

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 685.34.017

**МИЛЮШКОВА  
ЮЛИЯ ВАЛЕРЬЕВНА**

**РАЦИОНАЛЬНАЯ КОНСТРУКЦИЯ ДЕТСКОЙ ОБУВИ С  
УЛУЧШЕННЫМИ ЭРГОНОМИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ**

Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук  
по специальности 05.19.05 – «Технология кожи, меха, обувных и  
кожевенно-галантерейных изделий»

Витебск, 2015

Работа выполнена в учреждении образования  
«Витебский государственный технологический университет»

Научный руководитель: **Горбачик Владимир Евгеньевич**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Конструирование и технология изделий из кожи» учреждения образования «Витебский государственный технологический университет».

Официальные оппоненты: **Костылева Валентина Владимировна**, доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой «Художественное моделирование, конструирование и технология изделий из кожи» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный университет дизайна и технологии».

**Шерemet Елена Анатольевна**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Стандартизация» учреждения образования «Витебский государственный технологический университет».

Оппонирующая организация: Открытое акционерное общество «Инвестиционный научно-производственный центр текстильной и легкой промышленности» (ОАО «ИНПЦТЛП»), г. Москва, Российская Федерация.

Защита состоится «20» октября 2015 г. в 10.00 на заседании совета по защите диссертаций К 02.11.01 в учреждении образования «Витебский государственный технологический университет» по адресу:

210035, г. Витебск, Московский проспект, д. 72, ауд. 210.

E-mail: vstu@vitebsk.by

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Витебский государственный технологический университет».

Автореферат разослан «18» сентября 2015 г.

Ученый секретарь совета  
по защите диссертаций,  
кандидат технических наук, доцент

Г. В. Казарновская

## ВВЕДЕНИЕ

Повышение качества и конкурентоспособности продукции является важнейшим направлением экономической политики Республики Беларусь.

Сегодня не все потребители удовлетворены качеством покупаемой детской обуви, к которой предъявляются повышенные требования комфортности и удобства в связи со сложным процессом роста стопы ребенка и интенсивным развитием костно-мышечного аппарата. По многочисленным наблюдениям медиков ношение нерациональной обуви является одной из основных причин возникновения и развития деформаций детских стоп и, как следствие, может отрицательно влиять на общее состояние здоровья ребенка. Рациональность конструкции детской обуви в значительной степени определяется соответствием внутренней формы обуви форме и размерам стопы (антропометрические свойства обуви) и соответствием обуви силовым и энергетическим возможностям ребенка (физиологические свойства обуви). Однако в основу ГОСТ 3927–88 «Колодки обувные. Общие технические условия», действующего в настоящее время, заложены результаты обмеров детских стоп, проведенных в 70-е годы прошлого столетия, а по рекомендациям антропологов подобные антропометрические исследования должны проводиться каждые 10 лет. Кроме того, в последнее время на отечественных предприятиях для производства детской обуви используют в основном образцы импортных колодок. Модельеры вынуждены опытным путем подгонять их параметры к размерам стоп белорусских детей, что не всегда положительно отражается на рациональности готовой обуви. Наиболее значимыми показателями физиологических свойств для детской обуви являются изгибная жесткость и масса. Однако именно эти два показателя чаще всего вызывают нарекания со стороны потребителей детской обуви. Поэтому проведение теоретических и экспериментальных исследований, направленных на улучшение эргономических свойств детской обуви по показателям антропометрического и физиологического соответствия, является актуальной научно-практической задачей.

### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

#### **Связь работы с научными программами (проектами), темами**

Тема диссертации соответствует приоритетным направлениям фундаментальных и прикладных научных исследований в Республике Беларусь по положениям: профилактика социально значимых заболеваний, математические и интеллектуальные методы, информационные технологии и системы распознавания и обработки образов; неразрушающий контроль материалов и конструкций. Диссертационная работа выполнялась в соответствии с инновационным проектом № 401 «Разработка размерной типологии, размерно-полнотного ассортимента детской обуви и рациональных колодок на основе полученных данных», утвержденным решением Совета экспертов по научно-технической политике концерна «Беллегпром» (протокол № 6 от 21.12.2006 г., срок выполнения 02.01.2007–

31.12.2008, № ГР 20071033). Тема диссертационной работы была включена в тематику научно-исследовательской работы кафедры «Конструирование и технология изделий из кожи» УО «ВГТУ» ВПД 054 «Повышение эргономических свойств и надежности обуви на основе совершенствования ее конструкции и технологии производства», утвержденную НТК УО «ВГТУ» (протокол № 4 от 14.12.2005 г., срок выполнения 02.01.2006–31.12.2010, № ГР 20064326).

### **Цель и задачи исследования**

Целью диссертационной работы является повышение качества и конкурентоспособности дошкольной обуви на основе разработки её рациональной конструкции с улучшенными эргономическими свойствами.

В соответствии с указанной целью в работе решались следующие задачи:

- обосновать эргономические требования к рациональной конструкции детской обуви;
- разработать программу, методики и технические средства получения и обработки антропометрической информации о стопах и голенях;
- провести массовые обмеры ног белорусских детей в возрасте от 3 до 8 лет, выявить средне-средние параметры стоп и голеней для дошкольной половозрастной группы, определить динамику роста, закономерности распределения и взаимосвязь основных размерных признаков нижних конечностей, разработать размерную типологию детских стоп и голеней для Республики Беларусь;
- определить параметры рациональной внутренней формы дошкольной обуви для детей Республики Беларусь;
- разработать новый способ измерения изгибной жесткости обуви, позволяющий максимально моделировать реальный механизм изгиба обуви при ходьбе;
- оценить изгибную жесткость детской обуви различных конструкций, а также её влияние на биомеханику ходьбы детей и определить рациональную норму изгибной жесткости для дошкольной обуви;
- разработать методику прогнозирования изгибной жесткости обуви;
- уточнить размерно-полнотный ассортимент дошкольной обуви для Республики Беларусь.

### **Научная новизна работы заключается в следующем:**

- получены новые данные о форме, размерах стоп и голеней, установлены регрессионные зависимости между основными параметрами нижних конечностей белорусских детей дошкольной половозрастной группы, являющиеся составной частью банка данных исходной информации в системе проектирования колодок и обуви и позволившие разработать размерную типологию стоп, условную развертку голени, размерно-полнотный ассортимент дошкольной обуви для Республики Беларусь;
- получены новые данные изменения основных размеров ног детей дошкольной половозрастной группы с возрастом и при ходьбе, данные величины

усадки верха детской обуви после снятия с колодки и в процессе ее последующего хранения, которые являются составной частью исходной информации для построения рациональной обувной колодки для дошкольной обуви;

– предложена методика перехода от формы и размеров стопы к форме и размерам колодки, учитывающая максимальное количество факторов, необходимых для определения параметров рациональной внутренней формы обуви;

– разработаны параметры рациональной обувной колодки для детей Республики Беларусь дошкольной половозрастной группы, использование которых позволяет обеспечить детей здоровьесберегающей обувью и повысить конкурентоспособность продукции отечественных производителей;

– разработан новый способ измерения изгибной жесткости обуви, отличающийся от существующих возможностью максимально моделировать реальный механизм изгиба обуви при ходьбе;

– исследовано влияние изгибной жесткости обуви на угол изгиба стопы при ходьбе, что позволило определить рациональную норму изгибной жесткости для дошкольной обуви;

– разработана методика, позволяющая прогнозировать изгибную жесткость обуви на стадии конструкторско-технологической подготовки производства.

#### **Положения, выносимые на защиту**

Параметры рациональной колодки для дошкольной обуви, разработанные с учетом возрастных особенностей стоп белорусских детей, динамики роста стопы, изменения основных размеров стоп при ходьбе, фактора усадки верха обуви после снятия ее с колодки, позволяющие обеспечить детей Республики Беларусь комфортной, удобной обувью, сохранить их здоровье, а также повысить качество и конкурентоспособность продукции отечественных производителей.

Новые данные о форме, размерах стоп и голеней, регрессионные зависимости между основными параметрами нижних конечностей белорусских детей дошкольной половозрастной группы, позволяющие разработать размерную типологию стоп и голеней, уточнить размерно-полнотный ассортимент обуви и определить основные параметры дошкольных колодок с учетом особенностей стоп детей Республики Беларусь.

Методы и средства антропометрических исследований стоп и голеней, отличающиеся от традиционных тем, что позволяют ускорить процесс обмера ног и обеспечивают высокую точность расчета размерных характеристик.

Способ измерения изгибной жесткости обуви, отличающийся от существующих тем, что позволяет максимально моделировать при испытании реальный механизм изгиба обуви при ходьбе.

Рациональная норма изгибной жесткости дошкольной обуви, установленная на основании исследований влияния данного показателя на угол изгиба стопы при

ходьбе детей, способствующая выпуску обуви повышенной комфортности, снижающей энергозатраты при динамических нагрузках.

### **Личный вклад соискателя**

Соискателем лично:

- проведены анализ анатомо-физиологических особенностей стоп детей дошкольного возраста и маркетинговые исследования потребительских предпочтений при выборе детской обуви, позволившие обосновать основные эргономические требования к рациональной конструкции дошкольной обуви;
- разработаны техническое задание и конструктивные параметры на измерительный комплекс для бесконтактного получения плантограмм стоп с помощью цифровой фотокамеры, а также техническое задание на программное обеспечение для обработки фотоплантограмм стоп, позволяющие сократить длительность и повысить точность обмеров;
- получены данные о форме, размерах и установлена взаимосвязь основных размерных признаков ног белорусских детей дошкольного возраста, являющиеся основой проектирования рациональных колодок и обуви;
- разработана размерная типология детских стоп и голеней для Республики Беларусь, позволяющая разнообразие стоп региона представить оптимальным для промышленности и населения числом типоразмеров;
- предложена методика перехода от формы и размеров стопы к форме и размерам колодки, сочетающая в себе достоинства известных методик и отличающаяся от них тем, что учитывает максимальное количество факторов, необходимых для определения параметров рациональной внутренней формы обуви;
- разработаны устройство и приспособление для исследования изменений длины и обхвата стопы при ходьбе, позволившие уточнить информацию, необходимую для проектирования колодок;
- установлены числовые значения усадки детской обуви после снятия с колодки и выявлены основные факторы, на них влияющие, что позволило совершенствовать методику проектирования колодок для детей дошкольного возраста;
- определены параметры рациональной внутренней формы дошкольной обуви (колодки и условной развертки голени), позволяющие обеспечить белорусских детей впорной, здоровьесберегающей обувью и повысить конкурентоспособность продукции отечественных производителей;
- разработан новый способ измерения изгибной жесткости обуви, отличающийся от существующих тем, что позволяет моделировать реальные условия изгиба обуви при ходьбе;
- исследовано влияние изгибной жесткости обуви на угол изгиба стопы ребенка при ходьбе, что позволило определить рациональную норму данного показателя для дошкольной обуви;

- разработана методика, позволяющая прогнозировать изгибную жесткость обуви на стадии конструкторско-технологической подготовки производства;
- уточнен размерно-полнотный ассортимент дошкольной обуви для Республики Беларусь, что позволяет обеспечить детей впорной по размерам и полнотам обувью, способствует оптимизации её выпуска и сбыта.

### **Апробация результатов диссертации**

Результаты работы докладывались и получили положительную оценку на: международной научно-технической конференции студентов, магистрантов и аспирантов «Молодежь – производству» (Витебск, 2006 г.); научно-технических конференциях преподавателей и студентов УО «ВГТУ» (Витебск, 2007, 2009, 2010, 2012 гг.); международных научно-практических конференциях «Техническое регулирование: базовая основа качества товаров и услуг» (Шахты, 2008–2009 гг.); международных научных конференциях «Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности» (Витебск, 2009, 2011, 2013 гг.); международной научно-практической конференции «Инновационные и наукоемкие технологии в легкой промышленности» (Москва, 2010 г.); международных научно-практических конференциях «Техническое регулирование: базовая основа качества материалов, товаров и услуг» (Шахты, 2010 – 2012, 2014 гг.); международной научно-инновационной конференции аспирантов, студентов и молодых ученых с элементами научной школы «Теоретические знания – в практические дела» (Омск, 2011 г.); международной научно-практической конференции высших и средних специальных учебных заведений «С наукой в будущее» (Барановичи, 2012 г.); международной научно-инновационной конференции аспирантов, студентов и молодых исследователей с элементами научной школы «Теоретические знания – в практические дела» (Омск, 2012 г.); международной научно-практической конференции «Качество товаров: теория и практика» (Витебск, 2012 г.); на заседаниях кафедры конструирования и технологии изделий из кожи УО «ВГТУ» (Витебск, 2006, 2007, 2010 – 2013 гг.).

Апробация и внедрение результатов диссертационных исследований осуществлены на обувных предприятиях республики: Производственное унитарное предприятие «Сан Марко», ОАО «Обувь», ОАО «Лидская обувная фабрика», ООО «Управляющая компания холдинга Белорусская кожевенно-обувная компания «Марко» и ОАО «Гродненская обувная фабрика «Неман», а также в учебный процесс УО «ВГТУ».

### **Опубликованность результатов диссертации**

По материалам диссертации опубликовано 26 печатных работ общим объемом 5,9 авторских листов. В том числе, 12 статей объемом 3,3 авторского листа, из них 5 статей объемом 1,9 авторских листов в научных изданиях, включенных в перечень, утвержденный ВАК Республики Беларусь. Получен патент Республики Беларусь на полезную модель и положительное решение на выдачу патента Рес-

публики Беларусь на изобретение.

### **Структура и объем диссертации**

Работа содержит введение, общую характеристику работы, четыре главы, заключение, библиографический список и приложения. Общий объем диссертации составляет 263 страницы, в том числе 117 страниц текста. Объем, занимаемый 45 рисунками, 39 таблицами и 16 приложениями, составляет 127 страниц. В работе использованы: 181 библиографический источник и 28 публикаций соискателя, список которых изложен на 19 страницах.

### **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во введении** обоснована актуальность диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследований, отражены научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

**В первой главе** проведен аналитический обзор публикаций по вопросу повышения качества детской обуви как основного критерия её рациональности. Показано, что главным фактором при формировании требований к обуви для детей должно быть сохранение здоровья. Установлено, что особо важную роль для детской обуви играют ее эргономические свойства, обеспечивающие удобство и комфорт при носке и способствующие профилактике наиболее распространенных деформаций как стопы, так и всего опорно-двигательного аппарата.

На основании анализа эргономических показателей качества выделены наиболее значимые свойства для детской обуви, которые требуют дополнительных исследований. Это следующие показатели: соответствие внутренней формы обуви форме и размерам стопы (антропометрические свойства) и соответствие обуви силовым и энергетическим возможностям ребенка (физиологические свойства).

Проведенный обзор научных работ, посвященных антропометрическим исследованиям детских стоп, которые являются основой для проектирования колодок и обуви, показал, что в Беларуси в последнее десятилетие массовые обмеры детских стоп не проводились, а данные, полученные в других регионах, не всегда могут использоваться на территории нашей республики.

Исследовано соответствие приобретаемой детской обуви основным параметрам стоп. Установлено, что большая часть покупаемой детям обуви не соответствует параметрам их стоп [10, 14, 19, 23].

Показано, что к числу наиболее важных физиологических показателей обуви, обеспечивающих нормальное функционирование опорно-двигательного аппарата, относятся изгибная жесткость (гибкость) и масса обуви. Однако анализ результатов проведенных маркетинговых исследований показал, что, по мнению потребителей, основным недостатком детской обуви является ее недостаточная гибкость (42 % опрошенных) и большая масса (39 % опрошенных) [6, 16]. Отмечено, что при покупке детской обуви потребители чаще всего сталкиваются с пробле-



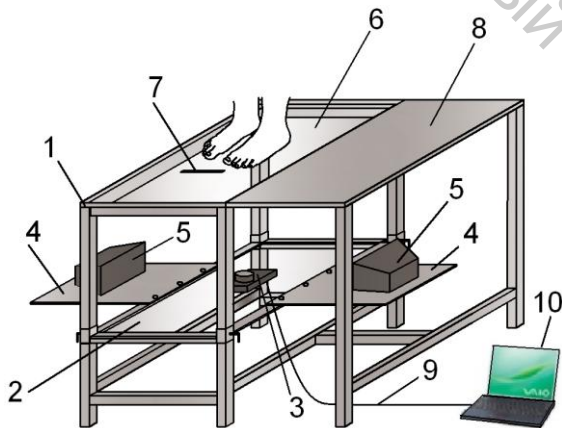
мой отсутствия необходимого размера и трудностями с подбором полноты.

На основании проведенного анализа эргономических свойств обуви и исследований удовлетворенности качеством детской обуви жителей г. Витебска определены два основных направления исследований для улучшения качества детской обуви. Первое связано с разработкой рациональных параметров колодки и размерно-полнотного ассортимента для дошкольной обуви на основе антропометрических исследований стоп детей Республики Беларусь. Второе – с исследованием вопросов, связанных с изгибной жесткостью и массой детской обуви.

**Вторая глава** посвящена получению и обработке данных о форме и размерах стоп и голеней детей Республики Беларусь дошкольного возраста.

Проведены антропометрические исследования 1819 ног детей Республики Беларусь (из них – 872 мальчика и 947 девочек) в возрасте от 3 до 8 лет [2]. Объемы выборок детей одного пола каждого года жизни составили от 118 до 223 человек, что обеспечило достоверность полученных данных. Использовалась расширенная программа обмера, включающая получение плантограммы стопы и измерение 29 размерных признаков не только стопы, но и голени, информация о параметрах которой в литературе практически отсутствует.

При антропометрических исследованиях обхватные параметры стопы и голени измерялись традиционным контактным способом с помощью гибкой нерастяжимой ленты с миллиметровыми делениями (точность замера 0,5 мм).



- 1 – металлический каркас;  
2 – столик для установки фотокамеры; 3 – цифровая фотокамера; 4 – столики для осветительных приборов; 5 – осветительные приборы; 6 – стекло; 7 – размерный эталон; 8 – дополнительный столик; 9 – кабель; 10 – ноутбук

**Рисунок 1.** – Экспериментальная установка для получения фотоплантограммы стопы

загружается в ЭВМ и визуально оценивается оператором, что позволяет избежать ошибок при последующей обработке.

Измерения высотных параметров проводились с помощью электронно-цифрового штангенрейсмаса с точностью замера 0,1 мм. Длинные и широтные размерные характеристики определялись по плантограммам стоп.

В связи с тем, что при проведении обмеров стоп детей зачастую возникают проблемы сохранения ими определенного положения во время измерения, плантограммы стоп снимались бесконтактным способом с помощью цифровой фотокамеры, что позволило сократить время обмера в 3 раза по сравнению с традиционным способом. Для получения фотоплантограммы стопы разработана специальная установка (рисунок 1) [1]. Особенностью измерительного комплекса является то, что после получения плантограммы стопы она

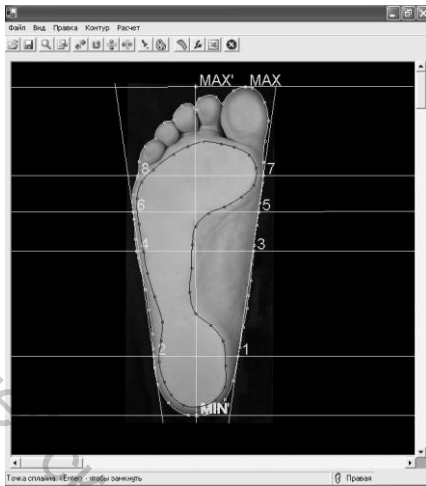
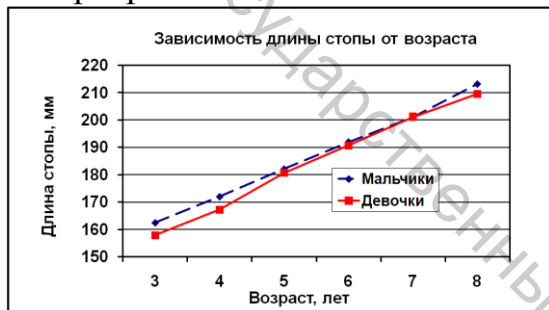
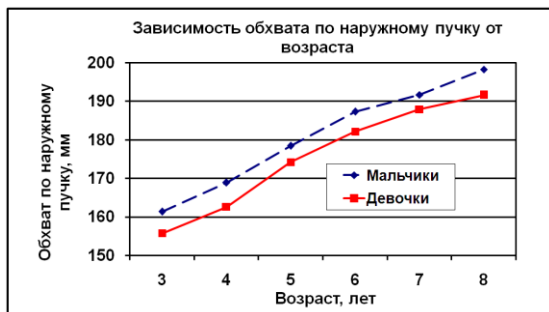


Рисунок 2. – Обработка фотоплантограммы стопы

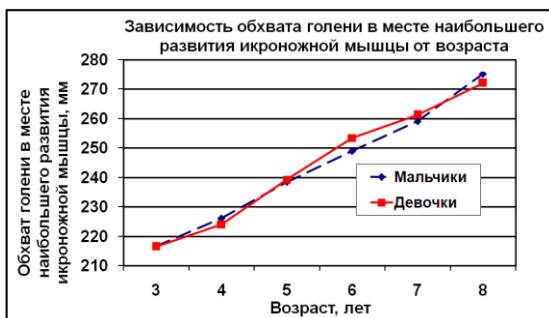
Полученные данные были обработаны методом вариационной статистики с использованием программы «Statistica». Основные статистические характеристики определялись для детей каждого года жизни отдельно для мальчиков и девочек. Установлено, что средние значения основных размерных признаков стопы и голени детей в пределах каждого возраста варьируют в широких пределах.



а



б



в

Рисунок 3. – Зависимость длины стопы (а), обхвата по наружному пучку (б) и обхвата голени в месте наибольшего развития икроножной мышцы (в) от возраста

Для анализа изображения плантограммы стопы в соавторстве с Горбачиком В.Е., Козинцом Д.Г. и Ковалёвым А.Л. было разработано специальное программное обеспечение, которое позволяет в автоматическом режиме с высокой скоростью выполнять поиск контура и отпечатка плантарной поверхности стопы методом аппроксимации кубическим сплайном и выполнять расчет необходимых размерных характеристик (точность замера 0,1 мм) (рисунок 2) [1, 13].

Выявлены зависимости средних значений основных размерных признаков стоп и голеней от возраста, часть которых представлена на рисунке 3. Установлено, что приращение длинотных размеров стопы составляет в среднем 5,5 % за год, широтных – 3,5 %, обхватных размеров стопы и голени – соответственно 5,0 % и 4,5 %, высотных размеров стопы и голени – соответственно 6,0 % и 7,0 %, при этом у мальчиков и девочек годовой прирост основных размерных признаков стоп и голеней практически одинаков [9].

При сравнении основных параметров стоп белорусских детей с данными обмеров, которые использовались при разработке действующего стандарта на обувные колодки, установлено, что длина стопы мальчиков в среднем увеличилась на 8,5 мм, а обхват по наружному пучку – на 6 мм. У девочек эти параметры стали больше соответственно

У девочек эти параметры стали больше соответственно

на 7 мм и 4,5 мм. Полученные результаты подтверждают актуальность проведенных антропометрических исследований стоп и голеней белорусских детей и указывают на необходимость разработки рекомендаций по корректировке основных параметров детских колодок.

По каждому исследуемому году рассчитаны критерии  $\chi^2$ , оценивающие расхождение между эмпирическим и теоретическим распределениями стоп и голеней по длине и основным обхватным и широтным параметрам. Полученные результаты подтвердили нормальность распределения основных антропометрических признаков.

Так как выпуск детской обуви производится по родовым группам, куда входят дети разных возрастов, было произведено выделение дошкольной половозрастной группы [2, 26]. Объединение осуществлялось на основании анализа коэффициентов уравнений регрессии, коэффициентов корреляции и линий регрессии, построенных для основных размерных признаков: длины стопы и обхвата по наружному пучку для детей каждого года жизни. Также впервые при выделении дошкольной половозрастной группы отдельно для каждого возраста по плантограммам детей, имеющих среднестатистические параметры стопы, были рассчитаны соотношения носочно-пучковой и задней частей стопы. Это позволило выявить возрастную категорию детей, имеющих общие закономерности в размерах стоп, что подтверждает возможность объединения их в одну половозрастную группу. В результате, на основании проведенного анализа, в дошкольную группу были включены дети в возрасте от 4 лет до 7 лет.

По выделенной половозрастной группе для каждого исследуемого размерного признака были рассчитаны основные статистические характеристики и определены параметры условной средней стопы [2].

Проанализированы размерные признаки стоп и голеней детей выделенной дошкольной половозрастной группы отдельно мальчиков и девочек [2]. Установлено, что средние значения основных размерных признаков стоп у мальчиков больше, чем у девочек. Однако по длинотным и высотным параметрам стопы разница незначительная, а по обхватным и широтным параметрам разница достигает более, чем полполноты (от 4,4 мм до 5,6 мм – по обхватным параметрам и от 1,2 мм до 1,9 мм – по широтным), что ставит вопрос о необходимости выпускать дошкольную обувь для мальчиков и девочек разных средних полнот.

Сравнение основных размерных характеристик стоп белорусских и российских детей дошкольной половозрастной группы показало, что размерные признаки белорусов больше, чем у россиян. Разница в размерах стоп по длине стопы достигает более, чем один размер (6 мм), а по обхватным параметрам – более, чем полнота (обхват стопы по наружному пучку ( $O_{н.п.}$ ) – 6 мм, обхват стопы через пятку – сгиб ( $O_{к.}$ ) – 8,5 мм). Полученные результаты подтверждают, что исследования, проведенные в других регионах, не всегда могут использоваться на терри-

тории нашей республики. Следовательно, и обувь, изготовленная на колодках российского производства, не всегда будет впорной для белорусских детей.

Для объединенной половозрастной группы установлены зависимости всех размерных признаков от основных размеров – длины стопы и обхвата по наружному пучку. В таблице 1 представлены зависимости обхватов стопы по внутреннему пучку ( $O_{в.п.}$ ), через пучки ( $O_{пуч.}$ ), по середине стопы ( $O_c$ ), через пятку – сгиб ( $O_k$ ), обхвата голени в месте наибольшего развития икроножной мышцы ( $O_2$ ), ширины стопы в пятке ( $Ш_{п.}$ ), по наружному и внутреннему пучкам ( $Ш_{н.п.}$ ,  $Ш_{в.п.}$  соответственно) от длины стопы ( $D_{ст.}$ ) и обхвата по наружному пучку ( $O_{н.п.}$ ).

Таблица 1. – Уравнения регрессии размерных признаков по дошкольной половозрастной группе

$D_{ст.}$	$O_{н.п.}$
$O_{н.п.} = 38,29 + 0,76 * D_{ст.}$	$O_{в.п.} = -1,31 + 1,01 * O_{н.п.}$
$O_{в.п.} = 37,06 + 0,76 * D_{ст.}$	$O_{пуч.} = -0,05 + 1,04 * O_{н.п.}$
$O_{пуч.} = 37,13 + 0,80 * D_{ст.}$	$O_c = 17,64 + 0,92 * O_{н.п.}$
$O_c = 44,57 + 0,74 * D_{ст.}$	$O_k = 15,43 + 1,26 * O_{н.п.}$
$O_k = 24,67 + 1,16 * D_{ст.}$	$O_2 = 3,53 + 1,34 * O_{н.п.}$
$O_2 = 32,24 + 1,14 * D_{ст.}$	$D_{ст.} = 26,50 + 0,89 * O_{н.п.}$
$Ш_{п.} = 18,32 + 0,17 * D_{ст.}$	$Ш_{п.} = 16,73 + 0,19 * O_{н.п.}$
$Ш_{н.п.} = 22,18 + 0,26 * D_{ст.}$	$Ш_{н.п.} = 13,93 + 0,32 * O_{н.п.}$
$Ш_{в.п.} = 20,90 + 0,28 * D_{ст.}$	$Ш_{в.п.} = 14,08 + 0,33 * O_{н.п.}$

Установлено, что корреляционная связь обхватных, длинотных и широтных параметров стопы и голени с длиной стопы и обхватом по наружному пучку довольно тесная (коэффициент корреляции  $r$  колеблется в пределах 0,63 – 0,99). Корреляционная связь высотных размеров стопы и голени с длиной стопы и обхватом по наружному пучку средняя ( $r$  колеблется в пределах 0,54 – 0,70).

На основании полученной антропометрической информации о стопах и голених детей Республики Беларусь дошкольной половозрастной группы разработана размерная типология, позволяющая все разнообразие стоп региона представить оптимальным для промышленности и населения числом типоразмеров.

С целью определения наиболее типичного контура переднего отдела стопы детей дошкольной группы проведен анализ форм переднего отдела плантограмм [8, 24]. Установлено, что для большинства детей характерно веерообразное расхождение пальцев (63 %), стопа в пальцах шире либо равна ширине плюснефалангового сочленения (79 %), а конфигурация пальцевого отдела характеризуется порядковым расположением пальцев по убывающей длине от первого до пятого (66 %). Отмечено, что у 7 % детей передний отдел стопы имеет патологические отклонения: угол отклонения большого пальца составляет  $10^\circ - 15^\circ$ . Одной из причин этого может быть ношение обуви, не соответствующей размерам стоп.

С учетом проведенного анализа переднего отдела стопы детей дошкольной группы была получена обобщенная плантограмма условной средней стопы, кото-

рая является основой построения следа колодки для дошкольной обуви [8].

**Третья глава** посвящена разработке рациональной внутренней формы обуви для детей дошкольной половозрастной группы.

Анализ параметров колодок для дошкольной обуви, используемых на отечественных предприятиях, показал, что колодки по многим параметрам не соответствуют требованиям ГОСТ 3927–88 «Колодки обувные. Общие технические условия». Разные фасоны колодок одного и того же размера и полноты в одноименных сечениях значительно отличаются по форме и размерам. Обозначено, что только 18 % обмеренных колодок имеют оптимальную величину припуска в носочной части. Все это подтверждает необходимость разработки рациональных параметров дошкольных колодок с целью обеспечения впорности обуви [15, 21].

На основании проведенного анализа существующих методов преобразования антропометрических характеристик стопы в параметры внутренней формы обуви впервые предложен уточненный метод, сочетающий в себе достоинства известных методов и отличающийся от них тем, что учитывает максимальное количество факторов, необходимых для определения параметров рациональной внутренней формы обуви. Формула расчета обхватных параметров обувной колодки ( $O_k$ ) имеет вид:

$$O_k = \frac{O_c \cdot (1 - 0,01 \cdot \varphi)}{K_y \cdot (1 + 0,01 \cdot \varepsilon)} + \Delta O_1 + \Delta O_2, \quad (1)$$

где  $O_c$  – периметр одноименного сечения стопы, мм;  $\varphi$  – предел допустимого сжатия стопы обувью, %;  $K_y$  – коэффициент, характеризующий уменьшение периметра поперечного сечения обуви в результате усадки ее верха;  $\varepsilon$  – относительная деформация материалов верха обуви от внешнего силового воздействия, %;  $\Delta O_1$  – величина изменения обхвата стопы при ходьбе, мм;  $\Delta O_2$  – полугодовой прирост обхвата стопы, мм.

С целью определения рациональных параметров обувной колодки для дошкольной половозрастной группы проведены исследования изменения основных размеров стопы в процессе ходьбы. Для этого была разработана конструкция и изготовлено устройство для регистрации изменения длины стопы в процессе ходьбы [18, 22]. Для исследования изменений обхвата стопы при ходьбе в соавторстве с Горбачиком В.Е. и Ковалёвым А.Л. разработано приспособление для измерения обхвата стопы [20, 27], отличающееся от существующих тем, что позволяет упростить и ускорить процесс исследования. Новизна предложенного приспособления подтверждена решением о выдаче патента на полезную модель РБ № 7977.

Проведенные исследования с помощью разработанных приспособлений показали, что увеличение длины и обхвата стопы в пучках при ходьбе по сравнению с аналогичными размерами при стоянии для детей дошкольной половозрастной группы составляет в среднем 5,0 мм и 4,5 мм соответственно [4].

На основании полученных в главе 2 данных о динамике возрастных изме-

нений основных параметров стоп уточнены значения полугодового прироста стопы по длине (4,5 мм) и обхвату по наружному пучку (4,0 мм) у детей дошкольной половозрастной группы [9].

Исследована величина усадки верха детской обуви после снятия с колодки и в процессе ее последующего хранения [3]. Показано, что числовые значения усадки верха обуви в значительной степени зависят от способа формования заготовки. Поэтому при разработке колодок для обуви внутреннего способа формования рекомендовано ее обхватные параметры увеличивать на 3,2 %, а для обуви обтяжно-затяжного способа формования – на 1,7 %. Обозначено, что у обуви с верхом из ткани величина усадки в 3 – 6 раз меньше, чем у кожаной обуви, что ставит вопрос о необходимости при выпуске обуви с верхом из ткани использовать колодки меньшей полноты.

Таким образом, на основании проведенных исследований и антропометрических характеристик стоп детей дошкольного возраста, с использованием зависимостей и коэффициентов, отражающих связи между размерами стопы и колодки, установлены основные параметры рациональной обувной колодки для детей дошкольной половозрастной группы Республики Беларусь (таблица 2) [4, 7].

Таблица 2. – Основные параметры рациональной колодки исходного размера для дошкольной обуви

Основные параметры	Значение параметров, мм
Длина следа	195,0
Обхват в сечении 0,68/0,72 $D_{ст}$	194,0
Ширина следа в сечении 0,18 $D_{ст}$	47,0
Ширина следа в сечении 0,68 $D_{ст}$	66,0

По установленным рациональным параметрам обувной колодки модельерами-колодочниками специализированного предприятия СООО «Викоп-Фагус» г. Витебск была разработана конструкторская документация и изготовлен эталон колодки исходного размера для закрытой дошкольной обуви. Сравнение основных параметров разработанной колодки с параметрами соответствующей колодки, заложенными в ГОСТ 3927–88 «Колодки обувные. Общие технические условия», выявило их существенное отличие по обхвату в сечении 0,68/0,72  $D_{ст}$  (5 мм) и ширине в сечении 0,68  $D_{ст}$  (1,5 мм).

С целью получения более полной картины преобразования форм и размеров стопы в рациональные параметры обувной колодки проведено сопоставление параметров одноименных сечений колодки и стопы. С помощью технологии бесконтактного трехмерного сканирования, используя 3D сканер NextEngine 3D Scanner HD и программное обеспечение RapidWorks, были получены трехмерные модели разработанной колодки и детской стопы, размеры которой соответствуют средне-средним параметрам. Совмещение одноименных поперечно-вертикальных

сечений стопы и колодки позволило определить значения сравнительных коэффициентов размеров стопы и колодки по ширине для закрытой дошкольной обуви. Полученная информация является составной частью банка данных исходной информации в системе автоматизированного проектирования обувных колодок.

На разработанной колодке были спроектированы и изготовлены образцы дошкольных полуботинок и туфель, изучена их впорность. Установлено, что опытные образцы удобны детям с соответствующими параметрами стоп.

На основании полученных размерных признаков голени белорусских детей и рассчитанных уравнений регрессии разработана условная развертка голени для детей дошкольной половозрастной группы, использование которой способствует более точному проектированию конструктивной основы голенища сапожек и позволяет обеспечить белорусских детей впорной обувью [11].

**Четвертая глава** посвящена исследованию изгибной жесткости и массы дошкольной обуви, а также вопросу уточнения размерно-полнотного ассортимента детской обуви.

Анализ различных методов измерения изгибной жесткости обуви показал, что основным недостатком большинства методов является несоответствие реальным условиям изгиба обуви в процессе ходьбы [5]. Установлено, что действующий ГОСТ 9718–88 «Обувь. Метод определения гибкости» обладает существенными недостатками и приводит к значительным ошибкам при измерении изгибной жесткости обуви. Отмечено, что при разработке новой методики измерения изгибной жесткости обуви необходимо обязательно учитывать плечо изгиба, связанное с размером обуви, и использовать схему измерения, при которой происходит подъем пяточной части обуви при неподвижном положении носочно-пучковой части. При этом усилие, изгибающее обувь, должно быть приложено к пяточному закруглению обуви. На основании сформулированных требований в соавторстве с Горбачиком В.Е. и Ковалёвым А.Л. разработан новый способ определения изгибной жесткости обуви, отличающийся от известных возможностью максимально моделировать реальный механизм изгиба обуви при ходьбе. Новизна предложенного способа подтверждена положительным результатом предварительной экспертизы на выдачу патента РБ по заявке № а 20121593 [28].

С целью обоснования норм изгибной жесткости для дошкольной обуви исследовано влияние данного показателя обуви на угол изгиба стопы при ходьбе [5, 17]. Установлено, что у детей с увеличением жесткости низа обуви угол изгиба стопы уменьшается. Затруднения в механике ходьбы возникают при ходьбе в обуви жесткостью свыше 40 Н, что выражается в резком уменьшении величины угла изгиба стопы при ходьбе (на  $6,5^\circ$ ). Таким образом, рекомендуемая норма изгибной жесткости обуви для дошкольной половозрастной группы не более 40 Н, что в 2,5 раза меньше норм, рекомендуемых техническим регламентом «О безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков».

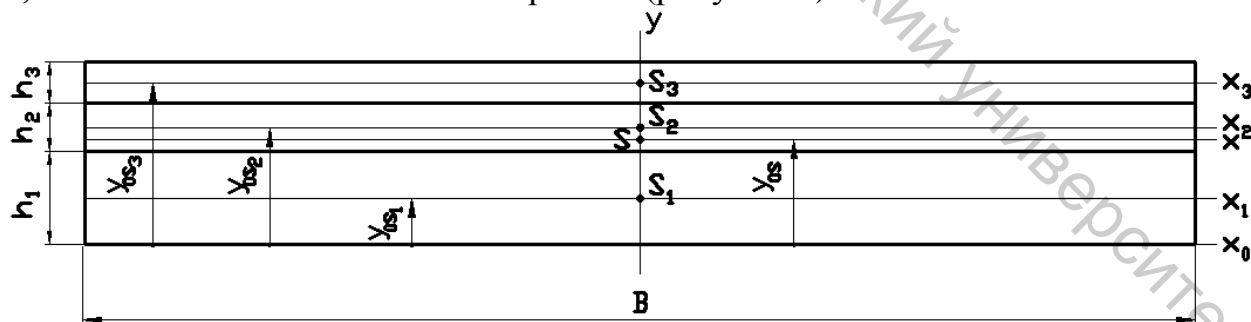


Проведенный анализ изгибной жесткости и массы детской обуви, реализуемой в магазинах города, показал, что изгибная жесткость исследованных образцов обуви гораздо ниже норм технического регламента. Однако, принимая во внимание рекомендуемый нами предел, установлено, что изгибная жесткость 30 % образцов детской обуви превышает значение в 40 Н. Масса 20 % образцов обуви также превышает нормативный показатель, указанный в техническом регламенте. Полученные данные указывают на необходимость пересмотра норм стандартов, которые не способствуют стремлению предприятий выпускать обувь повышенной комфортности, особенно это касается показателя изгибной жесткости обуви [12].

Разработанные в мире приборы и методы позволяют в лабораторных условиях количественно оценить изгибную жесткость обуви. Однако не менее важное значение имеет возможность правильно прогнозировать данный показатель ещё на стадии конструкторско-технологической подготовки производства, что позволит выпускать обувь с заданным уровнем потребительских свойств.

Проведенный обзор публикаций, посвященных кинематическому анализу работы прибора, измеряющего усилие изгиба обуви согласно действующему ГОСТ 9718–88 «Обувь. Метод определения гибкости», показал, что для прогнозирования изгибной жесткости обуви необходимо знать условный модуль упругости низа обуви, геометрические характеристики (ширину и толщину) поперечного сечения низа обуви, плечо изгиба и величину перемещения рамки прибора при испытании.

Поперечное сечение низа обуви в области пучков в общем случае можно представить состоящим из стельки, простилки и подошвы прямоугольных сечений. При расчете систему деталей низа в области пучков предложено рассматривать как балку разнородной упругости, у которой отдельные группы продольных волокон имеют различные модули упругости. В этом случае предполагается, что разнородные элементы, из которых изготовлена балка, соединены друг с другом так, что обеспечена их совместная работа (рисунок 4).



$S, S_1, S_2, S_3$  – центры тяжести распределения жесткости сечений балки, подошвы, простилки, стельки;  $y_{0s}$  – ордината центра тяжести распределения жесткости сечения балки, мм;  $y_{0s_1}, y_{0s_2}, y_{0s_3}$  – ординаты центров тяжести площадей сечений подошвы, простилки, стельки, мм;  $h_1, h_2, h_3$  – толщины поперечных сечений подошвы, простилки, стельки, мм;

$B$  – ширина балки, мм

Рисунок 4. – Поперечное сечение трехслойной балки



В применении к поперечному сечению балки, представленному на рисунке 4, для расчета жесткости балки при изгибе справедливо уравнение:

$$D_x = \sum_{i=1}^3 D_{x_i}, \quad (2)$$

где  $D_{x_i}$  – жесткости поперечных сечений подошвы, простилки, стельки при изгибе относительно центральной оси  $x$ , Н·мм<sup>2</sup>.

Установлено, что жесткости поперечных сечений частей балки можно рассчитывать по формуле

$$D_{x_i} = D_{ix_i} + (y_{0s} - y_{0s_i})^2 \cdot C_i, \quad (3)$$

в которой жесткости поперечных сечений подошвы, простилки, стельки относительно «собственных» центральных осей  $x_i$

$$D_{ix_i} = E_i \cdot \frac{B \cdot h_i^3}{12}, \quad (4)$$

где  $E_i$  – условные модули упругости материалов подошвы, простилки, стельки, Н/мм<sup>2</sup>;

жесткости поперечных сечений подошвы, простилки, стельки при растяжении (сжатии), ( $C_i$ , Н)

$$C_i = E_i \cdot B \cdot h_i; \quad (5)$$

ордината центра тяжести распределения жесткости в поперечном сечении балки

$$y_{0s} = \frac{\sum_{i=1}^3 S_{x_{0i}}}{\sum_{i=1}^3 C_i}, \quad (6)$$

статические моменты жесткости поперечных сечений подошвы, простилки, стельки относительно оси  $x_0$  ( $S_{x_{0i}}$ , Н·мм)

$$S_{x_{0i}} = C_i \cdot y_{0s_i}. \quad (7)$$

С целью более полного обеспечения детей рациональной обувью разработан размерно-полнотный ассортимент дошкольной обуви для белорусских детей [25].

При разработке размерного ассортимента обуви для детей дошкольного возраста использовался расчетный метод, согласно которому построение размерного ассортимента обуви для детей ведется на основании анализа теоретической частоты встречаемости ведущего признака для каждого одногодного интервала отдельно, а затем данные суммируются по каждому размеру.

Анализ теоретического распределения длины стопы по возрастам показал, что данный параметр варьирует в широких пределах, при этом большинство детей в возрасте от 4 лет до 7 лет имеют длину стопы от 165 мм до 205 мм. Причем крайние размеры в этом интервале имеют 13 % детей. При выпуске обуви в размерной серии 170 – 200, согласно действующему стандарту ГОСТ 11373–88 «Обувь. Размеры», процент обеспечения обувью составляет 73,3 %. А введение в размерную серию дошкольной обуви 165 и 205 номеров позволит повысить удо-

влетворенность обувью до 86,4 %. Проведенный сравнительный анализ основных размерных признаков стоп в смежных возрастах, приведенных к одной длине стопы, показал, что анализируемые размерные признаки различны и удовлетворение детей с длиной стопы 165 мм и 205 мм обувью из смежных групп нежелательно. В результате рекомендуется производить дошкольную обувь в размерной серии 165 – 205.

При разработке полного ассортимента дошкольной обуви также использовался расчетный метод. При этом теоретическая частота встречаемости второго ведущего признака была найдена путем анализа распределения сочетаний двух основных размерных признаков.

В соответствии с требованиями ГОСТ 3927–88 полный ассортимент для дошкольной обуви рассчитывался для трех подтипов стоп по обхвату (узкой средней и широкой).

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

### **Основные научные результаты диссертации**

1. Разработаны рациональные параметры обувной колодки для детей Республики Беларусь дошкольной половозрастной группы, полученные с учетом новых данных о динамике роста стопы (полугодовой прирост стопы по длине составляет 4,5 мм, по обхвату по наружному пучку – 4,0 мм), изменения основных размеров стоп при ходьбе (5,0 мм и 4,5 мм соответственно по длине стопы и по обхвату по наружному пучку, установленных с помощью разработанных устройства и приспособления, отличающихся от существующих тем, что позволяют ускорить и упростить процесс исследования стоп), усадки верха обуви после снятия ее с колодки (3,2 % и 1,7 % соответственно для обуви внутреннего и обтяжно-затяжного способов формования) и анализа возрастных особенностей стоп, позволяющие обеспечить белорусских детей комфортной, удобной обувью, сохранить их здоровье, а также повысить качество и конкурентоспособность продукции отечественных производителей [2 – 4, 7 – 9, 18, 20, 22, 24, 27].

2. Получены новые данные о форме, размерах стоп и голеней, установлены регрессионные зависимости между основными параметрами нижних конечностей белорусских детей дошкольной половозрастной группы, позволившие разработать размерную типологию стоп и голеней, условную развертку голени, уточнить размерно-полный ассортимент обуви и определить основные параметры колодок для производства дошкольной обуви с учетом особенностей стоп детей Республики Беларусь [2, 4, 8, 11, 24 – 26].

3. Разработаны методы и средства антропометрических исследований стоп: измерительный комплекс для бесконтактного получения фотоплантограмм стоп, программное обеспечение для их анализа и расчета необходимых размерных характеристик, позволившие автоматизировать трудоемкий процесс исследования

плантограмм и тем самым сократить время обмера стопы в 3 раза по сравнению с традиционным способом, обеспечить высокую точность (0,1 мм) полученных результатов [1, 13].

4. Разработан новый способ определения изгибной жесткости обуви, отличающийся от существующих тем, что позволяет максимально моделировать при испытании реальный механизм изгиба обуви при ходьбе [5, 28].

5. Получены зависимости, описывающие влияние изгибной жесткости обуви на угол изгиба стопы при ходьбе детей, позволившие установить рациональную норму данного показателя для дошкольной обуви (не более 40 Н) [5, 12, 17].

### **Рекомендации по практическому использованию результатов**

1. Рациональная обувная колодка для детей дошкольной половозрастной группы (конструкторская документация, эталон колодки) внедрена и используется на обувных предприятиях республики: Производственное унитарное предприятие «Сан Марко», ОАО «Обувь» и ОАО «Лидская обувная фабрика». Социальный эффект, ожидаемый от использования разработанной колодки при производстве дошкольной обуви, позволяет обеспечить детей Республики Беларусь впорной и удобной обувью, что способствует сохранению их здоровья, а также повышению качества и конкурентоспособности продукции отечественных производителей [Акты о внедрении в производство].

2. На основании полученных антропометрических данных разработана и используется на обувных предприятиях ООО «Управляющая компания холдинга Белорусская кожевенно-обувная компания «Марко» и ОАО «Гродненская обувная фабрика «Неман» размерная типология стоп и голеней современных детей дошкольной половозрастной группы для Республики Беларусь, позволяющая разнообразие стоп региона представить оптимальным для промышленности и населения числом типоразмеров [Акты практического использования].

3. В результате анализа фактического распределения размерных признаков стоп детей разработан и внедрен на обувных предприятиях Производственное унитарное предприятие «Сан Марко», ОАО «Обувь», ОАО «Лидская обувная фабрика», ООО «Управляющая компания холдинга Белорусская кожевенно-обувная компания «Марко» и ОАО «Гродненская обувная фабрика «Неман» размерно-полнотный ассортимент дошкольной обуви для Республики Беларусь, который позволяет обеспечить детей впорной по размерам и полнотам обувью, способствует оптимизации выпуска и сбыта изделий обувной промышленности и повышению конкурентоспособности отечественной обуви [Акты практического использования].

4. На основании антропометрических данных о голених детей Республики Беларусь разработана условная развертка голени для дошкольной половозрастной группы, которая используется производственным унитарным предприятием «Сан Марко», ОАО «Обувь» и ОАО «Лидская обувная фабрика» для более точного

проектирования конструктивной основы голенищ сапожек. Полученные данные способствуют улучшению качества обуви и обеспечивают белорусских детей впорной обувью [Акты использования].

5. Установлена рациональная норма изгибной жесткости обуви для дошкольной половозрастной группы, которая учитывается при оценке результатов сертификации детской обуви на обувных предприятиях республики: Производственное унитарное предприятие «Сан Марко», ОАО «Обувь» и ОАО «Лидская обувная фабрика», что способствует выпуску обуви повышенной комфортности [Акты использования].

6. Учитывая простоту и надежность в использовании, высокую точность и низкие затраты времени на обработку, разработанные измерительный комплекс для получения и программное обеспечение для анализа плантограмм стоп могут быть широко использованы при проведении антропометрических исследований стоп людей различного возраста [1, 13].

7. Разработанное приспособление для измерения обхвата стопы может быть использовано в научно-исследовательских лабораториях при проведении биомеханических исследований [4, 18, 20, 22, 27].

8. Результаты диссертационного исследования внедрены в учебный процесс УО «ВГТУ» в курсах «Конструирование обуви», «Конструирование изделий из кожи», «Теория и методология проектирования внутренней формы обуви» о чем имеются соответствующие акты внедрения.

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

### Статьи в научных рецензируемых журналах:

1. Милюшкова, Ю. В. Автоматизация процесса получения и обработки плантограмм / Ю. В. Милюшкова, Д. Г. Козинец, А. Л. Ковалев, В. Е. Горбачик // Вестник ВГТУ. – 2008. – Вып. 14. – С. 35–40.

2. Милюшкова, Ю. В. Антропометрические исследования стоп детей дошкольного возраста / Ю. В. Милюшкова // Вестник ВГТУ. – 2010. – Вып. 19. – С. 62–67.

3. Милюшкова, Ю. В. Исследование усадки детской обуви / Ю. В. Милюшкова, В. Е. Горбачик // Вестник ВГТУ. – 2011. – Вып. 21. – С. 63–67.

4. Милюшкова, Ю. В. Определение параметров рациональной внутренней формы детской обуви / Ю. В. Милюшкова, В. Е. Горбачик // Вестник ВГТУ. – 2013. – Вып. 24. – С. 42–48.

5. Милюшкова, Ю. В. Анализ методов измерения изгибной жесткости обуви / Ю. В. Милюшкова, А. Л. Ковалев, В. Е. Горбачик // Дизайн и технологии / МГУДТ ; редкол. : Л. В. Ермакова (вед. ред.) [и др. ]. – Москва, 2013. – № 36 (78) – С. 21–27.

**Статьи в сборниках научных трудов:**

6. Милюшкова, Ю. В. Маркетинговые исследования потребительских предпочтений при выборе детской обуви / Ю. В. Милюшкова, В. Е. Горбачик // Техническое регулирование: базовая основа качества товаров и услуг : Международный сборник научных трудов / ГОУ ВПО «ЮРГУЭС». – Шахты, 2008. – С. 79–83.

7. Милюшкова, Ю. В. Об использовании данных обмеров стоп при проектировании колодок и обуви / Ю. В. Милюшкова, В. Е. Горбачик // Техническое регулирование: базовая основа качества товаров и услуг : Международный сборник научных трудов / ГОУ ВПО «ЮРГУЭС». – Шахты, 2009. – С. 92–94.

8. Милюшкова, Ю. В. Получение обобщенной плантограммы условной средней стопы / Ю. В. Милюшкова, В. Е. Горбачик // Техническое регулирование: базовая основа качества товаров и услуг : Международный сборник научных трудов / ГОУ ВПО «ЮРГУЭС». – Шахты, 2010. – С. 93–94.

9. Возрастные изменения параметров стоп и голени у детей / В. Е. Горбачик [и др. ] // Техническое регулирование: базовая основа качества материалов товаров и услуг : Международный сборник научных трудов / ГОУ ВПО «ЮРГУЭС». – Шахты, 2010. – С. 97–100.

10. Милюшкова, Ю. В. Соответствие приобретаемой детской обуви параметрам стоп / Ю. В. Милюшкова, В. Е. Горбачик // Техническое регулирование: базовая основа качества материалов, товаров и услуг : Международный сборник научных трудов / ГОУ ВПО «ЮРГУЭС» ; редкол. : В.Т. Прохоров [и др.]. – Шахты, 2011. – С. 15–17.

11. Милюшкова, Ю. В. Разработка условной развертки голени для дошкольных сапожек / Ю. В. Милюшкова, В. Е. Горбачик // Техническое регулирование: базовая основа качества материалов, товаров и услуг : Международный сборник научных трудов / ФГБОУ ВПО «ЮРГУЭС» ; редкол. В. Т. Прохоров [и др. ]. – Шахты, 2012. – С. 61–62.

12. Милюшкова, Ю. В. Анализ эргономических свойств детской обуви с целью повышения качества ее изготовления / Ю. В. Милюшкова, В. Е. Горбачик // Техническое регулирование: базовая основа качества материалов, товаров и услуг: Международный сборник научных трудов / ГОУ ВПО «ЮРГУЭС». – Шахты, 2014. – С. 43–45.

**Материалы конференций:**

13. Лавренова, Ю. В. Сравнение различных методик обработки плантограмм стоп / Ю. В. Лавренова, В. Е. Горбачик // Молодежь - производству : сборник статей международной научно-технической конференции студентов, магистрантов и аспирантов, Витебск, 21–22 ноября 2006 г. / УО «ВГТУ». – Витебск, 2006. – С. 194–198.

14. Милюшкова, Ю. В. Соотношение размеров детских стоп и обуви / Ю. В. Милюшкова, С. В. Карпова, В. Е. Горбачик // Материалы докладов 42 научно-технической конференции преподавателей и студентов университета / УО «ВГТУ». – Витебск, 2009. – С. 156–158.

15. Милюшкова, Ю. В. Анализ параметров колодок для детской обуви / Ю. В. Милюшкова, А. В. Дубовец, В. Е. Горбачик // Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности : материалы международной научной конференции, Витебск, ноябрь 2009 г. В 2 ч. / УО «ВГТУ». – Витебск, 2009. – Ч. 2. – С. 19–22.

16. Милюшкова, Ю. В. Изучение потребительского спроса детской обуви / Ю. В. Милюшкова, В. Е. Горбачик // «Теоретические знания – в практические дела» : сборник научных статей XII Международной научно-инновационной конференции аспирантов, студентов и молодых ученых с элементами научной школы, 7–15 апреля 2011 г. : в 2 ч. / Филиал ГОУ ВПО «РосЗИТЛП» в г. Омске ; редкол. : З. В. Власова [и др.]. – Омск, 2011. – Ч. 1. – С. 105–109.

17. Милюшкова, Ю. В. Исследование угла изгиба стопы при ходьбе детей в обуви различной жесткости / Ю. В. Милюшкова, В. Е. Горбачик // Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности : материалы международной научной конференции, Витебск, ноябрь 2011 г. : в 2 ч. / УО «ВГТУ»; редкол. : А. Г. Коган [и др.]. – Витебск, 2011. – Ч. 2. – С. 77–79.

18. Милюшкова, Ю. В. Устройство для регистрации изменения длины стопы в динамике / Ю. В. Милюшкова, В. Е. Горбачик, Ковалев А. Л. // С наукой в будущее : материалы международной научно-практической конференции высших и средних специальных учебных заведений, Барановичи, 18 мая 2012 г. / УО «Барановичский государственный колледж легкой промышленности им. В. Е. Чернышева». – Барановичи, 2012. – С. 101–103.

19. Милюшкова, Ю. В. О практическом соотношении между основными параметрами детской стопы и обуви / Ю. В. Милюшкова, В. Е. Горбачик // 13 Международная научно-инновационная конференция аспирантов, студентов и молодых исследователей с элементами научной школы «Теоретические знания – в практические дела» : сборник материалов конференции : в 2 ч. / Филиал ФГБОУ ВПО «МГУТУ им. К. Г. Разумовского» в г. Омске. – Омск, 2012. – Ч. 1. – С. 89–91.

20. Милюшкова, Ю. В. Приспособление для измерения обхвата стопы / Ю. В. Милюшкова, В. Е. Горбачик, А. Л. Ковалев // Качество товаров: теория и практика : материалы докладов Международной научно-практической конференции, Витебск, Беларусь, 15–16 ноября, 2012 г. / УО «Витебский государственный технологический университет». – Витебск, 2012. – С. 163–165.

21. Милюшкова, Ю. В. Исследование впрорности детской обуви / Ю. В. Милюшкова, В. Е. Горбачик // Новое в технике и технологии текстильной и легкой

промышленности : материалы докладов международной научно-технической конференции, Витебск, 27–28 ноября 2013 г. // УО «ВГТУ». – Витебск, 2013. – С. 226–228.

22. Милюшкова, Ю. В. Исследование изменения длины стопы при ходьбе / Ю. В. Милюшкова, А. Л. Ковалев, В. Е. Горбачик // «Памяти В. А. Фукина посвящается» : сборник научных статей и воспоминаний : в 3 ч. / МГУДТ. – Москва, 2014. – Ч. 3. – С. 100–104.

**Тезисы докладов:**

23. Цисаренко, О.И. Соотношение длины стоп и внутреннего размера обуви у детей дошкольного возраста / О. И. Цисаренко, А. И. Белянко, Ю. В. Милюшкова, В. Е. Горбачик // Тезисы докладов XL Научно-техническая конференция преподавателей и студентов университета / УО «ВГТУ». – Витебск, 2007. – С. 123.

24. Милюшкова, Ю. В. Исследование конфигурации переднего отдела стопы детей дошкольной группы / Ю. В. Милюшкова, В. Е. Горбачик // Тезисы докладов XLIII Научно-технической конференции преподавателей и студентов университета / УО «ВГТУ». – Витебск, 2010. – С. 163.

25. Милюшкова, Ю. В. Разработка размерного ассортимента обуви для детей дошкольного возраста / Ю. В. Милюшкова, В. Е. Горбачик // Тезисы докладов II международной научно-практической конференции «Инновационные и наукоемкие технологии в легкой промышленности», посвященной 80-летию университета (Москва, 3 июня 2010 г.) / ИИЦ «МГУДТ». – Москва, 2010. – С. 62-63.

26. Милюшкова, Ю. В. Выделение половозрастных групп детей дошкольного возраста / Ю. В. Милюшкова, В. Е. Горбачик // Тезисы докладов 45 Республиканской научно-технической конференции преподавателей и студентов, посвященной Году книги / УО «ВГТУ». – Витебск, 2012. – С. 245-246.

**Патенты:**

27. Приспособление для измерения обхвата стопы : пат. 7977 Республика Беларусь, МПК А 43D 1/02 / Ю. В. Милюшкова, А. Л. Ковалев, В. Е. Горбачик; заявитель и патентообладатель учреждение образования «Витебский государственный технологический университет». – № u 20110595 ; заявл. 2011.07.18 ; опубл. 2012.02.28. // Официальный бюллетень Государственного патентного ведомства Республики Беларусь / Нац. центр интеллектуал. собственности. – 2012. – №1. – С. 202-203.

28. Способ определения изгибной жесткости обуви : Республика Беларусь, МПК G 01 N 3/00 / Ю. В. Милюшкова, А. Л. Ковалев, В. Е. Горбачик ; заявитель и патентообладатель учреждение образования «Витебский государственный технологический университет». – № а 20121593 ; заявл. 2012.11.19. – 2012.

## РЕЗЮМЕ

Милюшкова Юлия Валерьевна

### **Рациональная конструкция детской обуви с улучшенными эргономическими свойствами**

**Ключевые слова:** качество детской обуви, эргономические свойства, обувная колодка, антропометрические исследования, стопа, голень, размерная типология, размерно-полнотный ассортимент, изгибная жесткость, масса.

**Объектом исследований** являются стопы и голени детей Республики Беларусь в возрасте 3–8 лет, колодки для дошкольной обуви, детская обувь.

**Цель работы** – повышение качества и конкурентоспособности дошкольной обуви на основе разработки её рациональной конструкции с улучшенными эргономическими свойствами.

**Методология исследования:** разработка рациональной детской обуви осуществлялась на основе принципов системного подхода, предполагающего использование антропометрических, маркетинговых исследований, методов математической статистики, корреляционно-регрессионного анализа и программирования. Обработка данных осуществлялась с использованием ЭВМ.

**Полученные результаты и их новизна:** разработаны рациональные параметры обувной колодки для дошкольной половозрастной группы, позволяющие обеспечить детей Республики Беларусь удобной и комфортной обувью, сохранить здоровье стопы; получены новые данные о форме и размерах и установлена взаимосвязь основных параметров ног белорусских детей дошкольной половозрастной группы, позволившие разработать размерную типологию стоп и голеней, определить основные параметры обувных колодок и условной развертки голени, уточнить размерно-полнотный ассортимент обуви; разработаны методы и средства получения и обработки антропометрической информации о стопах и голенях, обеспечивающие высокую скорость и точность обмеров; разработаны новый способ определения изгибной жесткости обуви и методика прогнозирования данного показателя, установлена рациональная норма изгибной жесткости дошкольной обуви, способствующая выпуску обуви повышенной комфортности.

**Рекомендации по использованию:** разработанные для белорусских детей дошкольной половозрастной группы обувная колодка, размерная типология ног, размерно-полнотный ассортимент обуви, условная развертка голени и норма изгибной жесткости обуви внедрены на обувных предприятиях Производственное унитарное предприятие «Сан Марко», ОАО «Обувь», ОАО «Лидская обувная фабрика», ООО «Управляющая компания холдинга Белорусская кожевенно-обувная компания «Марко», ОАО «Гродненская обувная фабрика «Неман».

**Область применения:** обувное производство.



## РЭЗІЮМЭ

Мілюшкова Юлія Валер'еўна

### Рацыянальная канструкцыя дзіцячага абутку з палепшанымі эрганамічнымі ўласцівасцямі

**Ключавыя словы:** Якасць дзіцячага абутку, эрганамічныя ўласцівасці, абутковая калодка, антрапаметрычныя даследаванні, ступня, галёнка, памерная тыпалогія, размерна-паўнотны асартымент, выгібная шорсткасць, маса.

**Аб'ектам даследаванняў** з'яўляюцца ступні і галёнкі дзяцей Рэспублікі Беларусь ва ўзросце 3–8 год, калодкі для дашкольнага абутку, дзіцячы абутак.

**Мэта працы** – павышэнне якасці і канкурэнтаздольнасці абутку на аснове распрацоўкі яго рацыянальнай канструкцыі з палепшанымі эрганамічнымі ўласцівасцямі.

**Метадологія даследавання:** распрацоўка рацыянальнага дзіцячага абутку ажыццяўляецца на аснове прынцыпаў сістэмнага падыходу, што прадугледжвае выкарыстанне антрапаметрычных, маркетынгавых даследаванняў, метадаў матэматычнай статыстыкі, карэляцыйна-рэгрэсійнага аналізу і праграмавання. Апрацоўка дадзеных ажыццяўлялася з выкарыстаннем ЭВМ.

**Атрыманыя вынікі і іх навізна:** распрацаваны рацыянальныя параметры абутковай калодкі для дашкольнай полаўзроставай групы, якія дазваляюць забяспечыць дзяцей Рэспублікі Беларусь зручным і камфортным абуткам, захаваць здароўе ступні; атрыманы новыя дадзеныя аб форме і памерах і ўстаноўлена ўзаемасувязь асноўных параметраў ног беларускіх дзяцей дашкольнай полаўзроставай групы, якія дазволілі распрацаваць размерную тыпалогію ступняў і галёнак, вызначыць асноўныя параметры абутковых калодак і ўмоўнай разгорткі галёнкі, удакладніць размерна-паўнотны асартымент абутку; распрацаваны метады і сродкі атрымання і апрацоўкі антрапаметрычнай інфармацыі аб ступнях і галёнках, якія забяспечваюць высокую хуткасць і дакладнасць абмераў; распрацаваны новы спосаб вызначэння выгібной шорсткасці абутку і методика прагназавання гэтага паказчыка, устаноўлена рацыянная норма выгібной шорсткасці дашкольнага абутку, якая спрыяе выпуску абутку павышанай камфортнасці.

**Рэкамендацыі па выкарыстанні:** распрацаваныя для беларускіх дзяцей дашкольнай полаўзроставай групы абутковая калодка, памерная тыпалогія ног, размерна-паўнотны асартымент абутку, умоўная разгортка галёнкі і норма выгібной шорсткасці абутку ўкаранёны на абутковых прадпрыемствах: Вытворчае ўнітарнае прадпрыемства «Сан Марка», ААТ «Абутак», ААТ «Лідская абутковая фабрыка», ТАА «Кіруючая кампанія холдынгу Беларуская гарбарна-абутковая кампанія» Марка», ААТ «Гродзенская абутковая фабрыка «Нёман».

**Галіна выкарыстання:** абутковая вытворчасць.

## SUMMARY

Miliushkova Yuliya Valeryevna

### **Rational design of children's shoes with improved ergonomic properties**

**Keywords:** the quality of children's shoes, ergonomic properties, shoe last, anthropometric studies, foot, shin, dimensional typology, size-fullness range, bending rigidity, mass.

**The object of research** are feet and shins of Belarusian children aged 3–8 years, lasts for preschool shoes, children's shoes.

**Purpose of research:** to develop the rational design of shoes based on anthropometric and physiological studies of the children of Belarus.

**The Purpose of research work** is improving the quality and competitiveness of pre-school shoes based on the development of its rational design with improved ergonomic properties.

**Methods of research:** the development of rational children's shoes was performed on the basis of systemic approach principles involving the usage of anthropometric, marketing research, methods of mathematical statistics, correlation and regression results, programming. Data processing was carried out with a computer.

**The results and their novelty:** rational parameters of shoes pads for preschool age groups were designed, allowing Belarusian children to provide with convenient and comfortable shoes, and preserve the foot health; new data of the shape and size were received, the interrelation of the basic legs' parameters of Belarusian preschool aged children group was installed, which allowed us to develop a typology sized feet and shins, determine the basic parameters of the shoe pads and shin conditional scan, specify the size-fullness range of shoes; the methods and means of obtaining and processing information on the anthropometric feet and shins were developed, which provide high speed and measurements' accuracy; we developed a new method for determining the flexural rigidity of the shoe and the forecasting technique of this indicator, set up a rational norm of flexural rigidity preschool shoe that promotes the production of higher comfort shoes.

**Recommendations for application:** shoe lasts, size-fullness range of shoes, dimensional typology feet, conditional scan shin and norms of shoes' flexural rigidity were designed for Belarusian preschool gender group and were implemented at shoes production of such as: unitary enterprise "San Marco", JSC "Shoes", JSC "Lida Shoe Factory", LLC "Holding company of Belarusian leather and shoes company "Marco", "JSC" Grodno shoe factory "Neman".

**Fields of Application:** shoe production.

**МИЛЮШКОВА  
ЮЛИЯ ВАЛЕРЬЕВНА**

**РАЦИОНАЛЬНАЯ КОНСТРУКЦИЯ ДЕТСКОЙ ОБУВИ С  
УЛУЧШЕННЫМИ ЭРГОНОМИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ**

Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата  
технических наук

---

Подписано в печать 14.09.15 Формат 60×90 1/16. Печать ризографическая. Уч.-изд. л. 2.0. Усл. печ. л. 1.8. Тираж 90 экз.

Заказ 247.

---

Отпечатано на ризографе ЦИТ УО «ВГТУ».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/172 от 12 февраля 2014 года.

210035, г. Витебск, Московский пр-т, 72