- Наличие декоративных элементов
- Другой ответ (уточните, пожалуйста):

**Если у Вас есть дети, сколько им лет?**

- 0 - 1 год
- 1 – 3 лет
- 3 – 7 лет
- 7 – 14 лет
- 14 – 18 лет

**Воспользовались бы Вы разработанными рекомендациями по комплектации детской одежды для различных условий (например, в зависимости от погоды)?**

- Да
- Возможно
- Скорее всего
- Нет
- Другой ответ (уточните, пожалуйста):

**СПАСИБО!**

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

### АНКЕТА

#### Определение коэффициентов весомости показателей качества комфорта пакета из трех изделий для ребенка 3-7 лет

*Уважаемый эксперт!*

*Наша организация Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство) проводит маркетинговое исследование с целью оценки мнений специалистов о «комфортности» пододежного пространства детской многослойной одежды. Просим Вас принять участие в опросе и расставить показатели качества в порядке убывания. В соответствии с Вашим представлением о важности показателей в графе «Ранг» единичных показателей проставьте порядковые номера показателей: номер 1 присваивается наиболее важному показателю; номер 2 – следующему по важности за ним и т.д. Если Вы считаете, что весомости двух или более показателей равны между собой, то поставьте им одинаковые ранги. Благодарим Вас за помощь!*

| Показатели                          | Код показателя  | Распределение по значимости |
|-------------------------------------|-----------------|-----------------------------|
| Гигроскопичность                    | X <sub>1</sub>  |                             |
| Воздухопроницаемость                | X <sub>2</sub>  |                             |
| Паропроницаемость                   | X <sub>3</sub>  |                             |
| Электризуемость                     | X <sub>4</sub>  |                             |
| Размеры                             | X <sub>5</sub>  |                             |
| Динамическое соответствие           | X <sub>6</sub>  |                             |
| Тепловое сопротивление              | X <sub>7</sub>  |                             |
| Толщина                             | X <sub>8</sub>  |                             |
| Содержание свободного формальдегида | X <sub>9</sub>  |                             |
| Устойчивость окраски                | X <sub>10</sub> |                             |
| Жесткость                           | X <sub>11</sub> |                             |
| Упругая деформация                  | X <sub>12</sub> |                             |
| Устойчивость к истиранию            | X <sub>13</sub> |                             |
| Несминаемость                       | X <sub>14</sub> |                             |
| Колористическое оформление          | X <sub>15</sub> |                             |
| Формоустойчивость                   | X <sub>16</sub> |                             |
| Драпируемость                       | X <sub>17</sub> |                             |
| Туше                                | X <sub>18</sub> |                             |
| Грязеотталкивание                   | X <sub>19</sub> |                             |
| Соответствие социальной группе      | X <sub>20</sub> |                             |
| Соответствие назначению             | X <sub>21</sub> |                             |
| Гендерное соответствие              | X <sub>22</sub> |                             |

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

(обязательное)

Таблица В.1 – Ранговая оценка показателей качества комфорта пакета из трех изделий для ребенка 3-7 лет

| Номер эксперта                           | Ранговая оценка свойства |                |                |                |                |                |                |                |                |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 | $\sum_{j=1}^n R_{ij}$ | Т <sub>ij</sub> |
|------------------------------------------|--------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------|
|                                          | X <sub>1</sub>           | X <sub>2</sub> | X <sub>3</sub> | X <sub>4</sub> | X <sub>5</sub> | X <sub>6</sub> | X <sub>7</sub> | X <sub>8</sub> | X <sub>9</sub> | X <sub>10</sub> | X <sub>11</sub> | X <sub>12</sub> | X <sub>13</sub> | X <sub>14</sub> | X <sub>15</sub> | X <sub>16</sub> | X <sub>17</sub> | X <sub>18</sub> | X <sub>19</sub> | X <sub>20</sub> | X <sub>21</sub> | X <sub>22</sub> |                       |                 |
| 1                                        | 1                        | 2              | 3              | 4              | 8              | 5              | 6              | 7              | 9              | 10              | 11              | 12              | 13              | 14              | 15              | 17              | 16              | 19              | 18              | 22              | 20              | 21              | 253                   |                 |
| 2                                        | 2                        | 4              | 3              | 5              | 6              | 1              | 8              | 7              | 9              | 10              | 11              | 12              | 13              | 14              | 15              | 17              | 16              | 19              | 18              | 21              | 22              | 20              | 253                   |                 |
| 3                                        | 2                        | 3              | 1              | 5              | 6              | 4              | 7              | 8              | 10             | 9               | 12              | 11              | 13              | 14              | 15              | 18              | 16              | 19              | 17              | 21              | 22              | 20              | 253                   |                 |
| 4                                        | 3                        | 1              | 2              | 8              | 4              | 5              | 6              | 7              | 9              | 10              | 11              | 13              | 12              | 14              | 16              | 17              | 15              | 18              | 19              | 22              | 21              | 20              | 253                   |                 |
| 5                                        | 7                        | 2              | 4              | 6              | 5              | 8              | 1              | 3              | 10             | 9               | 11              | 12              | 13              | 15              | 14              | 16              | 17              | 19              | 18              | 21              | 22              | 20              | 253                   |                 |
| 6                                        | 3                        | 4              | 1              | 2              | 6              | 5              | 7              | 8              | 9              | 10              | 11              | 12              | 13              | 15              | 14              | 17              | 16              | 19              | 18              | 21              | 20              | 22              | 253                   |                 |
| 7                                        | 3                        | 4              | 2              | 1              | 7              | 5              | 6              | 8              | 9              | 10              | 12              | 11              | 13              | 14              | 15              | 16              | 17              | 19              | 18              | 22              | 21              | 20              | 253                   |                 |
| 8                                        | 3                        | 1              | 2              | 6              | 7              | 4              | 5              | 8              | 9              | 10              | 11              | 12              | 13              | 15              | 14              | 17              | 16              | 18              | 19              | 21              | 22              | 20              | 253                   |                 |
| 9                                        | 2                        | 3              | 1              | 4              | 6              | 5              | 7              | 8              | 10             | 9               | 12              | 13              | 11              | 14              | 16              | 18              | 15              | 19              | 17              | 21              | 22              | 20              | 253                   |                 |
| 10                                       | 1                        | 2              | 4              | 3              | 7              | 5              | 8              | 6              | 9              | 10              | 11              | 12              | 13              | 14              | 15              | 17              | 16              | 19              | 18              | 22              | 20              | 21              | 253                   |                 |
| S <sub>i</sub>                           | 27                       | 26             | 23             | 44             | 62             | 47             | 61             | 70             | 93             | 97              | 113             | 120             | 127             | 143             | 149             | 170             | 160             | 188             | 180             | 214             | 212             | 204             | 2530                  |                 |
| $\Delta_i = \bar{S}_i - \bar{S}$         | -74,2                    | -75,2          | -78,2          | -57,2          | -39,2          | -54,2          | -40,2          | -31,2          | -8,2           | -4,2            | 11,8            | 18,8            | 25,8            | 41,8            | 47,8            | 68,8            | 58,8            | 86,8            | 78,8            | 113             | 111             | 103             |                       |                 |
| $\frac{(\Delta_i)^2}{(S_i - \bar{S})^2}$ | 5505,6                   | 5655           | 6115,2         | 3271,8         | 1536,6         | 2937,6         | 1616           | 973,44         | 67,24          | 17,64           | 139,24          | 353,44          | 665,64          | 1747,2          | 2284,8          | 4733,4          | 3457,4          | 7534,2          | 6209,4          | 12724           | 12277           | 10568           |                       |                 |
| $\sum_{i=1}^n (\Delta_i)^2$              |                          |                |                |                |                |                |                |                |                |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 | 121114                |                 |
| $\sum_{j=1}^n T_{ij}$                    |                          |                |                |                |                |                |                |                |                |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                       | 0               |

Коэффициент конкордации

0,932

Критерий Пирсона

223,60

Где n – количество свойств

n = 22

m – количество экспертов

m = 10

# ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(обязательное)

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Российский государственный университет  
им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)»  
(ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина»)

Код ОКПД 72.19.29.000



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе РГУ  
им. А.Н. Косыгина

О.В. Кащеев

« 01 » 02 2019 г.

## МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ ПО ОЦЕНКЕ КОМФОРТНОСТИ ОДЕЖДЫ

### ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Дата введения:

СОГЛАСОВАНО

Директор (декан) Текстильного  
института им. А.Н. Косыгина  
К.Э. Разумеев  
Заведующий кафедрой  
Материаловедения и товарной  
экспертизы  
Ю. С. Шустов

Руководитель разработки:

Е.А. Кирсанова

А.В. Вершинина

« 01 » 02 2019 г.

« 01 » 02 2019 г.

Сущность метода заключается в определении уровня комфорта однослойной и многослойной одежды за счет исследования кинетики температуры и влажности пододежного пространства.

### **1.1 Метод отбора проб**

1.1.1 Пробы отбирают по ГОСТ 20566-75 «Ткани и штучные изделия текстильные. Правила приемки и метод отбора проб.».

1.1.2 Из каждой точечной пробы вырезают по два образца в форме овала диаметром в соответствии с контуром установки (диаметр рабочей части образца 180мм).

1.1.3 В качестве образца может выступать многослойная система материалов.

### **1.2 Подготовка прибора**

1.2.1 Предварительно наполняем сосуд с жидкостью водой комнатной температуры объемом 150 мл.

1.2.2 Устанавливаем датчик 6 на сетке.

1.2.3 Подключаем прибор к сети питания. Происходит предварительный разогрев в течение 4 часов до достижения  $T\ 36\ ^\circ\text{C}$  и  $W\ 98\%$  при герметизации горловины емкости.

### **1.3 Проведение испытания**

1.3.1 На горловине прибора закрепляем образец и убираем изолирующую пленку.

1.3.2 На сетчатом кольце 9 на расстоянии 1см от образца закрепляем 2-ой датчик термогигрографа 10.

1.3.3 Подключаем датчики 6 и 10 к компьютеру.

1.3.4 Открываем программу Serial Arduino (рис. 1.В). Выбираем устройство. Нажимаем кнопку «Начать запись».

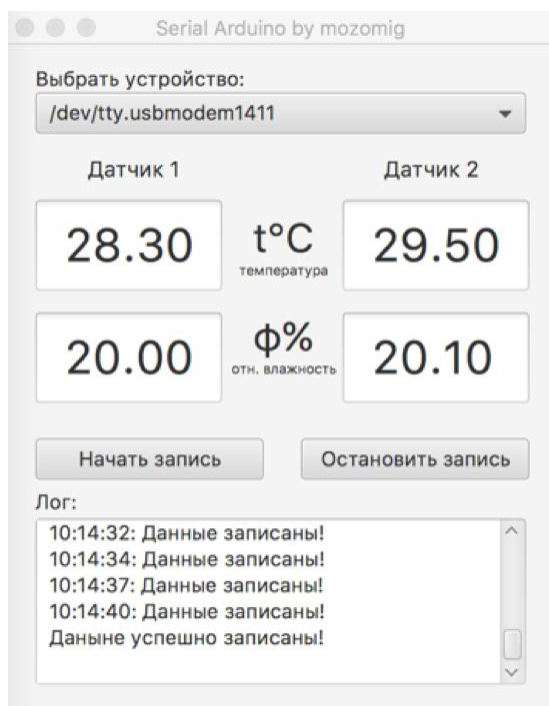


Рисунок 1. В Serial Arduino – программа-клиент.

1.3.5 Программа выводит данные с датчиков на экран и записывает XSL (Excel) файл (рис. 2.В). Программа написана на языке Java – что позволяет запускать её на любой Desktop операционной системе при условии, что установлена виртуальная машина Java версии не ниже 1.7.

|    | А         | В         | С          | Д              | Е |
|----|-----------|-----------|------------|----------------|---|
| 1  | Начало за | 03:39:40  | Время за   | 04:44:38       |   |
| 2  | Датчик 1  |           | Датчик 2   |                |   |
| 3  | Температ  | Отн. влаж | Температур | Отн. влажность |   |
| 4  | 22,7      | 20,5      | 25,2       | 90,5           |   |
| 5  | 22,7      | 20        | 25,2       | 82,3           |   |
| 6  | 22,8      | 20,3      | 25,9       | 68,3           |   |
| 7  | 22,9      | 21,2      | 26,7       | 68,4           |   |
| 8  | 22,9      | 21,1      | 27,5       | 68,6           |   |
| 9  | 22,9      | 21,7      | 28,1       | 71,5           |   |
| 10 | 22,9      | 22,2      | 28,6       | 69,6           |   |
| 11 | 22,9      | 22,3      | 28,9       | 70,7           |   |
| 12 | 22,9      | 22,4      | 29,2       | 73,2           |   |
| 13 | 22,9      | 22,1      | 29,5       | 72,3           |   |
| 14 | 22,9      | 21,9      | 29,7       | 71,1           |   |
| 15 | 22,9      | 22,3      | 29,9       | 70,3           |   |
| 16 | 23        | 21,5      | 29,9       | 71,1           |   |
| 17 | 23        | 22        | 30         | 68,8           |   |
| 18 | 23        | 22,4      | 30,1       | 71,3           |   |

Рисунок 2. В Пример записи данных в Excel.

- 1.3.6 Фиксация данных происходит каждую минуту.
- 1.3.7 Испытание проводится в течение 1 часа.
- 1.3.8 Нажать кнопку «Остановить запись». Сохранить файл.
- 1.3.9 Для повторного испытания закрыть горловину емкости изолирующей пленкой, и довести прибор до  $T\ 36^{\circ}\text{C}$  и  $W\ 98\%$ . Для проведения испытания смотри п. 1.3.

## 1.4 Обработка результатов

- 1.4.1 Результаты отображаются в виде таблицы данных в программе Excel.
- 1.4.2 По данным строят график, характеризующий кинетику температуры и влажности в пододежном пространстве.
- 1.4.3 Расчеты производятся автоматически в программе Excel.
- 1.4.4 Точность прибора определяется точностью датчиков (табл.1).

Таблица 1. Технические характеристики датчиков DHT 22.

|                            |                                                               |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Питание                    | От 3 до 5В.                                                   |
| Измерение уровня влажности | От 0 до 100%, точность 2%-5%                                  |
| Измерение температуры      | От -45 до 80 градусов Цельсия, с точностью $\pm 0.5$ градуса. |
| Частота измерений          | 0.5Гц (одно измерение за 2 секунды)                           |



Рисунок 3. Изменение влажности в пододежном слое пакета, состоящего из ткани верха, утепляющей прокладки («Холофайбер») и подкладки, при  $T = 26^{\circ}\text{C}$ ;  $W = 22\%$ .



Рисунок 4. Изменение температуры в пододежном слое пакета, состоящего из ткани верха, утепляющей прокладки («Холофайбер») и подкладки, при  $T = 26^{\circ}\text{C}$ ;  $W = 22\%$ .

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

«Утверждаю»

Проректор по учебной работе,

 С.Г. Дембицкий  
« 17 » сентября 2018 г.

### АКТ

#### об использовании результатов диссертационной работы Вершининой Анастасии Владимировны на тему «Разработка метода и исследование комфортности пододежного пространства пакетов материалов детской одежды»

Комиссия в составе: заведующего отделом магистратуры, д.т.н., проф. Боковой Е.С., и руководителя магистерской программы, д.т.н., проф. Бесшапошниковой В.И. составили настоящий акт о том, что результаты диссертационной работы аспирантки Вершининой А.В. на тему «Разработка метода и исследование комфортности пододежного пространства пакетов материалов детской одежды» в 2017-2018 гг. внедрены в учебный процесс подготовки магистров по направлению 29.04.02 «Технология и проектирование текстильных изделий», магистерская программа «Инновационные технологии изделий текстильной и легкой промышленности» очной формы обучения, в дисциплинах:

- Научные основы проектирования и прогнозирования свойств изделий текстильной и легкой промышленности;
- Научные основы проектирования материалов и изделий специального назначения;
- Методологические основы инноваций и научного творчества;
- при проведении НИР;
- Конфекционирование материалов для промышленных коллекций;
- Материаловедение легкой промышленности.

По данной теме выполняются курсовые работы и магистерские диссертации, что позволяет углубить и расширить знания выпускников в области исследования гигиенических свойств материалов, прогнозирования комфортности пакетов материалов детской одежды, особенностей разработки и применения инноваций в производстве текстильных материалов предназначенных для детей.

Члены комиссии:



проф. Е.С. Бокова

проф. В.И. Бесшапошникова

**ПРИЛОЖЕНИЕ Е**

Утверждаю  
Директор  
ООО «Тренд»  
Веселова О.В.

«18» мая 2016 г.

**АКТ**

промышленной апробации метода экспресс оценки комфортности многослойной детской одежды на ООО «Тренд», полученного по результатам исследований Вершининой А.В. на тему «Разработка метода и исследование комфортности пододежного пространства пакетов материалов детской одежды».

16 мая 2016 г.

Комиссия в составе: председателя Лаптева Е.В. и члена комиссии: Семенкова Е.С. составили настоящий акт о том, что на предприятии ООО «Тренд» проведена апробация метода экспресс оценки комфортности многослойной детской одежды. Коэффициенты комфортности определены в научных исследованиях диссертационной работы Вершининой Анастасии Владимировны на тему «Разработка метода и исследование комфортности пододежного пространства пакетов материалов детской одежды». Применение метода экспресс оценки комфортности многослойной детской одежды позволило повысить уровень удовлетворенности потребителя.

Комиссия отмечает, что при использовании метода экспресс оценки комфортности многослойной детской одежды, используя расчёт комплексного коэффициента комфорта пакетов одежды из разного числа слоев, на основе предложенных рекомендаций были разработаны памятки для потребителя, в результате чего были увеличены продажи на 3%.

Разработанный метод экспресс оценки комфортности многослойной детской одежды и разработанные рекомендации можно рекомендовать к внедрению в производство.

Председатель комиссии:

Члены комиссии:

Менеджер по продажам

Лаптева Е.В.

Семенкова Е.С.



## ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Федеральная служба по интеллектуальной  
собственности  
Федеральное государственное бюджетное  
учреждение



«Федеральный институт  
промышленной собственности»  
(ФИПС)

Бережковская наб., 30, корп. 1, Москва, Г-59, ГСП-3, 125993  
Телефон (8-499) 240-60-15. Факс (8-495) 531-63-18

Форма N 91 ИЗ-2017  
910

Кирсановой Елене Александровне  
ул. Силикатная, 49, к. 3, кв. 7  
г. Мытищи  
Московская обл.  
141013

На № - от -  
Наш № 2018123186/15(036727)  
При переписке просим ссылаться на номер заявки  
Исходящая корреспонденция от 19.02.2019

## УВЕДОМЛЕНИЕ

о положительном результате формальной экспертизы  
заявки на изобретение

(21) Заявка № 2018123186/15(036727)

Дата поступления документов заявки 26.06.2018

(22) Дата подачи заявки 26.06.2018

(71) Заявитель(и) Кирсанова Елена Александровна, RU, Мишаков Виктор Юрьевич, RU,  
Вершинина Анастасия Владимировна, RU, Павлов Максим Андреевич, RU

(54) Название изобретения ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ КИНЕТИКИ  
ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ ПОДОДЕЖНОГО ПРОСТРАНСТВА  
МНОГОСЛОЙНОЙ ОДЕЖДЫ

2

ДПМ 07.02.2019

200239

