

На правах рукописи



Копылов Александр Александрович

**РАЗРАБОТКА МЕТОДА ОЦЕНКИ ОДЕЖДЫ НА СООТВЕТСТВИЕ
РАЗМЕРАМ ФИГУРЫ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПОТРЕБИТЕЛЯ С
ПОМОЩЬЮ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Специальность 2.6.16.

Технология производства
изделий текстильной и легкой промышленности

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва – 2023

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)» (ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина») на кафедре Художественного моделирования, конструирования и технологии швейных изделий.

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор кафедры Художественного моделирования, конструирования и технологии швейных изделий ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», г. Москва
Петророва Ирина Александровна

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Конструирование и технологии швейных изделий», ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна», г. Санкт-Петербург
Сурженко Евгений Яковлевич

кандидат технических наук, доцент кафедры «Конструирование швейных изделий», начальник отдела аспирантуры и докторантуры, ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет», г. Иваново
Сахарова Наталия Александровна

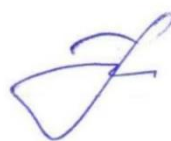
Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Костромской государственный университет»

Защита состоится «18» октября 2023 г. в 12:30 на заседании диссертационного совета 24.2.368.02, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)» по адресу: 119071, г. Москва, Малая Калужская ул., д.1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина» и на официальном сайте вуза <https://kosygin-rgu.ru/>

Автореферат разослан «__» _____ 2023 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета 24.2.368.02



Мезенцева Т.В.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. По данным аналитических отчетов за 2020–2023 годы, публикуемым всемирно известным агентством McKinsey & Company совместно с изданием The Business of Fashion цифровой ритейл предметов одежды показывает значительный рост. Потребители готовы взаимодействовать с производителем одежды дистанционно, используя для покупок онлайн приложения, маркет–плейсы и интернет–магазины брендов. В таком взаимодействии одной из самых актуальных становится проблема выбора верного размера готовой одежды, которая должна соответствовать антропометрическим характеристикам потребителя. Зачастую такая проблема возникает в связи с различием систем маркировки размеров одежды, принятой в разных странах, при этом потребитель вынужден использовать специальные расчетные таблицы, в которых указывают измерения одежды на важных для качественной посадки изделия на фигуре уровнях. Все большее количество систем виртуальной примерки позволяет совершить выбор готовой одежды, при этом потребитель может увидеть, насколько выбранная модель изделия подойдет ему по типу внешности, цветовому облику и стилю, однако гарантировать, что при покупке потребитель получит верный размер одежды не может ни одна из существующих систем виртуальной примерки.

В настоящее время отсутствует эффективный подход к решению проблемы выбора готовых моделей одежды в зависимости от антропометрических параметров индивидуальной фигуры. Однако современные методы распознавания визуальной информации, методы трехмерного сканирования, методы обработки информации и проведения графических вычислений создают предпосылки для разработки способа выбора готовых моделей одежды путём обоснованного сравнения размеров одежды и фигур потребителей.

Степень научной разработанности проблемы. Многие современные компании и исследователи занимаются разработкой технических систем, направленных на решение проблемы получения информации о форме поверхности фигуры и ее размеров. В области применения бесконтактных методов изучения формы поверхности тела человека еще с середины прошлого века известны работы Л.Ю. Иорта, З.Р. Салиховой (1994) и Т.В. Цимбал (2002). Методы фотограмметрии в своих работах применяли в Н.Н. Раздомахин (СПбГУТД, 2005), Е.Ю. Кривобородова и О.В. Покровская (МГУДТ, 2003). Принципиально новый подход, основанный на применении мурусометрии и виртуального измерительного инструмента предложили Андреева Е.Г и Петросова И.А. (МГУДТ, 2007, РГУ им А.Н. Косыгина 2014г.). Методы получения трехмерной модели фигуры на основании соединения плоских проекций, так называемый метод «shape–from–silhouette» разрабатывают в университете Дунхуа (г. Шанхай), Национальном университете Йокогамы, испанских университетах Кордобы и Барселоны.

Применение инфракрасных сенсоров описано в работах Н.А. Замотина и А.С. Дягилева из Витебского государственного технологического университета и в ряде работ зарубежных авторов из Кембриджского университета, Университета Айовы, Сеульского университета, университетов Китайской Народной Республики. Лазерное излучение и сканирование на его основе реализовано в серии промышленных сканеров, разработанных компанией Human Solution. Описание принципа действия, состава информации, получаемой с их помощью и широкое применение для получения сведений о поведении одежды подробно отражено в работах В.Е. Кузьмичева, Н.А. Сахаровой, И.В. Жуковой, У. Синьчжоу, В. Сида.

Описанные выше научные исследования находят применение в виде стационарных сканеров (Artec Shapify Booth, Shapify Booth, HP-L-20.8, EinScan-Pro+, Spectrum, VIUscan, Texel BX, Texel MX, сканирующая установка РГУ им. А.Н. Косыгина). Как российские, так и зарубежные компании в своих разработках делают упор на получение точного трехмерного изображения, а также решают проблемы с передачей цвета, удобством использования и скоростью проведения сканирования. Многие компании предлагают и портативные устройства (Go!SCAN, Polycam, 3D-Scanner) для получения точного трехмерного изображения. Проблема получения информации о форме фигуры решена с разной степенью точностью в разных странах, а это подводит к возможности использования таких систем для создания единого подхода к предоставлению, хранению и сравнению информации о фигуре в разрабатываемой в диссертационной работе системе выбора верного размера одежды.

Известны виртуальные примерочные и системы управления гардеробом в которых для получения изображения фигуры потребителя применяют как разного рода технические устройства, например веб-камеры, встроенные камеры мобильных телефонов и планшетов, так и методы подбора виртуальных аватаров, путем сравнения и показа наиболее близкой к описанию фигуры клиента трехмерной модели. Широко применяют методы распознавания визуальной информации с помощью сверточных нейронных сетей для выбора реперных точек фигуры потребителя (Alamsyah Andry; Arya Saputra, Muhammad Apriandito, Masrury, Riefvan Achmad, Zheng, Jia, Hong Wei) и привязки к этим точкам предметов одежды (Ji Shuaifei, Han Runping, Wei Jianfeng, Wang Rui). Многие исследователи (Ji Shuaifei, Han Runping, Wei Jianfeng, Wang Rui, Pachoulakis Ioannis, Yoon Jae Shin, Kim Kihwan, Kautz Jan, Park Hyun Soo) используют технические устройства и инфракрасные камеры для захвата движения клиента, которые потом воспроизводят на дисплее в виде трехмерной визуализации фигуры и одежды на ней. Известны приложения, реализованные на этом принципе (Replicant.fashion, IN3D, GoodStyle, Wardrobe Expert, Smart Fashion: Stylist & Shop, Style Mate, My Wardrobe-Outfit Finder, mirrARme), которые позволяют визуализировать изделия магазина, преобразуя их в виртуальный гардероб, создавая индивидуальный стиль потребителя. Проблема визуализации изделия на фигуре потребителя с высокой степенью психологического подобия решена в

большом количестве работ, но вместе с тем проблема предложения клиенту вещей, соразмерных его фигуре в настоящий момент остается недостаточно проработанной.

Существует большое количество онлайн–приложений (Zeekit, Finalytics, virtusize, True Size, Tailor Measure, Revolutionary measurement Tech), которые позволяют определить размер фигуры в привычных для клиента системах маркировки товара при онлайн и оффлайн–покупках. Однако ни в одной системе не реализован единый подход к маркировке одежды и фигуры в котором происходило бы сравнение взаимосвязанных характеристик, что позволило бы с высокой степенью достоверности предлагать клиенту верный размер одежды.

Выполненный анализ существующих отечественных и зарубежных решений доказывает актуальность разработки нового подхода к определению верного размера готовой одежды для индивидуальной фигуры, основанного на сравнении антропометрических характеристик фигуры с параметрами одежды, который может быть реализован благодаря применению цифровых технологий. Предлагаемая в работе технология выбора верного размера одежды универсальна, востребована как на этапах представления и продажи одежды, так и на этапах производства, поскольку ее применение повысит удовлетворенность населения приобретаемой одеждой, а также снизит логистические затраты на возврат и обмен несоответствующей одежды, что свидетельствует об актуальности и своевременности ее разработки.

Цель работы заключается в разработке метода выбора готовых моделей одежды путём обоснованного сравнения размеров одежды и фигур потребителей с помощью цифровых технологий, что обеспечит рост удовлетворённости потребителей производимой одеждой и снижение логистических и производственных затрат предприятия.

Для достижения поставленной цели выполнены следующие **задачи**:

- проанализированы и систематизированы современные способы получения информации о пространственной форме фигуры человека для определения антропометрических характеристик;
- исследованы способы представления информации об одежде в системах маркировки и на онлайн платформах;
- исследованы существующие способы проведения виртуальной примерки и оценки соответствия размеров фигуры и одежды;
- исследованы взаимосвязи линейных размеров готовой одежды с размерными характеристиками и формой фигуры;
- разработаны количественные критерии сравнения параметров фигуры и параметров одежды на основе сравнения измерений одежды с размерными признаками фигуры с учетом конструктивных прибавок, межразмерных приращений и интервалов безразличия;

– разработано информационное, алгоритмическое обеспечение и базы данных для оценки одежды на соответствие размерам фигуры индивидуального потребителя в цифровой среде.

Объект исследования – процесс проектирования одежды.

Предмет исследования – модельные конструкции швейных изделий, типовые и индивидуальные фигуры потребителей, образцы готовых изделий, проектно-конструкторская документация на модели одежды, инновационное программное обеспечение.

Научная новизна заключается в:

- предложении нового подхода к процессу выбора готовых моделей одежды с помощью цифровых технологий, обеспечивающий антропометрическое соответствие выбираемой одежды фигуре потребителя;
- выделении перечня значимых, соответствующих друг другу размерных признаков фигуры и линейных измерений одежды, отвечающих за соразмерность одежды фигуре;
- разработке методики количественной и качественной оценки антропометрического соответствия одежды фигуре;
- разработке нового подхода к получению информации о готовой одежде и определению верного размера готовой одежды при отсутствии маркировки;
- разработке нового способа маркировки одежды, обеспечивающего возможность сравнения и быструю идентификацию готовой одежды форме и размерам фигуры.

Практическая значимость работы заключается в разработке:

- базы данных интервалов допустимых отклонений размеров одежды от размеров фигуры, включающих сведения о конструктивных прибавках и межразмерных приращениях, необходимых для оценки соразмерности одежды фигуре;
- информационного и программного обеспечения системы выбора готовых моделей одежды для индивидуальной фигуры;
- опытного программного обеспечения и интерфейса пользователя приложения для оценки одежды на соответствие размерам фигуры индивидуального потребителя в двухмерной и трехмерной среде.

Основные положения, выносимые на защиту:

- перечень значимых размерных признаков и конструктивных параметров одежды для проведения процедуры оценки антропометрического соответствия одежды фигуре;
- метод выбора готовых моделей одежды путём обоснованного сравнения размеров одежды и фигур потребителей с помощью цифровых технологий;
- новый подход к получению информации о готовой одежде и определению верного размера готовой одежды при отсутствии маркировки.

Работа выполнена в 2020–2022 гг. на кафедре Художественного моделирования, конструирования и технологии швейных изделий РГУ им. А.Н. Косыгина. **Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ. Проект 20-37-90074** «Разработка метода оценки одежды на соответствие размерам фигуры индивидуального потребителя с помощью цифровых технологий».

Соответствие паспорту специальности 2.6.16. Положения, выносимые на защиту, соответствуют п.15. паспорта специальности – разработка процессов выбора, примерки, оценки качества изделий текстильной и легкой промышленности и оценки свойств материалов в реальной и цифровой среде.

Публикации. Основные положения научно-квалификационной работы (диссертации) опубликованы в 9 печатных работах, 3 из которых – в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России; 2– индексируемых в базе данных SCOPUS, 1 – тезисы докладов на конференции, индексируемые в РИНЦ и 3 – свидетельства на базы данных.

Теоретические положения, выводы и практические рекомендации диссертационной работы были представлены, обсуждены и одобрены в 2020–2023 гг. на следующих конференциях: международных по применению цифровых технологий в различных отраслях промышленности «Siberian Industrial Days International Forum» (15–16 May 2020, Tomsk), «International conference on textile and apparel innovation» , ICTAI 2021 (Vitebsk, 08-10 июня 2021); всероссийской по применению инновационных технологий в текстильной и легкой промышленности « Light Conf 2021» (Санкт-Петербург, 29–31 марта 2021).

Основные результаты исследования нашли практическое применение на швейном предприятии ООО «Оливия» (г. Москва). Разработанные в работе базы данных (Свидетельства №2022621737, №2022621739), содержащие интервалы оценки соразмерности одежды фигуре для плечевой одежды из трикотажа и брючного ассортимента реализованы в виде лицензионного соглашения для применения в производственной деятельности шейного предприятия.

Структура и объем работы. По своей структуре научно–квалификационная работа (диссертация) состоит из введения, 4 глав, выводов по каждой главе, общих выводов по работе, списка литературы, приложений. Работа изложена на 169 страницах машинописного текста, содержит 107 рисунков, 24 таблицы. Список литературы включает 113 библиографических и электронных источников. Приложения представлены на 52 страницах.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, обозначены цели и задачи исследований, отражены научная новизна и практическая значимость работы.

В первой главе сформулирован новый подход к процессу выбора готовых моделей одежды с помощью цифровых технологий.

Проанализирован современный рынок устройств для осуществления 3D–сканирования фигуры человека, выделены такие группы как стационарные кабины, ручные сканеры и мобильные приложения. Существующие способы получения трёхмерной модели фигуры доступны для потребителей и производителей и отличаются высоким качеством формируемой трехмерной модели. Остается недостаточно проработанным вопрос автоматического определения размерных признаков фигур, решение которого лежит в применении нейронных сетей для позиционирования антропометрических точек и уровней. Таким образом существующий уровень развития технологий в области получения исходной информации о форме тела потребителя создает предпосылки для организации цифровой системы сравнения размеров фигуры и одежды.

Анализ существующих способов маркировки одежды показал существенные различия в обозначении размеров одежды у производителей разных стран и использование ограниченного набора размерных признаков для описания размера. Доказано, что в условиях глобализации и развития Интернет–торговли производители стремятся к единому обозначению размеров одежды. Определено, что решение проблемы лежит в области создания новой системы маркировки, содержащей большее количество информации об одежде, включая обоснованную взаимную связь между конструктивными параметрами готовой одежды и размерами тела человека, например на основе использования QR–кода.

Систематизированы существующие способы проведения виртуальной примерки и оценки соответствия размеров фигуры одежде. Предложена классификация, в которой способы виртуальной примерки классифицированы по уровням достоверности получаемого изображения, удобству использования и возможности применения для выполнения процедуры сравнения с размерами тела человека.

Предложен новый подход к определению верного размера готовой одежды для индивидуальной фигуры, основывающийся на сравнении антропометрических данных фигуры и параметров готового изделия, учитывая значения конструктивных прибавок разного вида изделий и интервалов межразмерных приращений между размерами.

Во второй главе проведено исследование ассортимента мужской одежды и выделены критерии для сравнения фигуры и одежды. В качестве объекта исследования выбран ассортимент мужской одежды. Перечень предметов одежды, выбранный для исследования, сформирован на основе опроса потребителей мужчин в возрасте от 20 до 50 лет в количестве 35 человек. В перечень включены изделия из текстильных материалов и трикотажа такие как футболки, свитшоты, классические сорочки, худи, джинсы.

Проведен анализ проектно–конструкторской документации предприятий–производителей одежды (Modis, Banana Republic, Sperry, American Eagle Outfitters и др.), доказано единство подходов к отражаемой в документах информации. Сформирован перечень основных и дополнительных измерений готовой одежды,

которые отвечают за принятие решения о соответствии размера одежды фигуре. Измерения, которые формируют особенности дизайна изделия, например, ширина кармана, ширина манжеты исключены из анализа.

Значимость выделенных измерений одежды для решения задачи определения соответствия размера одежды фигуре определена с помощью метода экспертных оценок и ранжирования. В качестве экспертов выступили специалисты в швейной отрасли со стажем работы от 5 до 25 лет, имеющие многолетний опыт работы по разработке конструкций и технологии изготовления, контроля качества и продаж, в количестве 127 человек. Значения коэффициентов конкордации и критерий Пирсона с вероятностью 95 % свидетельствуют о высокой неслучайной согласованности мнений экспертов.

Наиболее значимыми для плечевого ассортимента определены измерения: длина горловины, плечевой диаметр, ширина изделия под проймой, ширина изделия внизу, длина изделия по центру спинки, длина изделия от угла плечевого шва, высота проймы, длина рукава, ширина рукава вверху, ширина рукава внизу (табл.1.1).

Таблица 1.1 – Параметры антропометрического соответствия одежды фигуре человека в порядке убывания значимости. Плечевая одежда

Рисунок измерений	№	Название параметра (измерения в готовом изделии)	РП фигуры для сравнения
	1	Длина горловины	T ₁₃
	2	Ширина изделия на уровне плеч	T ₅₃
	3	Ширина изделия на уровне проймы	T ₁₆
	4	Ширина изделия внизу	T ₁₉
	5	Длина изделия по центру спинки	T ₄₀
	6	Длина изделия от угла плечевого шва	T ₄₃
	7	Высота проймы сзади	T ₃₉
	8	Длина рукава	T ₆₈
	9	Ширина рукава вверху	T ₂₈
	10	Ширина рукава внизу	T ₂₉

Среди измерений выявлено два основных, которые однозначно влияют на подбор размера плечевой одежды: длина горловины и ширина изделия под проймой.

Для поясного ассортимента определены измерения: ширина изделия по поясу, ширина изделия по бедрам, ширина изделия на уровне бедра, ширина изделия на уровне колена, ширина изделия по низу, длина бокового шва, длина шагового шва, длина среднего шва спереди, длина среднего шва сзади (табл. 1.2).

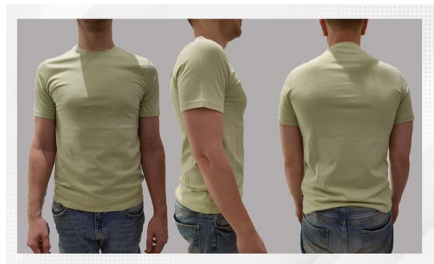
Таблица 1.2 – Параметры антропометрического соответствия одежды фигуре человека в порядке убывания значимости. Поясная одежда

Рисунок измерений	№	Название параметра (измерения в готовом изделии)	РП фигуры, с которым сравнивается измерение
	1	Ширина изделия по поясу	T ₁₈
	2	Ширина изделия по бедрам	T ₁₉
	3	Ширина изделия на уровне бедра	T ₂₁
	4	Ширина изделия на уровне колена	T ₂₂
	5	Ширина на уровне икры	T ₂₃
	6	Ширина изделия внизу	T ₂₄
	7	Длина бокового шва	T ₂₅
	8	Длина шагового шва	T ₂₇
	9	Длина среднего шва спереди	T ₇₇
	10	Длина среднего шва сзади	T ₇₇

Измерения ширины изделия по поясу и ширины изделия по бедрам выделены как основополагающие при определении подходящего поясного изделия.

Предложена методика количественной и качественной оценки соответствия готовой одежды фигуре, включающая следующую последовательность действий:

1. Выбор исследуемого вида одежды;
2. Выбор типовой или индивидуальной фигуры;
3. Разработка модельных конструкций одежды с разными величинами прибавок по основным измерениям или подбор готовых моделей одежды с разными величинами прибавок по основным измерениям;
4. Одевание моделей одежды на индивидуальную фигуру;
5. Фиксация визуальной информации о качестве посадки (фотоизображение вид спереди, сбоку, сзади). Пример фотофиксации приведен на рисунке 1.1.



а



б

Рисунок 1.1 – Пример фотофиксации одетой одежды на фигуре потребителя: а – футболка; б – свитшот

6. Экспертная оценка качества посадки по фотоизображению;
7. Тактильная оценка удобства эксплуатации одежды на фигуре (субъективная оценка потребителя);
8. Формирование базы данных.

Предложены расчетные формулы автоматизированного определения подходящего размера плечевой и поясной одежды для потребителя.

$$n_{\min} \geq P_i - T_i + \Delta \leq n_{\max} \quad (1.1)$$

$$n_{\min} \geq P_i - \frac{T_i}{2} + \Delta \leq n_{\max} \quad (1.2)$$

где n_{\min} – минимальное допустимое значение прибавки;

n_{\max} – максимально допустимое значение прибавки;

P_i – измерение одежды определенной зоны;

T_i – размерный признак фигуры;

Δ – константа, выведенная экспериментальным путем для конкретного участка, при отсутствии = 0.

Выполнено определение допустимых величин прибавок в трехмерной среде путем количественного сравнения проекционных зазоров между совмещенными трехмерными моделями раздетой фигуры и фигуры в одежде. Сравнение выполнено путем измерений длин, обхватов, расстояний, проекционных диаметров для сечений, построенных в вертикальной, горизонтальной и сагиттальной плоскостях совмещенных друг с другом сканированных моделей раздетой фигуры и фигуры в одежде. Предложена формула (1.3) для проведения оценки соответствия размера одежды фигуре в трехмерной среде:

$$n_{\min} \geq \frac{1}{N} * \sum_{i=1}^{i=N} l_i \leq n_{\max} \quad (1.3)$$

где n_{\min} – минимальное допустимое значение;

n_{\max} – максимально допустимое значение;

N – количество сечений на участок;

l_i – значение измеряемого сечения.

Проведена оценка путем сравнения измерений изделий указанных в конструкторской документации и измерений фигуры. С помощью описанной выше методики выполнено исследование сорочек с изменяемыми параметрами длины горловины (7 вариантов), ширины изделия на уровне проймы (9 вариантов); с изменяемыми параметрами ширины изделия на уровне проймы футболок (8 вариантов); свитшотов (8 вариантов); с изменяемыми параметрами ширины изделия на уровне талии джинсы (8 вариантов), на уровне бедер джинсы (8 вариантов).

По результатам анализа и сопоставления результатов экспертной оценки и тактильных ощущений потребителя сформированы допустимые величины прибавок, определяющие изделие как «условно соразмерное» «соразмерное» и «несоразмерное». Разработаны, зарегистрированы в ФИПС и получены свидетельства на базы данных допустимых интервалов конструктивных прибавок, при которых изделие можно считать соразмерным фигуре для таких изделий

плечевого и поясного ассортимента как мужская футболка, сорочка, худи, свитшот, брюки (джинсы).

В третьей главе исследованы изделия мужского ассортимента категории массмаркет в магазинах российских и зарубежных производителей и обнаружено, что одежда производится с большей величиной межразмерных приращений (табл. 1.3), чем принято в ГОСТ.

Таблица 1.3 – Результаты проведенных расчетов. Средний шаг межразмерного приращения на изделие

Вид изделия	Российский производитель			Зарубежный производитель			
	1	2	3	1	2	3	4
Футболка	5.6	6.2	5.2	6.6	5.8	7.8	6.8
Свитшот	6.2	5.6	4.6	6.8	6.4	7.4	6.6
Сорочка	4.6	6.2	4.4	5.4	5.6	6.6	6.4
Худи	5.8	5.8	4.6	5.4	6.2	6.4	6.2

Полученные сведения систематизированы и сформированы в БД возможных межразмерных приращений по ширине изделия на уровне глубины проймы, которые впоследствии используют в качестве сведений при расчете верного размера одежды.

Предложен новый подход к решению задачи определения размера изделия, если маркировка на нем отсутствует. Предложена система технического зрения (рис.1.2 а, б) для автоматизации сбора сведений об одежде и определения размера одежды.

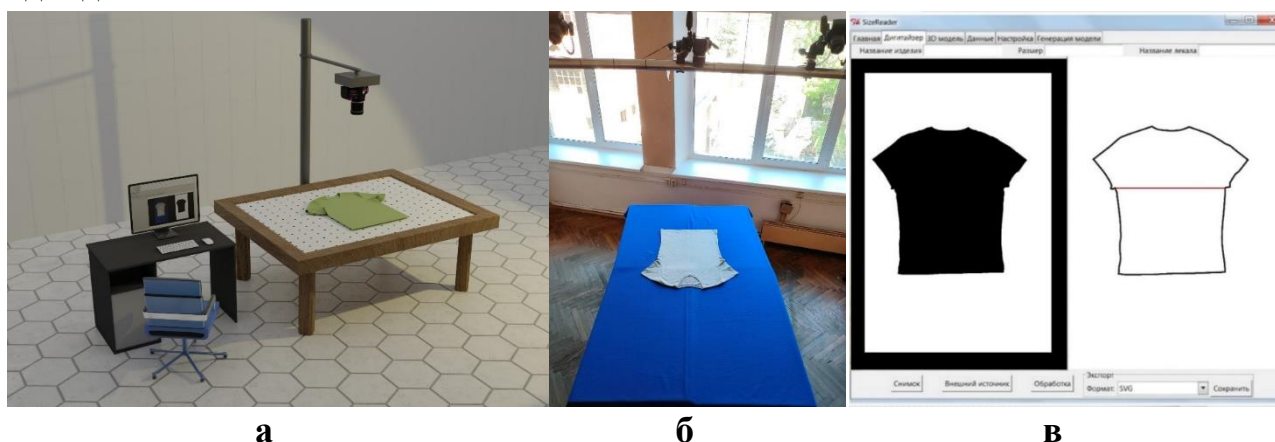


Рисунок 1.2 – Система технического зрения для автоматизации сбора сведений об одежде: а – визуализация, б – внешний вид, в – выделение контуров

В основе предлагаемой системы лежит программное обеспечение Size Reader, разработанное в докторской диссертации И.А. Петросовой. Функция дигитайзер, применение которой в рамках выполняемой диссертационной работы, позволила автоматизировать блок получения сведений об одежде с помощью фотофиксации плоского изображения готового изделия, с дальнейшим выделением его контуров и определением величины измерения на уровне проймы (рис.1.2, в).

Выполнено исследование по определению размера для таких изделий как худи, свитшот, футболка. Определение размера изделия происходило путем сравнения величины измерения изделия на уровне проймы с величинами

допустимых значений прибавок для этого ассортимента, разработанных в главе 2 и указанные как «соразмерные». Анализ полученных результатов показывает, что при использовании нижней границы комфортного уровня прибавки можно получить максимальный допустимый размер. При использовании верхнего уровня комфортной прибавки можно получить минимальный допустимый размер. Предлагаемая последовательность точна и удобна, в случае подбора одежды по размерным признакам потребителя при сравнении их с измерениями одежды.

В четвертой главе проведена разработка информационного и программного обеспечения системы выбора готовых моделей одежды для индивидуальной фигуры. Предлагаемое решение содержит: подсистему получения сведений о потребителе, подсистему получения сведений об одежде; систему расчета для определения размера одежды; пополняемую базу данных для сравнения сведений о потребителе со сведениями об одежде; интерфейс потребителя; интерфейс производителя.

Подсистема получения сведений о потребителе направлена на фиксацию личных данных (ФИО, пол) и определение величин размерных признаков фигуры потребителя. Определение размерных признаков потребителя может происходить по трем сценариям: ручной ввод РП; ввод фотоизображений; ввод трехмерной сканированной модели. В подсистеме формируется карта потребителя, а информация сохраняется в виде QR-кода. Внутренняя структура подсистемы получения сведений о потребителе приведена на рисунке 1.3, а.

Подсистема получения информации об одежде предназначена на систематизации сведений об одежде извлеченных из табельмера или из визуального изображения одежды, выложенной на плоскость. В подсистеме формируется карта изделия, перечень измерений соответствует перечню размерных признаков фигур, информация сохраняется в виде QR-кода. Структура QR-кода для описания особенностей одежды и ее размера взаимно связана со структурой QR-кода фигуры. Внутренняя структура подсистемы получения сведений об одежде приведена на рисунке 1.3, б.

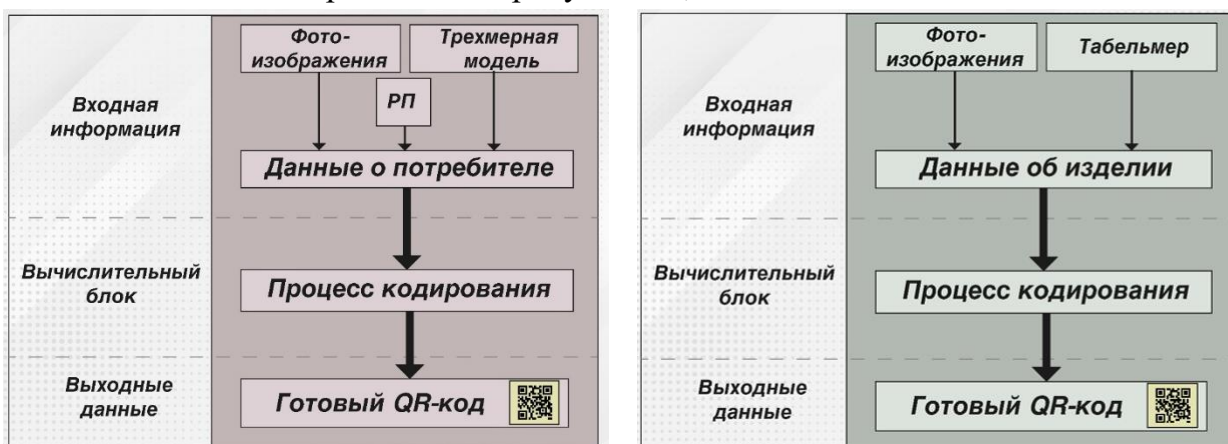


Рисунок 1.3 – Подсистемы получения сведений: а – о потребителе, б – об одежде
 QR-код содержит в себе открытые данные для потребителя и закрытые данные, в которых находятся сведения из табельмера. Такой способ позволяет

клиенту подробно узнать информацию о товаре и задействовать систему определения подходящего размера:

1. Получение размерных признаков фигуры;
2. Определение вида одежды из ассортимента;
3. Загрузка значимых параметров табельмера для каждой модели;
4. Сравнение размерных признаков фигуры и данных табельмера по значимым параметрам;
5. Решение о соответствии выбранной одежды фигуре потребителя.

Пример визуализации процесса сравнения данных фигуры потребителя с изделием и определение подходящего размера по диапазонам допустимых значений приведен на рисунке 1.4.

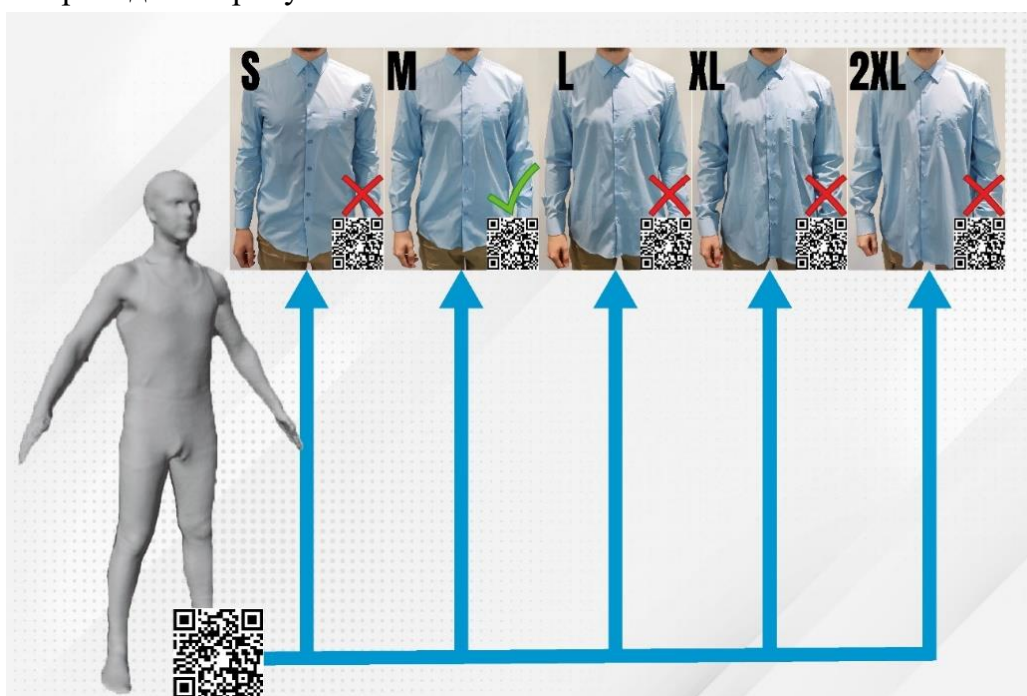


Рисунок 1.4 – Визуализация процесса сравнения размеров одежды и фигуры

Предложенная модель универсальна и способна решать как прямую задачу по определению соответствия одежды размерным признакам индивидуальной фигуры, так и обратную, определить размер заданного изделия, если отсутствует маркировка или она проставлена неверно.

Произведен выбор программного обеспечения и языка программирования для создания веб-приложения по автоматическому выбору соразмерной одежды. В качестве языка программирования использован язык Python, в качестве базы данных использована встраиваемая реляционная база данных SQLite. Приложение является дополняемым и видоизменяемым, что позволяет дополнять новыми видами изделия. В веб-приложении реализованы все разработанные принципы сравнения параметров изделия и фигуры, применены базы данных с интервалами для оценки соразмерности одежды фигуре и проведено тестирование разработанной системы. Исходная структура является гибкой и редактируемой.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ

1. Проанализированы и систематизированы современные способы получения информации о пространственной форме фигуры человека для определения антропометрических характеристик, исследованы способы представления информации об одежде в системах маркировки и на онлайн платформах; систематизированы существующие способы проведения виртуальной примерки и оценки соответствия размеров фигуры и одежды. Доказано, что существующий уровень развития технологий в области получения исходной информации о форме тела потребителя создает предпосылки для организации цифровой системы сравнения размеров фигуры и одежды.
2. Систематизированы существующие способы проведения виртуальной примерки и оценки соответствия размеров фигуры одежде. Предложена классификация, в которой способы виртуальной примерки классифицированы по уровням достоверности получаемого изображения, удобству использования и возможности применения для выполнения процедуры сравнения с размерами тела человека.
3. Предложен новый подход к определению верного размера готовой одежды для индивидуальной фигуры, основанный на сравнении антропометрических характеристик фигуры с параметрами одежды с учетом информации о конструктивных прибавках для разных видов одежды и интервалов безразличия между размерами и ростоми.
4. Определен перечень основных и дополнительных измерений готовой одежды, в которых измерения расположены по значимости их применения при принятии решения об антропометрическом соответствии выбираемой одежды индивидуальной фигуре. Наиболее значимыми для плечевого ассортимента определены измерения: длина горловины, ширина изделия под проймой, длина рукава; для брючного ассортимента наиболее важны измерения: ширина изделия по поясу, ширина изделия по бедрам, длина по шаговому шву.
5. Предложена методика количественной и качественной оценки соответствия готовой одежды фигуре, основанная на сравнении измерений одежды и соответствующих им размерных признаков, что позволило создать базы данных величин конструктивных прибавок, которые можно считать допустимыми при определении верного размера одежды и позволяет принимать обоснованное решение об антропометрическом соответствии размера одежды фигуре. Разработаны, зарегистрированы в ФИПС и получены свидетельства на базы данных допустимых интервалов конструктивных прибавок, при которых изделие можно считать соразмерным фигуре для таких изделий плечевого и поясного ассортимента как мужская футболка, сорочка, худи, свитшот, брюки (джинсы).
6. Выполнено определение допустимых величин прибавок в трехмерной среде путем количественного сравнения проекционных зазоров между совмещенными трехмерными моделями раздетой фигуры и фигуры в одежде. Создана база данных

допустимых величин проекционных зазоров, позволяющая проводить процедуру выбора соразмерной одежды в трехмерной среде. Основные результаты исследования нашли практическое применение на швейном предприятии ООО «Оливия» (г. Москва). Разработанные в работе базы данных (Свидетельства №2022621737, №2022621739), содержащие интервалы оценки соразмерности одежды фигуре для плечевой одежды из трикотажа и брючного ассортимента реализованы в виде лицензионного соглашения для применения в производственной деятельности шейного предприятия.

7. Разработана структура системы технического зрения, которая позволяет с высокой точностью и скоростью получать сведения об одежде, такие как форма контура проекции одежды и величины измерений значимых параметров для проведения процедуры сравнения измерений одежды с размерными признаками фигуры. Разработана процедура определения верного размера одежды при отсутствии маркировки.

8. Разработана модель организации информационных потоков для системы выбора готовых моделей. Предложенная модель универсальна и способна решать как прямую задачу по определению соответствия одежды размерным признакам индивидуальной фигуры, так и обратную, определить размер заданного изделия если отсутствует маркировка или она проставлена неверно.

9. Предложен новый подход к процессу маркировки одежды и размеров фигуры, обеспечивающий возможность сравнения и быструю идентификацию готовой одежды форме и размерам фигуры, а также возможность отбора соразмерной одежды из ассортимента магазина или производственной компании.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ

Статьи в изданиях, входящих в «Перечень...» ВАК при Минобрнауки России:

1. Копылов А.А., Петросова И.А., Андреева Е.Г. Исследование величин межразмерных приращений в современной мужской одежде// Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности 2022. № 3(399), с.192–197.

2. Копылов А.А., Петросова И.А., Андреева Е.Г. Исследование конструктивных параметров одежды для проведения процедуры оценки антропометрического соответствия изделия фигуре// Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности, 2021, Т.52. № 2, с.35–40.

3. Петросова И.А., Андреева Е.Г., Копылов А.А., Коробецкая Н.А., Белгородский В.С. Информационное обеспечение для онлайн выбора соразмерной одежды// Дизайн и Технологии, 2020, № 75(117), с.80–85.

Статьи в изданиях, входящих в «Перечень...» SCOPUS:

4. Petrosova I.A., Andreeva E.G., Romanovsky R.S., Kopylov A.A., Rodionova M.A. Three-dimensional scanning of a figure as the basis for mass customization of

industrial clothing collections В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2. Сер. "Siberian Industrial Days International Forum" 2020. С. 1-9.

5. Копылов А., Петросова И., Андреева Е. Criteria development for comparing body measurements and clothing sizes in a virtual environment В сборнике AIP Conference Proceedings. Сер. "International Conference on Textile and Apparel Innovation", ICTAI 2021

Статьи в прочих изданиях:

6. Петросова И.А., Андреева Е.Г., Копылов А.А., Чижова Н.В., Белгородский В.С., Трухачев В.И. Метод выбора соразмерной мужской одежды в виртуальной цифровой среде// Текстильная и легкая промышленность, 2019. № 2-3, с.26–31.

Патенты, свидетельства на программу для ЭВМ, БД:

7. Свидетельство о регистрации базы данных № 2022621737 от 14.07.2022. Копылов А.А., Петросова И.А., Андреева Е.Г., Белгородский В.С. Интервалы для оценки соразмерности одежды фигуре – одежда из трикотажа Заявка № 2022621642 от 06.07.2022.

8. Свидетельство о регистрации базы данных № 2022621738 от 14.07.2022. Копылов А.А., Петросова И.А., Андреева Е.Г., Белгородский В.С. Интервалы для оценки соразмерности одежды фигуре – классические изделия Заявка № 2022621641 от 06.07.2022.

9. Свидетельство о регистрации базы данных № 2022621739 от 14.07.2022. Копылов А.А., Петросова И.А., Андреева Е.Г., Белгородский В.С. Интервалы для оценки соразмерности одежды фигуре – брючный ассортимент Заявка № 2022621640 от 06.07.2022.

КОПЫЛОВ АЛЕКСАНДР АЛЕКСАНДРОВИЧ

**РАЗРАБОТКА МЕТОДА ОЦЕНКИ ОДЕЖДЫ НА СООТВЕТСТВИЕ
РАЗМЕРАМ ФИГУРЫ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПОТРЕБИТЕЛЯ С
ПОМОЩЬЮ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

**Усл.-печ. 1,0 п.л. Тираж 80 экз. Заказ №
Редакционно-издательский отдел
ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина»
119071, г. Москва, ул. Малая Калужская, д. 2, стр. 1
Отпечатано в РИО ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина»**