

*На правах рукописи*

**Москвина Мария Александровна**

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКОГО СООТВЕТСТВИЯ  
В АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОДЕЖДЫ  
ЗАДАНЫХ СИЛУЭТНЫХ ФОРМ**

Специальность: 05.19.04 – Технология швейных изделий

**Автореферат**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Санкт-Петербург

2016

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»

Научный руководитель: Сурженко Евгений Яковлевич  
доктор технических наук, профессор,  
директор института текстиля и моды федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»

Официальные оппоненты: Петросова Ирина Александровна  
доктор технических наук, профессор,  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет дизайна и технологии», профессор кафедры художественного моделирования, конструирования и технологии швейных изделий

Сурикова Ольга Владимировна  
кандидат технических наук, доцент,  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановский государственный политехнический университет», доцент кафедры конструирования швейных изделий

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромской государственный технологический университет»

Защита диссертации состоится 11 октября 2016 г. в 10:00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.236.06 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна» по адресу: 191186, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 18, ауд. 241.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна по адресу: 191186, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 18, <http://www.sutd.ru>.

Автореферат разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Полякова Екатерина Владимировна

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Конъюнктура современного рынка товаров швейной промышленности диктует необходимость производства конкурентоспособной продукции, высокое качество которой обеспечивает как успех отдельных предприятий, так и устойчивое развитие отрасли в целом. Плюрализм модных форм и стилевых направленностей в коллекциях современных дизайнеров актуализирует поиск новых художественно-конструктивных решений. В связи с этим, обширную практику имеет разработка моделей одежды широкого диапазона пространственных форм, определяемых соответствующими конструктивными решениями. Распространение получил спектр проектных задач, связанных с воспроизведением силуэтной формы прототипа в проектируемом изделии.

В проектировании одежды различных силуэтных и пространственных форм затруднительно применение существующих способов достижения антропометрического соответствия фигуре. Методики конструирования и схемы корректировки разработаны для частных случаев конструктивных членений деталей, в процессе моделирования чертежей невозможно осуществить точный контроль пространственной формы одежды. В то же время несоответствия конструкции размерам и форме фигуры приводят к возникновению дефектов посадки, искажающих силуэтную форму, что нарушает преемственность художественно-конструктивных решений модели одежды и прототипа.

Проектирование одежды с высоким уровнем антропометрического соответствия фигуре и сохранением силуэтной формы прототипа требует разработки таких элементов научно-методического и информационного обеспечения, которые позволят рационально и точно выполнять все этапы проектирования изделия с применением совокупности возможностей современных 2d и 3d САПР (систем автоматизированного проектирования). Специфика проектных задач требует разностороннего анализа силуэтных форм и конструктивных решений прототипов, формирования их количественного описания, базиса, применимого в разработке моделей одежды. Современные методы корректировки чертежей должны предусматривать учет формы одежды в расчете величин приращений к длинам конструктивных отрезков. Необходима разработка способов сохранения силуэтных форм в проектировании идентичных моделей на условно- типовые и индивидуальные фигуры различных размеров с учетом вариативности их морфологического строения.

Работа соответствует паспорту ВАК научной специальности 05.19.04 по областям исследований «Разработка теоретических основ и установление общих закономерностей проектирования одежды и технологии изготовления швейных изделий на фигуры типового и нетипового телосложения» и «Совершенствование методов оценки качества и проектирование одежды с заданными потребительскими и технико-экономическими показателями».

**Целью диссертационной работы** является разработка методов достижения антропометрического соответствия женской одежды форме и размерам фигуры с учетом морфологического строения, применимых в решении спектра проектных задач, связанных с проектированием одежды заданных силуэтных форм.

Для достижения этой цели необходимо решить следующие **основные задачи**:

- Выполнить анализ и обобщить известные инженерные методы достижения антропометрического соответствия одежды размерам и форме фигуры;

- Систематизировать проявление дефектов посадки в современной одежде во взаимосвязи с характеристиками изделий, установить их наиболее распространенные группы и определить причины их возникновения;
- Исследовать и количественно описать особенности морфологического строения индивидуальных фигур;
- Установить закономерности изменения параметров разверток деталей одежды при изменении параметров, характеризующих строение индивидуальных фигур;
- Разработать методику визуализации, описания и воспроизведения силуэтных форм моделей одежды. Сформировать базис прототипов, отражающий разнообразие силуэтных форм и их конструктивных решений;
- Предложить способ сохранения силуэтных форм одежды при их использования в различных проектных ситуациях;
- Разработать метод проектирования одежды на основе совокупности характеристик силуэтных форм в среде 3d САПР, характеризующийся высоким уровнем антропометрического соответствия одежды фигуре и высокоточным прогнозированием результатов проектирования.

**Объектами исследования** являются: индивидуальные и условно- типовые фигуры женщин, методики конструирования и чертежи конструкций изделий, методы исправления дефектов посадки одежды. **Предмет исследования** – формирование методов достижения высокого качества посадки при воспроизведении различных силуэтных форм женской одежды с учетом разнообразия морфологического строения фигур.

**Методы исследования.** В работе использована общая методология системного подхода к вопросам проектирования одежды. На отдельных этапах работы использовались методы логического и системного анализа, художественно-конструктивного анализа формы и чертежей одежды, методы математической статистики. Построение, сравнительный анализ чертежей и визуализация трехмерных форм костюма производились в САПР СТАПРИМ, Clo3d, AutoCAD. Разработка базы данных выполнена в среде Microsoft Access.

**Автор защищает:**

- Совокупность разработанных элементов научно-методического и информационного обеспечения процесса проектирования одежды, обеспечивающих высокий уровень антропометрического соответствия одежды фигуре при воспроизведении форм прототипов;
- Закономерности изменения разверток деталей одежды при изменении параметров, характеризующих строение индивидуальных фигур, реализованные в модуле корректировки чертежей 2d САПР с варьируемыми коэффициентами;
- Методику применения параметров силуэтных форм в проектировании одежды на условно- типовые и индивидуальные фигуры;
- Метод проектирования в 2d и 3d САПР обеспечивающий соответствие формы одежды параметрам силуэтных форм прототипов и высокое качество посадки одежды с учетом особенностей телосложения фигуры.

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

- Разработана методика оценки качества посадки одежды по фотоматериалам, выполнено статистическое исследование и установлены закономерности проявления отдельных групп дефектов посадки в зависимости от характеристик одежды;

- Выполнено антропометрическое исследование группы индивидуальных фигур с последующей разработкой высокоточных трехмерных моделей их формы в различных системах 3d проектирования и зарегистрированы параметры, характеризующие вариативность их морфологического строения;

- Установлены численные величины приращений к длинам конструктивных отрезков чертежей при изменении параметров, характеризующих морфологическое строение фигуры, с учетом различных силуэтных форм и значений прибавок;

- На основе трехмерного моделирования составлен базис прототипов, состоящий из параметрического описания силуэтных форм, размеров фигур и чертежей женской одежды различных десятилетий XX в.;

- Сформирована система перерасчета величин проекционных прибавок одежды для сохранения ее силуэтных форм при изменении размеров и формы фигуры.

**Практическая значимость** результатов исследования состоит в разработке новых элементов научно-методического и информационного обеспечения процесса проектирования швейных изделий с достижением высокого уровня антропометрического соответствия одежды размерам и форме фигуры и заключается в следующем:

- Разработан метод последовательного применения 2d-3d «одевающих» и 3d-2d «развертывающих» САПР в проектировании одежды на основе силуэтных форм прототипов с высоким уровнем антропометрического соответствия как условно-типовым, так и индивидуальным фигурам;

- Предложена система перерасчета величин проекционных прибавок, обеспечивающая сохранение силуэтных форм прототипов в проектировании одежды на фигуры с различным морфологическим строением;

- Разработан модуль автоматизированной корректировки чертежей на основе варьирующихся коэффициентов, обеспечивающие высокое качество посадки одежды и обоснованные алгоритмами построения разверток в 3d САПР;

- Сформирована справочная база данных, обобщающая современные инженерные методы корректировки чертежей и отражающая статистику проявления дефектов посадки в современной одежде.

**Апробация результатов.** Основные положения диссертационной работы доложены и обсуждены на VI международной научно-практической конференции «Наука и образование в области технической эстетики, дизайна и технологии художественной обработки материалов», IX международной научно-практической конференции «Приоритетные научные направления: от теории к практике», VIII международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты».

Результаты исследования применены в проектной деятельности предприятия ОАО «МЭЛОН ФЭШН ГРУП», что способствовало совершенствованию и оптимизации отдельных этапов проектно-конструкторских работ и способствовало повышению качества выпускаемой продукции, что подтверждено соответствующим актом внедрения.

**Достоверность результатов** обусловлена достаточным объемом выборок статистических исследований, применением современных специализированных программных продуктов для обработки их результатов, соответствием отдельных результатов экспериментальных исследований изложенным в работах других авторов, совпадением результатов экспериментального моделирования в различных 3d САПР

системах, апробацией результатов в производственных условиях, учебном процессе, научной печати, на всероссийских и международных конференциях.

**Публикации.** Результаты исследований по теме диссертации отражены в 11 публикациях: в 5 статьях в журналах, рекомендованных ВАК, 2 статьях в научных журналах и сборниках трудов, 3 публикациях в материалах различных научных конференций и свидетельстве о государственной регистрации базы данных.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, 4 глав, выводов по разделам и работе в целом, 7 приложений. Работа выполнена на 210 страницах, включает 85 рисунков и 32 таблиц. Список использованных источников состоит из 111 наименований.

### КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** определено направление исследований, обоснована его актуальность, отмечены научная новизна и практическая значимость работы.

**В первой главе** выполнен анализ существующих разработок в рассматриваемой области, систематизированы и обобщены инженерные и приближенные методы достижения антропометрического соответствия одежды фигуре, сформулированы цель и задачи исследования.

Выполнен анализ результатов отечественных и зарубежных исследований по тематикам: конструирование одежды на условно- типовые и индивидуальные фигуры, конструктивные дефекты посадки (ДП) и способы их устранения, проектирование в системе фигура-одежда. Рассмотрены требования к одежде в аспекте качества посадки изделий, проведено исследование работ в области оценки качества швейных изделий.

Систематизирована практика применения различных способов описания морфологического строения фигуры и его учета в построении чертежей, исследованы методики конструирования женской одежды и корректировки лекал, таких авторов как: Е.Б. Коблякова, В.Е. Кузьмичев, Н.Л. Корнилова, Л.П. Шершнева, Р.П. Фиш, Х.Д. Армстронг, У. Алдрич и др. Выделены основные методы учета размеров и форм индивидуальных фигур в проектировании женской плечевой одежды и определена частота их встречаемости (рис. 1). Как наиболее распространенные, выделены способы учета в процессе построения и при корректировке чертежей.

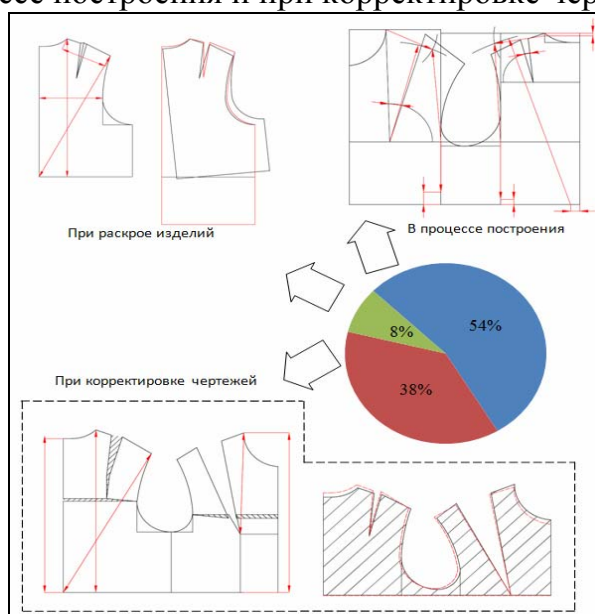


Рисунок 1 – Основные подходы к учету особенностей индивидуальных фигур в проектировании одежды и их частота встречаемости

Изучены антропометрические исходные данные методик конструирования во взаимосвязи со способами учета морфологического строения фигуры в алгоритмах построения чертежей. Установлено, что размерные признаки, применяемые в методиках конструирования женской одежды различаются как по количеству (от 12 до 35 в рассматриваемых методиках), так и по соотношению применяемых дуговых и проекционных измерений. На основе большого разнообразия используемых дуговых и проекционных размерных признаков показана вариативность качества получаемых разверток в зависимости от выбора опорных размеров и способов определения положений конструктивных точек. Например, отмечена значительная вариативность способов расчета, построения и получаемых величин формообразующих растворов опорной поверхности, линий плечевых срезов, положений точек вершин горловины и т.п.

Исследована методическая литература, посвященная устранению ДП в готовой одежде, проявление которых обусловлено характеристиками морфологического строения, например, положение корпуса, высота плеч, выступ живота и др. В существующей литературе разносторонне рассмотрены причины возникновения дефектов посадки, определены классификации видов дефектов, разработано большое количество способов устранения ДП в лекалах одежды схем корректировки чертежей. Выявлены различия в видах рассматриваемых дефектов, способах корректировки чертежей, специфике определения величин используемых коэффициентов.

Сформирована «База данных дефектов посадки женской одежды». Информационное наполнение включает необходимые сведения о дефектах посадки и различные варианты их устранения, а также соответствующие контрольные измерения фигуры. Использование базы данных значительно сокращает временные затраты на поиск и сравнительный анализ схем корректировки чертежей конструкций одежды. Практическое применение базы данных актуально в индивидуальном и серийном проектировании одежды с учетом особенностей телосложения. Кроме того, база данных предназначена для использования в образовательном процессе по дисциплине «Конструктивное моделирование одежды».

Установлено, что существующее методическое обеспечение не может быть рационально применено для достижения высокого качества посадки при решении проектных задач, связанных с проектированием одежды на основе силуэтных форм прототипов. В рассмотренных схемах корректировки чертежей отсутствует учет величин прибавок (как к дуговым, так и к проекционным измерениям фигуры) и их соотношений, характеризующих форму одежды. С другой стороны, методики конструирования, в которых учет величин прибавок в построении чертежей предусмотрен (например, в определении величин формообразующих растворов опорной поверхности) не могут быть использованы для построения чертежей с точным соответствием силуэтных форм формам прототипов, поскольку в плоскостном конструировании прогнозирование формы одежды субъективно и не точно.

Отмечено, что применение рассмотренного методического обеспечения процесса проектирования для достижения антропометрического соответствия одежды размерам и форме фигуры с учетом морфологического строения нерационально в решении диапазона проектных задач, связанных с проектированием одежды на основе силуэтных форм прототипов, т.к. оно разрознено и трудно применимо при работе в 2d и 3d САПР.

Возможности современных «развертывающих» (3d-2d) САПР обеспечивают реализацию конструктивных решений одежды с высоким уровнем антропометрического соответствия фигуре. Кроме того, использование величин проекционных размерных признаков и прибавок позволяет выполнять изменение формы одежды, а корректировка развертки выполняется автоматически. Актуальна разработка методов применения трехмерных САПР для обеспечения контроля силуэтной формы одежды с одновременным учетом морфологического строения фигуры в построении чертежей одежды.

**Во второй главе** разработана методика оценки качества посадки одежды по фотоматериалам, выполнен анализ качества посадки изделий-прототипов и современной одежды, спроектированной на основе их силуэтных форм, выделены общие группы конструктивных ДП и причины их возникновения.

Известны методики оценки качества посадки одежды по фотоматериалам с применением экспертной оценки, например, предложенная Е.Б. Кобляковой, метод оценки антропометрического соответствия одежды фигуре на основе сопоставления фронтальных и сагиттальных сечений фигуры и одежды (например, разработанный В.Е. Кузьмичевым), а также методы художественно-конструктивного анализа одежды по фотоматериалам (изложенные в работах В.Е. Кузьмичева, Л.Ю. Фефиловой и др.). Однако они не применялись для оценки качества посадки одежды по ее фотографическим изображениям.

Разработана методика оценки качества посадки одежды по фотоматериалам, включающая алгоритм выбора исходной информации и основанная на регистрации дефектов посадки с их последующей группировкой в зависимости от местоположения и характера складок, а также характеристик изделия, таких, как:

- ассортимент;
- размер;
- силуэт;
- объем.

С применением данной методики исследованы модели современной женской одежды. Совокупный объем выборки изделий составил 3480 позиций. Рассмотрены авторские модели одежды, продукция отечественных и зарубежных предприятий. Критерии формирования выборки обоснованы алгоритмом выбора исходной информации и включают ряд требований к фигуре и одежде, определяющих возможности оценки качества посадки. Для анализа изображений одежды была разработана информационно-логическая модель выбора исходной информации статистического исследования.

Для каждого изделия выполнена регистрация конструктивных ДП, наименования которых определены в соответствии с классификацией видов дефектов, разработанной Н.А. Рахмановым. Получены статистические данные проявления ДП в женской плечевой одежде, на основе которых выявлено, что к широко распространенным ДП в женской одежде относятся наклонные складки (41%) и балансовые нарушения (21%), которые чаще всего проявляются на деталях переда и спинки: 37 и 35% соответственно.

Систематизировано проявление дефектов посадки в современной одежде во взаимосвязи с характеристиками изделий и установлены их распространенные группы. Установлено, что наличие ДП в готовой женской одежде различно в зависимости от вида изделия, назначения и др. (рис. 2). Например, показано различие в частоте встречаемости ДП в различных ассортиментных группах: в группе «жакет»



ДП составляют 48% от общего числа ДП, в группе «пальто» – 22%, «платье» – 30%. Значительная вариативность частоты встречаемости ДП и неоднородность проявляющихся типов складок отмечены для изделий различных объемов и силуэтных форм.

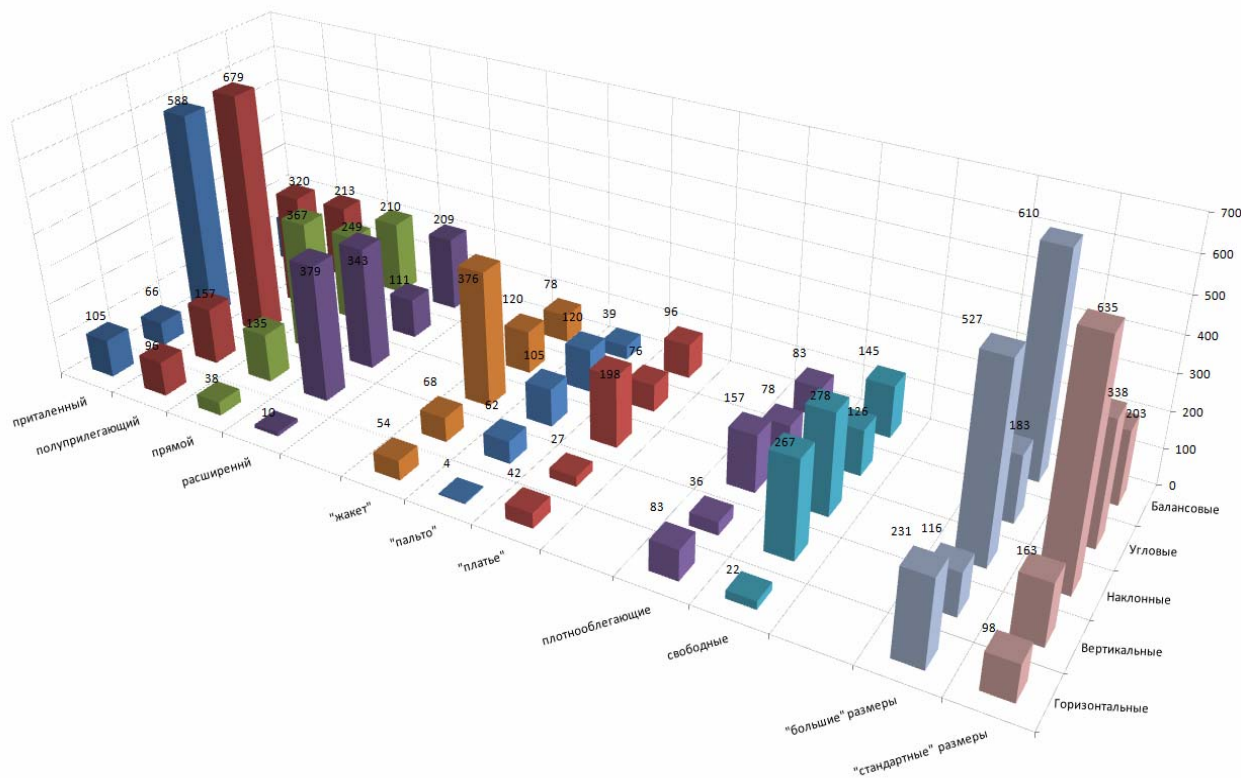


Рисунок 2 – Количество зарегистрированных ДП в выборке изделий с различными характеристиками

Исследована взаимосвязь качества посадки прототипов силуэтных форм и изделий, спроектированных на их основе. Показаны закономерности проявления аналогичных дефектов посадки изделий и их прототипов, наличие которых свидетельствует об отсутствии в практике конструирования одежды механизмов воспроизведения силуэтных форм прототипов с одновременной коррекцией пространственной формы одежды и чертежа изделия. Выделены группы дефектов, искажающих силуэтную форму одежды, в т.ч. балансовые нарушения, являющиеся следствием несоответствия опорной и условно-опорной поверхности изделия фигуре. Кроме того, зарегистрировано значительное количество дефектов, обусловленных использованием аутентичных чертежей и методик для воспроизведения соответствующих силуэтных форм без применения современных разработок в области антропометрии и конструирования.

Выполнена группировка зарегистрированных дефектов посадки и определены проблемные зоны чертежей конструкций, характеризующиеся взаимным расположением, формами и длинами совокупности конструктивных отрезков. Для каждой проблемной зоны чертежа определены соответствующие ей ДП и конструктивные участки, изменяемые в процессе устранения этих дефектов согласно методическим разработкам отечественных и зарубежных авторов. Выявлена частота встречаемости определенных конструктивных участков при исправлении ДП. К распространенным конструктивным отрезкам при корректировке базовых лекал

относятся: наклон плечевых срезов переда и спинки, высота проймы, растворы вытачек опорной поверхности и др.

Выполнен анализ антропометрического обеспечения процесса конструирования по различным методикам. Показано, что часто корректируются конструктивные отрезки, положение которых не связано в алгоритмах построения чертежей напрямую с величинами размерных признаков, или не характеризуется размерными признаками в достаточной степени. Предложен набор измерений фигуры, необходимых и достаточных для однозначного определения положений и длин конструктивных отрезков чертежей в проблемных зонах, использование которых повышает уровень антропометрического соответствия одежды фигуре и устраняет наиболее часто (согласно результатам выполненного статистического исследования) проявляющиеся дефекты.

**В третьей главе** выполнено антропометрическое исследование ряда индивидуальных фигур, в системе СТАПРИМ выполнено экспериментальное моделирование форм одежды с варьированием ее отдельных параметров и установлены численные приращения к длинам конструктивных отрезков чертежей, сформирован способ корректировки лекал с использованием варьирующихся коэффициентов.

Выполнено антропометрическое исследование ряда индивидуальных фигур. На основе метода фотограмметрии измерено 97 фигур женщин в возрасте 19-25 лет. Получены величины проекционных измерений и высокоточные фронтальные и профильные абрисы, которые, в отличие от дуговых измерений, в значительной степени характеризуют морфологическое строение (осанку, высоту плеч, распределение жировых отложений и т.п.). Отмечена значительная вариативность форм фронтальных и профильных проекций.

Для каждой из фигур подобраны ближайšie по ведущим размерным признакам условно- типовые фигуры. В системе СТАПРИМ выполнено моделирование трехмерных манекенов и построение разверток их формы для индивидуальных и условно- типовых фигур. Проведен сравнительный анализ опорной поверхности конструкций одежды и трехмерных манекенов, выявлены конструктивные участки разверток значительно различающиеся по форме. Наибольшие отклонения величин параметров измеренных фигур от величин параметров ближайших условно- типовых фигур зарегистрированы для характеризующих осанку (Пк, Гт1, Вп и др.), что соответствует значительным различиям в конструкции опорной поверхности на чертежах. Величины отклонений параметров осанки иллюстрированы на рис. 3. Эти параметры должны быть задействованы в построении виртуальных моделей фигур и учтены в построении чертежей.

Применение известных схем корректировки чертежей для фигур с различной осанкой для преобразования разверток условно- типовых фигур не позволило добиться соответствия контуров деталей высокоточным разверткам поверхностей манекенов индивидуальных фигур системы СТАПРИМ. Показано, что в реальных проектных ситуациях применение схем корректировки с постоянными коэффициентами не позволяет реализовать высокий уровень антропометрического соответствия одежды фигуре. Специфика проектирования одежды различных объемных и силуэтных форм требует учета параметров не только фигуры, но и одежды.

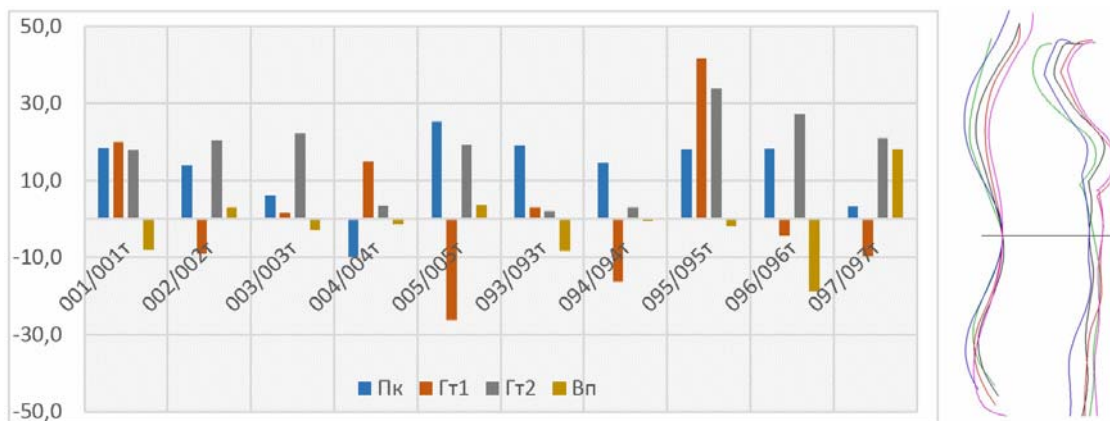


Рисунок 3 – Отклонения величин проекционных измерений некоторых индивидуальных фигур от аналогичных значений условно-типовых и их сагиттальные сечения

Выполнено экспериментальное моделирование в системе СТАПРИМ, которая позволяет с высокой точностью варьировать проекционные параметры фигуры и одежды, при этом развертки одежды перестраиваются автоматически с учетом заданной геометрической поверхности. Произведена оценка вариативности конструктивных параметров изделий для различных фигур при различных параметрах, характеризующих форму одежды. Величины изменений проекционных размеров фигуры при варьировании параметров осанки, рассчитаны на основе данных о высотах антропометрических точек, изложенных в работах Е.Б. Кобляковой. Для каждой фигуры последовательно изменялись величины прибавок и их сочетания.

Результаты сравнения чертежей показали различия в приращениях к длинам конструктивных отрезков между развертками с одинаковым изменением параметров фигуры и различными прибавками. Показано, что изменения чертежей для учета особенностей морфологического строения фигуры неодинаковы для изделий с различными прибавками и зависят от формы одежды. Например, полученные результаты позволили оценить не только численные значения приращений к конструктивным параметрам при варьировании Пк, но и характер изменения величин этих приращений при различной Пг. Таким образом, динамика изменения величин приращений при варьировании Пк в конструкциях с различными прибавками неоднородна: величины некоторых приращений практически не зависят от величин прибавок ( $\Delta Дтс$ ,  $\Delta Вгс$ ), величины других зависимы от них ( $\Delta \gamma_1$ ,  $\Delta \gamma_2$ ,  $\Delta a$  и др.). Отклонения угловых параметров при изменении Пк для изделий с различными прибавками наиболее значительны, т.к. их величины определяются на основе большого количества исходных данных.

В результате выявлена численная взаимосвязь между объемной формой одежды, характеризующейся значениями прибавок к величинам размерных признаков, и величинами изменения конструктивных параметров чертежей при учете особенностей телосложения фигуры (табл. 1, обозначения параметров соответствуют предложенным Е.Б. Кобляковой). Аналогичным способом получены величины приращений для фигур с различной высотой плеч (Вп). Отмечено, что величины приращений к длинам отрезков при увеличении Пг изменяются линейно. В связи с этим, для каждого параметра составлены уравнения прямой, позволяющие выполнить учет значений прибавок в расчете величин приращений.

Таблица 1 – Приращения к конструктивным параметрам стана при увеличении Пк на 1,0 см для изделий с различными прибавками

Пг, см	Пг, см	Пб, см	ΔДсп, см	ΔВг, см	ΔШс, см	ΔШг, см	ΔВгс, см	ΔВгп, см	Δb, см	Δa, см	ΔДПсп, см	ΔДПп, см	Δγ1, град	Δγ2, град	Δγ4, град	Δγ3, град	Δδ, см
3,0	1,5	2,0	0,5	-0,4	0,8	-0,6	0,2	0,0	0,5	-1,9	0,7	-0,4	-1,6	0,4	1,7	-3,1	-1,2
4,0	2,5	3,0	0,6	-0,5	0,7	-0,6	0,2	0,0	0,5	-1,9	0,7	-0,4	-2,1	0,5	1,8	-3,2	-1,2
5,0	3,5	4,0	0,6	-0,5	0,7	-0,6	0,2	0,0	0,5	-1,8	0,8	-0,5	-2,6	0,7	1,8	-3,3	-1,2
6,0	4,5	5,0	0,6	-0,5	0,6	-0,6	0,2	-0,1	0,4	-1,8	0,8	-0,5	-3,1	0,8	1,9	-3,3	-1,2
7,0	5,5	6,0	0,6	-0,6	0,6	-0,5	0,2	-0,1	0,4	-1,8	0,9	-0,5	-3,6	0,9	1,9	-3,4	-1,3
8,0	6,5	7,0	0,6	-0,6	0,5	-0,5	0,3	-0,1	0,3	-1,7	0,9	-0,5	-4,1	1,0	2,0	-3,5	-1,3
9,0	7,5	8,0	0,7	-0,6	0,5	-0,5	0,3	-0,1	0,3	-1,7	1,0	-0,5	-4,6	1,2	2,0	-3,6	-1,3
10,0	8,5	9,0	0,7	-0,7	0,4	-0,5	0,3	-0,1	0,3	-1,6	1,0	-0,5	-5,1	1,3	2,1	-3,6	-1,3

Составлены схемы, иллюстрирующие трансформацию чертежа методом «шаблонов» для фигур с различными характеристиками морфологического строения. Разработанный алгоритм корректировки лекал реализован в параметрическом модуле корректировки чертежей одежды САПР AutoCAD (рис. 4). В рамках функциональных возможностей параметризации на линии векторных чертежей шаблонов наложены геометрические и размерные зависимости. Параметры корректировки (величины смещений) рассчитываются в автоматическом режиме. Данный модуль с минимальными временными затратами интегрируется в базовую, модельную конструкцию или лекала изделия в 2d САПР, имеющей возможности наложения параметрических зависимостей (построения параметрических чертежей) и позволяет реализовать высокоточную корректировку чертежей для индивидуальных фигур различного строения с учетом объемной формы одежды.

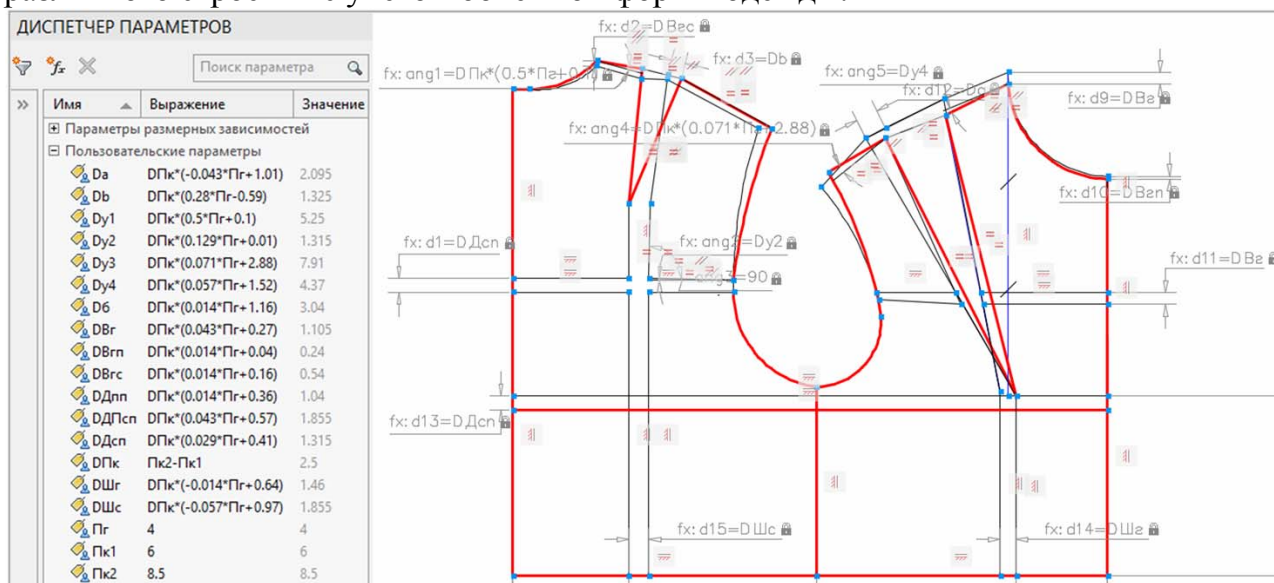


Рисунок 4 – Разработанный параметрический модуль корректировки чертежей с отображенными геометрическими и некоторыми размерными зависимостями

В четвертой главе сформирован базис конструктивных решений прототипов, выполнены визуализация, анализ и количественное описание их форм, разработан метод трехмерного моделирования формы и построения конструкций одежды с высоким качеством посадки на основе последовательного применения различных САПР с учетом специфики заложенных в них алгоритмов работы.

Выполнен ретроспективный анализ силуэтных форм женской плечевой одежды. В качестве примера источника силуэтных форм выбраны модели одежды XX в. Для



каждого периода определены характеристики формы одежды, такие, как: силуэт, объем, геометрический аналог и т.п. Сформирован базис конструктивных решений прототипов по различным периодам XX в., содержащий изображения внешнего вида изделий, чертежи и необходимую сопутствующую информацию. В качестве конструктивных решений прототипов использованы как чертежи, построенные с использованием расчетно-графических методик, так и представленные в журналах мод.

Предложена концепция применения «развертывающих» и «одевающих» САПР в проектировании моделей женской одежды с заданной силуэтной формой и высоким уровнем антропометрического соответствия размерам и форме фигуры, основанная на последовательном использовании функциональных возможностей различных систем.

Визуализированы пространственные формы одежды на основе 2d чертежей с использованием алгоритмов трехмерного моделирования, реализованных в таких программах, как Clo3d, Marvelous Designer и Optitex, что позволило осуществить переход от чертежей конструкции к трехмерным моделям одежды и, следовательно, получить проекции ее формы. Измерены величины проекционных прибавок изделий, характеризующих силуэтные формы одежды на фронтальной и профильной проекциях.

Выполнено моделирование ряда виртуальных фигур на основе результатов антропометрического исследования индивидуальных фигур, представленных в главе 3, с учетом различных особенностей телосложения. Моделирование выполнено в программе Clo3d посредством варьирования величин дуговых и ряда проекционных измерений (рис. 5), а также использования возможностей сдвига и ротации суставов, предусмотренных в программе, что позволило изменять осанку и положение плеч. Построены модели фигур с нормальной, сутулой, перегибистой осанкой, высоким, нормальным и низким положением плеч. Контроль формы моделируемых фигур производился по фронтальным и профильным абрисам, совмещенным с 3d моделью.

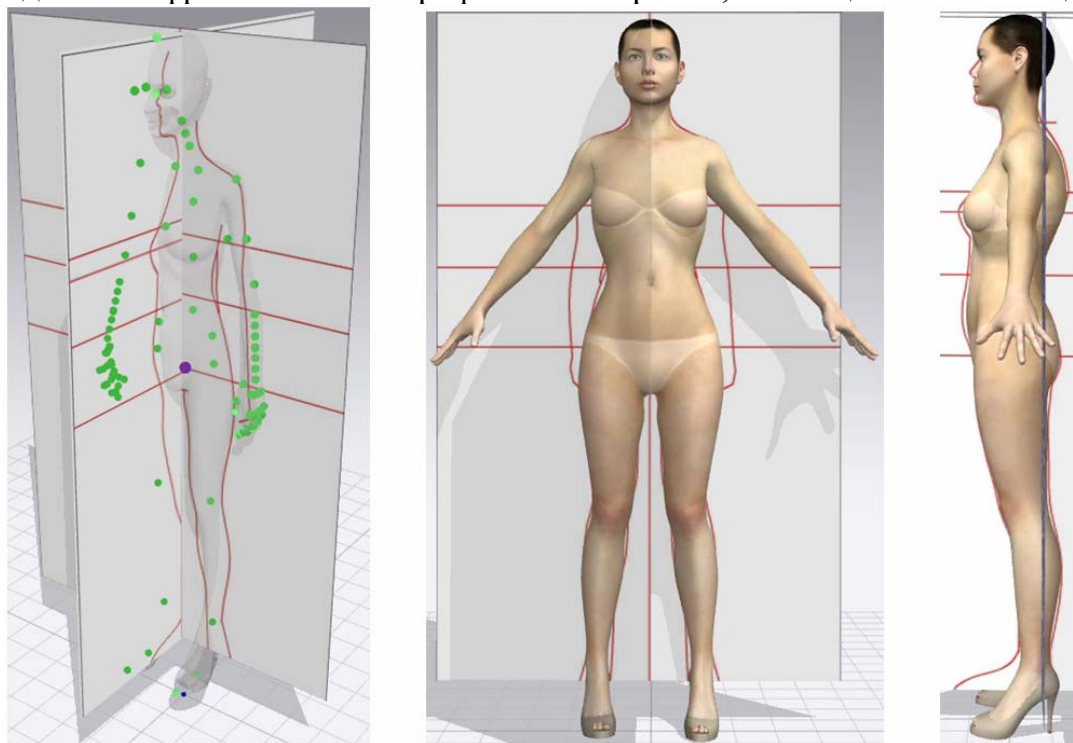


Рисунок 5 – Создание виртуальной модели индивидуальной фигуры на основе фронтального и профильного абрисов с учетом особенностей телосложения

Разработан способ перерасчета величин проекционных прибавок, учитывающий изменение размеров фигуры, с целью сохранения силуэтной формы, т.к. использование абсолютных величин проекционных прибавок устанавливает жесткую взаимосвязь между силуэтной формой одежды и проекцией фигуры: изменение величин отдельных размерных признаков приводит к искажению проекций формы одежды. Значения проекционных прибавок на уровне обхвата груди третьего остаются неизменными, а остальные прибавки изменяются с учетом величины изменения пространственного положения соответствующих антропометрических точек (т.е. изменения проекционных размеров фигуры на соответствующих уровнях). Применение такого способа расчета прибавок позволило реализовать сохранение силуэтной формы изделий при изменениях проекционных размеров для задания различных условно-типовых фигур.

Результаты экспериментального моделирования показали, что развертки, полученные в системе СТАПРИМ для индивидуальных фигур на основе проекционных параметров изделий обеспечивают высокое качество посадки. Моделирование в 3d-2d системе позволило точно реализовать силуэтные формы одежды, т.к. корректная посадка в области опорной поверхности и заданные в процессе проектирования, индивидуальные для каждой фигуры, значения проекционных прибавок способствовали формированию правильных контуров проекций изделий (рис. 6).



Рисунок 6 – Достижение высокого качества посадки модели одежды с силуэтной формой прототипа 1966 г. в проектировании на индивидуальную фигуру с применением разработанной системы перерасчета проекционных прибавок в СТАПРИМ

Выполнена апробация и раскрыты возможности использования разработанного метода проектирования в 2d-3d и 3d-2d САПР с использованием совокупности полученных параметров изделий в следующих проектных ситуациях:

- проектировании одежды на основе прототипов XX в. с высоким уровнем антропометрического соответствия современной фигуре;
- изменение размера условно-типовой фигуры для проектируемого изделия (изменение размера одежды) с сохранением силуэтной формы;
- проектирование изделий на индивидуальные фигуры с учетом различных особенностей телосложения.

Совокупность разработок, выполненных в рамках диссертационного исследования обобщена в информационно-логической модели процесса проектирования одежды на основе силуэтных форм прототипов.

Разработанные элементы методического и информационного обеспечения процесса плоскостного конструирования и трехмерного проектирования одежды широкого диапазона силуэтных форм с учетом морфологического строения фигур позволяют рационально и точно решать комплексных проектные задачи и обеспечивают высокоточное воспроизведение форм прототипов и современный уровень антропометрического соответствия одежды фигуре в 2d и 3d САПР, что подтверждает достижение цели диссертационного исследования.

**В заключении** приведены основные результаты работы, сформулированы выводы и отмечены перспективные направления дальнейших исследований.

### **ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ:**

1. Выполнен анализ применимости известных методов достижения антропометрического соответствия одежды фигуре в решении различных проектных задач и определены перспективные направления разработок в данной области.

2. Разработана методика оценки качества посадки одежды по фотоматериалам и детерминирована статистика проявления различных групп дефектов посадки. Показаны причины возникновения несоответствий между конструкцией одежды и формой фигуры и предложены наборы измерений для точного определения положений и длин конструктивных отрезков в проблемных зонах чертежей.

3. Выполнено антропометрическое обследование группы индивидуальных фигур, строение которых с высокой точностью характеризуется с применением фотограмметрии и описано рядом проекционных параметров. Разработаны их трехмерные модели для применения в 2d-3d и 3d-2d САПР.

4. Разработан модуль корректировки чертежей 2d САПР, основанный на закономерностях изменения параметров разверток деталей одежды различных силуэтных форм и объемов при изменении параметров, характеризующих строение индивидуальных фигур.

5. Сформирована методика визуализации, параметрического описания и воспроизведения силуэтных форм моделей-прототипов, примененная для моделей одежды XX в.

6. Предложена система перерасчета величин проекционных прибавок, характеризующих силуэтные формы, для нивелирования влияния на них изменений проекционных размеров фигуры, что позволяет сохранить силуэтную форму одежды при проектировании изделий на фигуры различного строения.

7. Разработан метод проектирования женской одежды с применением «развертывающих» (3d-2d) и «одевающих» (2d-3d) САПР и использованием совокупности параметров силуэтных форм прототипов, обеспечивающий высокий уровень антропометрического соответствия одежды фигуре. Выполнена апробация предлагаемых разработок в производственных условиях при решении широкого спектра проектных задач.

### **ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ:**

#### **Статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ:**

1. Москвина, М.А. Зональное распределение дефектов посадки стана женской плечевой одежды / М.А. Москвина // Дизайн. Материалы. Технология. – 2014. – Т.1(№31). – С. 9-11.

2. Москвина, М.А. Статистическое исследование частоты встречаемости дефектов посадки в женской одежде [Электронный ресурс] / М.А. Москвина // Интернет-журнал «Науковедение». – 2014. – №3 (22). – Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/119TVN314.pdf>, свободный. (Дата обращения: 05.12.2015)

3. Москвина, М.А. Перспективные способы учета осанки фигур в проектировании одежды / М.А. Москвина, Н.Н. Раздомахин // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. – 2015. – №4 (Т. 27). – С. 95-101.

4. Москвина, М.А. Постановка фигуры в определении качества посадки швейных изделий по фотоматериалам [Электронный ресурс] / М.А. Москвина, А.Ю. Москвин // Интернет-журнал «Науковедение». – 2014. – №2 (21). – Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/150TVN214.pdf>, свободный. (Дата обращения: 07.02.2016)

5. Сурженко Е.Я. Проектирование одежды на основе силуэтных форм прототипов в среде 3d САПР / Е.Я. Сурженко, М.А. Москвина // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. – 2016. – №2 (Т. 29). – С. 35-40.

#### **Объекты интеллектуальной собственности:**

6. Свид. о гос. регистрации базы данных РФ №2016620009 База данных дефектов посадки женской одежды / М.А. Москвина, А.Ю. Москвин; заявитель и правообладатель СПГУТД. – заявл. № 2015621355 от 03.11.15; опубл. 20.02.16, официальный бюллетень «Программы для ЭВМ. Базы данных. Топологии интегральных микросхем».

#### **Публикации в материалах конференций, сборниках трудов и прочих изданиях:**

7. Москвина, М.А. Учет особенностей нетиповых фигур в проектировании плечевой женской одежды / Наука и образование в области технической эстетики, дизайна и технологии художественной обработки материалов: сборник трудов VI междунар. научно-практической конференции вузов России. – СПб.: СПГУТД, 2015. – С. 188 – 192.

8. Москвина, М.А. Анализ возможностей САПР СТАПРИМ как средства модернизации алгоритма проектирования одежды на нетиповые фигуры / Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты: сборник материалов VIII международной научно-практической конференции. – Новосибирск: ЦРНС, 2013. – С. 89-94.

9. Москвина, М.А. Комплексный подход к исправлению дефектов посадки изделий на индивидуальную фигуру / Приоритетные научные направления: от теории к практике: сборник материалов IX международной научно-практической конференции. – Новосибирск: ЦРНС, 2014. - С. 103-109.

10. Москвина, М.А. Взаимосвязь качества посадки и модной формы костюма: на примере стиля «À la garçonне» [Электронный ресурс] / М.А. Москвина, // Universum: Технические науки. Электронный научный журнал – 2014. – №5 (6). – Режим доступа: <http://www.7universum.com/ru/tech/archive/item/1312>, свободный. (Дата обращения: 13.03.2016)

11. Москвина, М.А. Исследование группы индивидуальных фигур с применением системы САПР СТАПРИМ / М.А. Москвина // Молодой ученый. — 2014. — №2. — С. 161-168.