

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический
университет»

На правах рукописи



НУРИАХМЕТОВА ЭЛЬВИРА РАУФОВНА

**РАЗРАБОТКА ТЕПЛОЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ С УЧЕТОМ
ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ И АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ
ОСОБЕННОСТЕЙ ДЕТЕЙ С ЗАБОЛЕВАНИЕМ ДЕТСКИЙ
ЦЕРЕБРАЛЬНЫЙ ПАРАЛИЧ**

2.6.16. Технология производства изделий текстильной и легкой
промышленности

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель:

доктор технических наук, доцент

Тихонова Наталья Васильевна

Казань – 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

Список условных сокращений и обозначений	4
Введение	5
ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛОЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ ДЛЯ ДЕТЕЙ С ДИАГНОЗОМ ДЕТСКИЙ ЦЕРЕБРАЛЬНЫЙ ПАРАЛИЧ	13
1.1 Физиологические и антропометрические особенности детей с диагнозом ДЦП	13
1.2 Анализ требований, предъявляемых к теплозащитной одежде для детей с диагнозом ДЦП	21
1.3 Анализ современного ассортимента теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП	30
1.4 Задачи диссертации	33
ГЛАВА 2. ВЫБОР ОБЪЕКТОВ И МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ	35
2.1 Выбор объектов исследования	35
2.2 Методы и оборудование для исследования теплообмена у детей с диагнозом ДЦП	38
2.3 Методы и оборудование для исследования эксплуатационных и теплозащитных свойств материалов одежды для детей с диагнозом ДЦП	43
2.4 Методы статистической обработки результатов экспериментальных исследований	57
ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА ПАКЕТА МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ТЕПЛОЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ НА ОСНОВЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ И АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ДЕТЕЙ С ДИАГНОЗОМ ДЕТСКИЙ ЦЕРЕБРАЛЬНЫЙ ПАРАЛИЧ	61

3.1 Исследование теплового излучения с поверхности тела детей с диагнозом ДЦП	61
3.2 Исследование теплового состояния тела детей с диагнозом ДЦП	70
3.3 Исследование материалов пакета теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП	75
3.4 Подбор оптимального пакета материалов теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП	90
ГЛАВА 4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕПЛОЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ ДЛЯ ДЕТЕЙ С ДИАГНОЗОМ ДЕТСКИЙ ЦЕРЕБРАЛЬНЫЙ ПАРАЛИЧ	100
4.1 Разработка оптимальных конструкций моделей одежды с учетом антропометрических особенностей	100
4.2 Разработка технологической последовательности изготовления модели теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП	127
4.3 Результаты опытной носки образца теплозащитной одежды	137
4.4 Обоснование экономической эффективности производства теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП	147
Заключение	154
Список литературы	155
Приложения	177

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

Сокращения

ДЦП	– детский церебральный паралич,
ЛОДВ	– люди с ограниченными двигательными возможностями,
ОДВ	– ограниченные двигательные возможности,
ОВЗ	– ограниченные возможности здоровья,
ОВ	– ограниченные возможности,
ВОЗ	– Всемирная организация здравоохранения,
ВТО	– влажно-тепловая обработка,
ФБСО	– Федеральное бюро медико-социальной экспертизы,
ТФО	– тепло-функциональное оборудование,
ТМ	– торговая марка,
ИП	– индивидуальный предприниматель,
ИК	– инфракрасное излучение,
ЕМКО	– Единая методика конструирования одежды
СЭВ	Экономической Взаимопомощи,
БК	– базовая конструкция,
ИМК	– исходная модельная конструкция,
МК	– модельная конструкция.

Условные обозначения

M_s	– поверхностная плотность точечной пробы,
E	– напряженность электростатического поля на поверхности образца,
B_h	– коэффициент паропроницаемости,
τ	– продолжительность испытания,
$Q_{рад}$	– потеря тепла радиацией,
$Q_{э.т}$	– энергозатраты,
$t_{с.к}$	– средневзвешенная температура кожи человека,
$Q_{т.с}$	– теплосодержания в организме человека.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. По данным Всемирной организации здравоохранения ежегодно наблюдается прирост лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ). Особого внимания заслуживает проблема адаптации в социальной среде детей-инвалидов. Одним из наиболее распространенных заболеваний среди детей с ОВЗ является детский церебральный паралич (ДЦП) и, к сожалению, число детей, рожденных с ДЦП, с каждым годом только увеличивается. Данное заболевание оказывает качественное влияние на физиологические и антропометрические особенности развития, обменные процессы и метаболизм детей.

К одежде для детей с диагнозом ДЦП должны предъявляться особые требования, как по конструктивному решению, так и по составу пакетов материалов, что прежде всего необходимо учитывать при разработке теплозащитной одежды. Важность подбора оптимального пакета материалов при проектировании теплозащитной одежды для детей с ДЦП также обусловлена запретом СанПиН на применение в детских изделиях нагревательных элементов.

Диссертационная работа направлена на решение актуальной задачи разработки теплозащитной одежды для детей с заболеванием ДЦП, обеспечивающей комфорт в пододежном пространстве, улучшенные теплофизические и гигиенические свойства.

Степень разработанности темы исследования.

Вклад в развитие темы разработки адаптивной одежды для лиц с ограниченными возможностями здоровья внесли такие исследователи, как Савельева Н.Ю., Харлова О.Н., Бикбулатова А.Х., Андреева Е.Г., Будеева О.Н., Кирсанова Е.А., Вершинина А.В., Чагина Л.Л., Абрамов А.В. и др.

На мировом рынке присутствуют крупные производители одежды для людей с ОВЗ, в том числе для детей с диагнозом ДЦП, при этом наблюдается дефицит теплозащитной одежды. На рынке России теплозащитная адаптивная одежда производится преимущественно мелкими сериями и по индивидуальным заказам. На сегодняшний день отсутствуют единые требования к подбору пакетов материалов и конструкции подобной одежды.

Представленная работа продолжает научное направление по созданию функциональных материалов и изделий легкой промышленности и предлагает его развитие в сторону прикладных исследований адаптивной одежды и обуви.

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет». Автором при работе над диссертацией использовались методики и аналитическое оборудование центра коллективного пользования «Нанотехнологии и наноматериалы» (ЦКП «Нанотехнологии и наноматериалы») ФГБОУ ВО «КНИТУ».

В диссертационной работе изложены результаты научных исследований автора с 2020 по 2023 гг. в области испытаний пакетов материалов и проектирования теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП.

Область исследования соответствует научной специальности 2.6.16. Технология производства изделий текстильной и легкой промышленности: п.11. Развитие процессов и методов художественного проектирования ИТЛП на основе рациональной размерной типологии населения, требований ЕСКД, современных информационных технологий, творческих источников и направлений моды; п. 12. Антропобиомеханические основы и закономерности в антропометрических данных для построения рациональной внутренней, внешней форм и деталей конструкции при проектировании ИТЛП в цифровой и реальной среде; п. 13. Разработка оптимальных структур, конструкций, материалов и ИТЛП для снижения затрат на организацию их производства, повышения качества продукции и оптимизации процесса работы технологического оборудования.

Цель и задачи исследования.

Целью работы является проектирование теплозащитной одежды для детей с заболеванием детский церебральный паралич с учетом их физиологических и антропометрических особенностей.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие основные задачи:

1. Выявить состояние и перспективы развития производства теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП с учётом их физиологических и антропометрических особенностей.
2. Обосновать выбор объектов и методов исследования.
3. Разработать критерии подбора оптимальных пакетов материалов теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП на основе исследований теплового излучения тела и комплекса свойств современных материалов.
4. Спроектировать рациональные конструктивно-технологические решения теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП.

Научная новизна работы.

1. Экспериментально подтверждено, что особенностью теплового излучения поверхности тела детей с диагнозом ДЦП является асимметрия его излучения по площади тела и пониженная температура конечностей.
2. Экспериментально установлено, что для детей с диагнозом ДЦП необходимо суммарное тепловое сопротивление пакета материалов теплозащитной одежды не менее $0,792 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$, что превосходит нормативно-технические требования к верхней утепленной одежде.
3. Разработаны критерии оптимизации пакетов материалов теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП, включающие показатели: суммарного теплового сопротивления, воздухопроницаемости, паропроницаемости, поверхностной плотности и толщины.
4. Выявлены антропометрические особенности детей с диагнозом ДЦП необходимые для проектирования рациональной конструкции теплозащитной одежды.

Теоретическая и практическая значимость работы.

1. Установлены показатели свойств оптимального пакета материалов теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП, а именно: воздухопроницаемости от 9,2 до 82,8 $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$; паропроницаемости не менее 70 $\text{г}/\text{м}^2 \cdot \text{ч}$; суммарного теплового сопротивления не менее 0,792 $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$; поверхностной плотности не более 0,72 $\text{г}/\text{м}^2$; толщины от 19 до 25 мм.

2. Разработаны рациональные членения деталей, рациональные конструкции и требования к технологической обработке узлов детской теплозащитной одежды с учетом антропометрических особенностей тела детей с диагнозом ДЦП.

3. На основе опытной носки подтверждено, что разработанный образец теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП, обеспечивает термальный комфорт при прогулке в коляске в течение более 1 ч и температуре воздуха до -15°C , высокие эксплуатационные и гигиенические свойства.

4. Обоснована экономическая эффективность производства теплозащитной одежды для детей с заболеванием ДЦП на основе оптимальной конструкции и пакетов материалов. Годовой экономический эффект от внедрения новой продукции составит 8,2 млн. рублей.

Результаты диссертационной работы успешно прошли испытания в АО «Казанский химический научно-исследовательский институт» (г. Казань) и внедрены в производство ООО «Харизма» (г. Казань). Получены акты о проведении совместных исследований с ГАУСО «Реабилитационный центр для детей и подростков с ограниченными возможностями «Солнечный» (г. Казань).

Объекты исследования: антропометрические показатели тела детей с диагнозом ДЦП, включая основные размерные признаки, температура поверхности тела, образцы и макеты теплозащитной одежды; материалы и пакеты материалов для теплозащитной одежды.

Методология и методы исследования.

В ходе выполнения работы использовали стандартные и специальные методики испытаний текстильных материалов и образцов теплозащитной одежды, методы антропометрических измерений, методы статистической обработки экспериментальных данных.

Паропроницаемость определяли по ГОСТ 22900-78; разрывную нагрузку и относительное удлинение текстильной основы – по ГОСТ 3813-72 (ИСО 5081-77, ИСО 5082-82); усилие при раздире ГОСТ ISO 13937-2-2022; пиллингуемость ГОСТ 14326-73; водоупорность ГОСТ Р 51553-99; напряжения электрического поля ГОСТ 32995-2014; паропроницаемость ГОСТ 30568-98; воздухопроницаемость ГОСТ ISO 9237-2013; суммарное тепловое сопротивление ГОСТ 20489-75. При исследовании теплообмена у детей с диагнозом ДЦП использовался тепловизор инфракрасного излучения (Xintest HT-18). Расчеты проводились по методикам П.А. Колесникова и Е.М. Беркович.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Результаты экспериментальных исследований физиологических особенностей по показателю теплового излучения поверхности тела здоровых детей и детей с диагнозом ДЦП для создания оптимального пакета утепляющих материалов.

2. Результаты антропометрических исследований размерных признаков фигур детей с диагнозом ДЦП для проектирования рациональной конструкции теплозащитной одежды.

3. Результаты экспериментальных исследований эксплуатационных свойств материалов теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП, позволяющие установить комплекс требований к оптимальному пакету материалов.

4. Рациональные конструктивно-технологические решения теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП, учитывающие их физиологические и антропометрические особенности.

5. Результаты опытной носки разработанного образца теплозащитной одежды, подтверждающие комфортные теплоощущения ребенка с диагнозом ДЦП.

Достоверность полученных результатов и выводов подтверждается использованием апробированных методик испытаний согласно ГОСТ и современных инструментальных средств измерений физико-механических свойств, обеспечивающих высокий уровень точности данных. Обработку результатов экспериментальных исследований проводили с применением методов математической статистики.

Апробация работы и публикации. Результаты работы обсуждались на XVIII, XIX Всероссийской научно-практической конференции с элементами научной школы для студентов и молодых ученых «Новые технологии и материалы легкой промышленности» (Казань, 2022, 2023), Международной научно-практической конференции с международным участием «Легкая промышленность и сфера сервиса: проблемы и перспективы» (Омск, 2022), VIII Международной научно-практической конференции «Биотехнология и автоматизация обработки кожи и меха» (Улан-Удэ, 2022), Республиканской школе студентов и аспирантов «Жить в XXI веке» (Казань, 2021, 2022), Всероссийской научно-практической конференции «Молодежь. Наука. Творчество» (Омск, 2021, 2022), I Всероссийской конференции с международным участием «Современные методы получения материалов, обработки поверхности и нанесения покрытий» (Казань, 2023), I Всероссийской конференции ученых, аспирантов и студентов с международным участием «Новации в процессах проектирования и производства изделий легкой промышленности» (Казань, 2023).

Личный вклад автора в опубликованных в соавторстве работах состоит: в обосновании и выборе методов экспериментальных исследований; в проведении экспериментов и обобщении экспериментальных данных по разработке теплозащитной одежды с учетом физиологических и

антропологических особенностей детей с заболеванием детский церебральный паралич.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, выводов и приложений. В тексте приведены ссылки на 164 литературных источника. Работа изложена на 189 страницах машинописного текста, содержит 49 рисунков и 43 таблицы.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении представлено обоснование актуальности темы диссертационной работы, поставлена цель и определены задачи для ее достижения, представлены научная новизна и практическая значимость полученных результатов, приведена структура диссертационной работы.

В первой главе описаны классификации форм ДЦП у детей, рассмотрены причины возникновения и различные физиологические проявления этого заболевания. Проведен анализ требований к теплозащитной одежде для детей с ДЦП и изучен ассортимент детской адаптивной одежды, доступной на рынке. Сформулированы основные задачи диссертации.

Во второй главе обоснован выбор объектов исследования, приведены основные характеристики использованных текстильных материалов, описаны методы исследований и испытаний. Обоснован выбор методик, инструментов и оборудования для исследования теплообмена у детей с диагнозом ДЦП. Описаны методы статистической обработки результатов экспериментальных исследований.

В третьей главе представлены результаты экспериментальных исследований теплового излучения поверхности тела детей с диагнозом ДЦП. Приведены результаты экспериментальных исследований свойств материалов верха, утепляющих и подкладки, а также пакетов из них. На основе полученных результатов разработаны критерии к пакетам материалов теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП и предложены оптимальные.

В четвертой главе представлена разработка конструкций теплозащитной одежды с учётом физиологических и антропометрических особенностей детей с ДЦП из подобранных пакетов материалов. На основе результатов экспериментальных исследований из сформированных оптимальных пакетов материалов изготовлен опытный образец теплозащитной одежды для детей с ДЦП, представлена оценка качества его теплофизических свойств в процессе опытной носки в естественных климатических условиях. Проведен расчет экономической эффективности от внедрения разработки в производство.

ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛОЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ ДЛЯ ДЕТЕЙ С ДИАГНОЗОМ ДЕТСКИЙ ЦЕРЕБРАЛЬНЫЙ ПАРАЛИЧ

В главе приведена классификация форм и причины возникновения заболевания ДЦП. Приведен анализ требований, предъявляемых к теплозащитной одежде для детей с диагнозом ДЦП, изучен ассортимент детской адаптивной одежды, представленной на рынке. Сформулированы задачи диссертации. Результаты, приведенные в главе, опубликованы в работах [1-4].

1.1 Физиологические и антропометрические особенности детей с диагнозом ДЦП

На сегодняшний день, число людей с инвалидностью увеличивается, что связано с возрастанием общих и профессиональных заболеваний, трудовыми увечьями, врожденными заболеваниями и др.

В группу людей с инвалидностью входят как взрослое население, так и дети. На рисунке 1.1 представлено соотношение здоровых людей и людей с инвалидностью по итогам 2020 года [5].

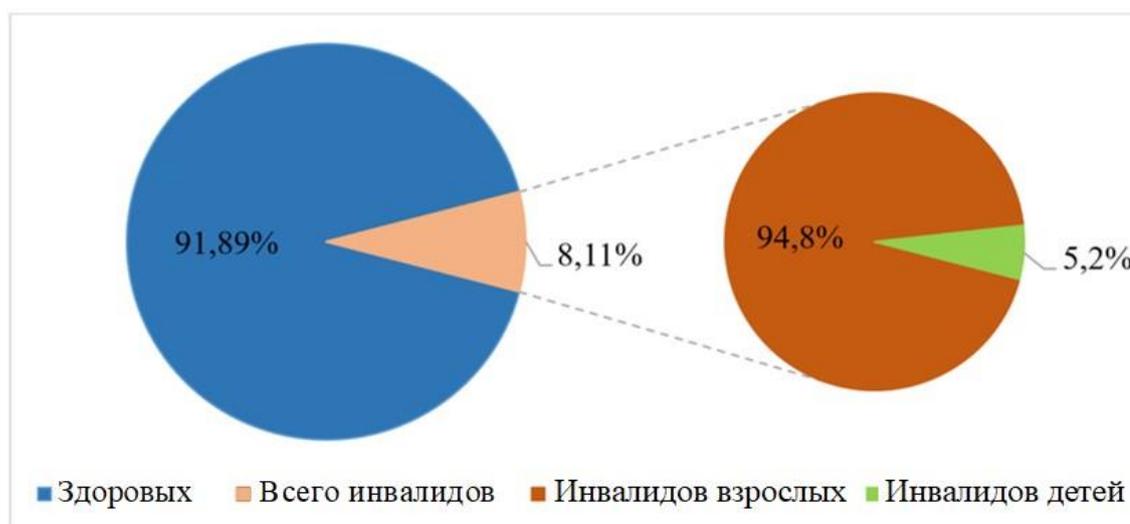


Рисунок 1.1 – Процентное соотношение здоровых людей и людей с инвалидностью по итогам 2020 года

Из диаграммы видно, что из 100% населения России – 8,11% люди с инвалидностью. А из общего числа людей с инвалидностью взрослые составляют 94,8%, дети – 5,2% [5].

По данным Росстата [6] за первое полугодие 2022 года численность детей инвалидов составила 6,2%, в 2021 году доля детей инвалидов составляла 6%, а в 2018 году – 5,3%, рисунок 1.2.

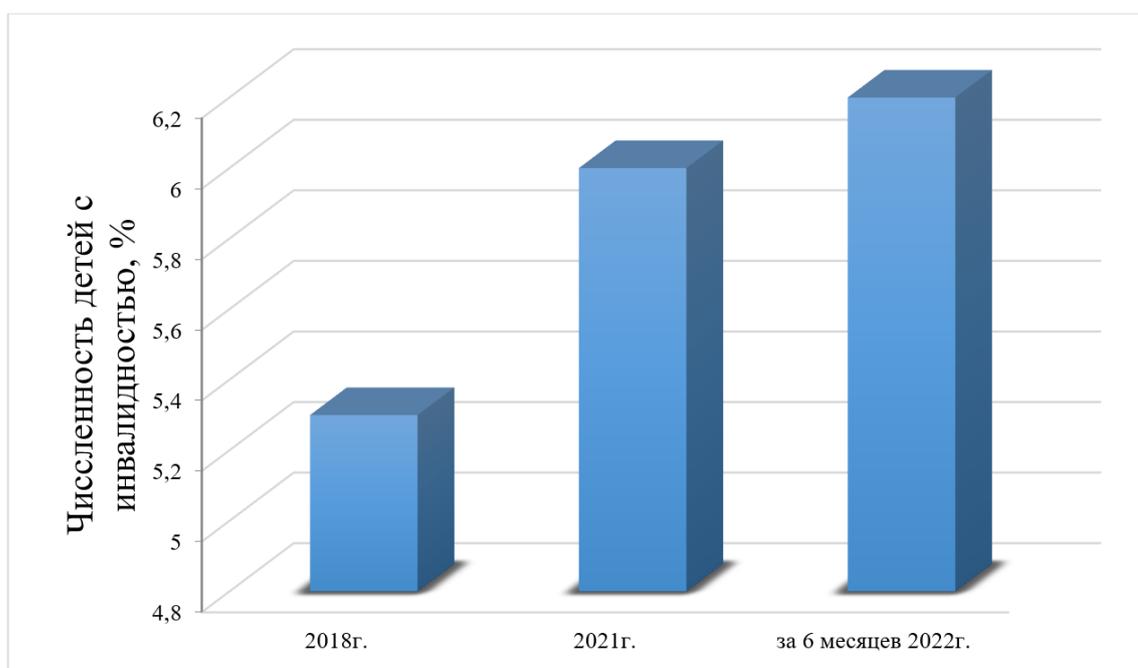


Рисунок 1.2 – Динамика роста детской инвалидности

Увеличение количества детей инвалидов связано с ростом числа появления на свет недоношенных и с увеличением процента выживаемости среди младенцев. Согласно указу Президента РФ от 7 мая 2012 г. N 598 «О совершенствовании государственной политики в сфере здравоохранения», в пункте «а», говорится о снижении младенческой смертности, в первую очередь за счет уменьшения ее в регионах с высоким уровнем данного показателя, до 7,5 человек на 1 тыс. родившихся живыми к 2018 году [7], данный указ действует по настоящее время. По итогам 2018 года процент младенческой смертности составил 8,2% [8], на конец 2021 года процент младенческой смертности снизился до значения 4,4 (4,4%) промилле на 1000 рожденных детей [9].

Инвалидность среди младенцев самая малочисленная по сравнению с другими возрастными группами детей. Статистика процентного соотношения детей с инвалидностью по возрастам представлена на рисунке 1.3.

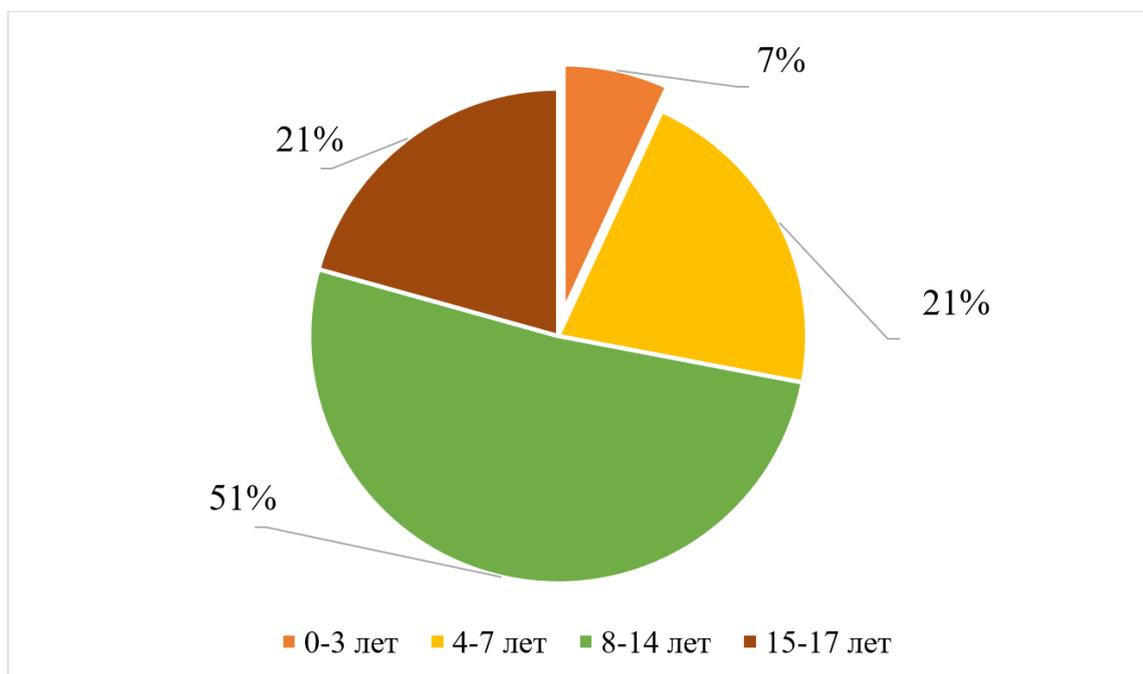


Рисунок 1.3 – Численность детей инвалидов в России 2019 – 2022 года по возрастам

Из диаграммы, представленной на рисунке 1.3, можно сделать вывод о том, что самый большой процент детей с инвалидностью – 51%, составляют дети в возрасте от 8 до 14 лет [5]. Такой кардинальный рост инвалидности связан с заболеваниями приобретенного характера и вновь обнаруженными врожденными и хроническими заболеваниями.

По данным ФГБУ «Федеральное бюро медико-социальной экспертизы» Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации [10] общая структура причин по классам болезней, сформировавших инвалидность среди детей в РФ на 2020 год представлена на рисунке 1.4.

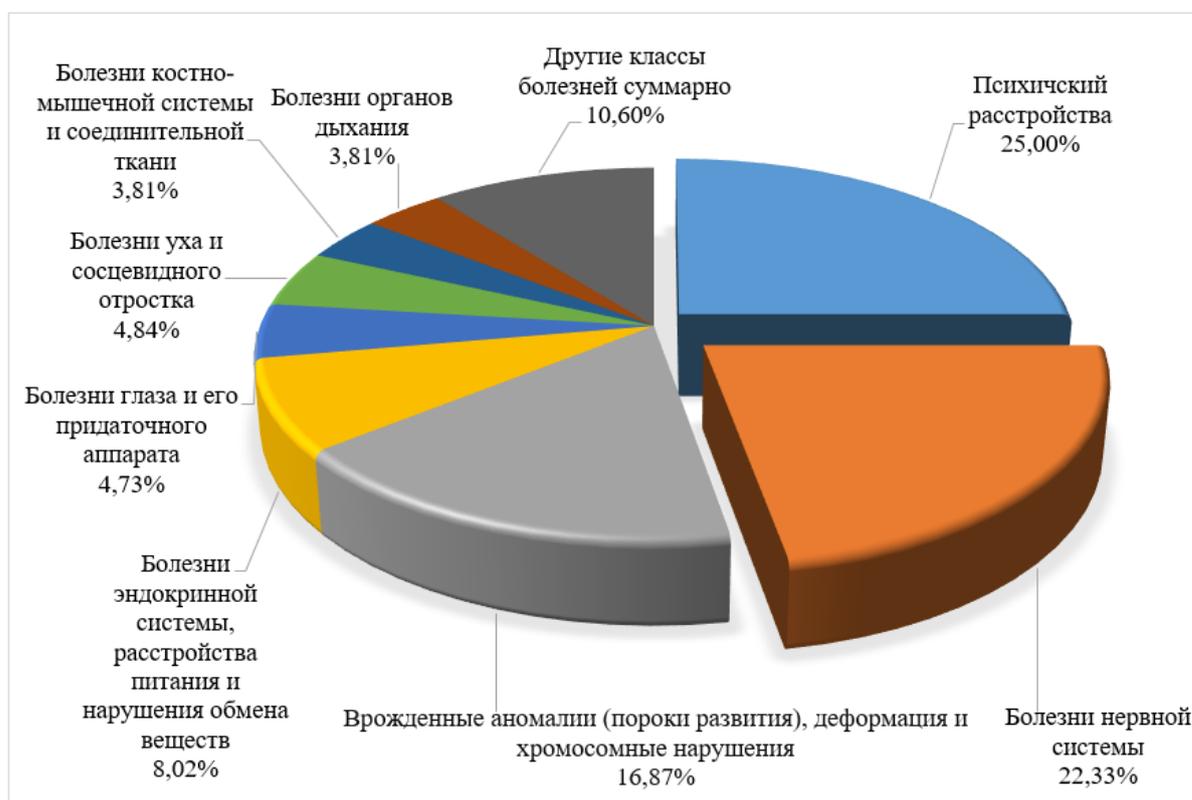


Рисунок 1.4 – Структура причин детской инвалидности по классам болезней

Как видно из диаграммы рисунка 1.4, наиболее распространенными заболеваниями у детей составляют болезни нервной системы (22–25 %) и психические расстройства.

В случае возникновения каких-либо травм (как физических, так и хромосомных, генетических или по причине вирусных и бактериальных инфекций) нервной системы нарушается ее развитие что приводит к отсутствию каких-либо рефлексов и навыков, вследствие которых человек приобретает заболевания [11, 12]. Как правило, встречается совокупность различных синдромов болезни нервной системы. Некоторые сочетания синдромов могут способствовать формированию такого диагноза как детский церебральный паралич.

ДЦП – это группа хронических не прогрессирующих синдром-симптомокомплексов двигательных нарушений, вторичных по отношению к поражениям или аномалиям головного мозга, возникающим в перинатальном периоде. Известно, что некоторые генетические факторы участвуют в развитии заболевания (примерно в 14 % случаев) [13]. Кроме того, определённую сложность

представляет существование множества ДЦП-подобных заболеваний. Можно сказать, что диагноз ДЦП – это обобщённое обозначение ряда неврологических синдром-симптомокомплексов заболеваний.

По данным ВОЗ распространённость детского церебрального паралича среди новорождённых соотносится как 2–5 к 1000 живорождённых [14].

Синдромы проявляются у детей до 2 лет. Диагноз ставится на основе клинических данных.

Большинство детей с церебральным параличом имеют более одного фактора риска:

- преждевременные роды;
- наличие близнеца;
- некоторые инфекции во время беременности (токсоплазмоз или краснуха);
- трудные роды;
- травмы головы в течение первых двух лет жизни [15].

Детский церебральный паралич включает в себя ряд последствий, возникающих в результате повреждения головного мозга, вызванного различными негативными факторами во время его развития. Это разнообразие проявляется в различных клинических проявлениях, однако сходные нарушения функций мозга часто возникают в результате разных повреждающих воздействий в определенные возрастные периоды. Поражение отдельных областей мозга приводит к возникновению различных форм церебрального паралича, что в свою очередь приводит к появлению многочисленных систем клинической классификации. Например, на рисунке 1.5 показаны пять выделенных в России клинических форм [16], тогда как международная классификация выделяет семь различных форм:



Рисунок 1.5 – Классификация клинических форм ДЦП

Из рисунка 1.5 видно, что международная классификация и классификация, принятая в РФ, во многом схожи. При этом международная классификация дополнительно выделяет смешанную и неуточненную форму. В РФ смешанные и неуточненные формы заболевания не выделяют и ставят конкретный диагноз, который можно доказать результатами клинической диагностики.

У каждой из выделенных пяти форм ДЦП различные причины возникновения и, как следствие, проявления. Различные виды форм ДЦП, которые встречаются с разной частотой и степенью распространенности, представлены на рисунке 1.6.

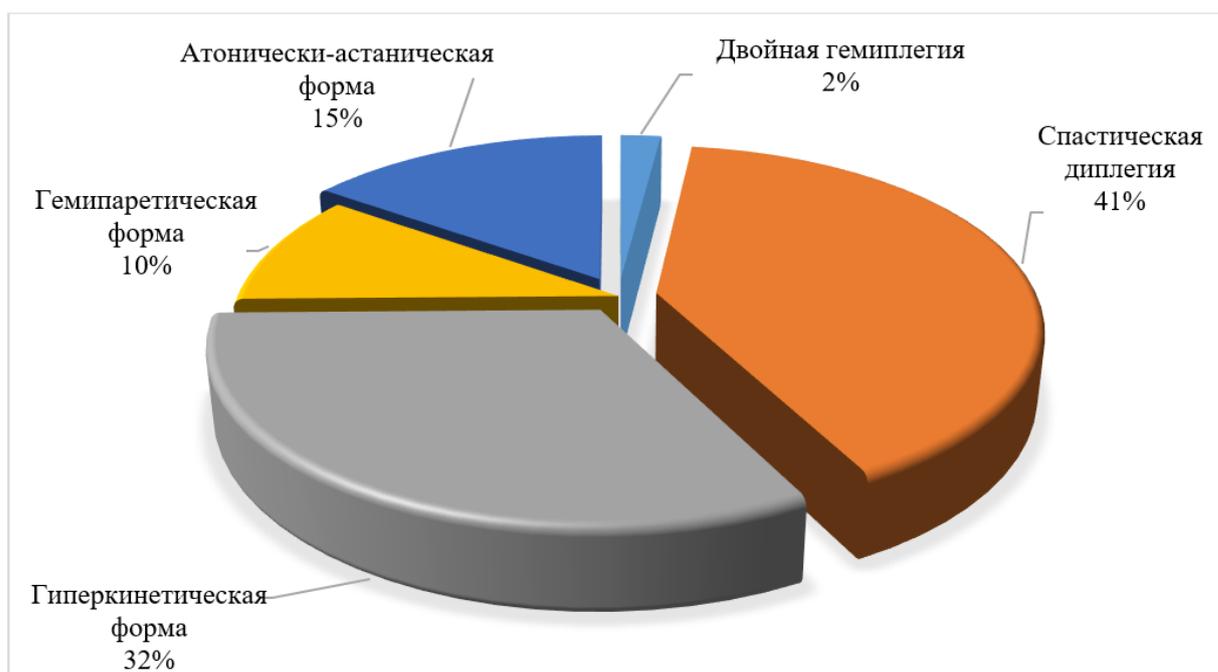


Рисунок 1.6 – Распространенность форм ДЦП [17]

Из рисунка 1.6 можно сделать вывод, о том, что самые распространенные формы ДЦП – это:

- спастическая диплегия (41 %), которая выражается в нарушении мышечных функций тела как с левой, так и с правой стороны, с большей концентрацией в нижних конечностях;

- гиперкинетическая форма (32 %), характеризующаяся снижением двигательной активности верхних и нижних конечностей с одной стороны тела;

- атонически–астеническая форма (15 %), отличающаяся низким тонусом мышц, недостаточной координацией и отсутствием реакции равновесия.

Все формы ДЦП характеризуются различными физиологическими особенностями тела и определённой степенью подвижности. Таким образом детей с диагнозом ДЦП можно разделить на три категории (рисунок 1.7):



Рисунок 1.7 – Классификационная схема определения степени подвижности детей с ДЦП

- дети способные перемещаться с помощью специальных приспособлений (ходунки, костыли, инвалидные кресла-коляски) или при помощи взрослого человека;
- дети не способные к самостоятельному перемещению, но при этом способные сидеть и ползать;
- дети, не способные сидеть и ползать.

При этом дети имеют изменение пропорций по причине недостатка массы тела, большую голову и длинные конечности, асимметрию фигуры.

В независимости от формы заболевания для данной группы людей важно оставаться социально активными или пройти адаптацию и социализацию адекватно условиям «инвалид – одежда – окружающая среда». Важнейшее значение в решении данной задачи имеет их обеспечение специальной адаптивной одеждой, разработанной с учетом указанных выше физиологических особенностей.

Разделение детей с диагнозом ДЦП по подвижности и физиологическим признакам позволяет проектировать одежду по принципу одевания. Для группы детей, способных к передвижению, эргономичным будет традиционный способ одевания (снизу-вверх и со спины вперед) с добавлением дополнительных разъемных застежек для обеспечения удобства одевания и менее традиционный способ одевания спереди на спинку (с застежкой по спинке). Для группы детей, способных находиться в положении сидя, подойдет одежда, одевание которой проходит сверху вниз в случае использования плечевой одежды, а также полностью раскрывающиеся (разворачивающиеся) изделия поясной одежды. Для детей, постоянно находящихся в положении лежа, будет наиболее эргономичной одежда, полностью разворачивающаяся (как одеяло) и застегивающаяся на ребенке.

Еще одним из важных показателей, характеризующих детей с диагнозом ДЦП, является нарушение терморегуляции и теплообмена организма, вследствие сбоя работы центральной нервной системы, который приводит к нарушению регуляторов теплообмена. Дети не способны адаптироваться под температуру окружающей среды, часто находятся в состоянии визуального покоя, мало подвижны. Ограниченность движения конечностей тела обуславливает проблему согревания индивида и поддержания физиологической температуры тела. Данный фактор необходимо учесть при проектировании адаптационной одежды для детей с ДЦП и уделять внимание не только конструктивному решению, но и грамотному подбору материалов.

1.2 Анализ требований, предъявляемых к теплозащитной одежде для детей с диагнозом ДЦП

В работах [18-33] разработан и представлен широкий комплекс требований, предъявляемых к адаптивной одежде людей с ограниченными возможностями. При этом можно выделить основные (комплексные) требования, предъявляемые к

теплозащитной одежде для детей с диагнозом ДЦП (рисунок 1.8), которые заключаются в следующем:

– в высокой эргономичности одежды, удобстве её одевания и повышенной комфортности в процессе эксплуатации [19-20];

– в особых гигиенических и эксплуатационных свойствах, обеспечивающих комфортный микроклимат в пододежном пространстве и повышенные теплозащитные показатели анатомических участков с затрудненным естественным теплообменом у детей с заболеванием ДЦП [21-29];

– в гармоничном, эстетичном внешнем виде, способствующем успешной адаптации детей с ДЦП, с одновременным терапевтическим эффектом [30-32].



Рисунок 1.8 – Требования, предъявляемые к теплозащитной одежде для детей с ДЦП

Гигиенические требования, предъявляемые к теплозащитной одежде для детей с ДЦП, тесно взаимодействуют между собой. Для теплозащитной одежды важна низкая воздухопроницаемость для обеспечения необходимых показателей

теплозащитных свойств. При этом накапливаемые влага и углекислый газ должны покидать пододежное пространство для обеспечения комфорта в период эксплуатации изделия, чему способствуют высокие показатели гигроскопичности и газопроницаемости. Одежда не должна собирать в себя и пропускать через себя пыль в целях исключения дополнительного источника инфекций и аллергенов.

Одним из основных эксплуатационных требований к теплозащитной одежде для детей с ДЦП является ее эргономичность. Эргономичность крайне важна для людей с ограниченными возможностями по причине их физиологических особенностей, описанных выше, а также важна для ухаживающего за таким ребенком взрослого. Эргономичность одежды – это не просто удобство, но и полноценное инженерное решение по методу одевания, раздевания и гигиенического обслуживания ребенка с ДЦП, особенно трудно осуществляемого в период зимы. Такая одежда должна обладать удобными застежками, оборудованными большими петлями для захвата, а также магнитными застежками, позволяющими легко застегнуть и расстегнуть изделие. Конструкции должны быть разъемными для обеспечения удобного обслуживания гигиенических и физиологических функций организма ребенка с ДЦП [1, 34, 35]. В целях сохранения привлекательного внешнего вида изделия важно, чтобы изделие не сминалось в период носки, долго оставалось чистым, легко стиралось в случае загрязнения, а для теплозащитной одежды для детей важно, чтобы изделие еще и быстро сохло, и сохраняло форму после стирки и сушки изделия.

Эстетические свойства теплозащитной одежды для детей с ДЦП не менее важны чем для любого здорового человека, и скорее даже более значимы, так как дети с диагнозом ДЦП более эмоционально не стабильны. Так как дети с ДЦП часто имеют асимметрию и диспропорции тела появляется необходимость в визуальной корректировке внешних физиологических нарушений, что можно достичь целостностью композиции в изделии. Цветовое и фактурное решение такой одежды важно не только для эксплуатационных свойств, но и для психофизиологического состояния ребенка с ДЦП. Для детей с ДЦП рекомендуют спокойные цвета и гладкие, не рельефные фактуры в целях максимального

снижения дополнительных раздражителей и без того хрупкой нервной системы ребенка. При этом важно помнить, что в случаях намеренного терапевтического эффекта возможно применение ярких элементов в одежде и тактильно развивающих фактурных материалов [36, 37].

Так как одной из функций одежды в целом является социализация, а в случае детей с ДЦП эта функция становится одной из наиболее важных, то одежда для этих детей обязательно должна соответствовать современным тенденциям моды, и всячески скрывать визуально заметные различия между детьми с ДЦП и здоровыми, что позволит лучше адаптироваться в социуме [38].

Удовлетворение приведенных требований во много зависит от применяемого пакета материалов. На рисунке 1.9 выделены наиболее значимые свойства пакета материалов теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП.



Рисунок 1.9 – Значимые свойства пакета материалов теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП

Из представленных выше свойств наиболее важное значение имеют теплозащитные характеристики, которые обеспечиваются основными теплофизическими свойствами пакета материалов [39] (суммарным тепловым сопротивлением или коэффициентом теплопроводности, способностью материалов не пропускать тепловое излучение сквозь себя и др.) и косвенными (воздухопроницаемостью, паропроницаемостью, поверхностной плотностью материалов) (рисунок 1.10).

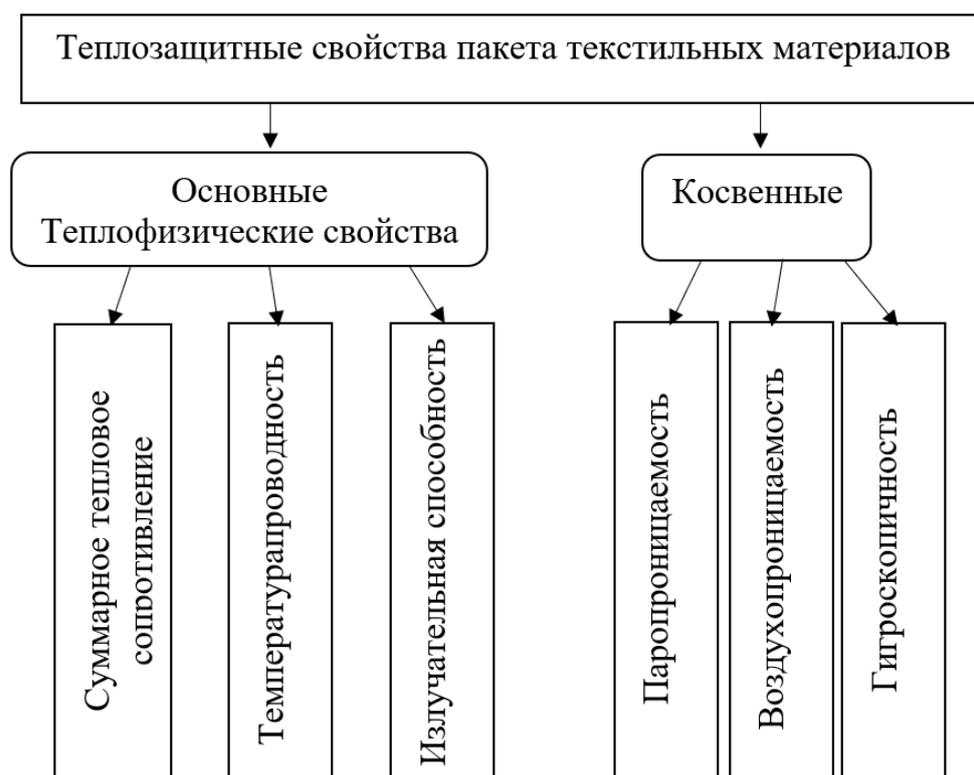


Рисунок 1.10 – Теплозащитные свойства пакета материалов

Основными теплофизическими свойствами материалов теплозащитной одежды для детей с ДЦП являются:

- Суммарное тепловое сопротивление – показатель, характеризующий способность материала препятствовать прохождению тепловой энергии.
- Излучательная способность, характеризующаяся процессом отдачи тепла с поверхности одежды, которая проявляется в виде теплового излучения инфракрасного спектра. Организм отдает тепло через одежду при помощи теплопроводности, конвекции и излучения. При этом радиационные теплопотери составляют $2/3$ общих теплопотерь в условиях спокойного воздуха. Излучение играет важную роль в процессе отдачи тепла с поверхности одежды. Поэтому при разработке теплозащитной одежды необходимо учитывать излучательную способность материалов.

Косвенными свойствами материалов, влияющими на теплофизические показатели теплозащитной одежды для детей с ДЦП, являются:

- Воздухопроницаемость – определяется количеством воздуха, проходящего через единицу площади в единицу времени при определенной разнице давлений p , Па (1 Па $\approx 0,102$ мм вод. ст.) по обе стороны материала [39].

- Паропроницаемость материалов – определяется их способностью пропускать водяные пары сквозь себя. Этот показатель позволяет обеспечить комфорт в пододежном пространстве. Избыток водяных паров в пододежном пространстве может привести к намоканию пакета материалов, что в свою очередь влияет на теплозащитные свойства одежды.

Требования, предъявляемые к материалам верха теплозащитной одежды, определяются природно-климатическими условиями тех зон, для которых они предназначены.

Пакет материалов для детской одежды третьего слоя не ГОСТируется. При этом действует ГОСТ для теплозащитной одежды взрослых и детей «Одежда верхняя пальтово-костюмного ассортимента», в котором приведены основные требования к такой одежде, в том числе рекомендации по значениям суммарного теплового сопротивления при ветре до 5 м/с, представленные в таблице 1.1 [40].

Таблица 1.1 – Требования к теплозащитным свойствам зимней одежды по ГОСТ 25295-2003

Название одежды	Температура воздуха, °С, не менее	Тепловое сопротивление, $\text{м}^2 \cdot \text{°С}/\text{Вт}$
Пальто, куртка с брюками, комбинезон	-25	0,6
	-15	0,5
	-5	0,4

Существенное влияние на теплозащитные свойства материалов и изделий оказывает скорость ветра [39, 41]. Чем выше скорость ветра, тем больше тепловой энергии отдает материал в окружающую среду и тем ниже становится температура материала. В текстильных материалах вводится ограничение на воздухопроницаемость.

Повышенные теплозащитные свойства материалов обеспечиваются высокими показателями теплового сопротивления, низкой воздухопроницаемостью и гигроскопичностью.

Выбор одежды для детей с ДЦП зависит от образа жизни и от степени тяжести заболевания, которые отличаются своеобразием и специфичным сочетанием двигательных патологических дефектов, а также от климатической зоны проживания. Конечности детей с ДЦП, как правило, непропорционально тонкие, не развиты физически, при этом дети обладают ростом в соответствии с возрастом, что визуально приводит к диспропорции фигуры.

У детей с ДЦП кожный покров имеет повышенную чувствительность, в связи с чем рекомендуют минимальное количество швов в одежде первого и второго слоя. Так же учитывая способ перемещения ребенка с ДЦП, особенно если ребенок ползает, зоны локтей и колен следует укрепить и смягчить дополнительными накладками в целях предупреждения травмирования этих зон. Материал в таких зонах должен обладать повышенной износостойкостью [1-3]. В одежде третьего слоя количество швов можно снизить в подкладке изделия. В местах сгиба локтевых и коленных суставов следует закладывать дополнительный объем, так как согнутое состояние этих суставов может быть очень продолжительным по времени. Как было установлено в исследовании теплового излучения детей с ДЦП наиболее мерзнущие части тела – это плечи, предплечья, кисти рук, голени, лодыжки и стопы [42]. В связи с этим данные области следует утеплить более тщательно. Во избежание образования мостиков холода в пододежном слое по низу рукавов и брючин рекомендуется проектировать манжеты, напульсники или кулиски.

Таким образом, необходима разработка детской адаптивной одежды эргономичной конструкции, соответствующей физиологическим особенностям детей, эстетически привлекательной, визуально скрывающей недостатки фигуры.

Авторами [18-35] разработаны методы проектирования специализированной одежды, учитывающие особенности здоровья потребителей, такие как компенсация утраченных функций, коррекция, маскировка дефектов и

антропологическое соответствие. Эти методы были использованы при создании лечебно-профилактической и реабилитационной одежды для различных медицинских состояний, таких как дисплазия тазобедренного сустава, сколиоз, фиксация суставов, согревающий и утягивающий эффекты, а также для людей с аномалиями конечностей, ДЦП, передвигающихся на креслах-колясках и лежащих больных.

В целях формирования утепляющего пакета материалов одежды зимнего сезона рассчитываемой на носку в средней полосе России важно так же учитывать параметры атмосферы и погодные условия умеренно-континентального климата. Амплитуда температурных колебаний умеренно континентального климата обладает немалым диапазоном, как для сезонов года, так и может сильно меняться внутри дня. Перепад температуры зимой может составлять от -4°C до -24°C , а в некоторых случаях может опускаться до -35°C . Относительная влажность воздуха держится в районе 80 % [43]. Скорость ветра составляет от 2 до 10 м/с.

Принимая во внимание низкие отрицательные температуры с достаточно влажным воздухом и сильными ветрами можно выделить защитные требования к пакету материалов для одежды зимнего сезона: высокий показатель теплового сопротивления, ветрозащитные свойства или низкая воздухопроницаемость и способность утепляющего материала сохранять тепло во влажном состоянии.

Авторами [44-57] выявлено, что при низких температурах на пододежный микроклимат влияют количество слоев и конструкция изделия в многослойных системах (3-4 и более слоев), а не волокнистый состав материалов. Это говорит о необходимости установления требований к другим характеристикам материалов пакетов третьего слоя одежды. Также была представлена модель изучения комфортности пакета детской одежды, что позволяет более полно оценить комфортность микроклимата пододежного пространства на основе сравнительного анализа литературных данных, опытных данных и натурального эксперимента.

Группой авторов [58-74] выявлена проблема формирования пакетов материалов для теплозащитной одежды людей с ограниченными двигательными возможностями (ЛОДВ). Использование традиционных материалов не позволяет

обеспечить нужный уровень микроклимата в пододежном пространстве при низких температурах. Подход к выбору материалов не учитывает физиологические ограничения и особенности взаимодействия человека с окружающей средой. Был разработан комплексный подход к изучению взаимодействия тела, материалов и окружающей среды при низких температурах. Эти исследования позволяют определить оптимальный состав материалов для защитной одежды при низких температурах.

Одним из решений в проектировании теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП может являться проектирование «умной» одежды. Такая одежда обладает интегрированными электронными системами с наличием интеллектуальных систем [75-86]. Однако у такой высокотехнологичной «умной» одежды есть недостатки, не позволяющие применять эту технологию в одежде для детей с диагнозом ДЦП, а именно: дороговизна технологии и как следствие самого продукта (одежды), большой вес одежды, сложность при уходе за одеждой (такую одежду зачастую не рекомендуется или запрещается стирать).

Также при проектировании детской одежды особое внимание уделяется безопасности изделия – его конструкции, материалам (устойчивости окраски, сырьевому составу и другим физико-механическим свойствам в том числе электризуемости) [87]. В детских изделиях (домашнем текстиле, грелках, игрушках и одежде) недопустимо применение электронагревательных элементов по причине их пожароопасности. При этом возможно применение активных утеплителей с теплоотражающими свойствами при соблюдении условий контроля температуры в пододежном слое или в случае, если заведомо известно на какое количество градусов данный материал может поднять температуру пододежного пространства и не приведет к перегреву организма ребенка [88-90].

В работах [91-94] представлена классификация утепляющих материалов. В ней утепляющие материалы в первую очередь разделены по способу функционирования на: пассивные утеплители, к которым отнесены натуральные и искусственные меха, нетканые полотна и вспененные полимеры-поролоны;

активные утеплители, обладающие нагревательным элементом (электронагревательные, теплоотражающие и фазопереходные).

Таким образом, на основе анализа литературных данных показано, что основными параметрами, определяющими эксплуатационные свойства теплозащитной одежды, являются суммарное тепловое сопротивление, воздухопроницаемость и паропроницаемость.

1.3 Анализ современного ассортимента теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП

Одна из задач современного общества – это сглаживание различий между человеком, передвигающимся в кресле-коляске или с помощью других вспомогательных инструментов, и человеком, способным передвигаться самостоятельно. Решение данной задачи повысит качество жизни детей с диагнозом ДЦП.

На российском рынке представлено несколько отечественных и зарубежных производителей адаптивной одежды не только для детей с диагнозом ДЦП, но и для ЛОДВ.

В мире более 53 компаний занимаются производством адаптивной одежды [95]. В настоящее время на территории России не представлена адаптивная одежда импортных производителей, но ее можно заказать по средствам интернет-магазинов. В основной ассортимент адаптивной одежды марок: «Clothes for Seniors», «Dignity Pajamas», «Adaptive Clothing Showroom», «Buck & Buck», «Professional Fit Clothing» [96-100] входит одежда для пожилых людей с застежками по спинке плечевой одежды и боковому шву или заднему полотнищу брюк. Основной задачей такой одежды является облегчение процесса ухода за пожилыми людьми. Другим направлением адаптивной одежды является одежда для людей с протезами и перемещающихся на коляске или других вспомогательных устройствах – это марки: «Friendly Shoes», «Tommy Hilfiger», «IZ

Adaptive», «Able2Wear», «CareZips®», «Alter UR Ego», «Slick Chicks», «Seven7», «Adaptations by Adrian», «Cast Clothing Company» [101-110].

Адаптивную одежду для детей производят марки: «Independence Day Clothing Company», «Jumping Beans», «SO» и «Urban Pipeline» производитель и поставщик «Kohl's», «Marks and Spencer» [111, 112]. В ассортимент адаптивной одежды данных марок входит белье, в том числе специального назначения со специальными отверстиями и карманами для медицинского оборудования и приспособлений, одежда второго слоя, включающая в себя рубашки, брюки, юбки.

Адаптивная одежда представлена на рынке российскими производителями:

- «Адаптика» ТМ ИП Кузьменко К.Н. (г. Владивосток), производят одежду первого слоя (бельевого ассортимента) для взрослого населения (распашонки, трико, панталоны, боди и фуфайка) [113];

- «Ортомода» (г. Москва), производят одежду второго слоя для детей и взрослых – бомбер, джемпер, брюки, сарафан, жилет, блуза, юбка, пиджак, одежду третьего слоя – куртки, брюки, полукомбинезоны зимние, мешок для ног [114];

- «Be easy kid» от Натальи Малько (г. Москва). Основной задачей предприятия является разработка удобной для самостоятельного одевания одежды самим ребенком. Производят детскую одежду второго слоя – рубашки, блузы, водолазки, платья, брюки, юбки; одежду третьего слоя – плащи, куртки, комбинезоны осеннего сезона носки [115];

- «GT dress» от Далии Гайнановой (г. Казань). Основной задачей предприятия является разработка удобной для надевания одежды на ребенка. Производят детскую одежду первого и второго слоя: боди, тонкие трикотажные комбинезоны «слипы», трико, боди- рубашка, водолазка, платье; спортивные костюмы; одежду третьего слоя - утепленные жилеты и утепленные жилеты с прорезями для ремней безопасности, утепленные текстильные угли, куртки и брюки – полукомбинезон; а также аксессуары в виде слюнявчиков в трёх размерах [116];

- Ателье «Special Angels» (г. Челябинск). Производит всепогодную и теплозащитную одежду как по индивидуальному заказу, так и по типовым размерным признакам в штучном количестве [117].

Анализ полного ассортимента адаптивной одежды показал, что в основном представлена одежда для взрослого населения, включающая в себя как всесезонную, так и теплозащитную одежду. Ассортимент детской одежды достаточно широко представлен в бельевом и всесезонном ассортименте, также в настоящее время небольшие компании и частные ателье стали производить теплозащитную одежду по индивидуальному заказу.

Для выявления особенностей изделий для детей с диагнозом ДЦП и потребностей в них, проведен опрос родителей и опекунов детей с данным диагнозом. Анкета и результаты опроса представлены в приложении.

Как показывают проведенные исследования, на российском рынке детская адаптивная одежда представлена недостаточно. В связи с этим используется типовая одежда, не учитывающая физиологические особенности детей с ДЦП. Конструкция данной одежды не имеет необходимых членений и застежек для обеспечения эргономичного процесса одевания, следовательно, не отвечает предъявляемым к адаптивной одежде требованиям, с учетом этого процесс одевания и раздевания становится болезненным для ребенка и крайне затруднительным для опекуна. Кроме этого, не в полной мере выполняется и эстетическая функция. Поэтому необходима разработка одежды, учитывающей оптимальную конструкцию и способной визуально скорректировать особенности фигуры.

Проведя исследование ассортимента адаптивной одежды для детей с ДЦП, выявлены недостатки, такие как:

- скудность самого ассортимента по наименованию и моделям (отсутствие полного ассортимента инклюзивной (адаптированной) одежды);
- отсутствие в этой одежде необходимых конструктивных решений;
- труднодоступность инклюзивной одежды.

Исходя из вышеперечисленных проблем выявлена потребность в разработке базовых и модельных конструкций с возможностью их применения и адаптации в соответствии с актуальной модой.

Ключевыми задачами при проектировании одежды для детей с диагнозом ДЦП, и, в целом, для людей с ОДВ, является обеспечение с одной стороны специального эксплуатационного комфорта, с другой – выступать средством социально-психологической адаптации данной категории граждан. Решение данной задачи повысит качество жизни семей имеющих детей с диагнозом ДЦП [118].

1.4 Задачи диссертации

Проведенный обзор литературных источников в области статистики детской инвалидности РФ показал, что численность детей с диагнозом ДЦП имеет тенденцию к ежегодному росту. Данный факт, наряду с отсутствием массового производства адаптивной теплозащитной одежды, определяет высокую потребность в данной группе товаров и актуальность разработок.

Особенностями теплозащитной одежды для детей с ДЦП (адаптивной одежды) являются ее: защита организма ребенка от холода и других неблагоприятных факторов окружающей среды; удобство эксплуатации и социальная адаптация.

Адаптивная одежда производится как на территории Российской Федерации, так и за рубежом. В виду климатических особенностей каждой страны, производящей адаптивную одежду ассортимент теплозащитной адаптивной одежды развит слабо. Актуальная потребность в теплозащитной одежде для детей с ДЦП возникает в северных регионах и странах. В России производством такой одежды занимаются несколько малых ателье. Соответственно разработка и производство теплозащитной адаптивной одежды для детей с диагнозом ДЦП не развиты.

Ключевой задачей теплозащитной адаптивной одежды является обеспечение высоких теплозащитных свойства при минимальном весе изделия и сохранении эстетического внешнего вида.

Целью работы является проектирование теплозащитной одежды для детей с заболеванием детский церебральный паралич с учетом их физиологических и антропометрических особенностей.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие основные задачи:

1. Выявить состояние и перспективы развития производства теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП с учётом их физиологических и антропометрических особенностей.
2. Обосновать выбор объектов и методов исследования.
3. Разработать критерии подбора оптимальных пакетов материалов теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП на основе исследований теплового излучения тела и комплекса свойств современных материалов.
4. Спроектировать рациональные конструктивно-технологические решения теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП.

ГЛАВА 2. ВЫБОР ОБЪЕКТОВ И МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

В данной главе приведен выбор объектов исследования, описание их главных характеристик и применяемых методов исследования. Описаны исследования теплового излучения детей с диагнозом ДЦП. Обоснован выбор методик, инструментов и оборудования для определения теплозащитных свойств материалов, применяемых в одежде для детей с диагнозом ДЦП.

2.1 Выбор объектов исследования

Анализ современного рынка адаптивной одежды для детей с диагнозом ДЦП подтвердил необходимость разработки комплекта материалов для теплозащитной одежды с улучшенными свойствами, способного удовлетворять требованиям, предъявляемым к данному виду одежды. Обоснован выбор методик, инструментов и оборудования для определения свойств, и характеристик исследуемых объектов.

С целью решения данной задачи необходимо доказать наличие проблем с теплообменом у детей с ДЦП, а именно:

- установить имеется ли дефицит теплового излучения и зоны тела с дефицитом теплового излучения;
- определить комфортную температуру пододежного пространства;
- подобрать оптимальный пакет материалов для одежды

При обосновании выбора объектов, методов изучения структуры и методик для подбора оптимального пакета материалов теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП исходили из поставленных задач: 1) исследование теплообмена у детей с диагнозом ДЦП; 2) подбор материалов и методик исследования материалов.

Для формирования критериев к пакетам материалов и проектировании образцов теплозащитной одежды детей с диагнозом ДЦП отобраны материалы, широко применяющиеся в производстве верхней одежды. В качестве материалов

верха исследованы плащевые ткани, в том числе ткани с мембранным покрытием, востребованные в детской и спортивной верхней одежде:

- плащевая ткань «Джинс» 5000/5000 с мембранным покрытием производство Китай;

- мембранная ткань «FINETEX» 10000/8000 производство Китай;

- плащевая ткань «Президент» на флисе производство Корея;

- плащевая ткань «Президент» производство Корея;

- плащевая ткань «Поликоттон» производство Китай;

Функциональные характеристики материалов верха представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Функциональные заявленные производителями характеристики материалов

Наименование материала	Волокнистый состав, %	Поверхностная плотность, г/м ²
Ткань плащевая мембранная «Джинс» 5000/5000	полиэстер 100	130
Ткань плащевая мембранная «FINETEX» 10000/8000	полиэстер 100	140
Плащевая ткань «Президент» на флисе	полиэстер 100	340
Плащевая ткань «Президент»	полиэстер 100	280
Плащевая ткань «Поликоттон»	полиэстер 80, хлопок 20	340

В качестве утепляющих материалов отобраны следующие нетканые утепляющие материалы:

- нетканые материалы торговой марки Шелтер: «Оптимум», «Тур», г. Москва, Россия;

- нетканые материалы производства «Нипромтекс», г. Железногорск, Россия;

- нетканый материалы марки «Холлофайбер ПРОФИ», г. Москва, Россия;

Функциональные характеристики отобранных утепляющих материалов верха представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Функциональные характеристики утепляющих материалов, используемых в качестве прокладочных материалов в изделиях

Наименование материала	Волокнистый состав, %	Поверхностная плотность, г/м ²	Толщина, мм
Нетканый материал марки «Шелтер Тур»	полиэфир 100	150	15
Нетканый материал марки «Шелтер Оптимум»	полиэфир 100	200	20
Нетканый материал производства «Нипромтекс»	полиэфир 100	150	15
Нетканый материал производства «Нипромтекс»	полиэфир 100	200	20
Нетканый материал производства «Холлофайбер ПРОФИ»	полиэфир 100	150	15
Нетканый материал производства «Холлофайбер ПРОФИ»	полиэфир 100	400	40

В качестве подкладочных материалов отобраны ткани российского и зарубежного производства (таблица 2.3).

Таблица 2.3 – Функциональные характеристики материалов, используемых в качестве подкладочных материалов изделия

Наименование материала	Волокнистый состав, %	Поверхностная плотность, г/м ²
1	2	3
Ткань подкладочная фольгированная (Россия) [119]	полиэстер 100	70

Окончание таблицы 2.3

1	2	3
Ткань «Лиссабон» из микрофибры (Китай)	полиэстер 100	170
Трикотажное полотно из микрофибры (Латвия)	полиамид 100	140
Ткань из микровискозы (Китай)	полиамид 70, вискоза 30	100
Ткань подкладочная «Fashion Solution» (Россия)	полиэстер 100	60

2.2 Методы и оборудование для исследования теплообмена у детей с диагнозом ДЦП

Для определения температуры теплового излучения человека применяют следующие методы и инструменты:

- контактный – позволяет произвести замер температуры поверхности кожи в конкретных антропометрических точках, замер производится контактным электронным термометром.

- бесконтактный (дистанционный) – позволяет произвести замер температуры поверхности кожи на расстоянии от 0,1 до 1,5-2 метров. Замеры производят двумя видами приборов: 1 – электронный инфракрасный термометр, 2 – инфракрасный тепловизор. Электронный инфракрасный термометр производит замер температуры поверхности тела в области, на которую он направлен, при этом не ясно с какой именно точки или в каких пределах области получен результат. Инфракрасный тепловизор позволяет зафиксировать температуру поверхности кожи со всего организма в целом, или зонально если того требует исследование, а также наглядно увидеть зональные температурные переходы.

Тепловое излучение человека может исследоваться как диагностический параметр, измеряемый термографическим методом.

Термография — диагностический метод, основанный на измерении и регистрации теплового излучения поверхности тела человека или его отдельных участков.

Для исследования теплового излучения поверхности кожи детей с ДЦП выбран тепловизор инфракрасного излучения Xintest НТ-18, представленный на рисунке 2.1.



Рисунок 2.1 – Тепловизор Xintest НТ-18

Тепловизор Xintest НТ-18 [120] обладает чувствительной виртуальной графической камерой, отображающей контрастную цветную термограмму, виртуальное изображение исследуемого объекта, а также цифровые значения температуры поверхности площади исследуемого объекта. Технические характеристики представлены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Технические характеристики тепловизора Xintest НТ-18

Наименование характеристик	Показатель
Температурный диапазон измерений, °С	от -20 до +300
Температурная чувствительность составляет, °С	0,07
Длина волны, МКМ	8-14

Прибор включают в режим фото-фиксации инфракрасного излучения, объектив прибора наводится на пространство помещения и нажатием на курок производится фото-фиксация максимальных и минимальных температур воздуха и

предметов помещения, затем объектив прибора наводится на человека, прибор самостоятельно производит поиск наименьшей и наибольшей температуры на поверхности тела и окружающей среды (помещения), наводит курсоры с обозначением температур, после чего нажатием на курок производится фотофиксация температурной карты поверхности тела человека. Для более точного исследования температуры поверхности кожи человека проводят фотофиксацию по зонам, при этом измеряют отдельно голову и конечности.

Для исследования температуры и влажности пододежного пространства применялся термометр-гигрометр DIGIALTERMO-HRGROMETER THX-18 (рисунок 2.2). Технические характеристики прибора представлены в таблице 2.5. А также термогигрометр Testo 605-H1 [121] (рисунок 2.3), технические характеристики которого представлены в таблице 2.6.



Рисунок 2.2 – Термометр-гигрометр DIGIALTERMO-HRGROMETER THX-18

Таблица 2.5 – Технические характеристики термометра-гигрометра DIGIALTERMO-HRGROMETER THX-18

Общие технические данные	
1	2
Рабочая температура, °C	-50 ~ +70
Тип батареи	1 батарейка AG10, 1,5V
Измерение влажности (емкостный сенсор)	
Диапазон измерений, %	10 ... 99 Rh
Погрешность, %	± 5Rh
Разрешение, %	0,1 Rh

Окончание таблицы 2.5

1	2
Измерение температуры (сенсор NTC)	
Диапазон измерений, °С	-50 ~ +70
Погрешность, °С	± 1,0
Разрешение, °С	0,1



Рисунок 2.3 – Термогигрометр Testo 605-H1

Таблица 2.6 – Технические характеристики термогигрометр Testo 605-H1

Общие технические данные	
Вес, г	75 (с батарейками, без упаковки)
Рабочая температура, °С	0 ... +50
Ресурс батареи, ч	1000
Температура хранения, °С	-20 ... +70
Тип батареи	3 батарейки ААА
Измерение влажности (емкостный сенсор)	
Диапазон измерений, %	5 ... 95 ОВ
Погрешность, %	± 3 ОВ
Разрешение, %	0,1 ОВ
Измерение температуры (сенсор NTC)	
Диапазон измерений, °С	-20 ... +50
Погрешность, °С	± 0,5
Разрешение, °С	0,1
Комплект поставки	Термогигрометрстик-класса Testo 605-H1 - 1 шт.

Измерения температуры воздуха и влажности в пододежном пространстве рекомендуется проводить по 11-точечной системе [122] (рисунок 2.4).

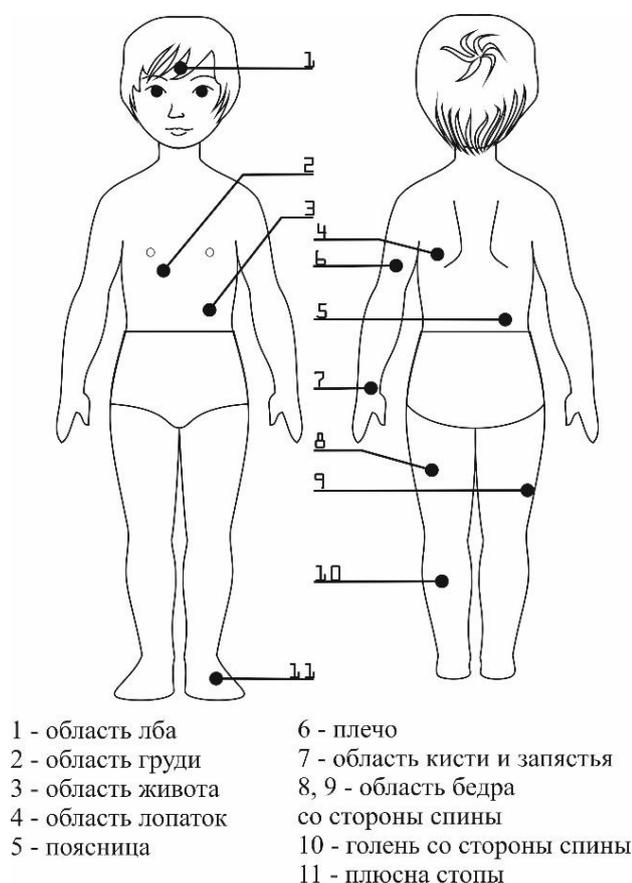


Рисунок 2.4 – Схема расположения точек измерения температуры поверхности кожи человека

Число и топографию точек измерения температуры воздуха под одеждой выбирают в зависимости от задач исследования. Ввиду физиологических особенностей детей с ДЦП в исследовании микроклимата пододежного слоя датчики располагаются в точках 2, 6, 10, 11. Температура под одеждой служит надежным показателем для оценки эффективности структурных компонентов, предназначенных для вентиляции пододежного пространства, обеспечивая защиту от низких температур [122].

2.3 Методы и оборудование для исследования эксплуатационных и теплозащитных свойств материалов одежды для детей с диагнозом ДЦП

Экспериментальные исследования теплозащитных свойств материалов, применяемых в одежде для детей с диагнозом ДЦП проводятся с использованием стандартных и специальных лабораторных, а также инструментальных методов исследования. Перед испытаниями образцы исследуемых материалов необходимо кондиционировать при температуре $20 \pm 3^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха $65 \pm 5\%$ в течение 24 часов, согласно ГОСТ 10681-75 [123].

Отбор проб для всех видов испытаний текстильных материалов и пакетов из них осуществляется по ГОСТ 20566-75 [124] с различными дополнениями по линейным размерам точечных проб.

В целях определения эксплуатационных и теплозащитных свойств материалов использовались следующие методы экспериментальных испытаний: поверхностная плотность, прочность материалов на разрыв и удлинение, пилингуемость, водоупорность, порометрия, паро- и воздухопроницаемость, суммарное тепловое сопротивление материалов

Поверхностная плотность материалов

Поверхностная плотность – свойство материалов, которое влияет практически на все этапы изготовления и эксплуатации одежды. Она определяет выбор силуэтной формы, конструкции изделия [125]. Многие свойства изгиба и растяжения (например, жесткость, драпируемость и т.д.) швейных изделий зависят от поверхностной плотности материалов. Также поверхностная плотность определяет необходимые режимы влажно-тепловой обработки (ВТО), оборудование и швейные нитки для ниточного соединения. При увеличении поверхностной плотности выбирают более толстые и прочные нитки.

Назначение материала зависит от его поверхностной плотности, которая влияет на теплофизические свойства и износостойкость пакета материалов одежды. Выбор прокладочных и подкладочных материалов также зависит от поверхностной

плотности основного материала и подбирается в соответствии с этим для формирования пакета материалов одежды.

Для осуществления исследования потребуется стол с гладкой горизонтальной поверхностью размером больше размера точечной выборки и весы с погрешностью при измерении не более 0,5 % от изучаемой массы по ГОСТ 24104-2001 [126].

Чтобы определить линейную и поверхностную плотность, проводят измерение длины и ширины точечного образца, затем производят его взвешивание.

Чтобы измерить длину образца, упрощают его форму до прямоугольника и укладывают на гладкую поверхность стола, проведя две линии под 90 градусов к краевой кромке. Для обеспечения точности измеряют длину в трех точках с помощью металлической линейки с точностью $\pm 0,1$ см. Усредненные результаты дают среднюю ширину точечного образца. Затем каждый образец взвешивается. Размеры образца указываются в сантиметрах, а расчеты ведутся с округлением до второго знака, округленного до первого десятичного знака.

Поверхностную плотность точечной пробы M_S в г/м^2 вычисляют по формуле:

$$M_S = \frac{m_i \cdot 10^4}{\bar{L} \cdot b}, \quad (2.1)$$

где b – средняя ширина точечной пробы, см.

m_i – масса точечной пробы, г;

\bar{L} – средняя длина точечной пробы, см.

Испытания по определению разрывной нагрузки и удлинения материалов верха адаптивной теплозащитной одежды.

Испытания на разрывную нагрузку и удлинения материалов верха производятся на универсальной испытательной тест-машине марки Shimadzu серии AGS-X (Япония) [127], представленной на рисунке 2.5 и предназначенной для проведения механических испытаний различных материалов. Оборудование имеет единый соединительный узел для испытаний на растяжение и сжатие (для рам на 20–300 кН).



Рисунок 2.5 – Универсальная испытательная тест-машина Shimadzu серии AGS-X

Испытания проводятся согласно ГОСТ 3813-72 «Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия» [128]. Отбор точечных проб производится в виде отрезка во всю ширину материала. Точечные пробы отбирают из любого места куска материала, но не от самого его конца. Материал, отобранный для испытаний, должен соответствовать требованиям нормативно-технической документации, устанавливающей минимальные размеры отрезка в составном куске. Точечные пробы штучных изделий берут в любом месте штучного изделия. Точечные пробы вырезают острыми ножницами в направлении длины и ширины штучного изделия без разрыва и раздира. Точечные пробы не должны иметь пороков внешнего вида. От каждой точечной пробы отбирают элементарные пробы размером 200×40 мм для проведения испытания материалов на разрывную нагрузку и удлинение.

Элементарную пробу закрепляют (фиксируют) в зажимных тисках универсальной тест-машины, таким образом, чтобы расстояние между тисками составляло 100мм. Элементарная проба в тисках должна располагаться строго вертикально, без перекосов и напряжений [129]. Затем устанавливается предварительное натяжение равное, 49 сН. Записанные показатели эксперимента автоматически регистрируются программным обеспечением оборудования, которое также строит график функции зависимости нагрузки удлинения. Относительная погрешность в этом случае не превышает 1%.

Испытания на усилие при раздире материалов верха адаптивной теплозащитной одежды.

Испытания на усилие при раздире материалов верха также производятся на универсальной испытательной тест-машине марки Shimadzu серии AGS-X (Япония) [127], представленной выше на рисунке 2.5.

Испытания проводятся согласно ГОСТ ISO 13937-2-2022 «Материалы и изделия текстильные. Определение усилия раздира» [130]. Для испытания методом одинарного раздира вырезаются точечные пробы прямоугольной формы 50x200 мм, вдоль и перпендикулярно нити основы, из любой части отреза материала, но не от самого края, с рассеканием вдоль точечной пробы до середины ее длины (в форме брюк). Зажимная длина устанавливается равной 100 мм, скорость растяжения машины равной 100 мм/мин. В каждый зажим помещают одну ножку точечной пробы с выравненным разрезом вдоль центральной оси зажимов. Не разрезанный конец точечной пробы остается свободным. В результате испытаний программное обеспечение регистрирует пики падения или возрастания усилия и производит расчеты усилия раздира в ньютонах для каждого испытанного направления, а также прочность материала в МПа.

Пиллингуемость материалов верха

Оценку пиллингуемости материала проводят в соответствии с ГОСТ 14326-73 [131], предполагающей оценку наибольшего количества пиллей на конкретной единице площади материала за счет развития ворса и последующего его скатывания. Из каждого отдельного образца получают пять элементарных круглых проб диаметром (100 ± 1) мм и один пиллингуемый образец диаметром (240 ± 1) мм.

Для проведения испытания применяют устройство для определения пиллингуемости тканей (типа ПМВ-4М) МТ 195 [132] представленное на рисунке 2.6.



Рисунок 2.6 – Устройство для определения пиллингуемости тканей (типа ПМВ-4М) МТ 195

Водоупорность материалов верха

В ГОСТ Р 51553-99 [133] изложен метод установления водоупорности (см водного столба/мин) текстильных материалов. Этот метод предполагает создание гидростатического давления для оценки устойчивости ткани к просачиванию воды. Точечная проба ткани испытывает воздействие возрастающего давления воды с лицевой стороны до просачивания воды в трех точках при стандартных условиях. Регистрируют давление, при котором третья капля воды появляется на поверхности образца. В отчете об испытаниях указывается выбранный метод приложения давления воды либо снизу, либо сверху точечного образца [133].

Испытания проводят на устройстве для автоматического испытания гидростатическим напором FX 3000 HydroTester III (рисунок 2.7).

Испытание проходит на площади равной 100 см² точечной пробы, следовательно, сама точечная проба готовится с большей площадью. Точечная проба ткани зажимается удерживающим кольцом FX 3000 HydroTester III [134] в горизонтальном положении без вздутий, лицевой стороной вниз, так как подача струи воды происходит снизу. Для обеспечения контакта лицевой стороны образца с водой, не допуская проникновения воды через ткань. В зонах сжатия образца может возникнуть ограниченное проникновение воды, при этом протекание воды через соединения при исследовании исключается.

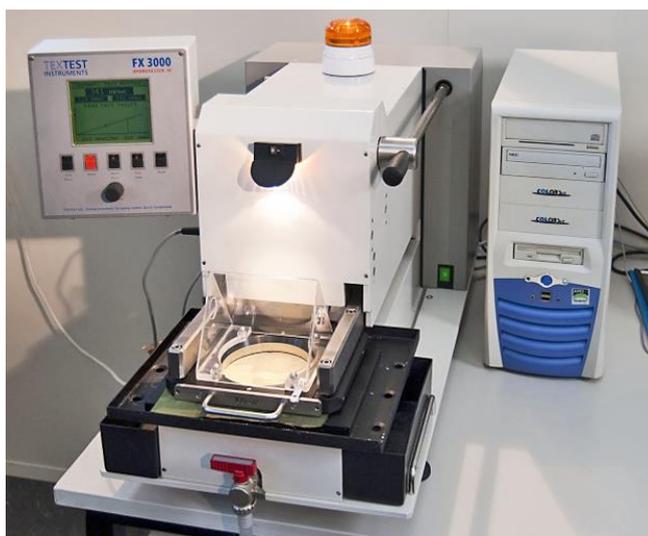


Рисунок 2.7 – Устройство для автоматического испытания гидростатическим напором FX 3000 HydroTester III [134]

В испытании используется дистиллированная или полностью деионизированная вода при температуре 20 ± 2 °С или 27 ± 2 °С. Скорость повышения давления воды устанавливают на уровне $10 \pm 0,5$ или 60 ± 3 см водного столба в минуту. Исследование проводят с использованием как минимум пяти точечных образцов.

Измерение напряжения электрического поля в материалах

Измерение напряжения электрического поля в материалах проводят в соответствии с ГОСТ 32995-2014 [135] с помощью прибора СТ-01 (рисунок 2.8), который имеет диапазон замера напряженности электростатического поля от 0,3 до 180 кВ/м и допустимую относительную погрешность не более $\pm 15\%$.

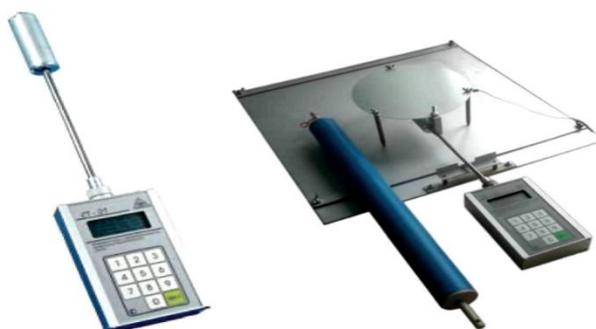


Рисунок 2.8 – Измерительный прибор определения напряженности электростатического поля СТ-01

Испытуемый образец размещают на поверхности плоского металлического электрода. Измерительную пластину устанавливают по центру образца в соответствии с инструкцией к прибору, при этом стойки-изоляторы должны упираться в поверхность образца. Проводят измерение напряженности электростатического поля образца в покое до тех пор, пока его значение не станет менее 0,35 кВ/м. Удаляют прибор с поверхности образца. Проводят валиком пять раз по поверхности образца так, чтобы давление на образец осуществлялось только за счет веса валика. Измерительную пластину устанавливают по центру образца и осуществляют измерение напряженности электростатического поля после воздействия валиком в течение 1 мин. Результатом испытания считают максимальное значение напряженности электростатического поля после воздействия валиком. Каждое последующее измерение необходимо проводить после того, как напряженность электростатического поля плоского металлического электрода будет составлять менее 0,35 кВ/м. Измерения проводят в пяти точках образца. Количество измерений в каждой точке образца равно четырем [136].

Напряженность электростатического поля на поверхности образца E , кВ/м, вычисляют по формуле:

$$E = E_B - E_{\Pi}, \quad (2.2)$$

где E_B – максимальное значение напряженности электростатического поля после воздействия на образец валиком, кВ/м;

E_{Π} – максимальное значение напряженности электростатического поля в покое, кВ/м.

Предельно допустимый уровень напряженности электростатического поля на поверхности текстильных материалов и изделий из них не должен превышать 15 кВ/м [137].

Измерения пористости материалов

Испытания проводились на POROLUX™100 – газожидкостном порометре, предназначенном для быстрых измерений сквозных пор в таких материалах, как ткани, фильтры, нетканые материалы, бумага, мембраны, пористые волокна и т.д. представленный на рисунке 2.9 [138, 139].



Рисунок 2.9 – Газожидкостной порометр POROLUX™100

Методика испытания на паропроницаемость материалов. В индустрии производства детской одежды для детей с диагнозом ДЦП важное значение имеет высокая способность материала к транспорту водяного пара - паропроницаемость.

Производители указывают паропроницаемость текстильных материалов в г/м²/24 часа, хотя стандартной единицей измерения является г/м²/ч. Рост коэффициента паропроницаемости говорит о лучшей проницаемости паров сквозь пакет материалов, что предотвращает перегревание и переувлажнение, его расчет производят по формуле [140]:

$$B_h = \frac{A}{(S\tau)}, \quad (2.3)$$

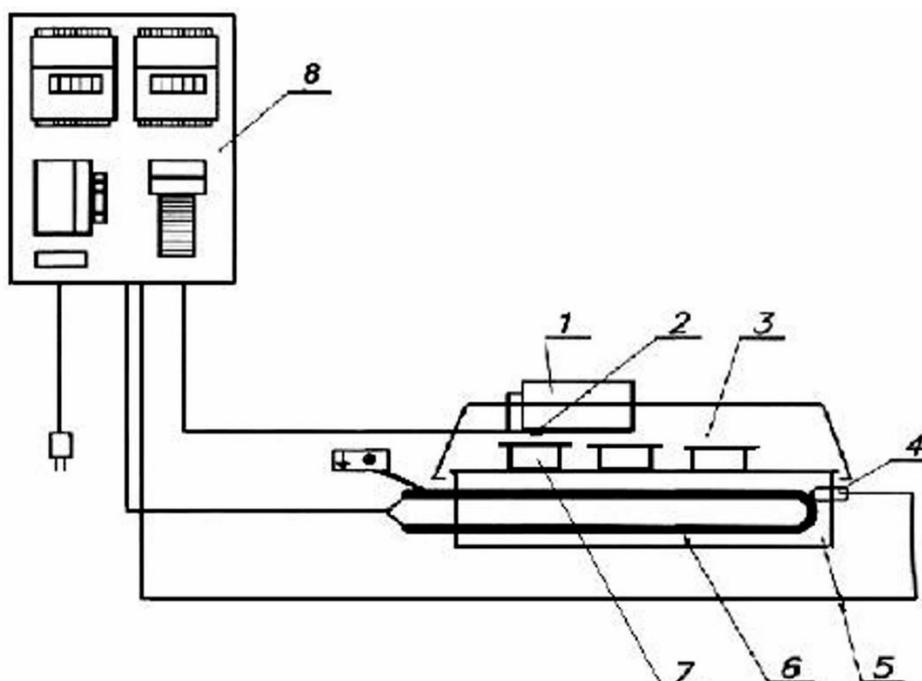
где A – масса водяных паров, прошедших через пробу материала, г;

S – площадь пробы материала, м²;

τ – продолжительность испытания, ч.

Сущность данного метода заключается в определении массы паров воды, прошедших через единицу площади образцов материалов и швов за единицу времени при постоянной температуре и влажности [140].

Методика направлена на измерение массы водяного пара, проходящего сквозь единицу площади пробы материала и его соединений при постоянных нормальных условиях за определенное время. Испытательная установка состоит из системы оценки паропроницаемости материалов и швов, как показано на рисунке 2.10 [140].



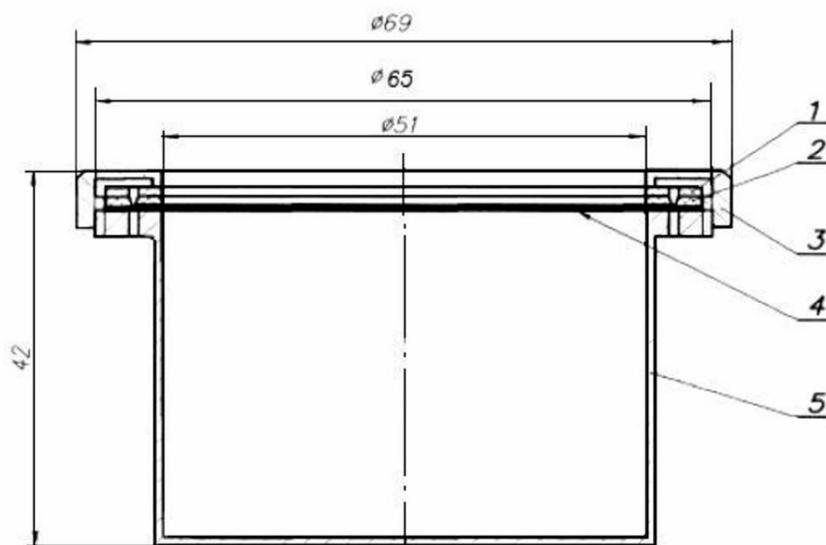
- 1 - охладитель; 2 - датчик температуры охладителя;
 3 - термостат № 1; 4 - датчик температуры нагревателя;
 5 - термостат № 2; 6 - нагревательный элемент;
 7 - стакан; 8 - шкаф управления

Рисунок 2.10 – Схема установки для определения паропроницаемости

Установка для определения паропроницаемости работает на двух термоэлементах: термостат № 1 и термостат № 2. В основу действия термоэлементов положен эффект Пельтье - возникновение разности температур при протекании электрического тока.

Термостат № 1 обеспечивает циркуляцию воздушного потока, автоматическое регулирование и поддержание в рабочем объеме температуру воздушного потока (20 ± 1) °С. Термостат № 2 обеспечивает нагревание воды до ($36,6 \pm 1$) °С и автоматически поддерживает температуру воды внутри шести пронумерованных стаканов, помещенных в гнезда блока нагревателя.

Стаканы, пронумерованные, в количестве 6 шт. Стакан с закрепленным образцом материала рисунок 2.11 [140].



- 1 - металлическая уплотняющая прокладка;
 2 - резиновая уплотняющая прокладка;
 3 - крышка; 4 - образец материала;
 5 - металлический стакан

Рисунок 2.11 – Схема стакана с закрепленным образцом материала

Перед испытанием все материалы должны быть акклиматизированы в естественных комнатных условиях не менее 24 часов, где температура воздуха колеблется от 18 до 25 °С, а относительная влажность воздуха составляет 65% [141].

Для исследования отбирают образцы пакетов материалов диаметром ($56 \pm 0,5$) мм. На приборе одновременно тестируются шесть образцов материала. В каждом металлическом стакане находится образец материала, обращенный лицевой или обратной стороной к воде в зависимости от того, какая часть одежды в процессе использования контактирует с водяными парами. На пробы располагают резиновые и металлические прокладки, после чего надежно герметизируют крышку.

Для проведения испытания взяты образцы пакетов материалов диаметром ($110 \pm 0,5$) мм. Число образцов материала, одновременно испытываемое, должно быть равно трем. В каждый стеклянный стакан диаметром 72 мм наливают 50 мг (мл) дистиллированной воды, на стакан накладывают образец материала изнаночной стороной к воде, затем прочно и герметично фиксируют пробу

эластичной резиновой лентой. Подготовленную пробу (стакан с дистиллированной водой и закрепленным образцом) взвешивают на весах и записывают показания с точностью до 0,0001 знака.

Так как в теплозащитной одежде дети с диагнозом ДЦП могут проводить до трех часов, испытания на паропроницаемость проводятся в течение трех часов с замером промежуточных и конечных результатов с интервалом в один час.

После установки в термостат стаканов с образцами материала фиксируют время начала испытания.

Через 1 ч стаканы с образцами материала вынимают из термо-шкафа и взвешивают каждый стаканчик, записывают показания с точностью до 0,0001 знака и устанавливают обратно в термо-шкаф для дальнейшего проведения испытания. [140].

Полученные результаты обрабатываются по формуле:

$$\Delta m = m_1 - m_2, \quad (2.4)$$

где m_1 – масса пробы, полученная в начале испытания;

m_2 – масса пробы через час после начала испытания;

Δm – дельта (разница между первой и второй массой).

Производя взвешивания проб с интервалами в час на протяжении трех часов можно установить, что полученные результаты демонстрируют изменчивость паропроницаемости материалов.

Исследование воздухопроницаемости материалов. Исследования воздухопроницаемости материалов и их пакетов проводили согласно ГОСТ ISO 9237-2013 [142]. «Материалы текстильные. Метод определения воздухопроницаемости» и на приборе A0003-PC IDM Instruments AIR, который представлен на рисунке 2.12 [143].



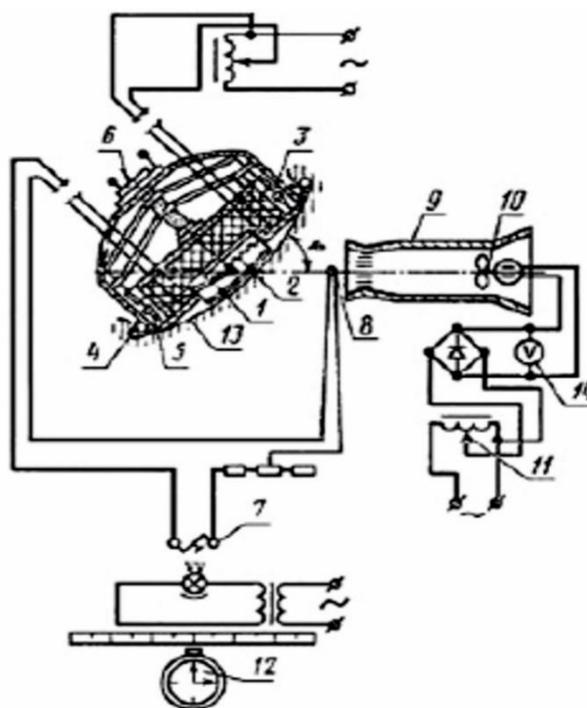
Рисунок 2.12 – Прибор для определения воздухопроницаемости материалов
A0003-PC IDM Instruments AIR

Размер образцов при данном испытании, должен составлять не менее 20 см² с запасом по краям, для герметичности испытаний. Испытания проводились при давлении 100 Па [142]. Воздушный поток создает перепад давления на разных (тыльной и лицевой) поверхностях образца, измерение которого позволяет определить воздухопроницаемость рабочей зоны образца как разность давления. Образец располагают между верхней и нижней испытательными головками, после чего с помощью специального рычага производят зажатие до тех пор, пока не включается вакуумный вентилятор и испытательная головка не принимает рабочее положение. После завершения испытания и удаления вакуума рычаг давления автоматически возвращается в исходное положение. Каждый образец тестируют минимум пятикратно [142].

Исследование суммарного теплового сопротивления.

Теплоизоляционные свойства одежды зависят от термического сопротивления материала и наличия в нем воздушных прослоек. Их значения для термической изоляции тела варьируются в зависимости от условий, при которых одежда эксплуатируется. Для оценки теплозащитных свойств пакетов материалов используется прибор ПТС-225 [144], изображенный на рисунке 2.13. Данная испытательная установка разработана для определения общей термической

стойкости различных одежных материалов, в том числе тканей, нетканых материалов и пакетов материалов, в соответствии со стандартами, установленными ГОСТ 20489-75 [144] и ГОСТ Р 55858-2013 [145]. Способ предполагает измерение продолжительности охлаждения пластины устройства в определенном диапазоне температур между пластиной и окружающей средой.



1 - пластина; 2 - электронагреватель; 3 - передняя крышка корпуса;
4, 5 - прижимное игольчатое устройства; 6 - механизм давления; 7 - гальванометр;
8 - дифференциальная термопара; 9, 10 - труба и вентилятор аэродинамического
устройства; 11 - автотрансформатор; 12 - секундомер; 13 - образец

Рисунок 2.13 – Схема прибора ПТС-225

Измерения проводят в двух вариантах: при неподвижном воздухе и подвергая испытуемый образец контакту с контролируемым потоком воздуха.

Этот процесс служит для определения общей термической стойкости тканей, нетканых материалов, синтетического меха и их пакетов, при этом размеры образцов должны составлять 360 x 500 мм. При установке образцов их располагают лицевой стороной к направлению потока воздуха. Испытание проводят под давлением 196 Па по ГОСТ 20489-75 [144].

Перед испытаниями измеряют толщину материалов для одежды и их пакетов согласно ГОСТ 12023-93 [146] под давлением 0,2 кПа, а поверхностную плотность оценивают по ГОСТ 3811-72 [147]. При установке тканей, нетканых материалов и их пакетов лицевая сторона каждого образца должна быть обращена к потоку воздуха.

Исследования осуществляют в стандартном тепловом режиме с поддержанием неизменных значений температуры окружающей среды и коэффициента теплоотдачи в диапазоне 55 – 45 °С.

Каждый образец испытывается, когда проба плотно прилегает к поверхности пластины прибора при нормальном воздухообмене, а также, при наличии воздушной прослойки высотой 0,5 см между пластиной и образцом при скорости движущегося воздуха – 5 м/с.

Испытание начинают с повышения температуры пластины устройства, на которой удерживается образец, до тех пор, пока не будет достигнута разница в 60 °С. Это отмечает точку, в которой электрический нагревательный элемент выключается, и, предполагая, что образец подвергается оценке в условиях воздействия воздушного потока, начинает работать вентилятор. После этого, чтобы нормализовать распределение тепла, температура пластины снижается до тех пор, пока разница не уменьшится до 55 °С. После достижения этого температурного градиента начинают отсчет времени, отмечая, сколько времени это займет, дожидаясь чтобы пластина остыла дальше, пока разница температур не уменьшится до 45 °С.

Перед первым экспериментом предварительно испытывают нагревательную пластину, чередуя не менее пяти фаз нагревания и охлаждения. После этого подготовительного этапа записывают интервал охлаждения как минимум в трех отдельных случаях, чтобы обеспечить стабильные результаты [147].

2.4. Методы статистической обработки результатов экспериментальных исследований

Определение погрешности прямых измерений осуществляли в соответствии с ГОСТ Р 8.736-2011 [148]. Систематическая погрешность при измерении значений показателей характеристик пакетов материалов теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП минимизировалась с помощью регулярной поверки и калибровки оборудования, использованного для измерений.

Анализ результатов экспериментальных данных представлен примером измерения воздухопроницаемости образцов материалов верха теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП. Для проведения измерений использовали автоматический диагностический прибор для испытаний модель A0003-PC IDM Instruments AIR. Погрешности измерения воздухопроницаемости образцов материалов верха теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП рассчитывали по методике, рекомендуемой ГОСТ Р 8.763-2011. Результаты измерений приведены в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Результаты измерений воздухопроницаемости исследуемых образцов материалов верха теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП

№ п/п	Результаты наблюдений показания, x_i л/мин	Отклонения и их квадраты	
		$[x_i - \bar{x}]$	$[(x_i - \bar{x})^2]$
1	2	3	4
1	92,14	0,37	0,1369
2	92,51	0	0
3	92,58	-0,07	0,0049
4	92,33	0,18	0,0324
5	92,71	-0,2	0,04
6	92,02	0,49	0,2401
7	92,11	0,4	0,16
8	92,47	0,11	0,0121
9	92,36	0,15	0,0225
10	92,90	-0,39	0,1521
11	92,41	0,1	0,01
12	92,68	-0,17	0,0289

Окончание таблицы 2.7

1	2	3	4
13	93,03	-0,52	0,2704
14	93,25	-0,74	0,5476
15	92,15	0,36	0,1296

Среднее значение измеряемой величины:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad (2.5)$$

где: \bar{x} – среднеарифметическое значение результатов;

n – число результатов измерений.

$$\bar{x} = (92,14+92,51+92,58+92,33+92,71+92,02+92,11+92,47+92,36+92,90+92,41+92,68+93,03+93,25+92,15)/15=92,51 \text{ дм}^3/\text{м}^2/\text{с}$$

Абсолютное отклонение Δx определяли по формуле:

$$\Delta x = \pm(x_i - \bar{x}) = 4,25, \quad (2.6)$$

Относительное отклонение δ , % определяли по формуле:

$$\delta = \Delta x / \bar{x} \cdot 100 = (4,25/92,51) \cdot 100 = 4,59\%$$

Среднеквадратическое отклонение результата серии измерений определяли по формуле:

$$S_n = \pm \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{\Delta x^2}{(n-1)}}, \quad (2.7)$$

$$S_n = \pm \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{4,25^2}{(15-1)}} = \sqrt{\frac{18,0625}{14}} = 1,1358, \quad (2.8)$$

Среднеквадратическое отклонение среднего арифметического (оценки измеряемой величины):

$$S_{\bar{x}} = \frac{S_n}{\sqrt{n}} = \frac{1,1358}{\sqrt{15}} = 0,293, \quad (2.9)$$

Доверительные границы случайной погрешности определяют, как:

$$\varepsilon = t \cdot S_{\bar{x}}, \quad (2.10)$$

В соответствии с таблицей Д.1 приложения к ГОСТ Р 8.736-2011 $t = f((n-1) P)$ и при доверительной вероятности $P = 0,95$ и $(n-1) = 14$, $t = 2,145$

$$\varepsilon = t \cdot S_{\bar{x}} = 2,145 \cdot 0,293 = 0,628$$

Доверительные границы неисключенной систематической погрешности результата измерения определяли по формуле:

$$\Theta = k \cdot \sqrt{\sum \Theta_i^2}, \quad (2.11)$$

где Θ – граница i -ой не исключенной систематической погрешности;

k – коэффициент, определяемый принятой доверительной вероятностью и числом слагаемых.

При $P = 0,95$, $k = 1,1$.

Автоматический диагностический прибор для испытаний модель А0003-РС IDM Instruments AIR – прибор работает вместе с микрокомпьютером, сенсорным экраном / жидкокристаллическим экраном, которые представляют быстрые и точные результаты. Ввиду полной автоматизации процесса данная величина равна нулю [143].

Границу погрешности результатов измерений оценивали так:

если $\frac{\Theta}{S(\bar{x})} < 0,8$, неисключенные систематические погрешности в сравнении со случайными пренебрегаются и принимается граница погрешности результата $\Delta = \varepsilon = 0,628$.

Числовое значение результата измерения d может оканчиваться цифрой того же разряда, что и значение погрешности Δ .

Величина относительной погрешности δ_d результата измерения d определяется по формуле (2.10):

$$\delta_d = \frac{\Delta}{\bar{x}} \cdot 100\%, \quad (2.12)$$

$$\delta_d = \frac{0,628}{92,51} \cdot 100\% = 0,68\%$$

Погрешности других измерений характеристик материалов теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП оценивались аналогично определению погрешности воздухопроницаемости образцов материалов верха детского теплозащитного изделия.

Относительное удлинение при разрыве	$\Delta\varepsilon_n = \pm 1,0\%$
Разрывная нагрузка	$\Delta\delta_p = \pm 1,0\%$
Прочность при раздире	$\Delta\delta_{pd} = \pm 1,2\%$
Пилингуемость	$\Delta K_{\text{пил}} = \pm 1,2\%$
Напряженность электростатического поля	$\Delta E = \pm 1,2\%$
Водоупорность	$\Delta B = \pm 1,5\%$
Суммарное тепловое сопротивление	$\Delta R_{\text{сум}} = \pm 1,2\%$
Паропроницаемость	$\Delta B_h = \pm 1,1\%$

Установлено, что значение измерений средних квадратичных погрешностей оборудования больше погрешностей методов экспериментов, что позволяет в дальнейшем их не учитывать и на графиках пределы отклонений измеряемых величин не отображать.

ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА ПАКЕТА МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ТЕПЛОЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ НА ОСНОВЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ И АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ДЕТЕЙ С ДИАГНОЗОМ ДЕТСКИЙ ЦЕРЕБРАЛЬНЫЙ ПАРАЛИЧ

В главе представлены результаты исследований особенностей теплового излучения поверхности тела детей с диагнозом ДЦП, на основе которых предложены оптимальные пакеты материалов для теплозащитной одежды. Приведены результаты экспериментальных исследований текстильных материалов верха, утепляющих и подкладочных материалов, а также их пакеты. Результаты, представленные в главе, опубликованы в работах [149–155].

3.1 Исследование теплового излучения с поверхности тела детей с диагнозом ДЦП

В целях определения теплового состояния детей с диагнозом ДЦП изучено функциональное состояние организма, характеризующееся содержанием и распределением тепла в глубоких и поверхностных тканях тела, а также механизмов терморегуляции организма. Показателями теплового состояния человека являются: температура тела, температура поверхности кожи (средневзвешенная и локальная), теплосодержание в организме дефицит и накопление [122], и возможность его изменения в различных условиях окружающей среды, а также физической активности.

Теплоотдача – это теплообмен между поверхностью тела человека и окружающей средой. Теплообмен или передача тепла от тела человека в окружающую среду происходит в основном четырьмя способами – это радиационное излучение, конвекция, кондукция и испарение [122]. Теплообмен возможен при совокупности физиологических процессов, таких как: деятельность

центральной нервной системы, работа сердечно сосудистой системы. Эти физиологические системы не только влияют на теплообмен, но и задействованы в процессе терморегуляции. Исходя, из вышеизложенного становится, очевидно, что нарушение работы центральной нервной или сердечно-сосудистой системы приводит к нарушению терморегуляции и изменениям в теплообмене человека с окружающей средой. Как следствие такое нарушение приводит перегреву или переохлаждению организма человека [149].

Для выявления теплоощущений детей с диагнозом ДЦП проведено исследование теплового излучения с поверхности тела. В исследовании применяется тепловизор инфракрасного излучения Xintest НТ-18, описанный в главе 2. Исследование проводилось в теплом отапливаемом помещении, при температуре воздуха 20 – 24 °С. В исследовании принимали участие дети с диагнозом ДЦП в возрасте от 8 до 13 лет. В виду особенностей частоты встречаемости заболевания ДЦП из исследованных детей 80 % составляют мальчики и 20 % девочки (рисунок 3.1). Во время исследования карты температур кожи детей с диагнозом ДЦП проведены антропометрические исследования с замером основных размерных признаков. Важно отметить, что в связи с особенностями заболевания ДЦП, некоторые размерные признаки не подлежат достоверному замеру или не подлежат замеру.

Результаты, представленные на рисунке 3.1, показывают разницу температур на различных участках тела детей с диагнозом ДЦП. На рисунке 3.2 представлены результаты термографии отдельных участков тела – верхних и нижних конечностей.

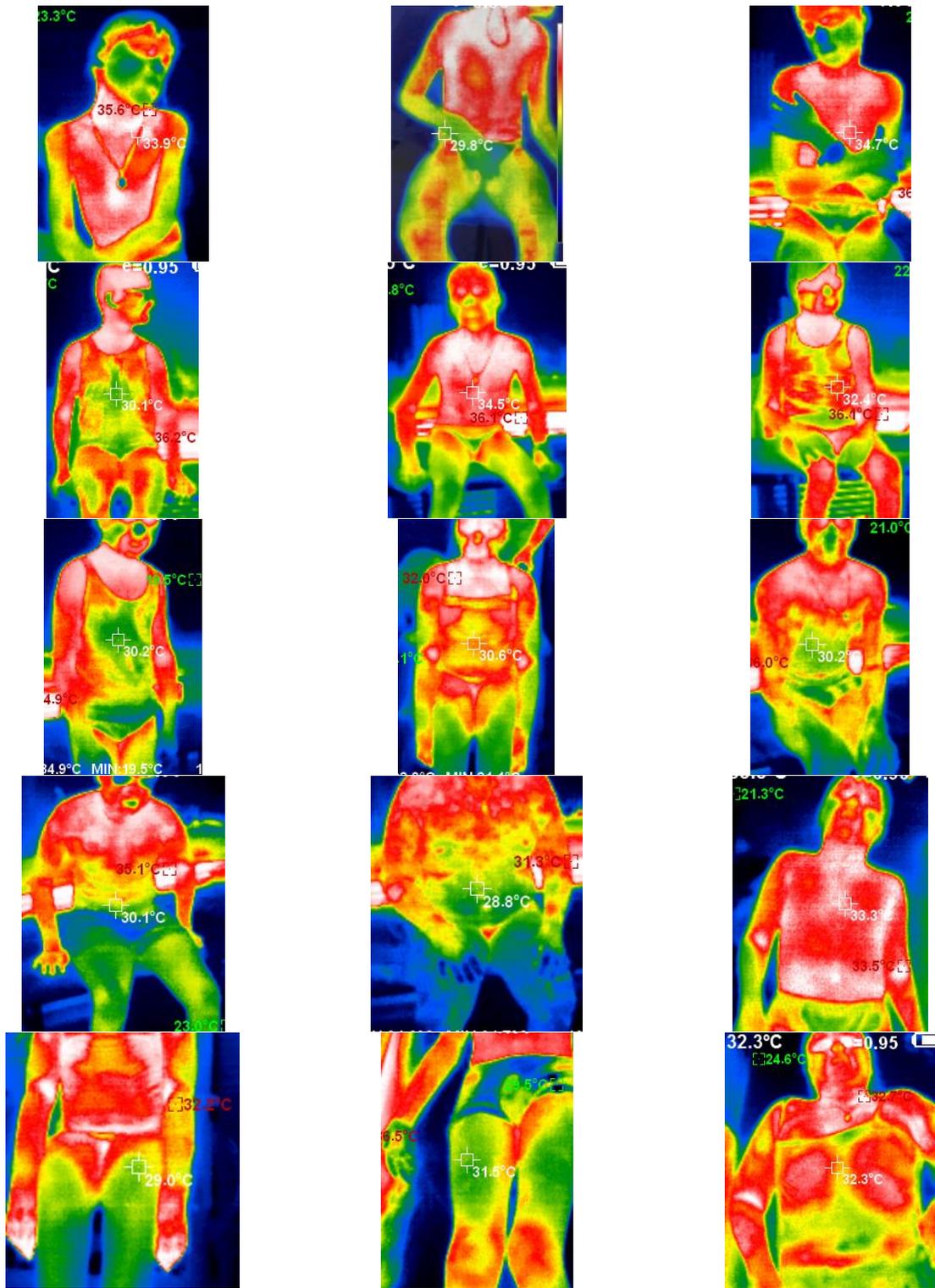


Рисунок 3.1 – Термографическая карта поверхности кожи тела детей с заболеванием ДЦП

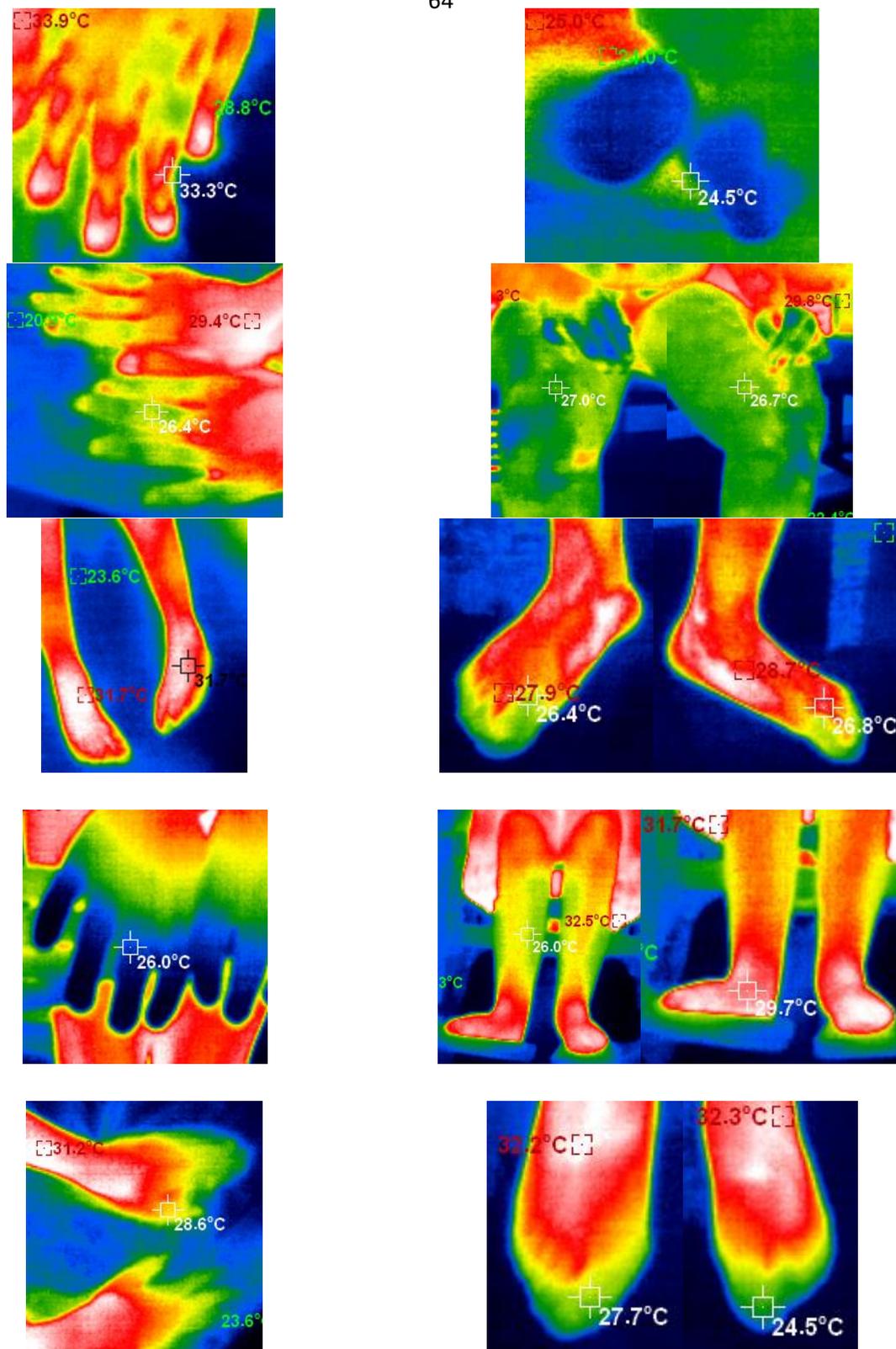


Рисунок 3.2 – Термографическая карта поверхности кожи верхних и нижних конечностей детей с заболеванием ДЦП

Результаты исследования теплового излучения поверхности кожи детей с диагнозом ДЦП представлены в виде средних значений температуры на участке тела в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Сводная таблица температуры поверхности кожи разных частей тела всех испытуемых детей с диагнозом ДЦП

Части тела	Среднее значение, °С
туловище	32,6
Верхние конечности	
плечо	31,1
локтевой сгиб	31,4
предплечье	31,4
запястье	30,8
пясть	30,9
пальцы	29,7
Нижние конечности	
бедро	30,8
колени	30,6
голень	29,1
плюсна	29,8
пальцы	27,2

Исходя, из полученных данных можно заметить, что наиболее холодными участками являются верхние конечности (руки), а именно предплечье и пальцы рук – средняя температура 29,7 °С, и нижние конечности (ноги) – голень, пальцы со средней температурой 27,2 °С, иногда плюсна [149]. Встречаются случаи асимметрии по тепловому излучению, но таких случаев не много. В среднем разница теплового излучения правой и левой конечности составляет не более 2 °С. Также были замечены случаи с повышенной температурой ядра тела (область груди, живота и спины), что связано с нарушениями кровообращения и другими пороками физиологического состояния детей с диагнозом ДЦП.

Полученные данные необходимы для расчета потерь тепла и определения теплоощущения человека.

Тепловое состояние детей с заболеванием ДЦП можно определить двумя методиками:

- по методу Кричагиной В.И.;

- расчетным методом.

В работе рассмотрены оба метода.

По методу Кричагиной В.И. [122] необходимо вычислить средневзвешенную температуру тела и полученное значение сопоставить со шкалой «Теплоощущения человека» (таблица 3.2).

Таблица 3.2 – Теплоощущение человека и средневзвешенная температура кожи, °С, по данным Кричагиной В.И.

Очень жарко	Жарко	Тепло	Комфортно	Прохладно	Холодно	Очень холодно
$\geq 36,0$	$36,0 \pm 0,6$	$34,9 \pm 0,7$	$33,2 \pm 1,0$	$31,1 \pm 1,0$	$29,1 \pm 1,0$	$\leq 28,1$

Расчетным методом определена средневзвешенная температура кожи, $t_{с.к}$, °С детей с заболеванием ДЦП, которая рассчитывается в случае отсутствия выраженного локального воздействия параметров температуры воздуха и скорости его движения на пяти участках тела, по формуле:

$$t_{с.к} = 0,07t_1 + 0,5t_2 + 0,05t_7 + 0,18t_8 + 0,2t_{10}, \quad (3.1)$$

где t_1 – температура точки, расположенная на лбу;

t_2 – температура точки, расположенная под правой грудью;

t_7 – температура точки, на запястье правой руки;

t_8 – температура точки, расположенной на правом бедре сзади;

t_{10} – температура точки, расположенная на правой голени сзади.

Проведем расчет по формуле (3.1) согласно данным температуры поверхности кожи в точках: $t_1 = 32,6$; $t_2 = 32,6$; $t_7 = 30,8$; $t_8 = 30,8$; $t_{10} = 29,1$.

$$t_{с.к} = 0,07t_1 + 0,5t_2 + 0,05t_7 + 0,18t_8 + 0,2t_{10} = 0,07 \cdot 32,6 + 0,5 \cdot 32,6 + 0,05 \cdot 30,8 + 0,18 \cdot 30,8 + 0,2 \cdot 29,1 = 31,486 \approx 31,5$$

Исходя из полученных данных в ходе исследования и произведенных расчетов средневзвешенная температура кожи составляет 31,5 °С, что характеризуется как «прохладно» (см. таблицу 3.2) [122].

В связи с отсутствием данных о тепловом излучении здоровых детей, в качестве контрольной группы проведено исследование температуры поверхности тела у здоровых детей в возрасте от 8 до 13 лет, результаты исследования представлены на рисунках 3.3, 3.4 и в таблице 3.3.

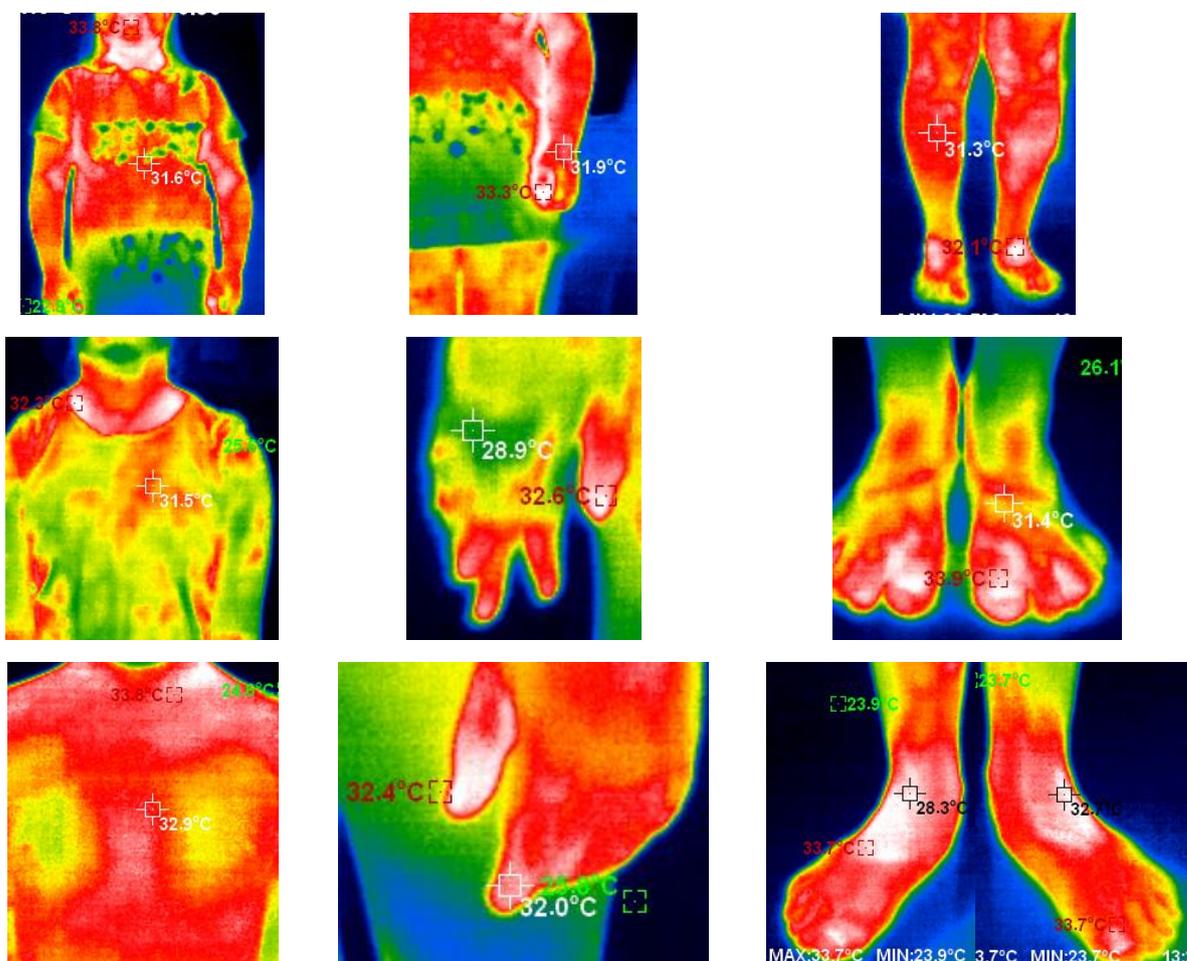


Рисунок 3.3 – Термографическая карта поверхности кожи тела, верхних и нижних конечностей у здоровых детей

На рисунке 3.3 заметна равномерность температур на различных участках тела здоровых детей. Термографические карты демонстрируют симметричность теплового излучения здоровых детей. Температура поверхности кожи в среднем не выходит за пределы значений в 31,3 – 33,8 °С.

Таблица 3.3 – Сравнение температуры поверхности кожи разных частей тела здоровых детей и детей с диагнозом ДЦП

Область тела	Средняя температура поверхности кожи у здоровых детей, °С	Интервал изменчивости температуры поверхности кожи здоровых детей	Средняя температура поверхности кожи у детей с ДЦП, °С	Интервал изменчивости температуры поверхности кожи детей с ДЦП, °С
туловище	33,9	31,6...36,5	32,6	29,5...34,8
	Верхние конечности			
плечо	33,0	33,5...36,0	31,1	29,5...34,0
локтевой сгиб	33,5	32,6...35,4	31,4	29,0...34,0
предплечье	34,6	32,4...36,2	31,4	27,3...35,8
запястье	35,7	31,9...36,0	30,8	28,0...32,7
пястье	32,7	28,9...35,3	30,9	27,5...32,7
пальцы	34,1	32,0...35,6	29,7	26,6...32,6
	Нижние конечности			
бедро	33,9	32,7...35,7	30,8	26,9...33,0
колени	34,9	33,5...35,8	30,6	26,6...31,3
голень	31,9	30,7...34,3	29,1	26,3...31,3
плюсна	33,8	28,3...33,7	29,8	27,2...31,7
пальцы	32,5	28,9...33,9	27,2	25,0...30,0

Из таблицы 3.3 видно, что температура поверхности кожи здоровых детей значительно выше температуры поверхности кожи детей с диагнозом ДЦП, что подтверждает дефицит тепла в теле человека, что связано со сформированной и зрелой способностью к терморегуляции организма.

На рисунке 3.4 изображены схемы термографических карт детей с заболеванием ДЦП и здоровых детей.

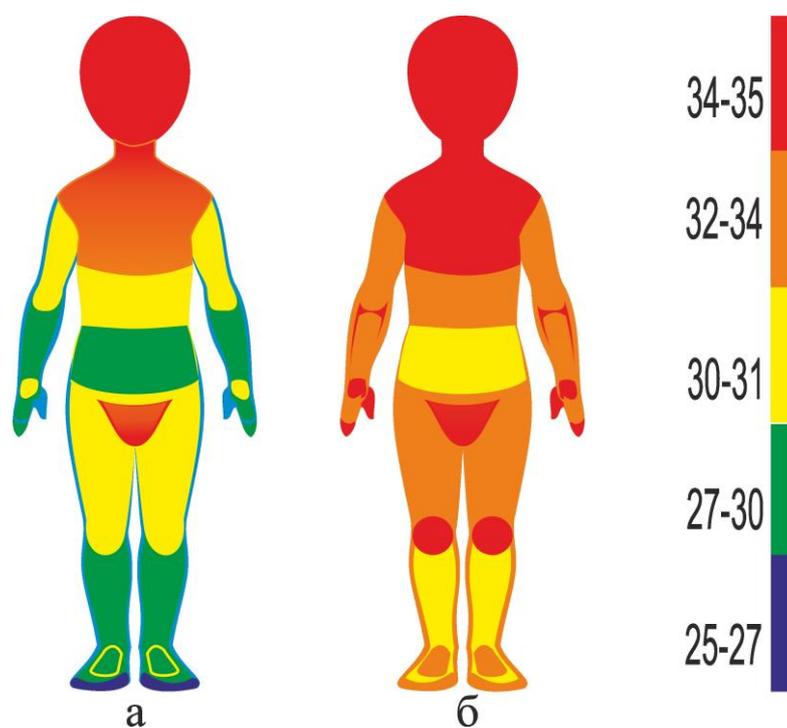


Рисунок 3.4 – Схема карты температуры поверхности кожи, °С:
а) детей с диагнозом ДЦП, б) здоровых детей

Из рисунка 3.4 становятся очевидными различия теплового излучения с поверхности кожи детей с диагнозом ДЦП и здоровых детей. У детей с диагнозом ДЦП в температурном диапазоне от 32 до 35 °С находятся только области головы, груди и паха; тогда как у здоровых детей все тело за исключением областей живота и голени находится в температурном диапазоне от 32 до 35 °С, а наиболее холодные зоны живота и голени обладают температурой на менее 30 °С.

Проведенные исследования позволили установить различия температуры поверхности кожи здоровых детей и детей с диагнозом ДЦП. Установлены особенности термографической карты температуры поверхности кожи детей с ДЦП, а именно асимметрия температуры поверхности кожи. Установлены области пониженной температуры поверхности тела у детей с ДЦП по сравнению со здоровыми детьми.

3.2 Исследование теплового состояния тела детей с диагнозом ДЦП

Теплопродукция человека – это выработка тепла в организме в результате регулирования работы центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, а также прочих физиологических и биохимических процессов, проходящих в организме человека.

Выделяемая в организме человека теплопродукция обеспечивает поддержание постоянного уровня температуры тела и составляет только часть энергозатрат $Q_{э.т}$. Энергозатраты человека включают в себя несколько составляющих, таких как энергия, затрачиваемая на поддержание жизненных процессов организма, сохранение теплового комфорта, а также энергия, расходуемая на выполнение внешней работы N , которая определяется уравнением:

$$N = \eta \cdot (Q_{э.т} - Q_0), \quad (3.2)$$

где η – термический коэффициент полезного действия;

Q_0 – величина основного обмена.

Так как дети с заболеванием ДЦП не проявляют физической активности и чаще находятся в состоянии относительного покоя (лежа, сидя, стоя), термический коэффициент η равен 0 и энергия, расходуемая на выполнение внешней работы $N=0$.

Основной обмен у здорового человека колеблется в зависимости от пола и возраста. На сегодняшний день нет опубликованных данных об основном обмене людей с какими-либо заболеваниями, в частности людей с заболеванием ДЦП. Также принимая во внимание то, что, не смотря на внешнее состояние покоя дети с ДЦП могут затрачивать большое количество энергии на попытки контролируемого движения и навязчивые движения конечностей или головы, поэтому в данной работе значение основного обмена ребенка с ДЦП согласно справочным данным равно 58 Вт/м^2 [122].

Между человеком и окружающими его предметами происходит теплообмен путем инфракрасного излучения (радиационный теплообмен).

Чтобы определить испытываемые детьми теплоощущения рассчитали энергозатраты $Q_{э.т}$ на радиационное излучение с единицы площади поверхности кожи человека, рассчитываемые по формуле:

$$Q_{э.т} = \frac{Q_{рад}}{S}, \quad (3.3)$$

где: $Q_{рад}$ – потери тепла радиацией с поверхности тела человека, Вт;

S – площадь поверхности тела человека, m^2 .

В исследовании рассмотрен радиационный теплообмен человека, так как именно он позволяет рассчитать коэффициент инфракрасного излучения и тепловых потерь человека. Потери тепла рассчитаны при температуре окружающей среды $25\text{ }^\circ\text{C}$ [156].

Теплоотдача в основном осуществляется излучением, конвекцией, кондукцией и испарением. В условиях теплового комфорта и охлаждения наибольшую долю занимают потери тепла радиацией (излучением) и конвекцией.

В реальных условиях жизнедеятельности человека разность температур окружающей среды и температуры тела будет небольшой, параметр для определения потерь тепла радиацией $Q_{рад}$, Вт, можно вычислить по формуле:

$$Q_{рад} = \alpha_{рад} \times S(t_{ск} - t_2), \quad (3.4)$$

где $\alpha_{рад}$ – коэффициент излучения, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$;

S – площадь поверхности тела человека, m^2 ;

$t_{ск}$ – средневзвешенная температура поверхности кожи человека, $^\circ\text{C}$;

t_2 – температура воздуха окружающей среды ($25\text{ }^\circ\text{C}$).

Коэффициент излучения $\alpha_{рад}$ определяется согласно данным, приведенным в источнике [122] и равен 5,4.

Для определения площади поверхности тела человека S необходимо знать средний рост и среднюю массу тела человека.

Средний рост испытуемых = 137,04 см.

Средний вес испытуемых = 35,4 кг.

Согласно данным таблицы [122] при росте, около 140 см и весе, около 35 кг, поверхность тела человека S составляет 1,17 м². Средняя общая температура поверхности кожи испытуемых $t_{ск} = 31,5$ °С (пункт 3.1).

Температура поверхности окружающих предметов составила 25 °С.

Потеря тепла радиацией $Q_{рад}$ определяется по формуле (3.4):

$$Q_{рад} = 5,4 \cdot 1,17 \cdot (31,5 - 25) = 41,067 \text{ (Вт/м}^2\text{)},$$

Теплоощущения человека в Вт/м² можно рассчитать по формуле:

$$Q_{э.т} = \frac{41,067}{1,17} = 35,1 \text{ (Вт/м}^2\text{)},$$

Вычислены энергозатраты детей с заболеванием ДЦП, в условиях низкой физической активности, а именно при положении тела «сидя».

Получив значения энергозатрат, коэффициента полезного действия, и основного обмена можно определить теплопродукцию $Q_{т.п}$ детей с заболеванием ДЦП, по формуле:

$$Q_{т.п} = Q_{э.т} - \eta \cdot (Q_{э.т} - Q_o), \quad (3.5)$$

$$Q_{т.п} = 35,1 - 0 \cdot (35,1 - 58) = 35,1 \text{ (Вт/м}^2\text{)},$$

Если физиологические процессы, окружающая среда и механизмы защиты не могут обеспечить равновесие тепла в организме, нарушается соотношение между вырабатываемым теплом внутри организма и передаваемым в окружающую среду. В результате возникает недостаток или избыток тепла в организме человека, который измеряется как теплосодержание $Q_{т.с}$, кДж/кг.

Теплосодержание организма можно рассчитать по формуле:

$$Q_{т.с} = C \cdot t_{с.т}, \quad (3.6)$$

где C – удельная теплоемкость тканей организма, равная 3,48 кДж/(кг·°С) [128];

$t_{с.т}$ – средняя температура тела, °С.

Средняя температура тела $t_{с.т}$ рассчитывается исходя из значений ректальной температуры t_p тела и средневзвешенной температуры кожи $t_{с.к}$ с учетом коэффициентов их смешивания, отражающих долю тканей с температурой, близкой к «ядру» (K) и «оболочке» ($1 - K$), по уравнению:

$$t_{с.т} = Kt_p + (1 - K) \cdot t_{с.к}, \quad (3.7)$$

где t_p – ректальная температура составляет $37\text{ }^\circ\text{C}$;

$t_{c.k}$ – средневзвешенная температура кожи ($31,5\text{ }^\circ\text{C}$)

K – коэффициент смешивания температуры тела.

Коэффициент смешивания температуры тела у взрослого человека определяется справочно, при известных теплоощущениях и показателя энергo затрат в диапазоне от 70 до 178 Вт/м^2 . Согласно проведенным расчетам, энергoзатраты детей с заболеванием ДЦП составляют $35,1\text{ Вт/м}^2$. Коэффициент смешивания температур для меньших значений энергoзатрат можно получить экстраполяцией. Коэффициент смешивания температур равен 0,53.

$$t_{c.T} = 0,53 \cdot 37 + (1 - 0,53) \cdot 31,5 = 34,415 \approx 34,4\text{ }^\circ\text{C},$$

$$Q_{T.c} = 3,48 \cdot 34,4 = 119,7\text{ (кДж/кг)},$$

Теплосодержание организма детей с заболеванием ДЦП составляет $119,7\text{ кДж/кг}$.

Данные о теплообразовании используются для определения теплотерь человека, величина которых является основой для расчета теплового сопротивления одежды, обеспечивающей сохранение теплового баланса организма в конкретных условиях ее эксплуатации.

Вычислен тепловой поток $q_{сп}$, Вт/м^2 , который отражает сумму потерь тепла радиацией и конвекцией в комфортных условиях при комнатной температуре. Тепловой поток может быть рассчитан по формуле:

$$q_{сп} = \frac{Q_{\text{рад.конв}}}{S}, \quad (3.8)$$

При этом необходимо рассчитать $Q_{\text{рад.конв}}$, по формуле:

$$Q_{\text{рад.конв}} = \alpha_{\text{рад}} + \alpha_{\text{конв}} \cdot (t_{ск} - t_2) = 5,4 + 7 \cdot (31,5 - 25) = 50,9,$$

Коэффициент теплоотдачи конвекцией $\alpha_{\text{конв}}$ зависит от скорости ветра, определяется согласно данным, приведенным в источнике [122] принимая во внимание, что в комнатных условиях в основном наблюдается минимальное движение воздуха. В расчетах $\alpha_{\text{конв}}$ равен 7, данный коэффициент взят, потому что, он соответствует комфортному пребыванию ребенка в пространстве и позволяет рассчитать коэффициент теплоотдачи и вычислить значение излучаемого теплового потока у детей с заболеванием ДЦП.

Следовательно,

$$q_{\text{сп}} = \frac{50,9}{1,17} = 43,504 \text{ (Вт/м}^2\text{)},$$

Для подбора оптимального пакета материалов теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП необходимо вычислить минимально необходимое суммарное сопротивление пакета материалов, которое рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{сум}} = \frac{t_{\text{СК}} - t_{\text{В}}}{q_{\text{сп}}}, \quad (3.9)$$

В расчете за температуру воздуха $t_{\text{В}}$ принимается значение -15°C – среднее значение температуры воздуха зимой в III климатической зоне.

$$R_{\text{сум}} = \frac{31,5 - (-15)}{43,504} = 1,069 \approx 1,07 \text{ (м}^2\cdot^{\circ}\text{C)/Вт},$$

Полученное значение характеризует необходимое суммарное сопротивление всех пакетов материалов одежды включая: 1 слой (бельевой, майка), 2 слой (рубашка, кофта) и 3 слой (верхняя одежда) одежды.

Из справочных источников известны значения суммарного теплового сопротивления материалов, применяемых для 1 и 2 слоя одежды [157]:

- бельевого слоя составляет $0,112-0,129 \text{ (м}^2\cdot^{\circ}\text{C)/Вт}$;

- второго слоя составляет $0,129-0,149 \text{ (м}^2\cdot^{\circ}\text{C)/Вт}$.

Что бы получить необходимые показатели суммарного теплового сопротивления третьего слоя одежды нужно из значения суммарного теплового сопротивления комплекта пакетов вычесть суммарное теплое сопротивление 1 и 2 слоя:

$$1,07 - (0,129 + 0,149) = 0,792 \text{ (м}^2\cdot^{\circ}\text{C)/Вт}$$

Следовательно, необходимое суммарное теплое сопротивление пакета материалов теплозащитной одежды для детей с заболеванием ДЦП должно составлять не менее $0,792 \text{ (м}^2\cdot^{\circ}\text{C)/Вт}$.

3.3 Исследование материалов пакета теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП

При разработке пакета материалов теплозащитной одежды для детей с заболеванием ДЦП необходимо учитывать их физиологические особенности, приводящие к понижению или отсутствию способностей к терморегуляции организма. Необходимо определить комплекс свойств материалов верха, утепляющего материала и материала подкладки.

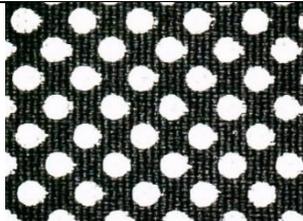
Комплекс свойств для материалов верха включает в себя: линейные параметры, поверхностную плотность, прочность на разрыв и удлинение, пиллингуемость, водоупорность, воздухопроницаемость.

Для утепляющих материалов в комплекс свойств входят: линейные параметры, поверхностная плотность, суммарное тепловое сопротивление.

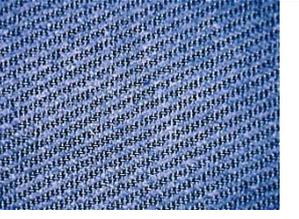
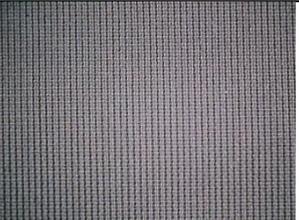
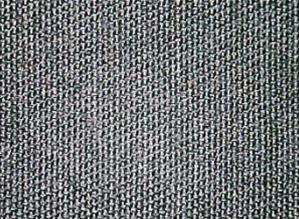
В комплекс свойств подкладки входит: линейные параметры, поверхностная плотность, паропроницаемость.

Внешний вид материалов, отобранных для исследования и дальнейшей комплектации оптимального пакета материалов теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП, приведен в таблице 3.4. Представленные материалы отличаются друг от друга сырьевым составом, поверхностной плотностью, видами переплетения нитей и различными покрытиями или отсутствием таковых.

Таблица 3.4 – Результаты оптической микроскопии структуры исследуемых материалов

Материалы верха	Утепляющие материалы	Прокладочные материалы
1	2	3
		

Окончание таблицы 3.4

1	2	3
<p>Плащевая ткань «Джинс» с мембранным покрытием 5000/5000</p>	<p>Утепляющий нетканый материал марки «Шелтер Оптимум» 200 г/м²</p>	<p>Ткань подкладочная фольгированная</p>
 <p>Плащевая ткань «FINETEX» с мембранным покрытием 10000/8000</p>	 <p>Утепляющий нетканый материал производства «Нипромтекс» 200 г/м²</p>	 <p>Ткань «Лиссабон» из микрофибры</p>
 <p>Плащевая ткань «Президент» на флисе</p>		 <p>Трикотажное полотно из микрофибры</p>
 <p>Плащевая ткань «Президент»</p>	 <p>Утепляющий нетканый материал производства «Холлофайбер ПРОФИ» 400г/м²</p>	 <p>Ткань из микровискозы</p>
 <p>Плащевая ткань «Поликоттон»</p>		 <p>Ткань подкладочная из полиэстера</p>

Проведены исследования геометрических характеристик отобранных материалов верха, утеплителей и материалов подкладки. Полученные результаты фактической поверхностной плотности и толщины отобранных материалов представлены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Геометрические характеристики материалов

Наименование материала	Поверхностная плотность, г/м ²	Толщина, мм
Плащевая ткань «Джинс» с мембранным покрытием 5000/5000	186	0,2
Плащевая ткань «FINETEX» с мембранным покрытием 10000/8000	86	0,1
Плащевая ткань «Президент» на флисе	238	0,9
Плащевая ткань «Президент»	208	0,6
Плащевая ткань «Поликоттон»	214	0,3
Утепляющий нетканый материал марки «Шелтер Оптимум» 200 г/м ²	192	18,7
Утепляющий нетканый материал производства «Нипромтекс» 200 г/м ²	302	19,7
Утепляющий нетканый материал производства «Холлофайбер ПРОФИ» 400 г/м ²	445	4,6
Ткань подкладочная фольгированная	74	0,1
Ткань «Лиссабон» из микрофибры	117	0,2
Трикотажное полотно из микрофибры	145	0,5
Ткань из микровискозы	103	0,2
Ткань подкладочная из полиэстера	74	0,1

Так как одной из задач теплозащитной одежды для детей с ДЦП является легкость (малый вес) готового изделия, можно предположить, что наиболее предпочтительными материалы будут являться образцы с наименьшей поверхностной плотностью. Из таблицы 3.5 можно выделить материалы верха с

наименьшей поверхностной плотностью – плащевые ткани с мембранным покрытием; утепляющий материал – нетканый материал марки Шелтер «Оптимум» с заявленной плотностью 200 г/м²; материал подкладки – ткань подкладочная полиэстер. Но при этом важно учитывать, что основным требованием к теплозащитной одежде, особенно предназначенной для детей с ДЦП, является суммарное тепловое сопротивление пакета материалов.

В целях сохранения эстетического вида готового теплозащитного изделия, а также определения основных эксплуатационных свойств при разработке теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП важно учитывать следующие физико-механические свойства: пиллингуемость, разрывная нагрузка, усилие при раздире и водоупорность материалов верха. Так как значения данных физико-механических свойств материалов верха оказывают непосредственное влияние на эксплуатационные характеристики теплозащитной одежды детей с диагнозом ДЦП.

Проведены испытания материалов верха на пиллингуемость при нагрузке равной 1814,4 грамм и суммарном количестве 4000 циклов. В результате испытания установлено, что все отобранные плащевые материалы не пиллингуются (таблица 3.6).

Таблица 3.6 – Результаты испытаний материалов верха на пиллингуемость

Наименование материала	Количество циклов	Количество пиллей
Плащевая ткань «Джинс» с мембранным покрытием 5000/5000	4000	0
Плащевая ткань «FINETEX» с мембранным покрытием 10000/8000	4000	0
Плащевая ткань «Президент» на флисе	4000	0
Плащевая ткань «Президент»	4000	0
Плащевая ткань «Поликоттон»	4000	0

Из результатов, представленных в таблице 3.6, следует, что в результате испытаний материалов верха, ни на одном из образцов не произошло вытягивание волокон из нижних слоев тканей и не произошло образование пиллей.

Проведены испытания текстильных материалов верха на разрывную нагрузку и относительное удлинение при разрыве. Значения данных характеристик представлены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Значения прочностных характеристик материалов верха при разрыве

Наименование материала	Нагрузка при разрыве, Н	Прочность, МПа	Относительное удлинение при разрыве, %
Плащевая ткань «Джинс» с мембранным покрытием 5000/5000	1025	110,46	36,81
Плащевая ткань «FINETEX» с мембранным покрытием 10000/8000	395	77,84	21,54
Плащевая ткань «Президент» на флисе	714	18,59	43,53
Плащевая ткань «Президент»	233	9,11	18,07
Плащевая ткань «Поликоттон»	941	72,57	25,60

Из результатов, представленных в таблице 3.7, можно сделать вывод, о том, что наиболее прочными материалами являются: плащевая ткань «Джинс» с мембранным покрытием 5000/5000, плащевая ткань с мембранным покрытием 10000/8000, Плащевая ткань «Поликоттон». Согласно требованиям, ГОСТ 29222-91 [158], минимально допустимая разрывная нагрузка по основе для плащей составляет 392 Н, а для материалов без водоотталкивающей пропитки – 245 Н, следовательно, материалы плащевые с мембранным покрытием 10000/8000 – «Президент» на флисе и Плащевая ткань «Президент» не соответствуют требованиям ГОСТ 29222-91 [1158].

Принимая во внимание, что при эксплуатации теплозащитного изделия могут возникнуть ситуации разрыва материала верха, проведены исследования прочностных характеристик материалов верха на усилие при раздире. Значения прочностных характеристик материалов верха при раздире по основе и по утку представлены в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Значения прочностных характеристик материалов верха при раздире

Наименование материала	По основе		По утку	
	Нагрузка, Н	Прочность, МПа	Нагрузка, Н	Прочность, МПа
Плащевая ткань «Джинс» с мембранным покрытием 5000/5000	128,85	11,20	98,97	8,61
Плащевая ткань «FINETEX» с мембранным покрытием 10000/8000	16,19	2,49	22,98	3,54
Плащевая ткань «Президент» на флисе	24,97	0,52	57,46	1,20
Плащевая ткань «Президент»	52,36	1,64	39,32	1,23
Плащевая ткань «Поликоттон»	31,71	1,98	34,13	2,13

Из результатов, представленных в таблице 3.8, можно сделать вывод, что наиболее прочной является плащевая ткань «Джинс» с мембранным покрытием 5000/5000 и плащевые ткани «Президент» и «Поликоттон».

Для материалов верха теплозащитной одежды детей с диагнозом ДЦП помимо прочностных характеристик не менее важными являются и свойства водоупорности и воздухопроницаемости, особенно принимая во внимание погодные особенности III климатической зоны.

Одним из важных свойств для материалов верха является водоупорность, в связи с чем проведены испытания материалов верха по методике, описанной во 2 главе. Результаты испытаний представлены в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Значения показателя водоупорности материалов верха

Наименование материала	Водоупорность	
	мбар/мин (миллибар)	мм водяного столба
Плащевая ткань «Джинс» с мембранным покрытием 5000/5000	490,32	5000,00
Плащевая ткань «FINETEX» с мембранным покрытием 10000/8000	980,64	10000,00
Плащевая ткань «Президент» на флисе	18,70	190,69
Плащевая ткань «Президент»	20,10	204,97
Плащевая ткань «Поликоттон»	37,80	385,46

Из результатов, приведенных в таблице 3.9, можно сделать вывод о том, что наибольшей водоупорностью обладают материалы с мембранным покрытием. Фактические показатели водоупорности плащевых тканей с мембранным покрытием полностью соответствуют заявленным производителями характеристикам, при этом следует отметить, что плащевая ткань «Джинс» с мембранным покрытием 5000/5000 не смотря на отсутствие капель на поверхности мембраны в процессе испытаний намочка, остался след в виде мокрого пятна, представленного на рисунке 3.5.

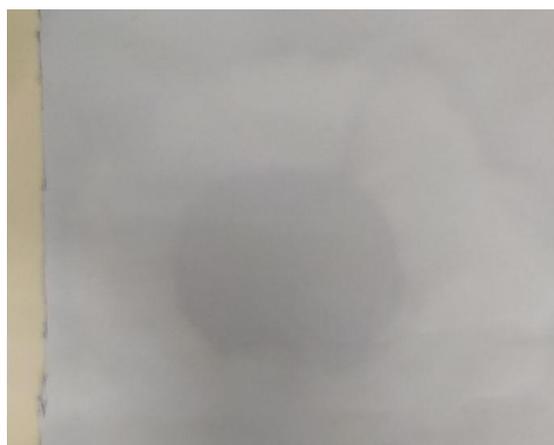


Рисунок 3.5 – Внешний вид поверхности изнаночной стороны плащевой ткани «Джинс» с мембранным покрытием 5000/5000 после испытаний на водоупорность

Среди плащевых тканей без мембранного покрытия наилучшими водоупорными свойствами обладает плащевая ткань «Поликоттон» с водоупорностью 385,46 мм водяного столба. Согласно требованиям, ГОСТ 29222-91 [158] для синтетических материалов плащевое ассорти минимальное значение водоупорности составляет 200 мм вод.ст.. Следовательно, полученные для материала «Поликоттон» результаты можно считать достаточными для эксплуатации в зимний сезон, так как он позволяет удержать на поверхности материала атмосферные осадки.

Воздухопроницаемость материалов влияет на теплозащитные свойства всего пакета материалов, так как низкий показатель воздухопроницаемости говорит о высоких ветрозащитных свойствах материала. ГОСТ 25295-2003 [40] предъявляет особые требования по воздухопроницаемости пакета материалов верхней одежды в целом, где воздухопроницаемость одежды 3-го слоя (верхней одежды детей в возрасте от 7 до 14 лет) должна составлять не менее $70 \text{ дм}^3/\text{м}^2\cdot\text{с}$ при давлении в 49 Па. Проведены исследования всех отобранных материалов, которые в дальнейшем могут составлять оптимальный пакет материалов для теплозащитной одежды детей с диагнозом ДЦП. Значения показателя воздухопроницаемости материалов, представлены в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Значение воздухопроницаемости материалов для теплозащитной одежды детей с ДЦП

Наименование материала	Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/\text{м}^2/\text{с}$, при 100Па
1	2
Плащевая ткань «Джинс» с мембранным покрытием 5000/5000	0,30
Плащевая ткань «FINETEX» с мембранным покрытием 10000/8000	0,96
Плащевая ткань «Президент» на флисе	76,16
Плащевая ткань «Президент»	92,51
Плащевая ткань «Поликоттон»	13,66

Окончание таблицы 3.10

1	2
Утепляющий нетканый материал марки «Шелтер Оптимум» 200 г/м ²	1689,40
Утепляющий нетканый материал производства «Нипромтекс» 200 г/м ²	1775,60
Утепляющий нетканый материал производства «Холлофайбер ПРОФИ» 400 г/м ²	555,08
Ткань подкладочная фольгированная	35,52
Ткань «Лиссабон» из микрофибры	114,40
Трикотажное полотно из микрофибры	1307,80
Ткань из микровискозы	147,34
Ткань подкладочная из полиэстера	58,25

Материалы, указанные в таблице 3.10, можно подразделить на три группы согласно слою их расположения – материалы верха, прокладочные утепляющие материалы и материалы подкладки. Рассматривая результаты воздухопроницаемости материалов верха, ожидаемо наименьшей воздухопроницаемостью обладают материалы с мембранным покрытием, а наибольшей воздухопроницаемостью обладает плащевая ткань «Президент». Среди материалов подкладки наименьшей воздухопроницаемостью обладает ткань подкладочная фольгированная, а наибольшей воздухопроницаемостью трикотажное полотно из микрофибры. Необходимо учитывать, что значение воздухопроницаемости качественно влияет на микроклимат пододежного пространства, и ранее рассматривался как способ отведения паров и накапливаемого углекислого газа. Тем не менее, воздухопроницаемость в первую очередь определяет способность материалов препятствовать проникновению ветра в пространство под одеждой, то есть ветрозащитные свойства материалов.

При проектировании одежды для детей с диагнозом ДЦП учитывают не только эксплуатационные, но и гигиенические свойства одежды. Гигиенические характеристики теплозащитной одежды обеспечиваются такими свойствами

материалов, как: паропроницаемость, газопроницаемость и напряженность электростатического поля.

Паропроницаемость является важным свойством материалов. Чем выше показатель паропроницаемости материала, тем комфортнее будет человеку находиться в одежде из него, так как в пространстве под одеждой скапливаются испарения влаги организма, которые в случае не достаточной паропроницаемости материала могут привести к намоканию изделия, что в свою очередь повлечет за собой дискомфортные ощущения (ощущения пота, духоты) во время носки, а учитывая проектирование теплозащитной одежды, предназначенной для носки в зимнее время года, к потере теплофизических характеристик пакета материалов и, как следствие, к охлаждению организма. Значения, полученные в результате исследований паропроницаемости материалов, представлены в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Значение паропроницаемости материалов для теплозащитной одежды детей с ДЦП

Наименование материала	Паропроницаемость, г/ч·м ² , при 28 °С
1	2
Плащевая ткань «Джинс» с мембранным покрытием 5000/5000	32,76
Плащевая ткань «FINETEX» с мембранным покрытием 10000/8000	72,90
Плащевая ткань «Президент» на флисе	90,92
Плащевая ткань «Президент»	91,74
Плащевая ткань «Поликоттон»	86,83
Утепляющий нетканый материал марки «Шелтер Оптимум» 200г/м ²	113,04
Утепляющий нетканый материал производства «Нипромтекс» 200г/м ²	88,46
Утепляющий нетканый материал производства «Холлофайбер ПРОФИ» 400г/м ²	83,55

Окончание таблицы 3.11

1	2
Ткань подкладочная фольгированная	75,36
Ткань «Лиссабон» из микрофибры	82,73
Трикотажное полотно из микрофибры	124,51
Ткань из микровискозы	76,18
Ткань подкладочная из полиэстера	98,29

Из таблицы 3.11 видно, что наибольшими значениями паропроницаемости обладают плащевые ткани «Президент» и «Президент» на флисе. Из утепляющих материалов наибольшей паропроницаемостью обладает нетканый материал производства «Нипромтекс» 200 г/м², при этом данный материал во время проведения испытания стал терять целостность структуры. Среди подкладочных материалов наибольшая паропроницаемость у трикотажного полотна из микрофибры.

Кроме скапливающихся водяных паров в пододежном пространстве могут накапливаться газы, выделяемые кожей человека, например углекислый газ. Если применяемый в одежде пакет материалов не способен пропускать сквозь себя газы, то человек может испытывать дискомфорт и недомогание, нарушается «дыхание» кожных покровов.

Проведено исследование пористости и газопроницаемости отобранных текстильных материалов с применением метода газо-жидкостной порометрии. Значения показателей пористой структуры (максимальная пора, средний гидравлический диаметр пор и наименьшая пора) представлены в таблице 3.12.

Таблица 3.12 – Результаты порометрии образцов материалов верха и подкладки

Наименование образца	Размер маленькой поры, мкм	Размер средней поры, мкм	Размер большой поры, мкм
1	2	3	4
Плащевая ткань «Джинс» с мембранным покрытием 5000/5000	11,06	4,55	85,63

Окончание таблицы 3.12

1	2	3	4
Плащевая ткань «FINETEX» с мембранным покрытием 10000/8000	15,61	7,43	81,95
Плащевая ткань «Президент» на флисе	3,81	8,31	10,84
Плащевая ткань «Президент»	2,35	9,20	145,90
Плащевая ткань «Поликоттон»	0,95	38,44	128,30
Ткань подкладочная фольгированная	3,49	8,59	211,60
Ткань «Лиссабон» из микрофибры	2,60	20,04	32,38
Трикотажное полотно из микрофибры	8,60	14,37	14,60
Ткань из микровискозы	4,82	24,60	53,77
Ткань подкладочная из полиэстера	4,49	113,80	198,20

Результаты порометрии материалов верха выявили, что наименьшими порами обладают материалы плащевые с мембранным покрытием, а наибольшими порами обладает плащевой материал «Поликоттон». При этом воздухопроницаемость плащевых материалов без мембранного покрытия. То есть несмотря на то, что у плащевых материалов без мембранного покрытия поры значительно больше по сравнению с порами плащевых материалов «Президент» и «Президент» на флисе, воздухопроницаемость материала «Поликоттон» значительно ниже.

Поэтому можно сделать вывод, о том, что размер пор никак не влияет на воздухопроницаемость материалов, но при этом большие поры могут обеспечить удаление отдельных молекул газа из пододежного пространства.

Известно, что накапливаемое электростатическое напряжение – напряженность электростатического поля может привести к дискомфортным ощущениям. В целях обеспечения безопасности эксплуатации теплозащитной одежды из пакета материалов, отобранных в ходе исследования, проведено определение напряженности электростатического поля. Результаты испытаний представлены в таблице 3.13.

Таблица 3.13 – Значения напряженности электростатического поля материалов для теплозащитной одежды детей с ДЦП

Наименование материала	До воздействия валиком, кВ/м	После воздействия валиком, кВ/м	Напряженность электростатического поля, кВ/м
1	2	3	4
Плащевая ткань «Джинс» с мембранным покрытием 5000/5000	0,06	0,08	0,01
Плащевая ткань «FINETEX» с мембранным покрытием 10000/8000	0,13	0,47	0,35
Плащевая ткань «Президент» на флисе	0,84	1,95	1,11
Плащевая ткань «Президент»	0,05	0,44	0,39
Плащевая ткань «Поликоттон»	0,11	0,247	0,13
Утепляющий нетканый материал марки «Шелтер Оптимаум» 200г/м ²	0,05	0,82	0,77
Утепляющий нетканый материал производства «Нипромтекс» 200г/м ²	0,05	0,82	0,77

Окончание таблицы 3.13

1	2	3	4
Утепляющий нетканый материал производства «Холлофайбер ПРОФИ» 400г/м ²	0,97	1,73	0,76
Ткань подкладочная фольгированная	0,82	1,56	0,75
Ткань «Лиссабон» из микрофибры	0,76	0,30	-0,49
Трикотажное полотно из микрофибры	0,20	0,22	0,02
Ткань из микровискозы	1,57	1,34	-0,23
Ткань подкладочная из полиэстера	0,14	0,37	0,23

Из таблицы 3.13 можно сделать вывод, что все отобранные материалы соответствуют требованиям ГОСТ 32995-2014 [135], значения напряженности электростатического поля не превышают 15кВ/м.

В ходе экспериментальных исследований два материала – ткань «Лиссабон» из микрофибры и ткань из микровискозы показали отрицательное значение накопленного электростатического поля, эти материалы вследствие воздействия на них валиком разрядились. При полученном отрицательном результате, который согласно ГОСТ 32995-2014 [135] принимается за ошибку, эксперимент был повторен, но показал также отрицательный результат. Феномен полученных результатов не ясен и требует дальнейших исследований.

Для утепляющих прокладочных материалов основными требованиями качества являются миграция волокон и суммарное тепловое сопротивление.

Проведено испытание нетканых утепляющих материалов на суммарное тепловое сопротивление согласно методике, описанной во 2 главе. Значения суммарного теплового сопротивления нетканых утепляющих материалов представлены в таблице 3.14.

Таблица 3.14 – Значения суммарного теплового сопротивления нетканых утепляющих материалов

Наименование материала	Результат испытаний, м ² ·°С/Вт	
	«спокойный воздух»	«обдув при 5м/с»
Утепляющий нетканый материал марки «Шелтер Оптимум» 200 г/м ²	0,907	0,156
Утепляющий нетканый материал марки «Нимпромтекс» 200 г/м ²	0,733	0,123
Утепляющий нетканый материал марки «Холлофайбер ПРОФИ» 400 г/м ²	1,739	0,484

Сравнивая два образца нетканых утепляющих материалов поверхностной плотностью 200 г/м², установлено, что, наибольшим суммарным тепловым сопротивлением, обладает материал марки «Шелтер Оптимум».

В процессе испытаний выявлено, что оптимальными материалами пакета теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП являются:

- плащевая ткань «Президент»;
- плащевая ткань «Поликоттон»;
- утепляющий нетканый материал марки «Шелтер Оптимум» 200 г/м²;
- ткань подкладочная фольгированная;
- трикотажное полотно из микрофибры.

Утепляющий материал «Нимпромтекс» 200 г/м² исключен из перечня рекомендованных материалов так как в ходе испытаний на паропроницаемость терял свою целостность и структуру значительно быстрее по сравнению с нетканым утепляющим материалом «Шелтер Оптимум» 200г/м². Утепляющий материал «Холофайбер ПРОФИ» 400 г/м² может рекомендоваться в качестве утепляющей прокладки для теплозащитной одежды детей с диагнозом ДЦП, в зонах нуждающихся в дополнительной тепловой защите, так чтобы не утяжелять изделие.

3.4 Подбор оптимального пакета материалов теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП

К основным требованиям оптимального пакета материалов теплозащитной детской одежды относятся такие показатели как: воздухопроницаемость, паропроницаемость и суммарное тепловое сопротивление, поверхностная плотность.

Установлено, что из испытанных утепляющих материалов оптимальным является нетканый материал марки «Шелтер Оптимум» 200 г/м², в формировании пакетов материалов для теплозащитной одежды в качестве утепляющей прокладки применяется только он.

Из отобранных в п. 3.2 материалов составлена матрица пакетов, представленная в таблице 3.15. Пакеты формируются по принципу: $i s j$, где i – материал верха, s – утепляющий материал (всегда 1), j – подкладочный материал.

Таблица 3.15 – Матрица подбора пакетов материалов теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП (только 5 материалов)

Материал подкладки j Материал верха i	1 Ткань подкладочная фольгированная	2 Трикотажное полотно из микрофибры
1 Плащевая ткань «Президент»	111	112
2 Плащевая ткань «Поликоттон»	211	212

В таблице 3.16. представлены пакеты материалов для дальнейших исследований.

Таблица 3.16 – Пакеты материалов для теплозащитной одежды детей с диагнозом ДЦП

Шифр пакета материалов	Состав пакета материалов
111	Плащевая ткань «Президент» Утепляющий нетканый материал марки «Шелтер Оптимум» 200 г/м ² Ткань подкладочная фольгированная
211	Плащевая ткань «Поликоттон» Утепляющий нетканый материал марки «Шелтер Оптимум» 200 г/м ² Ткань подкладочная фольгированная
112	Плащевая ткань «Президент» Утепляющий нетканый материал марки «Шелтер Оптимум» 200 г/м ² Трикотажное полотно из микрофибры
212	Плащевая ткань «Поликоттон» Утепляющий нетканый материал марки «Шелтер Оптимум» 200 г/м ² Трикотажное полотно из микрофибры

Одним из важных показателей эргономичности теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП является вес изделия, в связи с чем при проектировании необходимо учитывать поверхностную плотность пакета материалов, представленную в таблице 3.17.

Таблица 3.17 – Суммарная поверхностная плотность пакетов материалов для теплозащитной одежды детей с диагнозом ДЦП

Шифр пакета материалов	Суммарная поверхностная плотность, г/м ²
111	474
211	480
112	545
212	551

При изготовлении одного теплозащитного комбинезона расход материалов составляет до 2 пог. м в длину с шириной полотна в 1,4 м, следовательно, общей

площадью равной 2,8 м². Таким образом, на основе данных таблицы 3.17 можно сделать вывод, что общий вес теплозащитного изделия колеблется в пределах 1,4–1,5 кг, что является средним весом теплозащитных изделий для детей, а учитывая требования к весу одежды для детей [122], одежда не должна превышать 10% от общей массы ребенка. Учитывая, что средний вес детей в возрасте 8 лет составляет от 20 кг, то все теплозащитные изделия до 2 кг можно считать соответствующими данному требованию.

Несмотря на значимость поверхностной плотности материалов как характеристики, влияющей на суммарный вес теплозащитной одежды для детей с заболеванием ДЦП, также значимыми являются физико-механические и теплозащитные свойства пакетов материалов.

Описанные выше значения физико-механических свойств материалов полученные в результате проведенных исследований, не могут с достоверностью прогнозировать физико-механические свойства пакета материалов, в связи с чем проведен цикл испытаний рекомендуемых пакетов материалов.

Проведены исследования воздухопроницаемости пакетов материалов теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП, значения представлены на рисунке 3.6.

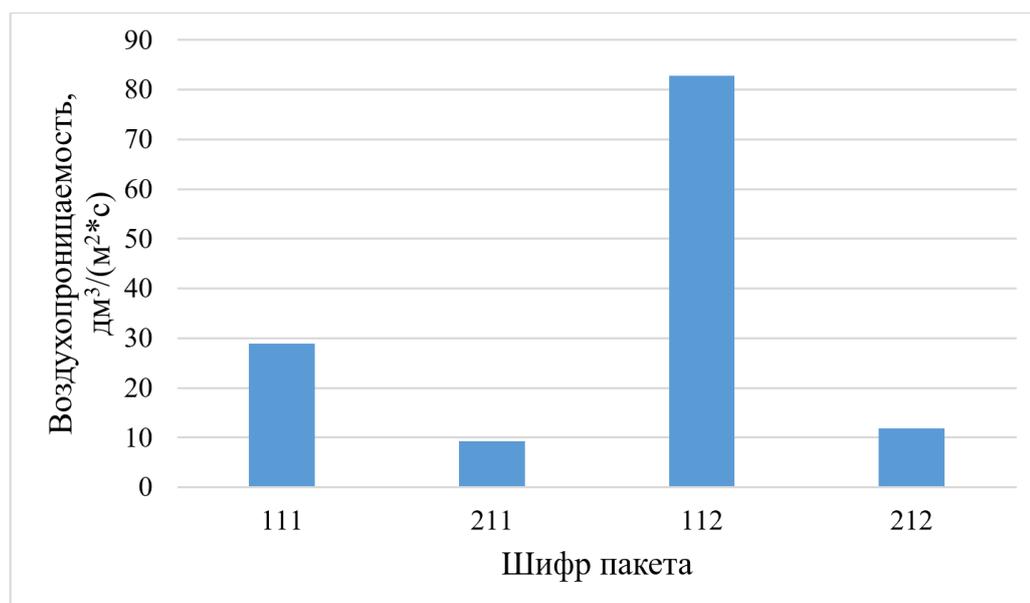


Рисунок 3.6 – Значения воздухопроницаемости пакетов материалов теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП

Из рисунка 3.6 видно, что наименьшей воздухопроницаемостью обладает пакет материалов под шифром 211. Наибольшим значением воздухопроницаемости обладает пакет под шифром 112. Наиболее оптимальной воздухопроницаемостью являются пакеты материалов под шифрами 211 и 212.

Требования к воздухопроницаемости материалов описаны в работе авторов [39], согласно которой при давлении 49 Па воздухопроницаемость пакета материалов для теплозащитной одежды должна составлять менее $50 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$. Известно, что с ростом давления увеличивается воздухопроницаемость материалов. При перерасчете максимально допустимого значения воздухопроницаемости пакета теплозащитных материалов при 100 Па составляет $102,04 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$.

Воздухопроницаемость теплозащитных материалов в целях обеспечения ветрозащиты должна характеризоваться как «очень малая», следовательно, для теплозащитной одежды с улучшенными теплофизическими свойствами следует отбирать пакеты материалов с наименьшей воздухопроницаемостью.

Рекомендованные значения воздухопроницаемости пакета материалов для теплозащитной одежды согласно ГОСТ 25295-2003 [40] приведены в таблице 3.18.

Таблица 3.18 – Требования к воздухопроницаемости пакета материалов для теплозащитной одежды при силе ветра до 5 м/с (49 Па) согласно ГОСТ 25295-2003

Название одежды	Температура воздуха, °С, не менее	Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$, не более
Пальто, куртка с брюками, комбинезон	-25	20
	-15	50
	-5	80

Помимо физико-механических свойств материалов наиболее важными, для теплозащитной одежды детей с заболеванием ДЦП являются свойства, непосредственно влияющие на гигиенические характеристики одежды, а именно паропроницаемость пакета материалов.

Проведены испытания рекомендуемых пакетов материалов на паропроницаемость, результаты испытаний представлены на рисунке 3.7.

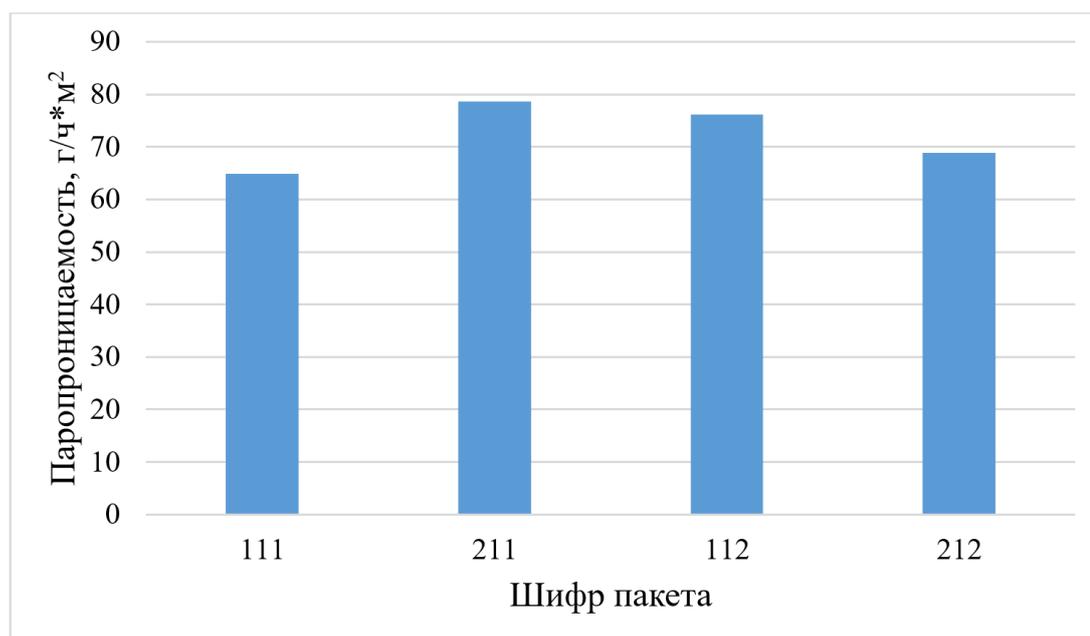


Рисунок 3.7 – Значения паропроницаемости пакетов материалов теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП

Из данных, представленных на рисунке 3.7 видно, что у всех рекомендуемых пакетов материалов паропроницаемость колеблется в диапазоне от 64,87 до 78,63 г/ч·м². Наилучшим показателем паропроницаемости обладает пакет под шифром 211, а наименьшим – пакет под шифром 111. Следовательно, наиболее оптимальными пакетами по воздухопроницаемости являются пакеты под шифрами 211 и 112.

По результатам исследования пакетов материалов по физико-механическим свойствам выявлены наиболее оптимальные пакеты материалов для теплозащитной одежды детей с диагнозом ДЦП, это пакеты под шифром 112, 211. Тем не менее так как наиболее важным свойством для теплозащитной одежды является суммарное тепловое сопротивление, в целях выявления пакетов материалов с наибольшим суммарным тепловым сопротивлением проведены испытания пакетов материалов. Результаты исследования представлены в таблице 3.19.

Таблица 3.19 – Результаты суммарного теплового сопротивления рекомендуемых пакетов материалов

Шифр пакета материалов	Результат испытаний, $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$	
	«спокойный воздух»	«обдув при 5 м/с»
111	0,7516	0,5909
112	1,0152	0,5341
211	0,9176	0,7629
212	0,9008	0,6013

Из результатов таблицы 3.19 видно, как комбинация материалов верха и подкладочных материалов с одним и тем же утепляющим материалом Шелтор «Оптимум» 200 г/м² влияет на суммарное тепловое сопротивление. На суммарное тепловое сопротивление пакета материалов оказывает большое влияние плотность материала верха, его ветрозащитные свойства и величина воздушных прослоек между слоями пакета материалов, при этом толщина материала верха не способствует увеличению суммарного теплового сопротивления пакета, а плотность и толщина подкладочного материала напротив способствует увеличению суммарного теплового сопротивления.

Данные пакеты материалов удовлетворяют требованиям ГОСТ 25295-2003 к суммарному тепловому сопротивлению для теплозащитной одежды в III климатической зоне (таблица 3.20) [40].

Таблица 3.20 – Требования ГОСТ 25295-2003 к суммарному тепловому сопротивлению для теплозащитной одежды в III климатической зоне при скорости ветра до 5 м/с

Название одежды	Температура воздуха, °С,	Тепловое сопротивление, $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$
	не менее	
Пальто, куртка с брюками, комбинезон	-25	0,6
	-15	0,5
	-5	0,4

Исходя из данных, приведенных в таблице 3.20, следует отбирать пакеты материалов с суммарным тепловым сопротивлением больше $0,6 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$. Также следует учитывать, что дети с заболеванием ДЦП не способны к самостоятельной терморегуляции организма и не имеют возможности активно двигаться для поддержания теплового баланса, как это делают здоровые дети.

Принимая во внимание результаты расчета (вычисления) необходимого минимального суммарного сопротивления пакета материалов третьего слоя – теплозащитной одежды для детей с заболеванием ДЦП (в параграфе 3.2), где установлено, что суммарное тепловое сопротивление должно составлять не менее $0,792 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$, поэтому пакет под шифром 111 с показателем суммарного теплового сопротивления равным $0,7516$ не удовлетворяет выявленным требованиям.

Наибольшее суммарное сопротивление показал пакет под шифром 112, состоящий из материала верха – плащевая ткань «Президент», утепляющий нетканый материал марки «Шелтер Оптимум» 200 г/м^2 , трикотажное полотно из микрофибры с суммарным тепловым сопротивлением равным $1,0152 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ в спокойном воздухе и равным $0,5341 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ при обдуве 5 м/с . И пакет под шифром 211, состоящий из материала верха – плащевая ткань «Поликоттон», утепляющий нетканый материал марки «Шелтер Оптимум» 200 г/м^2 , и подкладочной фольгированной ткани с суммарным тепловым сопротивлением равным $0,9176 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ в спокойном воздухе и равным $0,7629 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ при обдуве 5 м/с . Также удовлетворяет требованиям по суммарному тепловому сопротивлению пакет под шифром 212 состоящий из материала верха – плащевая ткань «Поликоттон», утепляющий нетканый материал марки «Шелтер Оптимум» 200 г/м^2 , трикотажное полотно из микрофибры.

Следовательно, при комбинации этих пакетов можно достичь наилучших теплозащитных свойств изделия.

Исходя из описанных выше исследований оптимальными пакетами материалов теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП можно считать

пакеты материалов под шифрами 211, 112, и 212 состав пакетов представлен в таблице 3.21.

Таблица 3.21 – Оптимальные пакеты материалов для изготовления теплозащитной одежды детей с диагнозом ДЦП

Шифр пакета материалов	Состав пакета материалов
211	Плащевая ткань «Поликоттон» Утепляющий нетканый материал марки «Шелтер Оптимум» 200 г/м ² Ткань подкладочная фольгированная
112	Плащевая ткань «Президент» Утепляющий нетканый материал марки «Шелтер Оптимум» 200 г/м ² Трикотажное полотно из микрофибры
212	Плащевая ткань «Поликоттон» Утепляющий нетканый материал марки «Шелтер Оптимум» 200 г/м ² Трикотажное полотно из микрофибры

Пакет под шифром 211 обладает относительно низким показателем воздухопроницаемости, при этом высоким показателем паропроницаемости, и лучшим показателем суммарного теплового сопротивления при обдуве 5 м/с., следовательно, данный пакет материалов целесообразно применять в деталях теплозащитной одежды, которые непосредственно обдуваются ветром.

Пакет под шифром 112 обладает достаточно высоким показателем паропроницаемости, лучшим показателем суммарного теплового сопротивления в спокойном воздухе, и самым высоким показателем воздухопроницаемости. Следовательно, данный пакет материалов целесообразно применять в деталях теплозащитной одежды, соприкасающихся с коляской, тем самым увеличивая теплозащитные свойства всего изделия.

Пакет под шифром 212 обладает относительно низким показателем воздухопроницаемости, при этом удовлетворительным (средним) показателем паропроницаемости, и удовлетворяет требованиям показателя суммарного теплового сопротивления при обдуже 5 м/с, следовательно, данный пакет материалов целесообразно применять в деталях теплозащитной одежды, которые непосредственно обдуваются ветром.

В исследованиях теплового излучения детей с заболеванием ДЦП установлено, что разные участки тела обладают разной температурой поверхности кожи, и как следствие, требуют более тщательного подбора пакетов материалов, с повышенными теплозащитными характеристиками в областях верхних и нижних конечностей. При этом в области спины и груди важно сохранить тепло, не допуская перегрева организма, особенно учитывая, что дети с диагнозом ДЦП передвигаются в колясках, которые за счет своей конструкции защищают спину ребенка от ветра. На рисунке 3.8 представлена схема расположения пакетов с учетом их основных свойств по суммарному тепловому сопротивлению, воздухопроницаемости и паропроницаемости.

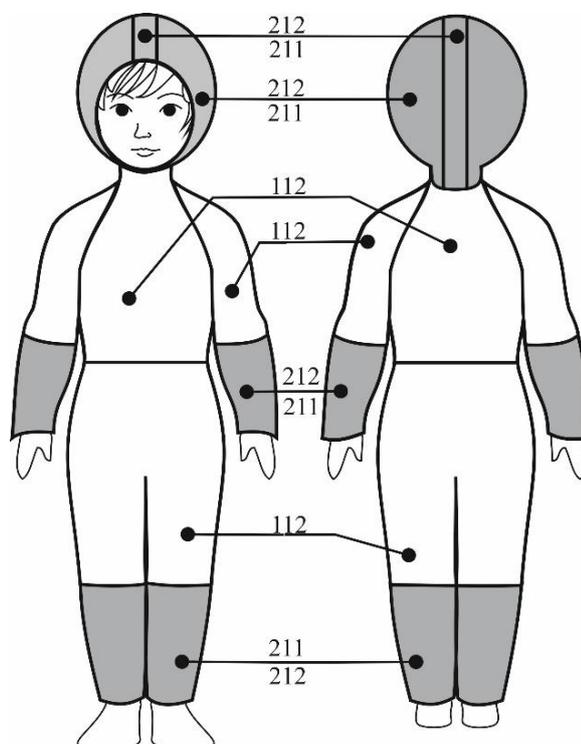


Рисунок 3.8 – Схема распределения оптимальных пакетов материалов в составе теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП

На рисунке 3.8 серым цветом выделены зоны с пакетом материалов под номером 211, для достижения наилучших показателей характеристик качества.

Ввиду отсутствия стандартов и четких требований, предъявляемых к пакетам материалов теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП, предложены критерии подбора оптимальных пакетов на основе рекомендованных диапазонов значений их физических свойств (таблица 3.22).

Таблица 3.22 – Рекомендованные диапазоны значений физических свойств пакетов материалов теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП

Поверхностная плотность, г/м ²	Толщина, мм	Физические свойства			
		Воздухопроницаемость, при 100Па, дм ³ /(м ² ·с)	Паропроницаемость, при 28±2°С, г/м ² ·ч	Суммарное тепловое сопротивление, м ² ·°С/Вт	
				«спокойный воздух»	«обдув при 5 м/с»
≤ 0,72	19– 25	9,2 – 82,8*	≥ 70	≥ 0,792	≥ 0,53

*воздухопроницаемость пакета материалов важно рассчитывать с учетом климатических условий зоны эксплуатации теплозащитной одежды для детей.

Таким образом, в результате проведенных исследований и испытаний установлены основные критерии, предъявляемые к пакетам материалов теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП.

ГЛАВА 4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕПЛОЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ ДЛЯ ДЕТЕЙ С ДИАГНОЗОМ ДЕТСКИЙ ЦЕРЕБРАЛЬНЫЙ ПАРАЛИЧ

В данной главе диссертации рассмотрен процесс и результаты работы по проектированию конструкции и технологии изготовления теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП с учётом антропометрических особенностей и оптимального пакета материалов, установленного в ходе описанных выше исследований.

Представлены результаты оценки теплофизических свойств спроектированной теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП, установленные в процессе опытной носки в естественных климатических условиях. Результаты, представленные в главе, опубликованы в работах [159–162].

4.1 Разработка оптимальных конструкций моделей одежды с учетом антропометрических особенностей

При разработке одежды для детей с диагнозом ДЦП важно учитывать физические особенности, так как они непосредственно влияют на форму одежды и ее конструкцию. В связи с разнообразием причин, форм и тяжести физического состояния ребенка в каждом отдельном случае может потребоваться индивидуально разработанная одежда. Тем не менее, можно выделить общие конструктивные особенности и ряд специфичных членений и разъемов одежды, позволяющих адаптировать её к наиболее часто встречающимся особенностям детей с диагнозом ДЦП. Такая систематизация позволит удешевить процесс проектирования и производства одежды в мало-партийной серии производства [159].

В ходе исследования выявлены наиболее характерные положения тела и конечностей детей с диагнозом ДЦП. Фигуры детей имеют сутулую осанку,

грудная клетка свернута вовнутрь, руки прижаты к груди, голова и шея вытянуты вперед и опущены вниз, часто встречается асимметрия тела и спастика в конечностях. Физиологические особенности детей с ДЦП влияют на процессы терморегуляции организма.

При проектировании теплозащитной детской одежды, обозначенные выше особенности, определяют выбор вида изделий и их конструктивного построения. Наиболее рациональными видами теплозащитных изделий являются комбинезон или комплект, состоящий из полукомбинезона и куртки с кулисками или с эластичной тесьмой по низу изделий. Данные виды изделий обеспечивают целостность и герметичность конструкции, препятствуют проникновению холодного воздуха в пространство под одеждой, следовательно, повышают тепловое сопротивление изделий.

Опрос родителей, имеющих детей с диагнозом ДЦП подтвердил востребованность комбинезонов. Однако ими было отмечено, что типовые модели зимних комбинезонов (представленные на потребительском рынке) не соответствуют предъявляемым требованиям, так как не имеют необходимых разъемов для обеспечения эргономичного одевания детей и недостаточно хорошо сохраняют тепло под одеждой, особенно в области конечностей. Устранению выявленных недостатков способствует выбор оптимального пакета материалов, с повышенным тепловым сопротивлением и усилением защиты в области верхних и нижних конечностей, а также проектирование эргономичных, адаптированных конструкций с учетом правильно выбранных конструктивных прибавок, силуэта, формы, членений и разъемов одежды.

В ходе проведения исследований определены оптимальные линии членений конструкций зимней адаптивной одежды для детей с диагнозом ДЦП, представленные на рисунке 4.1 и описанные ниже [160].

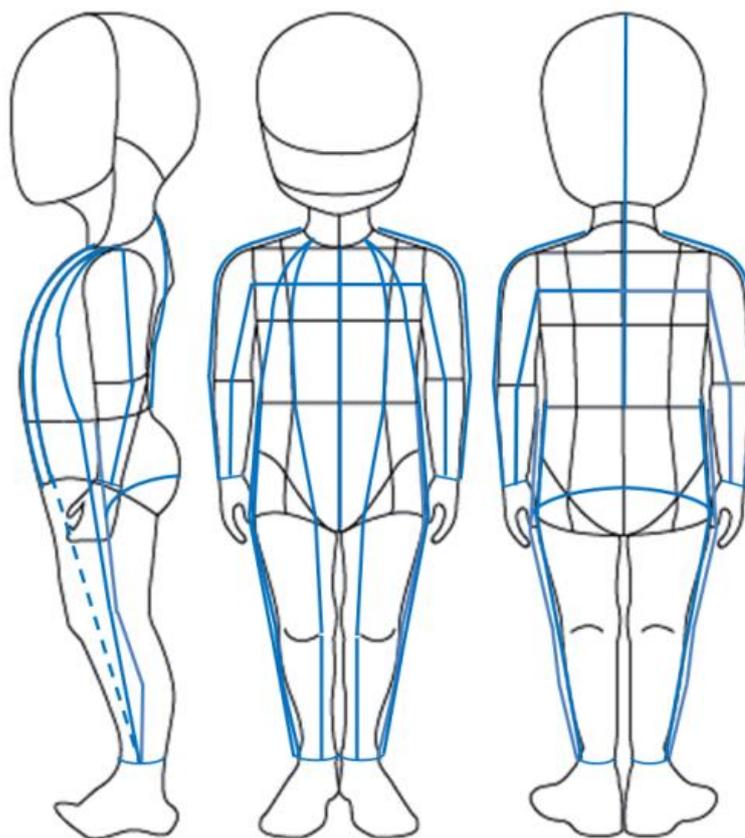


Рисунок 4.1 – Линии членений и разъемов одежды третьего слоя для детей с диагнозом ДЦП

Средняя линия по переду – проходит посередине переда от линии основания шеи до линии бедер. Позволяет конструировать распашную одежду.

Рельефные линии по передней половине комбинезона:

– проходят от линии горловины через линию груди, пересекая линию груди на расстоянии $3/4$ от линии середины переда, далее направлены в сторону бокового шва и от уровня линии бедер спускаются вниз вдоль линии бокового шва до линии щиколотки.

– проходят от линии горловины через линию груди, пересекая линию талии на расстоянии $2/4$ от линии середины переда, далее направлены вертикально вниз до линии щиколотки или чуть смещены в сторону шагового шва.

Расположение застежки «тесма молния» в местах вертикальных членений передней половине комбинезона позволяют достаточно полно раскрывать конструкцию, что обеспечивает эргономичное и комфортное одевание изделия.

Линии членений рукава по верхнему шву, по линии переднего переката, по линии локтевого переката – могут проходить как от линии горловины, так и от линии середины передней или задней половинки комбинезона. На рукавах, для обеспечения их комфортного одевания, могут располагаться дополнительные разъемы с застежками в местах стачивания деталей кроя, например, в переднем, локтевом или верхнем шве. Расположение разъема по нижнему шву рукава так же возможно, но не всегда может быть комфортным в носке.

Линия членения по вертикальной оси спинки – может проходить не только от линии горловины и до пересечения с линией талии, но и по среднему шву капюшона. Расположение застежки в среднем шве капюшона и спинки, позволяет надевать одежду на фигуру спереди, не травмируя руки и застегивать ее по спинке.

Расположение разъема с застежкой возможно также в линии бокового шва до линии талии или линии проймы. В отличие от членения по внутренней стороне ноги – вдоль шагового шва, разъемное членение по боковому шву наиболее комфортно при эксплуатации.

Поперечная линия членения на уровне обхвата бедер сзади (на уровне ягодичных мышц) – наиболее рациональна в изделиях без разъема на спинке для возможности обслуживания в санитарно-гигиенических целях [160].

Обозначенные линии членений были апробированы в ходе изготовления макетов изделий и показали свою эффективность в адаптации одежды к потребностям детей с ДЦП. Так же в ходе экспериментального проектирования были выявлены новые возможные способы членений деталей спинки, переда и рукавов, и особенности линии горловины изделия, представленные на рисунке 4.2.

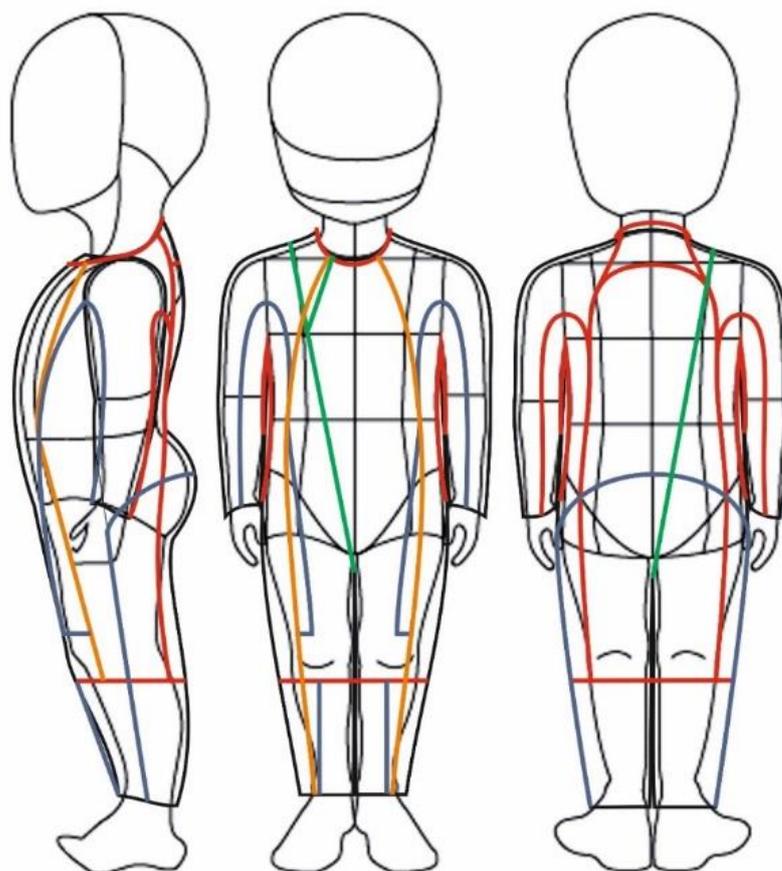


Рисунок 4.2 – Рекомендуемые линии членений и разъемов одежды третьего слоя для детей с диагнозом ДЦП

Стоит отметить изменения в области горловины. Линию горловины по переду следует углубить, так как в большинстве случаев дети с ДЦП имеют сутулую осанку и постановку шей, вытянутую вперед в виде «гусиной шеи». По спинке линию ростка следует поднять в целях обеспечения прилегания к шее и исключения конструктивного зазора, а также для обеспечения лучшего прилегания к шее следует учесть посадку по линии ростка при производстве изделия.

Новые линии членений (разъемов) по спинке (рисунок 4.2), расположены симметрично относительно вертикальной оси, проходят по рельефной линии отрезного бочка и переходят в задний (локтевой) шов рукава. Они так же могут переходить в линию горловины или середины спинки. В данных членениях предлагается располагать застежку «тесьма-молния», что позволит улучшить эргономику изделия и обеспечит более комфортный способ одевания рукавов.

На деталях брюк предложено ввести горизонтальное членение ниже линии колена, чтобы обеспечить неразъемность конструкции в этой области для большей герметичности. Возможно размещение отложных цельнокроеных манжет по низу брюк, что позволит при их отгибании закрывать стопу ребенка, обеспечивая дополнительную защиту от холода.

Диагональное членение, идущее от середины линии плеча в среднюю линию спинки или переда (линия зеленого цвета) позволяет освобождать поочередно правую и левую часть тела. Этот разъем наиболее удобен при большой асимметрии тела и снижении двигательной активности верхних и нижних конечностей с одной стороны тела.

Результаты экспериментальной работы, по выявлению рациональных членений и разъемов адаптивной одежды для детей с диагнозом ДЦП нашли отражение при разработке коллекции зимней верхней одежды [161]. Художественные эскизы коллекции представлены на рисунке 4.3.

Коллекция составлена из трех базовых цветов – синий, розовый, зеленый. Изделия в коллекции имеют преимущественно прямой силуэт, в некоторых комплектах силуэт может трансформироваться в «трапецию» и «шар». Такая трансформация помогает скорректировать особенности фигуры и лучше замкнуть тепловой контур изделий.

Коллекция состоит из комбинезонов и комплектов, состоящих из курток и полукombинезонов (рисунок 4.3). Коллекция разработана в спортивном стиле, прямого силуэта, с рукавом покроя реглан, воротник стойка. В рельефных швах (моделей «А», «В», «Г») расположена застежка «тесма-молния». В модели «В» переходящая в передние швы рукавов. В модели «Б» на полочке размещена центральная застежка на тесму-молнию, Разъемные соединения с застежкой «тесма-молния» также расположены в боковых швах с переходом в нижние швы рукавов для обеспечения возможности увеличения свободы в пройме изделия. В модели «Д» ассиметричная застежка «тесма-молния» расположена на передней части изделия. Все застежки имеют клапан в виде планки, отделанной

декоративной строчкой. Комбинезоны оснащены кулиской с применением эластичной тесьмы по линии пояса и на манжетах рукавов и брюк.



а



б



в



г



д



е

Рисунок 4.3 – Эскизы коллекции, а- «Комбинезон А», б- «Комплект Б» куртка и полукombинезон, в- «Комплект В» анорак и брюки, г- «Комбинезон Г», д- «Комбинезон Д», е – «комплект Е» анорак и брюки.

По низу курток также расположены кулиски с эластичной тесьмой. Модели имеют нагрудные карманы с листочкой и накладные карманы в области живота и бедер. Таким образом, обеспечивая эргономичность моделей с максимальным комфортом при одевании и раздевании ребенка.

В качестве экспериментального проектного решения выбран «Комбинезон А», рисунок 4.3а. Технический эскиз комбинезона представлен на рисунке 4.4.

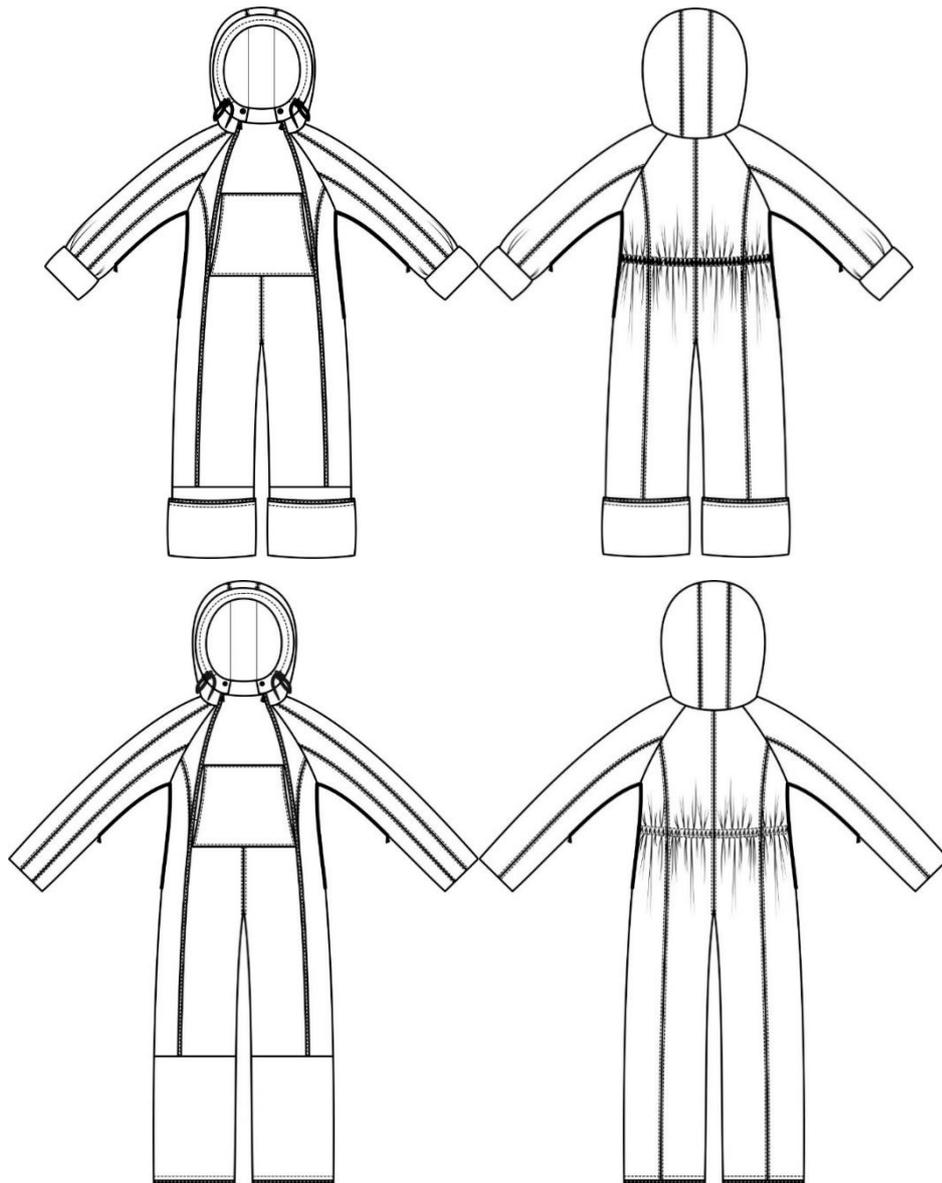


Рисунок 4.4 – Технический рисунок модели «комбинезон А»

Описание модели: модель разработана в спортивном стиле, прямого силуэта, с капюшоном, воротником стойкой расположенном в передней центральной части комбинезона, и рукавом покроя реглан. В рельефных швах передних половинок

комбинезона расположены застежки на «тесьма-молния» идущие от линии горловины до горизонтальной линии членения брюк. Линия членения расположена ниже линии колен. На боковых частях передних половинок имеются декоративные членения. Центральная часть передней половинки комбинезона отрезная по линии талии, на ней расположен накладной карман «кенгуру» с боковыми входами. Задние половинки комбинезона с рельефными швами от линии реглана до линии низа изделия. На линии талии расположена кулиска с эластичной тесьмой. Низ изделия имеет цельнокроенные манжеты, при отгибании которых закрывается стопа ребенка. По низу брюк расположена застежка «тесьма-молния», которая позволяет закрыть отверстие и обеспечить герметичность изделия. Рукава реглан с верхним и нижним швами. На передних и задних половинках рукава имеются рельефные швы. В нижних швах рукава и боковых швах изделия (до линии бедер) расположена застежка «тесьма-молния», которая обеспечивает удобство надевания рукавов. По низу рукава так же расположена «тесьма-молния», которая позволяет закрыть отверстие и обеспечить герметичность изделия. Все застежки изделия имеют защитный клапан. Горловина изделия оформлена капюшоном, состоящим из трех частей. По линии переднего среза капюшона расположена декоративная планка с кулиской и люверсами, она фиксируется на центральной части комбинезона при помощи кнопок. В кулиску продет шнур, на концах шнура расположены фиксаторы, позволяющие регулировать прилегание капюшона.

Для построения конструкции зимнего комбинезона на мальчика возраста 8 лет выбрана методика ЕМКО СЭВ. Исходными данными при разработке конструкции являются размерные признаки фигуры, данные о прибавках и пакете материалов.

В целях выявления отклонений индивидуальных размерных признаков детей с заболеванием ДЦП и типовых размерных признаков, представленных в ГОСТе [163], произведены замеры размерных признаков детей с заболеванием ДЦП.

Стоит отметить, что у детей с ДЦП предоставляется возможным снять не все размерные признаки, а только те, которые комфортны для ребенка и не нарушают его физиологического состояния, также некоторые размерные признаки снимаются

не вертикально стоя на полу как того требует ГОСТ, а в положении лежа. В таблице 4.1 приведено сравнение значений индивидуальных и типовых размерных признаков [163].

Таблица 4.1 – Соотношение величин размерных признаков детей с диагнозом ДЦП и величин типовых размерных признаков детей младшей школьной возрастной группы по ГОСТ 17917-86

Номер размерного признака согласно ГОСТ	Наименование размерного признака	Обозна- чение размерного признака	Величина размерного признака по ГОСТ, см	Величина размерного признака детей с диагнозом ДЦП, см			Отклонение размерного признака, Δ, см
				5	6	7	
1	2	3	4	5			6
1	Рост	Р	116	114	115	117	2
9	Высота коленной точки	Вк	31,4	29,0	30,6	32,3	-0,9...2,4
13	Обхват шеи	Ош	28,6	32,5	29,8	32,1	-3,9...-1,2
16	Обхват груди третий	Ог ₃	64,0	61,0	63,0	64,0	3,0...0,0
18	Обхват талии	От	54,0	47,0	50,0	50,0	4,0...7,0
19	Обхват бедер с учетом выступа живота	Об	66,8	54,0	56,4	57,8	9,0...12,8
20	Обхват бедер без учета выступа живота	Об ₁	64,7	54,0	56,2	57,6	7,1...10,7
21	Обхват бедра	Обед	37,5	30,0	30,2	30,5	7,0...7,5
22	Обхват колена	Ок	27,2	23,0	23,8	24,1	3,1...4,2
23	Обхват икры	Ои	25	21,0	21,5	22,3	2,7...4,0
24	Обхват над лодыжкой	Ол	18,1	14,5	14,6	16,2	1,9...3,6

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4	5			6
25	Расстояние от линии талии до пола сбоку	Дсб	69,8	63,0	64,5	66,7	3,1...6,8
26	Расстояние от линии талии до пола спереди	Дсп	70,2	63,4	64,9	67,1	3,1...6,8
27	Длина ноги по внутренней поверхности	Дн	50,8	49,0	49,7	50,3	0,5...1,8
28	Обхват плеча	Оп	19,2	17,0	17,3	18,4	0,8...2,2
29	Обхват запястья	Озап	13,2	10,0	10,1	10,5	2,7...3,2
31	Длина плечевого ската	Шп	10,6	6,0	6,3	7,4	3,2...4,6
32	Расстояние от точки основания шеи до лучевой точки	Дошл	31,9	33,0	29,8	33,2	-1,3...2,1
33	Расстояние от точки основания шеи до обхвата запястья	Дошз	48,6	50,0	50,2	52,1	-3,5...-1,4
40	Длина спины до талии с учетом выступа лопаток	Дтс	28,9	28,9	29,1	29,8	0,0...-0,9

Окончание таблицы 4.1

1	2	3	4	5			6
43	Расстояние от линии талии сзади до точки основания шеи сбоку	Дтс ₁	30,8	30,8	31,9	32,7	0,0...-1,9
45	Ширина груди	Шг	24,3	23,0	23,2	24,3	1,3...0,0
46	Расстояние между сосковыми точками	Цг	14,3	13,5	13,6	14,3	0,8...0,0
47	Ширина спины	Шс	27,5	30,0	30,7	31,5	-2,5...-4,0
76	Расстояние от шейной точки до точки основания шеи сбоку (полуобхват шеи сзади)	Дшош	7,5	8,2	7,5	8,0	0...-0,7
77	Дуга через паховую область	Дпах	50,2	60,5	62,9	65,2	-15...-10,3
109	Ширина подмышечной впадины	Шпв	6,7	8,0	9,1	8,2	-2,4...-1,3

Из данных, представленных в таблице 4.1, можно сделать вывод о существенном отклонении значений размерных признаков детей с диагнозом ДЦП от значений, представленных в ГОСТ 17917-86.

Основным различием типовых фигур детей с заболеванием ДЦП и типовых фигур, представленных в ГОСТ 17917-86 для младшего школьного возраста (мальчиков 8 лет) является отклонение по росту. Для целей конструирования одежды младшего школьного возраста, первой полнотной группы рекомендованы

типовые фигуры 122-60-54, 122-64-57, в то время как размеры фигур у детей с диагнозом ДЦП в возрасте 8 лет приближены к типовой фигуре 116-60-54 (дошкольного возраста). Такое несоответствие размерной типологии затрудняет подбор одежды для детей с диагнозом ДЦП из представленного на рынке ассортимента одежды для здоровых детей.

Из таблицы 4.1 можно заметить, что у детей с заболеванием ДЦП увеличен обхват шеи, увеличены длина спины до талии с учетом выступа лопаток и ширина спины, ширина подмышечной впадины, расстояние от точки основания шеи до лучевой точки, расстояние от точки основания шеи до обхвата запястья, дуга через паховую область. При этом ширина груди меньше значений представленных в ГОСТ. Верхние конечности длиннее, а нижние короче по сравнению со значениями размерных признаков, представленных в ГОСТ [163].

Разработка конструкции велась с учетом размерных признаков индивидуальной фигуры мальчика ростом 116 см и обхватом груди 64 см, за исключением тех размерных признаков, измерение которых не предоставлялось возможным в связи с физиологическими особенностями детей с заболеванием ДЦП, они взяты из ГОСТ 17917-86.

Расчеты для построения конструкций комбинезона производились по методике ЕМКО СЭВ на основе рекомендаций по проектированию базовой конструкции куртки и брюк для мальчиков младшей школьной возрастной группы. Расчеты представлены в таблицах 4.2 и 4.3.

Таблица 4.2 – Расчеты для построения базовой конструкции куртки

Отрезок	Формула	Исходная величина отрезка	Прибавка общая	Величина отрезка
1	2	3	4	5
11-91	$T40+0,5+(T7-T12) +П$	49,30	4,10	53,40
11-21	$0,3T40 +П$	8,67	2,10	10,77
11-31	$T39 +П$	14,10	2,10	16,20

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	1	2
11-41	T40+1,0 +П	29,9	2,10	32,00
41-51	0,65(T7-T12) +П	12,94	-	12,94
31-33	0,5T47+П	15,00	3,35	18,35
33-35	T57 ² +П (ШП)	7,50	7,30	14,80
35-37	0,5(T45+T15-T14) +П	12,55	3,90	16,45
31-37	/31-33/+33-35/+35-37/	35,05	14,55	49,60
37-47	T40-1,0-T39 +П	15,80	-	15,80
47-57	0,65(T7-T12) +П	12,94	-	12,94
47-97	T7-T12 +П	20,00	3,00	23,00
33-13	0,5(T38+1,5) П	11,45	2,00	13,45
35-15	0,45(T38+1,5) +П	10,30	2,20	12,50
33-331	П	-	5,00	5,00
35-351	П	-	5,00	5,00
331-341	0,62/33-35/+a ₁₇ , (a ₁₇ =0,0)	8,86	-	8,86
351-341'	0,38/33-35/- a ₁₈ , (a ₁₈ =0,5)	4,90	-	4,90
331-332	0,62/33-35/+a ₁₉ , (a ₁₉ =0,5)	9,36	-	9,36
R332-342	0,62/33-35/+a ₁₉ , (a ₁₉ =0,5)	9,36	-	9,36
R341-342	0,62/33-35/+a ₁₉ , (a ₁₉ =0,5)	9,36	-	9,36
341-332	К	-	-	-
R33-13	К	-	-	-
351-352	0,38/33-35/-a ₂₁ , (a ₂₁ =0,5)	4,90	-	4,90
R352-343	0,38/33-35/-a ₂₁ , (a ₂₁ =0,5)	4,90	-	4,90
R341'-343	0,38/33-35/-a ₂₁ , (a ₂₁ =0,5)	4,90	-	4,90
341'-352	К	-	-	-
R35-15	К	-	-	-
11-111	O11	0,50	-	0,50
41-411	O41	0,50	-	0,50
51-511	O51	0,50	-	0,50
91-911	O91	0,50	-	0,50
11-12	0,18T13+П	5,15	2,60	7,75
111'-12	0,18T13+П	5,15	2,60	7,75

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4	5
11-112	0,25/11-12/	1,94	-	1,94
111-112	0,25/111-12/	1,94	-	1,94
12-121	0,06Т13+П	1,72	-	1,72
13-14	0,02Т47	0,55	-	0,55
121-122	0,4/121-14/	4,64	-	4,64
31-32	0,17Т47+О11+П	5,18	1,65	6,83
122-22	(0,4/0,5)*/122-32/	8,75	-	8,75
122-22-122	В ₃₄ -1,7 tnn -0,9ПC ₃₁₋₃₃ , ($tnn=0,5$)	-	-	11,7°
R122-14'	122'-14	9,00	-	-
R22-141	22-14'	11,40	-	-
121-113	К	-	-	-
11-113	К	-	-	-
R121-114	/121-113/-a ₃₉	-	-	-
R112-114	/121-113/-a ₃₉	-	-	-
121-112	К	-	-	-
14'-342'	К	-	-	-
332-342'	К	-	-	-
R14'-342''	14'-342'	-	-	-
R14'-342''	14'-342'	-	-	-
332-14'	К	-	-	-
47-471	0,24Т18-0,5*(Т45+Т15-Т14)	0,41	-	0,41
471-46	0,5Т46+П	7,15	1,95	9,10
46-471'	К	-	-	-
46-36	Т36-Т35+П	13,00	-	13,00
36-371	471-46	9,10	-	9,10
36-372	Т35-Т34+П	3,70	1,95	5,65
R36-372'	36-372	5,65	-	5,65
372-372'	0,5(Т15-Т14)-0,25ПC ₃₅₋₃₇	0,40	0,05	0,41
R36-371'	36-371	-	-	-
371'-361	0,18Т13+П	5,15	3,15	8,30
R36-16	Т44-(Т40+1,0+0,06Т13-0,3)- -(Т36-Т35) +П	14,68	3,60	18,28
R16-14''	121-14	-	-	-

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4	5
16-161	0,215Т13+П	6,15	2,8	8,95
16-171	К	-	-	-
17-171	К	-	-	-
R16-172	16-171	-	-	-
R17-172	16-172	-	-	-
16-17	К	-	-	-
14''-343'	К	-	-	-
352-343'	К	-	-	-
R14''-343''	14''-343'	-	-	-
R352-343''	14''-343'	-	-	-
352-14''	К	-	-	-
411-470	0,5Т18+П	27,00	-	К = 27
511-570	0,5Т19+П	33,40	13,6	47,00
Расчетные параметры проймы и оката рукава				
ДП	$0,96(Т38+1,5)+(П_{33-13}+П_{35-15})+0,57(Т57+П_{33-35})+2/33-331/$	43,75	-	43,75
ПОР	$H*ДП, H=0,03$	1,31	-	1,31
ДОР	$(1+H)*ДП$	45,06	-	45,06
ШОР	$0,425*ДОР$	19,15	-	19,15
Рукав БК				
351'-331	$/33-35/+0,2*(ШОР-ШП)$	14,30	-	14,30
331-341	$0,62/331-351'/+a_{17}, a_{17}=0$	9,36	-	9,36
351-341'	$0,38/331-351'/'-a_{18}, a_{18}=0,5$	4,90	-	4,90
331-332	$0,62/331-351'/'/+a_{19}, a_{19}=0,5$	9,36	-	9,36
R332-342	$0,62/331-351'/'/+a_{19}, a_{19}=0,5$	9,36	-	9,36
341-332	К	-	-	-
351'-352	$0,38/331-351'/'/+a_{21}, a_{21}=0,5$	4,90	-	4,90
R352-343	$0,38/331-351'/'/+a_{21}, a_{21}=0,5$	4,90	-	4,90
R141'-343	$0,38/331-351'/'/+a_{21}, a_{21}=0,5$	4,90	-	4,90
341-352	К	-	-	-

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4	5
351'-351	0,2(ШОР-ШП)	2,70	-	2,70
351-333	ШОР		-	19,15
333-13	$0,885\text{ДОР} * \sqrt{0,25 - \left(\frac{\text{ШОР}^2}{\text{ДОР}}\right)}$	11,35	-	11,35
13-14	0,45/351-333/	8,60	-	8,60
13-141	0,73/351-333/	13,90	-	13,90
15-141'	15-141	5,28	-	5,28
141'-353	0,5/141'-343/	7,70	-	7,70
R353-354	353-343	-	-	-
141-142	141-15	-	-	-
14-143	0,5/14-141/	-		
13-131	0,3/333-13/	3,40	-	3,40
131-334	0,5/131-342/	6,75	-	6,75
R344-345	344-342	-	-	-
13-133	13-133'	-	-	-
133-134	0,5/133-131/	2,75	-	2,75
133-144	0,5/133-14/	-	-	
	β_{37}	-	-	1,0°
13-133-93	T33-T31+П	38,00	6,90	44,90
13-133-43	T32-T31+П	21,30	4,10	25,40
95-931	0,5T29+П	6,60	10,10	16,70
95-94	0,5/95-931/	8,35	-	8,35
БК капюшона утепленной куртки				
16-161	С чертежа переда	-	-	9,35
161-17	С чертежа переда	-	-	8,6
R16-172	С чертежа переда	-	-	-
R17-172	С чертежа переда	-	-	-
16-17	К	-	-	-
β_4	Постоянная	-	-	10,0°
16-06	1,285(T1-T4) +П	30,20	3,80	34,00
17-07	К	-	-	-

Окончание таблицы 4.2

1	2	3	4	5
07-01	0,4Т48+П (0,4*52,9) +3,3	21,16	3,3	24,46
01-061	0,5/07-01/	12,23	-	12,23
01-011	01-061	-	-	-
R 061-0	01-061	-	-	-
R 011-0	01-061	-	-	-
061-011	К	-	-	-
R 01-111	16-06	34,00	-	34,00
R16-111	111-121+1,0 с чертежа спинки	10,00	-	10,00
111-012	К		-	
16-162	0,33*16-17 с чертежа	4,50	-	4,50
162-n1	К	-	-	-
R162-01	162- n1	-	-	-
R111-01	162- n1	-	-	-
111-162	К	-	-	-
R162-16	162- 16	-	-	-
16'-16''	Постоянная	3,00	-	3,00
R16'-111''	16'-111	-	-	-
R0-111'	0-111	-	-	-
111'-012''	К	-	-	-
R111'-01'	111-01	-	-	-
R 16-01'	111-01	-	-	-
111'-16''	К	-	-	-

Таблица 4.3 – Расчеты для построения базовой конструкции брюк

Отрезок	Формула	Исходная величина отрезка	Прибавка общая	Величина отрезка
1	2	3	4	5
41-51	0,65(T7-T12)-2,0+П	11,13	0,13	11,26
51-57	0,5T19+П	34,25	15,00	49,25
51-54	0,53(51-57)	26,10	-	26,10
44'-940	T26-2,0+П	68,20	0,82	69,02
940-441'	T25-2,0+П	67,80	1,50	69,30
54'-57	0,47(51-57)	23,15	-	23,15

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4	5
940-440	T8+Π	62,80	0,76	63,56
940-64	T27+1,0+Π	51,80	0,64	52,44
940-74	T9+Π	31,40	0,58	31,98
940-94	0,04T1-2,5	2,14	-	2,14
51-58	0,665(0,2T19-1,0) +Π	8,22	0,79	9,01
57-58'	0,335(0,2T19-1,0) +Π	4,14	0,55	4,69
58-52	0,5(/51-58/+51+54/)	17,67	-	17,67
54'-56	0,5(/54'-57/+57+58'/)	14,00	-	14,00
72-78	0,275T22+Π	7,48	6,16	13,64
72-741	0,275T22+Π	7,48	6,16	13,64
76-741'	0,225T22+Π	6,12	5,51	11,63
76-78'	0,225T22+Π	6,12	5,51	11,63
92-98	0,275T51+Π	6,93	6,32	13,25
92-941	0,275T51+Π	6,93	6,32	13,25
96-941'	0,225T51+Π	5,67	5,58	11,25
96-98'	0,225T51+Π	5,67	5,58	11,25
41-470	0,5T18+Π	27,00	2,45	29,45
72-742	0,75/52-54/-1,75	11,53	-	11,53
54-44	54-44'	-	-	-
R54-411	54'-441'	-	-	-
R54-511	54-51	-	-	-
R44-411	54-51	-	-	-
511-411	51-11	-	-	-
411-420	0,12/41-470/	3,70	-	3,70
51-512	0,5/51-511/	-	-	-
68-681	a ₃₁	-	-	-
R681-582	/68-581/-a ₃₂ , a ₃₂ =0	-	-	-
R512-582	/68-581/- a ₃₂	-	-	-
681-512	K	-	-	-
57-571	a ₃₃	0,50	-	0,50
68'-581'	68'-58'	-	-	-
R68'-582'	68'-581'- a ₃₄ , a ₃₄ =0	-	-	-
R571-582'	68'-581'- a ₃₄ , a ₃₄ =0	-	-	-
68'-571	K	-	-	-

Базовые конструкции куртки и брюк для зимнего сезона, представлены на рисунках 4.5 – 4.9.

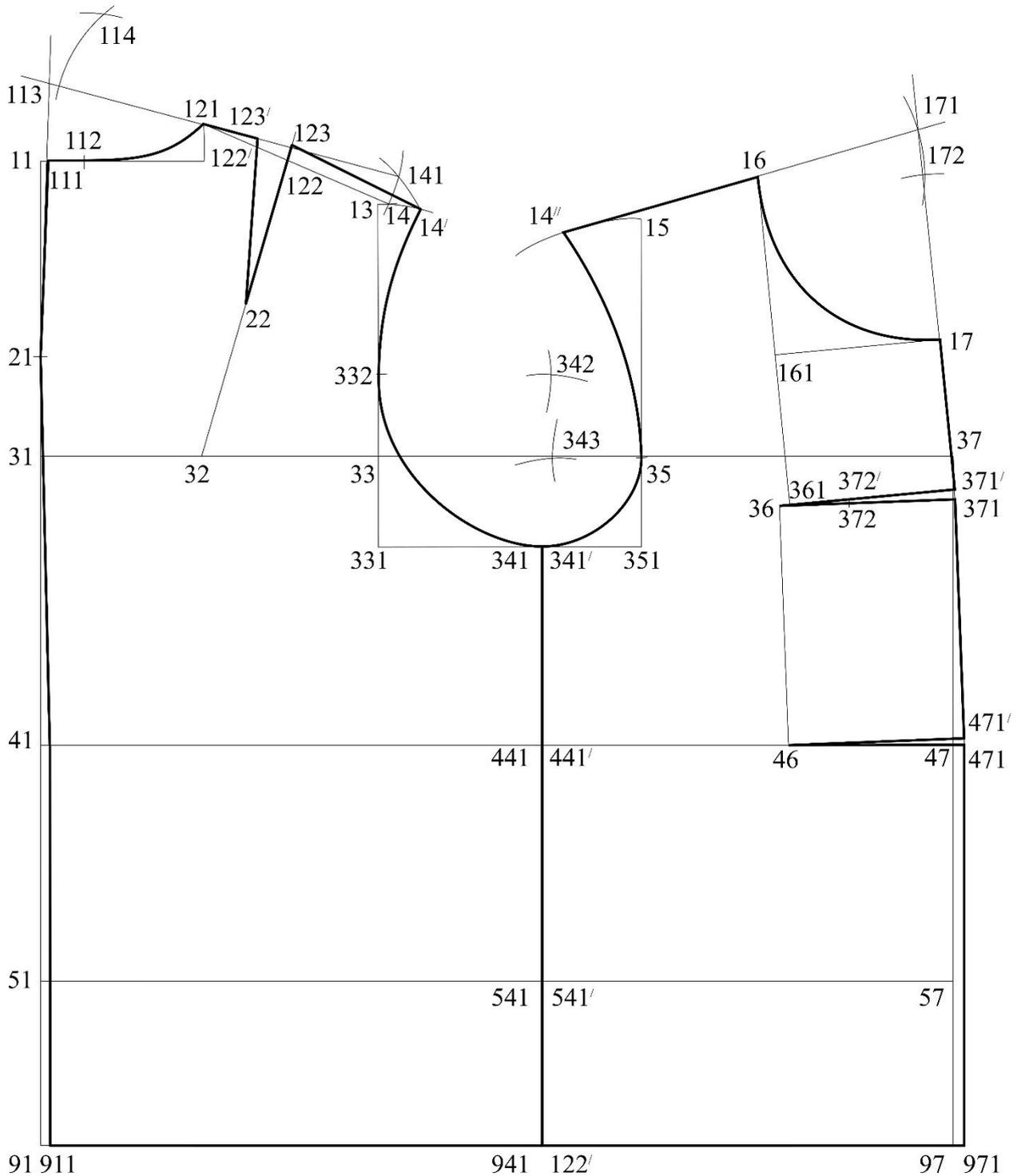


Рисунок 4.5 – Базовая конструкция куртки

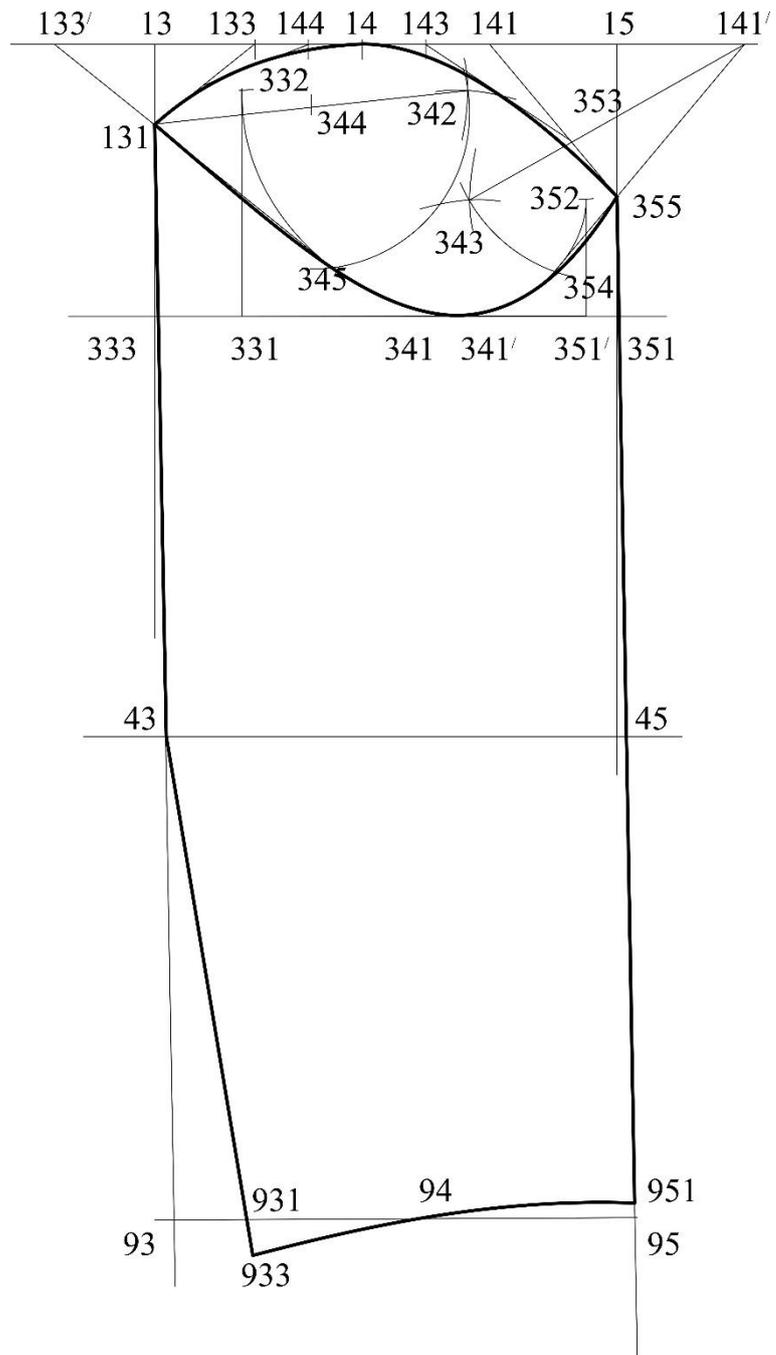


Рисунок 4.6 – Базовая конструкция рукава

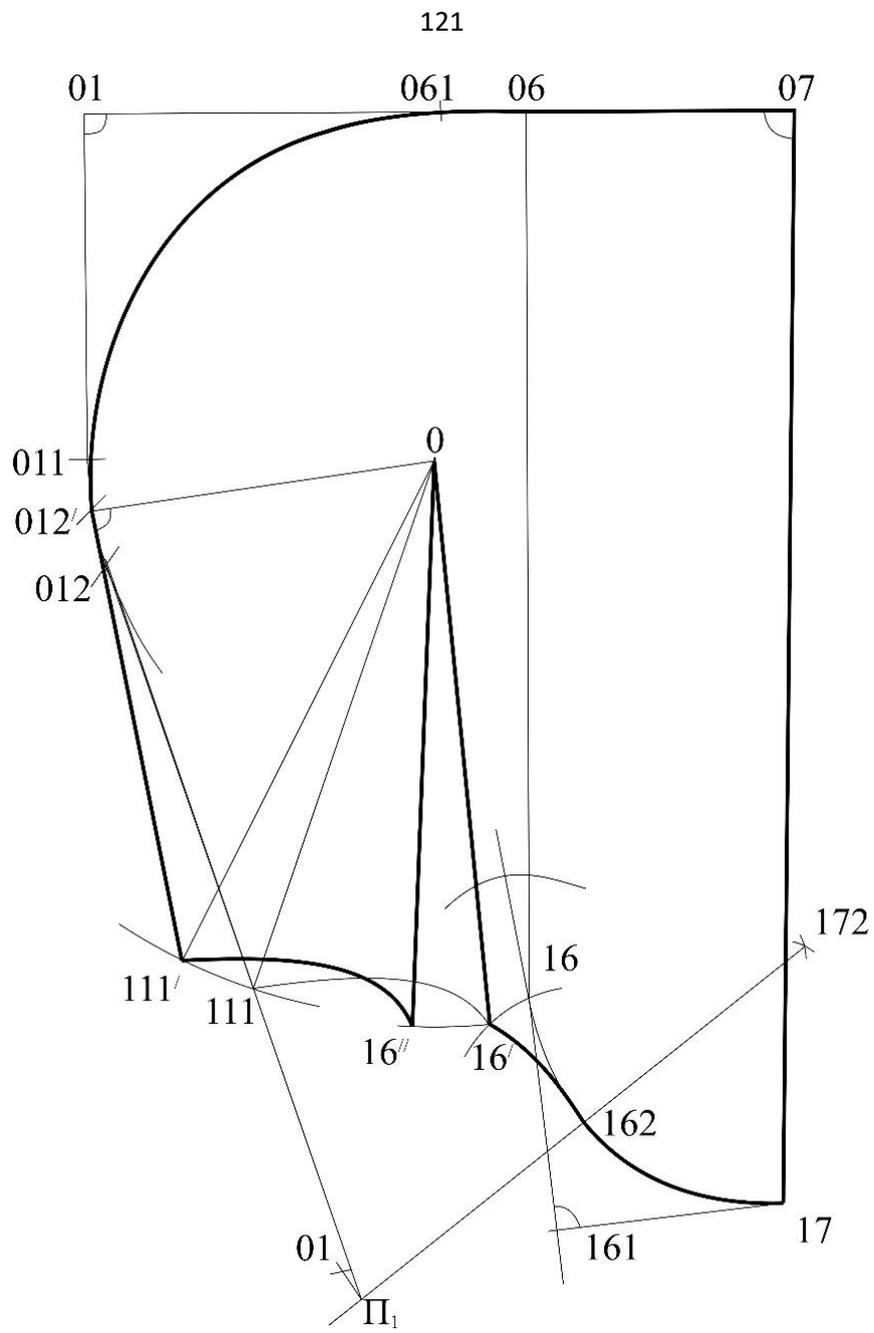


Рисунок 4.7 – Базовая конструкция капюшона

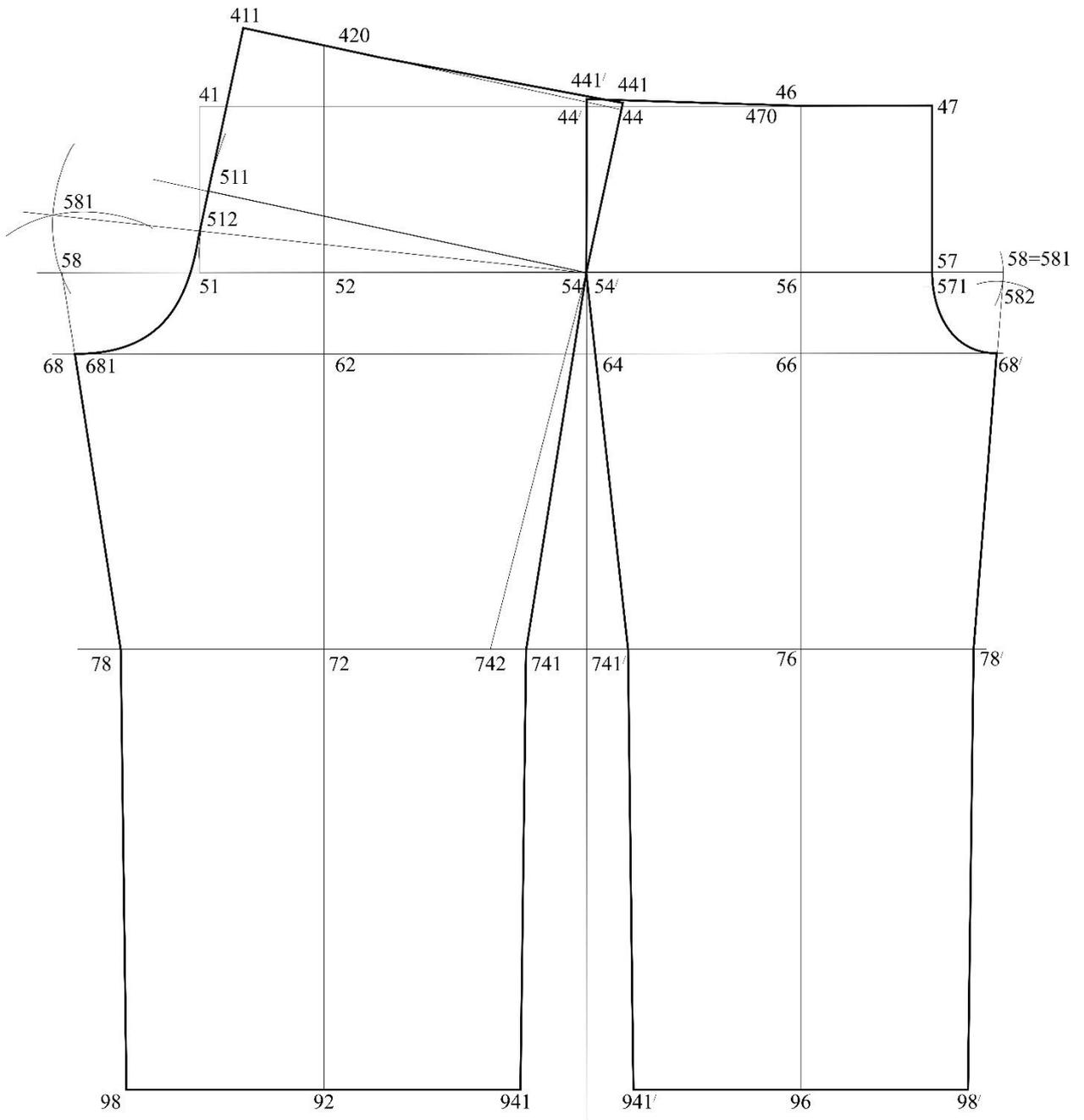


Рисунок 4.8 – Базовая конструкция брюк

В процессе построения базовой конструкции брюк отклонений в значении размерных признаков не выявлено.

Из полученных базовых конструкций куртки и брюк составлена модельная конструкция комбинезона, которая представлена на рисунке 4.9.

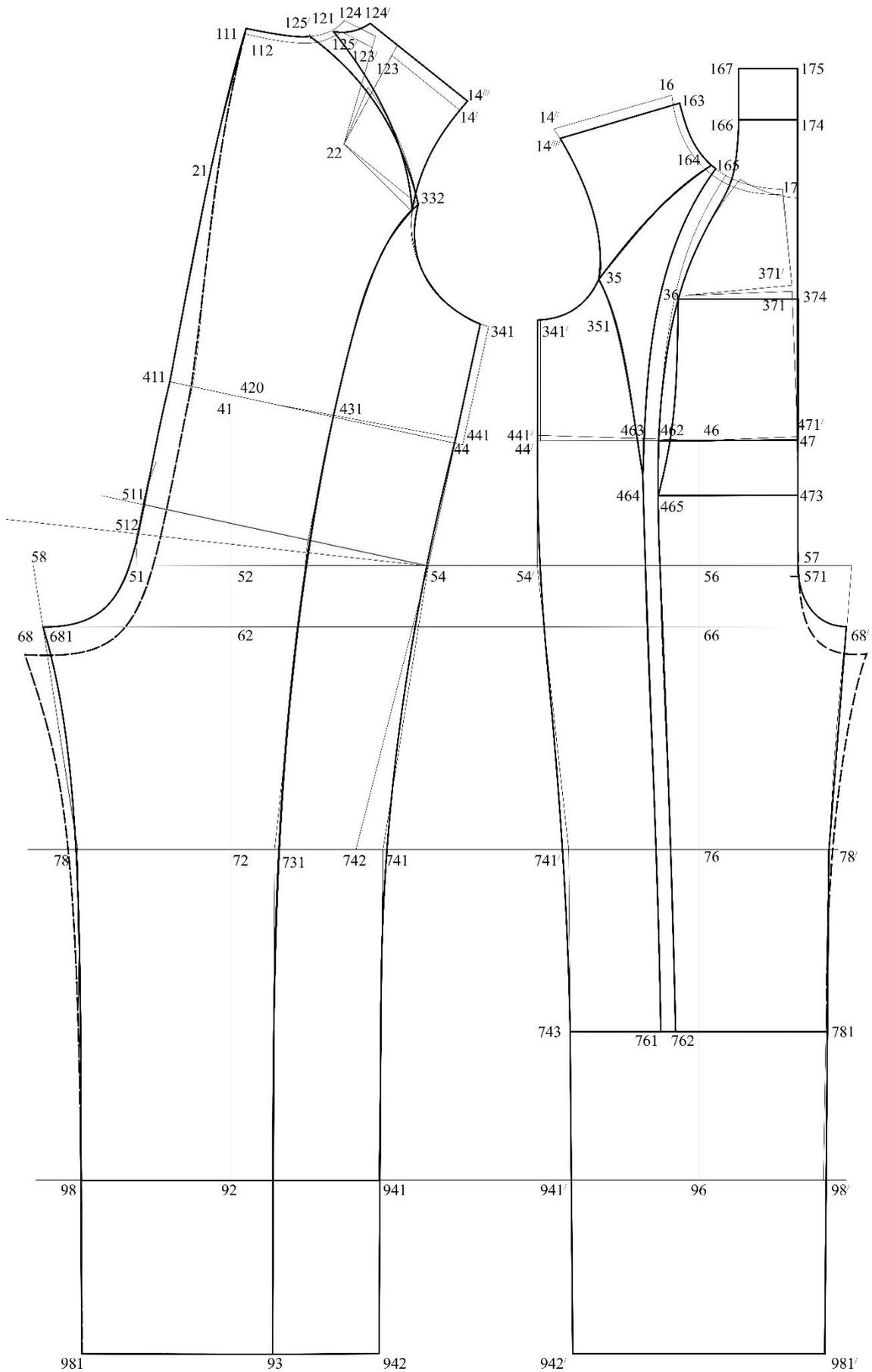


Рисунок 4.9 – Модельная конструкция комбинезона

Далее проведено моделирование конструкции согласно эскизу (рисунок 4.3*a*) и получена исходная модельная конструкция зимнего комбинезона.

Ввиду определенной конфигурации линии талии на переде и спинке лифа, при совмещении деталей лифа переда и передней половинки брюк по линии середины переда получается зазор равный 1 см для того, чтобы обеспечить одинаковую длину швов по боковому шву передней и задней половинки.

По переду от линии горловины вниз до середины отрезка 741-941' расположен рельеф для втачивания застежки «тесьма-молния». Сформирован отрезной бочок. Также смоделирована декоративная вставка треугольной формы на лифе переда. Полученная модельная конструкция спинки имеет рельеф, проходящий из точки 332, расположенной на линии проймы и спускающийся к нижнему срезу брюк. По линии талии размечено место расположения кулиски.

По низу брюк сформирован манжет в случае отворота которого появляется возможность закрыть ступни. Согласно эскизу построен накладной карман по переду изделия имитирующий муфту, для создания возможности дополнительного утепления кистей рук ребенка и возможности их фиксации в стационарном положении.

На основе втачного рукава спроектирован рукав покроя «реглан» с двумя рельефами по передней половинке и рельефом по задней половинке (рисунок 4.10).

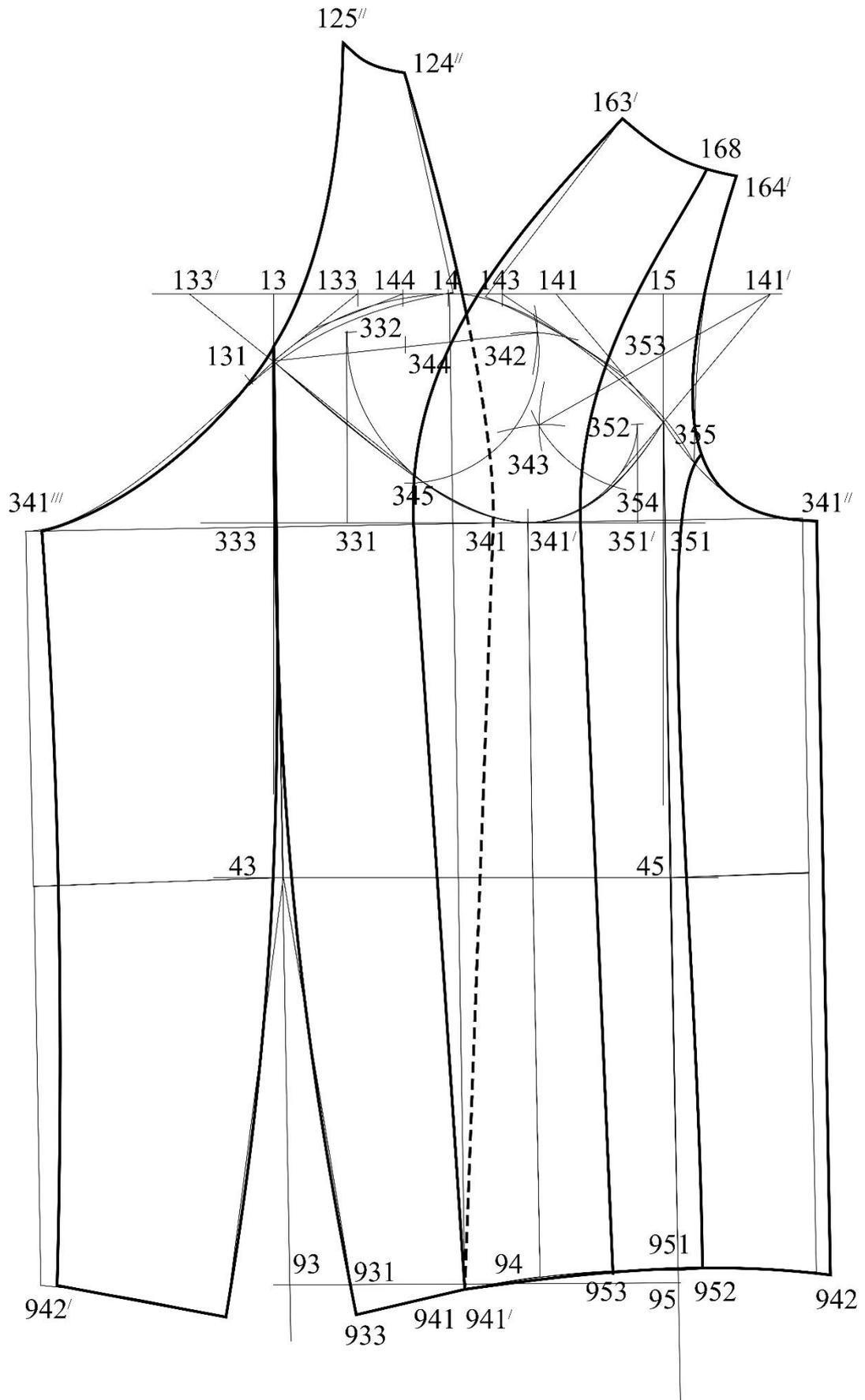


Рисунок 4.10 – Модельная конструкция рукава

Модельная конструкция капюшона представлена на рисунке 4.11.

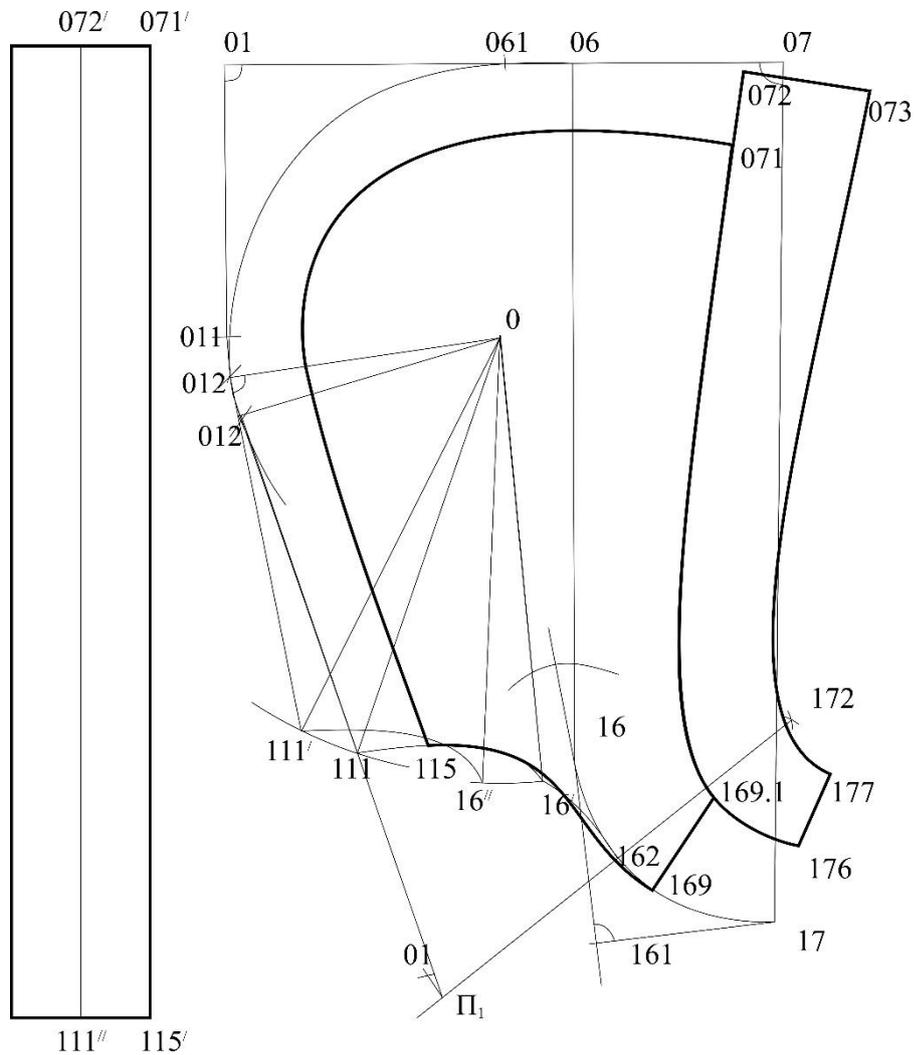


Рисунок 4.11 – Модельная конструкция капюшона

На основе модельных конструкций теплозащитного комбинезона разработан комплект лекал деталей изделия. В целях обеспечения большего комфорта в период носки лекала подкладки не имеют конструктивно-декоративных членений.

Далее был изготовлен макет изделия. При изготовлении макета особые трудности вызвали зона проймы-рукав в части сопряжения деталей рельефов, а также линия втачивания застежки, в области притачивания к нижней части передней половинки комбинезона. Особые технологические трудности вызывал этап притачивания подкладки.

Примерка макета выявила следующие замечания: излишне заниженная линия проймы рукава; узкий рукав в нижней части; избыточная ширина спинки; не достаточная глубина сиденья; недостаточная ширина брюк.

В целях устранения выявленных недостатков проведена корректировка конструкций и лекал деталей изделия. Изменения контуров деталей показаны на рисунке 4.9 пунктирными линиями.

Задняя половинка комбинезона заужена на 2 см в области среднего шва от линии горловины. На 2,5 см уменьшена длина шагового шва вниз от средней линии задней половинки комбинезона. Ширина брюк внизу увеличена на 4,5 см.

На основе откорректированных лекал изготовлен опытный образец изделия из рекомендованных в предыдущих главах материалов. Для оценки показателей образца, он подвергался опытной носке.

4.2 Разработка технологической последовательности изготовления модели теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП

Предложенная модель комбинезона для детей с диагнозом ДЦП имеет множество конструктивных, конструктивно-декоративных членений и разъемов, что усложняет технологический процесс изготовления изделия. Но при этом позволяет обеспечить эргономичность надевания адаптивного комбинезона.

Особенности технологии изготовления по большей части касаются обработки разъемов, в которых расположены застежки «тесма-молния», а также процесса соединения подкладки с изделием.

Технология изготовления комбинезона «А» включает в себя три основных этапа:

- 1- Обработка деталей верха комбинезона из основной ткани, притачивание утепляющего материала;
- 2- Обработка деталей подкладки комбинезона;
- 3- Монтаж изделия.

Технологическая последовательность изготовления детского комбинезона модели «А» представлена в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Технологическая последовательность изготовления детского комбинезона модели «А»

№ п/п	Наименование операции	Специальность	Разряд	Затрата времени, сек
1	2	3	4	5
I	<u>Заготовка частей изделия</u>			
	<u>Планки</u>			
1	Стачать детали планки переда с утепляющей прокладкой	М	3	120
2	Вывернуть планки переда	Р	3	40
3	Простегать планки переда	М	4	480
4	Стачать детали планки рукавов и боковых срезов с утепляющей прокладкой	М	3	90
5	Вывернуть планки рукавов и боковых срезов	Р	3	40
6	Простегать планки рукавов и боковых срезов	М	4	360
7	Притачать застежки «тесьма-молния» к защитным планкам переда	М	4	120
	<u>Обработка деталей капюшона</u>			0
8	Стачать обтачку капюшона с утепляющей прокладкой	М	4	120
9	Стачать центральную планку капюшона с утепляющей прокладкой	М	4	90

Продолжение таблицы 4.4

1	2	3	4	5
10	Стачать боковые детали капюшона с утепляющей прокладкой	М	4	160
11	Притачать центральную планку к боковым деталям капюшона	М	4	120
12	Притачать центральную планку подкладки капюшона к боковым деталям	М	4	120
13	Расстрочить швы притачивания центральных планок капюшона	М	4	480
14	Наметить места расположения люверсов	Р	4	60
15	Установить люверсы	М	4	90
16	Обтачать детали обтачки капюшона капюшона	М	4	120
17	Надсечь припуски шва обтачивания	Р	4	60
18	Вывернуть обтачку на лицевую сторону, выправляя углы	Р	4	70
19	Притачать обтачку капюшона к переднему срезу капюшона, одновременно притачивая подкладку капюшона	М	4	120
20	Вывернуть капюшон на лицевую сторону	Р	4	40
21	Настрочить подкладку капюшона на шов притачивания обтачки	М	4	120
22	Наметить место прохождения отстрочки канала размещения шнура	Р	4	40

Продолжение таблицы 4.4

1	2	3	4	5
23	Отстрочить канал размещения шнура	М	4	120
	<u>Обработка деталей рукава</u>			
24	Стачать детали передней половинки рукавов	М	3	256
26	Стачать передние половинки рукавов с утепляющей прокладкой	М	3	240
27	Расстрочить швы передней половинки рукавов	М	4	512
28	Стачать детали задней половинки рукавов	М	3	128
29	Стачать задние половинки рукавов с утепляющей прокладкой	М	3	240
30	Расстрочить швы задней половинки рукавов	М	4	256
31	Стачать верхние швы рукавов	М	3	140
32	Расстрочить верхние швы рукавов	М	4	560
	<u>Обработка деталей переда и спинки</u>			
33	Стачать детали бочка переда	М	3	80
34	Расстрочить швы стачивания деталей бочка переда	М	4	160
35	Стачать детали бочка переда с утепляющей прокладкой	М	3	180
36	Стачать деталь воротника стойки с утепляющей прокладкой	М	3	60

Продолжение таблицы 4.4

1	2	3	4	5
37	Стачать центральную деталь переда с утепляющей прокладкой	М	3	70
38	Притачать воротник стойку к центральной части переда	М	3	30
39	Стачать детали передних половинок брючин с утепляющей прокладкой	М	3	180
40	Стачать передние половинки брюк по среднему шву	М	3	40
41	Расстрочить средний шов передней половинки брюк	М	3	80
42	Стачать детали нижней части передних половинок брюк с утепляющей прокладкой	М	3	80
43	Стачать центральную часть переда с передней половинкой брюк	М	3	30
44	Наметить место расположения накладного кармана на центральной части переда	Р	4	40
45	Стачать деталь кармана с утепляющей прокладкой	М	3	60
46	Обтачать основную деталь накладного кармана внутренней деталью	М	4	60
47	Вывернуть накладной карман	Р	3	30
48	Проложить отделочную строчку в местах входа в карман	М	4	90
49	Настрочить накладной карман на центральную часть переда	М	4	100

Продолжение таблицы 4.4

1	2	3	4	5
50	Стачать детали бочка спинки с утепляющей прокладкой	М	3	180
51	Стачать детали центральной части спинки с утепляющей прокладкой	М	3	90
52	Стачать детали центральной части спинки по среднему шву	М	3	60
53	Расстрочить шов стачивания деталей центральной части спинки	М	4	120
54	Притачать бочки спинки к центральной части спинки	М	3	108
55	Расстрочить рельефные швы спинки	М	4	216
56	Наметить место расположения эластичной тесьмы на спинке	Р	4	40
57	Закрепить эластичную тесьму в боковых срезах спинки	М	3	30
58	Настрочить эластичную тесьму по линии талии спинки	М	4	80
	<u>Обработка деталей подкладки</u>			
59	Стачать средний шов подкладки передних половинок брюк	М	3	40
61	Стачать центральную деталь подкладки переда с подкладкой передних половинок брюк	М	3	20
62	Притачать внутренние детали манжета брючин к нижнем срезам подкладки центральной детали переда и бочкам подкладки переда	М	3	40

Продолжение таблицы 4.4

1	2	3	4	5
63	Стачать средний срез подкладки задней половинки брючин	М	3	40
64	Настрочить обтачку спинки к подкладке спинки	М	3	60
65	Притачать внутренние детали манжета брючин к нижнем срезам подкладки брючин спинки	М	3	40
66	Стачать деталь подкладки спинки с подкладкой задней половинкой брюк	М	3	30
67	Настрачивание эластичной тесьмы на спинке по линии талии	М	3	112
68	Стачать шаговые срезы подкладки половинок комбинезона	М	3	70
69	Стачать боковые срезы подкладки	М	3	90
70	Стачать передние и задние половинки подкладки рукавов по верхнему срезу	М	3	100
71	Стачать передние и задние половинки подкладки рукавов по нижнему срезу до засечки	М	3	80
72	Притачать внутренние детали манжет рукава к нижним срезам подкладки рукавов	М	3	80
73	Втачать подкладку рукавов в проймы подкладки спинки и переда	М	3	160

Продолжение таблицы 4.4

1	2	3	4	5
	<u>Монтажная секция</u>			
74	Втачать переднюю половинку рукава в пройму бочка переда	М	4	100
75	Втачать заднюю половинку рукава в пройму спинки	М	4	100
76	Втачать капюшон в горловину изделия	М	4	80
77	Втачать капюшон в горловину подкладки изделия	М	4	80
78	Надсечь припуски шва втачивания капюшона	Р	3	60
79	Притачать застежки «тесьма-молния» к рельефным срезам бочков переда	М	4	208
80	Притачать воротник стойку к подкладке	М	4	20
81	Обтачать центральную часть переда подкладкой, одновременно втачивая застежки «тесьма-молния» и защитные планки	М	5	244
82	Вывернуть центральную часть переда на лицевую сторону выворачивая углы	Р	3	50
83	Наметить места расположения застежек в боковых швах и нижних швах рукава по передней и задней половинке изделия	Р	3	40

Продолжение таблицы 4.4

1	2	3	4	5
84	Притачивание застежки «тесма-молния» и защитной планки в срез нижнего шва рукавов и боковые срезы изделия с одновременным притачиванием накладок на концах застежки	М	5	208
85	Стачивание нижнего шва рукава	М	3	80
86	Настрочить открытые срезы нижнего среза подкладки рукавов и боковых срезов подкладки на застежки «тесма-молния» расположенные в боковых швах и нижних швах рукавов	М	5	280
87	Настрачивание рельефных срезов подкладки на застежки «тесма-молния» расположенных в рельефах переда изделия	М	5	240
88	застегнуть застежки «тесма-молния» расположенные в рельефах переда	Р	3	60
89	Притачать манжеты к нижним срезам передней половинки брюк из основной и подкладочной ткани до разметки	М	4	60
90	Стачивание боковых срезов изделия	М	4	132
91	Притачать манжеты рукава к нижним срезам рукавов	М	4	108
92	Притачать детали манжет на припуски шва притачивания	М	4	108

Окончание таблицы 4.4

1	2	3	4	5
93	Стачать шаговые срезы половинок комбинезона	М	4	116
94	Притачать застежки «тесьма-молния» к низу изделия	М	4	140
95	Настрочить подкладку по низу изделия	М	5	100
96	Наметить места расположения кнопок на воротнике стойке и капюшоне	Р	4	42
97	Установить кнопки	М	4	120
98	Чистка изделия от ниток и мусора	Р	4	300
	ИТОГО:			11 844

Технологический процесс изготовления теплозащитного комбинезона для детей с диагнозом ДЦП включает в себя 98 операции. На производство (технологический процесс сборки) одного комбинезона необходимо 11 844 секунд, что соответствует 3,29 часа. Ряд технологических операций требует высокой квалификации рабочих и предполагает использование не типовых методов, в особенности в местах обработки застежек «тесьма-молния».

Внешний вид готового теплозащитного комбинезона представлен на рисунке 4.12.



Рисунок 4.12 – Теплозащитный комбинезон для детей с диагнозом ДЦП

4.3 Результаты опытной носки образца теплозащитной одежды

Тепловое состояние детей с диагнозом ДЦП характеризуется содержанием и распределением тепла в глубоких и поверхностных тканях организма.

Показателями теплового состояния являются:

- температура тела,
- температура кожи (средневзвешенная и локальная),
- потоотделение,
- теплосодержание в организме и его изменение (дефицит и накопление),
- теплоощущение.

Теплоощущения человека отражают его индивидуальное отношение к своему объективному тепловому состоянию, обусловленному суммой факторов, определяющих теплообмен с окружающей средой.

Необходимо отметить, что тепловое состояние человека существенно влияет на его теплоощущения, что необходимо учитывать при оценке соответствия одежды условиям эксплуатации.

Перед началом опытной носки разработанного теплозащитного комбинезона для детей с диагнозом ДЦП производились измерения температуры тела и температуры поверхности кожи ребенка с заболеванием ДЦП в комнатных условиях при температуре воздуха 25 °С, результаты измерений представлены в таблице 4.5, процесс измерения температуры поверхности кожи перед опытной ноской представлен на рисунке 4.15. Среднее значение температуры тела ребенка с ДЦП составила 36,5°С. Средневзвешенная температура тела рассчитывалась по методике, описанной в 3 главе.

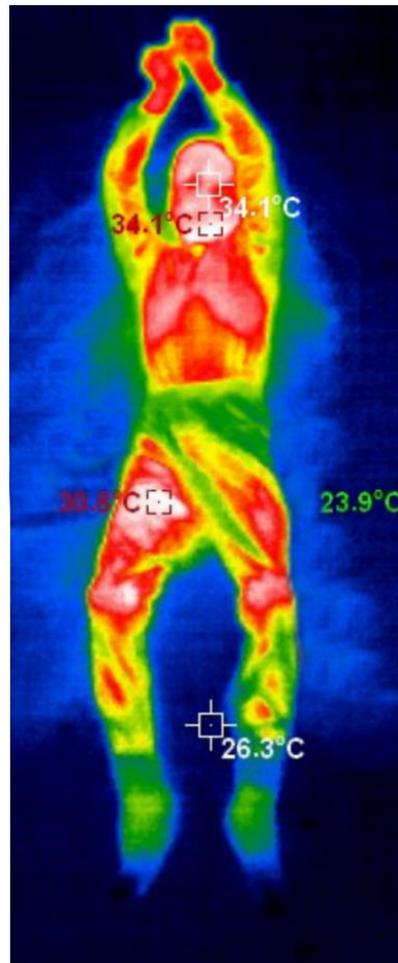


Рисунок 4.13 – Термографическая карта поверхности кожи тела ребенка с заболеванием ДЦП перед опытной ноской

Таблица 4.5 – Результаты температуры поверхности кожи детей с ДЦП перед опытной ноской

Область измерения	Среднее значение температуры поверхности кожи, °С
1	2
Голова, t_1	34,10
Грудь, t_2	33,20
Плечо, t_6	29,30
Предплечье	29,70
Запястье, t_7	29,50
Пальцы рук	28,60
Бедро, t_8	30,50
Голень, t_{10}	26,30
Стопа, t_{11}	27,20
Пальцы стопы	25,80
Средневзвешенная температура поверхности кожи, $t_{с.к}$	31,21

Как видно из таблицы 4.5 средневзвешенная температура поверхности кожи детей с диагнозом ДЦП равна 31,2 °С, теплоощущение по методике [122], определяется как – «прохладно».

Для оценки теплозащитных свойств пакета материалов произведена опытная носка изделия, так как в лабораторных условиях не удастся создать такие же условия как в процессе эксплуатации. В опытной носке участвовал один комбинезон зимнего сезона носки, изготовленный из пакета материалов с материалом верха: ткань плащевая «Президент» (100% полиэстер), ткань плащевая «Поликоттон» (полиэстер 80%, хлопок 20%); материал прокладочный утеплитель: нетканый материал марки «Шелтр Оптимум (100% полиэстер) плотность 200 г/м²; материал подкладки: трикотажное полотно (100% полиамид).

Изделия выдали носчику для эксплуатации во время прогулок. Изделие регулярно осматривали, фиксировали состояние носчика, температуру и влажность

окружающей среды, температуру пододежного пространства. Наблюдения за процессом носки изделия велись на протяжении 30 дней. Эксперимент проводится в естественных погодных условиях г. Казани согласно данным метеослужбы «Гисметео» при температуре воздуха от $-19\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-11\text{ }^{\circ}\text{C}$, ветер западный со скоростью 3-5 м/с, влажность воздуха 56-70 %, давление 744-765 мм ртутного столба.

По рекомендации врачей прогулки при температуре воздуха ниже $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ могут продолжаться не более одного часа. Согласно методике, описанной авторами [122] эксперимент опытной носки, должен продолжаться не менее 40 минут. Эксперимент длился на протяжении одного часа. В ходе исследования термодатчики располагались в пространстве под одеждой третьего слоя в области груди, плеча, запястья и голени, рисунок 4.14.

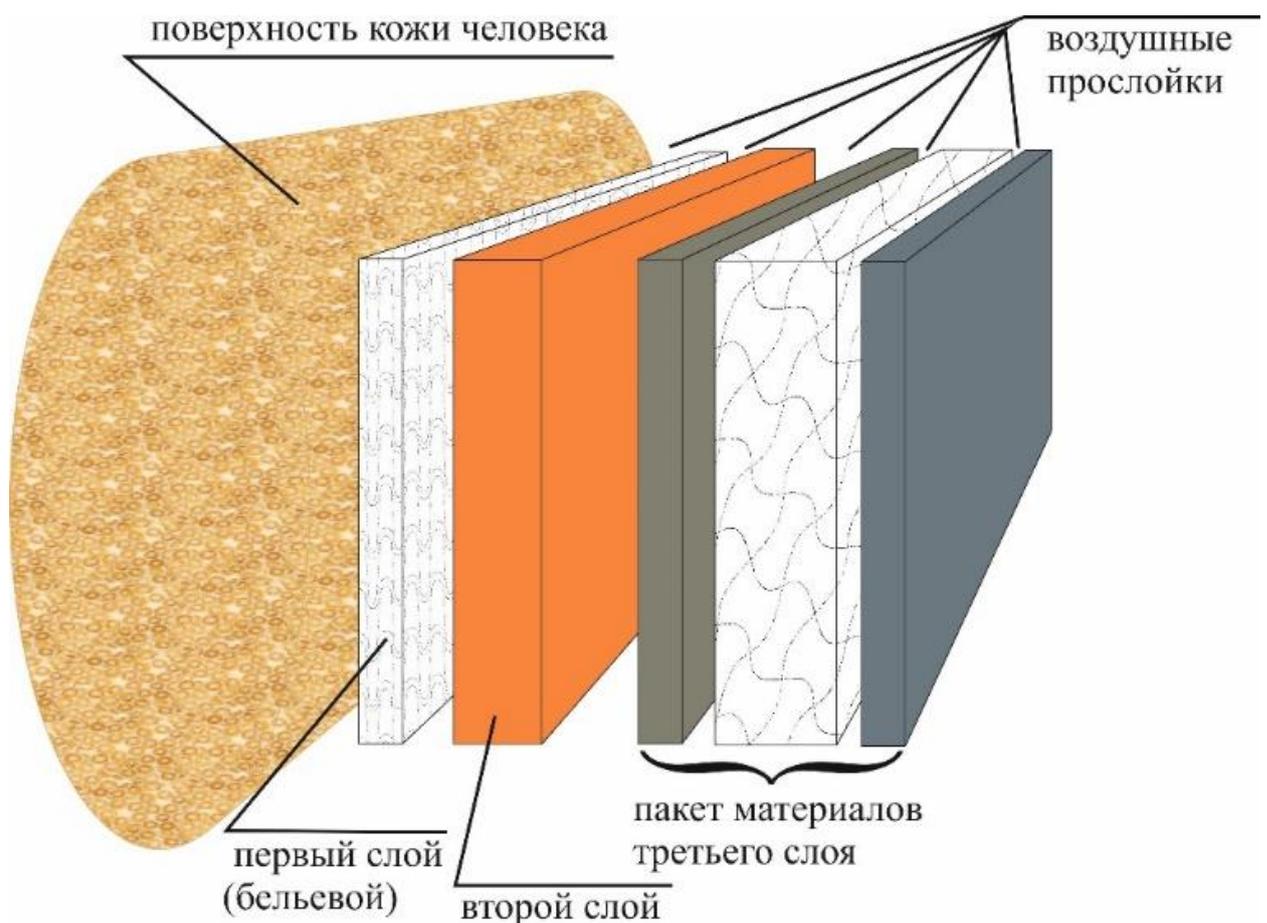


Рисунок 4.14 – Строение пододежного пространства

Замеры температуры пододежного пространства и температуры поверхности теплозащитной одежды, производились каждые 10 минут, всего 7 замеров, первый из которых производился сразу после выхода из теплого помещения на улицу. Процесс опытной носки представлен на рисунке 4.15. Результаты исследования характеристик пододежного пространства во время опытной носки представлены в таблице 4.6.



Рисунок 4.15 – Процесс опытной носки

Таблица 4.6 – Исследования характеристик пододежного пространства во время опытной носки

Область части тела	Замер	Температура, °С	Влажность, %
Грудь	1	34,8	17
	2	33,4	17
	3	32,0	18
	4	31,7	18
	5	30,4	17
	6	31,5	19
	7	32,2	21
Плечо	1	31,7	19
	2	30,6	19
	3	29,9	20
	4	29,6	20
	5	29,4	21
	6	29,3	21
	7	29,2	21
Запястье	1	29,8	20
	2	27,7	20
	3	25,2	20
	4	26,3	26
	5	26,7	34
	6	24,6	36
	7	24,2	37
Голень	1	24,9	20
	2	25,0	20
	3	25,9	20
	4	24,9	20
	5	24,4	20
	6	24,8	21
	7	25,1	22

Из таблицы 4.5 видно, что влажность пододежного пространства колеблется в диапазоне от 17 до 37 %. График изменения влажности пододежного пространства представлен на рисунке 4.16.

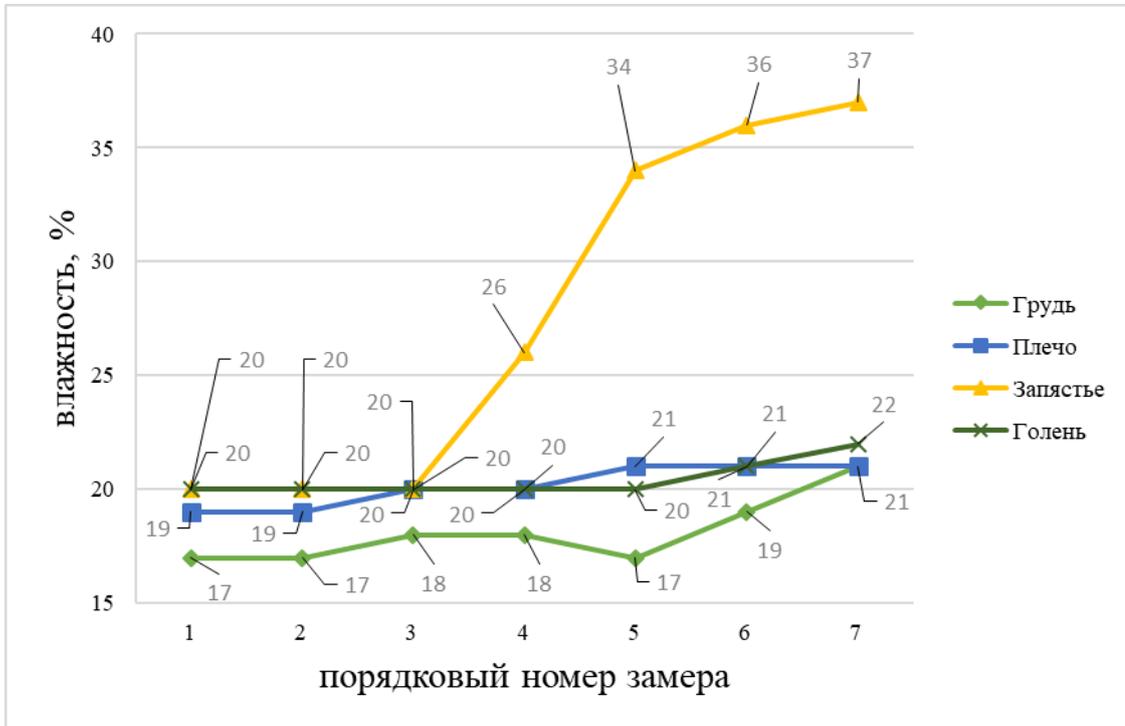


Рисунок 4.16 – Значения влажности воздуха в пододежном пространстве по областям тела детей с диагнозом ДЦП

На графике, представленном на рисунке 4.16, можно обнаружить стремительно восходящую линию увеличения влажности в области запястья, такое увеличение можно объяснить частичным проникновением в пододежное пространство воздуха из атмосферы окружающей среды, влияющей не только на температуру воздуха в пододежном пространстве, но и влажности. Увеличение влажности также отмечалось в области груди и голени на 4 и 2 % соответственно. В плечевой области пододежного пространства влажность возросла на 2 % и далее оставалась стабильной.

График изменения температуры пододежного слоя по областям тела представлен на рисунке 4.17.

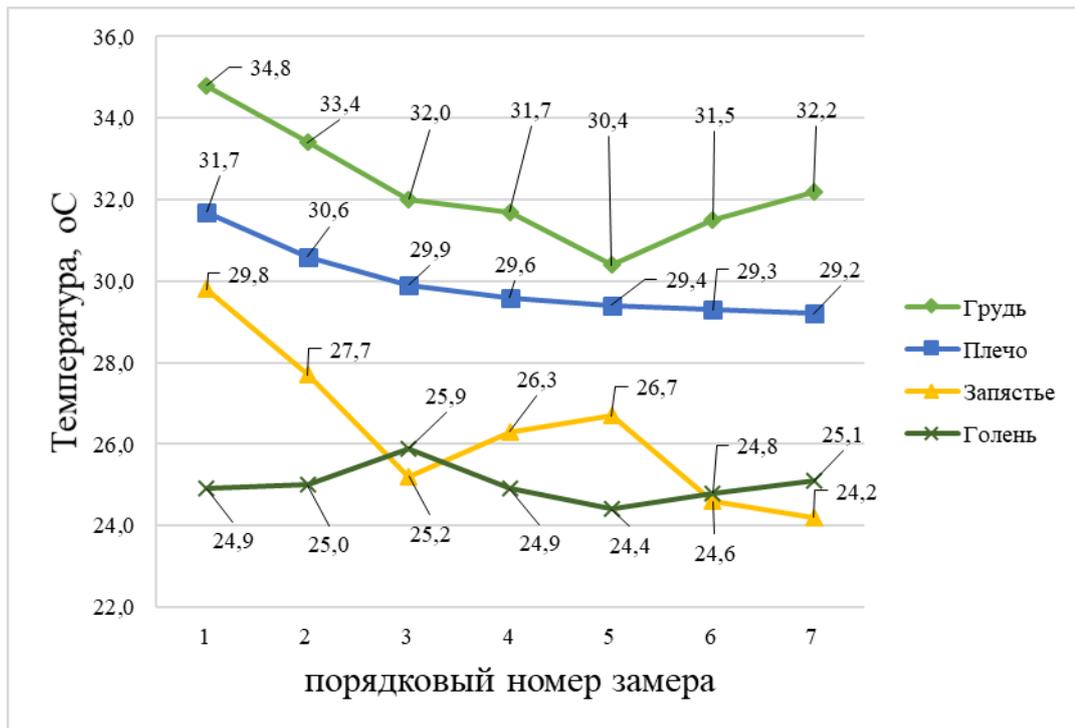


Рисунок 4.17 – График изменения температуры в пододежном пространстве по областям тела детей с диагнозом ДЦП

Как видно из рисунка 4.17, температура в пододежном пространстве в области груди упала на 4,4 °С, в области плеч на 2,5 °С; в области запястья температура в пододежном пространстве колебалась в диапазоне от 29,8 до 25,2 и от 26,7 до 24,2, падения температур составляли 4,6 °С и 2,5 °С, максимальное падение температуры составило 5,6 °С, при этом следует отметить, что в период носки был зафиксирован подъем температуры на 1,5 °С; в области голени температура в пододежном пространстве колебалась в диапазоне от 24,9 до 25,9 и от 24,4 до 25,1, зафиксированы подъем температуры до 1 °С и падение температуры 1,5 °С являющееся максимальным падением температуры.

В целях оценки теплового состояния ребенка с заболеванием ДЦП после опытной носки проведены замеры температуры поверхности кожи носочка и произведены расчеты средневзвешенной температуры кожи.

Обработка полученных данных в ходе опытной носки разработанной теплозащитной одежды производится путем определения средневзвешенной температуры кожи и оценки теплоощущений детей с диагнозом ДЦП.

Термографическая карта поверхности кожи тела и значения температур поверхности кожи ребенка с диагнозом ДЦП представлены на рисунке 4.18 и в таблице 4.7.

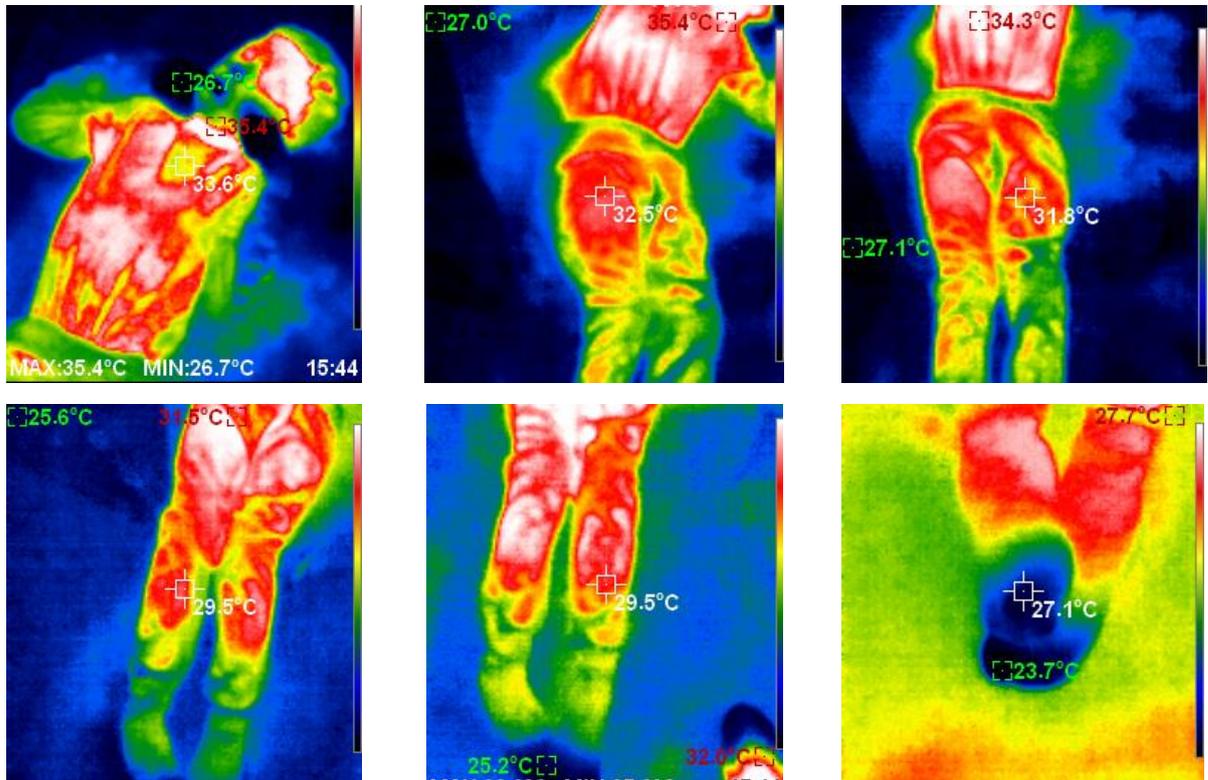


Рисунок 4.18 – Термографическая карта поверхности кожи тела ребенка с диагнозом ДЦП после опытной носки

Таблица 4.7 – Результаты измерений температуры поверхности кожи тела ребенка с диагнозом ДЦП после опытной носки

Область измерения	Среднее значение температуры поверхности кожи, °С
1	2
Голова, t_1	35,50
Грудь, t_2	33,60
Плечо, t_6	31,60
Предплечье	30,20
Запястье, t_7	29,80
Пальцы рук	25,30
Бедро, t_8	32,15
Голень, t_{10}	29,50

Окончание таблицы 4.7

1	2
Стопа, t_{11}	25,35
Пальцы стопы	23,20

Теплоощущения человека коррелируются со средневзвешенной температурой кожи человека. Расчет средневзвешенной температуры тела производился по методике, описанной в 3 главе.

$$t_{с.к.} = 0.07t_1 + 0.5t_2 + 0.005t_7 + 0.18t_8 + 0.2t_{10} \quad (4.1)$$

Где t_1 – температура точки, расположенная на лбу, t_2 – температура точки, расположенная под правой грудью, t_7 – температура точки, на запястье правой руки, t_8 – температура точки, расположенной на правом бедре сзади, t_{10} – температура точки, расположенная на правой голени сзади.

$$T_{с.к.} = 0.07t_1 + 0.5t_2 + 0.005t_7 + 0.18t_8 + 0.2t_{10} = 0,07*35,5 + 0,5*33,6 + 0,005*29,8 + 0,18*32,15 + 0,2*29,5 = 32,46$$

Сопоставляя средневзвешенную температуру тела до (таблица 4.5) и после опытной носки (таблица 4.6) по методике [122] можно сделать вывод, что, до опытной носки изделия при средневзвешенной температуре кожи равной 31,21 °С теплоощущение определяется как «прохладное», а при средневзвешенной температуре кожи после опытной носки равной 32,46 °С, теплоощущение определяется как «комфортное». Так как средневзвешенная температура кожи после опытной носки увеличилась на 1,25 °С, следовательно, можно сделать вывод о соответствии изготовленного теплозащитного комбинезона для детей с диагнозом ДЦП соответствующим предъявляемым требованиям по теплофизическим свойствам.

4.4 Обоснование экономической эффективности производства теплозащитной одежды для детей с заболеванием ДЦП

Для обоснования экономической эффективности производства теплозащитной одежды для детей с заболеванием ДЦП проведен анализ потребности данного типа одежды. Для оценки емкости рынка учитывали следующие показатели:

1) общий рынок – количество детей, которые нуждаются в данного типа одежде. Согласно данных Центра междисциплинарных исследований современного детства МГППУ, в России на 1 января 2023 года насчитывается 85 тыс. детей до 17 лет с ДЦП, их них около 50% в возрастном диапазоне от 8 до 14 лет, что составляет 42 500 человек. Численность детей, рожденных с данным диагнозом, растет примерно 7 тыс. человек в год [164].

2) целевой рынок – включает количество детей, зарегистрированных в регионах ПФО III климатической зоны: Республика Башкортостан, Кировская область, Оренбургская область, Республика Татарстан, Самарская область, Удмуртская республика. Численность детей-инвалидов с заболеванием ДЦП в возрасте от 8 до 14 лет насчитывается примерно 6 360 детей [6].

Расчет экономического эффекта от внедрения теплозащитной одежды для детей с заболеванием ДЦП на производстве, проводили на основании разработанных в разделе 4.2 конструктивных и технологических процессов, и для целевой потребности 6360 единиц.

Расчет экономической эффективности произведен с учетом производственной мощности и парка действующего оборудования швейного предприятия ООО «Харизма». Таким образом дополнительных капитальных затрат на покупку оборудования не требуется.

Расчет полной себестоимости осуществлялся на объем производства 530 единиц изделий и производился с учетом норм расхода и стоимости для выработки на 1 единицу продукции. Статьи затрат для расчета калькуляции себестоимости приведены в таблицах 4.8 – 4.12.

Таблица 4.8 – Расчет потребности в материально-сырьевых ресурсах для изготовления теплозащитной одежды для детей с заболеванием ДЦП

Материалы	Ед. изм.	Расход		Цена без НДС, руб.	
		на одно изделие	общий, на 530 изд.	За метр	Общая
1	2	3	4	5	6
<i>Основные материалы</i>					
Плащевая ткань «Президент», ширина 1,46 м	м. пог.	2,5	1 325,00	325,00	430 625,00
Утепляющий нетканый материал марки «Шелтер Оптимаум» 200г/м ² , ширина 1,50 м	м. пог	3	1 590,00	157,00	249 630,00
Трикотажное полотно из микрофибры	м. пог	2,5	1 325,00	364,00	482 300,00
Плащевая ткань «Поликоттон», ширина 1,48 м	м. пог	1	530,00	411,00	217 830,00
Ткань подкладочная фольгированная	м. пог	1	530,00	187,00	99 110,00
Нитки швейные	шт.	3	1 590,00	30,00	47 700,00
Застежка «тесьма-молния» 110 см	шт.	2	1 060,00	150,00	159 000,00
Застежка «тесьма-молния» 50 см	шт.	2	1 060,00	75,00	79 500,00
Шнур, Д 5 мм	м. пог	1	530,00	10,00	5 300,00
Эластичная тесьма, 2,5см	м. пог	0,3	159,00	31,00	4 929,00
Люверсы, Д 5,5 мм	шт.	2	1 060,00	3,50	3 710,00
Фиксатор металлический, 6 мм	шт.	2	1 060,00	32,00	33 920,00

Окончание таблицы 4.8

1	2	3	4	5	6
Бирка ростовки	шт.	1	530,00	0,20	106,00
Ярлыки и этикетки пришивные	шт.	1	530,00	0,45	238,50
Итого основное сырье и материалы:					1 813 898,50

Определение потребности в топливно-энергетических ресурсах основано на фактическом сроке эксплуатации производственного оборудования, используемого при изготовлении теплозащитных изделий для детей с ДЦП, а также производственной мощности оборудования. Рассчитанное рабочее время для производства планового выпуска 530 единиц теплозащитной одежды для детей с ДЦП составляет 1743,7 часа, что соответствует 3,29 часа на одно изделие. Швейное оборудование работает 22 рабочих дня при 8-часовой смене, как и установка ВТО.

Расчет затрат на оплату труда производится исходя из установленной на предприятии повременной оплаты труда, соответствующей средней заработной плате по Республике Татарстан, равной 35 000 руб.

Фонд рабочего времени определяется фактическим временем работы производственного оборудования, используемого при изготовлении теплозащитной одежды для детей с ДЦП, составляющим 176 часов. Подробный расчет фонда оплаты труда представлен в таблице 4.9.

Таблица 4.9 – Расчет фонда заработной платы для изготовления теплозащитной одежды для детей с заболеванием ДЦП

Должность	Оклад	Численность	Часовая тарифная ставка, руб.	Фонд рабочего времени, час	Заработная плата по тарифу, руб.
1	2	3	4	5	6
Цеховой персонал					
Закройщик	40 000	2	227,27	352	80 000,00

Окончание таблицы 4.9

1	2	3	4	5	6
Швея 4-5 разряда	40 000	10	227,27	1760	400 000,00
Швея 2-3 разряда	32 000	10	181,81	1760	320 000,00
Подсобный рабочий	25 000	2	142,05	352	50 000,00
Итого основная заработная плата производственных рабочих	-	24	-	-	850 000,00
Дополнительная заработная плата		24	-		68 000,00
Отчисления во внебюджетные фонды	-	-	-	-	312 120,00

Расходы на амортизацию рассчитываются из стоимости эксплуатируемого оборудования, представленного в таблице 4.10.

Таблица 4.10 – Стоимость эксплуатируемого оборудования

№	Наименование оборудования	Стоимость оборудования, с НДС, руб.	Количество	Сумма стоимости оборудования
1	Промышленная швейная машина	50 000,00	20,00	1 000 000,00
2	Раскройный комплекс	500 000,00	1,00	500 000,00
	Общая стоимость оборудования:	550 000,00	-	1 500 000,00

Расчет амортизационных отчислений производится по формуле:

$$A = C_{\text{маш}} \cdot 2,5\%, \quad (4.2)$$

$$A = 1\,500\,000,00 \cdot 2,5\% = 37\,500,00$$

Отчисления в ремонтный фонд составляют 1,5% от стоимости оборудования, рассчитывается по формуле:

$$O_p = C_{\text{маш}} \cdot 1,5\%, \quad (4.3)$$

$$O_p = 1\,500\,000,00 \cdot 1,5\% = 22\,500,00$$

Расчет потребности в топливно-энергетических ресурсах приведен таблице 4.11.

Таблица 4.11 – Расчет потребности в топливно-энергетических ресурсах для изготовления теплозащитной одежды для детей с заболеванием ДЦП

Статьи расходов	Факт. время работы, час	Расход, кВт/час		Цена, в т.ч. НДС, руб.	
		на ед. изм.	общий, в месяц	на ед. изм.	общая
Энергопотребление промышленной швейной машины	3520	0,32	1126,4	3,58	4 032,51
Энергопотребление раскройного комплекса	352	7,50	2 640,00	3,58	9 451,20
Итого:	3872	-	3 766,40	3,58	13 483,71

Таблица 4.12 – Калькуляция себестоимости производства для изготовления теплозащитной одежды для детей с ДЦП

№	Наименование статей затрат	Затраты	
		всего, тыс. руб.	на ед. прод., тыс. руб.
1	2	3	4
1	Сырье и материалы	1 813,90	3,42
2	Энергия и топливо на технологические нужды	13,48	0,03
3	Заработная плата основных цеховых рабочих	918,00	1,73
4	Отчисления во внебюджетные фонды	312,12	0,59
5	Расходы на амортизацию оборудования	37,50	0,07
6	Отчисления в ремонтный фонд	22,50	0,04

Окончание таблицы 4.12

1	2	3	4
	<i>Цеховая себестоимость</i>	3 117,50	5,88
9	Общезаводские расходы	311,75	0,59
	<i>Производственная себестоимость</i>	3 429,25	6,47
	Себестоимость с прибылью 20%	4 115,10	7,76
	Цена с НДС, 20%	4 938,12	9,32

Расходы по статьям затрат п.1–3 рассчитаны на основе ранее приведенных данных.

Фонд заработной платы производственных рабочих складывается из фондов основной и дополнительной заработной платы. Дополнительная заработная плата принимается 8 % от суммы основной заработной платы.

Статья «Отчисления во внебюджетные фонды» определяется в соответствии с действующим законодательством РФ – 34 %.

Статья «Расходы на подготовку и освоение производства» учитывает расходы по подготовке и освоению выпуска новой продукции с пробным выпуском продукции, наладкой оборудования.

Статья «Отчисления в ремонтный фонд» принимается 10 % от основной зарплаты производственных рабочих.

Цеховая себестоимость складывается из статей п. 1–6.

Статья «Общезаводские расходы» принимаются в размере 10 % от цеховой себестоимости.

Расчет «Производственная себестоимость» проводится суммированием статей затрат: «Цеховая себестоимость» и «Общезаводские расходы».

Производственная себестоимость одной единицы теплозащитной одежды для детей с заболеванием ДЦП составляет **6 470 руб.** Оптовая цена за одну единицу теплозащитной одежды для детей с заболеванием ДЦП составляет **7 760 руб.** Цена с НДС 20 % за одну единицу теплозащитной одежды для детей с заболеванием ДЦП составляет **9 320 руб.**

Расчет экономической эффективности заключающийся в получении дополнительной прибыли от внедрения в промышленный выпуск теплозащитной одежды для детей с заболеванием ДЦП произведен с учетом планируемого объема производства 6 360 изделий в год, согласно «Методическим рекомендациям для определения экономической эффективности от производства новой продукции, продукции повышенного качества на основе изобретений и рационализаторских предложений» [108] по формуле:

$$P = (B - K_n \times T_{yd}) \times C, \quad (4.3)$$

где P – годовой экономический эффект от производства новой продукции;

B – прибыль от сбыта нового вида изделий, руб.;

T_{yd} – удельные капитальные вложения, связанные с производством нового вида материалов;

K_n – коэффициент эффективности капитальных вложений, равный 0,15;

C – объем выпуска новой продукции в год.

Значение экономических показателей от производства теплозащитной одежды для детей с заболеванием ДЦП представлены в таблице 4.13.

Таблица 4.13 – Значение экономических показателей от производства теплозащитной одежды для детей с заболеванием ДЦП

Наименование показателя	Значение
1	2
Плановый выпуск продукции в год, ед. изделий	6 360,00
Оптовая цена единицы продукции, ед. изд./руб.	7 764,345
Себестоимость единицы продукции, ед. изделия/руб.	6 470,288
Дополнительные капитальные вложения, руб.	0,00
Прибыль, ед. изд./руб.	1 294,06
Экономическая эффективность, руб.	8 230 205,84

Обоснована экономическая эффективность внедрения в производство теплозащитной одежды для детей с заболеванием ДЦП из пакетов материалов, рекомендованных в пункте 3.4. Планируемая экономическая эффективность от внедрения новой продукции составит: 8 230 205,84 рублей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. На основе анализа ассортимента представленной на рынке адаптивной одежды и требований к теплозащитной одежде для детей с диагнозом ДЦП продемонстрирована актуальность исследований и разработок в данной области.

2. Проведен выбор объектов и методов исследования.

3. На основе результатов экспериментальных и теоретических исследований:

- выявлены особенности теплового излучения поверхности тела детей с диагнозом ДЦП, заключающиеся в асимметрии излучения и в дефиците тепла при пониженной температуре конечностей.

- экспериментально установлено, что необходимое суммарное тепловое сопротивление пакета материалов теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП составляет не менее $0,792 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$.

- разработаны критерии подбора оптимальных пакетов материалов теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП с учетом показателей суммарного теплового сопротивления, воздухопроницаемости, паропроницаемости и поверхностной плотности и толщины.

4 На основе отобранных оптимальных пакетов материалов разработана теплозащитная одежда для детей с диагнозом ДЦП с учётом их физиологических и антропометрических особенностей. Образец теплозащитной одежды прошел опытную носку в естественных климатических условиях и продемонстрировал обеспечение термального комфорта при прогулке в коляске в течение 1 ч и температуре воздуха до -15 °C .

Годовой экономический эффект от внедрения новой продукции составит 8,2 млн. рублей.

Результаты исследований, полученные в ходе выполнения данной работы, могут быть применены в дальнейшем при создании теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нуриахметова, Э.Р. Конструктивные особенности одежды для людей с ограниченными двигательными возможностями / Э.Р. Нуриахметова, Л. Ю. Махоткина, Н. В. Тихонова // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. – 2021. – Т. 54. – № 4. – С. 35–40.

2. Нуриахметова, Э.Р. Требования, предъявляемые к адаптированной одежде для детей с диагнозом детский церебральный паралич / Э.Р. Нуриахметова, Н. В. Тихонова, Л. Ю. Махоткина // «Жить в XXI веке» Республиканская школа студентов и аспирантов. – Казань. – 2021 – С. 451 – 453.

3. Нуриахметова, Э.Р. Анализ материалов, применяемых в качестве утеплителя в адаптивной одежде для людей с ограниченными двигательными возможностями / Э.Р. Нуриахметова, Н. В. Тихонова, Ю. А. Коваленко // «Молодежь. Наука. Творчество» XIX Всероссийская научно-практическая конференция в рамках III Евразийского технологического форума. – Омск. – 2021. – С. 238 – 242.

4. Нуриахметова, Э.Р. Анализ ассортимента адаптивной детской одежды, представленной на рынке и особенности ее проектирования / Э. Р. Нуриахметова, Ю. А. Коваленко, Н. В. Тихонова // «Лёгкая промышленность: проблемы и перспективы» Международная научно-техническая конференция. – Омск. – 2022. – С. 57 – 62.

5. Инвалидность в регионах РФ: цифры и факты: [Электронный ресурс]. – 2022. – URL: <https://dislife.ru/materials/4488> (дата обращения: 24.02.2022).

6. Численность детей инвалидов // Федеральный реестр факты: [Электронный ресурс]. – 2023. – URL: <https://sfri.ru/analitika/chislennost/chislennost-detei> (дата обращения: 02.06.2023).

7. Указ Президента РФ от 07.05.2012 № 598 «О совершенствовании государственной политики в сфере здравоохранения» // Российская газета - Столичный выпуск: № 102 (5775). – 2012. – ст. 2335.

8. Статистика: Младенческая смертность в России: [Электронный ресурс]. – 2022. – URL: https://ruxpert.ru/Статистика:Младенческая_смертность_в_России (дата обращения: 14.02.2022).
9. Минздрав РФ. 2022. Младенческая смертность в РФ в 2021 году обновила минимум // Interfax.ru 26 января: [Электронный ресурс]. – 2022. – URL: <https://www.interfax.ru/russia/818464> (дата обращения: 23.04.2022).
10. Основные синдромы поражений нервной системы у детей раннего возраста: [Электронный ресурс]. – 2022. – URL: <http://dbvl2.ru/информация-для-пациентов-и-родителей/советы-невролога/основные-синдромы-поражений-нервной/> (дата обращения: 01.10.2022).
11. ФГБУ «Федеральное бюро медико-социальной экспертизы» Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации: [Электронный ресурс]. – 2022. – URL: <https://fbmse.ru/?ysclid=ljbf9xutto786014115> (дата обращения: 11.03.2022).
12. Маслова О.И. Основные синдромы поражений нервной системы у детей раннего возраста. Проблемы неврологии в педиатрии. // Актовая речь на торжественном собрании, посвященном 77-й годовщине со дня основания Института педиатрии. – М.: РАМН Научный центр здоровья детей НИИ Педиатрии, 1999.
13. McMichael, G., Bainbridge, M., Naan, E. et al. Whole-exome sequencing points to considerable genetic heterogeneity of cerebral palsy // *Molecular Psychiatry*. – № 20. – 2015. – P. 176–182.
14. Johnson, A. Prevalence and characteristics of children with cerebral palsy in Europe. // *Developmental Medicine and Child Neurology*. – № 44(9). – P. 633-640.
15. Причины возникновения и факторы риска развития ДЦП. Возникновение ДЦП во время беременности: [Электронный ресурс]. – 2022. – URL: <https://kozyavkin.com/ru/science/blog/prichiny-vozniknovenija-i-factory-riska-razvitija-dcp-vozniknovenie-dcp-vo-vremja-beremennosti/> (дата обращения: 09.03.2022).

16. Детский церебральный паралич: современные подходы к лечению: [Электронный ресурс]. – 2022. – URL: <https://www.lvrach.ru/2007/05/4535225> (дата обращения: 19.08.2021). – Текст. Изображение: электронные.

17. Численность инвалидов в Российской Федерации: [Электронный ресурс]. – 2022. – URL: <https://sfri.ru/analitika/chislennost> (дата обращения: 04.09.2022).

18. Бикбулатова, А.А. Научные основы проектирования лечебно-профилактической и реабилитационной одежды: специальность 05.19.04 «Технология швейных изделий»: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Бикбулатова Альбина Ахатовна, 2022. – 456 с.

19. Бикбулатова, А.А. Проектирование функциональной одежды для детей с церебральным параличом / А. А. Бикбулатова, Е. М. Иноземцева // Научные исследования и разработки в области дизайна и технологий: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Кострома. – 2021. – С. 4 – 7.

20. Бикбулатова, А.А. Современные технические решения при проектировании одежды для людей с инвалидностью / А. А. Бикбулатова, Е. Г. Андреева, В. С. Белгородский // Костюмология. – 2021. – Т.6. –№ 1. – URL: <https://kostumologiya.ru/PDF/13TLKL121.pdf>

21. Бикбулатова, А.А. Расширение функций одежды и изделий специального назначения с целью профилактики, лечения, реабилитации и абилитации людей, имеющих ограничения по здоровью и инвалидность / А. А. Бикбулатова // Костюмология. – 2021. – Т.6. –№ 2. – URL: <https://kostumologiya.ru/PDF/01TLKL221.pdf>

22. Бикбулатова, А.А. Разработка детской одежды, формирующей нормальную осанку у детей младшего школьного возраста / А. А. Бикбулатова, Р. Ф. Каюмова // Швейная промышленность. – 2006. – № 4. – С. 45 – 46.

23. Бикбулатова, А.А. Антропологические исследования детей с целью проектирования лечебно-профилактической школьной формы / А. А. Бикбулатова // Дизайн и технологии. – 2014. – № 41 (83). – С. 49 – 54.

24. Бикбулатова, А.А. Разработка параметров конструкции деталей одежды, формирующей нормальную осанку с использованием материалов композитов / А. А. Бикбулатова // «Достижения высшей школы». – София. – 2012. – С. 16 – 19.

25. Бикбулатова, А.А. Исследование влияния вида пакета материалов на компрессионное воздействие, оказываемое деталями корректора осанки / А. А. Бикбулатова // «Фундаментальная наука и технологии – перспективные разработки» II Международная научно-практическая конференция. – Москва. – 2013. – Т. – Ч. 3. – С. 163 – 165.

26. Будеева, О.Н. Рекомендации по подбору пакета материалов при проектировании швейных изделий для лиц с ОВЗ / О. Н. Будеева, З. Р. Григорьева, Т. С. Солодушенкова // Электронный научный журнал. – 2017. – № 3-1(18). – С. 59 – 62.

27. Бикбулатова, А.А. Проектирование детской бытовой одежды, формирующей нормальную осанку / А. А. Бикбулатова, Р. Ф. Каюмова, А. И. Мартынова. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2008. – 105 с.

28. Пат. 110611 РФ, МПК А41D 13/005. Устройство для обеспечения теплового баланса организма / Бикбулатова А. А. заявитель федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уфимская государственная академия экономики и сервиса» № 2011112859/12: заявл. 04.04.2011: опубл. 27.11.2011

29. Бикбулатова, А. А. Разработка метода проектирования детской бытовой одежды, формирующей нормальную осанку: специальность 05.19.04 «Технология швейных изделий»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Бикбулатова Альбина Ахатовна. – Москва, 2005. – 208 с.

30. Бикбулатова, А.А. Проектирование одежды для людей с инвалидностью: фактор повышения качества жизни и конкурентоспособности России / А. А. Бикбулатова, Е. Г. Андреева // «Актуальные проблемы инклюзии: качество жизни, без барьерная среда, образование без границ» Сборник научных публикаций. – Москва. – 2016. – С. 124 – 127.

31. Бикбулатова, А.А. К вопросу об оценке психологической комфортности одежды специального назначения / А. А. Бикбулатова, А. И. Мартынова // «Наука - сервису. Новые материалы и технологические процессы на предприятиях сервиса» X международная научно-практическая конференция. – Москва – 2005. – С. 108 – 110.

32. Бикбулатова, А.А. Социокультурная инклюзия в обществе: Роль функционально-эстетической одежды в получении образования и содействии трудоустройству людей с инвалидностью и ограничениями здоровья / А. А. Бикбулатова, Е. Г. Андреева. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью «Издательско-торговый Дом «Перспектива», 2021. – 188 с.

33. Бикбулатова, А.А. Мода без границ. Уникальные практики социокультурной адаптации людей с инвалидностью / А. А. Бикбулатова // «Инклюзивное профессиональное образование» Международная научно-практическая конференция. – Москва. –2015. – С. 99 – 109.

34. Манукян К.А. Проектирования одежды для людей с ограниченными двигательными возможностями в соответствии с эргономическими и эксплуатационными требованиями / К.А. Манукян, Л.А. Сафина, Э.А. Хамматова // Вестник технологического университета. – 2017. – №6. – С. 79 – 82.

35. Будеева, О.Н. Требования к швейным изделиям для людей с ограниченными возможностями передвижения / О. Н. Будеева, З.Р. Григорьева, Т.С. Солодушенкова // Электронный научный журнал. – 2017. – № 3–1 (18). – С. 63 – 65.

36. Савельева, Н.Ю. К вопросу создания адаптационной, эстетически гармонизированной одежды различного назначения для людей с ограниченными двигательными возможностями / Н. Ю. Савельева // Швейная промышленность. – 2011. – № 5. – С. 35 – 36.

37. Харлова О.Н., Панферова Е.Г. Формирование ассортимента и конструктивного решения одежды для детей-инвалидов с детским церебральным параличом // Актуальные вопросы современной науки. – 2010. – №11. – С. 58 – 63.

38. Галиуллина, С.Д. Доступная среда для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья / С.Д. Галиуллина, А.А. Бикбулатова, С.Р. Бикбулатова, Д.Д. Байсембаева // «Теория и практика инклюзивного образования в России: проблемы и перспективы» III Международная научно-практическая конференция. – Уфа. –2014. – С. 55 – 57.

39. Жихарев А.П. Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности: учебник для студ. высш. учеб. заведений / А.П. Жихарев, Д.Г. Петропавловский, С.К. Кузин, В.Ю. Мишаков. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 448 с.

40. ГОСТ 25295-2003. Одежда верхняя пальтово-костюмного ассортимента. Межгосударственный стандарт. Общие технические условия. [Текст]. Взамен ГОСТ 25295-91. – Введ. 2006-01-01. – М.: Стандартинформ, 2005. – 16 с.

41. Колесников П.А. Теплозащитные свойства одежды / П.А. Колесников – М., Легкая индустрия, 1965. – 340 с.

42. Svedberg L., Englund E., Malke H., Stener-Victorin E. Parental perception of cold extremities and other accompanying symptoms in children with cerebral palsy // Eur J Paediatr Neurol. – 2008. – Vol. 12 (2). – P. 89–96. Климат Европейской территории России: [Электронный ресурс]. – 2022. – URL: http://geolmarshrut.ru/biblioteka/catalog.php?ELEMENT_ID=3175 (дата обращения: 12.09.2022).

43. Умеренно континентальный климат. Характеристики и особенности // Информационно-образовательный портал «География – Планета Земля» – 2022. – URL: <https://geographyweb.ru/temperate-continental-climate/> (дата обращения: 19.12.2022).

44. Демская, А.А. Влияние свойств материалов и методов технологической обработки на формирование эстетического восприятия швейных изделий / А.А. Демская, Е.А. Кирсанова, А.В. Вершинина, Е.А. Чаленко // Дизайн и технологии. – 2016. – № 53 (95). – С. 51 – 56.

45. Вершинина, А.В. Исследование свойств функциональных материалов для одежды разного назначения / А.В. Вершинина, М.Х. Ионова, Е.А. Кирсанова,

М.А. Павлов // «Инновационные внедрения в области технических наук» Международная научно-практическая конференция. – Москва – 2017. – Т. – В. 2– С. 48 – 50.

46. Вершинина, А.В. Особенности подходов к конфекционированию детской одежды / А.В. Вершинина // «Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности (ИНТЕКС-2017)» Всероссийская научная студенческая конференция. – Москва. – 2017. – Т. – Ч. 1– С. 30 – 32.

47. Ионова, М. Х. Оценка гигиенических свойств материалов и пакетов для изделий лёгкой промышленности / М. Х. Ионова, А. В. Вершинина, Е. А. Кирсанова // «Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности (ИНТЕКС-2017)» Всероссийская научная студенческая конференция. – Москва. – 2017. – Т. – Ч. 1– С. 239 – 242.

48. Кирсанова, Е.А. Особенности оценки свойств материалов для трансформируемой и видоизменяемой одежды / Е.А. Кирсанова, А.В. Вершинина, М.А. Павлов // «Инновационные технологии в текстильной и легкой промышленности» Международная научно-техническая конференция, посвященной Году науки. – Витебск – 2017. – С. 49 – 51.

49. Вершинина, А.В. Роль гигиенических свойств материалов в конфекционировании / А.В. Вершинина // «Церевитиновские чтения – 2017» IV Конференция молодых ученых, аспирантов и студентов. – Москва. – 2017. – С. 17 – 18.

50. Вершинина, А.В. Оценка кинетики температуры и влажности в пододежном пространстве многослойной детской одежды / А.В. Вершинина, Е.А. Кирсанова, М. А. Павлов // Дизайн и технологии. – 2017. – № 62 (104). – С. 67 – 74.

51. Кирсанова, Е.А. Проблемы выбора материалов для трансформируемой и видоизменяемой одежды для людей с ограничением по здоровью / Е.А. Кирсанова, А.В. Вершинина, М.А. Павлов // «Технологии, дизайн, наука, образование в контексте инклюзии» Сборник научных трудов. – Москва. – 2018. – Т. – Ч. 2. – С. 23 – 27.

52. Вершинина, А.В. Анализ потребительской оценки свойств детской одежды по методу Кано / А.В. Вершинина, Е.А. Кирсанова, С.М. Кирюхин // Дизайн и технологии. – 2018. – № 67(109). – С. 88 – 93.

53. Кирсанова, Е.А. Оценка комфортности материалов для одежды специального назначения / Е.А. Кирсанова, Е.В. Сильченко, А.В. Вершинина [и др.] // «Advances in Science and Technology» XXI Международной научно-практической конференции. – Москва, – 2019. – С. 61 – 62.

54. Кирсанова, Е.А. Разработка метода оценки комфортности детской многослойной одежды / Е.А. Кирсанова, А.В. Вершинина // «Эргодизайн как инновационная технология проектирования изделий и предметно-пространственной среды: инклюзивный аспект» Сборник научных трудов. – Москва. – 2019. – Т. – Ч. 2. – С. 156 – 159.

55. Vershinina, A. V. Parameters of Microclimate in the Space Under Multilayer Children's Clothing / A. V. Vershinina, E. A. Kirsanova // Fibre Chemistry. – 2020. – Vol. 51, No. 5. – P. 392–396.

56. Кирсанова, Е.А. Разработка органического комплексного утеплителя для одежды / Е.А. Кирсанова, О.В. Веселова, М.Г. Головлев, А.В. Вершинина // «Инновации и современные технологии в индустрии моды» Материалы III Всероссийской научно-практической конференции. – Саратов. – 2020. – С. 100 – 102.

57. Вершинина А.В. Разработка метода и исследование комфортности пододежного пространства пакетов материалов детской одежды: диссертация ... кандидата технических наук: 05.19.01 / Вершинина Анастасия Владимировна; [Место защиты: Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина]. – Москва, 2019. – 139 с.

58. Абрамов, А.В. Развитие научных основ и разработка методов оценки эксплуатационной эффективности теплозащитной одежды для людей с ограниченными возможностями: диссертация ... доктора технических наук: 05.19.01 / Абрамов Антон Вячеславович; [Место защиты: Костром. гос. ун-т им. Н.А. Некрасова]. - Кострома, 2017. – 435 с.

59. Абрамов, А.В. Разработка методики экспериментального исследования потенциала влагопереноса швейных материалов в системе «Человек - Одежда - Окружающая среда» / А.В. Абрамов, М.В. Родичева // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. – 2009. – Т. 5. – № 3. – С. 56–58.

60. Абрамов, А.В. Исследование распределения скоростей движения воздуха под одеждой / М.В. Родичева, А.В. Абрамов, С.А. Фомина, Е.А. Чеканова // Известия Орловского государственного технического университета. Серия: Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2008. – № 3 – 7 (271). – С. 100 – 103.

61. Родичева, М.В. Разработка методики экспериментальных исследований влияния дождя на теплозащитные свойства пакетов одежды / М.В. Родичева, А.В. Абрамов, А.В. Уваров, Е.М. Гнеушева // Известия Орловского государственного технического университета. Серия: Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2007. – № 2. – С. 82 – 87.

62. Абрамов, А.В. Проектирование специальной влагозащитной одежды с системой естественной вентиляции пододежного пространства: специальность 05.19.04 «Технология швейных изделий»: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Абрамов Антон Вячеславович. – Санкт-Петербург, 2007. – 16 с.

63. Абрамов, А.В. Современные подходы к оценке эффективности средств индивидуальной защиты в условиях ветра / А.В. Абрамов, М.В. Родичева // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2012. – № 2 – 6 (292). – С. 123 – 129.

64. Абрамов, А.В. Проблемы исследования некоторых видов теплового взаимодействия человека с окружающей средой / А.В. Абрамов, М.В. Родичева // Экология Центрально-Черноземной области Российской Федерации. – 2012. – № 1 (28). – С. 36 – 39.

65. Абрамов, А. В. Имитационное моделирование теплообмена элемента тела человека с окружающей средой / А.В. Абрамов, Ю.С. Шустов, М.В. Родичева

// Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2015. – № 4(358). – С. 128 – 131.

66. Абрамов, А.В. Исследование эффективности пакетов текстильных материалов при нестационарном теплообмене в системе «человек - одежда – среда» / А.В. Абрамов, М.В. Родичева, И. Дагал // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX). – 2016. – № 1-1. – С. 226 – 231.

67. Абрамов, А.В. Развитие современных методов проектирования теплозащитной одежды / А.В. Абрамов, М.В. Родичева, М.В. Пялин // «Ключевые проблемы безопасности развития природно-промышленных систем» Материалы 1-й международной научно-технической интернет-конференции. – Орел: – 2016. – С. 46 – 54.

68. Родичева, М.В. Моделирование процессов тепломассообмена в биотехнической системе «человек - одежда - окружающая среда» / М.В. Родичева, А.В. Уваров, А.В. Абрамов // Швейная промышленность. – 2009. – № 6. – С. 38 – 40.

69. Родичева, М.В. Математическая модель оценки тепловых состояний человека при аттестации рабочих мест по условиям труда / М.В. Родичева, А.В. Абрамов, И.В. Борисова // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2011. – № 2 (286). – С. 110 – 115.

70. Родичева, М.В. Устройство для исследования процессов комбинированного теплообмена в биотехнической системе «человек – одежда – окружающая среда» / М.В. Родичева, А.В. Абрамов, А.В. Уваров, Г.Ю. Татарина // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2012. – № 2 – 5 (292). – С. 107 – 114.

71. Родичева, М.В. Инновационная защитная одежда с изменяемым уровнем теплозащитных свойств / М.В. Родичева, А.В. Абрамов, П.А. Канатникова // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2014. – № 6 (308). – С. 120 – 124.

72. Родичева, М.В. Разработка методики контактного измерения средневзвешенной температуры кожи / М.В. Родичева, А.В. Абрамов, П.А. Родичева // *Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии*. – 2010. – № 4-2(282). – С. 103 – 106.

73. Родичева, М.В. Исследование эффективности пакетов инновационной теплозащитной одежды с изменяемым уровнем физических свойств / М.В. Родичева, А.В. Абрамов // *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*. – 2014. – № 5(353). – С. 93 – 97.

74. Родичева, М.В. Исследование теплофизических показателей современных утеплителей / М.В. Родичева, А.В. Абрамов, А.А. Павловская // *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*. – 2011. – № 5(334). – С. 17 – 20.

75. Бабенко Л.Г. Разработка и исследование теплозащитного изделия для людей с ограниченными двигательными возможностями: диссертация ... кандидата технических наук: 05.19.04 / Бабенко Лиана Григорьевна; [Место защиты: ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»]. – Шахты, 2020. – 243 с.

76. Климова, Л.А. Инновации в дизайне и проектировании объектов индустрии моды: Коллективная монография / Л.А. Климова, Т. М. Рамазанова, М. Г. Плотникова [и др.]. – Новочеркасск: ООО «Лик», 2018. – 242 с.

77. Бабенко, Л.Г. Проектирование безопасной теплозащитной одежды для людей с ограниченными двигательными возможностями / Л.Г. Бабенко, Н.Ю. Савельева, И.А. Занина // «Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности» Международная научная конференция. – Казань. – 2020. Т. – Ч. 1. – С. 18 – 19.

78. Савельева, Н.Ю. Разработка исходной информации для проектирования теплозащитной одежды для людей с ограниченными двигательными возможностями / Н.Ю. Савельева, Л. Г. Бабенко, Н. Е. Черникова [и др.] // *Сборник научных трудов: научное издание*. – Шахты. – 2020. – С. 229–234.

79. Бабенко, Л.Г. Определение показателя теплового комфорта людей с ограниченными двигательными возможностями / Л.Г. Бабенко, С.А. Масленников, Н.Ю. Савельева, К.Р. Эгамберганов // «Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности» III Международная научная конференция. – Казань. – 2021. – С. 26–27.

80. Савельева, Н.Ю. Особенности технологической обработки адаптационного изделия повышенного теплового и физиологического комфорта (мешок для ног) / Н.Ю. Савельева, Л.Г. Бабенко // «Научная весна – 2018» Технические науки. – Шахты, – 2018. – С. 267 – 272.

81. Бабенко, Л.Г. Расчет теплового состояния человека с ограниченными двигательными возможностями в адаптационном теплозащитном мешке для ног / Л.Г. Бабенко, А.Б. Михайлов, Н.Ю. Савельева [и др.] // Дизайн. Материалы. Технология. – 2019. – № 1(53). – С. 42 – 45.

82. Бабенко, Л.Г. Адаптационный теплозащитный мешок для ног с дополнительной системой обогрева / Л.Г. Бабенко, Н.Ю. Савельева, Г.Ю. Волкова // Дизайн и технологии. – 2018. – № 67(109). – С. 44 – 48.

83. Савельева, Н.Ю. Разработка концептуальной схемы процесса проектирования поясной адаптационной одежды для женщин с ограниченными двигательными возможностями / Н. Ю. Савельева, В. В. Холостова, М. В. Скуртол, Л. Г. Бабенко // Швейная промышленность. – 2013. – № 4. – С. 16 – 18.

84. Черничкина, Т.А. Исследование и разработка рекомендаций по изготовлению адаптационной одежды повышенного теплового комфорта для ЛОДВ / Т.А. Черничкина, Н.Е. Черникова, Л.Г. Бабенко [и др.] // «Научная весна-2017» II Всероссийская (с участием граждан иностранных государств) научная конференция студентов, аспирантов и молодых учёных. – Шахты. – 2017. – С. 51 – 57.

85. Бабенко, Л.Г. Мониторинг микроклимата пододежного пространства в теплозащитном изделии для людей с ограниченными двигательными возможностями / Л.Г. Бабенко, Н.Ю. Савельева // «Инженерные и

информационные технологии, экономика и менеджмент в промышленности» международная научная конференция. – Волгоград. – 2020. – С. 26 – 28.

86. Бабенко, Л.Г. К вопросу разработки теплозащитной адаптационной одежды для людей с ограниченными двигательными возможностями / Л.Г. Бабенко, А.А. Кученова, Н.Ю. Савельева [и др.] // Дизайн и технологии. – 2018. – № 66(108). – С. 54 – 59.

87. 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.

88. Логинова Е.А. Анализ и систематизация ассортимента мембранных тканей для одежды /Логинова Е.А., Климова Н.А., Бесшапошников В.И. // «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности» VI международная научно-техническая конференция (ИННОВАЦИИ-2020). – Москва. – 2020 г. – С. 46 – 49.

89. Лиопо Т.Н. Климатические условия и тепловое состояние человека [Текст] / Т. Н. Лиопо, Г. В. Циценко. - Ленинград: Гидрометеиздат, 1971. – 151 с.

90. Климова Н.А. Прогнозирование свойств терморегулирующих материалов и проектирование пакетов теплозащитных изделий: автореферат дис. ... кандидата технических наук: 05.19.01 / Климова Наталия Александровна; [Место защиты: Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)]. – Москва, 2021. – 17 с.

91. Климова, Н.А. Разработка и исследование свойств пакетов теплозащитной одежды / Н.А. Климова, Н.В. Бесшапошникова, Е.А. Логинова [и др.] // Сборник научных трудов: посвященный 75-летию кафедры Материаловедения и товарной экспертизы / под ред. Шустова Ю.С., Буланова Я.И., Курденковой А.В. – Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный

университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», 2019. – С. 74 – 78.

92. Бесшапошникова, В. И. Пакет материалов теплозащитной одежды / В.И. Бесшапошникова, Н.А. Климова, Е.А. Логинова // «Актуальные проблемы экспертизы, технического регулирования и подтверждения соответствия продукции текстильной и легкой промышленности» Круглый стол с международным участием. – Москва. – 2021. – С. 42 – 47.

93. Климова, Н.А. Прогнозирование теплозащитных свойств пакетов материалов и одежды / Н. А. Климова, Е. А. Логинова, И. В. Горяинов, В. И. Бесшапошникова // Молодые ученые - развитию Национальной технологической инициативы (ПОИСК). – 2021. – № 1. – С. 49 – 52.

94. Ткаченко Ю.А., Голованова М.В., Овечкин А.М. Клиническая термография / Ю.А. Ткаченко. – Н. Новгород: ЗАО Союз восточной и Западной медицины, 1998.

95. Places to Buy Adaptive Clothing: [Электронный ресурс]. – 2022. – URL: <https://lifezest.co/adaptive-clothing/> (дата обращения: 13.04.2022).

96. Интернет-магазин адаптивной одежды «Clothes for Seniors»: [Электронный ресурс]. – 2022. – URL: <https://www.clothesforseniors.com/> (дата обращения: 13.04.2022).

97. Интернет-магазин адаптивной одежды «Dignity Pajamas»: [Электронный ресурс]. – 2022. – URL: <https://www.dignitypajamas.com/> (дата обращения: 13.04.2022).

98. Интернет-магазин адаптивной одежды «Adaptive Clothing Showroommas»: [Электронный ресурс]. – 2022. – URL: <https://adaptiveclothingshowroom.com/> (дата обращения: 13.04.2022).

99. Интернет-магазин адаптивной одежды «Buck & Buck»: [Электронный ресурс]. – 2022. – URL: <https://www.buckandbuck.com/> (дата обращения: 13.04.2022).

100. Интернет-магазин адаптивной одежды «Professional Fit Clothing»: [Электронный ресурс]. – 2022. – URL: <https://www.professionalfit.com/> (дата обращения: 13.04.2022).

101. Интернет-магазин адаптивной одежды «Friendly Shoes»: [Электронный ресурс]. – 2022. – URL: <https://friendlyshoes.com/aff/lifezest/> (дата обращения: 13.04.2022).

102. Интернет-магазин адаптивной одежды «Tommy Hilfiger»: [Электронный ресурс]. – 2022. – URL: <https://usa.tommy.com/en/tommy-adaptive> (дата обращения: 13.04.2022).

103. Интернет-магазин адаптивной одежды «IZ Adaptive»: [Электронный ресурс]. – 2022. – URL: <https://izadaptive.com/> (дата обращения: 13.04.2022).

104. Интернет-магазин адаптивной одежды «Able2Wear»: [Электронный ресурс]. – 2022. – URL: <https://able2wear.co.uk/> (дата обращения: 13.04.2022).

105. Интернет-магазин адаптивной одежды «CareZips»: [Электронный ресурс]. – 2022. – URL: <https://www.carezips.net/> (дата обращения: 13.04.2022).

106. Интернет-магазин адаптивной одежды «Alter UR Ego»: [Электронный ресурс]. – 2022. – URL: <https://alterurego.co/> (дата обращения: 13.04.2022).

107. Интернет-магазин адаптивной одежды «Slick Chicks»: [Электронный ресурс]. – 2022. – URL: <https://slickchicksonline.com/> (дата обращения: 13.04.2022).

108. Интернет-магазин адаптивной одежды «Seven7»: [Электронный ресурс]. – 2022. – URL: <https://seven7jeans.com/adaptive> (дата обращения: 13.04.2022).

109. Интернет-магазин адаптивной одежды «Adaptations by Adrian»: [Электронный ресурс]. – 2022. – URL: <https://www.adaptationsbyadrian.com/> (дата обращения: 13.04.2022).

110. Интернет-магазин адаптивной одежды «Cast Clothing Company»: [Электронный ресурс]. – 2022. – URL: <https://www.castclothingco.com/> (дата обращения: 13.04.2022).

111. Интернет-магазин адаптивной одежды «Kohl's»: [Электронный ресурс]. – 2022. – URL: <https://www.kohls.com/> (дата обращения: 13.04.2022).

112. Интернет-магазин адаптивной одежды «Marks and Spencer»: [Электронный ресурс]. – 2022. – URL: <https://www.marksandspencer.com/l/kids/easy-dressing> (дата обращения: 13.04.2022).

113. Интернет-магазин адаптивной одежды «Адаптика»: [Электронный ресурс]. – 2022. – URL: <http://adaptikawear.ru/> (дата обращения: 13.04.2022).

114. Интернет-магазин адаптивной одежды ООО «ЦПОСН «ОРТОМОДА»»: [Электронный ресурс]. – 2022. – URL: <https://orthomoda.ru/> (дата обращения: 13.04.2022).

115. Интернет-магазин адаптивной одежды «Be easy kid»: [Электронный ресурс]. – 2022. – URL: <https://beeasykid.com/> (дата обращения: 13.04.2022).

116. Интернет-магазин адаптивной одежды «GT dress»: [Электронный ресурс]. – 2022. – URL: <https://gtdress.ru/> (дата обращения: 13.04.2022).

117. Интернет-магазин адаптивной одежды «Ателье Special Angels»: [Электронный ресурс]. – 2022. – URL: <https://angels-studio74.vsite.biz/> (дата обращения: 13.04.2022).

118. Будеева, О. Н. Конструктивные и технологические особенности швейных изделий для людей с ограниченными возможностями передвижения / О. Н. Будеева, З. Р. Григорьева, Т. С. Солодушенкова // Электронный научный журнал. – 2017. – № 3-1 (18). – С. 66-68.

119. ГОСТ 20272-2014. Ткани подкладочные из химических нитей и пряжи. Межгосударственный стандарт. Общие технические условия. Взамен ГОСТ 20272-96. – Введ. 2016-01-01. – М.: Стандартинформ, 2015. – 13 с.

120. Тепловизор для стройки, энергоаудита Xintest HT-18 - 7771-00080 // Интернет-магазин оборудования для химической лаборатории «Химтест»: [сайт]. – 2022. – https://chemtest.com.ua/teplovizor_dlya_strojki_energoaudita_xintest_ht_18 (дата обращения: 13.04.2022). – Текст. Изображение: электронные.

121. Интернет-магазин «Testo»: [Электронный ресурс]. – 2022. – URL: <https://testoshop.ru/> (дата обращения: 13.04.2022).

122. Делль Р. А., Афанасьева Р. Ф., Чубарова З. С. Гигиена одежды: Учеб, пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Легпромбытиздат, 1991. – 160 с.

123. ГОСТ 10681-75. Материалы текстильные. Климатические условия для кондиционирования и испытания проб и методы их определения. Взамен ГОСТ 10681-63. – Введ. 1978-01-01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1997. – 30 с.

124. ГОСТ 20566-75. Ткани и штучные изделия текстильные. Правила приемки и метод отбора проб. Взамен ГОСТ 1090-41. – Введ. 1976-06-30. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 3 с.

125. Туханова В.Ю., Тихонова Т.П., Федотова И.В. Методы оценок потребительских свойств материалов и конструкций узлов швейных изделий при инженерном конфекционировании: учебное пособие. – М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2017. – 144 с.

126. ГОСТ 24104-2001. Весы лабораторные. Межгосударственный стандарт. Общие технические условия. Взамен ГОСТ 24104-88. – Введ. 2002-07-01. – М.: Стандартиформ, 2007. – 8 с.

127. Универсальные настольные и напольные испытательные машины Shimadzu AGS-X серия: [Электронный ресурс]. – 2022. – URL: <https://www.shimadzu.ru/ags-x-series-0> (дата обращения: 13.04.2022).

128. ГОСТ 3813-72. Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении. Межгосударственный стандарт. Взамен ГОСТ 3813-47. – Введ. 1973-01-01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 20 с.

129. ГОСТ 3811-72. Материалы текстильные. Ткани, нетканые полотна и штучные изделия. Методы определения линейных размеров, линейной и поверхностной плотностей. Межгосударственный стандарт. Взамен ГОСТ 3811-47. – Введ. 2002-07-01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 15 с.

130. ГОСТ ISO 13937-2-2022. Материалы и изделия текстильные. Определение усилия раздира. Часть 2. Метод испытания на определение усилия раздира для испытуемых проб в форме брюк (метод одинарного раздира). Межгосударственный стандарт. – Введ. 2023-08-01. – М.: ФГБУ «РСТ», 2022. – 20 с.

131. ГОСТ 14326-73 Ткани текстильные. Метод определения пиллингуемости. Межгосударственный стандарт. Взамен ГОСТ 14326-69. – Введ. 1975-01-01. – М.: ФГБУ «РСТ», 2022. – 20 с.

132. Испытательное оборудование, устройство для определения пиллингуемости тканей «Метротекс»: [Электронный ресурс]. – 2022. – URL: <https://www.metrotex.ru/products/mt-195/> (дата обращения: 13.04.2022).

133. ГОСТ Р 51553-99. Материалы текстильные. Метод определения водоупорности. Испытание гидростатическим давлением. – Введ. 2001-01-01. – М.: Стандартиформ, 2006. – 7 с.

134. Прибор для автоматического испытания гидростатическим напором FX 3000 HydroTester III швейцарского производителя TEXTEST INSTRUMENTS (TEXTEST AG) «Орбис» [Электронный ресурс]. – 2022. – URL: <https://orbiscorp.ru/news/gribor-dlya-avtomaticheskogo-ispytaniya-gidrostaticheskim-naporom-fx-3000-hydrotester-iv-shvejtsarskogo-proizvoditelya-textest-instruments-textest-ag/> (дата обращения: 13.04.2022).

135. ГОСТ 32995-2014. Материалы текстильные. Методика измерения напряженности электростатического поля. Межгосударственный стандарт. – Введ. 2017-07-01. – М.: Стандартиформ, 2017. – 7 с.

136. Поленкова, П. С. Апробация методики измерения напряженности электростатического поля по ГОСТ 32995-2014 на примере материалов, используемых для заготовки верха обуви / П. С. Поленкова, О. А. Белицкая // «Фундаментальные и прикладные научные исследования в области инклюзивного дизайна и технологий: опыт, практика и перспективы» Международной научно-практической конференции. Москва. – 2021. – Т. – Ч. 2. С. 178–181.

137. МУК 4.1/4.3.1485-03. Химические факторы/физические факторы. Гигиеническая оценка одежды для детей, подростков и взрослых. – Введ. 2003-06-30. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. – 16 с.

138. Порометр POROLUX™ 100: [Электронный ресурс]. – 2022. – https://www.porometer.ru/porometer_porolux_100/?ysclid=ljdxq4b39q223664006 (дата обращения: 04.01.2023).

139. Характеристика распределения пор по размерам в тканях с мембранным покрытием газодинамическим методом / И. Ш. Абдуллин, Е. С. Нефедьев, Р. Г. Ибрагимов [и др.] // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17, № 12. – С. 45 – 48.

140. ГОСТ 30568-98. Полотна и изделия трикотажные. Метод определения паропроницаемости и влагопоглощения. Межгосударственный стандарт. – Введ. 2004-10-01. – Минск: НП РУП «Белорусский государственный институт стандартизации и сертификации, 2004. – 10 с.

141. ГОСТ 10681-75 Материалы текстильные. Климатические условия для кондиционирования и испытания проб и методы их определения. Взамен ГОСТ 10681-63. – Введ. 1978-01-01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1997. – 28 с.

142. ГОСТ ISO 9237-2013. Материалы текстильные. Метод определения воздухопроницаемости. Межгосударственный стандарт. – Введ. 2014-07-01. – М.: Стандартиформ, 2016. – 11 с.

143. Тестер воздухопроницаемости: [Электронный ресурс]. – 2022. – URL: <https://idminstruments.com.au/testing-instruments/products/air-permeability-tester.html> (дата обращения: 04.01.2023).

144. ГОСТ 20489-75 Метод определения суммарного теплового сопротивления. Материалы для одежды. Взамен ГОСТ 13925-68. – Введ. 1976-01-01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1986. – 11 с.

145. ГОСТ Р 55858-2013 Метод определения суммарного теплового сопротивления. Материалы для одежды. – Введ. 2015-01-01. – М.: Стандартиформ, 2019. – 11 с.

146. ГОСТ 12023-93. Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения толщины. Межгосударственный стандарт. Взамен ГОСТ 12023-66. – Введ. 1995-01-01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1995. – 12 с.

147. ГОСТ 3811-72. Материалы текстильные. Ткани, нетканые полотна и штучные изделия. Методы определения линейных размеров, линейной и поверхностной плотностей. Межгосударственный стандарт. Взамен ГОСТ 3811-47. – Введ. 1973-01-01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 15 с.

148. ГОСТ Р 8.736-2011 Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения. – Введ. 2011-12-13. – Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 1045-ст, 2011. – 23 с.

149. Нуриахметова, Э.Р. Исследование теплового излучения поверхности тела человека с ограниченными двигательными возможностями с целью подбора оптимального пакета материалов при проектировании адаптивной одежды /Э.Р. Нуриахметова, Н.В. Тихонова, Ю.А. Коваленко, Г.И. Гарипова // Костюмология. – 2022. – Т. 7. – № 1. – URL: <https://kostumologiya.ru/PDF/16TLKL122.pdf>.

150. Нуриахметова, Э.Р. Анализ эксплуатационных характеристик адаптивной одежды для детей и пути их совершенствования / Э. Р. Нуриахметова, Ю.А. Коваленко, Н.В. Тихонова // «Жить в XXI веке» Республиканская школа студентов и аспирантов. – Казань. – 2022. – С. 437 – 440.

151. Нуриахметова, Э.Р. Анализ суммарного теплового сопротивления пакета материалов применительно к адаптивной одежде для детей с ДЦП / Э.Р. Нуриахметова, Ю.А. Коваленко, Н.В. Тихонова // «Товароведение, биотехнология и автоматизация обработки кожи и меха» VIII Международная студенческая научно-практическая конференция. – Улан-Удэ – 2022. – С. 71 – 74.

152. Нуриахметова, Э.Р. Исследование напряженности электростатического поля в синтетических текстильных материалах / Э. Р. Нуриахметова, Д.А. Хайруллов, Н. В. Тихонова, Э.Ф. Вознесенский // «Современные методы получения материалов, обработки поверхности и нанесения покрытий» I всероссийская конференция с международным участием. – Казань. – 2023. – С. 175 – 176.

153. Нуриахметова, Э.Р. Исследование суммарного теплового сопротивления пакетов материалов для теплозащитной одежды детей с диагнозом ДЦП / Э.Р. Нуриахметова, Ю.А. Коваленко, Н.В. Тихонова // «Новации в сферах проектирования и производства изделий легкой промышленности» I Всероссийская конференция ученых, аспирантов и студентов с международным участием. Казань. – 2023. – С. 223 – 226.

154. Нуриахметова, Э.Р. Показатель водоупорности плащевых материалов применяемых в теплозащитной одежде для детей с диагнозом ДЦП /Э.Р. Нуриахметова, Ю.А. Коваленко, Н.В. Тихонова // «Новые технологии и материалы легкой промышленности» XIX Всероссийская научно-практическая конференция с элементами научной школы для студентов и молодых ученых. Казань. – 2023. – С. 195 – 197.

155. Нуриахметова, Э.Р. Исследование показателя воздухопроницаемости пакета материалов теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП / Э.Р. Нуриахметова, Ю.А. Коваленко, Н.В. Тихонова, Ю.А. // Технологии и качество. – 2023. – № 3. – С. 11 – 16.

156. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания – Введ. 2021-01-28. – Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28 января 2021 г. № 2.

157. К.Г. Гущина, С.А. Беляева, Е.Я. Командрикова, В.С. Федоровская, Н.Н. Юрченко, О.Н. Калинина, Л.И. Кириллова, И.А. Кольшкшина, Р.И. Судницина, А.В. Никитин, В.И. Стельмашенко, Л.В. Зайцева Эксплуатационные свойства материалов для одежды и методы оценки их качества: Справочник/ Гущина К.Г., Беляева С.А., Командрикова Е.Я., и др. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1984. – 312л., ил.

158. ГОСТ 29222-91. Ткани плащевые из химических волокон и смешанные. Общие технические условия. – Введ. 1993-01-01. – М.: Издательство стандартов, 1992. – 8 с.

159. Нуриахметова, Э.Р. Конструктивные особенности одежды для людей с ограниченными двигательными возможностями / Э.Р. Нуриахметова, Л.Ю. Махоткина, Н.В. Тихонова // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. – 2021. – Т. 54. – № 4. – С. 35 – 40.

160. Нуриахметова, Э.Р. Варианты конструктивных решений одежды для детей с диагнозом детский церебральный паралич / Э.Р. Нуриахметова, Ю.А. Коваленко, Н.В. Тихонова // «Новые технологии и материалы легкой

промышленности» XVIII Всероссийская научно-практическая конференция с элементами научной школы для студентов и молодых ученых. – Казань. – 2022. – С. 201 – 204.

161. Нуриахметова, Э.Р. Разработка коллекции адаптивной одежды для детей с ограниченными двигательными возможностями / Э.Р. Нуриахметова, Ю.А. Коваленко, Н.В. Тихонова // «Молодежь. Наука. Творчество» XX Всероссийская научно-практическая конференция в рамках IV Евразийского технологического форума. – Омск. – 2022. – С. 154 – 157.

162. Нуриахметова, Э.Р. Проектирование оптимальных конструктивных решений теплозащитной адаптивной одежды для детей с диагнозом детский церебральный паралич /Э.Р. Нуриахметова, Ю.А. Коваленко, Н.В. Тихонова //Костюмология. – 2023. – Т. 8. – № 3. – URL: <https://kostumologiya.ru/PDF/14TLKL323.pdf>.

163. ГОСТ 17917-86. Фигуры мальчиков типовые. Размерные признаки для проектирования одежды. Межгосударственный стандарт. Взамен ГОСТ 17917-72. – Введ. 1987-01-01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003.–95 с.

164. Центр междисциплинарных исследований современного детства МГППУ [Электронный ресурс]. – 2022. – URL: <https://childresearch.ru/6-oktjabrjaden-dcp/>.

ПРИЛОЖЕНИЯ

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора

ГАУСО

Реабилитационный Центр

для детей и подростков

с ограниченными

возможностями «Солнечный»

М.Н. Сысоев

2022 г.

**АКТ**

о проведении совместных исследований в рамках кандидатской диссертационной работы Нуриахметовой Эльвиры Рауфовны на тему «Разработка пакета материалов теплозащитной одежды с учетом физиологических и антропологических особенностей детей с заболеванием детский церебральный паралич»

2.6.16 – Технология производства изделий текстильной и легкой промышленности

Мы, нижеподписавшиеся, представители Государственного автономного учреждения социального обслуживания «Реабилитационный Центр для детей и подростков с ограниченными возможностями «Солнечный»» (ГАУСО Реабилитационный Центр «Солнечный»), директор М.Н. Сысоев, заведующая отделением Н.А. Фролова и представитель ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет» (ФГБОУ ВО «КНИТУ») аспирант кафедры конструирования одежды и обуви Э.Р. Нуриахметова составили настоящий акт о проведении совместных исследований с вышеуказанным учреждением с привлечением детей с диагнозом ДЦП, находящихся на момент исследований на реабилитации.

Задачей исследований является изучение температуры поверхности кожи тела детей с диагнозом ДЦП, а также проведение антропометрических исследований в целях выявления особенностей физиологического развития фигуры при данном заболевании. Испытания проводились в стационаре при комнатных условиях с температурой воздуха 25 °С и подвижностью воздуха не более 0,2-0,4м/с, в исходном (физиологичном) состоянии исследуемых в положении сидя или лежа.

В испытаниях приняли участие дети в возрасте от 8 до 13 лет, передвигающихся при помощи инвалидных кресел-колясок, ходунков и других вспомогательных средств. Исследования проведены аспирантом Э.Р. Нуриахметовой в присутствии и непосредственном участии заведующей отделением Н.А. Фроловой. На основе данных исследований получены следующие результаты:

1. Определено значение температур поверхности кожи локально (в разных частях тела); средневзвешенная температура поверхности кожи детей с диагнозом ДЦП в комфортных условиях окружающей среды при температуре воздуха 25°C.

2. Установлены размерные признаки фигур детей с диагнозом ДЦП, а также выявлены антропометрические особенности данной группы детей: сутулость, округление спины – ширина спины увеличена, грудная клетка сжата, часто ноги находятся в икс «X» образном положении, дети имеют избыток или недостаток массы тела.

Представители ГАУСО «Реабилитационный Центр для детей и подростков с ограниченными возможностями «Солнечный»»

Заместитель директора

Заведующий отделением

М.Н. Сысоев

Н.К. Фролова

Представители ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Казань

Заведующий кафедрой «КОиО»

Аспирант кафедры «КОиО»

Н.В. Тихонова

Э.Р. Нуриахметова

Утверждаю

Генеральный директор

АО «КазХимНИИ»

В.Ю. Матвеева



2023 г.

АКТ

испытаний

результатов диссертационной работы Нуриахметовой Эльвиры Рауфовны на тему «Разработка пакета материалов теплозащитной одежды с учетом физиологических и антропологических особенностей детей с заболеванием детский церебральный паралич»

2.6.16 – Технология производства изделий текстильной и легкой промышленности

Мы, ниже подписавшиеся, представитель Акционерного общества «Казанский химический научно-исследовательский институт» (АО «КазХимНИИ») руководитель испытательного центра О.А. Антонович с одной стороны и представитель ФГБОУ ВО «Казанский национальный технологический университет» (ФГБОУ ВО «КНИТУ») аспирант кафедры конструирования одежды и обуви Нуриахметова Э.Р. с другой стороны, составили настоящий акт о том, что в испытательном центре АО «КазХимНИИ» испытаны теплозащитные пакеты материалов, исследуемые в диссертационной работе Э.Р.Нуриахметовой.

Произведена оценка теплозащитных свойств пакетов материалов на показатель суммарного теплового сопротивления. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Оценка суммарного теплового сопротивления пакетов материалов

Состав пакета материалов	Результат испытаний, м ² *°С/Вт	
	«спокойный воздух»	«обдуй при 5м/с»
Плащевая ткань «Президент» Утепляющий нетканый материал марки Шелтер «Оптимум» 200г/м ² Ткань подкладочная фольгированная	0,7516	0,5909
Плащевая ткань «Поликоттон» Утепляющий нетканый материал марки Шелтер «Оптимум» 200г/м ² Ткань подкладочная фольгированная	1,0152	0,5341
Плащевая ткань «Президент» Утепляющий нетканый материал марки Шелтер «Оптимум» 200г/м ² Трикотажное полотно из микрофибры	0,9176	0,7629
Плащевая ткань «Поликоттон» Утепляющий нетканый материал марки Шелтер «Оптимум» 200г/м ² Трикотажное полотно из микрофибры	0,9008	0,6013

Проведена оценка суммарного теплового сопротивления пакетов материалов, подобранных для производства теплозащитной одежды для детей с диагнозом ДЦП.

По результатам испытаний установлено, что пакет материалов, состоящий из Плащевая ткань «Поликоттон», утепляющего нетканого материала марки Шелтер «Оптимум» 200г/м², и подкладочной фольгированной ткани обладает наибольшим суммарным тепловым сопротивлением в 1,0152 м²*°С/Вт.

Представитель АО «КазХимНИИ»

Руководитель испытательного центра



О.А. Антонович

Представители ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Казань

Заведующий кафедрой «КОиО»



Н.В. Тихонова

Аспирант кафедры «КОиО»

Э.Р. Нуриахметова

«Утверждаю»

Директор

ООО «Харизма»



/ Э.Т. Гаязова /

« 5 » апреля 2023 г.

АКТ

о внедрении в производство проектно-конструкторской документации на изготовление теплозащитного изделия (комбинезон) для детей с диагнозом ДЦП

Мы, ниже подписавшиеся, представитель ООО «Харизма» директор Э.Т. Гаязова с одной стороны и представитель ФГБОУ ВО «Казанский национальный технологический университет» (ФГБОУ ВО «КНИТУ») аспирант кафедры конструирования одежды и обуви Нуриахметова Э.Р. с другой стороны составили настоящий акт о том, что на вышеуказанном предприятии произведена апробация результатов диссертационных исследований и внедрена в производственный цикл проектно-конструкторская документация на изготовление теплозащитного изделия (комбинезон) для детей с диагнозом ДЦП.

Теоретические и экспериментальные результаты диссертационной работы Э.Р. Нуриахметовой позволили осуществить выбор и исследовать теплозащитные свойства материалов, с целью комплектации их в пакеты материалов для изготовления теплозащитного изделия (комбинезон) с возможностью прогнозирования теплового и физиологического комфорта для детей с диагнозом ДЦП.

Использование полученных научных результатов, проведенных в ходе выполнения диссертационных исследований позволили разработать рациональное конструктивное решение теплозащитного изделия (комбинезон)

для детей с диагнозом ДЦП. Разработанный комбинезон в полной мере отвечает комплексу требований при проектировании адаптационной одежды.

Представитель ООО «Харизма»
Директор



Э.Т. Гаязова

Представители ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Казань
Заведующий кафедрой «КОиО»
Аспирант кафедры «КОиО»



Н.В. Тихонова

Э.Р. Нуриахметова

Опросный лист

для родителей и опекунов детей с диагнозом детский церебральный паралич

Посещаете ли Вы с ребенком общественные места (кафе, праздники, театры, концерты)?

- Нет, мы никуда не ходим
- Редко, мы стараемся посещать мероприятия
- Да, стараемся посещать мероприятия

Как погода влияет на активность ваших прогулок?

- Мы гуляем только в хорошую, теплую погоду
- Мы гуляем почти в любую погоду, кроме дождя, снега и ветренной погоды
- Мы гуляем в любую погоду, за исключением сильных морозов
- Мы гуляем в любую погоду

Как долго Вы с ребенком гуляете зимой на улице?

- Более одного часа
- До одного часа
- Мы не ходим гулять зимой, только передвижения до медико-социальных учреждений, в пределах одного часа

Как Вы проверяете не замерз ли Ваш ребенок?

- Трогаю нос и щеки ребенка
- Трогаю руки ребенка
- Ориентируюсь по своим ощущениям (если мне холодно, то идем домой)
- _____

В какой одежде Ваш ребенок мерзнет на улице?

- Я тепло одеваю ребенка, ребенок не мерзнет
- Осенью одеваю ему осенний комбинезон (полукомбинезон с курткой) и ребенок не мерзнет
- Осенью достаточно быстро перехожу на зимнюю верхнюю одежду, что бы ребенок не мерз

- Ребенок мерзнет в зимней верхней одежде на прогулках

Какие части тела ребенка чаще всего мерзнут?

- Кисти рук
- Пальцы ног и стопы
- Руки (предплечье, плечи)
- Ноги (голень, бедро)
- В целом быстро замерзает

Вы используете дополнительные одеяла, покрывало во время прогулки?

- Да
- Нет
- Иногда, при ветре и/или дожде, снегопаде

Какую одежду Вы одеваете на ребенка для прогулки зимой?

- Белье,
- Рубашка,
- Штаны,
- Штаны утепленные,
- Теплая кофта,
- Верхняя одежда (полукомбинезон, куртка, комбинезон),
- Шапка,
- Варежки,
- Обувь
- _____

Какую верхнюю одежду Вы предпочитаете одевать ребенку зимой?

- Полукомбинезон с курткой
- Комбинезон

Как Вы приобретаете одежду для ребенка:

- Покупаю типовую одежду представленную на рынке
- Шью на заказ

• _____

Если Вы покупаете одежду, то какого производителя

- Отечественного производство
- Импортного производства

Какую цветовую гамму для своего ребенка в верхней одежде Вы предпочитаете?

- Яркую с рисунками
- Яркую однотонную
- Спокойных цветов с рисунками
- Спокойных цветов однотонную
- Пастельных, светлых цветов и оттенков
- Приглушенных темных цветов и оттенков

Какие неудобства Вы испытываете при одевании верхней зимней одежды на своего ребенка?

- Трудности при продевании рук в рукава: в локте, в запястье, в целом всю руку
 - Трудности при продевании ног в штанины: в коленях, в стопе, в целом всю ногу
 - Трудности при одевании туловища
 - Неудобные застежки:
- _____

Как Вы полагаете, необходима ли специальная зимняя одежда для детей с заболеванием ДЦП?

- Нет, меня устраивает одежда представленная в магазинах
- Да, специальная зимняя одежда для детей с заболеванием ДЦП одежда необходима

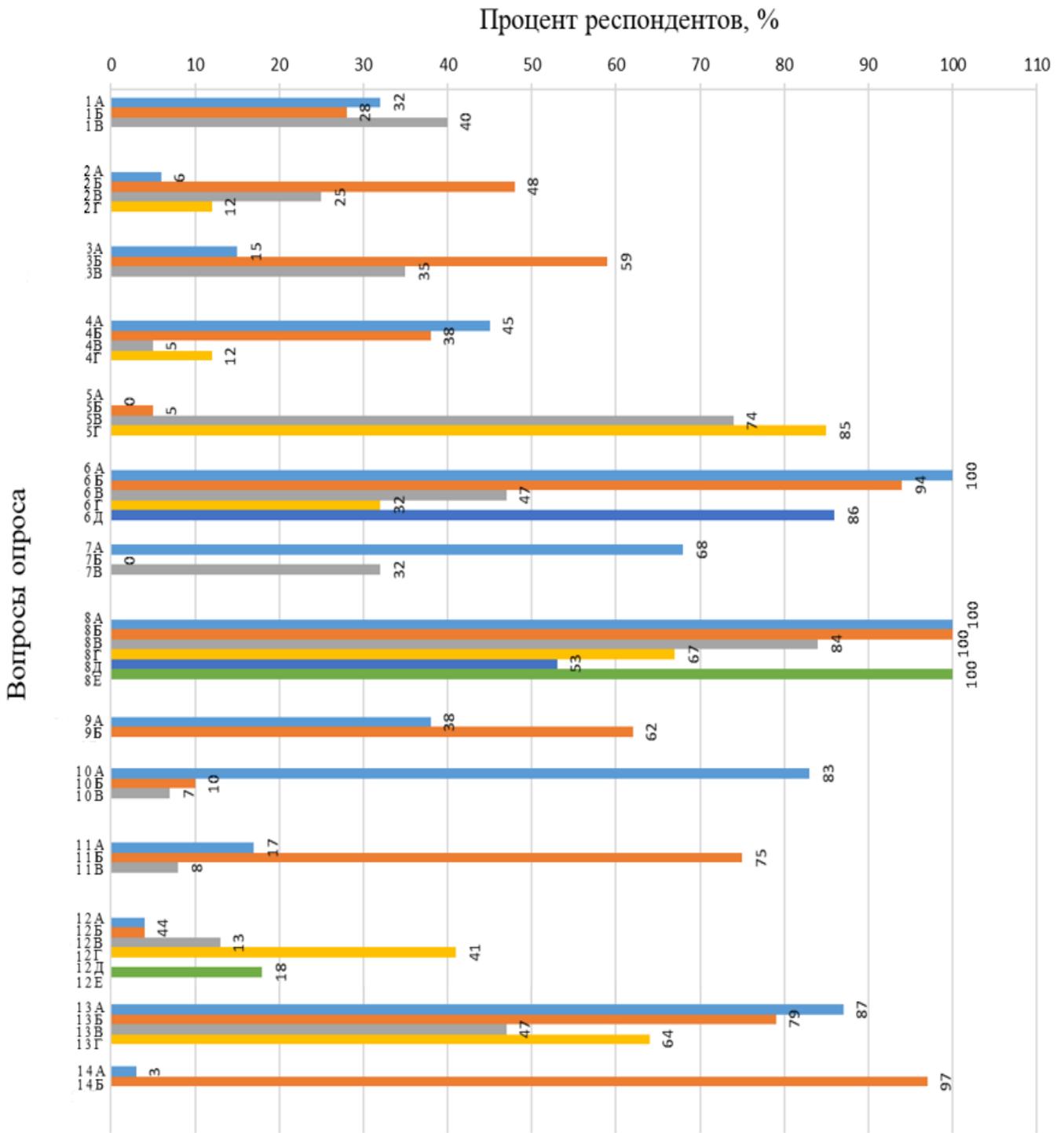


Рисунок 1 – Гистограмма значений результатов опроса родителей детей с диагнозом ДЦП

Таблица 1 – Значения результатов опроса родителей детей с диагнозом ДЦП

Вопросы	Варианты ответов	Результаты ответов, %
1	2	3
1 Посещаете ли Вы с ребенком общественные места (кафе, праздники, театры, концерты)?	а Нет, мы никуда не ходим	32
	б Редко, мы стараемся посещать мероприятия	28
	в Да, стараемся посещать мероприятия	40
2 Как погода влияет на активность ваших прогулок?	а Мы гуляем только в хорошую, теплую погоду	15
	б Мы гуляем почти в любую погоду, кроме дождя, снега и ветренной погоды	48
	в Мы гуляем в любую погоду, за исключением сильных морозов	25
	г Мы гуляем в любую погоду	12
3 Как долго Вы с ребенком гуляете зимой на улице?	а Более одного часа	6
	б До одного часа	59
	в Мы не ходим гулять зимой, только передвижения до медико-социальных учреждений, в пределах одного часа	35
4 Как Вы проверяете не замерз ли Ваш ребенок?	а Трогаю нос и щеки ребенка	45
	б Трогаю руки ребенка	38
	в Ориентируюсь по своим ощущениям (если мне холодно, то идем домой)	5
	г Разное	12
5 В какой одежде Ваш ребенок мерзнет на улице?	а Я тепло одеваю ребенка, ребенок не мерзнет	0
	б Осенью одеваю ему осенний комбинезон (полукомбинезон с курткой) и ребенок не мерзнет	5
	в Осенью достаточно быстро перехожу на зимнюю верхнюю одежду, что бы ребенок не мерз	74
	г Ребенок мерзнет в зимней верхней одежде на прогулках	85
6 Какие части тела ребенка чаще всего мерзнут?	а Кисти рук	100
	б Пальцы ног и стопы	94
	в Руки (предплечье, плечи)	47
	г Ноги (голень, бедро)	32
	д В целом быстро замерзает	86
7 Вы используете дополнительные одеяла, покрывало во время прогулки?	а Да	68
	б Нет	0
	в Иногда, при ветре и/или дожде, снегопаде	32

Окончание таблицы 1

1	2	3
8 Какую одежду Вы одеваете на ребенка для прогулки зимой?	а Белье,	100
	б Рубашка,	100
	в Штаны,	84
	г Штаны утепленные,	67
	д Теплая кофта,	53
	е Верхняя одежда (полукомбинезон, куртка, комбинезон),	100
9 Какую верхнюю одежду Вы предпочитаете одевать ребенку зимой?	а Полукомбинезон с курткой	38
	б Комбинезон	62
10 Как Вы приобретаете одежду для ребенка?	а Покупаю типовую одежду представленную на рынке	83
	б Шью на заказ	10
	в Покупаю и перешиваю	7
11 Если Вы покупаете одежду, то какого производителя?	а Отечественного производство	17
	б Импортного производства	75
	в Не запоминаю	8
12 Какую цветовую гамму для своего ребенка в верхней одежде Вы предпочитаете?	а Яркую с рисунками	4
	б Яркую однотонную	4
	в Спокойных цветов с рисунками	13
	г Спокойных цветов однотонную	41
	д Пастельных, светлых цветов и оттенков	20
	е Приглушенных темных цветов и оттенков	18
13 Какие неудобства Вы испытываете при одевании верхней зимней одежды на своего ребенка?	а Трудности при продевании рук в рукава: в локте, в запястье, в целом всю руку	87
	б Трудности при продевании ног в штанины: в коленях, в стопе, в целом всю ногу	79
	в Трудности при одевании туловища	47
	г Неудобные застежки:	64
14 Как Вы полагаете, необходима ли специальная зимняя одежда для детей с заболеванием ДЦП?	а Нет, меня устраивает одежда представленная в магазинах	3
	б Да, специальная зимняя одежда для детей с заболеванием ДЦП одежда необходима	97