

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ДИЗАЙНА»

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ ИЗДЕЛИЙ И МАТЕРИАЛОВ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Посвящена памяти заведующего кафедрой дизайна и
конструирования обуви, доц. О. К. Тулупова

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ
Всероссийской научной конференции

Санкт-Петербург
2024

УДК 67/68:685.34.01:681.7:681.518.3(063)

ББК 37.20:37.255:16.332:13л4я43

И66

И66 Инновационные методы анализа функциональности изделий и материалов легкой промышленности, посвященная памяти заведующего кафедрой дизайна и конструирования обуви, доц. О. К. Тулупова: тезисы докл Всероссийской научной конференции / Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна. – Санкт-Петербург: ФГБОУВО «СПбГУПТД», 2024. – 38 с.

ISBN 978-5-7937-2650-4

Всероссийская научная конференция с 19.11.2024 г.

Оргкомитет:

Макаров А. Г. – д-р техн. наук, профессор, председатель,

Вагнер В. И. – канд. техн. наук, доцент,

Иванов О.М. – д-р техн. наук, профессор,

Щербаков С.В. – канд. техн. наук, доцент,

Яковлева Н.В. – канд. техн. наук, доцент,

Семенова Л.Г. – канд. техн. наук, доцент,

Саморуков Д.В. – канд. техн. наук, доцент,

Шепелева Ю.Е. вед. прогр. ответственный секретарь

УДК 67/68:685.34.01:681.7:681.518.3(063)

ББК 37.20:37.255:16.332:13л4я43

ISBN 978-5-7937-2650-4

©ФГБОУВО «СПбГУПТД», 2024

СОДЕРЖАНИЕ

А. Ю. Сапронов, Ю. Е. Шепелева, В. М. Рахлин Развитие проектирования и изготовления защитных элементов обуви специального назначения	5
Н. Ю. Ануфриев Воздействие корригирующих приспособлений на пронацию и супинацию стопы	6
А. А. Беркутова, А. А. Еремихина, О. В. Сироткина Nfc технология в современной обуви	9
А. Б. Бойко, Т. М. Сумарокова Исследование работы лазерного 3d-сканера стопы: особенности измерений и задачи по адаптации к стандартам	10
А. А. Волкова, Ю. И. Турчина, С. Ю. Киселев Проектирование высококаблучной колодки по данным антропометрических исследований.....	14
Д. Б. Попов, И. А. Сакун, Е. М. Скребова, Т. В. Тюлькина, М. Д. Самароков Применение технологии захвата и моделирования движения для лечебной физической культуры в виртуальной среде	15
Е. Л. Зимина, Ю. Б. Голубева, Е. И. Скирмонт Автоматизированная система поддержки принятия решений по выбору рациональной конструкции ортопедической обуви как инструмент объективизации оценки ее функциональных свойств	16
А. С. Захаров, О. В. Синева Анализ конструктивных решений военной обуви	18
И. В. Богданов Методологические основы построения и использования индексов походки.....	19
И. В. Колчин, Н. В. Яковлева Исследования комфорта обуви	21
М. Г. Шабанова Разработка алгоритма проектирования индивидуальной колодки на основе виртуальной визуализации поверхности стопы средствами 3d сканирования.....	23
Е. А. Некрасова Исследование влияния ортопедических стелек на биомеханику и кинетику стопы	25

А. Д. Райкова, Т. Ю. Дерябина Популяризация и внедрение в современный интерьер одного из предметов декоративно-прикладного искусства – гобелен	27
Е. А. Некрасова Коррекция двигательных нарушений у пациента с дцп, методом изменения конфигурации низа обуви.....	29
Д. В. Саморуков Методы анализа функциональности изделий и материалов в системе менеджмента качества	30
Т. В. Тюлькина, Д. Б. Попов, И. А. Сакун, Е. М. Скребова, М. Д. Самароков Методика сравнения эффективности спортивного и повседневного белья в разгрузке спины с применением видеоанализа	32
Е. В. Цветкова Применение авторской методики рисования на поверхности воды в кожгалантерейной отрасли.....	33
Н. В. Чугуй, И. Н. Леденева Применение vr-технологий в легкой промышленности.....	34
Д. С. Шашков Методы анализа потребительских свойств текстильных изделий	35
А. А. Каширин, В. В. Костылева, А. Н. Максименко, И. Б. Разин Ar-технологии в дизайне конструкций кожгалантерейных изделий	36

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ

А. Ю. Сапронов, Ю.Е. Шепелева, В.М. Рахлин

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий
и дизайна
191186, Санкт-Петербург, Большая Морская, 18

РАЗВИТИЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ОБУВИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Эффективное решение проблем обувного производства, таких как избавление от кропотливой трудоемкой работы; замена дорогостоящих и сложных подготовительных работ; борьба за уменьшение веса изделия и изгибной жёсткости; повышения устойчивости при движении в производственных условиях её эксплуатации; защита от ударных воздействий тепла и холода и др. – достигается комплексными методами, один из которых это внедрение экспресс технологии получения рельефных электродов для электроэрозионной прошивной обработки обувной оснастки, а так же изготовления формообразующих вставок пресс-форм, позволяющих изготавливать формованные детали и узлы, улучшающие функциональные свойства защитной обуви.

В докладе представлены новые решения в подготовке производства обуви специального назначения на примере изготовления оснастки для формования защитного пластмассового подноски с использованием передовых промышленных технологий электроэрозии и системы быстрой гальванопластики как альтернативный подход в изготовлении пресс-форм в процессе подготовки производства. Задача решается посредством применения формализованных поверхностей конструктивных элементов с учётом технологических аспектов процесса формообразования электрода-инструмента. Его применение в координатно-прошивной электроэрозионной обработке с выхаживанием в высоко дисперсном диэлектрике обеспечивает кратное увеличение срока службы формообразующей оснастки, что повышает качество защитных элементов обуви специального назначения, их надёжность при экстремальных условиях эксплуатации.

Научный руководитель: доцент, канд. техн. наук, С. В. Татаров

Н.Ю. Ануфриев

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий
и дизайна
191186, Санкт-Петербург, Большая Морская, 18

ВОЗДЕЙСТВИЕ КОРРИГИРУЮЩИХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ НА ПРОНАЦИЮ И СУПИНАЦИЮ СТОПЫ

Биомеханика стопы относится к направлению в науке, изучающему движение, функционирование и деформацию стопы человека, и основных ее элементов.

Стопа человека представляет собой сложную структуру, движение которой описать достаточно трудно. Это связано с постоянными статическими и динамическими нагрузками, геометрическими, функциональными и другими особенностями.

Для выбора методов лечения деформации стопы, для разработки специальных технологий, а также для проектирования и изготовления корригирующих приспособлений и изделий, необходимо понимать биомеханику движения человека.

Важную роль в биомеханике движения стопы человека и общем состоянии опорно-двигательного аппарата играют пронация и супинация стопы. Пронация и супинация являются естественными движениями, которые помогают стопе адаптироваться к неровным поверхностям и сохранять равновесие. Однако чрезмерная или аномальная пронация и супинация могут привести к различным патологиям.

Определение пронации и супинации. Для того, чтобы определить в каком положении находится стопа нужно понимать, какие движения происходят в стопе во время супинации и пронации. Если пронация стопы – это вращение задней части стопы внутрь вокруг оси подтаранного сустава, то супинация стопы – это вращение задней части стопы наружу вокруг оси подтаранного сустава. Определение пронации и супинации в динамике довольно затруднено из-за недоступности подтаранной кости снаружи. Для определения пронации и супинации в динамике используется видеоанализ с применением инфракрасных камер и светоотражающих маркеров для получения данных кинематики и силовых платформ для получения данных кинетики. Статичное определение пронации и супинации происходит с помощью 3D-сканера.

Анализируя данные публикаций по теме и данные, полученные при видеоанализе, выявлено, что чаще всего используется угол выворота задней части стопы относительно голени во фронтальной плоскости. Уменьшение выворота пяточной кости является жизнеспособной и достижимой биомеханической целью. Также встречаются показатели угла и высоты свода стопы, но используются гораздо реже.

Для решения этих проблем широко используются корригирующие приспособления и устройства, такие как ортопедические стельки, которые корректируя, изменяют биомеханику стопы.

Вкладные ортопедические стельки – один из часто используемых вариантов корректировки стопы, позволяющий легко изменить походку человека с учетом его индивидуальных особенностей. В настоящее время существует огромное количество методов изготовления индивидуальных ортопедических стелек. Индивидуальные

стельки, разработанные с учетом особенностей стопы и походки, могут корректировать пронацию и супинацию для достижения правильной биомеханики движений человека. Однако, корректировка с помощью ортопедической стельки требует предварительного исследования.

Для оценки положения стопы используется FPI индекс.

FPI (Foot Posture Index) – это метод оценки положения стопы с использованием установленных критериев и простой шкалы. Он позволяет количественно оценить позицию стопы и назвать её пронированной, супинированной или нейтральной.

Исследования показывают, что ортопедические изделия могут существенно влиять на FPI индекс. Несмотря на полезность, FPI индекс не всегда используется в клинической практике. Причины заключаются в проведении сложных измерений, необходимости применения специального оборудования, необходимости повышения знаний и дополнительного обучения персонала, ограниченное время и ресурсы, а также использование альтернативных методов оценки. Главным недостатком метода является использование в статике, а не в динамике.

Дозозависимость медиальных клиновидных стелек. Дозозависимость применения медиальных клиновидных стелек представляет собой важный аспект их эффективности. С помощью такого исследования можно выявить закономерность между углом медиальных клиновидных стелек и уровнем выравнивания стопы. В исследовании «Costa et al». 2021 г. было показано как дозозависимость медиальных клиновидных стелек в задней части стопы влияет на кинетику и кинематику нижних конечностей. В исследовании принимали участие 16 людей с пронацией $FPI \geq 6$. Увеличение угла наклона стелек показало положительную тенденцию в корректировке угла наклона и моментов для голеностопного сустава. Помимо улучшения положения голеностопа было установлено улучшение кинетики и кинематики проксимальных сегментов.

Исследование 2013 г. авторов Telfer, S., Abbott, M., Steultjens, M. P. M., & Woodburn, J. Заключалось в изготовлении стельки $\frac{3}{4}$ путем 3D-сканирования стопы и проектирования с помощью специализированной CAD-системы OrthoModel (Delcam, Бирмингем, Великобритания), а также 3D-печати стелек с разным углом наклона от 6° латерального до 10° медиального с шагом в 2° . В исследовании приняло участие 24 участника из которых 12 выступили в роли пациентов и имели выраженную пронацию и 12 в качестве контрольной группы с нейтральной пронацией. Результаты исследования указывают на то, что для индивидуальных ортезов, используемых для лечения типа стопы с пронацией существует дозозависимость угла наклона как для задней части стопы, так и для колена.

Изготовление индивидуальных стелек с использованием 3D-моделирования и аддитивных технологий. Использование 3D-моделирования и аддитивных технологий в производстве индивидуальных стелек стало революционным шагом в ортопедии. Профессиональные CAD-системы и 3D-сканеры позволяют точно воспроизводить анатомические особенности стопы пациента, что способствует повышению комфорта и эффективности ортопедических изделий. При использовании результатов различных исследований, связанных с формой стельки возможно повысить эффективность моделирования стелек, влияющих на положение стопы.

Обсуждение. Большое количество исследований, направленных на изучение коррекции пронации с помощью различных ортопедических приспособлений, демонстрирует весьма разнообразные результаты. Тем не менее, в целом можно

наблюдать положительную динамику. Вкладные стельки, в отличие от других ортопедических средств, являются наиболее удобными для ежедневного использования. В исследованиях по коррекции пронации наиболее часто встречаются медиальные клиновидные стельки.

Форма ортопедической стельки играет ключевую роль в корректировке положения стопы. Поддержка свода стопы, выступающая в роли супинатора, не сильно или вообще не затронута в исследованиях такого рода, но важно понимать, какой эффект может дать изменение высоты этого элемента. В некоторых случаях даже небольшие изменения в конструкции стельки могут существенно влиять на комфорт и эффективность коррекции.

Следует отметить, что в небольшом количестве исследований подробно описано, каким образом получали данные о положении стопы, что является крайне важным и могло привести к различным неточностям в результатах. Для получения корректных данных о динамике стопы необходимо использовать специальную обувь, которая обеспечит доступ к ключевым точкам стопы. Это позволит более точно оценить влияние ортопедических приспособлений на биомеханику стопы.

Заключение.

Корректирующие приспособления, включая безрецептурные ортопедические изделия, индивидуальные ортезы и стельки с медиальным вклиниванием, играют важную роль в контроле пронации и супинации стопы. Эффективность корректирующих приспособлений зависит от индивидуальных характеристик пациента, что подчеркивает необходимость дальнейших исследований и индивидуального подхода в области ортопедии и реабилитации. Внедрение современных технологий, таких как 3D-моделирование, открывает новые горизонты для создания эффективных ортопедических решений, что может значительно повысить качество жизни пациентов и снизить риски травматизации.

Наибольшее распространение в корректировке пронации стопы показали медиальные клиновидные стельки. Эти стельки позволяют стабилизировать стопу и уменьшить пронацию. Они позволяют привести движение стопы в норму, что, в свою очередь, положительно влияет на более проксимальные сегменты нижних конечностей, такие как голеностопный сустав, колено и бедро. Это способствует улучшению общей биомеханики походки человека, снижая нагрузку на суставы и мышцы.

Также важно отметить значимость дозированного подхода при выборе стелек. Оптимальный угол наклона стельки должен быть тщательно подобран для каждого конкретного случая, учитывая индивидуальные особенности стопы и походки пациента. Это позволяет достичь максимальной эффективности и комфорта, минимизируя риск возникновения дополнительных проблем.

Будущие направления. Обзор публикаций и анализ исследований предоставляет ценные сведения о влиянии корректирующих приспособлений на пронацию, однако несколько областей требуют дальнейшего изучения. Необходимы исследования влияния различных элементов ортопедических стелек как по отдельности, так и комбинируя их. Долгосрочные исследования для оценки устойчивости преимуществ, наблюдаемых в краткосрочных вмешательствах. Исследования также должны сосредоточиться на разработке персонализированных корректирующих устройств, которые могут учитывать уникальные биомеханические потребности отдельных пациентов.

Кроме того, интеграция передовых технологий, таких как специализированные САД-системы, 3D-печать и биомеханическое моделирование, может повысить точность и эффективность корректирующих устройств, и простоту их изготовления.

Научные руководители: доцент, канд. техн. наук, Семенова Л.Г., доцент, канд. техн. наук, Аксенов А.Ю.

А.А. Беркутова, А.А. Еремихина, О.В. Сироткина

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)
115035, Москва, Садовническая, 33

NFC ТЕХНОЛОГИЯ В СОВРЕМЕННОЙ ОБУВИ

Современная обувная промышленность сталкивается с рядом вызовов, связанных с растущими требованиями потребителей к качеству, комфорту и инновационным решениям. В условиях стремительного развития цифровых технологий, применение интерактивного взаимодействия в процессах проектирования и производства обуви становится неотъемлемой частью конкурентоспособности компаний.

NFC-метка (*Near Field Communication*) — это технология «связи ближнего действия». Она позволяет пользователям обмениваться информацией, просто поднося устройства друг к другу на расстояние до 10 см. NFC-метки могут хранить информацию, такую как ссылки, текст или контактные данные, и считываются с помощью смартфонов и других совместимых устройств. NFC-метка может быть встроена в конструкцию обуви для предоставления информации о продукте, например, инструкции по уходу, истории бренда или ссылок на дополнительные ресурсы. Также может использоваться для аутентификации товара и предотвращения подделок.

Для обуви с 01 июля 2020 года запрещены производство и продажа немаркированной обуви. Существующая маркировка при помощи системы *DataMatrix*, представляет собой матричный двумерный код, в котором зашифрована информация о продукте: страна производитель, бренд, материал и размер обуви. Он состоит из черных и белых квадратов, образующих уникальный код. *DataMatrix* часто используется в промышленности и логистике для маркировки товаров и отслеживания их перемещения. Как и QR-коды, *DataMatrix* можно считывать с помощью специальных сканеров или смартфонов. Используется для маркировки и отслеживания обуви на складах. Однако метки *NFC* более удобны, чем QR-коды, потому что все, что вам нужно сделать, это коснуться их смартфоном. Кроме того, метки *NFC* не требуют использования камеры и приложения.

Интеграция *NFC*-меток в конструкцию обуви представляет собой инновационный шаг в развитии обувной индустрии, предлагающий множество преимуществ как для производителей, так и для потребителей. Использование этих технологий позволяет повысить уровень персонализации продукции и улучшить взаимодействие с конечными пользователями.

Для производителей внедрение таких технологий открывает новые горизонты в области отслеживания и управления товаром, упрощая процессы логистики и контроля

качества. Это также способствует повышению уровня безопасности, позволяя бороться с подделками, обеспечивая подлинность продукции.

Применение вышеперечисленных инновационных цифровых технологий позволяет не только изменить процесс производства обуви или логистику, а полностью реструктурировать отрасль. На рынке появятся и займут лидирующие позиции совершенно новые компании, предлагающие товары, которые раньше были невозможны без цифровой трансформации.

А.Б. Бойко, Т.М. Сумарокова

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
191186, Санкт-Петербург, Большая Морская, 18

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ЛАЗЕРНОГО 3D-СКАНЕРА СТОПЫ: ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ И ЗАДАЧИ ПО АДАПТАЦИИ К СТАНДАРТАМ

3D-сканеры стали важным инструментом для создания точных цифровых моделей объектов, играя ключевую роль в самых разных областях: промышленном дизайне, археологии, спорте, медицине и многих других. За последние 20 лет их использование для 3D-сканирования стопы человека приобрело большую популярность и теперь является значительным в ортопедии, подиатрии и при производстве обуви. Эти устройства позволяют получать точные трёхмерные модели стопы человека, учитывая мельчайшие анатомические особенности, которые крайне сложно полностью измерить традиционными методами без потерь в точности измерений.

Лазерные 3D-сканеры стопы выделяются высокой точностью и скоростью работы. Они используют лазерные лучи для сканирования поверхности стопы. Такой подход не только обеспечивает больше комфорта и точность подгонки, но и способствует раннему выявлению патологий. Важным преимуществом 3D-сканеров является возможность мгновенно формировать цифровую модель, которую можно хранить и анализировать в дальнейшем.

Данный анализ проводился с помощью лазерного 3D-сканера *ScanPod3D*, модель *UPOD-HD*. Данная модель сканера предназначена для единовременного сканирования только одной ноги, которая помещается на платформу сканера с поднятой до колена одеждой. Во избежание размытия лазерной линии необходимы условия минимально возможного освещения. Сканирование, результаты которого описаны в данной работе, проводилось в помещении лаборатории с выключенным общим освещением и при зашторенных окнах. Во время сканирования запрещается двигаться, менять положение ног. Для более объективного сканирования необходимо распределять нагрузку на обе ноги естественным образом, не перенося вес тела ни на одну из ног.

Настройки сканирования позволяют предварительно выбрать один из трёх его режимов: «Босая нога» («*Bare Foot*»), «Белый носок» («*White Sock*») или «Объект, не относящийся к стопе» («*Non-Foot Object*»). Под последним обычно подразумевается обувная колодка. 3D-модель представлена относительно прямоугольной оси

координат O_{xyz} , где точка с координатами (0; 0; 0) задаётся в задней точке пятки. Заявленная погрешность измерений сканера составляет 0,5 мм.

При создании необходимых условий было проведено сканирование для получения трёхмерных моделей стоп, а также отчётов о них. В исследовании участвовала группа из 21 здорового добровольца, включающая мужчин и женщин в возрасте от 20 до 35 лет, не имеющих установленных заболеваний стопы или отклонений в опорно-двигательном аппарате.

После формирования отчётов встала задача проверки точности представленных в них числовых значений. Для этого необходимо сопоставить полученные данные с результатами ручных обмеров и числовыми значениями, рассчитанными по данным 3D-изображений. Это даст возможность выявить и проанализировать возможные расхождения в измерениях. Для проведения проверочных измерений были выбраны страницы 5 и 6 отчёта, содержащие схемы отпечатка стопы в соотношении 1:1 для правой и левой ног. Все приведённые в качестве примера в данной статье расчёты принадлежат к данному скану.

По данным ГОСТ Р 58149–2018 (ИСО 9407:1991) «Размеры обуви. Система определения размеров «Мондопойнт» и маркировка» **длина стопы** (*ength of the foot*) – это максимальное горизонтальное расстояние от задней части пятки (максимальная точка изгиба пятки) до самого длинного пальца, измеряемое, когда человек стоит и его масса равномерно распределена на обе стопы.

Тем не менее, исходя из этой формулировки, нельзя однозначно измерить длину стопы и получить достоверные данные о размере, т.к. отсутствует уточнение: применяется абсолютное расстояние точек начала и конца измеряемого отрезка или же их проекция на ось стопы. Измерения, проведённые двумя описанными способами, дают разные результаты, что при переводе в иные системы размеров обуви, отличные от метрической, может приводить к несоответствию.

Для проверки данного предположения были проведены ручные измерения вышеупомянутых схем для идентификации величин. Измерения выполнялись с помощью программы «КОМПАС-3D». Анализу подлежали величины и соответствующие им значения, представленные в *табл. 1*.

Таблица 1. Сводная таблица проверки измерений сканера

Измерение	Левая нога		Правая нога		Термин по ГОСТ Р 58149–2018 [3]
	UPOD-ND	«КОМПА С-3D»	UPOD-ND	«КОМПА С-3D»	
Foot Length	242,1 мм	242,1 мм	241,4 мм	241,4 мм	Длина стопы
Fore Foot	92,9 мм	92,9 мм	91,0 мм	91,0 мм	Полнота стопы
Mid-Foot	82,5 мм	82,0 мм	81,4 мм	81,4 мм	–
Heel	55,1 мм	56,0 мм	55,1 мм	56,7 мм	–

На схемах видно, что длина оси стопы в пределах проекции контура стопы не соответствует значениям, представленным в *табл. 1*: (239,0 ≠ 241,4) мм и (238,0 ≠ 242,1) мм для правой и левой стоп соответственно. Аналогично длина

отрезка, заключённого между крайней точкой пятки и крайней точкой носочной части также не соответствует значениям, представленным в таблице 1: (243,1 ≠ 241,4) мм и (243,9 ≠ 242,1) мм для правой и левой стоп соответственно. Так, было установлено, что прямая *Foot Length*, значения которой представлены в таблице 1 и обозначают длину стопы, должна быть получена параллельным переносом отрезка на оси стопы так, чтобы достигать крайней точки пальцев.

Проверка других линейных измерений – *Fore Foot*, *Heel* и *Mid-Foot* – позволила установить соответствие между наименованиями величин и их значениями. Все эти величины соответствуют измерениям сканера с учётом погрешности, в среднем равной менее 0,6 % для левой ноги, и менее 0,7 % для правой ноги. Возникновение данных погрешностей наиболее вероятно обусловлено человеческим фактором.

Отметим, что наиболее проблемным измерением оказалась линия *Heel*. При вычислении её положения было установлено, что в данном примере сканирования она располагается в сечении 13,6 % и 13,1 % длины стопы для левой и правой ног соответственно. В этой связи, было сформулировано предположение, что в определении положения данной линии участвуют иные пространственные точки стопы, которые не рассматривались на данных схемах отчёта.

Далее были проведены ручные измерения соответствующих величин. Для этого были получены отпечатки следа стоп с помощью прямого нанесения красящего вещества на поверхность стопы.

На полученных отпечатках были осуществлены следующие построения: линия *Fore Foot*, ось стопы, линия *Foot Length* (длина стопы), линия *Mid-Foot* (ширина стопы в сечении половины длины стопы – 50 % *Foot Length*), линия *Heel* (ширина пятки).

Измерения параметров отпечатков и процент их отклонения от значений, полученных сканером, приведены в табл. 2.

Таблица 2. Измерения отпечатков, полученных вручную и их процентное соотношение с измерениями сканера

Измерения	Левая стопа	Правая стопа	Процент отклонения от значений, полученных сканером	
1	2	3	4	
Foot Length	243,6 мм	241,7 мм	0,6 %	0,1 %
Fore Foot	93,8 мм	92,9 мм	1,0 %	2,1 %
Mid-Foot	79,0 мм	78,0 мм	4,2 %	4,2 %
Heel	54,5 мм	55,0 мм	1,1 %	0,2 %
Средний			1,7 %	1,7 %

Табл. 2 демонстрирует, что не все измерения, полученные с отпечатков вручную, совпадают с измерениями сканера, но в общей сложности приближены к ним. Однако стоит отметить, что средняя погрешность «ручных» измерений относительно измерений сканера составляет 1,7 % как для левой, так и для правой стоп, что значительно превышает погрешность перепроверки данных со сканера.

В ходе работы удалось получить точные цифровые модели стопы. Данные отчёта легли в основу анализа для выявления возможных отклонений в измерениях, заложенных в сканер, по сравнению с принципами, прописанными в ГОСТ. Далее в работе представлены результаты сканирования, которые показывают, насколько точно 3D-сканер фиксирует ключевые антропометрические параметры стопы, и как полученные данные соотносятся с параметрами стандартов.

Проведённое исследование продемонстрировало, что лазерный 3D-сканер стопы *ScanPod3D UPOD-HD* обладает высокой степенью точности при определении основных параметров стопы. По предварительной оценке, данная технология существенно превосходит традиционные ручные методы измерения по скорости и эффективности, что подтверждает её перспективность для применения в условиях, требующих оперативности, точности, а также бесконтактности.

В рамках данного исследования оставались вне анализа параметры, которые также представляют интерес для комплексной оценки антропометрии стопы: не были рассмотрены точки, автоматически устанавливаемые на тыльной поверхности стопы, несмотря на их участие в расчёте множества параметров, исследование не включало анализ поперечных сечений, таких как *Ball*, *Waist* и *Instep*, которые представляют собой важные зоны, данные о плантарном давлении и их влияние на общую структуру модели стопы также остались вне рамок данной работы, как и более детальное представление стопы как пространственного объекта, включающего распределение массы и геометрию опоры. Отдельного внимания в будущем требует также область пятки (*Heel*), так как при текущем анализе положение соответствующего поперечного сечения не было определено однозначно и универсально. Указанные вопросы представляют собой перспективные направления для дальнейших исследований.

Предварительно сформулированы потенциальные задачи для продолжения текущего исследования:

- 1) исследовать масштабируемость сечений, полученных сканированием.
- 2) исследовать точки, расставленные автоматически на тыльной поверхности стопы.
- 3) предложить однозначную трактовку терминов ключевых измерений стопы.

Научный руководитель: доцент, канд. техн. наук, Т. М. Сумарокова

А.А. Волкова, Ю.И. Турчина, С.Ю. Киселев

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)
115035, Москва, Садовническая, 33

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЫСОКОКАБЛУЧНОЙ КОЛОДКИ ПО ДАННЫМ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Женская обувь на высоком каблуке не теряет своей актуальности на протяжении очень долгого времени. История моды знает эпохи, когда сам по себе каблук являлся произведением искусства, как по форме, так и по исполнению и был востребован представителями обоих полов. В наше время, основными пользователями высококаблуточной обуви являются молодые женщины. Вред, наносимый ношением каблуков, обсуждается постоянно, начиная с момента их появления. Но убедить женщин отказаться от подобной обуви представляется невыполнимой задачей.

Поставив перед собой целью разработку на основе новых антропометрических данных рациональной обувной колодки с высотой приподнятости пяточной части 70 мм для женщин младшей возрастной группы (18 – 29 лет), мы провели антропометрическое исследование женских стоп. В выборку также были включены девушки от 15 лет до 18 лет, поскольку рост стопы девочек заканчивается к 15 годам а обхватные параметры стоп женщин в возрасте 16-24 лет и 18-24 лет имеют близкие значения (расхождение – 0,4 мм). Было обмерено 184 человека. В нашем случае выборку можно считать типологической, так как объекты исследования отбирались сознательно, учитывая их типичность и принадлежность к рассматриваемой возрастной группе.

При проведении антропометрических исследований применялись метод измерения гибкой миллиметровой лентой и метод плантографии, визуально оценивалось наличие патологий и деформаций стоп. Исходные данные исследуемых подверглись обработке методами математической статистики с применением программы Microsoft Excel. Были найдены средние значения размерных признаков, построены графики зависимости основных обхватных и широтных параметров от длины стопы, получены уравнения линейной зависимости, характеризующие регрессионную связь между основными параметрами стопы и ее длиной. По результатам статистической обработки была отобрана женская стопа, параметры которой приняты за условно средние ($D=255$ мм). Для более детального изучения формы и размеров данной стопы, а также проектирования колодки был получен гипсовый слепок. Для отливки слепка была изготовлена гипсовая платформа с высотой приподнятости пяточной части – 70 мм и носочной части – 10 мм. С гипсового слепка были получены основные сечения стопы.

В системе Компас 3D были спроектированы и получены каркас колодки и интерполяционная поверхность. Эталон колодки изготовлен на станке ЧПУ.

Практическим воплощением выполненных научных исследований являлась разработка коллекции женских сапог осенне-весеннего сезона носки. На международном конкурсе «*Shoes-style – 2022*», коллекция заняла 1 место в категории «Обувь».

Д.Б. Попов, И.А. Сакун, Е.М. Скребова, Т.В. Тюлькина, М.Д. Самароков

Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН
199034, Санкт-Петербург, наб. Макарова, д.6.

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)
197022, Санкт-Петербург, ул профессора Попова д.5 литера Ф

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАХВАТА И МОДЕЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ДЛЯ ЛЕЧЕБНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ В ВИРТУАЛЬНОЙ СРЕДЕ

Введение. В настоящее время активно исследуются заболевания опорно-двигательного аппарата, связанные с малоподвижным образом жизни. Технологический прогресс и рост травматизма обуславливают необходимость совершенствования реабилитационных методик. Лечебная физическая культура (ЛФК) остаётся эффективным методом восстановления, однако пациенты нередко испытывают недостаточную мотивацию к выполнению упражнений. Введение игровых элементов в ЛФК представляется перспективным способом повышения интереса и мотивации пациентов. Настоящая работа направлена на разработку игровых механик в среде *Unreal Engine* для стимулирования пациентов к выполнению упражнений ЛФК.

Ключевые слова: Лечебная физическая культура (ЛФК), реабилитация, опорно-двигательный аппарат, моделирование движения, маркерная система захвата движения, *motion capture*, игровые механики, *Unreal Engine*.

Материалы и методы. В данной работе для регистрации движений применялась маркерная система захвата движения *Qualisys*, установленная в лаборатории «Системы захвата и моделирования движения» СПбГЭТУ «ЛЭТИ». Полученные данные передавались в программное обеспечение *Qualisys Track Manager*, где проводились калибровка, запись и обработка данных. Разработка игровых механик осуществлялась с использованием системы визуального программирования *Blueprint* в среде *Unreal Engine*. Визуальная обратная связь и контроль над выполнением движений обеспечивались с помощью дисплея или очков виртуальной реальности.

Результаты. Осуществлена трансляция движений человека на 3D-модель персонажа в *Unreal Engine* в режиме реального времени. Разработан комплекс игровых механик, обеспечивающих интерактивное взаимодействие с виртуальной средой, моделируя функциональные задачи и упражнения.

Заключение. Разработанные игровые механики демонстрируют высокий потенциал для использования в реабилитационной практике благодаря тому, что способствуют укреплению не только физического здоровья пациентов, но и повышению эффективности реабилитационных мероприятий и мотивации пациентов. Данная работа открывает новые возможности для применения игровых технологий в медицинской реабилитации, например, позволяя проводить высокоточный мониторинг кинематики движений пациентов.

Е.Л. Зимина, Ю.Б. Голубева, Е.И. Скирмонт

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научно-образовательный центр медико-социальной экспертизы и реабилитации им. Г.А. Альбрехта» Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации
195067, Санкт-Петербург, Бестужевская ул., 50

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ВЫБОРУ РАЦИОНАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ ОРТОПЕДИЧЕСКОЙ ОБУВИ КАК ИНСТРУМЕНТ ОБЪЕКТИВИЗАЦИИ ОЦЕНКИ ЕЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ

Ортопедическая обувь – медицинское изделие, конструкция которого разработана с учётом анатомических изменений в стопе и голени, назначаемое с целью восстановления нарушенных функций стопы. Реабилитационный эффект от применения такой обуви находится в прямой зависимости от её конструкции, в которую в соответствии с медико-техническим требованиям должны быть введены специальные ортопедические детали, позволяющие удержать стопу в корригированном положении, перераспределить нагрузку по плантарной (подошвенной) поверхности стопы или компенсировать укорочение нижней конечности.

При всем многообразии форм и тяжести патологических изменений стоп, обусловленных самыми различными факторами: врожденными пороками, наследственной предрасположенностью, перенесенными или развивающимися заболеваниями (неврологическими, инфекционными, сосудистыми и др.), травмами, избыточными нагрузками, подход к ортопедическому обеспечению, осуществляемому за счет бюджетных средств, должен быть унифицированным и доказательным.

Для разрешения поставленной задачи разработана автоматизированная система по выбору рациональной конструкции сложной ортопедической обуви, которая может быть использована как при назначении обуви, так и при оценке ее функциональных свойств. Система предназначена для того, чтобы помочь специалисту принять решение на этапе разработки индивидуальной программы реабилитации и абилитации инвалида (ИПРА) и на этапе разработки заказа на изготовление сложной ортопедической обуви с индивидуальными параметрами изготовления, который является неотъемлемой частью технологического процесса. В зависимости от стадии жизненного цикла изделия информационная система может быть позиционирована как системы поддержки принятия решений (СППР) и как обслуживающая подсистема САПР. В том и другом случае система обеспечивает единый для врачей и инженеров алгоритм работы - идентификация проблемы, выбор критериев решения проблемы и формирование рекомендаций для принятия решения.

Функциональные свойства ортопедической обуви определяются ее конструкцией, а также параметрами специальных деталей, наличие и вариабельность которых зависят от степени выраженности и фиксированности деформации стоп.

Технология автоматизированного выбора конструкции ортопедической обуви включает описание в машиночитаемом тексте конструкции эффективным набором характеристик, признаков и их значений, необходимых для точного определения

соответствия ортопедической обуви нарушениям функции стоп конкретного пациента и поиск рациональной конструкции обуви посредством сопоставления кодов наименований и значений признаков конкретных элементов из баз данных с использованием электронных протоколов и формуляров.

Протокол и формуляр являются основополагающими документами в разработанной СППР, в которой они связаны между собой при помощи кодирования по системе «ключ-значение».

Протокол обследования – электронный документ, содержащий сведения о патологическом состоянии стоп конкретного пациента, позволяет установить связь между выявленными анатомо-функциональными изменениями нижних конечностей пользователя и конструкцией ортопедической обуви при данной патологии. Для оценки состояния стоп предложено использовать тесты по выявлению видимых анатомо-функциональных изменений нижних конечностей, основанные на двоичной системе, то есть ответе на предлагаемые вопросы («да»/ «нет»).

Обосновать выбор рациональной конструкции позволяет формуляр – электронный документ, автоматически предлагающий актуальную информацию о конструкции обуви, в которой каждому выявленному при тестировании компоненту деформации соответствует корректирующая, разгружающая или компенсирующая специальная ортопедическая деталь.

Главным отличительным признаком протокола и формуляра является упорядоченная систематизация сведений, представленная в виде таблиц с базами данных деформаций стоп, специальных ортопедических деталей и их комбинаторности, видов обуви по сезонному исполнению.

Результатом применения цифровой СППР по выбору рациональной конструкции ортопедической обуви для инвалидов с дефектами и деформациями стоп являются рекомендации, содержащие:

- вид деформации стоп с указанием кода по Международной классификации болезней (МКФ-10);
- вид обуви по сезонному исполнению в соответствии с указаниями в ИПРА и нормативными документами Минтруда России о классификации, показаниям к назначению и срокам пользования техническими средствами реабилитации, в том числе ортопедической обувью;
- набор специальных ортопедических деталей, включая межстелечные слои, мягкие, жесткие, металлические детали, специальные детали низа обуви.

Практика проведения технических испытаний сложной ортопедической обуви на соответствие ее эффективности, безопасности и качества требованиям медицинского назначения показывает, что во многих случаях изделия изготовлены без учета анатомо-функциональных особенностей стоп конкретного пациента, то есть набор специальных ортопедических деталей не соответствует медицинским показаниям к назначению. При проведении испытаний на соответствие ортопедической обуви медицинскому (функциональному) назначению необходимо оценить способность обуви удерживать стопу в скорректированном положении, перераспределять нагрузку по подошвенной поверхности, компенсировать укорочение нижней конечности или отсутствующего сегмента стопы. Применение разработанной СППР при испытаниях обуви обеспечивает доказательный подход к оценке функциональных свойств ортопедической обуви, за счет

сопоставления каждого показателя с конкретным компонентом деформации стопы.

Разработанная автоматизированная СППР будет востребована как бюро медико-социальной экспертизы, так и на предприятиях-изготовителях ортопедической обуви, а также в испытательных лабораториях.

Научный руководитель: ст. науч. сотр. Е. Л. Зимина

А.С. Захаров, О.В. Синева

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)
115035, Москва, Садовническая, 33

АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ВОЕННОЙ ОБУВИ

Обувная промышленность в России производит обувь разных назначений, а также из разных материалов, чтобы удовлетворить потребности потребителей. В России существует развитая сеть обувных фабрик, производящих обувь в соответствии с национальными и международными стандартами качества. Сегодня использование современных технологий и материалов в производстве обуви приводит к повышению качества, комфорта и долговечности продукта. Государство оказывает поддержку отечественным производителям обуви, способствуя развитию отрасли и повышению её конкурентоспособности. Для изготовления обуви используются различные материалы, такие как натуральная, искусственная или синтетическая кожа, текстиль, нетканые материалы, а также используются инновационные и альтернативные материалы, что способствует поддержке экологической составляющей.

Военную обувь принято разделять на форменную и специальную. Форменная предназначена для ношения при повседневной, парадной и полевой формах одежды. Эта обувь с хорошими гигиеническими свойствами, сравнительно легкая и менее жесткая на изгиб. Для ее изготовления применяются высококачественные кожи хромового дубления. Специальная обувь носится в особых условиях прохождения службы, в ходе занятий по боевой подготовке или при выполнении различных видов работ. Военная обувная промышленность производит широкий ассортимент обуви, включая сапоги, ботинки, полуботинки спортивного типа и другую специализированную обувь. Данное разнообразие позволяет военнослужащим выбирать наиболее подходящую модель для конкретных целей и задач. Военная обувь проходит испытания и соответствует стандартам качества. Она должна быть износостойкой, удобной и обеспечивать защиту ног военнослужащего в любое время. Для производства военной обуви используются специальные материалы, устойчивые к износу, влаге, химическим веществам и другим внешним воздействиям. При проектировании учитываются особенности разнообразия климатических зон и условий эксплуатации. Например, для холодных регионов производятся утепленные модели, а для жаркого климата - лёгкая и вентилируемая обувь. Производители сотрудничают с

военными структурами, учитывая их потребности и требования. Это позволяет создавать обувь, которая учитывает все потребительские интересы. Хотя военная обувь в первую очередь ориентирована на функциональность, она также может быть стильной и современной. Производители уделяют внимание дизайну, чтобы обувь соответствовала требованиям военнослужащих и одновременно выглядела привлекательно.

На данный момент современная модель военной обуви, действующая у армии России, имеет свои преимущества и недостатки. Конструкция ботинок с высокими берцами полностью сделана из натуральной кожи КРС, подошва выполнена из каучука повышенной износостойкости, маслобензостойкости. Исходя из перечисленного обувь становится весомой и тяжёлой.

И.В. Богданов

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
191186, Санкт-Петербург, Большая Морская, 18

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНДЕКСОВ ПОХОДКИ

Походка – это характеристика движения человека при ходьбе, в которой проявляется состояние его здоровья. Нормативная походка описывается параметрами, рассчитанными на основе информации, полученной от большой совокупности здоровых людей. Анализируемая реальная походка конкретного человека описывается значениями параметров, измеренными в ходе тестирования.

Анализ походки используется для оценки нарушений ходьбы, вызванных различными патологиями, применяется в клинической практике и научных исследованиях.

Важнейшим методом исследования походки является видеоанализ, проводимый с использованием силовых платформ и электромиографии. Такой анализ предоставляет исчерпывающие данные о кинематике и кинетике движения.

Биомеханические отчёты содержат информацию по параметрам, количество которых не меньше пятидесяти, что, естественно, затрудняет анализ походки. Решением является использование индексов походки, которые сводят многочисленные параметры к единому числовому показателю. Это позволяет количественно оценить отклонения реальной походки человека от нормативной, упростить интерпретацию и сравнение результатов биомеханических исследований, ускорить принятие решений в клинической практике и других сферах применения анализа походки.

В научной литературе уже предложен ряд моделей построения таких индексов.

Индекс походки Жиллетта (*GGI*):

- основан на методе главных компонент;
- использует 16 переменных для вычисления единого показателя отклонения от нормы: низкие значения указывают на близость походки к норме;

- ограничения: не вполне обоснованный набор переменных, неполный диапазон данных.

Индекс отклонения походки (*GDI*):

- учитывает всю вариативность кинематических параметров на протяжении цикла шага;

- преобразует отклонения в единый показатель, где 100 соответствует норме, а меньшее значение показывает отклонение от нормы;

- ограничения: сложность при адаптации к новым моделям или данным.

Индекс профиля походки (*GPS*):

- использует среднеквадратичное отклонение параметров от нормы: чем ниже значение, тем реальная походка ближе к норме;

- имеет размерность в градусах, не требует сложных математических преобразований;

- ограничения: не включает данные кинетики и ЭМГ.

Применение и использование любого из рассмотренных выше индексов может быть формализовано в виде определенного алгоритма последовательности действий. Разные модели построения индексов походки определяют различные алгоритмы их построения и использования. Ниже представлен вариант такого алгоритма, предлагаемый автором.

Определение параметров нормативной походки.

Измерение параметров анализируемой походки.

Сопоставление параметров: обеспечение сопоставимости и учет условий исследования.

Построение сводных показателей для нормативной и анализируемой походки.

Расчёт индекса походки на основе сводных показателей.

Анализ отклонений: выявление параметров с наибольшими различиями.

Разработка мер по улучшению походки: рекомендации по сближению с нормативной походкой.

Применение индексов походки возможно в проектировании обуви: такие индексы помогут оценить, как материалы и конструкции обуви влияют на биомеханику походки, позволят проектировать обувь, обеспечивающую комфорт, безопасность и эффективность при ходьбе.

Использование индексов походки является перспективным направлением, объединяющим научные исследования и практические приложения. Разработка и совершенствование методологических основ таких индексов открывает возможности для объективной оценки влияния обуви на походку, способствует включению биомеханических данных в процесс проектирования и производства обуви.

Научный руководитель: доцент, канд. техн. наук, А. Ю. Аксенов

И.В. Колчин, Н.В. Яковлева

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий
и дизайна
191186, Санкт-Петербург, Большая Морская, 18

ИССЛЕДОВАНИЯ КОМФОРТНОСТИ ОБУВИ

Проведенный теоретический анализ зарубежных и отечественных источников, направленных на исследование комфортности обуви, выявляет основные факторы, оказывающие влияние на комфортность.

Изученная техническая информация позволяет сделать вывод о том, что комфортность обуви – сложный комплексный показатель, оценка которого в исследованиях проводится, как правило, по отдельным аспектам, которые являются составляющими обобщающего показателя и раскрывают проблему локально. В исследованиях зарубежных авторов, как правило, предметом и объектом экспериментирования являются готовые обувные изделия без учета технологии их изготовления, установления связи между элементами: стопа, колодка, ВФО (внутренняя форма обуви). А с точки зрения рационального проектирования деталей низа обуви не освещается связь между характеристиками следа стопы и развертками следа колодок, как основы проектирования рациональных деталей низа обуви, способных обеспечить комфортность обуви, таким образом остаются нерешённые вопросы, требующие дальнейшего изучения.

Рассматривая концепцию комфортной обуви в рамках обувного производства, имеющего специфические особенности проектирования и производства товаров потребления, можно выделить аспекты, исследование которых позволит получить актуальные объективные результаты оценки комфортности обуви:

1. Внутреннее содержание комфортной обуви (ВФО) соответствует форме и размерам стопы в статике и динамике. В практике обувного производства разрабатываются положения перехода от формы и размеров стопы к параметрам колодки. ВФО является результатом производства обуви на колодке. ВФО должна обеспечивать безболезненное изменение параметров стопы в разных условиях функционирования (хождение по плоскости, бег, подъем по лестнице и т.д.).

2. Подбор комфортной обуви традиционно осуществляется в ходе примерки по 2-3 критериям впрорности, в соответствии с персональным представлением о комфортности и субъективными ощущениями. Фактически, проводится соотношение параметров стопы с формой и размерами ВФО.

3. Конструктивное решение верха и низа обуви должно обеспечивать баланс мышц стопы и голени (сгибателей и разгибателей), поддерживать нормальное функционирование стопы при оптимизации энергозатрат на передвижение, обувь не должна вызывать напряжение мышц и усталость после её использования. Детали низа обуви (по материалам и форме) должны обладать амортизационными свойствами, обеспечивать выполнение фаз движения, заключающееся в переносе нагрузки, как между стопами, так и между отделами стопы. Проектирование подошвы должно проводиться с учетом динамических характеристик движения.

4. Обувь должна обладать достаточной площадью опорной поверхности, обеспеченной как плантарной поверхностью колодки, так и площадью деталей обуви, проектирование которых проводится на базе развертки следа колодки. Площадь опорной поверхности стопы как в контакте со стелькой, так и по площади опорной поверхности подошвы должна быть достаточной для сохранения равновесия тела при стоянии и в движении.

5. Обувь должна обладать свойством максимально равномерного распределения веса тяжести человека по опорной поверхности.

Цель исследования:

Изучить и описать влияние изменяющейся ВФО на комфортность обуви для потребителя.

Условия проведения исследования:

Экспериментирование проводить на обуви, изготовление которой проведено в соответствии с нормативной базой обувного производства;

Соответствие форме и размерам стопы проводить на базе сопоставления параметров стопы и базовой колодки определенного размера и полноты.

Моделирование ситуаций для статических и динамических исследований проводить за счет изменения размеров ВФО по длине и обхватным параметрам.

Использовать данные анализа для разработки положений перехода от параметров стопы к форме и размерам колодки, обеспечивающей комфортность изготавливаемой обуви (ВФО) стопе потребителя.

Задачи исследования:

Использовать в эксперименте маркерный анализ с установкой маркеров на предметах исследования по отработанной упрощенной схеме.

Разработать шкалу оценки комфортности обуви для выявления субъективных ощущений потребителя на стадиях проведения экспериментальных исследований.

Разработать методику экспериментального исследования, позволяющую оценить влияние изменений параметров ВФО на комфортность обуви посредством сопоставления характеристик стопы в различных условиях (при статических и динамических нагрузках).

Исследовать биомеханические параметры стопы в условиях динамической нагрузки, включая моменты сил, углы сгибания и разгибания в суставах. Заявленные показатели биомеханики стопы получать в условиях моделирования взаимодействия стопы с ВФО, полученной за счет использования при изготовлении колодок смежных номеров (размеров) и создания условий изменения параметров обуви по обхватным параметрам в пучковой зоне, особенно в сечениях закрытого типа.

Осуществить обмер стопы контрольного испытуемого потребителя контактными и бесконтактными способами, построить профиль отклонений параметров стопы испытуемого от расчетных параметров, заложенных в нормативную базу колодок по ГОСТ 3927-88 «Колодки обувные. Общие технические условия», подобрать базовую колодку по трем критериям впрорности, выявить способность колодки обеспечить достаточную площадь опорной поверхности для стопы. Оценить прогнозируемые проблемы при использовании потребителем обуви, изготовленной по базовой колодке.

Выявить корреляции между субъективными ощущениями комфорта и объективными биомеханическими показателями, отражающими процесс взаимодействия стопы с изменяющимися параметрами ВФО, включая силу реакцию опоры, для оценки уровня нагрузки.

Разработать рекомендации по проектированию персональной колодки, которая способна обеспечить удобное размещение стопы в обуви (ВФО) в статике и динамике, безболезненное изменение параметров стопы в фазах цикла шага, биомеханическую адаптацию в процессе ходьбы, поддерживая равномерное распределение нагрузок и стабильность в условиях различных функциональных положений.

Научный руководитель: доцент, канд. техн. наук, Н. В. Яковлева

М.Г. Шабанова

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
191186, Санкт-Петербург, Большая Морская, 18

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ КОЛОДКИ НА ОСНОВЕ ВИРТУАЛЬНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПОВЕРХНОСТИ СТОПЫ СРЕДСТВАМИ 3D СКАНИРОВАНИЯ

Несмотря на наличие разнообразных систем автоматизированного проектирования, включая системы для создания моделей обуви, проблема перехода от индивидуальных характеристик стопы к параметрам колодки остается актуальной. Существующие решения не обеспечивают автоматизацию этого процесса.

Современные технологии позволяют создавать индивидуальные колодки с помощью 3D-моделирования. Процесс начинается со сканирования стопы, после чего полученные данные обрабатываются специальным алгоритмом, встроенным в модуль *Custom* программы *Shoemaster*. В модуле *Custom* реализованы два метода создания индивидуальных колодок:

1. Моделированием существующей колодки-эталона на основе 3D-данных с поверхности стопы;
2. Моделированием существующей колодки-эталона на основе 2D-данных, а именно отпечатка и габаритов стопы.

Автоматизация процесса создания индивидуальных колодок, реализованная в программах типа *Shoemaster*, не лишена недостатков. Привязка к не описанным алгоритмам и к конкретному программному обеспечению ограничивает гибкость и возможности системы. Поэтому разработка научно обоснованных алгоритмов автоматизированного проектирования индивидуальной колодки остается актуальной задачей.

Технология бесконтактного трехмерного сканирования представляет собой одно из наиболее перспективных направлений в автоматизации обмера стопы. Быстрое и

комфортное сканирование позволяет получить сплошное изображение поверхности стопы с высокой точностью. Полученные данные открывают широкие возможности для количественного и качественного анализа формы стопы. Трехмерная модель стопы содержит значительно больше информации, чем традиционные методы обмера, позволяя, например, оценить объем стопы, выявить деформации и асимметрию.

Несмотря на значительные преимущества, данные, полученные непосредственно после лазерного сканирования, не могут быть использованы напрямую для проектирования в программах трехмерного моделирования. Требуется дополнительная обработка данных, связанная с преобразованием исходной информации в формат, понятный для программного обеспечения.

Облако точек, полученное в результате лазерного сканирования, представляет собой множество трехмерных координат, описывающих поверхность стопы. Для использования этих данных в процессе проектирования колодки необходимо выполнить ряд преобразований. Во-первых, облако точек должно быть преобразовано в поверхности, а затем этот набор поверхностей должен быть сопоставлен с поверхностью колодки.

Проектирование обувной колодки является сложным процессом, который подчиняется функциональным, конструктивно-технологическим и эстетическим требованиям и связан с решением задачи преобразования антропометрических и биомеханических данных о стопе в аналитические и геометрические параметры внутренней формы обуви. Обычно этот процесс осуществляется в два этапа:

- определение параметров перехода от формо-размеров стопы к параметрам внутренней формы обуви;
- создание геометрического образа обувной колодки, т.е. конструктивного каркаса ее поверхности, который соответствовал бы геометрическим параметрам стопы и требованиям технологического процесса изготовления обуви.

Анализ представленной информации позволяет выделить следующий комплекс задач:

Выбор оптимальной программы для дальнейшей работы с облаком точек, полученных при сканировании стопы.

Вписывание 3D-скана стопы в прямоугольную систему координат, образованную тремя плоскостями.

Выделение нужных сечений из обмеряемой стопы для построения теоретического следа будущей колодки.

Расчет параметров для проектирования колодки по формулам.

Построение теоретического следа колодки. Оценка отклонений параметров стопы от теоретического следа.

Построение контура продольно-осевого сечения колодки.

Построение контуров поперечных сечений.

Переход от двухмерного построения к трехмерному.

Вписывание поперечных сечений в соответствующие им места расположения относительно следа. Создание каркаса будущей колодки.

Оценка минимального и необходимого количества сечений для огибания их NURBS-кривыми.

Моделирование на основе неоднородных рациональных NURBS-кривых.

Любая NURBS-модель представляет собой некий набор NURBS-поверхностей, образованных NURBS-кривыми. Последние, в свою очередь, являются неоднородными рациональными сплайнами Безье. Данные кривые описываются математическими формулами — в итоге отпадает необходимость запоминать каждую точку кривой, достаточно знать координаты ее начала и конца и математическую формулу, описывающую кривую. Это позволяет создавать сложные криволинейные поверхности с небольшим числом управляющих вершин и легко избавляться от грубой огранки объектов, придавая им плавную искривленную форму путем простого увеличения детализации.

Моделирование на базе NURBS-кривых, обеспечивает точность исполнения, плавные очертания и обтекаемые формы при построении, что является необходимым для производства обувных колодок.

Создание рабочего алгоритма перехода от скана стопы к индивидуальной колодке значительно сократит время на изготовление, позволит учесть все анатомические особенности конкретной стопы.

Научный руководитель: канд. техн. наук, С. В. Щербаков

Е. А. Некрасова

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
191186, Санкт-Петербург, Большая Морская, 18

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОРТОПЕДИЧЕСКИХ СТЕЛЕК НА БИОМЕХАНИКУ И КИНЕТИКУ СТОПЫ

Изучение влияния ортопедических стелек на биомеханику стопы является важным аспектом разработки эффективных средств коррекции патологий и улучшения качества жизни пациентов. Многосегментные модели стопы, такие как Oxford Foot Model (OFM) и Rizzoli Foot Model (RFM) позволяют детально анализировать кинематику стопы, выявлять асимметрии движений и оценивать влияние ортопедических вмешательств. Однако ограниченная доступность нормативных данных и влияние модификаций обуви на точность измерений подчеркивают необходимость проведения дальнейших исследований.

Rizzoli Foot Model (RFM) и Oxford Foot Model (OFM) представляют собой многосегментные модели стопы, отличающиеся степенью детализации и областями применения. RFM включает больше сегментов, таких как пяточная, ладьевидная, кубовидная кости и большой палец, что позволяет детально изучать суставы стопы и

оценивать ортопедические вмешательства. OFM, напротив, разделяет стопу на три сегмента и чаще используется в клинической практике, например, для анализа паттернов ходьбы у детей с двигательными нарушениями, как подтверждено исследованиями Curtis et al. (2009) и Stebbins et al. (2006).

При тестировании обуви с OFM применялись модификации обуви или магнитные держатели для маркеров, чтобы минимизировать искажения данных. Выбор модели определяется задачами: RFM обеспечивает более глубокий анализ суставов, а OFM удобна для клинических исследований.

Методология исследования основывалась на использовании маркерного видеоанализа и динамометрических платформ для регистрации кинематических и кинетических параметров. Маркерный видеоанализ, являющийся международным стандартом в биомеханических исследованиях, обеспечивает высокую точность отслеживания движений опорно-двигательного аппарата.

В лаборатории Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна проводилось тестирование ортопедических стелек с использованием оксфордской модели стопы и разработанной специально для исследований обуви, обеспечивающей размещение маркеров на стопе. Исследования проводились в контролируемых лабораторных условиях при комфортной температуре, с соблюдением всех требований и правил проведения анализа походки. Для повышения точности анализа на каждую стельку приходилось не менее пяти успешных записей.

Результаты исследования показали, что вариант стельки 2 оказались более эффективными, чем стельки 1, что выражалось в улучшении биомеханики ходьбы и повышении комфорта для людей с низким сводом стопы. Они способствовали выравниванию движения суставов, уменьшению асимметрии, снижению вальгусного момента колена и улучшению переката стопы при передвижении по ровной поверхности. Однако эффект носил индивидуальный характер, и в некоторых случаях результаты были менее выраженными. Это подчеркивает важность персонализированного подхода к выбору ортопедических стелек.

Оценка ортопедических стелек с использованием многокомпонентной модели стопы открывает широкие возможности для анализа кинематических параметров и взаимосвязей между сегментами стопы. Однако отсутствие доступных нормативных данных для Oxford Foot Model (OFM) ограничивает точность интерпретации результатов. Сбор собственной нормативной базы данных, основанной на анализе походки клинически здоровых участников, является важным шагом для создания эталонных показателей, необходимых для последующих исследований. Эти данные позволят углубить понимание влияния ортопедических стелек на биомеханику стопы и определить их эффективность в различных условиях.

Таким образом, результаты данного исследования подчеркивают значимость персонализированного подхода и необходимость дальнейшего исследования и анализа полученных данных для оптимизации коррекционных средств.

Научный руководитель: доцент, канд. техн. наук, А. Ю. Аксенов

А.Д. Райкова, Т.Ю. Дерябина

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий
и дизайна

191186, Санкт-Петербург, Большая Морская, 18

ПОПУЛЯРИЗАЦИЯ И ВНЕДРЕНИЕ В СОВРЕМЕННЫЙ ИНТЕРЬЕР ОДНОГО ИЗ ПРЕДМЕТОВ ДЕКОРАТИВНО-ПРИКЛАДНОГО ИСКУССТВА – ГОБЕЛЕН

Искусство ручного ткачества – древний вид декоративно-прикладного искусства. Гобелены, первоначально называвшиеся шпалерами, распространились в восточных странах и получили название в XVI веке благодаря мануфактуре братьев Гобелин во Франции. Исследование использовало искусствоведческий метод, позволяющий понять историю, технику и современное применение гобеленов. Первые аналоги гобеленов появились более 4500 лет назад в Перу и отличались абстрактными композициями и минимальным использованием цвета. В Древнем Египте, Вавилоне, Греции и Риме гобелены использовались для украшения стен и мебели. В Европе производство шпалер начало развиваться в Германии и распространилось во Фландрии и Франции. Примером являются шпалеры из серии "История девы Марии". В средневековых замках гобелены украшали стены и использовались в интерьере, часто с библейскими сюжетами. Немецкие гобелены XV – XVI веков отличались яркими цветами и характерными орнаментами, а сюжетная простота сочеталась с религиозным содержанием.

В XIV веке во Франции, Англии, Германии и Италии начали открываться мастерские по производству гобеленов, что привело к разнообразию стилей и методов. Произведения ткацкого искусства мильфлёры, появившиеся во Франции в XV веке, имеют однотонный фон с растительными мотивами. Известной композицией мильфлёра является серия «Дама с единорогом» из Парижа, выполненная в конце XV века, с аллегорическим содержанием и необычной цветовой гаммой. В середине XIV века во Фландрии возникли гобелены из Арраса с декоративными сценами и яркими деталями. Пейзаж в гобеленах стал важным элементом в конце XV века, появляясь в вердюрах. Античные мотивы и гротеск также стали популярными, особенно в Вавельской коллекции с королевской монограммой. XVI век стал периодом процветания брюссельских гобеленов, отличающихся декоративностью и детализацией. Использовались классические материалы, а также золотые и серебряные нити, как, например, в шпалере «Медея, приносящая дары Креонту».

В Англии шпалеры начали производить в 1619 году, основываясь на произведениях Рубенса, Рафаэля и Ван Дейка, что обозначало переход от эпохи Возрождения к барокко. Яркой работой является шпалера «Проповедование Павла в Афинах» Рафаэля Санти. С начала XIX века гобеленовое производство стало создавать копии современных художников, теряя самобытность. Возрождение интереса произошло в конце XIX и начале XX века, благодаря художнику Уильяму Моррису и эскизам известных мастеров, таких как Матисс и Пикассо. В России шпалерное дело, развивавшееся параллельно с европейским, стало популярным позже, с акцентом на батальные сцены и портреты. В СССР Рудольф Хеймратс основал латышскую школу гобеленов. С начала XX века гобелены утратили декоративную функцию, приводя к сокращению производства. В настоящее время художественное ткачество возрождается с использованием современных материалов, что позволяет создавать акценты в

интерьере. Существуют классические и нетрадиционные подходы к плетению, включая гладкую и фактурную техники.

Гобелены становятся самостоятельными художественными объектами в интерьере, используя разнообразные материалы: лен, шерсть, металлическая нить и другие. Современные организации, такие как *Manner&Matter*, помогают популяризовать гобеленовую технику, акцентируя внимание на народных промыслах. Работы Хромовой Светланы Алексеевны представляют необычные панно с философским содержанием и гармонично вписываются в различные интерьеры. Организация «Гобелен картина» с 2003 года создает гобелены по заказу, начиная с классических, но включающих и абстрактные произведения. Анна Гарди (Колесникова) создает экстравагантные гобелены, вдохновляясь природой и стремясь передать эмоции и энергию. Она стала призером премий *DESIGN NOW 2023* и *Hometextile&design*. Елена Мазур использует природные материалы для создания оригинальных гобеленов, а коллекция «Реки» от *Helen Loom* и *UNIKA møblar*, выполненная из шерсти мериносо и остаточных тканей, демонстрирует минимализм и философию экологичного потребления. Эти работы выглядят как произведения природы, созданные с помощью нитей.

Статья подчеркивает значимость гобелена как исторического и культурного феномена, который претерпел трансформации. Изначально гобелен был символом богатства, но сейчас происходит его возрождение в современном искусстве. Молодые дизайнеры, вдохновляясь традиционными техниками, интегрируют гобелен в интерьеры и предметы декора с уникальной креативностью. Современное использование гобеленов выходит за рамки классического предназначения: мастера экспериментируют с цветом, текстурой и масштабом, создавая оригинальные решения для различных интерьерных стилей, от минимализма до эклектики. Гобелен вновь становится актуальным, воспринимаясь не только как ремесло, но и как элемент современного искусства, способный оживить пространство. Это показывает, что гобелен как форма декоративного искусства продолжает развиваться и адаптироваться к новым культурным и эстетическим стандартам.

Научный руководитель: доцент, канд. техн. наук, Т. Ю. Дерябина

Е. А. Некрасова

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий
и дизайна
191186, Санкт-Петербург, Большая Морская, 18

КОРРЕКЦИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ НАРУШЕНИЙ У ПАЦИЕНТА С ДЦП, МЕТОДОМ ИЗМЕНЕНИЯ КОНФИГУРАЦИИ НИЗА ОБУВИ

Актуальность исследования обусловлена высокой частотой двигательных нарушений у пациентов с детским церебральным параличом (ДЦП), требующих всестороннего подхода к реабилитации. ДЦП сопровождается патологией походки и стойкими нарушениями локомоторной функции, что существенно снижает качество жизни пациентов и затрудняет их интеграцию в общество. На фоне ограниченных возможностей коррекции с помощью традиционных методов, таких как хирургическое вмешательство и медикаментозная терапия, адаптация конструкции обуви представляет собой перспективное направление. Современные неинвазивные методы, направленные на улучшение кинематических и кинетических характеристик походки, могут стать важным шагом к повышению эффективности реабилитации пациентов с ДЦП. Это особенно актуально в свете необходимости разработки доступных и индивидуализированных решений, таких как адаптивная ортопедическая обувь, способная корректировать эквинусную походку — распространенный симптом у пациентов с ДЦП. Сохраняющийся при переходе их в группы более зрелых по возрасту людей, такие как молодежная (18-44), средняя (45-59) и т.д.

Цель исследования заключается в оценке влияния конструктивных характеристик обуви, таких как приподнятость пятки, на биомеханику походки у пациентов с двигательными нарушениями.

Методология исследования включает применение маркерного видеоанализа и динамометрических платформ для регистрации кинематических и кинетических данных. Маркерный видеоанализ, признанный международным стандартом в оценке биомеханики походки, позволяет с высокой точностью отслеживать движения опорно-двигательного аппарата. В лаборатории Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна проводились исследования по оценке ходьбы пациентов с различными конструктивными изменениями в подошве обуви. Например, менялась высота подошвы в пяточной части, высота приподнятости пяточной части и другие параметры подошвы, что обеспечивало возможность детального и индивидуализированного анализа влияния этих характеристик на кинематику походки. Данный подход позволяет изучить, как конкретные параметры обуви воздействуют на паттерн походки у пациентов с двигательными нарушениями, что обеспечивает персонализированный подход в реабилитации.

Результаты исследования показали, что обувь с увеличенной высотой приподнятости пяточной части способствует более физиологически корректной постановке стопы, улучшению баланса и перераспределению нагрузки на опорно-двигательный аппарат. При использовании обуви с увеличенной высотой приподнятости отмечается снижение нагрузки на икроножные мышцы и улучшение эффективности их работы. Такие изменения в конструкции обуви позволяют пациентам лучше контролировать перемещение центра тяжести, что положительно сказывается на

устойчивости и уменьшает риск травм. Конструктивные изменения обуви позволяют корректировать паттерн походки, что особенно значимо для пациентов с эквинусной походкой, так как адаптивная обувь позволяет физиологически корректировать постановку стопы на начальной фазе шага, увеличивая амплитуду движений в голеностопном суставе и приближая паттерн походки к норме.

Практическая значимость работы заключается в создании адаптивной обуви, которая может быть использована в реабилитации различных типов двигательных нарушений, в том числе у пациентов с эквинусной походкой. Разработанный метод подбора обуви, посредством конструктивных изменений низа обуви, позволяет осуществлять персонализированный подбор, что способствует повышению качества жизни пациентов с ДЦП, улучшению их способности к самостоятельному передвижению и увеличению безопасности при ходьбе.

Научный руководитель: доцент, канд. техн. наук, А. Ю. Аксенов

Д.В. Саморуков

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна

191186, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 18

МЕТОДЫ АНАЛИЗА ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ ИЗДЕЛИЙ И МАТЕРИАЛОВ В СИСТЕМЕ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

Исходные данные о функциональных и эксплуатационных свойствах изделий и материалов, необходимые для проектирования и производства готовой продукции, зачастую имеют разрозненный характер или отсутствуют вовсе.

Внешние проявления данной проблемной ситуации:

- требования к функциональности готовой продукции для значительной части аутсорсеров неизвестны, так как конечный потребитель для них скрыт;
- ответственность и полномочия за соответствие готового изделия в нормативных требованиях не формализованы;
- техническими регламентами устанавливаются различные методы количественной и качественной оценки изделий и материалов.

Для обеспечения качества продукции и конкурентоспособности отрасли требуется комплексное решение гармонизации нормативных требований и интеграции информационно-коммуникационных ресурсов.

Внутренние проявления противоречий и конфликтов требований:

- использование механических методов и математических моделей оценки конструктивных и эксплуатационных параметров отдельных видов материалов не дают возможность прогнозировать риски отказов готового изделия;

- для систем обувных материалов, сформированных в заготовку, несоответствие между точным значением свойств материала и некоторым приближением к нему в узлах (изделиях) может достигать 8%.

- изменение потребительского спроса свидетельствует о необходимости прогнозирования допустимого изменения функциональных свойств в индивидуализированных моделях обуви.

Для решения проблемно ориентированных задач есть методологическая база и значимые научно-практические решения:

- системный, ситуационный, процессный подходы и риск-ориентированное мышление являются фундаментальными научными подходами для разработки инновационных методов анализа функциональности изделий и материалов легкой промышленности;

- инновационные решения в проектировании объектов, контрольно-измерительного оборудования и процессов производства, методы и инструменты статистического анализа;

- метод системно-динамического моделирования предоставляет возможность отобразить и исследовать множество факторов, критично влияющих на качественные показатели функциональности изделий и материалов легкой промышленности;

- оптимизация решений в системе обеспечения функциональности изделий и материалов позволяет исключать дефекты готового изделия приемами конфекционирования.

Однако комплексных решений проблем разработки инновационных методов анализа функциональности материалов и изделий легкой промышленности не выявлено.

Проведенные исследования свидетельствуют, что при совершенствовании методов оценки и анализа функциональных и эксплуатационных свойств изделий и материалов легкой промышленности может быть использован алгоритм декомпозиции структуры инновационной деятельности по субпроцессам:

- выделение субпроцесса исходя из целевой функции;
- разработка системы показателей субпроцесса по формированию профиля качества готового изделия;
- анализ существующих нормативных требований (стандартов, ТУ и т.д.);
- проектирование продукции с дополненной потребностью;
- оценка согласованности показателей функциональности изделий и материалов с нормативными требованиями;
- организационно-технологическое планирование процесса производства;
- оценка по составляющим профиля качества готового изделия.

Т.В. Тюлькина, Д.Б. Попов, И.А. Сакун, Е.М. Скребова, М.Д. Самароков

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)
197022, Санкт-Петербург, ул профессора Попова д.5 литера Ф

Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН
199034, Санкт-Петербург, наб. Макарова, д.6.

МЕТОДИКА СРАВНЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СПОРТИВНОГО И ПОВСЕДНЕВНОГО БЕЛЬЯ В РАЗГРУЗКЕ СПИНЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВИДЕОАНАЛИЗА

Введение. Правильный выбор бюстгалтера и его влияние на здоровье позвоночника становится всё более актуальным с ростом осведомлённости о профилактике болей в спине и улучшении комфорта при физической активности. Неправильно подобранный бюстгалтер увеличивает нагрузку на позвоночник и ухудшает осанку, что может привести к болевым синдромам. Цель исследования — разработка и апробация методики видеоанализа для оценки различных моделей бюстгалтеров и их влияния на биомеханику грудного отдела позвоночника. Методика призвана оптимизировать рекомендации по выбору белья для активных женщин.

Ключевые слова: спортивное белье, бюстгалтер, осанка, видеоанализ, маркерная система захвата движения, *Qualisys*, *MATLAB*, биомеханика.

Материалы и методы. Испытуемая — 23-летняя девушка с ростом 171 см, массой тела 67 кг, размером груди 80F. На тело были закреплены светоотражающие маркеры для 3D-анализа движений груди. Данные собирались с помощью системы *Qualisys Track Manager (QTM)* и обрабатывались в среде *MATLAB* для анализа вертикального и горизонтального смещения груди и расчёта моментного плеча, оценивающего нагрузку на позвоночник. Исследовались три бюстгалтера (без косточек, с косточками, спортивный) при выполнении прыжков и бега с разной частотой и скоростью.

Результаты. Спортивный бюстгалтер показал наибольшую эффективность в снижении вертикального и горизонтального смещения груди, что указывает на его оптимальные поддерживающие свойства. Минимизация смещений коррелировала со снижением плеча момента, что подтверждает его способность снижать нагрузку на позвоночник. Эти результаты демонстрируют преимущества спортивных моделей для женщин, особенно при выполнении интенсивных физических нагрузок.

Заключение. Разработанная методика продемонстрировала свою эффективность в оценке бюстгалтеров для снижения нагрузки на грудной отдел позвоночника. Спортивные модели показали наилучшие результаты в поддержке груди и минимизации смещений при физических нагрузках. Актуальность исследования подтверждается растущим интересом к здоровому образу жизни и значением правильного подбора белья для поддержания здоровья спины. В перспективе проект может быть расширен за счёт большего числа испытуемых и моделей бюстгалтеров, что позволит улучшить практические рекомендации. Результаты исследования могут быть полезны для производителей белья, способствуя созданию продукции, ориентированной на улучшение здоровья и комфорта женщин.

Е.В. Цветкова

Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна
191186, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 18

ПРИМЕНЕНИЕ АВТОРСКОЙ МЕТОДИКИ РИСОВАНИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ В КОЖГАЛАНТЕРЕЙНОЙ ОТРАСЛИ

Применение авторской методики рисования на поверхности воды в кожгалантерейной отрасли.

Предлагается экологичный вариант отделки натуральной кожи, наиболее подходящий для индивидуальной кастомизации и авторской техники. Данная авторская методика называется – Эбру.

Эбру – техника рисования на поверхности воды с последующим переносом изображения на бумагу или другую основу (дерево, ткань, керамику, кожу). Суть техники в создании уникальных рисунков.

Для создания рисунка на воде необходимо развести воду с загустителем, вылить полученный состав в емкость для рисования и приступить к работе. Специальными красками и кисточками постепенно заполнить поверхность воды, тем самым образовывая рисунок. После окончания рисования на поверхности воды необходимо взять лист бумаги, положить на поверхность воды и по краю емкости извлечь рисунок так, чтобы вода стекла с рисунка и оставить на плоской поверхности высыхать.

Апробирован метод рисования на поверхности воды с использованием красок, кистей и шила.

Апробирован метод перенесенного изображения с поверхности воды на натуральную кожу.

Для изготовления кожгалантерейных изделий или пары обуви по индивидуальным заказам чаще всего исполнители выбирают натуральную кожу крафт, которая является наиболее подходящим материалов для индивидуальной авторской отделки. Крафт – это полуфабрикат кожи без финишной отделки, с естественной лицевой поверхностью. Крафт проходит дубление и красильно-жировальные процессы, но не подвергается покрывному крашению, тиснению, глажению или шлифованию, что помогает достичь положительных результатов в области индивидуальной авторской отделки. В работе были подобраны кожи различных производителей, толщин, цвета, метода дубления.

В процессе исследований были получены образцы с узорами на поверхности 12 образцов кожи. Выявлено как отделка техникой Эбру влияет на свойства кожи.

Полученные образцы с отделкой в технике Эбру были проанализированы и сделаны выводы по выбору наилучших вариантов.

Качество полученных образцов и оригинальность позволяют использовать их для разработки авторских кожгалантерейных изделий с элементами отделки в технике Эбру.

По результатам исследования отделки натуральной кожи в технике Эбру был подобран наилучший вариант образца, а также применена данная техника для изготовления изделия.

Научный руководитель: доцент, канд. техн. наук, Д. В. Саморуков

Н.В. Чугуй, И.Н. Леденева

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)
115035, Москва, Садовническая, 33

ПРИМЕНЕНИЕ VR-ТЕХНОЛОГИЙ В ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Технология виртуальной реальности (VR) является составной частью четвёртой промышленной революции. Технологии VR прошли огромный путь от первых экспериментов в 60-х годах XX века до современных шлемов виртуальной реальности. Новая волна интереса к VR началась благодаря компании Oculus и представленному в 2012 году прототипу очков Oculus Rift. Системами «виртуальной реальности» называются устройства, которые более полно по сравнению с обычными компьютерными системами имитируют взаимодействие с виртуальной средой, путём воздействия на все пять имеющихся у человека органов чувств.

В России только 10-15% компаний AR/VR-разработчиков работают с рынком промышленности, например, «Formika Lab», «VR Concept», «Varvin», «VR Professionals», «Modum Lab». С 2017 года на открытой площадке о цифровых технологиях ICT. Moscow запущена база знаний VR/AR, где удалось собрать более ста российских и зарубежных практик внедрения технологий виртуальной (VR) и дополненной (AR) реальности.

Российский рынок индустрии моды активно развивается в направлении VR. Один из проектов – Replicant: первый онлайн магазин виртуальной одежды, на платформе которого каждый может примерить digital-образ, а дизайнеры могут представить свои коллекции в цифровом формате. Виртуальные образы дают полную свободу для самовыражения как покупателю, так и дизайнеру.

На сегодняшний день технологии виртуальной реальности в процессе разработки изделий легкой промышленности используются на финальных стадиях создания проектируемого изделия. Существуют готовые решения виртуальных примерочных, которые способны в той или иной степени выполнить оценку антропометрического соответствия проектируемых изделий параметрам фигуры человека; оценку степени и корректности прилегания одежды к различным участкам поверхности тела человека; отобразить уровень давления ткани на поверхность фигуры человека с помощью цветовой дифференциации; визуализировать 3D-модели одежды из базы данных промышленной коллекции на виртуальном манекене или аватаре фигуры потребителя. Основываясь на научных работах в области виртуальной примерки и 3D-сканирования стоп можно создать концепцию виртуального моделирования изделий из кожи, меха, обувных и кожевенно-галантерейных изделий. Технологии виртуальной реальности и связанный с ними рынок активно развиваются. Одной из перспектив развития в легкой промышленности является интеграция цифровых двойников с системами управления производством, которые используют технологии VR.

Создаваемая нами VR-лаборатория будет содержать банк исследований обувных основных и вспомогательных материалов, соединений деталей обуви, конструкций узлов деталей низа и др. Лаборатория имеет возможность пополнения результатами исследований. VR-лаборатория – это прорывная технология в области исследования свойств материалов для обуви и кожгалантерейных изделий. Использование

результатов исследований, выполненных ранее позволит, как ученым, так и представителям промышленности экономить время на создание моделей, целью которых является производство конкурентоспособных изделий и желаемыми свойствами.

Д.С. Шашков

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
191186, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 18

МЕТОДЫ АНАЛИЗА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ ТЕКСТИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Как известно, инновационные методы анализа представляют собой единую информационную систему качественных и количественных показателей и методов их оценки. Такие методы предназначены для оценки потребности, возможности, целесообразности и эффективности внедрения и использования инноваций в деятельности предприятия для обеспечения его устойчивого развития. Современные инновационные методы анализа следует рассматривать с позиции внедрения на предприятии нового товара или новой технологии, что влечет за собой освоение нового вида деятельности или абсолютно нового производства.

Инновации в производстве невозможны без вовлечения потребителя в процесс разработки продукта, а такое вовлечение невозможно без обратной связи с потребителем. Одними из самых популярных форматов осуществления обратной связи являются опросы и анкеты. В том случае, когда требуется подробный и детальный анализ, а также понимание того, что в принципе может быть нужно и интересно потребителю, чаще всего прибегают к интервью и консультациям. Инновационным методом получения обратной связи от потребителя является формирование целевых групп или так называемых фокус-группы. Метод фокус-групп позволяет решать широкий спектр исследовательских задач. Его применяют для: анализа потребительского поведения; тестирования продуктов; выявления мнений потребителей о продуктах, а также для разработки инструментария и более точной интерпретации результатов количественного исследования. Информация от фокуса-групп может содержать не только мнения о самом продукте, но и информацию о принятии решения о покупке конкретного продукта. Для работы фокус-групп не обойтись без опытных образцов, с которыми участники фокус-группы будут взаимодействовать - тестировать. В результате, каждый участник фокус-групп осуществляет не только тестирование продукта, но и делится с производителем собранными данными. Работа с результатами тестирования позволит вносить коррективы в дизайн продукта, процесс его производства, а также в позиционирование продукта на рынке.

Тестирование текстильных изделий играет очень важную роль в измерении качества продукции, обеспечении соблюдения правовых норм и оценке характеристик

текстильных материалов. Как правило, тестирование текстиля включает оценку физико-механических и химических свойств на соответствие требованиям стандартов. Кроме стандартизированных требований к качеству текстильных изделий следует учитывать и потребительские свойства текстильных изделий. Система потребительских свойств отражает характеристику суммарного полезного эффекта от эксплуатации текстильного изделия в конкретных условиях потребления. К важным потребительским свойствам относятся эксплуатационные свойства, среди которых можно выделить гигиенические свойства, износостойкость, усадку, а также эргономические свойства, в частности, одежда должна быть удобной и создавать ощущение комфорта, она не должна утомлять и вызывать снижение работоспособности. Оценка потребительских свойств текстильных изделий предлагается осуществлять с использованием метода фокус-групп, обеспечивающих качественный и количественный сбор и анализ информации, что особенно важно при осуществлении пилотных проектов.

Научный руководитель: доцент, канд. техн. наук, Г.И. Лезгина

А.А. Каширин, В.В. Костылева, А.Н. Максименко, И.Б. Разин

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)
115035, Москва, Садовническая, 33

AR-ТЕХНОЛОГИИ В ДИЗАЙНЕ КОНСТРУКЦИЙ КОЖГАЛАНТЕРЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ

В эпоху цифровой экономики, ориентированной на повсеместное внедрение инноваций, особенную ценность приобретают знания и интеллектуальные ресурсы как ключевые факторы производства и экономического роста компаний. Способность к гибкости, адаптации к изменениям и инновационному развитию во многом определяют перспективы компаний при достижении долгосрочных целей в условиях конкуренции. Инновационные технологии формируют новые рынки и меняют повседневные привычки людей. В связи с этим особый интерес вызывают технологии дополненной реальности (англ. *augmented reality*, AR — «дополненная реальность»).

Развитие программного обеспечения, персональных компьютеров, мобильных телефонов, сети Интернет, периферийных устройств, методов компьютерного дизайна, привели к тому, что дополненная реальность всё чаще становится частью повседневной жизни человека. Технологии дополненной реальности используются в образовании, маркетинге, розничной торговле, медицине, логистике, архитектуре, строительстве и во многих других сферах, включая производство кожгалантерейных изделий.

Одним из ключевых преимуществ дополненной реальности в производстве кожгалантерейных изделий является возможность мгновенной визуализации проектов в реальном пространстве. Дизайнеры могут видеть виртуальные модели кожгалантерейных изделий прямо на экране мобильного устройства или планшета, а также «размещать» их в реальном мире для оценки пропорций, формы и дизайна. Это

позволяет легко изменять дизайн на стадии разработки, оперативно корректировать цвет, фурнитуру или материалы без необходимости создавать физические прототипы.

Технологии AR предоставляют клиентам возможность «примерить» кожгалантерейные изделия, не посещая физические магазины. Покупатели могут использовать мобильные приложения с функцией дополненной реальности, чтобы виртуально примерить сумки, кошельки или другие аксессуары, как будто они уже находятся у них в руках. Это делает онлайн-шопинг более интерактивным и удобным, снижая вероятность возврата товаров.

В будущем можно ожидать еще большего распространения AR на всех этапах производства — от проектирования до реализации продукции. Это позволит производителям адаптироваться к современным требованиям рынка и повысить конкурентоспособность своей продукции.

Научное издание

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ ИЗДЕЛИЙ И МАТЕРИАЛОВ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Посвящена памяти заведующего кафедрой дизайна и
конструирования обуви, доц. О. К. Тулупова

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ Всероссийской научной конференции

Тезисы публикуются в авторской редакции
Оригинал-макет подготовлен В. Р. Грабской

Научное электронное издание сетевого распространения

Системные требования:
электронное устройство с программным обеспечением
для воспроизведения файлов формата PDF

Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=2024247, по паролю.
– Загл. с экрана.

Дата подписания к использованию 28.12.2024 г. Рег. № 247/24

ФГБОУВО «СПбГУПТД»
Юридический и почтовый адрес:
191186, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 18.
<http://sutd.ru/>