

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ивановский государственный политехнический университет»

На правах рукописи

万斯达

Ван Сиды (WanSida)

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ УЗЛА "ПРОЙМА-РУКАВ" ЖЕНСКИХ
ЖАКЕТОВ**

Диссертация
на соискание ученой степени кандидата наук
05.19.04 Технология швейных изделий

Научный руководитель – проф., д.т.н. В.Е.Кузьмичев

Ivanovo - 2022

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ВСТУПЛЕНИЕ	11
1. СОВРЕМЕННАЯ СИТУАЦИЯ РЕАЛЬНОГО И ВИРТУАЛЬНОГО ДИЗАЙНА ЖЕНСКИХ КЛАССИЧЕСКИХ ЖАКЕТОВ	13
1.1. Форма классических женских жакетов и их рукавов	14
1.1.1. Определения классического женского жакета.....	14
1.1.2. Краткая история женского жакета	19
1.2. Методы построения чертежей рукава	22
1.3. Современная автоматизированная система для виртуальной примерки 34	
1.3.1. 2D CAD	34
1.3.2. 3D CAD	35
1.4. Критерии качественной посадки	42
1.4.1. Определение посадки и критерии оценки	42
1.4.2 Исследование современного женского классического жакета	49
1.5. Основные факторы для регулирования посадки жакета	52
1.6. Основная цель и направление научного исследования	58
2. ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ ЖЕНСКИХ ЖАКЕТОВ	62
2.1. Методы и материалы исследования	62
2.1.1. Программное обеспечение исследования.....	62
2.1.2. Объект исследования.....	62
2.2. Методы подготовки чертежей	63
2.2.1. Способ приготовления стана	63
2.2.2. Метод анализа проймы.....	64
2.2.3. Параметризация чертежей	65
2.2.4. Диапазон параметров чертежей.....	68
2.3. Статистическая проверка показателей обучающей выборки	69
2.4. Построение надежной системы субъективной оценки	70
2.4.1. Правила субъективной оценки	70
2.4.2. Процедура субъективной оценки	72
2.4.3. Порог допустимой погрешности разработанного метода	74
Заключение после главы 2	76
3. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ УЗЛА "РУКАВ-ПРОЙМА"	77
3.1. Методы и материалы исследования	77
3.1.1. Программное обеспечение исследования.....	77
3.1.2. Характерные точки для матрицы (2D критерии).....	77
3.1.3. Точки для сборки рукава с проймой (3D-критерии)	78
3.2. Модель матрицы узла «пройма-рукав»	80
3.3. Моделирование проймы рукава для оценки посадки	82

3.3.1. Геометрическая модель	82
3.3.2. Виртуальная примерка для оценки и прогнозирования посадки.....	83
3.3.3. Прогнозирование посадки рукава	87
3.4. Модуль автоматической оценки посадки и прогнозирования посадки рукава	91
3.4.1. Модуль суждения о точах проймы и рукава	91
3.4.2. Модуль рекомендации по рукавам.....	93
Заключение после главы 3	96
4. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОСАДКИ РУКАВА	97
4.1. Методы и материалы исследования.....	98
4.1.1. Программное обеспечение исследования.....	98
4.1.2. Объекты исследования	98
4.1.3. Модифицированная субъективная оценка посадки	99
4.2. Настройка объективной оценки соответствия и выявление взаимосвязи	101
4.2.1. Объективные показатели оценки посадки.....	101
4.2.2. Взаимосвязь между виртуальными рукавами Sp, Sa, Sd	105
4.3. Получение и оптимизация критериев.....	107
4.3.1. Получение диапазона критериев	107
4.3.2. Оптимизация критериев с помощью скрининга чувствительных индексов	108
4.3.3. Корреляция и линейная регрессия	109
4.4. Валидация прогноза соответствия	112
Заключение после главы 4	114
5. ОБЪЕКТИВНАЯ ОЦЕНКА ВИРТУАЛЬНОГО РУКАВА С ПОМОЩЬЮ ГРАДАЦИЙ СЕРОГО ЦВЕТА	116
5.1. Методы и материалы исследования.....	116
5.1.1. Программное обеспечение исследования.....	116
5.1.2. Объект исследования	116
5.2. Создание исходной базы данных градаций серого	118
5.3. Критерии пригодности градаций серого	120
5.3.1. Критерии оценки соответствия	120
5.3.2. Критерии пригодности при проверке шкалы серого цвета	123
5.4. Алгоритм идентификации дефектов градаций серого цвета для рукава	126
5.4.1. Обучающие чертежи.....	126
5.4.2. Обучающая выборка из смоделированных рукавов.....	128
5.4.3. Градации серого цвета для идентификации дефектов	131
5.5. Субъективная и объективная оценки качества рукава	133
Заключение после главы 5	137

6. ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВНЕШНЕГО ВИДА РУКАВОВ	139
6.1. Методы и материалы исследования	139
6.1.1. Инструменты и программное обеспечение исследования.....	139
6.1.2. Объекты исследования	140
6.2. Эргономичность, легкость, давление и удобство	140
6.2.1. Прибавки для проектирования жакетов	141
6.2.2. Оценка давления	142
6.2.3. Диапазон конструктивных прибавок	145
6.3. Валидация DTJ в качестве альтернативы реальному жакету	147
6.3.1. Сравнение силуэтов виртуального и реального жакетов	147
6.3.2. Валидация виртуальных и реальных рукавов.....	151
6.4. Проверка эффективности технологии	153
6.4.1. Подготовка к эксперименту	153
6.4.2. Субъективная оценка посадки.....	155
6.4.3. Всесторонняя проверка критериев.....	155
Заключение по главы 6	160
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	162
ИТОГИ ВЫПОЛНЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ	162
РЕКОМЕНДАЦИИ, ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ	164
СПИСОК УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	165
СПИСОК ТАБЛИЦ	168
СПИСОК РИСУНКОВ	170
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	174
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Исследование дефектов современного классического жакета	189
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Исследование состава материала	197
ПРИЛОЖЕНИЕ В. База данных чертежей обучающей выборки	203
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Субъективная оценка для каждого чертежа	210
ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Порог допустимой погрешности разработанного метода	212
ПРИЛОЖЕНИЕ Е. База данных обучающих образцов и координаты точек	219
ПРИЛОЖЕНИЕ Ё. Кодирование посадки рукава и проймы по координатам характерных точек	227
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж. Кодирование для рекомендуемого диапазона параметров рукава	229
ПРИЛОЖЕНИЕ З. Сертификат на программное обеспечение	231
.....	231
ПРИЛОЖЕНИЕ И. Обработка результатов измерения давления	232
ПРИЛОЖЕНИЕ Й. Сравнение виртуального и реального жакетов	235
ПРИЛОЖЕНИЕ К. Акт испытаний	237

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Цифровизация процессов создания новых моделей одежды потребовала дополнительного изучения и наполнения новыми сведениями содержания традиционных методов конструирования и конструктивного моделирования. Виртуальное "сшивание" деталей одежды происходит с участием двух линий, которые могут быть разделены на несколько групп: незамкнутые или замкнутые, прямолинейные или криволинейные, укладываемые на плоскости или не укладываемые на плоскости. Соединение двух криволинейных замкнутых линий имеет место при втачивании рукава в пройму и является самым сложным как с позиций проектирования, так и достижения запроктированных показателей внешнего вида и качества посадки рукава. Именно узел "пройма-рукав" во многих видах классической одежды (пиджак, жакет, пальто) является индикатором качества проектирования и одновременно источником появления дефектов посадки.

Виртуальное моделирование процесса соединения рукава требует изучения многих факторов, под влиянием которых будет обеспечено необходимое объемно-пространственное положение рукава в пройме.

Выпукло-вогнутую линию оката и вогнутую линию проймы первоначально проектируют на плоскости, конфигурацию которых можно описать разными уравнениями с набором количественно вычисляемых и измеряемых параметров. После переноса из декартовых координат в трехмерное пространство линии изменяют свою конфигурацию и приобретают примерно одинаковую форму под действием сложно-направленного силового поля. Для математического моделирования проймы необходима параметризация многих факторов: показателей объемно-пространственной формы стана и проймы; величин прибавок по линии груди, влияющих на разворот плоскости проймы; показателей жесткости пакета материалов; кривизны исходных линий; показателей анизотропности свойств материалов, поскольку вдоль шва проймы возможны следующие комбинации: уток + уток (в самом широком месте рукава),

основа + основа (под проймой), основа + уток (в высшей точке плечевого шва). Очевидно, что полная модель должна быть многофакторной. Специальные программные модули в 3D САПР позволяют учесть некоторые факторы, относящиеся к толщине и жесткости тканей, параметрам плоских чертежей, особенностям морфологии фигур, способам формообразования.

Степень разработанности темы. Исследованием узла "пройма - рукав" занимались исследователи ИВГПУ (М.Р.Смирнова, Чен Чжэ, Ло Юнь, Н.М.Кочанова), РГУ имени АН.Косыгина (Е.Г.Андреева, И.Петросова), Хёнсук Хан, Ли, Ие Чжин До, Воль-Хи (Япония).

Однако, успешное развитие этого направления требует дальнейшей формализации профессиональных знаний в областях плоскостного конструирования и объективной квалиметрии виртуальных объектов. К сожалению, полные базы данных, знаний и правил пока не сформированы ввиду отсутствия единого подхода к процессам плоскостного и трехмерного проектирования. Существующие 3 САПР не имеют достаточного количества функций для проверки рукавов и проймы и не позволяют идентифицировать причины появления конструктивных дефектов. Поэтому развитие этого научного направления по разработке новой технологии проектирования в виртуальной среде является актуальным с позиций дальнейшего развития и улучшения результатов цифрового дизайна.

Работа выполнена в 2013-2022 гг. на кафедре конструирования швейных изделий ИВГПУ в рамках основного научного направления "Анализ и синтез материальных и виртуальных систем "фигура-одежда", по грантам исследовательского фонда политехнического института Хьюань № 2017kj06 (Китай) и Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) и Ивановской области "Разработка фундаментальных основ виртуального проектирования цифровых двойников системы «фигура человека - одежда» с применением нейробиологических технологий и реверсивной инженерии" № 20-47-370006.

Работа выполнена в соответствии с пунктами паспорта ВАК научной специальности 05.19.04 – Технология швейных изделий (технические науки): 3 «Разработка математического и информационного обеспечения систем автоматизированного проектирования одежды», 5 «Совершенствование методов оценки качества и проектирование одежды с заданными потребительскими и технико-экономическими показателями».

Целью исследования является разработка баз данных, знаний и правил, необходимых для переноса процесса проектирования узла "пройма-рукав" с заданными показателями внешнего вида в виртуальную среду.

Для достижения поставленной цели необходимо решить **следующие задачи:**

1. Провести графоаналитические исследования чертежей женских жакетов с разными показателями качества для формирования базы данных влияния их конструктивных параметров на внешний вид виртуальных рукавов.
2. Разработать геометрические плоскостную и пространственную модели узла "пройма-рукав" для согласования координат сопрягаемых линий проймы и рукава.
3. Разработать метод и критерии для объективной оценки качества внешнего вида виртуальных рукавов женских жакетов.
4. Исследовать причины возникновения дефектов на виртуальных рукавах под влиянием конструктивных параметров.
5. Разработать алгоритм проектирования узла "пройма-рукав" женских жакетов в виртуальной среде с прогнозированием дефектов внешнего вида рукава.
6. Разработать модуль в среде Python для автоматического выбора сочетаний конструктивных параметров и исключения появления дефектов.
7. Провести корреляционный анализ между показателями посадки для рукава.
8. Разработать алгоритм оценки и прогнозирования дефектов с помощью шкалы серого цвета.

9. Исследовать давление, возникающее под жакетами в системе "фигура - жакет", с позиций достаточности конструктивных прибавок.

10. Провести проверку полученных результатов

Объект исследования – женские фигуры, жакеты с разной объемно-пространственной формой.

Предмет исследования – конструктивные параметры плоских чертежей и трехмерных моделей узла "пройма-рукав".

Область исследования – процесс проектирования женских жакетов.

Методы и средства исследования. Для исследования отдельных элементов и всей системы "женская фигура – жакет" использовали следующие методы: графоаналитический, бесконтактный метод измерения фигур, метод измерения давления одежды на тело человека, метод распознавания изображений по оттенкам серого цвета, генерирования виртуальных объектов.

Для проведения экспериментальных исследований использовали САПР ET (BUYI Technology, Китай) для оцифровывания чертежей; компьютерную программу CLO3D, версия 5.0.156.38765, (CLO Virtual Fashion, Республика Корея) для генерирования статичных и динамичных виртуальных объектов; программу ImageJ для анализа черно-белых изображений; датчик FlexiForce для измерения давления одежды на мягкие ткани человеческих фигур, программу MAYA, программу PASS15 для выбора достаточного объема обучающей выборки.

Статистическую обработку результатов измерений проводили с помощью программы SPSS (IBM, США), а презентацию результатов - Graphpad. В работе использован язык Python для написания программы проверки конструктивных параметров проймы и оката.

Научная новизна работы состоит в разработке схемы согласования параметров плоских чертежей конструкций и трехмерного рукава для прогнозирования его внешнего вида и объемно-пространственного положения.

Положения, выносимые на защиту:

1. Конструктивная база данных женских классических жакетов.
2. Геометрическая модель узла "пройма-рукав".

3. Пять базовых принципов для прогнозирования качества посадки рукавов

4. Критерии для оценки качества виртуальных рукавов.

Теоретическая значимость исследования состоит в создании теоретических и экспериментальных основ виртуального проектирования женских жакетов с желаемым внешним видом рукавов.

Практическая значимость состоит в разработке технологии виртуального проектирования рукавов женских жакетов с прогнозируемыми показателями внешнего вида, методики объективной оценки состояния поверхности рукавов, критериев для оценки их качества. Технология и методики могут быть использованы в практике традиционного проектирования, для разработки программных модулей САПР и генерирования виртуальных двойников женских жакетов. Результаты работы внедрены при подготовке бакалавров в Политехническом институте Хэйюань (г. Хэйюань, Китай) и производстве одежды (компания Yachi Garment Co, Ltd., Гуанчжоу, Китай).

Степень достоверности результатов диссертационной работы обеспечивается согласованностью результатов экспериментальных исследований исходных материальных элементов - женских фигур и конструкций жакетов - и виртуальных систем "фигура - жакет", а также применением современных средств исследования, в том числе 3D САПР как инструментов для технологических изысканий.

Апробация результатов. Основные результаты работы были доложены на конференциях: «Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности (Прогресс-2013)", Иваново, 2013; Информационная среда вуза", 2017, (Иваново); "Молодые ученые – развитию текстильно-промышленного кластера" ПОИСК, 2020 (Иваново); международная конференция по передовым материалам, электронике и машиностроению AMEME2020 (Сямэнь, Китай); международной конференции Light Conf "Наука - Технологии - Производство", 2021, (Санкт-Петербург); конференции международный конкурс молодых ученых ЛЕГПРОМНАУКА в

рамках форума СМАРТЕКС 2021, **(Иваново)**; международная конференция по технике, технологиям и образованию ICTTE 2021 **(Ямбол, Болгария)**.

Компьютерная программа "remote clothing customization system (сокращенно: clothing customization)" зарегистрирована национальной администрацией по охране авторских прав КНР, №: 03006712 от 14.08.2018, регистрационный номер 2018SR745971. База данных "Чертежи конструкций и конструктивных параметров женских классических жакетов: заявл " зарегистрирована в Российской Федерации (база данных № 2022621167).

Публикации. По результатам диссертационного исследования опубликовано 9 печатных работ, из них двух в изданиях из перечня ВАК и семь в материалах конференций различных уровней, общий объем которых составляет 2, 625 п.л. (личный вклад 1, 4688 п.л.).

Структура и объем диссертационной работы. Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературы и приложений. Содержание работы изложено на 237 страницах машинописного текста, включая 66 рисунка и 62 таблиц, включая 12 приложений. Список использованных источников насчитывает 163 наименования.

ВСТУПЛЕНИЕ

Процессы цифровизации требуют дополнения и наполнения новой информацией традиционных методов проектирования и конструктивного построения лекал. Узел "пройма-рукав" во многих видах классической одежды (пиджак, жакет, пальто) указывает на качество конструкции и является источником дефектов сборки. Процесс соединения рукава и проймы с помощью виртуального моделирования требует изучения множества факторов, под воздействием которых будет обеспечено необходимое трехмерное положение проймы и рукава.

Окат рукава и линия проймы первоначально проектируют на плоских шаблонах. После перевода из 2D в 3D пространство линии меняют свою конфигурацию и принимают форму под действием сложно направленного силового поля. Математическое моделирование проймы требует формализации многих факторов, в том числе конструктивных прибавок рукава и стана, жесткости и толщина материалов, условий производства и т.д.

В исследовании будут предложены и проверены несколько основных принципов подгонки рукава, относящихся к чертежам, аватарам и манекенам, с проведением экспериментов субъективной и объективной оценок. Технология анализа изображений будет использована для автоматической оценки посадки на основе созданных баз данных серого цвета с репрезентативными показателями. Базы данных и связанные с ними производные (расстояния, отклонения, смещение градаций серого, взвешенная субъективная оценка и т.д.) могут применяться для автоматической оценки формы рукава, поиска причин несоответствия и изучения взаимосвязи между субъективной и градационной оценкой посадки.

Виртуальное моделирование, программа Python, эргономичный датчик давления FlexiForce, реальная примерка одежды и оценка в градациях серого цвета будут использованы в данном исследовании, которое было направлено на обработку дефектов и недостатков сборки рукава в пройме с точки зрения структурной параметрической перспективы.

Данное исследование посвящено разработке системы оценки и прогнозирования посадки цифровых двойников рукавов женского классического жакета. Целью является разработка баз данных, знаний и правил для оценки и прогнозирования посадки рукава в виртуальной среде перед реальным пошивом.

ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННАЯ СИТУАЦИЯ РЕАЛЬНОГО И ВИРТУАЛЬНОГО ДИЗАЙНА ЖЕНСКИХ КЛАССИЧЕСКИХ ЖАКЕТОВ

Куртка сформировалась в середине 19 века. С тех пор появился прототип современного пиджака. В те времена пиджаки носили только мужчины по разным поводам. В 1930 году известная голливудская актриса Марлен Дитрих надела простой мужской пиджак-смокинг в фильме "Марокко"[91], что вызвало в Голливуде модное увлечение женщин носить мужскую одежду. Коко Шанель также была большой сторонницей пропаганды ношения женщинами мужских пиджаков и тем самым отбрасывала консервативную одежду, которую носили женщины в то время [32, 102].

После Второй мировой войны женщины оставили свои семьи ради работы, тогда жакет был принят все большим количеством работающих женщин за его практичность и удобство. Откровенно говоря, прошло меньше века, прежде чем женщины начали носить жакет.

Как традиционная трудоемкая отрасль, процесс разработки пиджака выполнялся вручную опытным лекальщиком или портным, что отнимало много времени, материалов и иногда не приносило удовлетворения. С развитием интеллекта, оцифровки, виртуальной реальности и автоматизированных технологий жакет переживает быстрые итерации и усовершенствования, такие как дизайн, построение чертежей, массовое производство, продажи и обслуживание. Традиционный процесс разработки жакета и основанные на опыте технологии построения выкройки и пошива должны быть реформированы, чтобы соответствовать требованиям современной цифровизации.

Однако современной оценки посадки рукава женского классического пиджака не хватает. Конструкция рукава более сложная, чем другие части пиджака, потому что рукав должен собираться вместе с проймой. Некоторые структурные проблемы могут быть обнаружены только после сборки. Кроме того, несмотря на то, что при проектировании конструкций и оценке посадки все больше внимания уделяется виртуальным платформам, существующее

исследование виртуальной оценки посадки все еще нуждается в улучшении, чтобы отражать реальную ситуацию с посадкой. Следовательно, для разработки рукавов женского классического пиджака необходимо использовать новый метод построения выкройки и базы данных.

Цель данной главы - представить существующую информацию из литературы и ресурсов для изучения состояния научных исследований, практических ситуаций и существующих проблем оценки посадки для создания новых баз данных и методов проектирования женских классических жакетов.

1.1. Форма классических женских жакетов и их рукавов

1.1.1. Определения классического женского жакета

Объектом данного исследования являются классические женские жакеты и их рукава. Традиционно классические жакеты должны были быть более структурированными или сшитыми на заказ и изготовленными из шерстяных тканей [86]. Многие жакеты имеют лацканы или отворот, как и традиционный пиджак джентльмена, но не все (как стиль Chanel). Жакеты могут быть без воротника, приталенными, прямыми, длинными, короткими, структурированными или неструктурированными. Выбор тканей также бесконечен. Однако, когда мы обращаемся к словарям моды и соответствующим энциклопедиям, такого понятия как женский классический жакет не существует, но есть несколько понятий, связанных с ним.

Пиджак: Пиджаки обычно имеют длинные рукава и застегиваются спереди на пуговицы. От среднефранцузского "Jasquet", уменьшительного от старофранцузского "Jaque", существует несколько объяснений пиджака.

- Пиджак означает часть внешней одежды, надеваемой на верхнюю часть тела, рубашку или сорочку, часто длиной от талии до бедер. Это часть костюма человека [64].

- Пиджак означает предмет одежды, надеваемый на верхнюю половину тела поверх рубашки, имеющий рукава и застегивающийся спереди [66].

- Одежда для верхней части тела обычно имеет переднюю пройму, воротник, лацканы, рукава и карманы [65].

Классика: Существует несколько объяснений классики. Классика означает что-то очень качественное, особенно если это имеет долговременную ценность. Классика - это также преемственность, классический стиль десятилетия назад выглядит эстетично и сегодня.

- Образец определенного стиля; определяющий класс/категорию [25].

- Характеризуется простыми индивидуальными линиями, которые остаются в моде из года в год [24].

- Элегантность вне времени Предметы одежды, которые никогда не выглядят старомодными и, хотя время от времени подвергаются незначительным изменениям, сохраняют свою привлекательность для взыскательных покупателей [33].

Классический женский костюм: Английский классический женский костюм - это жакет, блузка и жилет. Воротники и галстуки женского костюма были позаимствованы у мужского классического костюма в 1850-х годах. К началу 20 века женские классические костюмы стали эталоном городского повседневного костюма. В 20 веке он также претерпел некоторые изменения в качестве офисного или делового наряда.

Рукав: это часть одежды, которая полностью или частично закрывает руку и прикрепляется к пройме верхней части одежды с помощью завязок или швов. Существует множество вариантов по размеру и стилю, например, втачной рукав, рукав реглан, кимоно и т.д. [51, 110].

Женский пиджак: Женский пиджак по дизайну напоминает мужской пиджак и изготавливается из материалов, аналогичных мужским, предназначен для работающих деловых женщин. Толкование классического женского костюма в словаре Fairchild's Dictionary приводит в пример мужской костюм, который классический мужской костюм и пиджак консервативного стиля, предназначенный для ношения в дневное время в офисе или других случаях, включая формальные и полупоформальные случаи. Недопустимы клетчатые и яркие

ткани. Он может быть с одной, двумя или тремя пуговицами [83]. Существует два типа женских пиджаков, а именно пиджаки унисекс и пиджаки с более женственными чертами. Женщины долгое время носили мужские пиджаки, что привело к тому, что некоторые женские пиджаки стали унисекс, свободными, полуприлегающими или *oversize*. Другие учитывают особенности женской фигуры - они стройнят и призваны дополнять изгибы фигуры человека, который их носит [127].

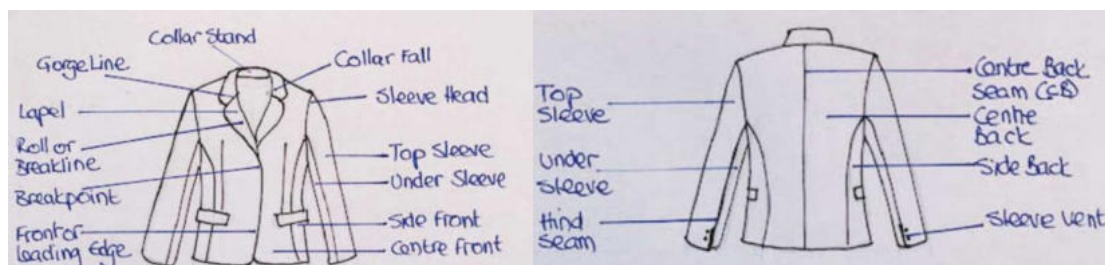
Эти объяснения определяют классический женский пиджак буквально. Однако ни одна из концепций не содержит количественного показателя, относящегося к жакету. Очевидно, что измеряемые свойства различных частей жакета не являются постоянными в разные периоды истории моды. В течение длительного периода истории моды атрибуты женского пиджака подвергаются изменениям.



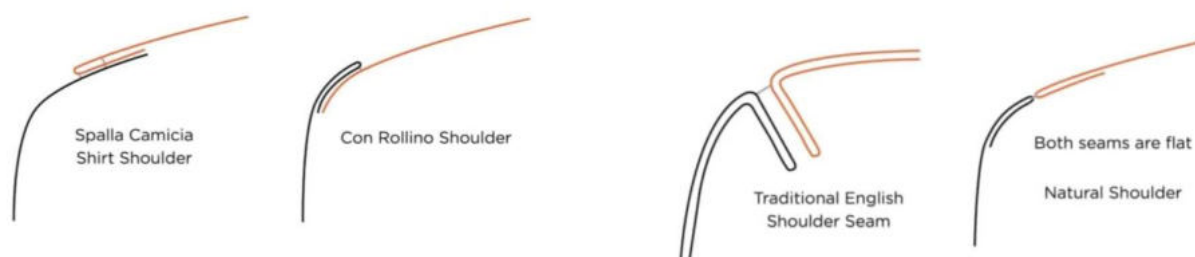
Рисунок 1.1 - Женские жакеты классического стиля (1940-е годы) [26]

Женские жакеты в классическом стиле показаны на рис. 1.1, классические пиджаки сконструированы из нескольких панелей. Рукава имеют небольшой естественный изгиб и сделаны из двух частей, чтобы в них было удобно двигаться и они подходили для повседневной жизни. Из-за неразвитости промышленности

искусственных волокон в то время классический женский жакет (CWJ) изготавливался из комбинации различных видов шерсти. Спереди по центру пиджака прикрепляются пуговицы, количество которых зависит от фасона. Наиболее распространенные цвета материалов - черный и серый разных оттенков.



a



б

Рисунок 1.2 - Структура классических женских жакетов: *a* - структура жакета, *б* - шов проймы [86, 120]

Как показано на рис. 1.2,а, CWJ содержит обширный словарь. Рассмотрение структуры жакета с терминологическим описанием может помочь читателю лучше понять, что представляет собой классический женский жакет. В центре внимания данного исследования находится часть рукава. Рукав делится на две части, называемые соответственно верхний рукав и нижний рукав, рукав соединяются со станом швом вокруг плечевой точки (sp), передней подмышечной точки и задней подмышечной точки, такой рукав называют втачным. Плечо поддерживает рукав, но подплечник и головка рукава заполнены для лучшего вида [7]. Как показано на рис. 1.2,б, для шва проймы рукава будут приняты плечо Con rollino и традиционный английский плечевой шов. Плечо Spalla camicia и плечо Flat nature исключены, так как они не отвечают требованиям CWJ при пошиве рукавов [63].

Ye Hongguang внес плодотворный вклад в исследование CWJ на основе распознавания образов [137]. На рис. 1.3 показаны геометрические параметры CWJ с общими 20 показателями измерения.

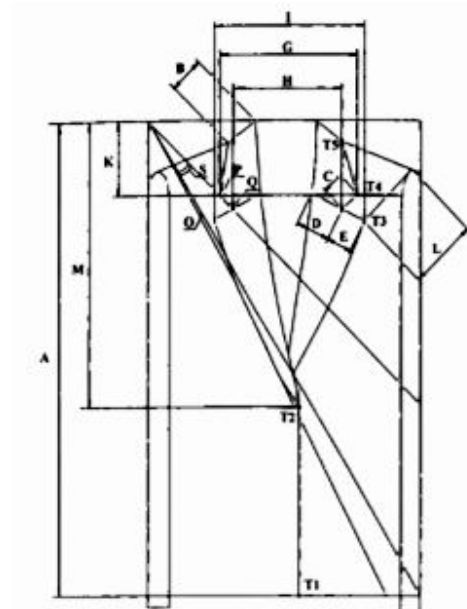


Рисунок 1.3 - Измерение геометрических параметров CWJ [137]

Таблица 1.1 - Основные пропорции CWJ [137]

Период времени	Пропорциональная связь между несколькими показателями параметров				
	M:A	I:M	G:I	H:I	SHW:W _w :H _w
1950-е	$\frac{1}{A=52.8}$	/	/	/	$\frac{1:0.81:1.11}{Sh_w = 38.4; W_h = 34.2}$
1960-е	$\frac{1:2.04}{A=58.3}$	1:1.52	1:0.95	1:1.3	$\frac{1:0.88:0.98}{Sh_w = 41.8; W_h = 35.9}$
1970-е	$\frac{1:2.22}{A=59}$	1:1.15	1:0.9	1:1.39	$\frac{1:0.85:1.04}{Sh_w = 35.4; W_h = 34.7}$
1980-е	$\frac{1:1.89}{A=67.6}$	1:1.64	1:1.03	1:1.47	$\frac{1:0.8:1}{Sh_w = 41.7; W_h = 38.4}$
1990-е	$\frac{1:2.08}{A=65.3}$	1:1.37	1:1.1	1:1.54	$\frac{1:0.75:0.94}{Sh_w = 44.7; W_h = 39.2}$
2000-е	$\frac{1:1.95}{A=57.3}$	1:1.18	1:1.03	1:1.39	$\frac{1:0.73:0.97}{Sh_w = 38.7; W_h = 36}$

Примечания: 1. M - высота первой петли; A - длина пиджака, I - расстояние между углами лацканов, G - расстояние между углами воротника H - , расстояние между крайней точкой лацкана и воротника (рис. 1.3,а), SHW - ширина плеч, W_w - ширина линии талии, H_w - ширина линии бедер, W_h - высота линии талии. 2. 1950-е годы преобладали пиджаки со смещенными боковыми застежками, соотношение рассчитать не удалось, что отмечено.

На основе измерений на рис. 1.3, в таблице 1.1 приведены более популярные пропорции, существующие между геометрическими параметрами для распознавания времени проектирования каждого жакета.

Как показано в таблице 1.1, характеристики CWJ менялись в эпохи с 1950-х по 2000-е годы. На основе этих пропорций создан соответствующий геометрический алгоритм и программа автоматической идентификации классического стиля CWJ [137]. Характеристики рукава CWJ можно описать несколькими словами: втачной рукав, рукав из двух частей (TPS) - верхней и нижней, длина рукава заканчивается у запястья, подходящая пропорция геометрических параметров и правильный шов сборки рукава.

1.1.2. Краткая история женского жакета

Женские жакеты произошли от мужской одежды. Стоит отметить, что костюм состоит из пиджака и брюк (даже жилета) из подходящей ткани, которые образуют комплект. Между тем, с середины XVII века до наших дней значение слова пиджак постоянно меняется, что отражает в словах языка мысль о смене времен.

Историю жакета можно проследить до Justaucorps Людовика XIV во второй половине XVII века. Justaucorps означали приталенную одежду и использовались в качестве военной формы с XVI века [69]. Учитывая удобство военной подготовки, рукава такого типа были сконструированы из двух частей. Поэтому эти виды рукавов Justaucorps также называли мужскими рукавами. На рис. 1.4, а показан прототип втачного рукава Justaucorps.

Пиджак претерпевает постоянные изменения, к которым относятся костюмы "Форк", "Макарон", "Утреннее пальто", "Хвостовое пальто" и т.д. Эта одежда значительно отличается от классического стиля пиджака, который мы знаем сегодня. До Викторианской эпохи в XIX веке бесхвостый пиджак (sack jacket) был похож на то, что мы знаем как пиджак классического стиля, что можно

наглядно наблюдать на рис. 1.4,б. Как следует из названия, хотя мужчины и носили этот свободный стиль пиджака, он использовался только для повседневных, неформальных случаев, таких как отдых в гостиной, путешествия, прогулки и т.д. В этот период Джордж Брайан Брумелл (1778-1840), Эдуард VII (1841-1910), Дизраэли Бенджамин (1804-1881) внесли значительный вклад в популярность и развитие мужского пиджака [34, 37, 56, 57, 122].



а



б



в



г



д



е



ё

Рисунок 1.4 - "Жакет" в разные эпохи: *а* - Justaucorps в 1700-х годах, *б* - бесхвостый жакет в 1850-х годах, *в* - женский жакет в 1910-1920-х годах, *г* - барный жакет из new look Кристиана Диора в 1947 году, *д* - жакет Chanel из твида и без воротника, *е* - смокинг-жакет "Le Smoking" от YSL, *ё* - жакет в стиле Ангелы Меркель [2, 6, 70, 78, 123, 124].

В Первой мировой войне погибло и было ранено большое количество мужчин. В этот период беспрецедентное число женщин стало привлекаться к работе. После войны развилось движение за права женщин, которое взорвало общество, в котором доминировали мужчины. Женщины социализировались, подражая поведению и одежде мужчин, а также в психологии и сознании. С развитием общества женщины требовали такого же социального статуса, как и мужчины (например, избирательное право для женщин). В период с 1918 по 1945 год жакет был принят большинством британских женщин в качестве повседневной одежды [130]. Во время Первой мировой войны стили одежды значительно изменились. Дизайн стал простым, а гендерные границы моды начали размываться [30, 138]. Как показано на рис. 1.4,в, на даме клетчатый костюм, сшитый на заказ в Robert Heath's of Knightsbridge, юбка может быть застегнута при ходьбе.

Начало Второй мировой войны и оккупация Франции на несколько лет прервали все контакты парижской моды с зарубежными странами. Это была эпоха заменителей. В послевоенное время модный дизайн Диора помог поднять мрачное настроение. Как показано на рис. 1.4,г, до появления "new look" (жакет-бар), представленного Кристианом Диором в 1947 году, женский силуэт снова стал талиеобразным и женственным [14, 70].

Как показано на рис. 1.4,д, Coco Chanel хотела, чтобы женщины излучали элегантность и при этом могли свободно двигаться, что привело к появлению твидового пиджака в 1920-х годах. Твид был вдохновлен спортивной одеждой, принадлежавшей ее тогдашнему бойфренду, герцогу Вестминстерскому. Тонкую юбку и жакет без воротника прозвали "униформой Chanel" [123].

Yves Saint Laurent вышел на сцену моды в 1966 году, создав пиджак-смокинг "Le Smoking". Как показано на рис. 1.4,е, этот стиль присущ эстетике бренда и сегодня, и он стал пионером длинных, минималистичных, андрогинных стилей для женщин [75].

Одеваться на работу для женщин бывает непросто. Профессионализм наиболее важен в таких высокопоставленных сферах, как государственная служба,

юриспруденция, бизнес и финансы. Люди ожидают, что женщины будут выглядеть консервативно и традиционно. При таких ожиданиях женские пиджаки просто необходимы.

Первая женщина-премьер-министр Великобритании Маргарет Тэтчер разработала свой фирменный стиль на Даунинг-стрит: синяя униформа, зачесанные назад волосы и жемчужное ожерелье [60]. Между тем, независимо от модных тенденций, правилом стиля Ангелы Меркель постоянно является одна и та же модель пиджака: однобортный прямой покрой с тремя (или четырьмя) пуговицами, иногда с лацканами, иногда без них. Автор культового предмета гардероба - дизайнер из Гамбурга Беттина Шёнбах. Как показано на рис. 1.4,ё, за 16 лет работы канцлером Германии она незаметно выработала функциональный личный стиль, который позволил ей оставаться одной из самых влиятельных женщин в мире [6].

Сравнивая рис. 1.4,в - 1.4,ё, можно увидеть, что стиль женских жакетов находится в непрерывной эволюции, но в части рукавов изменений практически нет. В женских пиджаках сохранились втачные рукава из двух частей.

Таким образом, изучив определение и историю классических женских пиджаков, можно определить цель и объект данного исследования. Женский жакет будет жить, чтобы стать символом модного стиля и представлением освобожденной женщины.

1.2. Методы построения чертежей рукава

Процесс построения выкройки играет важную роль в разработке и производстве одежды, являясь продолжением иллюстрации моды и основой процесса шитья. Бумажные выкройки стали очень распространены в 19 веке и были доступны на рынке [36]. Традиционное построение лекал ориентировано на эмпирические методы. Некоторые параметры известны только по эмпирическим значениям, но не по причинам, стоящим за этими значениями. Значение параметра необходимо учитывать вместе с размерами тела и допустимой

прибавки, чтобы получить соответствующую выкройку жакета, обеспечивающую хорошую посадку и внешний вид [11]. В настоящее время некоторые женщины среднего возраста менее довольны своими жакетами, так как их тело уже не такое стройное, что отражает недостаточный учет размеров тела при построении выкройки [71]. Современные методы построения лекал редко четко указывают уровни комфорта, включенные в лекала, что затрудняет объективное сохранение формы лекал.

Самые ранние из известных руководств по пошиву одежды - испанские. Это "Libro de Geometric Practica y Traca" Хуана де Альсега 1589 года и "Geometrica y Traca" Ла Роча Бургуена 1618 года, в которых введена математическая стандартизация в построении выкройки одежды. В 1834 году немецкий математик Генрих Вюбер впервые в своем учебнике ввел навык пропорционального построения выкройки. В 1871 году в Великобритании была опубликована книга "Математическая пропорция и структура одежды для джентльменов". Эта книга перевела умение конструировать одежду в категорию современной науки и техники [45]. Самым революционным технологическим достижением в истории построения выкройки стала рулетка в 1800-х годах. До этого времени портные разрабатывали свои собственные нестандартизированные системы измерений, что затрудняло копирование лекал [121].



Рисунок 1.5 - Современный CWJ TPS [31]

Выкройка блока рукава и стана может быть построена во множестве различных стилей и силуэтов. Структура рукава диктуется модой и стилем в каждый конкретный момент времени. По историческим причинам в женских жакетах обычно используются втачные TPS. На рис. 1.5 показан фасон рукава, который требует проб и ошибок путем обметывания, корректировки и сшивания для достижения идеальной посадки, что позволяет создать более профессиональный, формальный и высококачественный вид.

Существует тесная взаимосвязь между построением выкройки и антропометрией. Чтобы получить удовлетворительную выкройку, необходимо правильно определить размер тела [35]. Размеры детали можно рассчитать по следующим уравнениям (1.1) и (1.2):

во-первых, от размеров тела и прибавок:

$$P = M + E, \quad (1.1)$$

где P - размер детали, M - размер тела, E - конструктивная прибавка;

во-вторых, от измерения тела и прибавки с соответствующими коэффициентами и постоянной величиной:

$$P = aM + bE + c, \quad (1.2)$$

где P , M и E имеют то же значение, что и в уравнении (1.1); a , b - коэффициенты, c - постоянная величина.

При построении выкройки рукава уравнение (1.1) используют непосредственно по измерениям тела и допустимой прибавки. Уравнение (1.2) определяется эмпирическим коэффициентом. Оба эти способа обычно используются для построения блоков выкройки.

Для построения выкройки рукава Cho Kyunghee получил зависимость между изменением поверхности кожи руки и показателями выкройки рукава в положении стоя и при различных положениях руки [23]. Теория взаимосвязи развития поверхности тела и выкройки была получена путем анализа пригодности

в состоянии носки. Как показано на рис. 1.6,а, различным позам тела соответствует разная высота оката рукава. Основываясь на параметрической теории, Hyunsook Han предложил новый метод изготовления выкройки рукава, который обеспечивает массовую адаптацию [55]. Как показано на рис. 1.6,б, пример выкройки рукава может быть построен по методу Хенсук Хана. В данном исследовании были проанализированы существующие методы построения выкройки и экспертная оценка внешнего вида. Был предложен метод процедурного построения выкройки рукава путем определения основных точек и линий выкройки рукава.

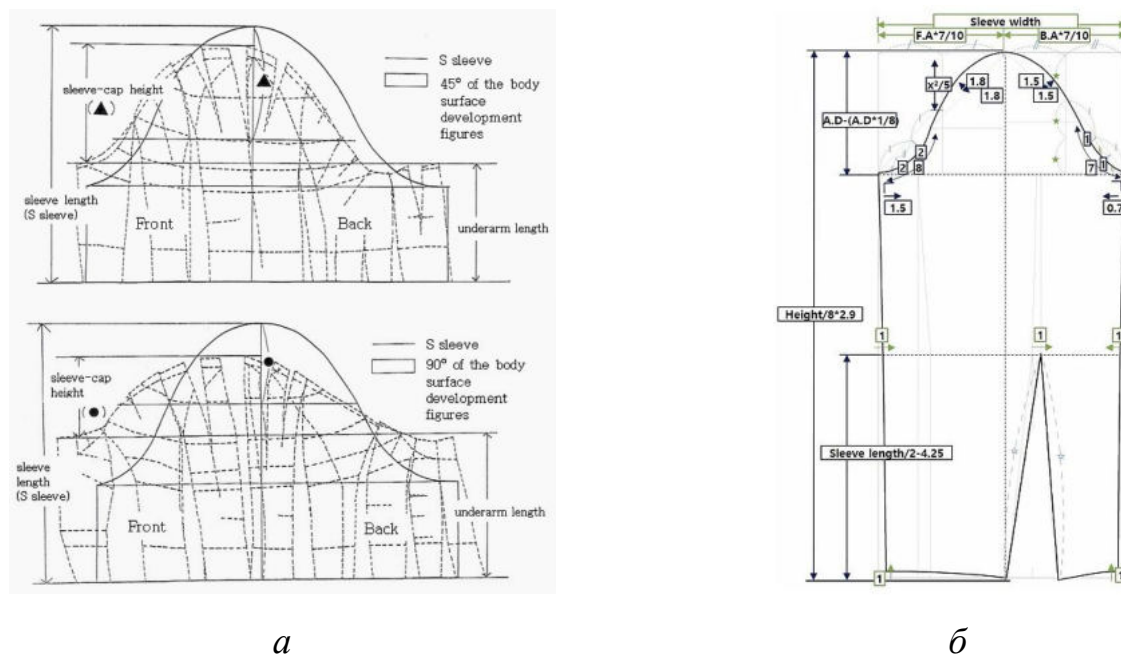


Рисунок 1.6 - Построение выкройки рукава: *а* - базовая выкройка рукава и поверхность кожи руки в разных позах, *б* - пример параметрического метода построения выкройки рукава [23, 55]

Simeon Gill и др. провели сравнительный эксперимент, чтобы выявить разницу в допустимых прибавках между несколькими широко используемыми методами построения лекал. Результаты показали, что можно определить приемлемый диапазон прибавок и руководствоваться им при построении выкройки [48]. Yu Chen и др. предлагают новый метод определения допустимой прибавки для индивидуализированного построения выкройки, который использует нечеткие методы и сенсорную оценку пользователями. Этот новый

метод позволяет определить более подходящие значения прибавок для построения выкройки [21].

Hwang Seon-Ha и др. исследовали параметры выкройки - высоты оката рукава (SCH) и глубины проймы (AHD), которые дают надлежащие значения индекса хорошего внешнего вида основной осанки 20 женщин [59]. Данное исследование по оценке посадки включает три вида условий ношения в шести экспериментальных куртках. При расчете ширина груди (BW_p) используется для расчета AHD, а длина проймы (AHL) - SCH. В таблице 1.2 приведены уравнения для расчета значений, а рекомендуемое сочетание AHD и SCH может быть использовано как помощь в производстве.

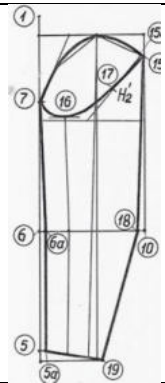
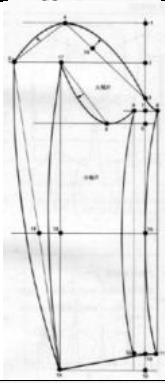
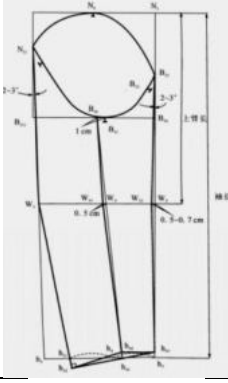
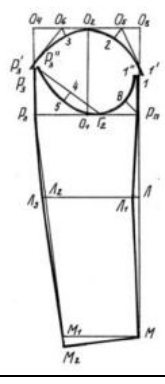
Таблица 1.2 - Рекомендуемые значения глубины проймы и высоты оката рукава [59]

	Рекомендации для получения хорошего внешнего вида			
	Для базовой конструкции		Для малообъемной конструкции	
AHD	$BW_p/4-1$	$BW_p/4-1$	$BW_p/4-1$	$BW_p/4$
SCH	$AHL/3+2$	$AHL/3+1$	$AHL/3$	$AHL/3$

Существуют два метода построения выкройки рукава. Первый заключается в непосредственном изготовлении выкройки TPS, а второй - в построении прототипа одношовного рукава и последующем преобразовании его в желаемую TPS.

В силу исторических, региональных и этнических причин во всем мире не существует единого метода построения выкройки. Метод построения выкройки TPS различается в разных странах: Германия (Мюллер и сын); Великобритания (У.Алдрич); Россия (МГУДТ); Россия (ЦОТШЛ); Китай (BIFT); Китай (традиционный); Япония (Сугино) и Япония (Бунка). В табл. 1.3 перечислены все методы изготовления чертежей TPS.

Таблица 1.3 - Восемь способов построения чертежей двухшовного рукава

№	Метод изготовления выкройки	Метод наброска выкройки	Схема рукава
1	2	3	4
1	Мюллер и Германия [149] сын,	Рисуйте напрямую	
2	У.Алдрич, Великобритания [3]	Рисуйте напрямую	
3	МГУДТ, Россия [13, 139]	Рисуйте напрямую	
4	ЦОТШЛ, Россия [147, 148]	Рисуйте напрямую	

1	2	3	4
8	Бунка, Япония [88]	Создание проекта из цельного прототипа, а затем преобразование в две части	

В таблице 1.4 показано, какие измерения тела и параметры деталей требуются при восьми методах построения лекал.

Таблица 1.4 - Размеры тела для построения чертежа проймы-рукав

№	Индекс	Символ	Применение в изготовлении лекал							
			Мюллер (DE)	Олдрич (UK)	МГУДТ (RU)	КОТШЕЛЬ (RU)	БИФТ (CN)	Традиция (CN)	Сугино (JP)	Бунка (JP)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Размеры тела										
1	Обхват груди	BG	√	√	√	√	√	√	√	√
2	Обхват плеча	AG	-	√	√	√	-	-	√	-
3	Обхват локтя	EG	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Обхват запястья	WG	√	-	-	√	√	-	√	√
5	обхват плеча	ASG	-	-	-	-	-	-	-	-
6	Обхват груди	CG	-	-	-	√	-	-	-	-
7	Обхват шеи	NG	√	√	-	-	-	-	√	-
8	Линия плеча	SL	√	√	√	√	-	-	√	-
9	Ширина плеч	SHW	-	-	-	-	-	√	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
10	Ширина спины	BW	√	√	√	-	-	-	√	-
11	Ширина груди	CW	√	√	√	-	-	-	√	-
12	Вертикальный диаметр руки	AHD _B	-	-	√	-	-	-	-	-
13	Длина руки до локтя	EL	-	-	√	-	-	-	-	-
14	Длина руки	AL	√	√	√	√	√	√	√	√
15	Длина спины	BL	-	√	√	-	-	√	√	-
Параметры проймы										
16	Длина проймы	AHL	√	√	√	√	√	√	-	√
17	Глубина проймы на чертеже	AHD	√	-	√	√	-	√	-	-
18	Ширина проймы	AHW	√	-	√	√	-	-	-	-
	Всего	10	9	12	9	4	6	9	4	

Примечания: "√" обозначает индекс, необходимый для построения выкройки. "-" обозначает индекс, не требующийся для построения лекал, вместо которого используется другой способ построения лекал.

Как показано в таблице 1.4, метод ВІFT и метод БУНКА предъявляют самые низкие требования к антропометрическим и лекальным показателям: только четыре показателя измерений принимают участие в построении рукава и связанной с ним проймы. Однако при анализе процесса несколько показателей облегчают оценку.

Метод Мюллера требует 10 показателей. Особенность метода заключается в том, что некоторые показатели могут быть измерены и рассчитаны по уравнениям, что позволяет сравнивать эти два способа при построении выкройки.

Метод У.Алдрич обеспечивает простое введение в построение выкройки, при построении рукава требуется девять индексов.

Метод МГУДТ требует 12 индексов, что больше всех остальных методов. Российские методы построения лекал основаны на сложных теориях, сложные формулы которых являются верным способом реального анализа взаимосвязи

между одеждой и телом человека. Методика ЦОТШЛ схожа с МГУДТ, которая требует девять индексов.

Метод Сугино требует сортировки таблицы размеров сначала для прототипа, а затем для построения выкройки. Поэтому для этого метода требуется девять индексов. Обычно лекальщики используют традиционный китайский метод, рисуя непосредственно на материалах для раскроя.

Как показано в таблице 1.4, обхват груди и длина плеча требуются для всех методов, что означает, что эти два показателя являются основой для построения выкройки. Для семи методов требуется длина проймы, что говорит о том, что большинство методов используют АНЛ для построения оката рукава.

Все методы представляют собой геометрическое черчение. Использование индексов выкройки, основанных на антропометрии, несомненно, сделает результат более точным. Однако эмпирически геометрические способы (пропорции, вспомогательные линии и формы) легко изучить и запомнить.

Для того чтобы исследовать разницу между восемью методами построения выкройки (из таблицы 1.3), на рис. 1.7,а показано наложение рукавов всех методов на одну пройму. В соответствии с алгоритмом каждого метода, рукав был построен для одной проймы с АНЛ = 42,5 см (пройма была построена по методу БУНКА для типичного китайского размера тела), для удобства сравнения, все окаты рукавов закрыты, длина рукава 51 см. Выкройки рукавов накладывали следующим образом.

1. Перечерчивали рукава.
2. Определяли самую низкую точку оката рукава.
3. Проводили линию ширины оката рукава (SCW).
4. Наложение рукава на нижнюю точку оката рукава.
5. Измеряли показатели SCH, SCW, длину закругления оката рукава (SCL), наклон рукава (Ss), диагонали между кривой низа оката рукава и SCW и локтевым швом (11), диагональ между кривой низа оката рукава и SCW и передним швом (12).
6. Расчет разницы между длиной оката рукава и длиной проймы (Sleeve Δ).

7. Измерение соответствующих параметров для верхней точки локтевого шва рукава (SE), верхней точки переднего шва рукава (SF) и верхней точки оката рукава (ST).

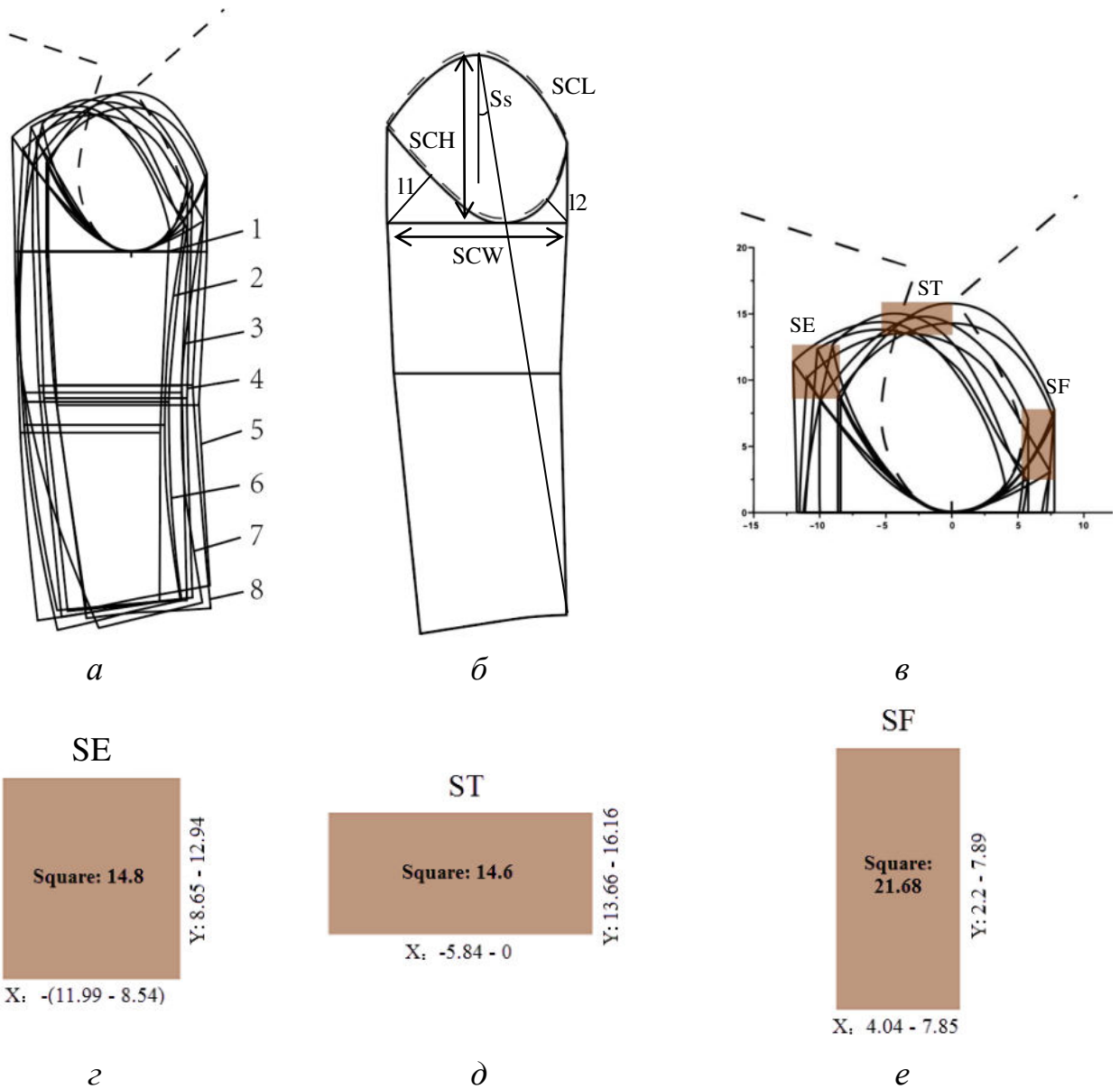


Рисунок 1.7 - Наложение деталей рукава: *а* - наложение деталей рукава, *б* - ключевые параметры, *в* - диапазон координат точек детали рукава, *г* - SE, *д* - ST, *е* - SF

Как показано на рис. 1.7,а, точка наложения находится в самой низкой точке проймы и оката рукава (номер детали идентичен табл. 1.3). Обратите внимание, что за исключением этой части рукава и проймы, остальная часть рукавов отличается для разных методов. Для того чтобы лучше выявить эти различия, на рис. 1.7,б отмечены шесть параметров SCH, SCW, SCL, Ss, l1, l2.

Как показано на рис. 1.7, в, г, д, е, ж, выбраны и отмечены точки SE, SF, ST. Детализация каждой точки: SE (x: -11,99 ÷ -8,54 см, y: 8,65 ÷ 12,94 см, площадь: 14,8 см²), SF (x: -5,84 ÷ 0 см, y: 13,66 ÷ 16,16 см, площадь: 14,6 см²), ST (x: 4,04 ÷ 7,85 см, y: 2,2 ÷ 7,89 см, площадь: 21,68 см²). Сравнение показывает, что дисперсия SE и ST схожа. Однако дисперсия SF значительно больше, чем SE, ST. Этот результат показывает, что восемь различных методов построения лекал еще больше проявляются при построении чертежа передней детали оката рукава.

Таблица 1.5 - Параметры рукавов, полученных различными методами изготовления лекал

№	Метод нанесения рисунка	Параметры рукава						
		SCH, см	SCW, см	SCL, см	Ss, °	l1, см	l2, см	Sleeve Δ, см
1	Мюллер	14.74	16.00	46.49	9.58	6.90	1.40	4.06
2	У.Алдрич	14.16	16.44	45.32	12.04	6.98	1.93	2.89
3	МГУДТ	15.56	15.76	47.47	9.21	6.01	2.96	5.04
4	ЦОТШЛ	15.06	16.10	46.47	8.93	5.76	2.65	4.04
5	ВІFT	16.16	16.39	48.61	9.49	4.72	3.88	6.18
6	Традиция	15.34	16.88	45.94	10.86	7.27	1.94	3.51
7	Сугино	13.66	18.78	48.73	12.61	6.60	2.41	6.30
8	БУНКА	14.63	16.10	46.69	9.30	5.00	3.51	4.26
	Общий диапазон	13.66 - 16.16	15.76 - 18.78	45.32 - 48.73	8.93 - 12.61	4.72-7.27	1.4-3.88	2.89-6.30
	Среднее	14.91	16.56	46.97	10.25	6.16	2.59	3.59
	Отклонение стойки	0.80	0.96	1.22	1.41	0.94	0.84	1.22
	Коэффициент вариации, %	5.33	5.80	2.59	13.74	15.35	32.55	33.97

Как показано в таблице 1.5, все методы имеют различные значения параметров. Однако, исходя из опыта, эти различия недостаточны, чтобы вызвать серьезное рассогласование. В части коэффициента вариации стабильными являются параметры SCH, SCW и SCL, остальные параметры сильно дискретны.

Хорошо известно, что SCH, SCW, SCL являются основными параметрами для построения рукавов. Сравнивая значения каждого метода со средними значениями этих трех параметров, результаты показывают, что значения метода БУНКА наиболее близки к среднему значению (SCH: 14.63 → 14.91, SCW: 16.10

→ 16.56, SCL: 46.69 → 46.97). Кроме того, этот метод широко используется в китайских институтах и колледжах. По вышеуказанным причинам в данном исследовании для создания базы данных учебных образцов будет использоваться метод Бунка.

Различные методы построения чертежей требуют различных уровней антропометрии, и значения параметров выкройки также различны. Эти различия повлияют на окончательную посадку рукава. Таким образом, необходимо разработать систему, которая сможет оценить и предсказать посадку выкройки до пошива реальных образцов.

1.3. Современная автоматизированная система для виртуальной примерки

Система автоматизированного проектирования (CAD) открыла новые возможности для индустрии моды, которые помогают снизить трудозатраты, стоимость материалов, время производства и повысить удовлетворенность потребителей [117]. По сравнению с ручным методом, система CAD гораздо более продуктивна, что особенно дает большие преимущества в быстром реагировании на многокомпонентные и многомерные заказы в небольших количествах [93].

Программное обеспечение CAD можно разделить на 2D и 3D. Области применения в производственном процессе также можно разделить на составление чертежей деталей, градацию размеров, разметку лекал, раскрой, управление производственным процессом, отображение, направление примерки и т.д. [151, 152].

1.3.1. 2D CAD

С точки зрения развития технологии CAD, 1960-е годы стали началом развития CAD. В 1960 году Иван Сазерленд разработал "SKETCHPAD", используя компьютер TX-2, построенный в лаборатории Линкольна

Массачусетского технологического института, что считается первым шагом в индустрии CAD [1, 17]. Между тем, до этого времени доктор Патрик Дж. Ханратти уже разработал первый САМ с числовым программным управлением под названием PRONTO [9]. В начале 1970-х годов компании Hughes (корпорация США) и Sojitz (корпорация Японии) отправили в Китай коммерческую информацию о компьютерном построении лекал и масштабировании, что открыло связь между китайской индустрией моды и технологией CAD [58, 111].

Популярное программное обеспечение для 2D CAD включает CAD Assyst (Assyst GmbH LLC, Германия), PAD System (Pad System LLC, Канада), GRAFIS CAD Clothing (GRAFIS Co, Германия), Modaris (Lectra LLC, Франция), Richpeace (Richpeace Co, Китай), TUKACAD (Tukatech Co, США), Voke (Voke technology Co, Китай), ET SYSTEM (BUYI Technology Co, Китай) и т.д. [13, 16, 40, 50, 89, 94, 103]

Программное обеспечение 2D CAD обычно включает три модуля: построение детали, градация и нанесение разметки. Итерации системы 2D CAD привели к постоянному улучшению эффективности массового производства.

1.3.2. 3D CAD

Индустрия 4.0 включает в себя множество принципиально новых компонентов, предлагаемых современными технологиями. Важнейшей задачей их рационального использования является интеграция огромного объема человеческих знаний, накопленных к этому времени в узких профессиональных областях, к которым относится и дизайн одежды, в компьютерные технологии. Создание цифровых двойников (DT) на различных этапах жизни изделия с помощью 3D виртуального моделирования является актуальной темой для индустрии моды [144].

Несколько компаний, производящих программное обеспечение для CAD, выпустили 3D модули и системы для удовлетворения потребностей индустрии моды в виртуальном моделировании. На рис. 1.8 представлены популярные существующие 3D CAD-программы: Vidya (Assyst GmbH, Германия), Vstitcher (Browzwear Solutions

Pte Ltd., Сингапур), PDS (Efi Optitex Ltd., США) и Clo3D (Clo Virtual Fashion LLC., Корея) [27, 99, 128, 129].

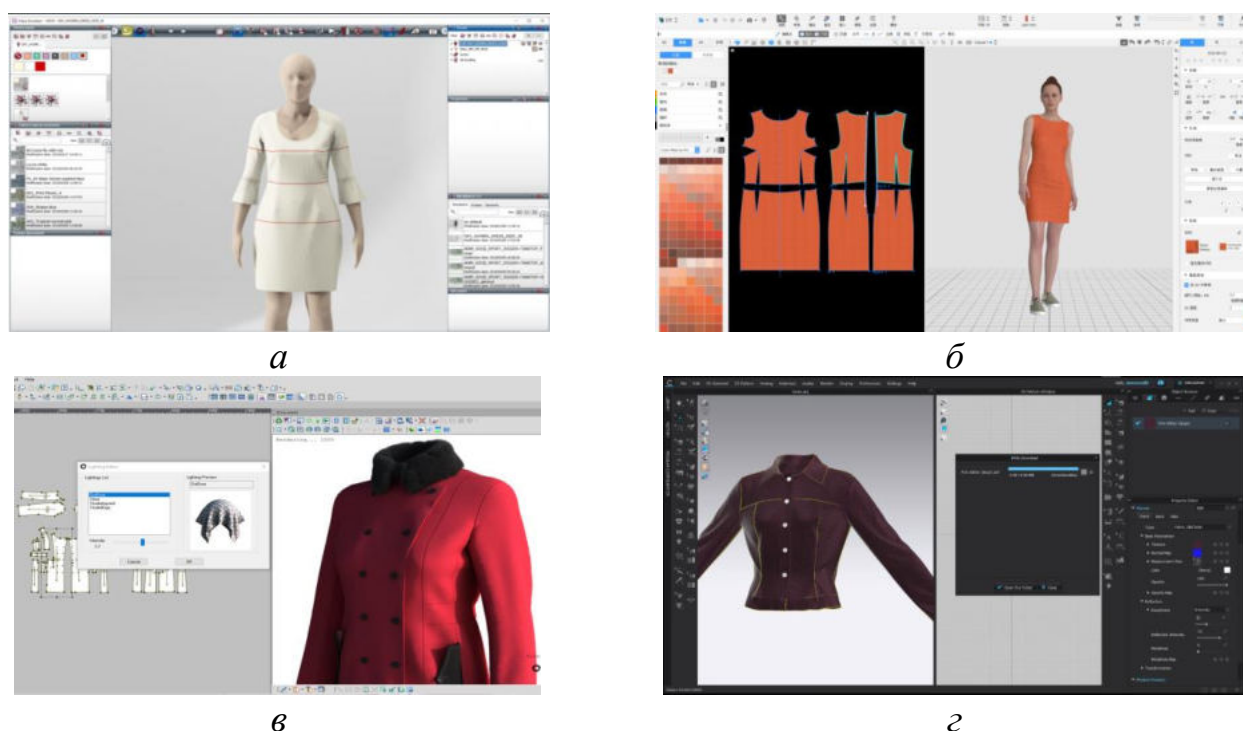


Рисунок 1.8 - Современные популярные программы для 3D CAD: *а* - Vidya, *б* - Vstitcher, *в* - PDS, *г* - Clo3D [27, 99, 128, 129]

Как показано на рис. 1.8, эти программы обычно состоят из похожих модулей, которые реализуют функции построения выкройки, редактирования 3D аватара, 3D дизайна одежды, редактирования свойств материалов, 3D шитья, 3D виртуальной примерки и т.д. Модули для детали "рукав-пройма" описаны следующим образом.

а. Создание чертежей деталей: Программное обеспечение 3D CAD поставляется со встроенным модулем деталей, но в настоящее время его функции не настолько улучшены, как у 2D CAD, обычно чертеж детали выполняется в 2D, затем импортируется в модуль редактирования деталей 3D CAD для проверки.

б. Редактирование 3D аватара: Модуль может генерировать встроенные аватары по умолчанию и модифицировать их в соответствии с индивидуальными требованиями (например, руки спортсмена).

в. Редактирование свойств материалов: Этот модуль включает редактируемые свойства цифровых материалов, которые будут влиять на эффект

драпировки рукава. Между тем, несколько аксессуаров, связанных с частью рукава (например, головка рукава, подкладка рукава, клеевая прокладка и т.д.) также влияют на эффект драпировки.

г. 3D шитье и моделирование: Эти модули могут эффективно шить и моделировать рукав с проймой в 3D-форме, что выражает высокое визуализированное качество рукава.

Каждая из четырех программ 3D CAD имеет свои собственные характеристики.

Browzwear является пионером моды в 3D программном обеспечении. Vstitcher поддерживает все платформы компьютеров на базе Windows или Mac. Программное обеспечение Browzwear не является универсальным. Дизайнер часто использует и Vstitcher, и Lotta. Однако это программное обеспечение доступно, в основном, только если вы работаете в корпоративной компании. Инди-программа требует утомительного применения (нелегкодоступного), а цена использования не является дружественной для инди-дизайнеров или фрилансеров [28].

Optitex предлагает целостный подход к проектированию одежды. PDS - это передовое программное обеспечение для проектирования лекал компании Optitex, которое сочетает в себе надежное 2D проектирование с реалистичной 3D визуализацией. Однако это программное обеспечение работает только под Windows, а стоимость его использования составляет \$1 000 и более в квартал, что все еще недостаточно приемлемо для начинающего дизайнера, не говоря уже о студентах [132].

Vidya sketch используется для моделирования и модификации деталей, что показывает новые 3D-возможности в дизайне и разработке продуктов. Однако доступ к бесплатным обучающим видео и ресурсам наиболее затруднен. Канал YouTube под названием Assist GmbH (созвучно названию компании) имеет менее 50 подписчиков (1 декабря 2021 года). Последнее обновление этих 28 видео было год назад, и оно не предназначено для обучения [10].

Компания CLO Virtual Fashion LLC имеет две ветви программного обеспечения для моделирования. Одна - это конструктор Marvelous, известный в компьютерной графике и игровой индустрии, а другая - Clo3D, которая фокусируется на индустрии моды. Clo3D остается самым дешевым вариантом, к тому же доступна студенческая скидка, что дружелюбно по отношению к индизайнеру и студенту. Удобно скачать пробную версию, получить доступ к обучающему видео и изучить официальное руководство, не регистрируясь и не входя в систему. Пользователь найдет все необходимое на официальном сайте или на канале YouTube. На Youtube у них более 37000 подписчиков и 400 видеороликов [29]. Советы и подсказки также можно получить бесплатно через официальный канал. Кроме того, в каждом обновлении (два раза в год) они проводят онлайн-семинары по внедрению новых функций (глобальные отделы предоставляют более девяти языков).

Результат моделирования Clo3D может быть не самым лучшим, но его продвижение в сети, бесплатное обучение, цены и доступность являются лучшими. В течение 30 дней бесплатной пробной версии большинство пользователей уже освоили некоторые навыки работы с программным обеспечением с помощью бесплатных видео и веб-страниц, что побуждает клиентов платить за программное обеспечение. По этим причинам в данном исследовании используется Clo3D.

Важнейшей частью 3D CAD является моделирование и примерка, при которых прогнозируется посадка и соответственно изменяется выкройка с помощью виртуальной примерки. Поэтому программное обеспечение CAD должно построить соответствующий DT тела, чтобы удовлетворить требования морфологической системы определения размеров. В таблице 1.6 сравниваются размеры тела для создания аватара конструкции рукава.

Таблица 1.6 - Размеры тела для создания аватара и дизайна рукава

№	Размеры	Размеры присутствия в системе определения размеров		
		китайский стандарт[22]	российский стандарт[150]	Clo3D
1	2	3	4	5
Плечевая зона				
1	Ширина плеча (боковая шейная точка (snp)-sp)	-	+	-
2	Ширина плеча (шейная точка сзади (bnp) - sp, расстояние до поверхности)	+	-	+
3	Ширина шаудера (sp - sp, расстояние между задними поверхностями)	-	+	+
4	Ширина плеч (диаметр Sp через тело)	-	+	-
5	Высота плеча косая	-	+	-
6	Расстояние от поверхности до bnp - уровень задней подмышечной впадины (центральная часть спины)	-	+	-
7	Ширина спереди (между двумя передними подмышечными точками)	-	+	-
8	Ширина спины (между двумя задними подмышечными точками)	-	+	-
9	Высота плеч (bnp - sp) или наклон плеч	-	+	+
Область между рукой и туловищем				
10	Расстояние уровень задней подмышки - sp - уровень передней подмышки (диаметр руки передне-задний)	-	+	-
11	Вертикальный диаметр руки	-	+	-
Область рук				
12	Обхват плеча AG	-	+	+
13	Обхват локтя EG	-	+	+
14	Обхват запястья WG	-	+	+
15	Положение рук (угол наклона вперед)	-	-	+
16	Диаметр руки (спереди назад, на уровне подмышек)	-	+	-
17	Расстояние sp - уровень локтя	-	+	+
18	Расстояние sp - уровень запястья	+	+	+
	Всего / Сопоставлено с Clo3D	2/2	16/7	9

Как показано в таблице 1.6, представлены размеры стандартов в системе определения размеров **Clo3D**: эти два размера из китайского стандарта, 16 размеров из российского стандарта и девять размеров из Clo3D. Каждое измерение конкретно показано на рис. 1.9. При сравнении можно обнаружить, что Clo3D полностью удовлетворяет требованиям китайского стандарта по двум

измерениям. Однако российский стандарт требует 16 измерений, и Clo3D не может ему соответствовать. Поэтому размер аватара будет соответствовать китайскому стандарту.

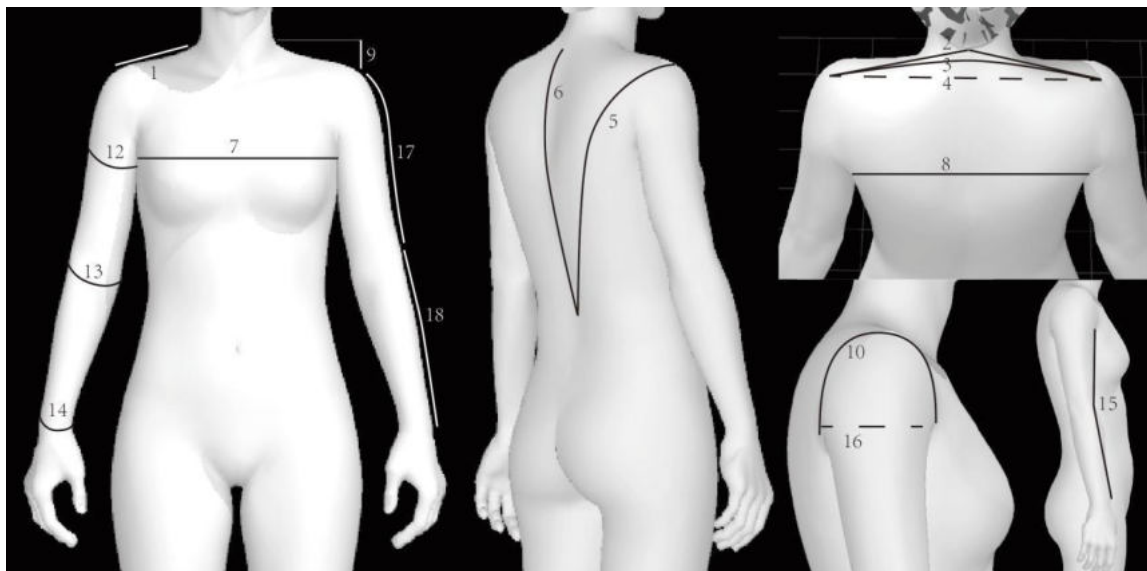


Рисунок 1.9 - Схема измерения размеров тела для создания аватара и дизайна рукава

Таблица 1.7 - Таблица размеров аватаров для подпоследовательного эксперимента

Индексы размеров аватара относительно рукава	Значение размера, см
Рост	160
Обхват груди	84
Обхват шеи	36.8
Высота плечевой шейной точки	136
Ширина плеч	36.4
Наклон плеча	3.6
Длина руки	50.5
Центральная спина - sp - запястье	71
Обхват руки	27
Обхват локтя	22
Обхват запястья	15

В таблице 1.7 приведены соответствующие размеры аватара для проектирования рукава, которые соответствуют типовым размерам китайского стандарта. Из-за небольшого количества размеров китайских стандартов, несколько оставшихся размеров были определены с помощью внутренних алгоритмов Clo3D и аналогичных размеров России [22, 148].

Как указано в таблице 1.7, морфология руки и связанного с ней плеча в Clo3D включает в себя ширину плеча, наклон плеча, длину руки, обхват руки, обхват локтя, обхват запястья, положение руки и т.д. Положение руки должно регулироваться суставом аватара. Остальные параметры настраиваются с помощью окон редактирования аватара. Кроме того, Clo3D поддерживает интеллектуальный алгоритм генерации и настройки размеров аватара. Другие стандартные неохваченные размеры будут автоматически генерироваться после установки нескольких ключевых размеров.

Одним из самых больших расходов в моде и самым расточительным является изготовление образцов. Для того чтобы продемонстрировать превосходство 3D CAD, предыдущие исследователи разработали серию экспериментов, чтобы показать преимущества и ограничения 3D CAD [95,101,96,19,76]. В целом, 3D-технология виртуального моделирования можно свести к следующим пяти аспектам.

1. Экономит время, устраняя задержку между передачей техпакета и изготовлением образца.
2. Это позволяет зарубежным и отечественным командам проводить виртуальные примерки вместе и вносить изменения в режиме реального времени.
3. Это сокращает время на просмотр первого образца за счет виртуальной примерки.
4. Когда создатель лекал видит физический прототип, это повышает вероятность распознавания посадки одежды.
5. Экономия денег за счет сокращения расходов на изготовление физической одежды, которая, скорее всего, не подойдет с первого раза.

В заключение следует отметить, что современные 3D CAD предоставляют гораздо больше возможностей для индустрии моды. В данном исследовании, исходя из целого ряда причин, был использован Clo3D. С помощью Clo3D плоские лекала могут быть смоделированы в DT для объективной и субъективной оценки посадки, что дает возможность исследования.

1.4. Критерии качественной посадки

Для покупателей, приобретающих одежду, посадка имеет большое значение. Другими словами, подгонка одежды по фигуре может рассматриваться как наиболее значимое заключение для достижения удовлетворенности [5]. По данным одного исследования, почти 50% женщин утверждают, что не могут найти подходящую одежду [49]. В целом, оценка посадки состоит из двух типов субъективной и объективной оценки внешнего вида одежды (например, поверхностные морщины, поверхностная деформация, внешний вид швов, баланс одежды и т.д.), а также других форм оценки посадки (например, карта натяжения (стресс), муар, зазор между телом и одеждой, расхождение швов и т.д.) [41].

1.4.1. Определение посадки и критерии оценки

Существуют различные определения посадки и критерии оценки. Определения посадки различаются в зависимости от культуры моды, отраслевых норм и личного восприятия [41]. Критерии оценки посадки различаются на субъективные и объективные. Субъективная оценка проводится путем ношения и наблюдения за оценщиком. В объективном аспекте для описания посадки и внешнего вида используются числовые показатели [140, 143]. В таблице 1.8 представлено несколько общих определений термина "посадка".

Таблица 1.8 - Определение посадки

№	Автор	Определение о посадке	Ссылка
1	2	3	4
1	Erwin Kinchen и	Посадка определяется как сочетание пяти факторов: прибавка, линия, ровнота поверхности, баланс и равновесие.	[39]
2	Hackler N	Одежда должна плотно прилегать к телу, иметь достаточно места для движения и не иметь складок	[53]
3	Shen L и Huck J	Одежда, которая подходит по размеру, обеспечивает аккуратный и гладкий внешний вид и обеспечивает максимальный комфорт и подвижность владельца.	[107]

1	2	3	4
4	Chamber Н и Wiley E	Одежда, которая хорошо сидит, прилегает к телу человека и обеспечивает достаточную легкость движений, не имеет складок, покроена и обработана таким образом, что кажется частью владельца.	[20]
5	Liechty, Pottberg Rasband и	Посадка - это термин, используемый в дизайне одежды для описания того, как одежда сидит на теле. Правильная посадка оценивается с помощью внимания к линии (элемент искусства), балансу (принцип искусства) и драпируемости ткани (принцип подгонки).	[80]
6	Merriam- webster Вебстера	1. Правильно соответствовать форме или размеру. 2. Измерять для определения характеристик чего-либо, подлежащего ношению.	[43]
7	Oxford learners' Вебстера	Подходящая форма и размер для кого-либо.	[44]
8	В. Кузьмичев	Посадка - это показатель, по которому судят о дизайне, конструировании, пошиве и производстве, которые интегрированы с комфортом, внешним видом одежды, чертежами.	[135]
9	Mason, A. M	Посадка - показатели силуэта и размера одежды, соответствующие форме и размерам тела человека	[85]

Как показано в таблице 1.8, различные определения термина посадка отражают отсутствие последовательности в терминологии, по крайней мере, в индустрии моды. Поэтому необходимо подробно ознакомиться с ситуацией применения слова "посадка".

В аспекте субъективной оценки посадки Елка Гершак [46] разделяет элементы для качественной оценки качества внешнего вида одежды на две части: механические и физические свойства используемых тканей и следствие качества изготовления одежды. Критерии качества внешнего вида одежды состоят из четырех частей: механические свойства, визуальный вид трехмерной формы,

качество посадки и эстетический вид драпировки одежды. На рис. 1.10 показана взаимосвязь между этими четырьмя частями.

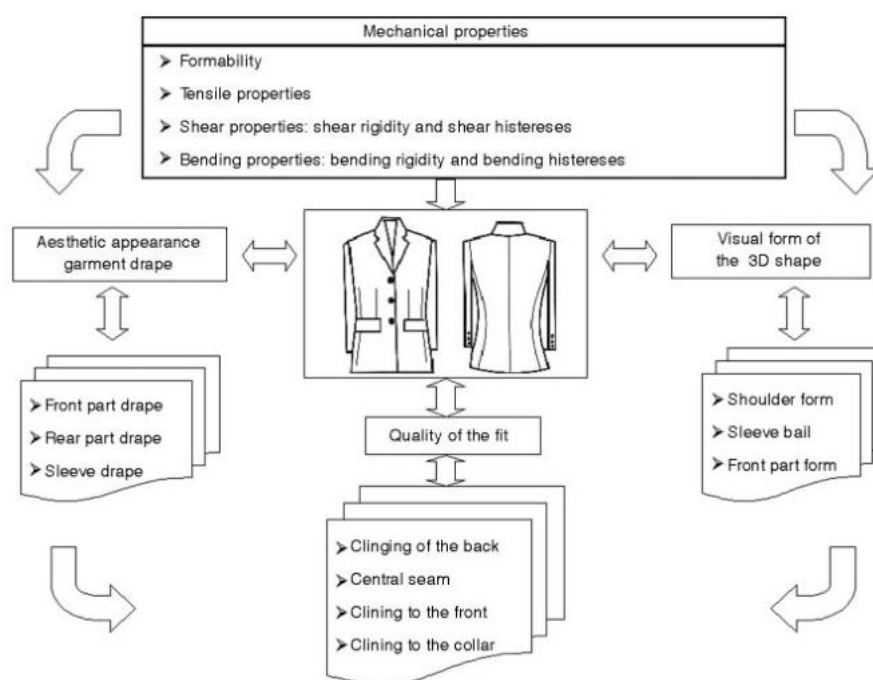


Рисунок 1.10 - Критерии качественной оценки посадки одежды [46]

За исключением физической посадки, посадка в психологической сфере также важна. В аспекте субъективной оценки посадки, Shin Eonyou использует пять качественных тем, чтобы понять восприятие посадки молодыми потребителями, а именно: (1) физическая посадка, (2) эстетическая посадка и (3) функциональная посадка, связанная с (4) социальным контекстом и (5) социальным комфортом [108]. Jennifer Aklamati исследует факторы, влияющие на оценку посадки одежды. В общей сложности 400 участников (половина мужчин и половина женщин) были привлечены для заполнения анкеты о посадке одежды. После ряда статистических анализов результат показал, что: (1) эстетические и функциональные факторы определяют посадку одежды; (2) размер, прибавка, ткань, ощущение комфорта и другие факторы также связаны с посадкой; (3) результаты оценки посадки у мужчин и женщин отличаются [68].

Метод AATCC обычно используется для субъективной оценки внешнего вида ткани, а метод ISO 7770 аналогичен методу AATCC, но имеет более четкое и подробное описание условий испытания [62,104]. На рис. 1.11 показан внешний

вид пуговичной планки с пятью оценками по данному методу.



Grade 1

Grade 2

Grade 3

Grade 4

Grade 5

Рисунок 1.11 - Сравнительная шкала оценки положения пуговичной планки по ISO 7770, 1985 [56]

Для субъективной оценки посадки рукава необходимо имитировать метод ААТСС для построения шкалы оценки рукавов, что может эффективно помочь повысить точность субъективной оценки.

Критерии хорошо сидящей одежды были предложены Simeon Gill, которые включают пять частей [47].

(1) Драпируемость: относится к структуре ткани (в основном тканой) и к тому, насколько хорошо она драпируется в соответствии с принципами выравнивания зерна.

(2) Линия: связь между силуэтом, конструкцией и линиями фасона.

(3) Поверхность: гладкий внешний вид одежды, без напряженных складок и ненужных заломов.

(4) Баланс: связан с симметрией вокруг и над телом.

(5) Прибавка: разница между одеждой и человеком; это обширное обсуждение, касающееся размеров и построения выкройки.

Эталон критериев оценки посадки Gill подходит для всех типов одежды, материалов, форм и т.д. Поскольку объектом исследования является рукав классического женского жакета, то критерии модифицированы следующим образом:

(1) Осанка: жакеты предназначены для фигур типичного размера или формы.

(2) Приемлемый внешний вид без морщин и складок от напряжения или ненужных заломов.

(3) Линия: классический силуэт и стильные линии жакета, не содержат особых элементов дизайна.

(4) Баланс: при ношении жакетов сохраняется симметрия без наклона. Боковой шов и низ расположены перпендикулярно.

(5) Рукав: при соблюдении вышеуказанных критериев, рукав должен иметь подходящую подвижность, чтобы удовлетворить потребности движения руки.

Легкость в носке - это свобода, необходимая для комфорта и свободы движений, позволяющая одежде принимать естественные движения тела, такие как дыхание и взмахи руками. Она часто включает в себя минимальные конструктивные прибавки. Ваşак Sayğılı и др. провели оценку комфорта мужских пиджаков с помощью пяти ежедневных движений, как показано на рис. 1.12 [105].

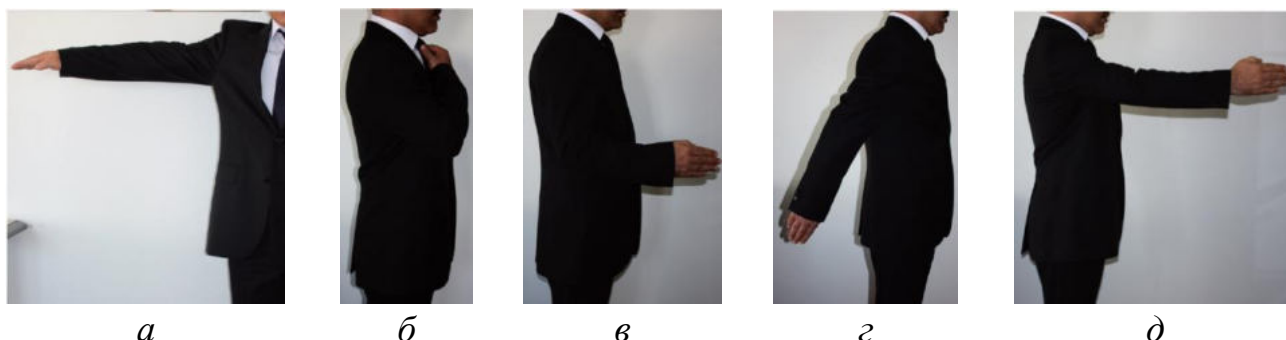


Рисунок 1.12 - Позы для оценки посадки пиджака: *а* - подъем руки вбок на 90°, *б* - фиксация галстука, *в* - рукопожатие, *г* - отведение руки назад, *д* - подъем руки вбок на 90° [105]

Lin Yuehling и др. представляют новый подход к оценке посадки одежды на 3D-модели человека, который предлагает индекс посадки для оценки посадки одежды на субъектах, носящих рубашки разных размеров. Описание того, как рассчитывается индекс посадки, представлено в уравнении (1.3):

$$F(\%) = \frac{A_{clothing} - A_{body}}{A_{body}}, \quad (1.3)$$

где $F(\%)$ представляет собой индекс подгонки, $A_{Clothing}$ представляет собой значение площади одежды, а A_{Body} представляет собой значение площади тела человека.

Кроме того, результаты исследования показывают, что субъективные оценки посадки одежды часто непоследовательны и неточны. Поскольку на результаты влияют личность, опыт, происхождение и менталитет оценщика, необходимо оценивать посадку одежды объективным методом [81].

С развитием приборов и техники были разработаны различные объективные методы оценки посадки, которые все чаще используются учеными.

Guo Mengna и В. Кузьмичев создали базу данных для исследования комфорта (пять дополнительных шкал), описывающих комфорт и давление на женский торс, которые учитывают ежедневное движение (восемь движений в платье) [52]. На рис. 1.13,а показана численная оценка показателя давления по шкале FlexiForce. В данном исследовании анализируется взаимосвязь между прибавками 2D-шаблона и восприятием давления пользователем, что позволяет получить теоретическую основу для внесения поправок в систему примерки 3D-виртуальной системы. Результат совпадает с мнением Mullet К, согласно которому прибавка - это принцип посадки одежды, который позволяет телу двигаться [92].

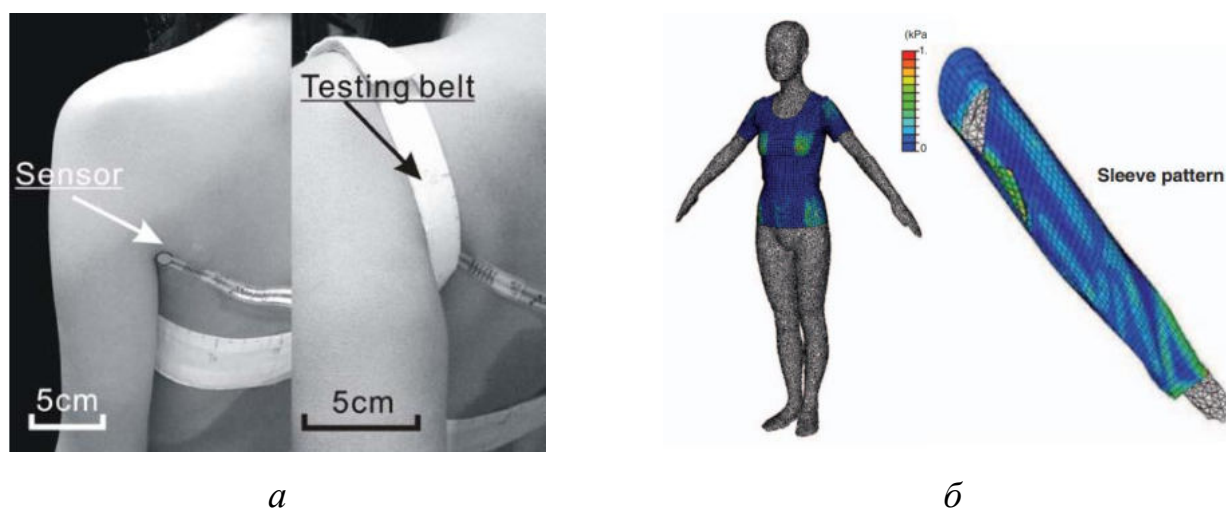


Рисунок 1.13 - Проверка объективного соответствия численного давления: *а* - давление для реального тела, *б* - давление для виртуальной модели [52, 61]

Sonoko Ishimaru и др. разработали метод, основанный на численном анализе, для моделирования распределения давления в одежде без отшивания в материале, что может быть использовано для проектирования одежды с идеальной посадкой [61]. Как показано на рис. 1.13,б, в данном исследовании давление было перенесено в виртуальную среду.

Liu kaixuan и др. предлагают модель дистанционной оценки посадки одежды на основе методов машинного обучения и цифровой информации о давлении для оценки посадки одежды без фактической примерки [82]. В исследовании считается, что использование Naïve Bayes в качестве классификатора лучше, чем SVM в случаях машинного обучения цифровой одежды по давлению. Между тем, Zhang построил механическую модель динамического давления при ношении одежды. Метод конечных элементов был использован для анализа ситуации прилегания одежды к телу человека [136].

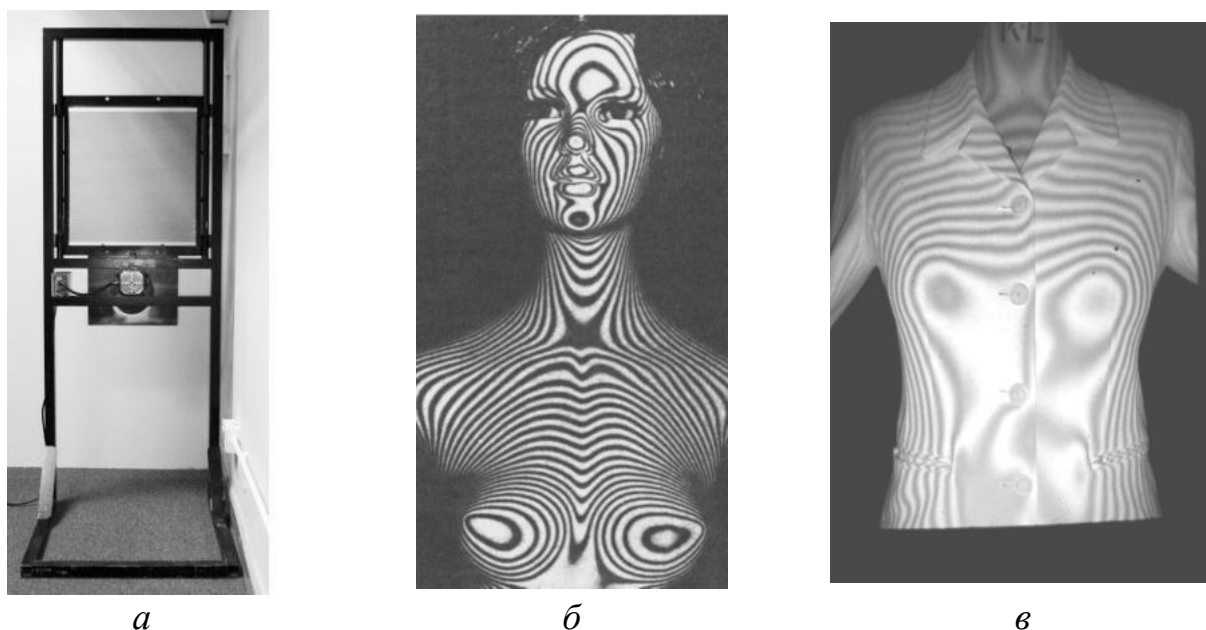


Рисунок 1.14 - Муаровая система для оценки посадки: *а* - муаровая система для пиджака: измерение, *б* - муаровое изображение человека, *в* - муаровое изображение пиджака [133,118]

На рис. 1.14,а,б,в представлены соответственно муар топографической системы измерения, муаровые контуры на теле человека и муаровые контуры на

поверхности одежды: если одежда хорошо сидит, муаровые контуры круглые и симметричные. В противном случае контуры искажаются.

Как показано на рис. 1.14,в, верхняя область бюста симметрична. Однако нижняя область бюста имеет небольшое искажение и морщины) [51]. Аналогично, Йошико Тая пытается проиллюстрировать ситуацию с посадкой одежды по амплитуде формы волны, что соотносится с акустической теорией и симметричным точечным рисунком [119].

Объективный метод - это метод количественного сравнения, поэтому он будет более точным при сравнении посадки одежды. Более того, по сравнению с субъективным качественным методом, количественные способы требуют меньше опыта. Количественный метод оценки посадки также полезен для построения параметрических лекал.

В целом, критерии одежды делятся на объективные и субъективные оценки. Объективный метод меньше зависит от личного опыта, и результат получается нейтральным, но порог реализации высок. Субъективную оценку легко реализовать, однако на нее влияют опыт экспертов и субъективные различия. Объединение субъективного и объективного методов - это эффективная техника оценки посадки, которая позволит получить более полную оценку. С развитием технологии виртуального моделирования все больше исследовательских проектов по подгонке одежды будет проводиться с помощью виртуальных технологий.

1.4.2 Исследование современного женского классического жакета

До сих пор не было детального исследования внешнего вида современных продаваемых женских пиджаков. Для анализа распределения дефектов нами было проведено исследование CWJ и их посадки на рукавах. Таким образом, производителям можно напомнить о необходимости уделять больше внимания зонам повышенного риска и избегать дефектов при создании лекал и производстве.

Пять экспертов (три кандидата наук ИВГПУ, два преподавателя Хэйюаньского политехнического института), профессионально занимающихся дизайном одежды и выкройками, были привлечены для субъективной идентификации неправильных складок. Для обеспечения согласованности субъективной оценки все эксперименты, связанные с субъективной оценкой в данной статье, были проведены нами.

Исследуемые образцы представляют собой фотографии CWJ. С помощью нескольких процессов и фильтров было собрано и осмотрено 302 образца из интернет-магазинов. Примеры дефектов и подробное описание каждого дефекта приведены в приложении А. Внешний вид поверхности CWJ был разделен на 19 областей трех видов. Целью данного исследования является выявление частей дефектов с высоким риском.

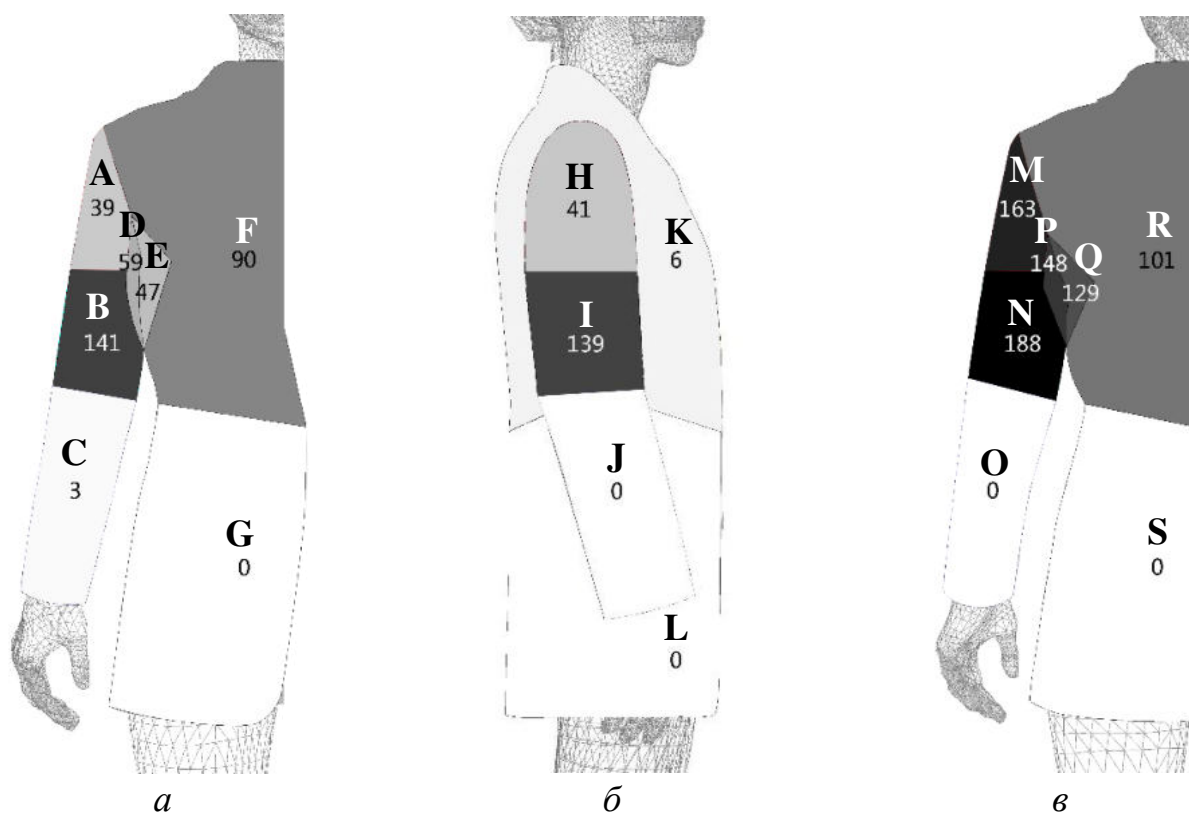


Рисунок 1.15 - Распределение дефектов в зонах риска: *а* - фронт, *б* - спина, *в* - профиль

Рис. 1.15 иллюстрирует распределение дефектов в 302 жакетах: чем темнее цвет, тем больше дефектов. В таблице 1.9 приведены данные о распределении дефектов. Анализ распределения дефектов выглядит следующим образом.

(1) Если сравнивать дефекты спереди и сзади, то на передней части их 379, а на задней - 729, что говорит о том, что производители уделяют больше внимания виду спереди.

(2) "Часть рукава между окатом рукава и локтем" имеет больше дефектов, чем другие. Эта область была повреждена 468 раз на трех видах, 188 раз на виде сзади. Это область наибольшего риска для всего жакета. На эту область влияют дефекты оката рукава и нижней части проймы. Поэтому она чувствительна к дефектам и становится областью с наибольшим количеством дефектов.

(3) Часть спинки около "оката рукава" - вторая зона риска (163 раза).

(4) "Нижняя часть стана" - область наилучшего прилегания без дефектов в этой части. "Часть между локтем и манжетой" - вторая зона посадки, с тремя дефектами на трех видах.

(5) Область около проймы попадает в зону высоким риском. Поэтому производителям лекал необходимо уделять больше внимания этим участкам при изготовлении и корректировке лекал.

Таблица 1.9 - Распределение дефектов в CWJ

Зона жакета (рис. 1.15)	Количество дефектов в трех видах			
	Фронт	Профиль	Сзади	Всего
Окат рукава (А, Н, М)	39	41	163	243
Часть между проймой и локтем (В, I, N)	141	139	188	468
Часть между локтем и низом (С, J, O)	3	0	0	3
Около проймы (D, P)	59	/	148	207
Смежная зона проймы и стана (E, Q)	47	/	129	176
Верхняя часть стана (F, K, R)	90	6	101	194
Нижняя часть лифа (G, L, S)	0	0	0	0
Сумма всех дефектов	379	186	729	
Общее количество дефектов деталей рукава (%)	242 (64%)	180 (97%)	499 (68%)	

Примечания: "/" обозначают эту область, которую невозможно идентифицировать.

Таким образом, распределение дефектов выявлено в ходе исследования посадки современных женских классических пиджаков.

1.5. Основные факторы для регулирования посадки жакета

Требовательные и заботящиеся о качестве потребители требуют, чтобы одежда соответствовала их ожиданиям по внешнему виду, посадке и комфорту. Между тем, производители одежды претендуют на менее сложное производство. Поэтому необходимо найти основные факторы, которые влияют на внешний вид, посадку и комфорт одежды, а затем учитывать их при производстве одежды [131]. В таблице 1.10 представлены основные факторы посадки одежды.

Таблица 1.10 - Основные факторы для правила соответствия

Названия факторов	Детализация каждого фактора	Факторы
1	2	3
Чертежи	Правильная схема	Длина, расстояние, посадка по окату рукава
Морфология тела	Антропометрия и морфология	Точная антропометрия руки и плечевой части.
Материалы и аксессуары	Жесткость и толщина	Жесткость и толщина материала влияют на посадку рукава
	Эластан	
	Усадка	Декатирование
	Прокладки	
	Подкладка	Припуск на подкладку
Производственный процесс	Аксессуары	Усилители рукава, подокатники, клеевая полоска для проймы
	Пошив одежды или промышленный раскрой	Точность кроя
	Навык сборки рукава с проймой	Технология втачивания рукава
	Глажка и окончательная отделка	

О.Сурикова и др. исследовали факторы, влияющие на посадку женской одежды. Основной причиной несоответствия фигуры является несоответствие ширины передней и задней части лекал. Специальный тест и устройство были

разработаны для прогнозирования поведения текстильных тканей при деформации сдвига и появлении складок в реальной одежде [116].

Song Wonyoung и др. предложили оптимальную высоту оката рукава для женских жакетов, сравнив разработанные жакеты и изучив внешний вид, ощущения и предпочтения потребителей [113]. Несколько распространенных дефектов рукавов даны в таблице 1.11.

Таблица 1.11 - Основные дефекты рукава и проймы [42]

№	Дефекты	Схематическое изображение	Причина дефектов
1	Горизонтальные складки на окате рукава		Избыток SCH, Недостаточность SCW.
2	Вертикальные складки на окате рукава		Недостаточность SCH, Неадекватная SCW
3	Выпуклые складки вокруг шва проймы		Повшенная посадка оката рукава, Превышение SCW
4	Растягивающиеся складки на задней части оката рукава		Недостаточный объем задней проймы, недостаточный объем задней части оката рукава.

Как указано в таблице 1.11, выкройку рукава необходимо постоянно корректировать, чтобы она соответствовала фигуре пользователя. Несоответствие выкройки отражается на складках рукава. Эти взаимосвязи разбираются в нескольких китайских и японских специализированных книгах [38, 42, 125].

Значительно влияет морфология тела на посадку жакета. Монобе и др. использовали деформированный манекен четырех размеров для оценки

подходящих диапазонов допустимых диапазонов прибавок для женских жакетов [90]. При этом они представили новое решение математической количественной оценки формы тела и посадки одежды. Кроме того, Эмма Скотт и др. объясняют, почему традиционная антропометрия недостаточна для построения двумерных лекал и разрабатывают новый метод построения лекал [106].

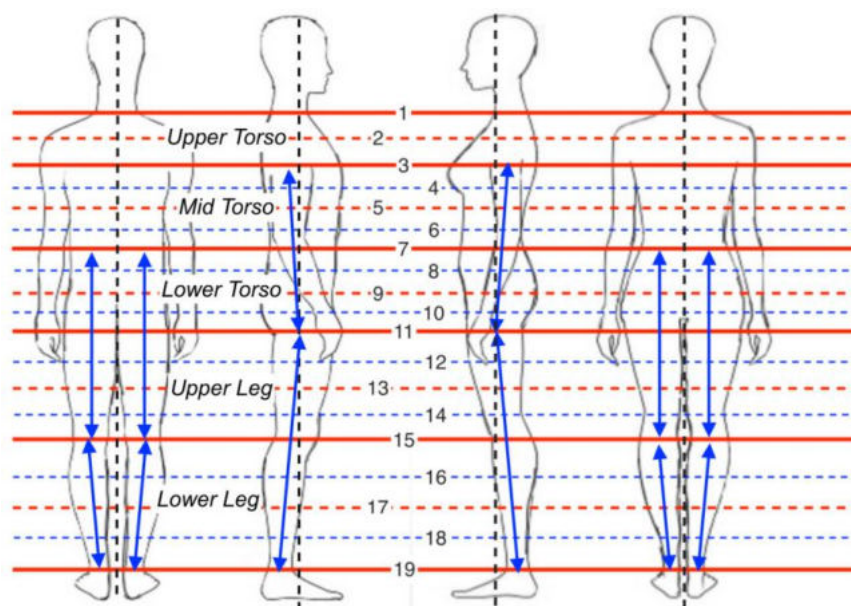


Рисунок 1.16 - Сегментация для морфологии и антропометрии тела [106]

Как показано на рис. 1.16, тело сегментируется по вертикали на четверти и по горизонтали на пять основных областей, которые далее пропорционально подразделяются на статические ориентиры (всего 19 клонированных линий ориентиров). Эффективность такой схемы проверена для точного копирования антропометрических форм тела.

Посадка зависит не только от динамики тела и фасона одежды, но и от свойств материалов [134]. Pier Minazio разработал метод испытания и инструментарий для определения показателей ткани. Эксперимент основан на 25 материалах, двух показателях субъективной оценки (распустившийся шов, морщинистость шва) и пяти показателях свойств ткани (вес, формуемость основы, формуемость утка, углы складки по основе и утку). После анализа соотношений показано, что свойства ткани - угол складки утка и формуемость основы - наиболее важны для прогнозирования внешнего вида высококачественных

мужских костюмов [87]. U. Biglia и др. разработали простой метод определения характеристик прессования ткани, который может быть применен для прогнозирования внешнего вида пиджаков из шерсти и шерстяных смесей [12]. Agen Lage и др. исследовали механические свойства тканей и посадку в программе виртуальной примерки. В исследовании даны рекомендации по выбору ткани для предотвращения образования складок в области талии и бедер: это ткани с деформацией растяжения менее 10% и прибавками к полуобхватам более 2 см [74].

Для того чтобы глубже понять современные материалы для CWJ нами было проведено исследование их состава. Образцы для исследования были взяты такие же, что и в предыдущем обследовании посадки в главе 1.4.2. (подробный состав материала приведен в Приложении В). Для данного исследования были собраны известные международные и китайские модные бренды. На гистограмме рис. 1.17 показана частота встречаемости волокон в тканях для CWJ.

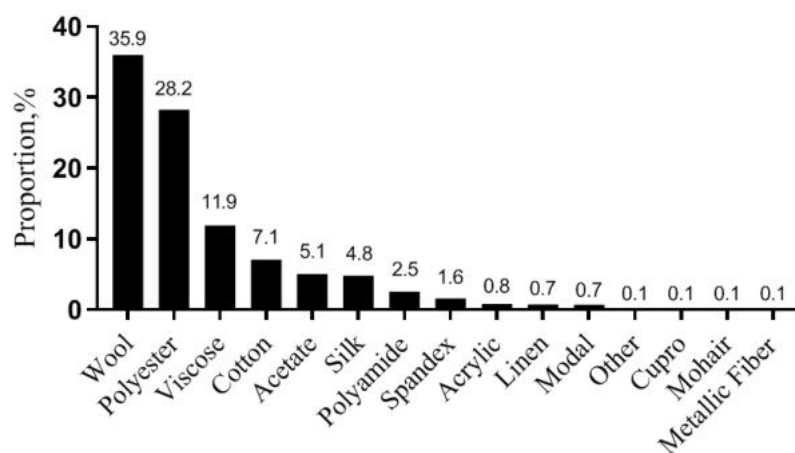


Рисунок 1.17 - Состав материала CWJ

Расчет пропорций на рис. 1.17 включает три этапа: первый этап - определение пропорции каждой ткани в баллах; второй этап - определение общего количества; третий этап - вычисление удельного веса каждой ткани. Например, состав ткани - 98% шерсть, 2% спандекс, переводили их в баллы 98 и 2, сначала складываем все показатели шерсти и спандекса вместе (имеется 302

образца, общее количество баллов 30200), общее количество баллов для шерсти делим на 30200, чтобы получить долю шерсти.

Как показано на рис. 1.17, первые четыре основные части составляют шерсть 35,9%, полиэстер 28,2%, вискоза 11,9% и хлопок 7,1% - эти четыре материала заняли более 80% состава материала оболочки.

Кроме того, исследование материалов также выявило несколько интересных особенностей.

1. Шерсть, несомненно, имеет наибольшую долю. Наблюдается тенденция к тому, что шерсть подразделяют в маркировке состава на козью, рунную или овечью.

2. Международные бренды стремятся использовать натуральные ткани, в то время как у китайских брендов эта тенденция отсутствует. Известно, что известные китайские бренды класса люкс все еще находятся в стадии развития. Поэтому известные международные бренды класса люкс предпочитают использовать натуральную ткань, чтобы поддержать свое лучшее качество.

3. Широко распространены материалы из смеси волокон, а также 100% шерстяные.

4. Вискоза занимает около 12%, что даже превосходит хлопок.

5. Синтетические волокна, за исключением полиэстера, имеют низкий удельный вес.

Кроме материалов верха, подкладка и аксессуары влияют на посадку жакетов. Наиболее важным качеством подкладки является то, что она должна обеспечивать стабильность и форму основного материала, не изменяя при этом его первоначальный вид [4].

Kyoung Kim и др. предложили метод количественной оценки внешнего вида женской жакета с различными клеевыми прокладками. На рис. 1.18 показано влияние различных прокладок на внешний вид жакета [72].

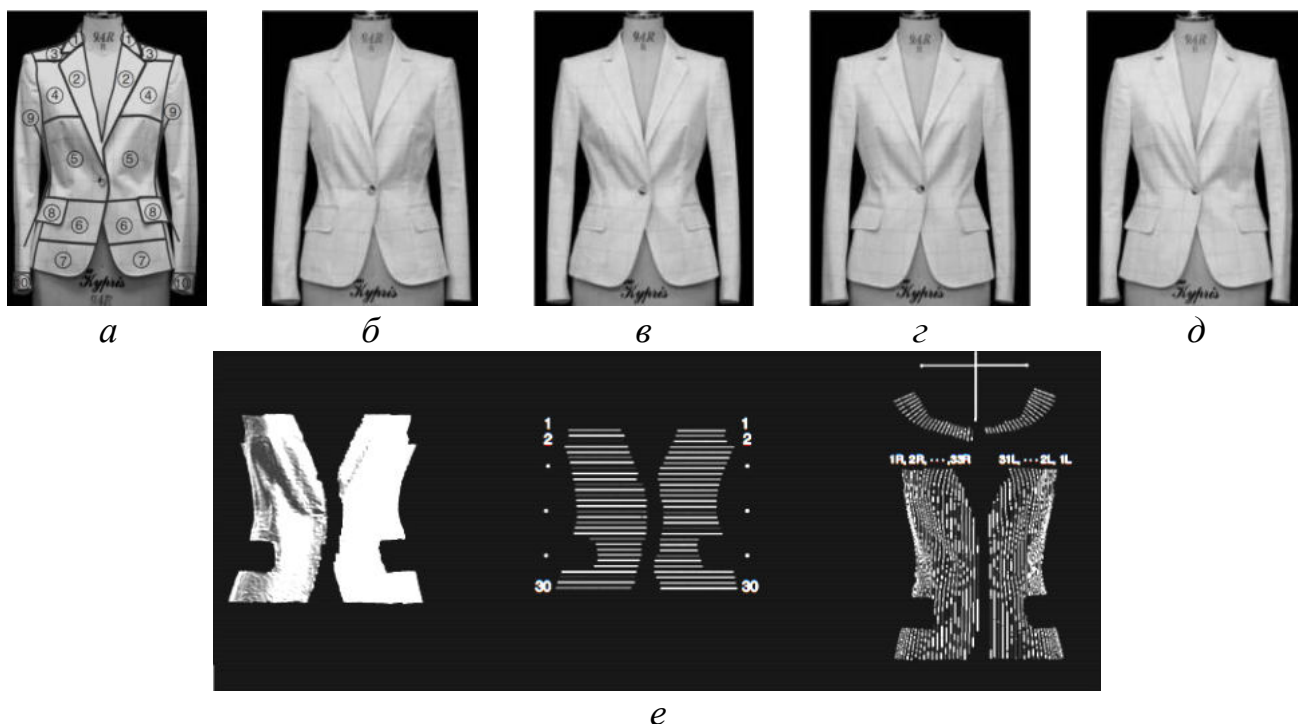


Рисунок 1.18 - Оцениваемые части жакета с различными прокладками: *а* - жакет разделен на 11 частей, *б* - без прокладки, *в* - мягкая прокладка, *г* - нормальная прокладка, *д* - жесткая прокладка, *е* - 3D данные сканирования [72]

Как показано на рис. 1.18,а, для субъективной оценки пиджак сегментирован на 11 частей. Поскольку влияние различных видов подкладки на внешний вид очень тонкое, в исследовании использовано 3D-сканирование для количественной оценки внешнего вида (рис. 1.18,е). В данном исследовании предлагается новый метод оценки внешнего вида жакета с различными клеевыми прокладками, который проливает свет на то, как материалы прокладок влияют на посадку пиджака.

Подкладка - это ткань, покрывающая внутреннюю часть жакета. Обычно потребители не обращают на нее внимания, но неправильно подобранная подкладка будет вытягивать жакет по форме или создавать складки на лицевой стороне [67]. Kim Myoung Ok провел исследование производства подкладок и предложил дополнительные прибавки для мужских пиджаков различных стилей [73]. Для костюмного пиджака рекомендованы прибавки в области груди, талии, бедер и бицепса 5,6, 3,8, 2,7 и 2,7 см соответственно. Для повседневного пиджака рекомендуемые значения составляют 2,4, 1,3, 1,3 и 1,1 см соответственно.

Подокатник является одной из незаменимых деталей для посадки оката. Янджа Парк и др. спроектировали и разработали подходящие подокатники для окатов, сравнив и проанализировав существующие изделия [97, 98]. До 1931 года Elsa Schiaparelli ввела подкладку для рукавов в женские жакеты [135]. Подплечники могут эффективно улучшить эстетику узла "рукав-пройма". Для разных видов рукавов было введено несколько методов крепления подкладки [100]. Растягивание проймы приводит к появлению дефектов несоответствия. Перед втачиванием рукава в пройму необходимо укрепить срезы проймы клеевой полосой (краевой лентой) и прокладкой.

Втачивание рукавов в пройму - процесс сложный. Уверенная швея может равномерно распределить посадку по окату рукава по верхней части проймы пиджака. Только верхняя часть оката рукава нуждается в посаживании, а на подмышечной части рукава ее не проектируют [15, 86, 100]. Утюжильная обработка и отделка могут улучшить качество. В Китае есть пословица: "Три части зависят от шитья, семь частей зависят от утюжильной обработки", которая отражает важность последней [79]. С учетом требований массового производства было разработано несколько изобретений и устройств для эффективного глажения различных частей жакета.

В целом, все факторы, приведенные в таблице 1.10, определяют посадку рукавов жакета. Однако только выкройка непосредственно закладывает основу будущей посадки. Нетрудно заметить, что лекало является незаменимым инструментом качества. Другие факторы строятся на основе выкройки, чтобы улучшить и усовершенствовать посадку рукава.

1.6. Основная цель и направление научного исследования

Учитывая современное состояние исследований, существующие результаты исследований все еще требуют улучшения из-за отсутствия исследований в области проймы рукава. Существует множество исследований, посвященных улучшению виртуальной подгонки одежды. Большинство из них

относятся к юбкам, платьям, рубашкам и т.д. Однако система "рукав - пройма" имеет более сложную конструкцию и детали, чем другие части.

Целью данного исследования является разработка новой системы для оценки посадки и прогнозирования проймы рукава. Для достижения этой цели необходимо выполнить следующие шаги, следуя схеме данного исследования (рис. 1.19). Новые шаги или результаты помечены звездочкой (★).

1. Необходимо создать параметрическую схему CWJ из уже имеющихся чертежей. Детали CWJ должны быть сначала перерисованы в CAD в качестве исходной базы данных деталей. Параметризация должна включать измерения показателей каждой детали с расчет допустимых отклонений. Для уверенности в последующем исследовании надо обосновать предполагаемый размер выборки деталей. Эти чертежи будут экспортированы в программу моделирования для генерации DT.

2. Необходимо разработать метод надежной субъективной оценки. Субъективная оценка часто была неточной и ненадежной, на нее влияют многочисленные факторы. Чтобы сделать субъективную оценку как можно более надежной, будет разработана и принята шкала оценки соответствия эталону. В то же время, шкала оценок будет использована для исследования несоответствий современных CWJ.

3. Необходимо разработать геометрическую модель и критерии сборки рукава с проймой. Анализ известных методик проектирования показал, что при существующей технологии производства необходима многократная примерка реального образца и корректировка лекал, что требует больших затрат времени и материалов. Поэтому будут разработаны матрица для выявления дефектов несоответствия, критерии согласования характерных точек проймы и рукава и критерии для прогнозирования рукава с идеальной посадкой. Также будет разработан модуль автоматической оценки посадки и прогнозирования качества сборки рукава с проймой.

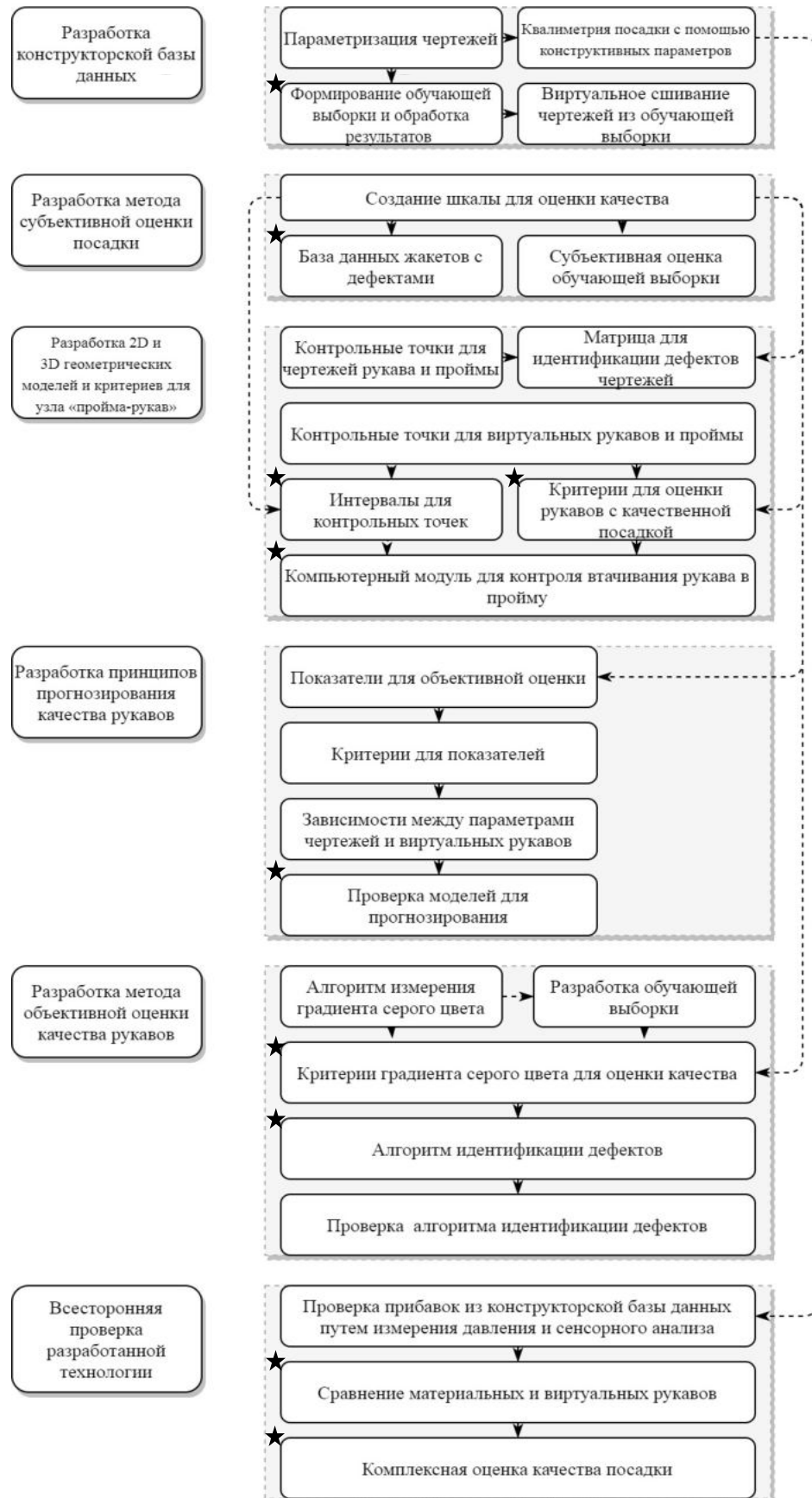


Рисунок 1.19 - Схема прогнозирования посадки рукава виртуального женского жакета

4. Необходимо разработать принципы прогнозирования посадки всего рукава. Будет предложено несколько принципов прогнозирования посадки по показателям объективной оценки посадки с помощью разработанного DT. После того, как будут получены и оптимизированы критерии прогнозирования посадки, а также построены линейные регрессии, принципы прогнозирования посадки будут проверены.

5. Алгоритм серой шкалы для прогнозирования посадки должен быть разработан путем измерения интенсивности серого цвета на нескольких заданных линиях на рукаве, построения исходной базы данных и оценка посадки по критериям серой шкалы. Будет разработан и проверен алгоритм идентификации дефектов рукава по серой шкале. Таким образом, будет определена взаимосвязь между идентификацией дефектов, значением шкалы серого, деформацией детали и субъективной оценкой.

6. Правильность результатов исследования должна быть подтверждена. В части эргономики будет уточнена связь между субъективным ощущением, давлением жакетов и конструктивными прибавками. Будет выполнено сравнение DT и реального рукава для валидации разработанной технологии виртуального проектирования женских жакетов. Комплексное испытание проверит правильность и применимость всех полученных выводов.

ГЛАВА 2. ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ ЖЕНСКИХ ЖАКЕТОВ

Структурный дизайн одежды - это искусство того, как деталям лучше покрыть поверхность человеческого тела, что является техникой преобразования одежды между 2D и 3D. Исследование CWJ TPS основано на параметрическом структурном методе.

Результаты, полученные в этой главе, опубликованы в двух работах [154, 162].

2.1. Методы и материалы исследования

2.1.1. Программное обеспечение исследования

Для графоаналитического анализа чертежей использовали программу ETCAD (Buyitechnology, Китай). Программное обеспечение Excel (Microsoft, США) и SPSS (IBM, США) использовали для построения базы данных параметров и относительного статистического анализа. Программу PASS15 (NCSS LLC, США) использовали для расчета размера выборки, программу Clo3D (Clo virtual fashion LLC, Корея) - для моделирования разработанного чертежа рукава с целью изучения допустимого отклонения от нормы.

2.1.2. Объект исследования

Поскольку размер аватара был основан на китайском стандарте (описан ранее в таблице 1.6) [22], поэтому соответствующие детали чертежей жакетов также должны быть основаны на этих данных. Поскольку приоритетным является метод БУНКА (описан ранее в таблице 1.5), то выкройки жакета включали использование только этого метода.

Выкройки CWJ включали полочку, переднюю боковую деталь, спинку (некоторые из них комбинированные), заднюю боковую деталь, воротник, лацкан, рукава и накладные карманы.

Источником послужили журналы "Lady Boutique", "Female", "Style Book" и "Shanghai Style", небольшая часть была получена из швейных производств и книг по обучению конструированию издательств Японии и Китая.

При выборе чертежей учитывали выполнение следующих условий:

1. Полная длина рукава.
2. Центральная застежка. В данном исследовании рассматривали только однобортный пиджак с TPS CWJ.
3. Модели должны соответствовать классическому стилю, показанному на рис. 1.1.
4. Соответствие китайским размерам (в случае несоответствия чертежи корректировали в процессе перерисовки).

В итоге 82 CWJ в стиле БУНКА были отобраны в качестве образцов для построения базы данных.

2.2. Методы подготовки чертежей

2.2.1. Способ приготовления стана

На рис.2.1 показана схема объединения деталей CWJ для формирования единой линии проймы.

Все образцы нуждались в модификации из-за различий в расположении и распределении нагрудных вытачек. В ходе детальной операции были сохранены талиевые вытачки, затем все нагрудные вытачки были перенесены на линию плеча. На рис. 2.1 показан процесс переноса вытачек, что облегчает параметризацию чертежей при одинаковых условиях.

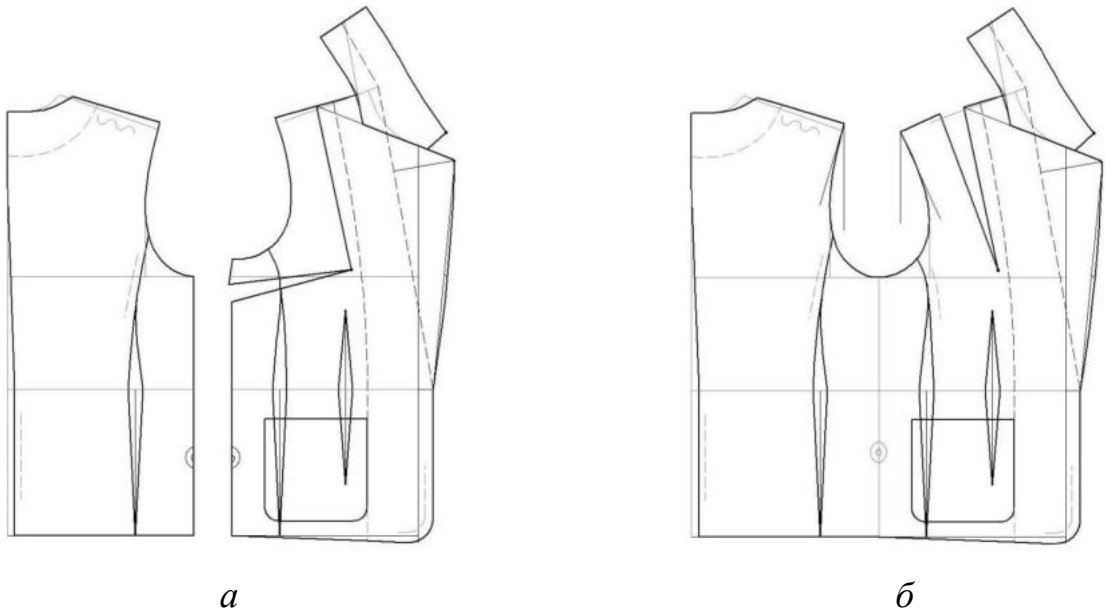


Рисунок 2.1 - Процесс работы над станом с блоком деталей: *а* - исходные детали, *б* - детали после объединения и переноса нагрудной вытачки

2.2.2. Метод анализа проймы

Параметрические показатели рукава и проймы разработали для замкнутой линии проймы. На рис. 2.2 показана схема измерения проймы.

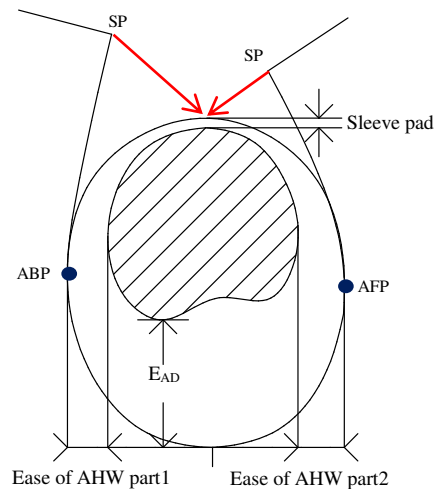


Рисунок 2.2 - Процесс измерения параметрических показателей, связанных с проймой

Для анализа проймы необходимо было выполнить несколько шагов, которые подробно описаны ниже.

Шаг 1: Две конечные точки плечевых линий SP были объединены в одну. Длина линии проймы АНL была одинаковой до и после её закрытия.

Шаг 2: Отмечали две точки: заднюю точку проймы (ABP) и переднюю точку проймы (AFP). Горизонтальное расстояние между этими двумя точками представляет собой АНW.

Шаг 3: АНD и прибавку к глубине проймы (EAD) измеряли путем расчета глубины закрытой проймы, толщины подкладки рукава и диаметра руки вертикального.

2.2.3. Параметризация чертежей

Для параметризации чертежей использовали 29 индексов. На рис. 2.3 и в табл. 2.1 показаны схемы измерения каждого показателя.

Таблица 2.1 - Структурные параметры чертежей

№	Индекс параметра	Схема измерения
1	2	3
1. Прибавки		
1	К обхвата груди	Разница между шириной груди по выкройке и полуобхватом груди.
2	К ширине спины	Разница между шириной спинки детали и шириной спины.
3	К ширине проймы	Разница между шириной проймы и расстоянием между передним и задним углами тела.
4	К ширине груди	Разница между шириной полочки детали и шириной груди.
5	К глубине проймы	Разница между глубиной проймы в выкройке и толщиной плечевой накладки
6	К обхвату руки	Разница между шириной оката рукава по выкройке и обхватом плеча фигуры.
7	К обхвату локтя	Разница между шириной рукава на уровне локтя на выкройке и обхватом локтя.
8	К обхвату запястья	Разница между шириной рукава выкройки на уровне запястья и обхватом запястья.
2. Расстояния		
9	Глубина проймы	Специальный метод закрытия проймы для измерения глубины проймы по вертикали.

1	2	3
10	Вертикальное расстояние SP спереди и сзади	Расстояние от SP, которые находятся на полочке и спинке до линии груди.
11	Локтевой перекат	Как показано на рисунке 2.3
12	Длина локтевого шва до локтя	Как показано на рисунке 2.3
13	Длина локтевого шва до низа	Как показано на рисунке 2.3
14	Передний перекат вверху	Как показано на рисунке 2.3
15	Передний перект на уровне локтя	Как показано на рисунке 2.3
16	Передний перекат внизу	Как показано на рисунке 2.3
17	Высота оката рукава	Высота оката выкройки рукава
18	Прогиб оката	Как показано на рисунке 2.3
19	Прогиб оката	Как показано на рисунке 2.3
20	Расстояние между локтевым швом и проймой	Как показано на рисунке 2.3
21	Расстояние между высшей точкой оката рукава и закрытой проймы	Расстояние между высшей точкой оката рукава и высшей точкой закрытой проймы
3. Длина		
22	Длина проймы	Полная мерка по пройме.
23	Посадка по окату рукава	Разница между длинами оката рукава и проймы
24	Длина оката верхней части рукава	
25	Длина оката нижней части рукава	
26	Длина оката	Общая длина оката верхней и нижней частей рукава
4. Углы		
27	Угол наклона плечевой линии спинки	Специальный метод определения и измерения наклона задней плечевой линии спинки.
28	Угол наклона плечевой линии полочки	Специальный метод определения и измерения наклона задней плечевой линии полочки.
29	Наклон рукава	Угол между вертикалью и линией, соединяющей самой высокую и самой низкую точки переднего переката.

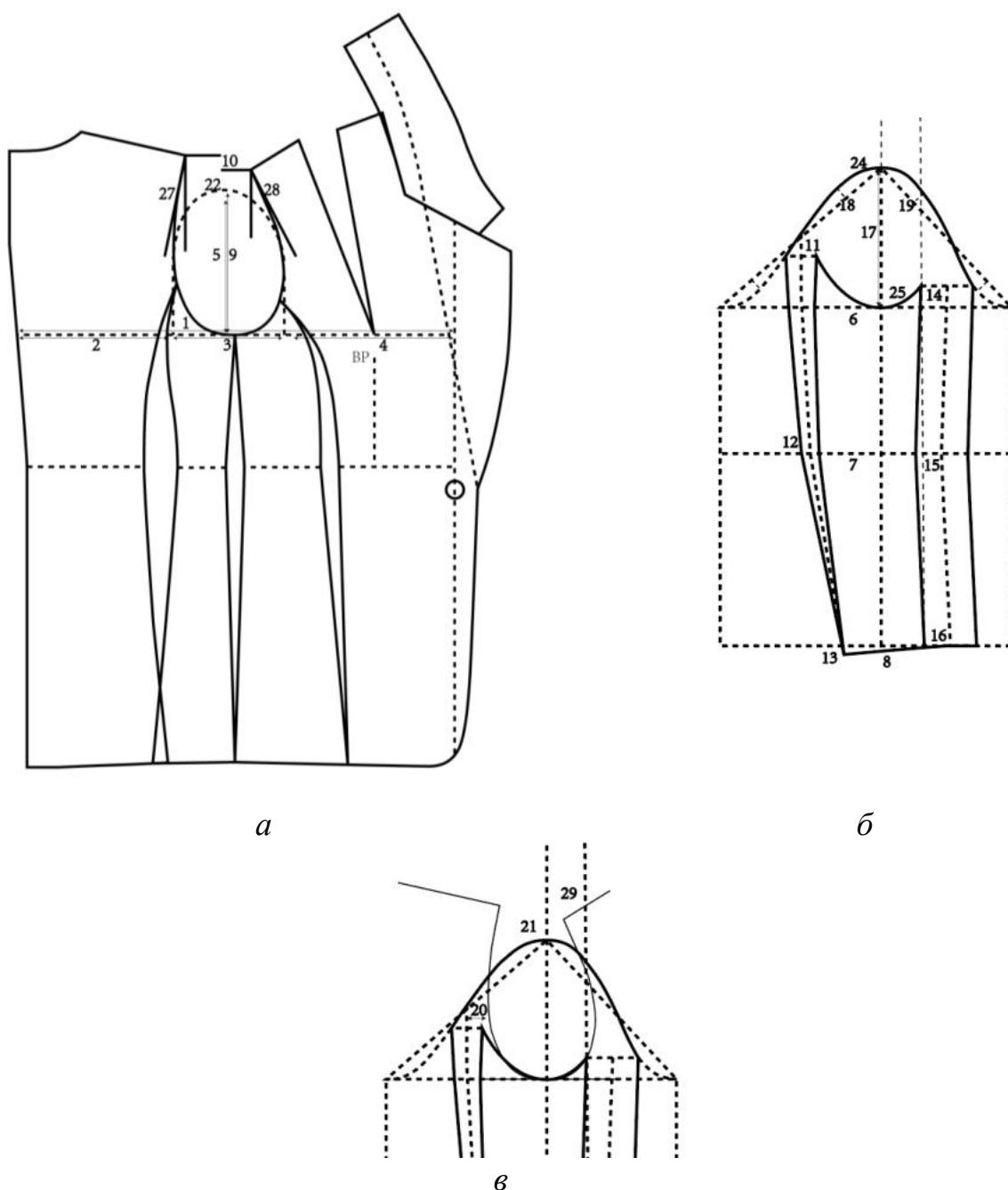


Рисунок 2.3 - Схема параметрических измерений: *а* - стан, *б* - рукав, *в* - окат рукава

Все параметризованные данные деталей были отсортированы и проанализированы с помощью Excel и SPSS. Создание файлов данных является основной задачей управления данными и статистического анализа. Создание точных и качественных данных может обеспечить точность и научную обоснованность результатов анализа.

Все показатели параметров из таблицы 2.1 были измерены, отсортированы и проанализированы. Более подробная информация о базе данных

параметризации приведена в Приложении С. При этом соответствующая база данных была построена с использованием MicrosoftAccess и зарегистрирована в России [163].

2.2.4. Диапазон параметров чертежей

Хорошо известно, что конструктивные прибавки определяют посадку при носке. Несколько прибавки были перечислены в таблице 2.2.

Параметрические показатели из таблицы 2.2, включающие прибавки (E_{BG}), E_{AD} , AHD , AHD_B (поскольку в китайском стандарте нет такого показателя AHD_B , то был использованы аналогичные результаты из российского стандарта, $AHD_B=10$ см [150]), толщина плечевой накладки 0.5 см), обхват плеча (E_{AG}), обхват локтя (E_{EG}), обхват запястья (E_{WG}).

Таблица 2.2 - Диапазоны конструктивных прибавок

Название параметрического индекса	Диапазон, см	
	Минимум	Максимум
E_{BG}	7.48	19.12
$E_{AD} = AHD - AHD_B$	4.3	9.2
E_{AG} (обхват руки 27 см)	3.64	12.27
E_{EG} (обхват локтя 22 см)	6.02	14.63
E_{WG} (обхват запястья 15 см)	8.96	18.72
Sleeve $\Delta = SCL - AHL$	1.5	5.13
$P_{sleeve \Delta} = \frac{SCL - AHL}{AHL} * 100\%$	3.16%	11.18%

Существующие системы построения лекал в значительной степени полагаются на метод проб и ошибок для получения удовлетворительных результатов и редко объективно указывают на требования к легкости выполнения или понимания параметров лекал. База данных в виде обучающей выборки была создана для получения параметров, позволяющих выявить потенциальное несоответствие между деталями.

2.3. Статистическая проверка показателей обучающей выборки

Было отобрано 82 образца жакетов. Для целей обоснованности последующих экспериментов объем обучающей выборки был рассчитан с помощью программного обеспечения PASS15 по уравнению (2.1) [54].

$$n = \frac{Z^2 + SD^2}{d^2}, \quad (2.1)$$

где n - число предполагаемого объема выборки, Z - стандартная нормальная переменная (в данном исследовании, при использовании 90% доверительного интервала, $Z = 1,645$), SD - стандартное отклонение переменной, d - абсолютный предел ошибки (в данном исследовании d был установлен как 5% от среднего значения, что достаточно для эксперимента).

Таблица 2.3 - Состав обучающей выборки

№	Индекс измерения	SD, см	Среднее арифметическое, см	d, см	n
1	E _{BG}	1.18	6.74	0.34	35
5	E _{AD}	0.79	15.97	0.80	5
6	E _{AG}	1.74	6.72	0.34	73
7	E _{EG}	1.58	7.92	0.40	45
8	E _{WG}	1.81	10.97	0.55	32
9	AHD	0.79	16.47	0.82	5
17	SCH	0.67	16.29	0.81	4
20	Расстояние между вершиной локтевого шва рукава и проймой спинки	0.56	2.95	0.15	40
22	AHL	1.84	46.89	2.34	4
23	Sleeve Δ	0.67	3.56	0.18	40
24	Длина оката верхней части рукава	2.65	31.93	1.60	10
25	Длина оката нижней части рукава	2.27	18.40	0.92	19
26	SCL	1.98	50.28	2.51	4
27	Степень наклона SP плечевой линии на спинке	2.6	12.68	0.63	48
28	Степень наклона SP плечевой линии на полочке	2.97	30.62	1.53	13

В соответствии с опытом производителей лекал, из таблицы 2.1 были выбраны основные показатели измерения параметров лекал для оценки размера выборки. Как показано в таблице 2.3, минимальный расчетный размер учебной выборки составил 73 (по прибавке к обхвату плеча E_{AG}). Поэтому отобранные 82 чертежа были достаточны для последующего эксперимента.

2.4. Построение надежной системы субъективной оценки

Эффективная оценка посадки выгодна для индустрии моды, поскольку она может уменьшить количество одежды, забракованной в примерочной или возвращенной после покупки. Трудно дать точное определение посадки по субъективной оценке, хотя некоторые общие стандарты посадки являются общими для всех отраслевых оценок. Эти различия могут быть обусловлены восприятием посадки разными оценщиками и типом посадки в моде. У каждого может быть свое правильное восприятие посадки. Однако различия могут помешать установлению постоянного стандарта [8]. Поэтому возникает необходимость установить несколько рекомендуемых правил для надежной субъективной оценки посадки.

Нами были предложены два метода субъективной оценки посадки. Один метод основан на методе испытаний ААТСС для тканей (рис. 1.11), другой - на сегментации внешнего вида жакета (рис. 1.15). Эти два метода могут быть использованы в сочетании друг с другом для достижения надежного результата субъективной оценки.

2.4.1. Правила субъективной оценки

Оценщики анализируют соответствие путем наблюдения, что по своей сути является субъективным процессом [8, 77]. Различие концепций влияет на оценку соответствия. В данном исследовании было использовано несколько методов, чтобы максимально повысить надежность субъективной оценки.

1. Использование шкалы оценок

В результате анализа литературы было установлено, что визуальная оценка одежды на фигуре или манекене по-прежнему является неотъемлемым методом сенсорного анализа. Однако для оценки рукавов женского жакета он все еще недостаточно надежен. Часто используемым методом оценки сминаемости ткани при экспертизе в материальной промышленности является тест ААТСС. Этот метод был впервые введен ААТСС (Американской ассоциацией текстильных химиков и колористов) для оценки внешнего вида тканей в 1963 году [62]. Эталонная шкала оценки рукавов была взята из идеи ААТСС и основана на ней, чтобы разделить женские жакеты повнешнему виду на пять классов. Этот эталон оценки может эффективно помочь субъективному оценщику сделать надежный результат.

Как показано на рис. 2.4, женские жакеты были разделены на пять классов. В процессе оценки посадки эксперт мог сравнить эталонное изображение с анализируемым рукавом, что повышало надежность оценки.



Рисунок 2.4 - Шкала оценок и соответствующая семантика для оценки: *а* - Отлично, *б* - Хорошо, *в* - Удовлетворительно, *г* - Неудовлетворительно, *д* - Плохо

2. Оценка экспертов

В соответствии с главой 1.4.2, в субъективной оценке соответствия участвовали пять экспертов.

3. Инструктаж экспертов до проведения оценки

Хотя все пять экспертов имели достаточный опыт, для обеспечения надежности, было проведено обучение, направленное на адаптацию требований к женскому жакету. В руководстве ААТСС упоминается, что эксперты должны быть достаточно хорошо обучены, чтобы самостоятельно оценивать образцы.

4. Разделение по внешнему виду для оценки посадки

Проще всего, возможно, было попросить ответить "да" или "нет" на вопрос для тестирования [109], одной только шкалы оценки было недостаточно, так как речь шла об общем сравнении оцениваемого жакета с эталоном. Для исследования распределения дефектов на жакете эксперты использовали тот же метод (глава 1.4.2, приложение А). Внешний вид поверхности жакета был разделен на 19 областей на трех видах (как на рис. А.2). Каждая область имела две оценки - "0" и "1", где "0" означает, что область не имеет дефектов, а "1" означает, что она имеет дефекты.

2.4.2. Процедура субъективной оценки

Процедура оценки была следующей.

1. Образец тренировочного рукава для оценки

В программе ETCAD перерисовывали собранные 82 чертежа, измеряли параметры в соответствии с таблицей 2.1, затем экспортировали файл общего формата ".dxf" в виртуальную среду программного обеспечения Clo3D для виртуального сшивания.

2. Субъективная оценка соответствия

82 виртуальных жакета были субъективно оценены с помощью эталонной шкалы оценки и разделены по внешнему виду поверхности. Во-первых, сравнивали смоделированный виртуальный рукав с эталоном на рис. 2.4 для получения базового результата оценки. Все жакеты были оценены по пяти

классам (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно, плохо). Во-вторых, поверхность была разделена на 19 областей. Каждую область оценивали как "1" или "0", затем все оценки суммировали. Таким образом, можно было получить более надежный результат субъективной оценки посадки. В таблице 2.4 показан уровень посадки всех 82 смоделированных жакетов.

Таблица 2.4 - Оценка уровня посадки смоделированных жакетов

Статистические показатели	Сумма по шкале оценок					Вне шкалы	Всего
	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно	Плохо		
19 зон, три вида	0	1-2	3-4	5-6	≥ 7	/	/
Количество образцов	21	25	18	7	5	6	82
Доля, %	26	30	22	9	6	7	100

Как показано в табл. 2.4, результаты субъективной оценки по эталонной шкале соответствуют друг другу. Например, отсутствие дефектов указывает на идеальную посадку, количество дефектов от 1 до 2 - на хорошую посадку и т.д. В таблице D.1 Приложения D показана подробная информация о степени посадки каждого виртуального образца.

Последовательная шкала оценок и разделение на области несоответствия имеет потенциальное преимущество: оценки можно легко корректировать. Другими словами, пять оценок могут быть объединены в две, три или четыре оценки в соответствии с требованиями последующего эксперимента. Например, в таблице 2.4 перечислены пять оценок, поскольку чем больше оценок, тем меньше различия между соседними оценками. Предположим, что для эксперимента требуется только три уровня. Путем переопределения областей несоответствия может легко изменить пять степеней на три.

78% рукавов соответствует критериям отлично, хорошо, удовлетворительно, что означает приемлемость большинства образцов, используемых в данном исследовании. Этот результат косвенно свидетельствует о рациональности обучающей выборки для исследования.

2.4.3. Порог допустимой погрешности разработанного метода

Для того, чтобы исследовать порог допустимости разработанной выкройки рукава женского жакета при субъективной оценке, был проведен следующий эксперимент:

1. Выбирали идеальный чертеж из базы данных (как показано на рис. 2.5, а), использовали его в качестве основы, изменяли пять параметров: SCH, SCW, локтевой пережат (ESD), передний пережат (FSD) и направление долевой нити.

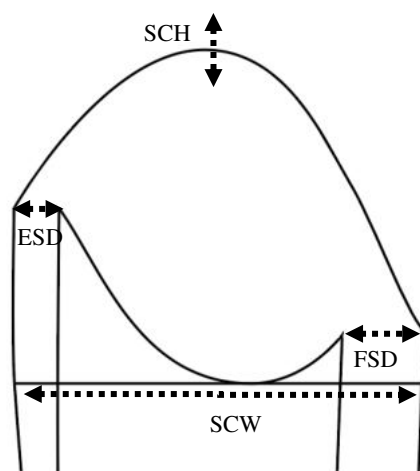
2. Интервал для ESD и FSD составлял 2 см, SCH и SCW - 1 см, а направление долевой нити – вдоль и под углом 45°. Вторую оценку проводили с половинным интервалом, если эксперт считал, что трудно определить порог.

3. В Clo3D моделировали все варианты плохой посадки. Все смоделированные рукава на пяти улучшенных контрастных изображениях показаны в Приложении Е для лучшего сравнения.

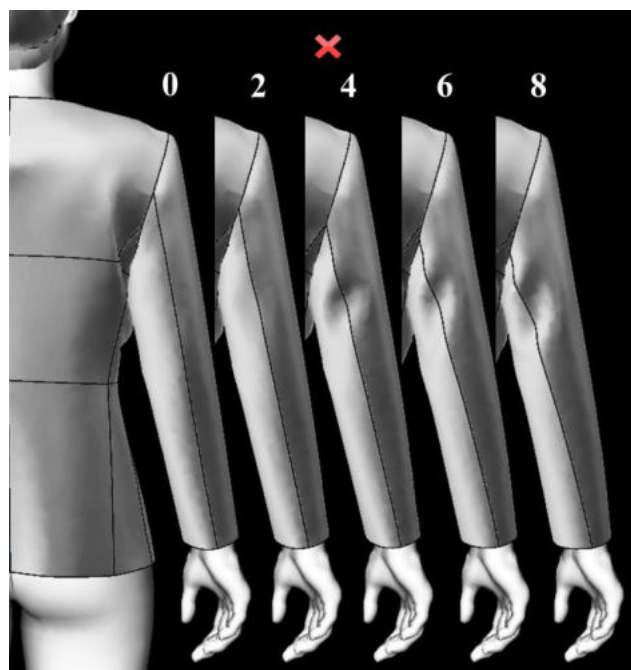
На рис. 2.5,б показано влияние ESD-деформации, которая последовательно изменялась от 0 до 8 см, при этом наблюдается явная складка на расстоянии 4 см (красная метка х, расположенная в верхней части локтевого шва). Один эксперт указал на небольшую складку на уровне 2 см. Только один эксперт из пяти решил, что это неправильная складка, поэтому 2 см все еще находится в пределах допустимого диапазона для хорошей посадки.

4. Относительно направления долевой нити эксперимент показал, что Clo3D не реагирует на изменение раскроя (приложение Е).

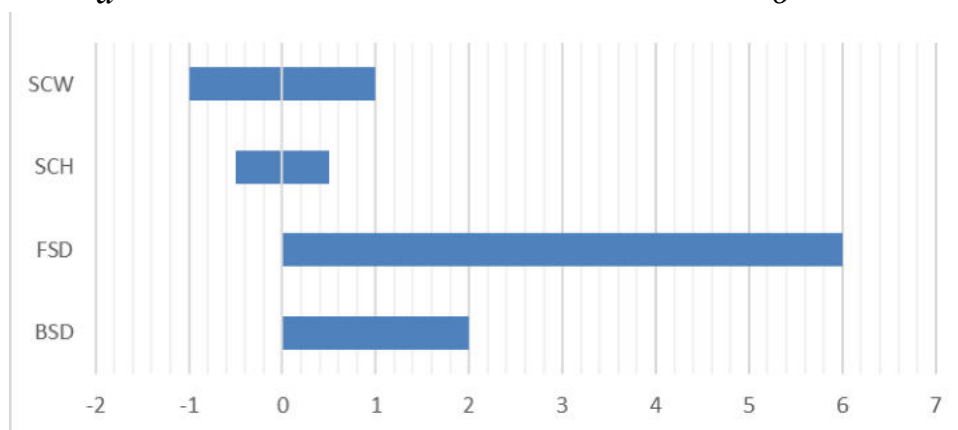
5. На рис. 2.5,в показан окончательный результат порогов допустимого расхождения в виде диапазонов: для SCW -1 до 1 см, SCH - от -0,5 до 0,5 см, FSD - 0 - 6 см, BSD - 0 - 2 см.



а



б



в

Рисунок 2.5 - Эксперимент по определению допустимого несоответствия между ощущениями людей: а - схема измерения и деформации SCH, SCW, ESD, FSD, б - смоделированные рукава с деформацией ESD, в - порог допустимого несоответствия для SCH, SCW, ESD, FSD

Результат эксперимента показал, что толерантность каждого эксперта была разной. Использование окончательного мнения пяти экспертов позволило получить более точные результаты субъективной оценки. Например, при гарантии, что на поверхности не появятся складки, SCH можно увеличивать на 0,5 см, в то время как FSD до 6 см.

Заключение после главы 2

1. На основе определения размерного варианта аватара и метода конструирования Бунка собрана и систематизирована обучающая выборка в виде 82 чертежей женских жакетов.
2. Выполнено графоаналитическое описание чертежей и сформирована база данных их показателей.
3. Для обеспечения достоверности последующих экспериментов была проведена валидация и доказана достаточность выборки.
4. Для субъективной оценки посадки была установлена шкала оценки из пяти уровней, основанная на сегментации поверхности жакетана 19 областей.
5. Был исследован диапазон допустимых отклонений конструктивных параметров оката рукава на возникновение дефектов.

ГЛАВА 3. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ УЗЛА "РУКАВ-ПРОЙМА"

Сборка проймы рукава - это сложный процесс перехода от двухмерного чертежа к трехмерному изделию, на который влияют структура чертежа; выбор ткани и фурнитуры; направление нитей основы и утка при раскрое деталей; условия пошива и т.д. Согласно традиционным представлениям, только после пошива можно узнать, соответствует ли рукав размеру или нет, затем исправляют это несоответствие.

В этой главе были созданы несколько новых баз данных и критериев и разработана программа в Python для облегчения использования результатов, что помогло предсказать дефекты до пошива.

Результаты, полученные в этой главе, опубликованы в трех работах [155, 157, 161].

3.1. Методы и материалы исследования

3.1.1. Программное обеспечение исследования

Для построения чертежа жакета и разметки деталей использовали программу ETCAD для 2D CAD одежды. Для моделирования рукавов использовали программу Clo3D. Программу трехмерного моделирования MAYA (Autodesk, США) использовали для измерения координат точек. Для статистического анализа критериев использовали программы Excel и SPSS. Python-Matplotlib для построения графиков, а Spyder-IDE для разработки компьютерных модулей.

3.1.2. Характерные точки для матрицы (2D критерии)

На рис. 3.1 и в табл. 3.1 показаны четыре характерные точки на пройме и три характерные точки на окате рукава, которые отвечают за разработку матрицы.

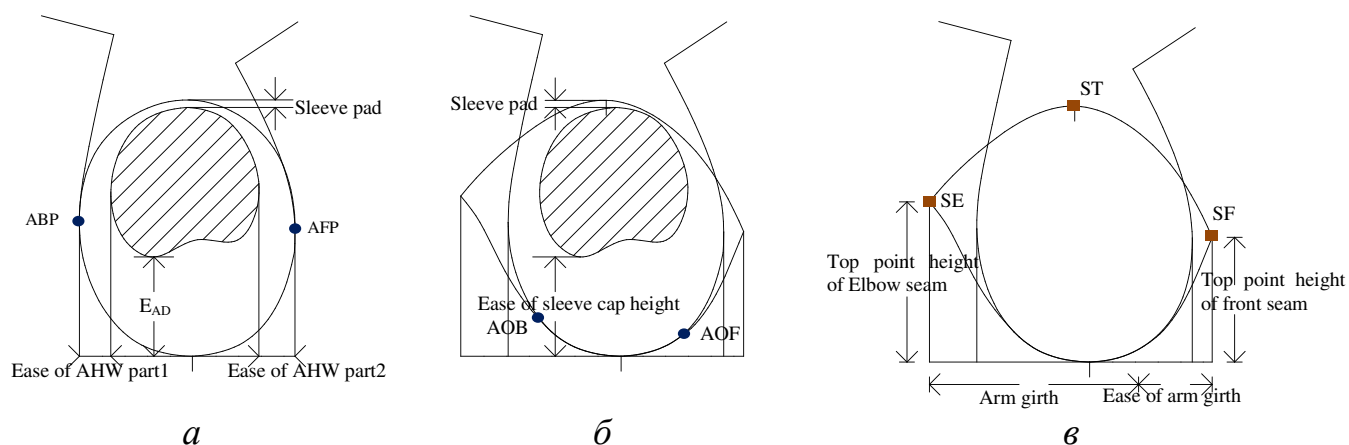


Рисунок 3.1 - Расположение характерных точек: *а* - АВР и АФР, *б* - АОВ и АОФ, *в* - SE, ST и SF

Таблица 3.1 - Описание характерных точек для матрицы

Символ	Точки схемы проймы	Символ	Точки на окате рукава
ABP	Соответствует заднему углу подмышечной впадины	SE	Вершина локтевого сгиба
AFP	Соответствует переднему углу подмышечной впадины	ST	Верхняя точка оката рукава
AOB	Точка на диагонали спинки	SF	Верхняя точка переднего сгиба
AOF	Точка на диагонали полочки	/	/

Как показано на рис. 3.1, параметры АВР, АФР унаследованы от рис. 2.2, а SE, ST и SF - от рис. 1.7. АОВ и АОФ - это новые опорные точки для исследования матрицы.

3.1.3. Точки для сборки рукава с проймой (3D-критерии)

На рис. 3.2 и в табл. 3.2 показан набор точек для втачивания рукава в пройму, которые имеют сходства и различия с предыдущим набором точек для матрицы.

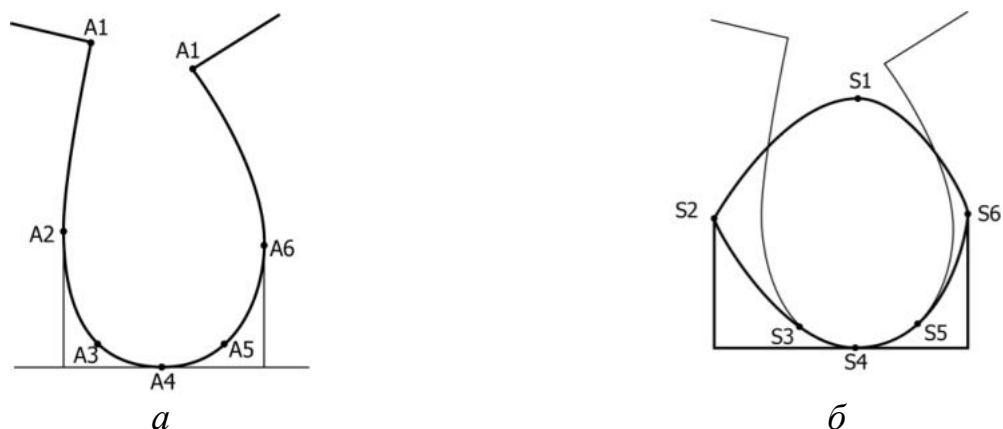


Рисунок 3.2 - Расположение характерных точек в узле рукав-пройма: *а* - характерные точки на пройме, *б* - характерные точки на закрытом окате рукава

Как показано на рис. 3.2, шесть точек расположены на окате рукава и шесть точек на пройме. Эти точки будут использованы для определения координат при сборке.

Как показано в табл. 3.2, несколько характерных точек унаследованы из табл. 3.1, это A2, A3, A5, A6, S1. Другие точки добавлены в соответствии с требованиями эксперимента. Например, S2 (рис. 3.2,б) и SE (рис. 3.1,б) выглядят довольно похоже, но S2 находятся на одинаковом расстоянии от A4 и A2 в соответствии с требованием эксперимента.

Таблица 3.2 - Описание характерных точек для сборки рукава с проймой

Символ	Точки схемы проймы	Символ	Пункты схемы закрытого рукавного колпака
A1	Верхняя точка	S1	Верхняя точка
A2	Точка касания вертикали к пройме спинки	S2	Вершина локтевого сгиба
A3	Точка на пересечении диагонали с проймой спинки	S3	Точка на границе полной накладываемости проймы и оката рукава на спинке
A4	Нижняя точка проймы	S4	Нижняя точка проймы и оката
A5	Точка на пересечении диагонали с проймой полочки	S5	Точка на границе полной накладываемости проймы и оката рукава на полочке
A6	Точка касания вертикали к пройме полочки	S6	Вершина переднего сгиба

3.2. Модель матрицы узла «пройма-рукав»

Идеальное соединение рукава и проймы - сложный процесс. В целом, эмпирические методы построения выкройки стремятся дать некоторую посадку рукава, требуя постоянной модификации при пошиве образцов [112]. Для того, чтобы ускорить этап модификации, была разработана матрица, целью которой является прогнозирование посадки рукава в пройме перед пошивом и выявление проблемы неправильной посадки.

Результат субъективной оценки по пятибалльной шкале оценок был представлен в таблице 2.4. Однако пять оценок соответствия были слишком подробными для данного эксперимента. В данном исследовании использовались только две оценки - идеальное соответствие и несоответствие.

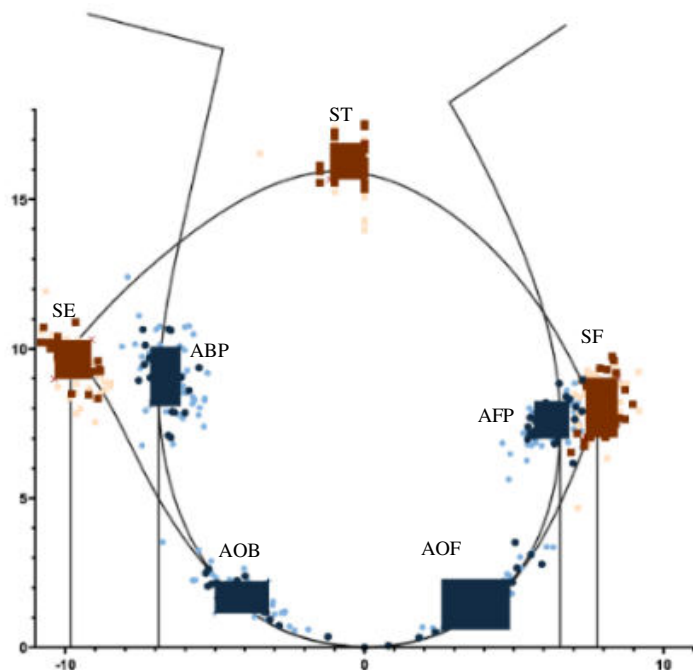


Рисунок 3.3 - Границы диапазонов характерных точек на пройме и рукаве

Точки перекрытия были установлены, начиная от самой низкой точки проймы и заканчивая высшей точкой оката рукава соответственно. На рис. 3.3 показано распределение координат характерных точек и границы их диапазонов. Синий и коричневый цвета обозначают пройму и рукав, а темный и светлый - прилегание и несоответствие, соответственно. Необходимо отметить, что

прямоугольники состоят из средних координат точек и отклонения от нормы. Данный диапазон посадки установлен для типичного китайского размера тела (как в таблице 1.7) и длине проймы 43,32 - 54,35 см.

Как показано в таблице 3.3, каждый из этих прямоугольников соответствует двум числам по оси X и оси Y. Матрица для идентификации дефектов показана на рис. 3.4.

Таблица 3.3 - Диапазон координат идеального соответствия

Характерные точки	Расположение в координатах X-Y	
	X	Y
ABP	$-7.16 \leq i \leq -6.14$	$8.09 \leq i \leq 10.07$
AOB	$-5.01 \leq i \leq -3.21$	$1.14 \leq i \leq 2.23$
AOF	$2.57 \leq i \leq 4.86$	$0.59 \leq i \leq 2.29$
AFP	$5.67 \leq i \leq 6.84$	$6.99 \leq i \leq 8.26$
SE	$-10.37 \leq i \leq -9.13$	$8.99 \leq i \leq 10.31$
ST	$-1.15 \leq i \leq 0.03$	$15.67 \leq i \leq 16.89$
SF	$7.40 \leq i \leq 8.48$	$7.04 \leq i \leq 9.02$

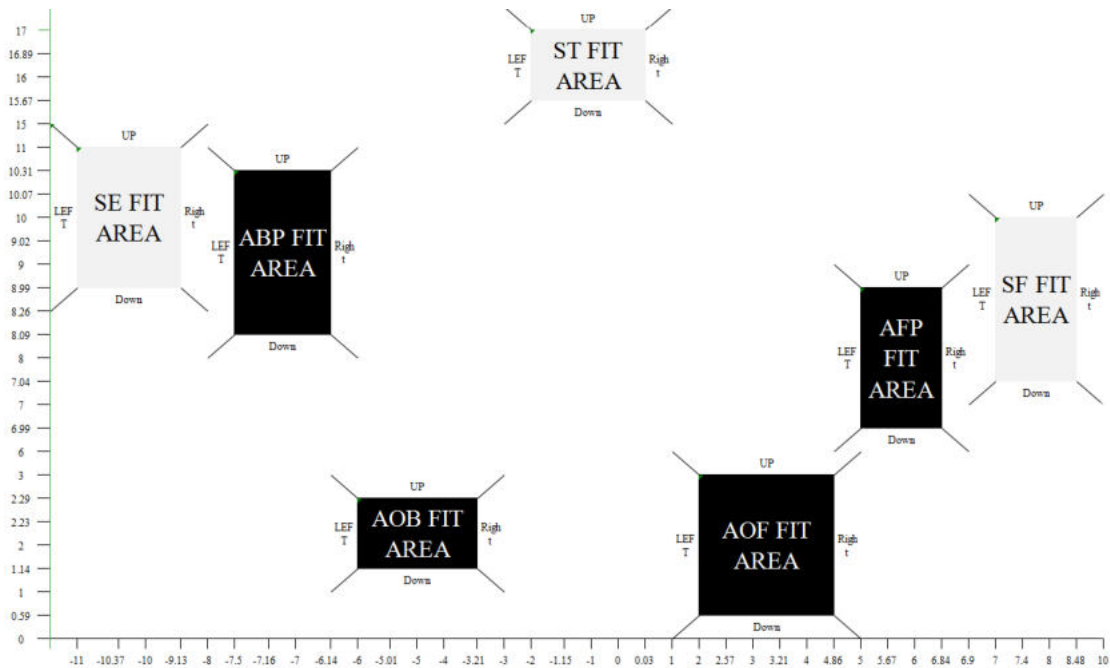


Рисунок 3.4 - Матрица для определения дефектов

Например, если чертеж рукава и стана совершенно новые, то для того, чтобы узнать, подходит ли он друг другу, нужно выполнить всего три шага. Во-первых, определить координаты точек; во-вторых, измерить их координаты; в-третьих, сравнить их с матрицей. Если все опорные точки расположены в

прямоугольниках идеальной посадки, то рукавподходит для соединения с проймой. В противном случае, в таблице 3.4 перечислены несколько распространенных ситуаций неправильного совмещения, где подробно описаны причины неправильного совмещения, выражение дефекта и возможные способы его устранения.

Таблица 3.4 - Детализация ситуаций несоответствия

Причинадефекта	Выражение дефекта	Возможные места расположения характерных точек
1. Глубина проймы недостаточна	Неудовлетворенность при подъеме рук	Точку АОВ в зоне посадки переместить вверх, точку АOF переместить вверх
2. Слишком большая глубина проймы	Складки в подмышечной впадине	Точка АОВ опустить вниз, точку АOF опустить вниз
3. Высота оката рукава слишком большая	Избыточные горизонтальные складки на окате рукава	Поместить точку ST вверх
4. Высота оката рукава недостаточна	Складки на окате рукава	Точку ST переместить вниз
5. Ширина рукава слишком узкая	Горизонтальные складки на окате рукава	Точку SE сместить влево, точку SF сместитьвправо

В данном эксперименте была предложена матрица для характерныхточек рукава и проймы для оценки посадки и выявления потенциальных дефектов несоответствия перед пошивом. Поскольку эксперимент был основан на плоской выкройке, результаты являются ориентировочными и нуждаются в дальнейшем изучении в трехмерной среде.

3.3. Моделирование проймы рукава для оценки посадки

3.3.1. Геометрическая модель

Для параметризации сборки проймы были выбраны следующие условия. Исходная точка была задана на SP аватара, встроенного в Clo3D. На рис. 3.5,а показан DT проймы. Плоскость соответствует естественному повороту в

пространстве линии сочленения руки и туловища. Предполагается, что линия шва проймы будет лежать на этой плоскости или близко к ней после втачивания рукава.

На рис. 3.5,б показаны точки привязки на трехмерной геометрической модели оката рукава и проймы. Эти точки необходимы координаты во время виртуального сшивания. Точки A1 - A6 и S1 - S6 соответствуют друг другу. Другими словами, после имитации шитья, A1 и S1 станут сшитой парой. Остальные точки также соответствуют друг другу.

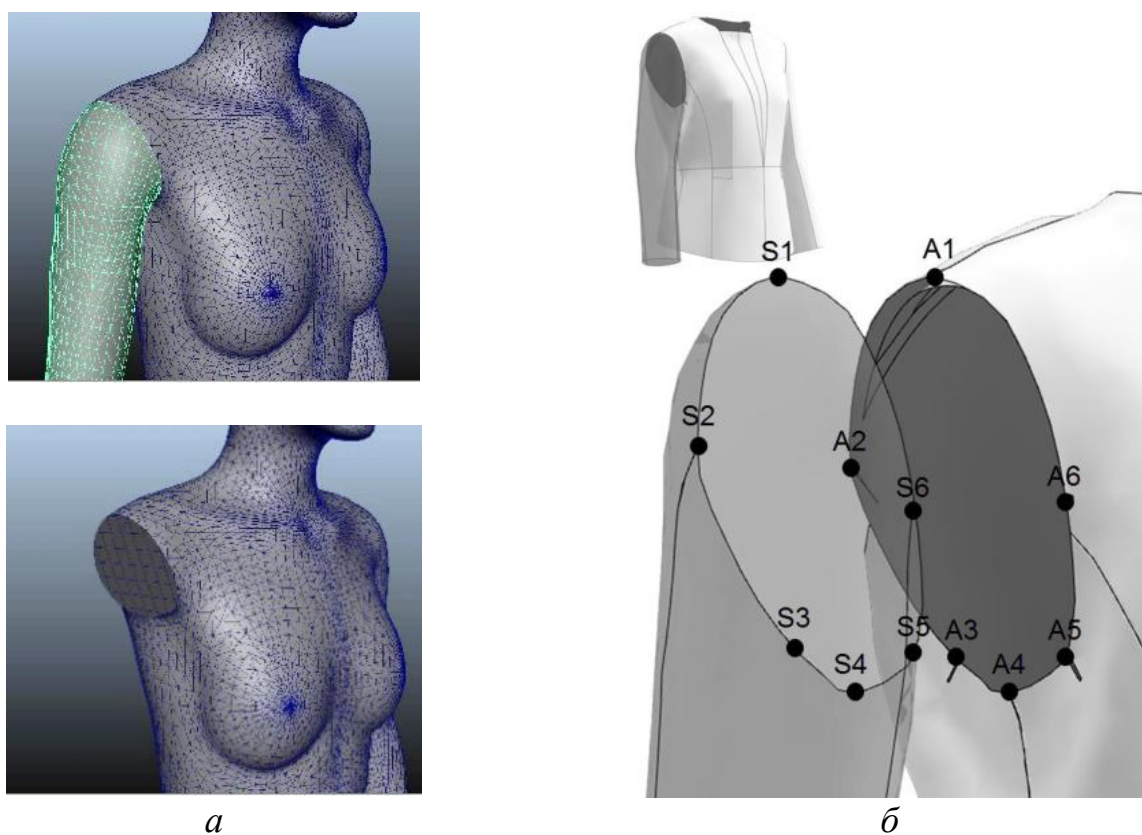


Рисунок 3.5 - Геометрическая модель соединения рукава и проймы: *а* - нахождение ST, *б* - расположение характерных точек на участке рукав-пройма

3.3.2. Виртуальная примерка для оценки и прогнозирования посадки

Все 82 виртуальных жакета были смоделированы в программе Clo3D, которые участвовали в субъективной оценке. В соответствии с предыдущими правилами субъективной оценки (как в главе 2.4) и реальной ситуацией эксперимента, пять оценок были скорректированы на четыре (отлично, хорошо,

подходит, плохо) и две оценки (отлично, не подходит), адаптированные к экспериментальным требованиям. При этой оценке проверялись два показателя: (1) состояние поверхности рукава - гладкая или негладкая, со складками и морщинами или без них; (2) соответствие между рукавом и рукой в свободном естественном положении.

Python-Matplotlib - это комплексная библиотека для интерактивной визуализации в среде Python. С помощью этой библиотеки в среде Python можно построить весь 3D график разброса координат характерных точек. После моделирования рукавов с помощью программы Maya было получено расположение 12 характерных точек, которые представляли собой сшитые пары, описанные ранее. В ходе предварительных экспериментов было обнаружено, что координаты характерных точек (А1 - А6) были смещены и изменены после сборки, что сделало результаты эксперимента недостаточно удовлетворительными. Поэтому на рис. 3.6,а показаны точки проймы до сборки.

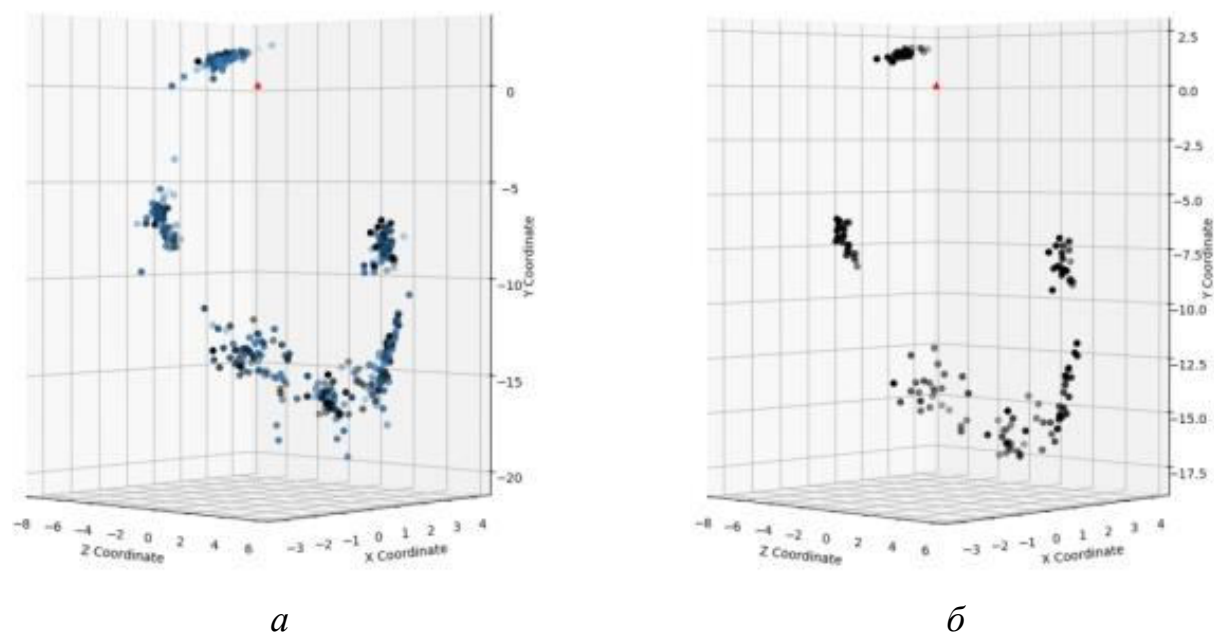


Рисунок 3.6 - Пространство характерных точек шва проймы: *а* - для всех 82 виртуальных пиджаков, *б* - для 26 пиджаков с идеальной посадкой

Как показано на рис. 3.6,а, все характерныеточки проймы были отсортированы по четырем цветам (черный, темно-синий, синий, светло-голубой), которые отражают субъективные оценки. Можно заметить, что хотя шесть точек

признаков имеют разную степень дискретности, черные точки (идеальная посадка) были относительно сконцентрированы.

Как показано на рис. 3.6,б, даже на диаграмме рассеяния для категории идеального соответствия, координаты характерных точек A3, A4, A5 были более дискретными, чем A1, A2, A6. Координаты характерных точек были отсортированы и проанализированы в таблице 3.5. Как показано в таблице 3.5, координаты точек и критерии Δ были определены в пределах идеальной посадки. Критерии выражались в виде дроби: числитель представлял точки на исходной линии проймы стана, а знаменатель - точки в виртуальном шве проймы.

Таблица 3.5 - Критерии оценки соответствия точек в узле пройма-рукав

№	Номинальные координаты точек (в числителе - по линии проймы, в знаменателе - по линии оката), см, и допустимые отклонения от них как критерии Δ , не приводящие к дефектам					
	для фронтальной проекции, см		для фронтальной и профильной проекций, см		для профильной проекции, см	
	x	Δx	y	Δy	z	Δz
$\frac{A_1}{S_1}$	$\frac{(0,26...1,78)}{-1,73...0,04}$	$\frac{-1,02 \pm 0,76}{-0,88 \pm 0,85}$	$\frac{0,58...1,03}{1...1,67}$	$\frac{0,8 \pm 0,22}{1,33 \pm 0,34}$	$\frac{0,26...0,99}{-(0,1...0,81)}$	$\frac{0,63 \pm 0,37}{-0,46 \pm 0,35}$
$\frac{A_2}{S_2}$	$\frac{(0,13...1,03)}{0,33...1,15}$	$\frac{-0,58 \pm 0,45}{0,74 \pm 0,41}$	$\frac{-(6,54...8,76)}{-(6,22...8,49)}$	$\frac{-7,65 \pm 1,11}{-7,35 \pm 1,14}$	$\frac{-(5,93...6,52)}{-(6,94...7,69)}$	$\frac{-6,22 \pm 0,3}{-7,32 \pm 0,37}$
$\frac{A_3}{S_3}$	$\frac{(0,06...1,86)}{1,76...3,61}$	$\frac{-0,96 \pm 0,9}{2,68 \pm 0,93}$	$\frac{-(13,11...16,58)}{-(12,43...16,5)}$	$\frac{-14,84 \pm 1,73}{-14,46 \pm 2,03}$	$\frac{-(0,79...5,07)}{-(2,78...6,04)}$	$\frac{-2,93 \pm 2,14}{-4,41 \pm 1,63}$
$\frac{A_4}{S_4}$	$\frac{-2,61...+0,45}{3,02...4,29}$	$\frac{-1,08 \pm 1,53}{3,65 \pm 0,64}$	$\frac{-(15,08...17,59)}{-(14,61...17,41)}$	$\frac{-16,33 \pm 1,25}{-16,01 \pm 1,4}$	$\frac{-0,64...0,74}{-(0,18...2,23)}$	$\frac{0,05 \pm 0,69}{-1,21 \pm 1,03}$
$\frac{A_5}{S_5}$	$\frac{-1,16...+0,61}{2,79...3,84}$	$\frac{-0,28 \pm 0,88}{3,32 \pm 0,53}$	$\frac{-(12,05...16,65)}{-(11,81...16,96)}$	$\frac{-14,35 \pm 2,3}{-14,38 \pm 2,58}$	$\frac{1,25...5,41}{-0,85...3,71}$	$\frac{3,33 \pm 2,08}{1,43 \pm 2,28}$
$\frac{A_6}{S_6}$	$\frac{0,12...0,9}{1,54...2,44}$	$\frac{0,51 \pm 0,39}{1,99 \pm 0,45}$	$\frac{-(7,32...9,47)}{-(6,92...9,26)}$	$\frac{-8,39 \pm 1,08}{-8,09 \pm 1,17}$	$\frac{5,82...6,26}{4,17...4,79}$	$\frac{6,04 \pm 0,22}{4,48 \pm 0,31}$

Примечание: знак "+" указывает положение точки на положительной части оси, а знак "-" на отрицательной.

Столбцы x , y , z представляют диапазон каждой точки критерия. Столбцы Δx , Δy , Δz представляют средние значения с допуском. Посадка рукава может быть спрогнозирована путем проверки координат характерных точек, если они находятся в пределах или за пределами допустимого диапазона.

Два наиболее значительных значения дисперсии были получены для лежащих на границах полной накладываемости нижних участков проймы и

оката А3 и А5, что соответствует рис. 3.6,б. Одной из причин является большая разница в длинах этих участков (при разметке точек А3 и А5 плоские шаблоны накладывали друг на друга, как показано на рис. 3.2,б). Кроме того, точка А4 имеет вторую по величине дисперсию. Это объясняется тем, что точка А4 находится в самом низу проймы.

Напротив, расположение других точек относительно стабильно. Самой стабильной точкой была высшая точка оката и проймы А1. Плечевая накладка ограничивает движение этой точки.

Сравните допуски числителя и знаменателя в столбцах Δx , Δy и Δz . Большинство допусков числителя было меньше, чем знаменателя (числитель представляет координату до сборки рукава, знаменатель - после виртуальной сборки рукава), этот результат подтверждает выводы предыдущего предварительного эксперимента о том, что координата точки привязки может сместиться после сборки. Поэтому числитель с относительно более высокой достоверностью можно использовать для оценки и прогнозирования посадки. Однако более высокая достоверность числителя не означает, что знаменатель исключается. Оба они могут быть использованы для оценки посадки проймы и рукава из-за сложной ситуации со сборкой. В Приложении F приведены подробные координаты характерных точек всех учебных образцов.

Для анализа координат, диапазона критериев и отклонений от соответствия, все точки с тремя направлениями были преобразованы к нулевому началу для удобства сравнения. На рис. 3.7 показано, что все значения координат были разделены на диапазоны соответствия (темно-синий) и несоответствия (светло-синий). Все диапазоны соответствия «вклиниваются» в диапазон несоответствия. Если значения координат точек выходят за пределы диапазона подгонки, то возникает дефект.

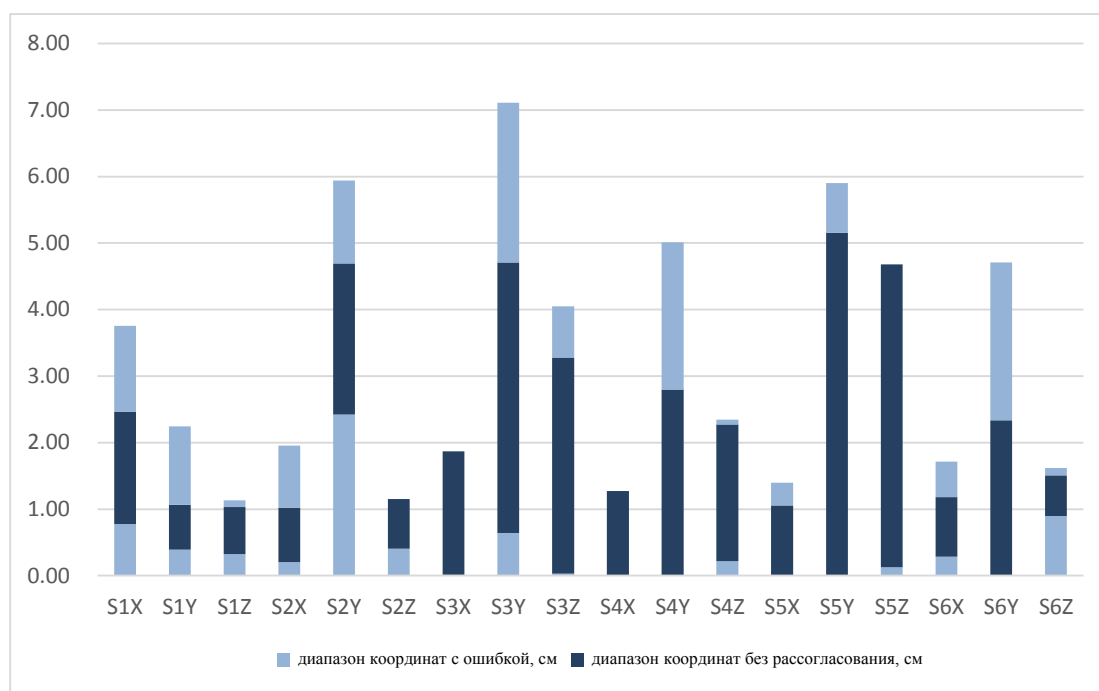


Рисунок 3.7 - Диапазоны координат после сборки рукава

На этом столбчатом графике диапазоны в направлении u значительно более заметны, чем в других направлениях, что говорит о том, что характерные точки имеют тенденцию к смещению в направлении u . На столбцах $S3x$ и $S4x$ оба диапазона совпадают, что говорит о том, что эти две характерные точки не движутся в направлении x .

3.3.3. Прогнозирование посадки рукава

В предыдущем разделе можно было оценить посадку в виртуальной среде с помощью характерных точек.

В процессе преобразования результатов 3D виртуальной примерки в 2D плоскую выкройку потребовалось разделить дополнительную переменную для выбора рукава, которая используется для повышения точности данного метода. Исходя из результатов предыдущего эксперимента, были выбраны две переменные – посадка по окату рукава Δ и длина линии проймы АНЛ.

В таблице 3.6 показано, что по длине линии проймы АНЛ все чертежи были кластеризованы на пять категорий методом K -means, представляющего собой итеративный алгоритм кластерного анализа, который предварительно

классифицирует данные на K групп. Центр кластеризации и присвоенные им объекты представляют собой кластер. Для каждого назначенного образца центр кластера пересчитывается на основе существующих в кластере объектов. Этот процесс может повторяться до тех пор, пока не будет выполнено некоторое условие завершения. Условием завершения может быть отсутствие (или минимальное количество) перераспределения объектов в разные кластеры, отсутствие (или минимальное количество) повторного изменения центров кластеров, а также минимизация квадрата ошибки и локального минимума.

Таблица 3.6 - K-means кластеры АНЛ каждого образца

Номер образца	Кластерная группа	расстояние	Номер образца	Кластерная группа	расстояние
1	2	3	4	5	6
1	2	0.248	43	4	0.255
2	1	0.674	44	5	0.084
3	1	0.336	45	2	0.582
4	4	0.625	46	5	0.656
5	5	0.536	47	5	0.214
6	4	0.245	48	5	0.084
7	2	0.232	49	2	0.708
8	4	0.415	50	1	0.146
9	4	0.755	51	2	0.362
10	4	0.555	52	2	0.382
11	1	0.524	53	5	1.034
12	4	0.275	54	5	0.614
13	4	0.115	55	2	0.378
14	1	0.016	56	2	0.252
15	4	1.465	57	2	0.232
16	4	0.565	58	2	0.432
17	2	0.458	59	2	0.012
18	1	0.326	60	5	0.496
19	4	0.495	61	1	0.616
20	3	0	62	5	0.426
21	2	0.208	63	1	0.164
22	1	0.444	64	1	0.414
23	4	0.055	65	5	0.164
24	2	0.088	66	5	0.456

1	2	3	4	5	6
25	1	0.094	67	2	0.022
26	4	0.115	68	1	0.386
27	5	1.434	69	2	0.588
28	2	0.178	70	1	0.126
29	1	0.314	71	2	0.422
30	4	0.405	72	2	0.388
31	1	0.244	73	2	0.342
32	2	0.528	74	2	0.042
33	5	0.586	75	2	0.422
34	5	0.156	76	4	0.115
35	1	0.576	77	2	0.708
36	2	0.382	78	2	0.078
37	2	0.648	79	5	0.034
38	2	0.098	80	5	0.194
39	2	0.202	81	2	0.392
40	2	0.602	82	5	0.106
41	5	0.446			
42	1	0.336			

Таблица 3.7 - K-means АНЛ центра кластера и ближайшего образца для проверки

Центр с четырьмя кластерами	Кластер А	Кластер В	Кластер С	Кластер D
АНЛ, см	44.75	46.20	47.76	49.42
номер образца	79	59	14	23
образец АНЛ, см	44.72	46.21	47.74	49.36

Как показано в таблице 3.6, учебные образцы плоского узора были разделены на пять категорий в соответствии с АНЛ. Образец №20 был включен в третью категорию, и он является единственным в этой категории. Поэтому данная категория была признана сингулярной и была удалена. Поэтому АНЛ был успешно классифицирован нами на четыре категории.

Как показано в таблице 3.7, путем расчета значений связи между каждым кластером, было получено четыре кластеризованных категории АНЛ, а именно категория А: 43,3-45,4, категория В: 45,5-47, категория С: 47,1-48,5, категория D: 48,6-50,9. В то же время для верификации результата кластеризации были

отобраны сходные значения АНЛ из обучающей выборки с центром кластеризации. В проверке участвовали четыре образца. Проверка показала, что классификация кластеров была обоснованной (разность 0,01-0,06 см).

Таблица 3.8 - Рекомендации по проверке проймы и рукава перед сборкой

Указатель деталей лифа		Идеальная посадка	Хорошая посадка	Удовлетворительно	Плохая посадка
Ширина стана лифа на уровне груди (WBF), см		47.2-50.4	46.7-51.4	46.6-51.6	45.7-51.6
Длина линии проймы АНЛ, см	Категория А	44.7-45.4	43.3-45.4		
	Категория В	45.6-46.6	45.5-46.8		
	Категория С	47.4-48.4	47.2-48.4		
	Категория D	48.8-50.1	48.7-50.9		
Высота закрытой проймой АНД, см		15.5-18	14.8-19.7		
Рекомендовать индексы рукавов					
Высота оката рукава SCH, см		15.6-17.7	14.3-18.4		
Ширина оката рукава SCW, см		31.5-37.8	31.3-39.3	30.6-39.3	
Длина оката рукава SCL, см	Категория А	48.7-50.4	46.4-50.4		
	Категория В	48.6-51	47.5-51.1	47.5-51.6	
	Категория С	48.6-51.6	48.6-52.5		
	Категория D	51.5-54.1	51.5-54.9		
Посадка по окату рукава Δ, %	Категория А	8.5-11.1	4.7-11.1	4.6-11.1	
	Категория В	6-9.4	4.5-9.5	4.5-11	
	Категория С	2.5-7.9	2.5-10		
	Категория D	4.4-8.5	4.4-8.5		

Таблица 3.8 включает кластер АНЛ, субъективную оценку, параметры деталей, рекомендации по подбору стана и рукава. Индексы WBF, АНЛ и АНД оценивают посадку проймы. В то время как SCH, SCW, SCL и Δ оценивают посадку рукава. Эти рекомендации позволяют приблизительно предсказать посадку рукава до сборки и моделирования.

Например, новый чертеж стана имеет WBF = 48 см, АНЛ = 45 см и АНД = 16,5 см. Исходя из диапазонов таблицы 3.8, эта пройма считается проймой, которая относится к категории А. Таким образом, потенциальная выкройка рукава может быть рекомендована как SCH = 15,6-17,7 см, SCW = 31,5-37,8 см, SCL = 48,7-50,4 см и Δ = 8,5-11,1 %. Если значения индексов рукава находятся в

вышеуказанных диапазонах, считаем, что рукав имеет идеальную посадку. Если несколько значений выходят за пределы диапазона, то могут возникнуть дефекты.

Таким образом, можно избежать некоторых потенциальных дефектов, связанных со сборкой рукава с проймой, до начала шитья.

3.4. Модуль автоматической оценки посадки и прогнозирования посадки рукава

Основная цель данной работы заключалась в разработке модулей компьютерной программы для облегчения использования результатов.

3.4.1. Модуль суждения о точках проймы и рукава

Результаты оценки посадки по характерным точкам и рекомендации по пройме и рукаву помогут изготовителям лекал оценить и спрогнозировать посадку перед шитьем. Однако эти результаты могут быть подвержены человеческим ошибкам при непрерывном сравнении образца с критериальными диапазонами. Кроме того, они отнимают много времени. Таким образом, было бы нереалистично ожидать от производителя лекал проведения такой процедуры, которая является сложной, утомительной. Поэтому составление модуля компьютерной программы для облегчения использования результатов оценки представляется необходимым.

На рис. 3.8 показано, что разработанный модуль был построен в среде Python. Конкретной интегрированной средой разработки была Spyder-IDE [114]. Поскольку для прототипа модуля не создавали специальный внешний интерфейс, а запустили его в интерфейсном порту Spyder-IDE по умолчанию.

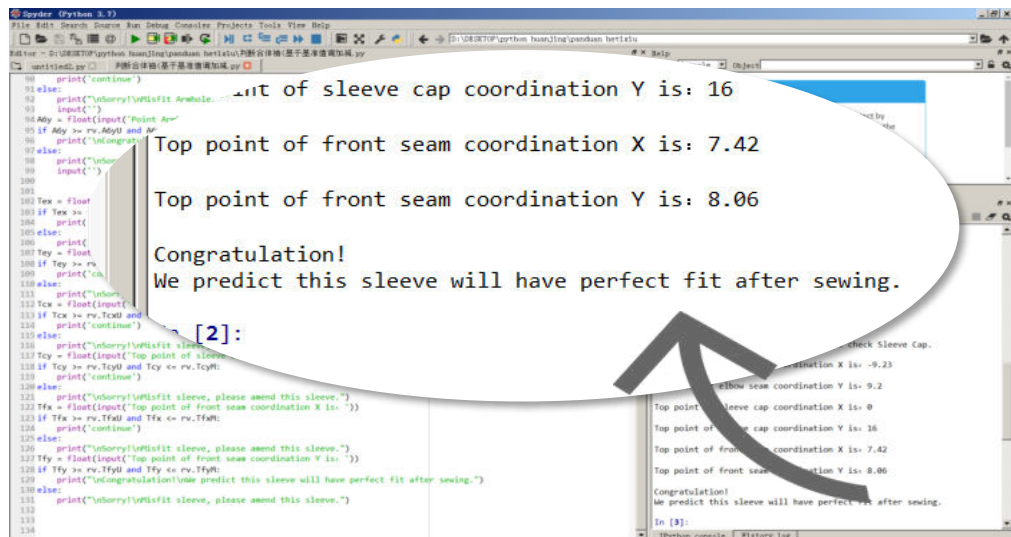


Рисунок 3.8 - Окно интерфейса модуля Spyder-IDE

На рис. 3.9 показана блок-схема для автоматического подбора проймы и рукава. Подробные шаги были следующими:

1. Создание класса для сохранения порогового диапазона координат из Таблицы 3.3. Следующий шаг может быть сделан только тогда, когда полученные данные будут скомпилированы в форму, которую компьютер может правильно прочитать.

2. Введение координат точек проймы. После этого модуль автоматически сравнит введенное значение с пороговым диапазоном класса. Если введенное значение находится в пределах диапазона, то можно продолжать. В противном случае программа сообщит об ошибке на экране.

3. Введите координаты точек рукава, которая аналогична пройме.

После этого можно автоматически получить результат о качестве посадки рукава и проймы.

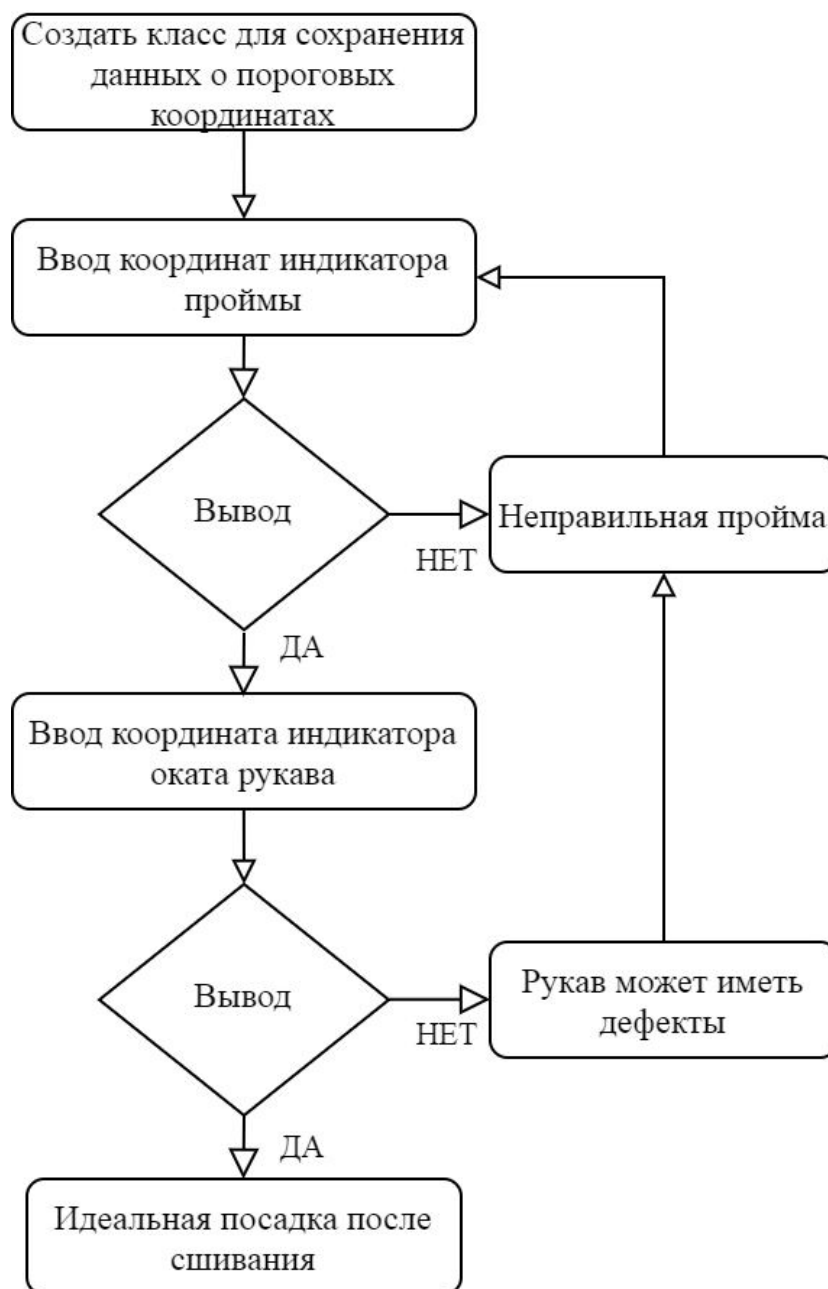


Рисунок 3.9 - Модуль для автоматического суждения о посадке по координатам характерных точек

Этот модуль облегчил результат оценки посадки точек характеристик "пройма-рукав". Алгоритм представлен в Приложении G.

3.4.2. Модуль рекомендации по рукавам

Как и предыдущий модуль, модуль рекомендации рукавов также был скомпилирован в среде Python и Spyder-IDE.



Рисунок 3.10 - Модуль для автоматической рекомендации параметров рукава

Как показано на рис. 3.10, модуль рекомендуемого процесса может быть описан блок-схемой. Подробные шаги были следующими:

1. Ввод параметрического индекса стана WBF и определение AHD. Для этого шага необходимо вызвать параметры чертежа стана из таблицы 3.8. Формат ввода требует внимания.

2. Компьютерный модуль автоматически сравнивает входное значение с составленным пороговым значением. Если входное значение находится в пределах диапазона, то можно продолжать.

3. Поскольку длина проймы АНЛ была разделена на четыре категории, то модуль автоматически определяет категорию рекомендуемый диапазон параметров рукавов после ввода конкретного значения АНЛ.

Этот модуль поможет изготовителю лекал получить желаемый диапазон параметров рукавов, чтобы реализовать концепцию "умного производства". Более подробную информацию об алгоритме см. в Приложении Н.

Часть модуля получила сертификат авторского права на компьютерное программное обеспечение от национальной администрации по авторскому праву Китая (как показано в Приложении I).

Чтобы проверить, насколько эти два компьютерных модуля способствуют обучению, был проведен пробный тест.

В эксперименте участвовали пять экспертов по лекалам в качестве экспертов. Из базы данных лекал были отобраны 20 случайных образцов, измерены значения индексов, смоделированы и определены координаты точек лекал. Эти образцы были случайным образом и поровну разделены на две группы: одна для традиционной проверки путем сравнения с табличными данными, другая - для компьютерного модуля. Для определения превосходства или недостатков фиксировались временные затраты и точность.

Целью данного эксперимента было получение предварительного результата о том, легко ли понять и использовать компьютерный модуль, который повышает эффективность оценки и определения посадки.

Результаты показали, что компьютерный модуль повысил точность суждения при экономии времени. Особенно в части координат точек, так как сравнивалось до 14 значений координат, модуль экономит до 31% времени и повышает точность на 23%. Что касается части рекомендации о подходящих рукавах, то сравнение не коснулось этой части из-за небольшого количества показателей.

Эксперты высоко оценили компьютерный модуль и сочли его простым для понимания и эффективным при использовании. Один из экспертов считает, что интерфейс `spyder-IDE` по умолчанию недостаточно дружелюбен.

Самостоятельный интерфейс этого модуля можно усовершенствовать для облегчения фактического использования.

Заключение после главы 3

1. Разработана матрица для определения несоответствия между проймой и окатом рукава, включающая семь характерных точек чертежей. Эта матрица позволяет предварительно оценить посадку и выявить потенциальные дефекты несоответствия до начала шитья.

2. Разработана новая геометрическая модель узла «рукав - пройма» для оценки посадки. Эта геометрическая модель включает 12 точек, которые позволяют оценить и предсказать посадку по 3D координатам.

3. Созданы две новые базы данных: первая база данных предназначена для оценки посадки по координатам 12 точек, вторая база данных предназначена для выбора подходящего диапазона параметров рукавов для соответствующей проймы. Эти две базы данных позволяют избежать потенциальных дефектов до сборки рукава с проймой.

4. Для удобства использования баз данных разработаны два компьютерных модуля. Проверочный тест показал, что модули облегчают использование результатов, экономят до 31% времени и повышают точность на 23%.

ГЛАВА 4. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОСАДКИ РУКАВА

Предложенные геометрические модели "рукав-пройма" расширяют возможности оценки и прогнозирования качества рукава в пройме. Обе модели сосредоточены только на этапе втачивания рукава: другими словами, только в области оката рукава и проймы, что недостаточно для прогнозирования посадки рукава в целом.

В данной главе предложены пять основных принципов прогнозирования посадки всего рукава в виртуальной реальности, которые позволяют предсказать поведение всего рукава и эффективно прогнозировать несколько показателей, на которые влияет посадка. Пять принципов прогнозирования заключаются в следующем:

1. Выбор аватара человеческой фигуры.
2. Применение одних и тех же показателей для параметризации чертежей 2D деталей и 3D рукава.
3. Применение одинаковых условий для создания виртуальных и реальных рукавов, которые включают в себя схожие текстильные материалы, процесс пошива, позу и т.д.
4. Сочетание субъективных и объективных методов оценки посадки.
5. Нахождение взаимосвязи между аналогичными показателями плоских лекал и моделируемых рукавов, установления диапазона критериев посадки, классификация показателей по чувствительности и расчет линейной регрессии для прогнозирования показателей моделируемых рукавов.

Результаты исследования представляют собой дальнейший шаг на пути к определению посадки рукава, который позволяет построить теоретические критерии для прогнозирования посадки. Данное исследование может объединить этапы проектирования и корректировки при производстве рукавов, что позволит сократить затраты времени и материалов и более эффективно получать высококачественные рукава.

Результаты, полученные в данной главе, опубликованы в двух работах [158, 159].

4.1. Методы и материалы исследования

4.1.1. Программное обеспечение исследования

Для измерения и разметки деталей использовали программу ETCAD, для моделирования цифровых двойников жакета (DTJ) и построения DT - программу Clo3D. Все координатные аспекты цифровых двойников рукава (DTS) были измерены и преобразованы в программе Maya. Для статистического анализа использовали программы Excel и SPSS. Adobe Illustrator (Adobe LLC, США) и Graphpad (Graphpad software, США) использовали для построения графиков.

4.1.2. Объекты исследования

Аватар для моделирования был определен по типичному размеру китайского национального стандарта, который был представлен в таблице 1.7. Объекты были созданы на основе 82 реальных чертежей жакетов, что совпадает с предыдущим экспериментом. В качестве объектов в данном эксперименте были исследованы три типа женских жакетов. Детали были следующими:

1. Чертежи реального рукава (Sp).
2. На рис. 4.1,а показана DT полнорукого аватара. Рукав, смоделированный для этого DT, назван рукавом аватара (Sa). Стабильное положение рук аватара может ограничивать поведение рукава.
3. На рис. 4.1,б показан DT с частично удаленной рукой. Этот вид DT был похож на манекен. Рукав, смоделированный для этого DT, был назван рукавом манекена (Sd). Рукав может драпироваться более свободно и четко, чтобы выразить характеристики поверхности. Все Sa и Sd были смоделированы в соответствии с третьим принципом.

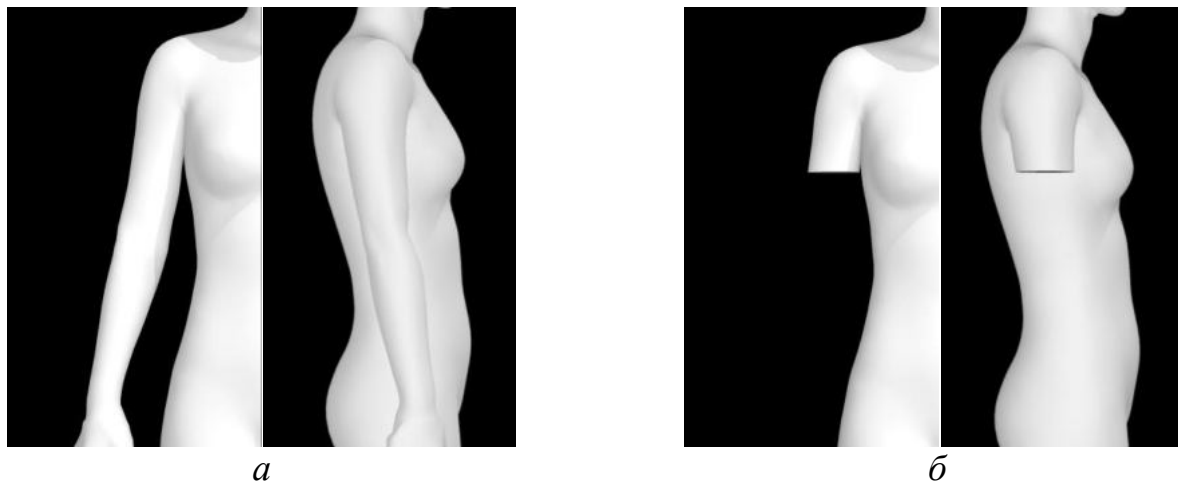


Рисунок 4.1 - DT для моделирования рукава пиджака: *а* - генерация рукава на аватаре с полной рукой, *б* - генерация рукава на аватаре без руки

4.1.3. Модифицированная субъективная оценка посадки

Результат субъективной оценки был выражен в таблице 2.4. Однако пять оценок были слишком подробными. В данном эксперименте пять оценок были изменены на три (1 - отлично, 2 - удовлетворительно, 3 - плохо) для оценки посадки. Все рукава были разделены на три группы в соответствии с качеством внешнего вида.

Таблица 4.1 - Баллы для субъективной оценки соответствия

Масштаб	Семантическое выражение	Области несоответствия	Причина проблем с посадкой, связанных с построением выкройки
1	Отлично (Pe)	0	Нет
2	Соответствует (Ap)	1-5	Ширина рукава слишком большая или недостаточная. Высота оката рукава слишком большая или недостаточная.
3	Плохо (Po)	≥ 5	Несоответствие форм рукава пройме, Несоответствие длины оката рукава пройме. Ширина рукава слишком большая или недостаточная. Высота оката рукава слишком большая или недостаточная. Деформация оката рукава. Деформация вдоль локтевого шва.

В таблице 4.1 показаны модифицированные оценки и причины неправильной посадки, которые можно отнести к следующим двум аспектам:

(1) Аспект чертежа: Из-за неправильной пропорции или неправильного расчета параметров,

(2) Аспект морфологии тела: Рукав не адаптирован с точки зрения положения руки в пространстве или ее размеров. В данном исследовании рукав находился в положении по умолчанию в программе Clo3D (рис. 4.1,а).

Перед проведением основного эксперимента, в предварительном эксперименте сравнивали Sa и Sd, полученными по одному и тому же чертежу. Складки на поверхности Sa появились явно из-за ограничения позы руки. Однако на Sd складки неочевидны из-за отсутствия руки. Результаты показали, что Sa имеет ряд преимуществ в субъективном тестировании за счет более четкого присутствия складок.

Таким образом, хотя оба Sa и Sd могут применяться для субъективной оценки соответствия рукава, Sa был выбран из-за его преимуществ, которое было предложено в первом принципе.

На рис. 4.2 показаны примеры Sa с идеальной и плохой посадкой в пяти видах. Рукав с идеальной посадкой Sa не имеет складок и заломов на любом виде, напротив, рукав с плохой посадкой имеет много складок из-за напряжения или полноты. Эти два примера рукавов были смоделированы в соответствии с третьим принципом. На рис. 4.2,з показаны серии складок вдоль локтевого шва на виде сзади. Возможными причинами этих складок могут быть: форма рукава не соответствует естественному положению руки, конфигурация локтевых линий не соответствует требованиям, ширина рукава слишком велика и т.д.

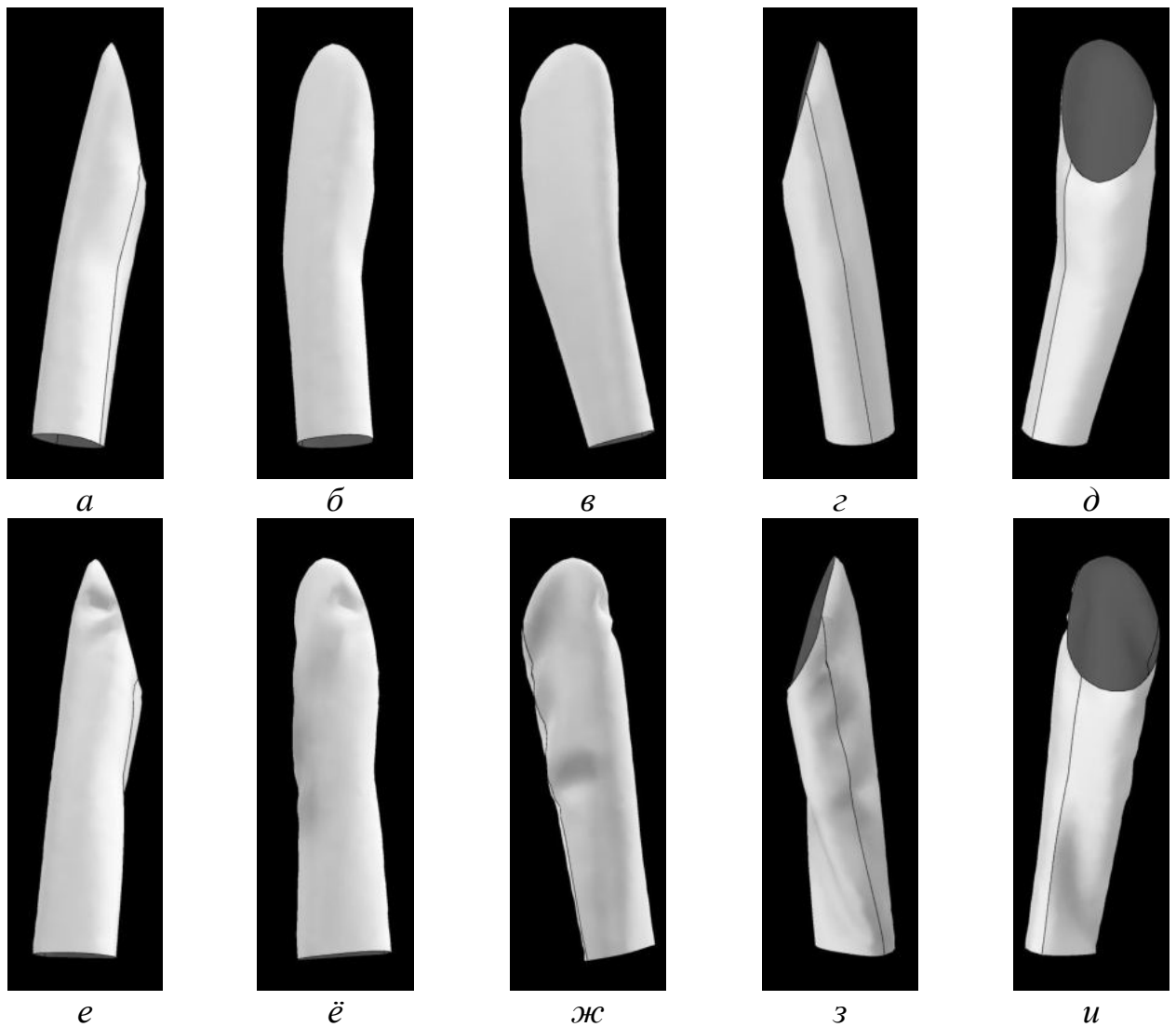


Рисунок 4.2 - Моделируемая Sa: *a, б, в, г, д*, - идеально сидящий рукав спереди, полуфронт, профиль, сзади, внутренний вид; *е, ё, ж, з, и* - плохо сидящий рукав спереди, полуфронт, профиль, сзади, внутренний вид

После субъективной оценки для эксперимента были отобраны 12 идеально сидящих и 12 плохо сидящих рукавов соответственно.

4.2. Настройка объективной оценки соответствия и выявление взаимосвязи

4.2.1. Объективные показатели оценки посадки

В объективной оценке соответствия участвовали виртуальные рукава Sp, Sa и Sd. Правила их именования состояло из трех частей: вид рукава, название индекса, подстрочный индекс, которые подробно представлены на рис. 4.3.

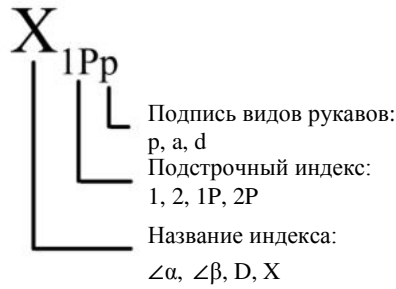


Рисунок 4.3 - Правило именования индексов

В соответствии со вторым принципом и правилом именования, для оценки соответствия S_p , S_a и S_d был установлен 31 индекс. Эти индексы представлены на рис. 4.4 и в табл. 4.2, 4.3 соответственно, которые можно разделить на несколько категорий следующим образом.

- (1) Полнота оката рукава ($\angle\alpha_1$, $\angle\alpha_2$),
- (2) Соответствие между положением руки и рукава ($\angle\beta$),
- (3) Правильность направления переднего переката (X_1 , X_{1p} , X_2 , X_{2p} , $|X_1 - X_2|$, $|X_{1p} - X_{2p}|$),
- (4) Соответствие между аналогичными линиями рукава и стана (D_1 , D_2).

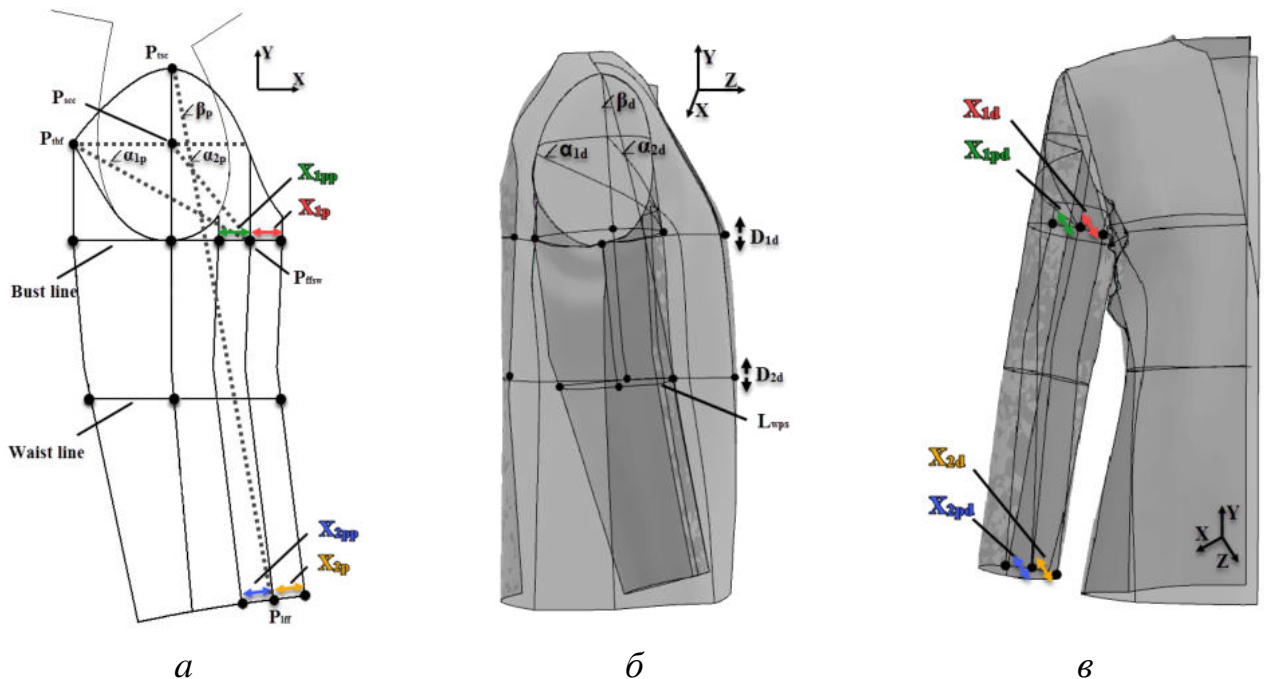


Рисунок 4.4 - Универсальные индексы для объективной оценки посадки: *a* - индексы чертежа S_p , *б* - индексы объемного рукава S_d на виде в профиль, *в* - S_d на виде спереди

На рис. 4.4,а показаны индексы для Sp, на рис. 4.4,б,в – для Sd. Использование одинаковых индексов для Sp, Sa и Sd демонстрирует предложенный второй принцип применения одинаковых индексов для 2D и 3D моделирования. Все индексы длин, углов и координат были измерены с помощью ETCAD, Screen Protractor и MAYA соответственно.

В таблицах 4.2 и 4.3 подробно описаны индексы Sp, Sa и Sd соответственно.

Таблица 4.2 - Показатели Sp

№	Индекс	Символ (рис. 4.4, а)	Схема измерения	Диапазон
1	2	3	4	5
1	Полнота чашки в горизонтальном направлении, °	$\angle \alpha_{1p}$	Отметьте верхнюю точку локтевой линии (P_{tbf}). Проведите горизонтальную линию через точку P_{tbf} . Отметьте точку пересечения (P_{ffsw}) с передней линией ширины рукава. Измерьте угол между этими двумя линиями.	24.7-33.9
2	Полнота половины оката рукава в горизонтальном направлении, °	$\angle \alpha_{2p}$	Отметьте точку пересечения (P_{sc}) горизонтальной линии из P_{tbf} и высоты оката рукава от верхней точки (P_{tsc}). Соедините P_{sc} и P_{ffsw} прямой линией. Измерьте угол между двумя линиями.	44.3-53.1
3	Положение рукава, °	$\angle \beta_p$	Отметьте самую нижнюю точку передней линии (P_{iff}). Соедините P_{iff} и P_{tsc} прямой линией. Измерьте угол между двумя линиями	10.2-13.2
4	Расстояние между передним перекатом и передней линией верхней части рукава на участке ширины рукава, см	X_{1p}	Измерьте горизонтальное расстояние между передним перекатом и передней линией верхней части рукава по линии ширины рукава.	1.5-5
5	Расстояние между передним перекатом и передней линией нижней части рукава на участке ширины рукава, см	X_{1pp}	Измерьте горизонтальное расстояние между передним перекатом и передней линией нижней части рукава по линии ширины рукава.	1.5-5

Окончание табл. 4.2

1	2	3	4	5
6	Расстояние между передним перекатом и передней линией верхней части рукава на участке низа рукава, см	X_{2p}	Измерьте горизонтальное расстояние между передним перекатом и передней линией верхней части рукава по линии низа рукава.	1.3-5
7	Расстояние между передним перекатом и передней линией нижней части рукава на участке низа рукава, см	X_{2pp}	Измерьте горизонтальное расстояние между передним перекатом и передней линией нижней части рукава по линии низа рукава.	1.3-5
8	Разность, см	$ X_{1p}-X_{2p} $	Вычисление абсолютной разницы между X_{1p} и X_{2p} .	0-1
9	Разность, см	$ X_{1pp}-X_{2pp} $	Вычисление абсолютной разницы между X_{1pp} и X_{2pp} .	0-1

Таблица 4.3 - Индексы Sa и Sd

№	Индекс	Символ (как на рис. 4.4,б,в)	Схема измерения	Диапазон	
				Sa	Sd
1	2	3	4	5	6
1	Наполненность оката, °	$\angle \alpha_{1a}$ или $\angle \alpha_{1d}$	Измерьте угол, который похож на $\angle \alpha_{1p}$. Сделайте отметки $\angle \alpha_{1a}$, $\angle \alpha_{1d}$.	30.4- 40.3	27- 40.2
2	Наполненность половины оката, °	$\angle \alpha_{2a}$ или $\angle \alpha_{2d}$	Измерьте угол, который похож на $\angle \alpha_{2p}$. Сделайте отметки $\angle \alpha_{2a}$, $\angle \alpha_{2d}$.	59.4- 68.9	52.9- 68.5
3	Положение рукава (вид в профиль), °	$\angle \beta_a$ или $\angle \beta_d$	Измерьте угол, который похож на угол $\angle \beta_p$. Пометьте как $\angle \beta_a$, $\angle \beta_d$.	9.2- 12.4	6.2- 15.7
4	Разница между уровнями груди и ширины оката рукава, см	D_{1a} или D_{1d}	Измерение разности высотных координат между линиями груди и ширины оката рукава.	-0.6- 0.8	-0.4-1
5	Разница между уровнем талии и ее проекцией на чертеж рукава, см	D_{2a} или D_{2d}	Измерение разности высотных координат между линией талии и ее проекции на рукав L_{wps} .	-0.8- 2.6	-0.4- 3.2
6	Расстояние между передним сгибом и передним швом на уровне ширины рукава, см	X_{1a} или X_{1d}	Измерьте расстояние X_{1p} в направлении Z. Сделайте отметки как X_{1a} , X_{1d} .	0.3- 3.5	0.1- 3.5

Окончание табл. 4.3

1	2	3	4	5	6
7	Расстояние между передним сгибом и проекцией переднего шва на верхнюю часть рукава на уровне ширины рукава, см	X_{1Pa} или X_{1Pd}	Измерьте расстояние X_{1Pp} в направлении Z. Отметьте как X_{1Pa} , X_{1Pd} .	0.1-2.1	0.3-2.8
8	Расстояние между передним сгибом и передним швом на уровне низа рукава, см	X_{2a} или X_{2d}	Измерьте расстояние X_{2p} в направлении Z. Сделайте отметки как X_{2a} , X_{2d} .	0.5-3.6	0.5-3.7
9	Расстояние между передним сгибом и проекцией переднего шва на верхнюю часть рукава на уровне низа рукава, см	X_{2Pa} или X_{2Pd}	Измерьте расстояние X_{2Pp} после виртуального моделирования в направлении Z. Обозначьте как X_{2Pa} , X_{2Pd} .	0.1-1.7	0.1-2.5
10	Разность, см	$ X_{1a}-X_{2a} $ или $ X_{1d}-X_{2d} $	Вычисление абсолютной разницы между X_{1a} и X_{2a} (или X_{1d} и X_{2d}) в направлении Z.	0-0.9	0-1
11	Разность, см	$ X_{1Pa}-X_{2Pa} $ или $ X_{1Pd}-X_{2Pd} $	Вычисление абсолютной разницы между X_{1Pa} и X_{2Pa} (или X_{1Pd} и X_{2Pd}) в направлении Z.	0-1.5	0-1.3

После втачивания рукава в пройму показатели $\angle \alpha_{1d}$, $\angle \alpha_{2d}$, $\angle \beta_d$, можно легко измерить, в то время как показатели X_{1d} , X_{1pd} , X_{2d} , X_{2pd} , не видны. Их определяли, используя функцию программного обеспечения Clo3D "прозрачная поверхность".

В таблицах 4.2 и 4.3 представлены диапазоны для идеальной и плохой посадки. Все индексы были измерены и рассчитаны с точностью до $0,1^\circ$ или 0,1 см для обеспечения точности.

4.2.2. Взаимосвязь между виртуальными рукавами Sp, Sa, Sd

Все показатели из таблиц 4.2 и 4.3 можно разделить на две группы: стабилизация (принадлежность к группе "стабилизация", означает возможность

получения желаемого положения рукава в 3D пространстве) и изменчивость (принадлежность к группе "изменчивость" означает возможность примерного сохранения структуры детали в реальном и виртуальном рукаве).

(1) Группа стабилизации включает три индекса β , D_1 , D_2 для получения высококачественного рукава (отклонение $\Delta_r = 0$) в соответствии с морфологией руки и формой жакета. Например, $\angle\beta$ описывает положение рукава после сборки. Если наблюдается значительное отклонение этого показателя до и после виртуального моделирования, его можно квалифицировать как плохое соответствие. Аналогично такая же ситуация применима для D_1 , D_2 .

(2) Группа изменчивости включает шесть индексов α_1 , α_2 , X_1 , X_2 , X_{1p} , X_{2p} ($\Delta_r \neq 0$). Некоторые индексы деталей могут изменяться в процессе шитья из-за преобразования двухмерного объекта в трехмерный.

Уравнение для расчета соотношения между S_p , S_a , S_d следующее:

$$I_v = I_p \pm \Delta_r \quad (4.1)$$

где I_v - индекс виртуального рукава (состоит из S_a и S_d), I_p - индекс лекал, Δ_r - возможный диапазон трансформации.

Согласно уравнению (4.1), диапазон Δ_r можно определить как критерий трансформации плоской детали, который формирует основные принципы прогнозирования посадки рукава. С помощью системы уравнений, подобной (4.1), был построен пятый принцип.

Диапазон трансформации Δ_r может быть рассчитан с помощью уравнений (4.2) и (4.3).

$$\Delta_r = \bar{x} \pm mr \quad (4.2)$$

$$mr = \pm \left[\frac{t^{1+pl}}{\sqrt{n}} \right] * SD \quad (4.3)$$

где \bar{x} - среднее значение показателя, измеренного для идеально подходящего рукава, m_r - доверительный интервал, pl - уровень вероятности, t - критерий Стьюдента, n - количество объектов, SD - стандартное отклонение.

4.3. Получение и оптимизация критериев

С целью получения критериального диапазона объективных показателей для оценки посадки, все показатели были измерены и проанализированы.

4.3.1. Получение диапазона критериев

Все рукава с идеальной посадкой участвовали в анализе. Результат показан в таблице 4.4. Согласно второму упомянутому принципу, одинаковые индексы применяли к Sp, Sa и Sd.

Таблица 4.4 - Критерии идеальной посадки рукавов

Символ индекса	Диапазон критериев			Диапазон трансформации из 2D в 3D	
	Sp	Sa	Sd	Δ_r Sp-Sa	Δ_r Sp-Sd
Первая группа "стабилизация"					
$\angle \beta, ^\circ$	12±0.2	10.9±0.4	11.5±0.4	1.1±0.6	0.5±0.7
D ₁ , см	0	-0.1±0.2	0.1±0.2	0.1±0.2	
D ₂ , см	0	0.1±0.4	0.4±0.4	0.1±0.4	0.4±0.4
Вторая группа "изменчивость"					
$\angle \alpha_1, ^\circ$	28.7±0.7	37.1±1.3	34.2±1.3	8.3±2,0	5.4±2.0
$\angle \alpha_2, ^\circ$	48.9±0.9	63.3±0.8	59.1±1.1	14.5±1.7	10.2±2,0
X ₁ , см	3.4±0.4	1.9±0.3	2.2±0.3	1.5±0.6	1.2±0.6
X ₂ , см					
X ₁ -X ₂ , см	0	0.3±0.1		0.3±0.1	
X _{1p} , см	3.4±0.4	0,9±0.2	1.1±0.2	2.5±0.5	2.3±0.6
X _{2p} , см					
X _{1p} -X _{2p} , см	0	0.2±0.1		0.2±0.1	

Как показано в таблице 4.4, результаты были разделены на две части (диапазоны критериев, диапазоны трансформации) и две группы (стабилизация,

изменчивость) для наглядности результатов. Первая часть в столбцах (Sp, Sa и Sd) включает средние значения с 90% доверительным интервалом и отражает весь диапазон для идеальной посадки. Вторая часть включает две колонки Δ_r Sp-Sa и Δ_r Sp-Sd и представляет диапазон преобразования Sp в Sa или Sd.

Как показано в таблице 4.4, вариация индексов $\angle\beta$, D_1 и D_2 в первой группе "стабилизация" относительно невелика. Например, $\angle\beta$ составил 12, 10,9 и 11,5 для Sp, Sa и Sd соответственно. Эти небольшие различия можно рассматривать как ошибочив случае D_1 и D_2 .

Показатели из второй группе "изменчивость" были вариабельными.

Вторая часть "диапазона трансформации" представляла результат Δ_r Sp-Sa \leq Δ_r Sp-Sd, который показывает, как рука аватара влияет на рукав, выявляя ограничение Sa для объективной оценки. Видно, Sd превосходит точки зрения объективной оценки.

4.3.2. Оптимизация критериев с помощью скрининга чувствительных индексов

В скрининговом тесте участвовали рукава с идеальной и плохой посадкой. С помощью программы SPSS провели статистический анализ независимого t-теста. В предварительном тесте выявили нормальное распределение для всех 22 показателей Sa и Sd.

Как показано в таблице 4.5, если $P < 0,1$ (двусторонний), то индекс является статистически значимым (отмечен жирным шрифтом со звездочкой). Между тем, эти значимые индексы можно рассматривать как более чувствительные и реактивные для различения рукавов с разной посадкой. Анализ показывает, что виртуальный рукав Sd имеет четыре чувствительных индекса, а Sa - только два. Согласно этому результату, Sd может выразить большинство чувствительных ситуаций при оценке посадки, что указывает на то, что Sd выявляет больше дефектов посадки, чем Sa.

Таблица 4.5 - t-тест для идеальной и плохой посадок

Индекс	Sig. (2-tailed)/ P - значения для индексов	
	Sa	Sd
$\angle \alpha_1$	0.227	0.178
$\angle \alpha_2$	0.262	0.167
$\angle \beta$	0.587	0.069*
D ₁	0.123	0.37
D ₂	0.155	0.251
X ₁	0.105	0.015*
X ₂	0.259	0.014*
X ₁ -X ₂	0.959	0.72
X _{1p}	0.558	0.765
X _{2p}	0.01*	0.069*
X _{1p} -X _{2p}	0.003*	0.137

Примечания: * означает значительное различие, превышающее уровень 0,1 (2хвост)

Исходя из таблицы 4.5, показатели были проранжированы в соответствии с их чувствительностью.

$$X_{2d} > X_{1d} > \angle \beta_d > X_{2pd} > |X_{1pa} - X_{2pa}| > X_{2pa}, \quad (4.4)$$

Последовательность (4.4) выражает приоритетность для отбора индексов, которые могут быть частью рабочего процесса прогнозирования посадки рукава. В этом ряду четыре индекса из Sd были на первом месте из-за более широкого применения. Два индекса из Sa находятся сзади из-за относительно высокой значимости скрининга.

Результаты эксперимента показали возможные различия применения виртуальных рукавов. Sa имеет приоритет для субъективной оценки (внешний вид складок и морщин), приоритет Sd по объективной оценке (вариация значений объективных показателей). Таким образом, они не заменяют друг друга. Шесть отобранных индексов Sa и Sd будут участвовать в последующем анализе вместе.

4.3.3. Корреляция и линейная регрессия

Отобранные чувствительные показатели из таблицы 4.5 были включены в

корреляционный и линейный регрессионный анализы для построения модели прогнозирования. Результаты анализов оценивали с помощью коэффициента корреляции Пирсона (двусторонний) и одномерного линейного регрессионного анализа. Детали корреляционного анализа перечислены в таблице 4.6 (включая семь индексов Sp из таблицы 4.2 и шесть чувствительных индексов Sa и Sd из таблицы 4.5).

Таблица 4.6 - Коэффициент корреляции Пирсона между Sp, Sa и Sd

Индексы деталей	Виртуальные рукавные индексы					
	X_{2pa}	$ X_{1pa}-X_{2pa} $	$\angle\beta_d$	X_{1d}	X_{2d}	X_{2pd}
$\angle\alpha_{1p}$	-0.075	-0.015	0.203	0.079	0.074	-0.176
$\angle\alpha_{2p}$	0.084	0.25	-0.094	-0.051	-0.042	0.123
$\angle\beta_p$	0.086	-.510*	-0.009	0.274	0.333	-0.162
X_{1p}	.795*	-0.039	-0.029	.882*	.906*	.887*
X_{2p}	.828*	-0.123	-0.045	.869*	.932*	.882*
X_{1pp}	.795*	-0.039	-0.029	.882*	.906*	.887*
X_{2pp}	.828*	-0.123	-0.045	.869*	.932*	.882*

* Корреляция значима выше уровня 0,05 (2 хвоста).

Как показано в таблице 4.6, индексы чертежа X_{1p} , X_{2p} , X_{1pp} , X_{2pp} имеют значительную корреляцию с индексами виртуальных рукавов X_{2pa} , X_{1d} , X_{2d} , X_{2pd} . Коэффициенты корреляции выделены жирным шрифтом со звездочкой, что указывает на значимые значения ниже уровня 0,05. Видно, что X_{1p} , X_{1pp} , X_{2p} и X_{2pp} имеют схожие коэффициенты корреляции (поскольку X_{1pp} , X_{2pp} были спроецированы из X_{1p} , X_{2p}). Таким образом, в последующий линейный регрессионный анализ включены индексы X_{1p} и X_{2p} в качестве независимых переменных. Важно отметить, что $\angle\beta_p$ имеет значительную корреляцию с $|X_{1pa}-X_{2pa}|$. Эта значимость корреляции была расценена как случайное явление, которое не участвует в последующем линейном регрессионном анализе.

После корреляционного анализа были выявлены сильные положительные корреляции между показателями чертежа и виртуальными показателями в области переднего переката. Затем был проведен линейный регрессионный анализ на основе результатов корреляционного анализа. В таблице 4.7 приведены

линейные регрессии прогноза соответствия для экранированных индексов смоделированного рукава.

Таблица 4.7 - Линейные регрессии для виртуальных рукавов

Индексы чертежа Sp (независимая переменная X)	Sa и Sd (зависимая переменная Y)			
	X_{2pa}	X_{1d}	X_{2d}	X_{2pd}
X_{1p}	$X_{2pa} = 0.37X_{1p} - 0.5$	$X_{1d} = 0.79X_{1p} - 0.6$	$X_{2d} = 0.77X_{1p} - 0.7$	$X_{2pd} = 0.56X_{1p} - 0.8$
X_{2p}	$X_{2pa} = 0.39X_{2p} - 0.6$	$X_{1d} = 0.79X_{2p} - 0.6$	$X_{2d} = 0.81X_{2p} - 0.8$	$X_{2pd} = 0.57X_{2p} - 0.8$

Каждая регрессия показывает значительную положительную корреляцию. Для наглядности уравнения линейной регрессии $Y (X_{1d}) = f (X_{1p})$ и $Y (X_{2pa}) = f (X_{2p})$ были изображены на рис. 4.5 в качестве примера.

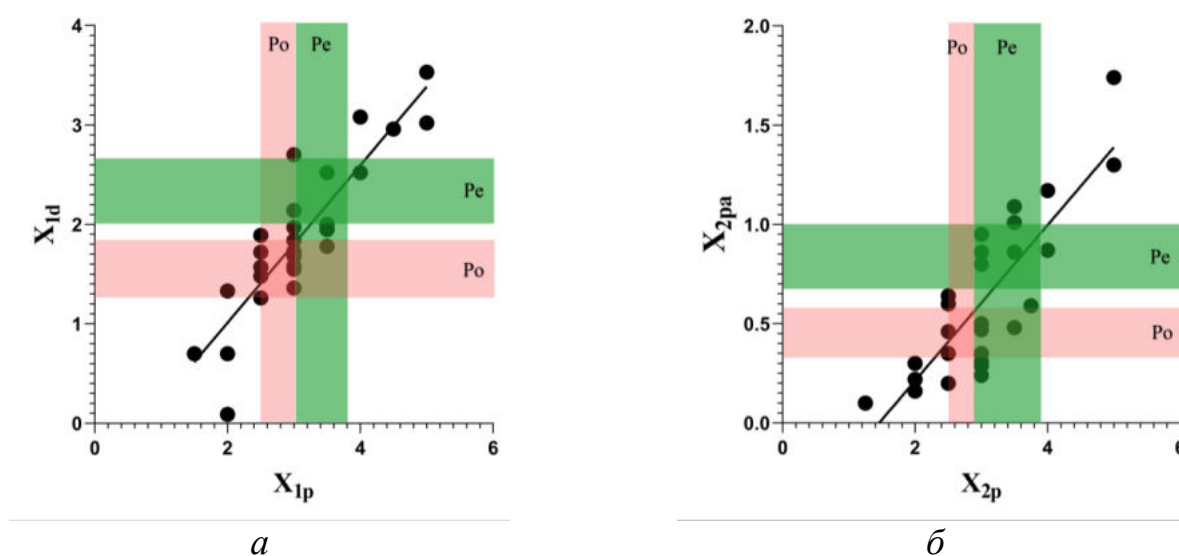


Рисунок 4.5 - Линейные регрессии для прогнозирования индексов виртуальных рукавов: *а* - X_{1p} - X_{1d} , *б* - X_{2p} - X_{2pa}

Столбики на рис. 4.5 представляют диапазоны Pe: "отличная посадка", Po "плохое соответствие". Если известны значения X_{1p} и X_{2p} , можно было рассчитать значения X_{1d} и X_{2pa} и определить их «попадание» в области разной посадки. Эти результаты были основными частями прогноза соответствия.

4.4. Валидация прогноза соответствия

Для проверки применимости и правильности полученных результатов были использованы два новых вида рукавов. Их индексы и чертежи показаны в табл. 4.8 и на рис. 4.6.

Таблица 4.8 - Показатели выбранных чертежей

№ образца	Индекс								
	$\angle \alpha_{1p}$	$\angle \alpha_{2p}$	$\angle \beta_p$	X_{1p}	X_{1pp}	X_{2p}	X_{2pp}	$ \frac{X_{1p}-X_{2p}}{X_{2p}} $	$ \frac{X_{1pp}-X_{2pp}}{X_{2pp}} $
1 [145]	29.1	50.3	11.8	3.5	3.5	3.5	3.5	0	0
2 [146]	31.6	52.2	10.2	2	2	2	2	0	0

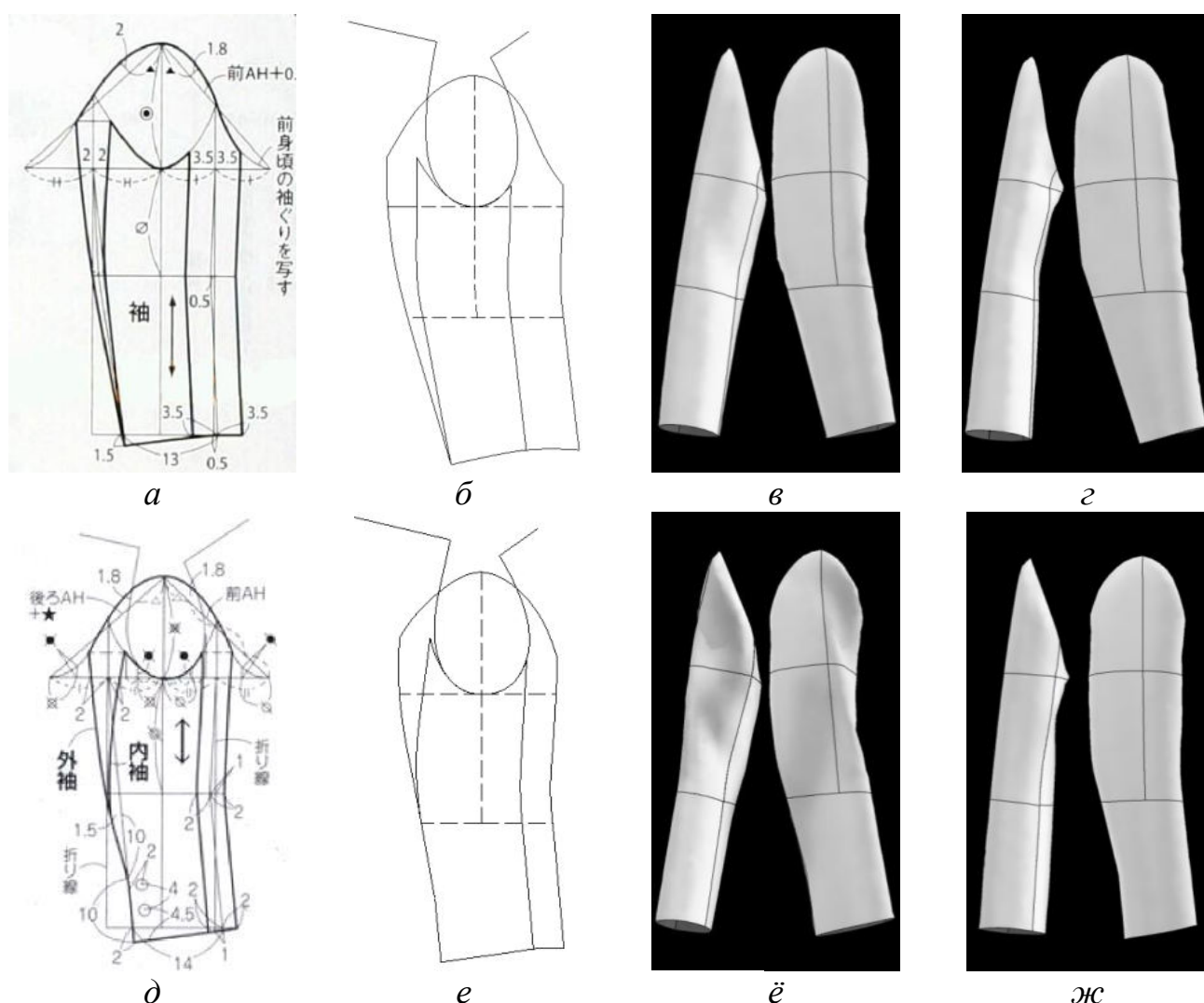


Рисунок 4.6 - Чертежи из журналов мод, Sp, Sa, Sd для проверки соответствия: а - образец 1, б - образец 1 Sp, в - образец 1 Sa, г - образец 1 Sd, д - образец 2, е - образец 2 Sp, ё - образец 2 Sa, ж - образец 2 Sd

Процедура валидации состояла из нескольких этапов. Во-первых, из чертежей S_p были смоделированы S_a и S_d с помощью Clo3D (как на рис. 4.6 в,г,ё,ж). Из-за нескольких складок, появившихся на рис. 4.6,ё,ж, образец 1 рассматривали как подходящий рукав. В то время как образец 2 считался неподходящим. В соответствии с первым принципом, указанным ранее, S_a имеет преимущество в субъективной оценке складок, и S_d имеет преимущество в объективной оценке с помощью параметризации индексов. Сравнительная проверка S_a и S_d (рис. 4.6 в,г,ё,ж) продемонстрировала это. Во-вторых, согласно рис. 4.4 и табл. 4.3, были измерены значения индексов S_a и S_d . В-третьих, с помощью уравнений линейной регрессии были рассчитаны X_{2pa} , X_{1d} , X_{2d} и X_{2pd} через X_{1p} или X_{2p} . В-четвертых, в таблице 4.9 сравнивали прогнозируемый результат, измеренный результат и теоретический диапазон критериев для валидации.

Результат валидации отразил ситуацию соответствия и несоответствия в объективном аспекте. Подробные данные были представлены в таблице 4.9, которая включает две группы X_{1p} и X_{2p} (как в таблице 4.7). В таблице 4.9 аббревиатуры II, IO, OI и OO состоят из символов внутри диапазона (I) или вне диапазона (O). Первый символ указывает на то, что результаты уравнения находятся в критериальных диапазонах. Второй символ обозначал, что измеренные значения находятся вне диапазона критериев.

Как показано в таблице 4.9, разница между предсказанными и измеренными результатами для образца 1 была мизерной: большинство значений образца 1 находились в диапазоне критериев, что свидетельствует о правильности и точности уравнения линейной регрессии. Напротив, установленные различия для образца 2 отражают его плохую посадку: все значения образца 2 выходили за его пределы. Все результаты групп 1 и 2 были практически идентичны, что свидетельствует об одинаковых возможностях X_{1p} и X_{2p} .

Таблица 4.9 - Результат валидационного анализа для виртуального рукава

Группировка	Типирование	номер образца	Индексы виртуальных рукавов				
			X_{2pa}	X_{1d}	X_{2d}	X_{2pd}	
Группа1. X_{1p} как независимая переменная для уравнения прогнозирования	Прогнозируемые результаты по уравнениям	1	0.8	2.2	2	1.2	
		2	0.2	1	0.8	0.3	
	Измеренные результаты	1	1.1	2.5	2.1	1.3	
		2	0.2	0.7	0.5	0.8	
	Разница между прогнозируемыми и измеренными результатами (абсолютное значение)	1	0.3	0.3	0.1	0.1	
		2	0	0.3	0.3	0.5	
	Результат сравнения критериального диапазона с прогнозируемым и критериального диапазона с измеренным	1	Ю	П	П	П	
		2	ОО	ОО	ОО	ОО	
	Группа2. X_{2p} как независимая переменная для уравнения прогноза	Прогнозируемые результаты по уравнениям	1	0.8	2.2	2	1.2
			2	0.2	1	0.8	0.3
		Измеренные результаты	1	1.1	2.5	2.1	1.3
			2	0.2	0.7	0.5	0.8
Разница между прогнозируемыми и измеренными результатами (абсолютное значение)		1	0.3	0.2	0.1	0.1	
		2	0	0.3	0.3	0.5	
Результат сравнения критериального диапазона с прогнозируемым и критериального диапазона с измеренным		1	Ю	П	П	П	
		2	ОО	ОО	ОО	ОО	

В целом, результаты объективной и субъективной валидации подтвердили правильность прогнозных уравнений и критериальных диапазонов.

Заключение после главы 4

1. Разработаны пять принципов прогнозирования внешнего вида виртуальных рукавов, которые позволяют предсказать поведение всего рукава, и несколько индексов, зависящие от посадки рукава. На основе этих принципов были определены области применения S_a и S_d и проранжированы индексы с

позиций их чувствительности к результатам преобразования плоских чертежей в объемные рукава.

2. Были получены и оптимизированы критерии идеальной для оценки идеальной посадки рукава. Был разработан алгоритм применения 2D и 3D индексов для реализации линейной регрессии с целью прогнозирования посадки.

3. Полученные критерии и уравнения регрессии были проверены на чертежах, что подтвердило правильность и применимость результатов.

ГЛАВА 5. ОБЪЕКТИВНАЯ ОЦЕНКА ВИРТУАЛЬНОГО РУКАВА С ПОМОЩЬЮ ГРАДАЦИЙ СЕРОГО ЦВЕТА

Критерии и уравнения регрессии, приведенные в предыдущей главе, действительно предсказывают внешний вид рукава и несколько показателей до пошива. Поскольку разрыв между посадкой и несоответствием бывает слишком мал, то остается вероятность неправильной оценки посадки при практическом применении, даже для опытных лекальщиков. В этой главе предложен новый алгоритм оценки внешнего вида рукава и выявления дефектов DTS в градациях серого цвета, который открывает новый путь объективной оценки посадки с точки зрения анализа изображений.

Результаты, полученные в этой главе, опубликованы в двух работах [156, 160].

5.1. Методы и материалы исследования

5.1.1. Программное обеспечение исследования

Для моделирования рукава и экспорта изображений использовали программу Clo3D, для модификации чертежей ETCAD, для повышения контрастности изображения и измерения градаций серого и начального количественного анализа - ImageJ (НИН, США), для статистического анализа градаций серого- Excel и SPSS. Для построения графиков использовали GraphPad.

5.1.2. Объект исследования

Некоторые из объектов в эксперименте в градациях серого, унаследованные из главы 4, были следующими:

1. Размеры и шаблоны DT соответствовали китайскому национальному стандарту, который представлен в таблице 1.7.

2. Из-за приоритета Sa (аватар с полной рукой, как на рис.4.1) в появлении складок на поверхности, все рукава были смоделированы как Sa.

3. Шкала субъективной оценки внешнего вида была такой же, как и в таблице 4.1: отличное, удовлетворительное и плохое.

4. На основе шкалы пять экспертов выбрали 12 рукавов с отличным внешним видом Pe и 12 Po с плохим внешним видом для измерения градаций серого.

Рукав был подготовлен в среде виртуальной реальности путем выбора интенсивности и расположения источника света, настройки камеры и цвета материала для повышения точности. На рис.5.1 показаны пять видов спереди, полупрофиль, профиль, сзади и внутренняя сторона.

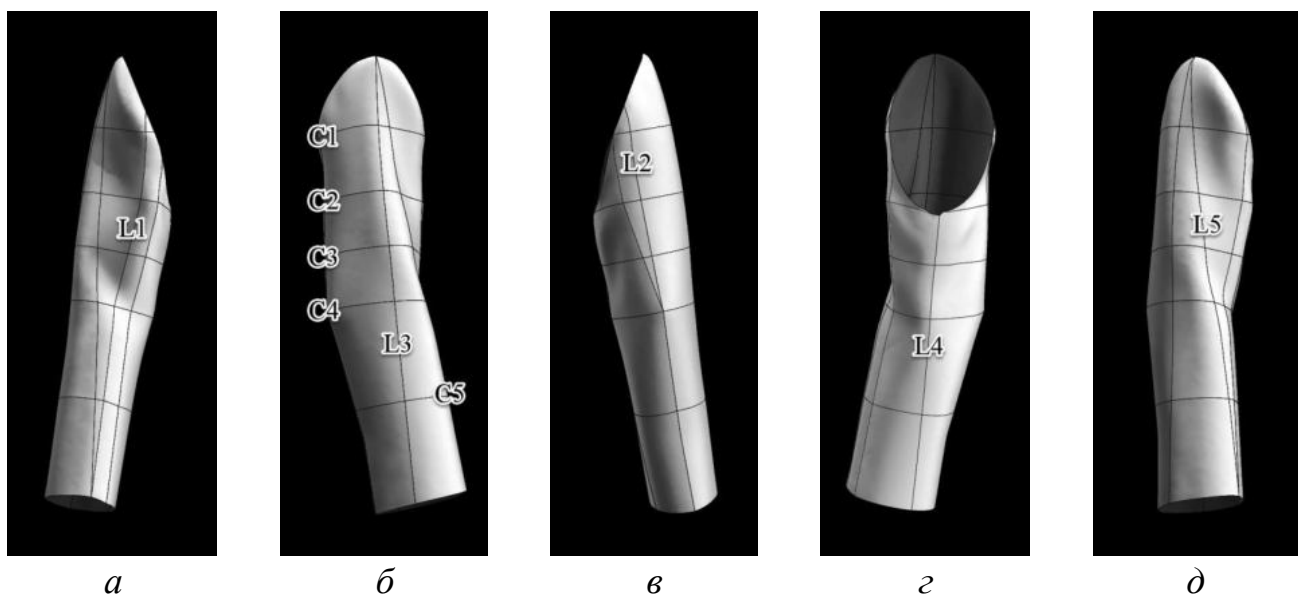


Рисунок 5.1 - Виртуальный рукав для оценки в градациях серого: а - перед, б - профиль, в - сзади, г - внутренняя часть, д - полупрофиль

Для измерения оттенков серого на экспортированном изображении рукава из Clo3D улучшали его контрастность с помощью ImageJ.

Распределение и расположение складок на поверхности рукава зависит от многих причин. Для анализа по шкале серого цвета необходимо было создать единый индекс измерения для сравнений рукавов. На основе опыта построения чертежей деталей рукава были проведены структурные линии для идентификации

морщин складок шкале серого цвета. На рис. 5.1 отмечены основные 10 линий для измерений продольных (L) и поперечных (C) индексов:

L1 - линия вдоль переднего сгиба (FF),

L2 - линия вдоль локтевого сгиба,

L3 - вертикальная линия из верхней точки оката до низа,

L4 - вертикальная линия из нижней точки оката до низа,

L5 - наклонная линия из верхней точки оката до самой нижней точки переднего сгиба,

C1 - горизонтальная линия из вершины локтевого шва,

C2 - горизонтальный обхват SCW,

C3 - горизонтальный обхват между SCW и локтем (1/2 расстояния),

C4 - Горизонтальный обхват ширины локтя,

C5 - Горизонтальный обхват между локтем и низом (1/2 расстояния).

При построении 10 линий учитывали особенности чертежа рукава и морфологические характеристики человеческой руки. Формы рукавов можно разделить на две части в соответствии с построением выкройки. Первая часть - это область прилегания, расположенная внутри и рядом с окатом рукава, а вторая - область проектирования под шириной крышки рукава или на уровне подмышек. Во время ношения рукава зона прилегания становится критической зоной, ответственной за неправильный внешний вид, а зона проектирования отражает фасон рукава.

Для последующих экспериментов были выбраны две представительные линии FF (L1) и SCW (C2). Для минимизации влияния освещения (яркости, контрастности) был выбран свет по умолчанию (свет освещал правую сторону изображения).

5.2. Создание исходной базы данных градаций серого

Начальная база данных была создана для изучения градаций серого цвета на изображениях рукавов. На основе предложенного выбора 24 рукава со 120

изображениями были измерены с помощью ImageJ. Изображения содержали значения интенсивности от 0 (чисто черный) до 255 (чисто белый). На рис. 5.2 показана процедура генерации градаций серого после постепенного пошагового преобразования изображения в градацию серого.

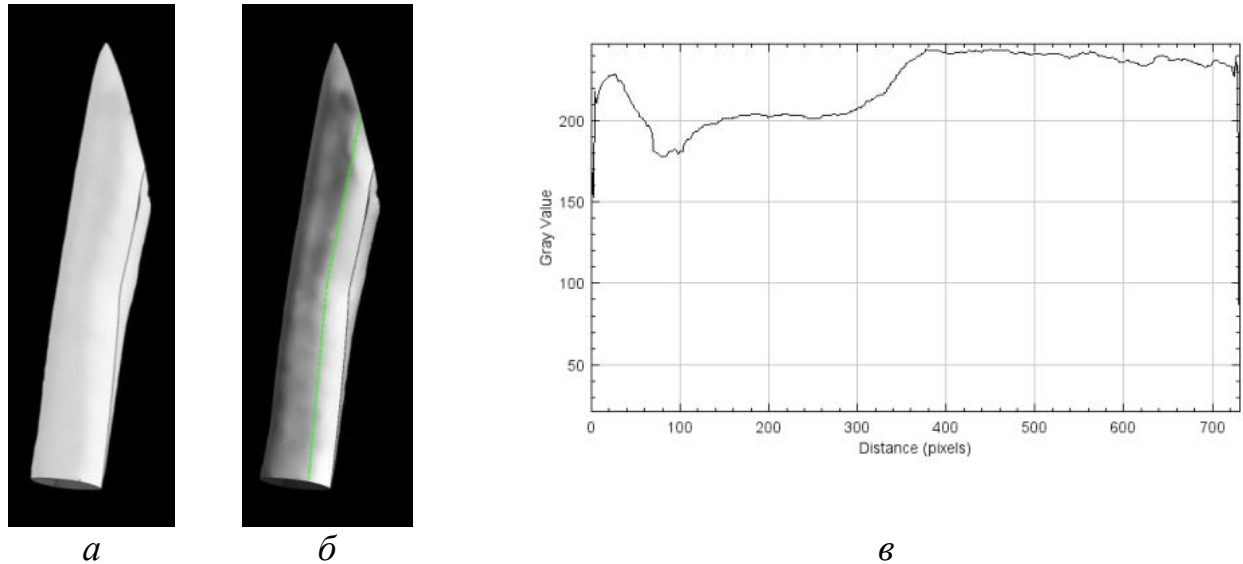


Рисунок 5.2 - Этапы обработки изображения вдоль линии FF: *a* - исходный виртуальный рукав, *б* - виртуальный рукав с FF после усиления контраста, *в* - полутоновая диаграмма

Детальная процедура включает следующие этапы:

(1) Получение изображения рукава, которое было выбрано для измерения (рис. 5.2,а).

(2) Нанесение линии FF, которая расположена на расстоянии 3 см от переднего сгиба и обозначена зеленой линией (рис. 5.2,б).

(3) Преобразование изображения в 8-битную шкалу серого и импорт в автоалгоритм для контрастного растяжения значения шкалы серого от 0 до 255 (как на рис. 5.2,б).

(4) Измерение значения градаций серого цвета (вдоль зеленой линии) и получение соответствующей диаграммы с помощью программы ImageJ. После измерения автоматически генерируется диаграмма серого цвета (рис. 5.2,в), в которой ось X - представляет расстояние (по пикселям) FF, а ось Y - значения серого цвета.

На рис. 5.2,в имеется резкое изменение, расположенное на расстоянии от 25 до 100 пикселей, которое идентифицируется как складка. Длина складки может быть определена по соотношению между расстоянием вдоль рукава и пикселем. Диаграмма на рис. 5.2,б визуализирует полутоновую информацию вместе с FF. Однако по этим 10 индексам (как на рис.5.1) можно построить сеть серого цвета для описания внешнего вида всего рукава.

5.3. Критерии пригодности градаций серого

На основе сформированной базы данных были рассчитаны значения градаций серого цвета для каждой диаграммы с целью получения средней линии и стандартного отклонения. Для повышения достоверности шкалу серого целесообразно объединить с результатами субъективной оценки для построения критериев соответствия.

5.3.1. Критерии оценки соответствия

Результаты измерения индексов рукавов в градациях серого цвета были собраны и отсортированы в сочетании с предыдущими результатами субъективной оценки. Пояс критериев посадки был двух категорий - идеальная Pe и плохая Po. В эксперименте были взяты два типа встроенной в Clo3D ткани - ткань Melton (100% шерстяное волокно с толщиной 1,4 мм) и ткань Muslin (100% хлопок с толщиной 0,3 мм).

Линия FF взята в качестве примера для разработки процедуры установления критериев посадки:

1. На рис. 5.3,а показаны 24 серошкальные диаграммы (12 Pe, зеленый; 12 Po, красный), которые были совмещены методом черчения в GraphPad, материал рукавов - Мелтон. Два серошкальных пояса можно грубо различить на рис.5.3,а.

2. После статистической обработки диаграмм на рис. 5.3,б показаны критерии серого цвета P_e и P_o на основе средних значений и стандартных отклонений в виде средних линий и поясов (Мелтон: P_e , зеленый; P_o , красный).

3. Как и на рис. 5.3,б, на рис. 5.3,в показаны муслиновые критерии серого цвета P_e и P_o для Муслима в виде средних линий и поясов (муслин: P_e , синий; P_o , оранжевый).

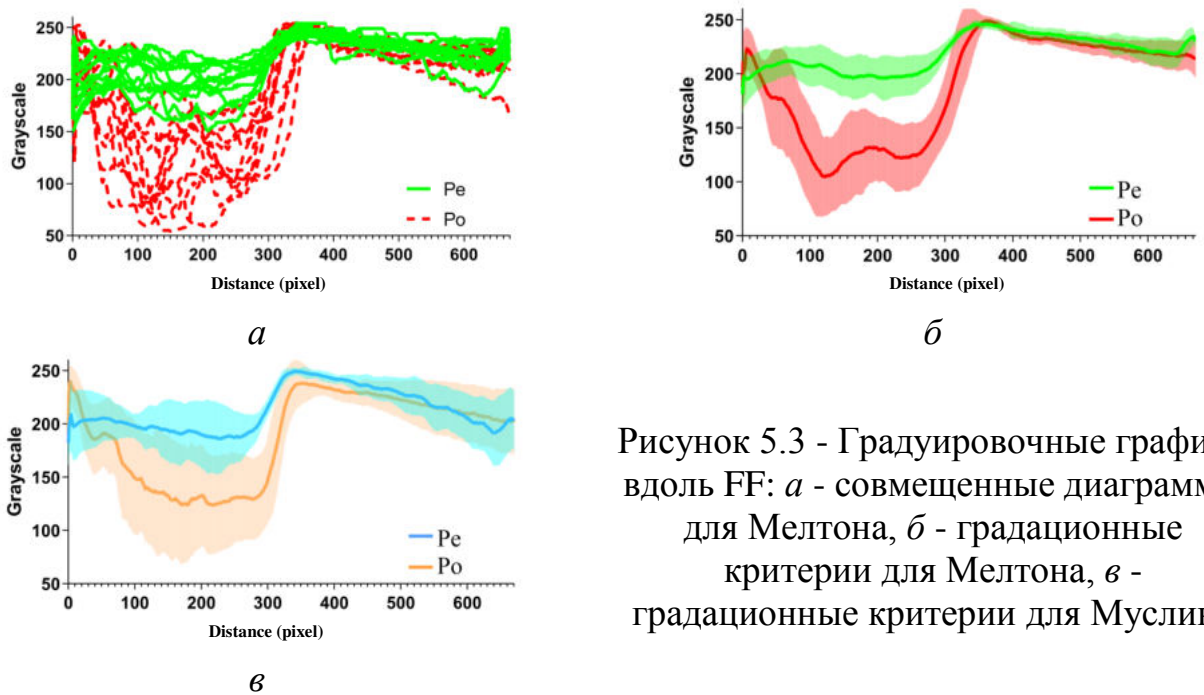


Рисунок 5.3 - Градуировочные графики вдоль FF: *а* - совмещенные диаграммы для Мелтона, *б* - градационные критерии для Мелтона, *в* - градационные критерии для Муслина

Как показано на рис. 5.3,б, пояс и средняя линия P_e и P_o перекрываются во второй половине рукава (локоть-низ), что свидетельствовало о малом количестве складок в этой части. Однако значительная разница в градациях серого была выражена в первой половине (окат-локоть). Колебания серой шкалы вверх и вниз представляли вогнутость и выпуклость складки, что являлось показателем неровности поверхности рукава.

Сравнение рис. 5.3,б и рис. 5.3,в показывает следующие сходства и различия между материалами.

1. Тенденции для Мелтона и Муслина схожи, но диапазон поясов Мелтона меньше, чем Муслина, что можно объяснить тем, что Мелтон более жесткий, чем Муслин.

2. В начале первая волна идеального внешнего вида P_o пересекается с плохим внешним видом P_e , что вызвано влиянием головки оката рукава.

3. В конце диаграмма P_e (как в Мелтоне, так и в Муслине) поднимается вверх.

Аналогично диаграммам вдоль FF , на рис. 5.4 показаны критерии серого цвета вдоль ширины оката рукава SCW . Критерии были получены для четырех видов спереди (front), в профиль (profile), сзади (back) и изнутри (inner).

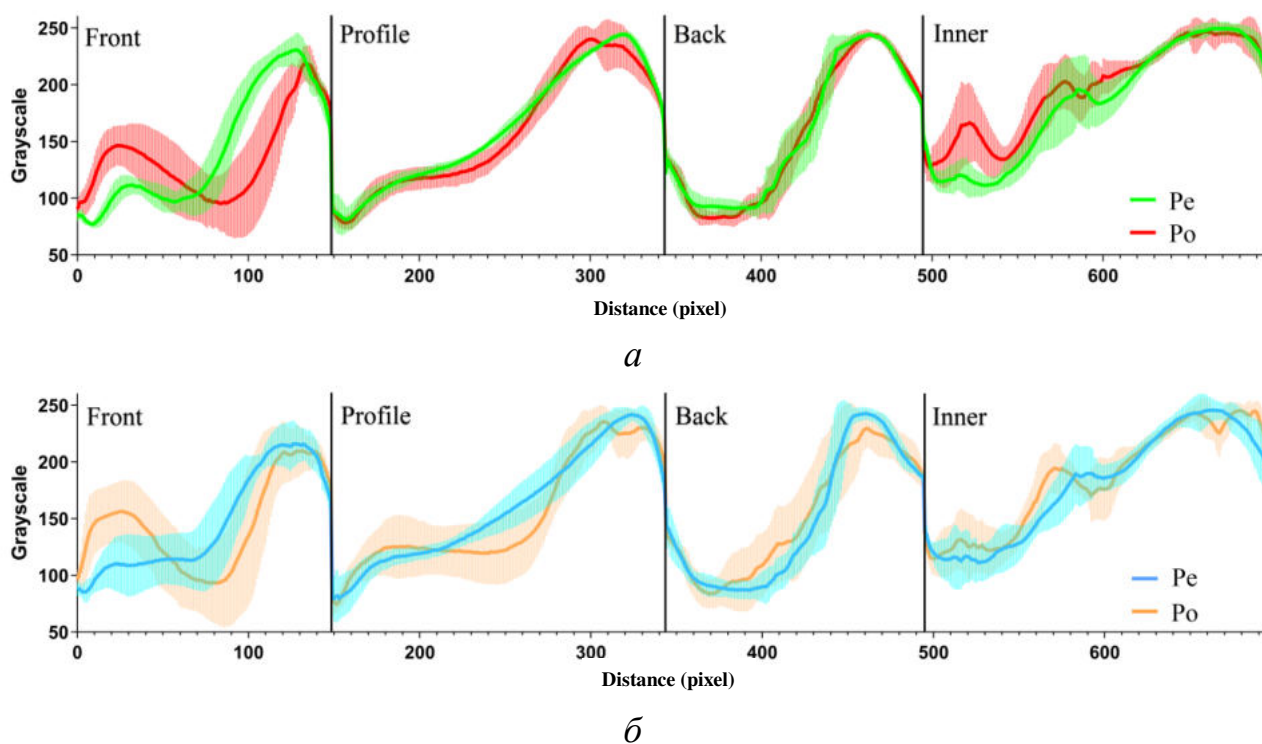


Рисунок 5.4 - Градационные критерии SCW : a - критерии серого цвета для Мелтона, $б$ - критерии серого цвета для Муслина

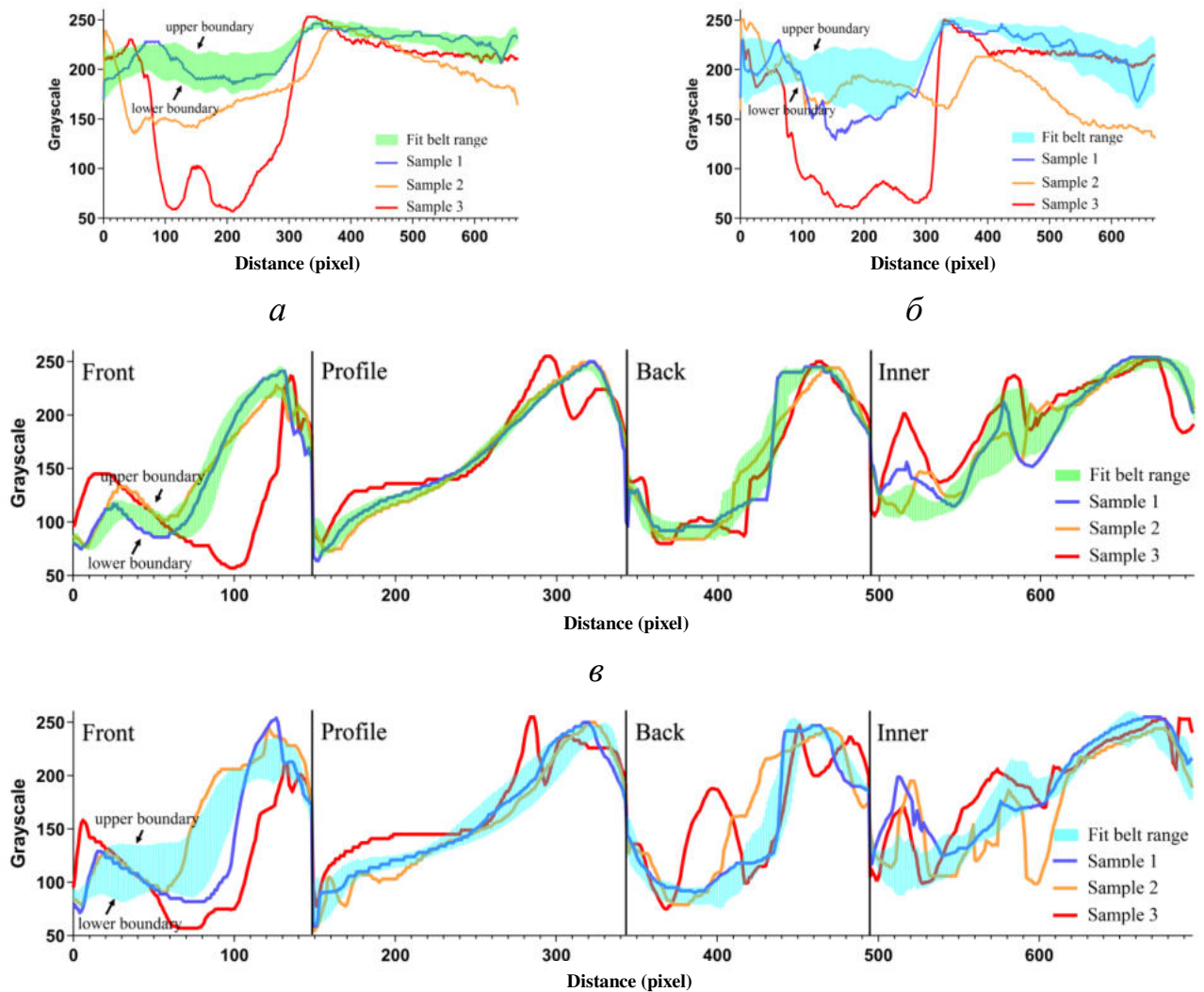
Как показано на рис. 5.4, диаграммы шкалы серого для каждого вида имеют тенденцию повышения от низкого левого края к высокому правому краю, что объясняется выбором освещения по умолчанию. Как и на рис. 5.3, складки на Мелтоне более заметны, чем на Муслине.

Сравнение между P_e и P_o в четырех видах показывает, что большие различия существуют на фронтальном и профильном видах, что указывает на большее количество складок, наблюдаемых на этих двух видах. Для каждого вида начальная и конечная тенденции деталей значительно изменяются.

В целом, пояс серого цвета P_e может быть использован для проверки критерия соответствия.

5.3.2. Критерии пригодности при проверке шкалы серого цвета

Надежность валидации была решающим шагом для обоснования нового метода. Для проверки точности критериев шкалы серого были случайным образом отобраны три виртуальных рукава, на которых были измерены значения градаций серого цвета. На рис. 5.5 показаны графики шкалы серого для всех трех рукавов. Верхняя и нижняя границы критериальных поясов были унаследованы из рис. 5.3 и 5.4.



2

Рисунок 5.5 - Валидация критериев серой шкалы на трех виртуальных рукавах: *a* - FF Мелтон, *б* - FF Муслин, *в* - SCW Мелтон, *г* - SCW Муслин

Как показано на рис.5.5, образец 1 в основном находится в пределах пояса идеальной посадки. Однако образцы 2 и 3 находятся вне пояса. Таким образом, образец 1 был признан качественным, а образцы 2 и 3 - некачественными.

Определение несоответствия виртуального рукава критериальным значениям может быть преобразовано в другую форму - расстояния отклонения (Dev) - в виде уравнения (5.1):

$$Dev = \sum_i |S_i - B_i|$$

$$|S_i - B_i| = \begin{cases} S_i - B_{it} & \text{if } S_i > B_{it} \\ 0 & \text{if } B_{it} > S_i > B_{il} \\ B_{il} - S_i & \text{if } S_i < B_{il} \end{cases} \quad (5.1)$$

где Dev - суммарное смещение градаций серого между образцом и границей фит-пояса идеального рукава, S_i - i -й пиксель значения градаций серого, B_i - i -й пиксель значения собственных границ фит-пояса идеального рукава, B_{it} - верхняя граница пояса идеального рукава, B_{il} - нижняя граница пояса идеального рукава.

Как показано на рис. 5.5, пояс идеального рукава включает верхнюю и нижнюю границы. Однако графики серого цвета образцов 2 и 3 пересекают пояс подгонки. Поэтому логическая функция If была использована для нахождения соответствующих границ пояса подгонки для правильного расчета отклонений.

Dev для FF и SCW были несопоставимы из-за разного расстояния между пикселями. Для сопоставимости стандартное отклонение (Dev_{std}) было рассчитано по уравнению (5.2):

$$Dev_{std} = \frac{Dev}{N} \quad (5.2)$$

где Dev_{std} - стандартное отклонение каждого пикселя (среднее значение), N - количество всех пикселей.

Низкое качество рукава может быть определено количественно с помощью уравнений (5.1) и (5.2). В ходе проверочного испытания для облегчения расчета пиксели образцов были изменены таким образом, чтобы они были одинаковыми.

Вр время проверки критерииградаций серого цвета объединили с результатами субъективной оценки для тех же текстильных материалов, критериев и значений градаций серого цвета.

Градация серого цвета рассматривалась как результат объективной оценки. Для субъективной оценки были сделаны виртуальные изображения этих же рукавов. Такой подход позволил сделать объективную оценку шкалы серого более согласованной с субъективными результатами. В таблице 5.1 представлены значения отклонений для образцов 1, 2 и 3.

Таблица 5.1 - Отклонение между интервалами посадки образцов

Индекс	Образец и субъективная оценка	Отклонение для рукавов из текстильных материалов, безразмерная			
		Мелтон		Муслин	
		<i>Dev</i>	<i>Dev_{std}</i>	<i>Dev</i>	<i>Dev_{std}</i>
L1	1 (соответствие)	77.85	0.12	2420.29	3.61
	2 (несоответствие)	13652.53	20.38	16157.46	24.12
	3 (несоответствие)	23777.47	35.49	24246.99	36.19
C2	1 (соответствие)	884.73	1.27	2222.15	3.20
	2 (несоответствие)	1086.89	1.56	4161.17	5.99
	3 (несоответствие)	10451.87	15.04	9601.00	13.81

Образец 1 с идеальным внешним видом имеет небольшое значение *Dev* и *Dev_{std}* (DD), в то время как образцы 2 и 3 со складчатыми поверхностями имеют огромные значения DD. Кроме того, внешний вид поверхности рукава отражает значение DD одновременно для FF и SCW, в то время как значение вдоль FF изменяется более значительно, чем вдоль SCW в этом проверочном тесте.

Более того, разная жесткость Мелтона и Муслина повлияла на значение DD. При установлении различий между идеальным и некачественными рукавами Мелтон показал большее отклонение.

Значение DD может быть использовано в качестве показателя для внешнего вида.

Данное исследование в градациях серого объединило субъективную оценку посадки, виртуальные изображения, индексы измерения вдоль 10 линий и диаграммы в градациях серого. Критерии серой шкалы можно эффективно применять для оценки внешнего вида рукава. Для повышения эффективности процесса проектирования предлагается использовать предложенные критерии серой шкалы в процессе виртуального моделирования в качестве инструмента автоматической проверки внешнего вида.

5.4. Алгоритм идентификации дефектов градаций серого цвета для рукава

В предыдущем исследовании критериев посадки была проделана работа по использованию шкалы серого цвета. Сравнивая разницу между поясами посадки, можно было прогнозировать ровному поверхности рукава. Однако критериев оценки посадки было недостаточно, чтобы выявить различные причины дефектов посадки. В этом разделе рукав модифицирован для симуляции дефектов посадки. Соответствующий график серого цвета может быть использован для идентификации причин дефектов.

5.4.1. Обучающие чертежи

Дефекты посадки могут быть вызваны множеством факторов, связанных с конструкцией проймы и рукава, материалами, морфологией тела и т.д. Поэтому имеет практический смысл использовать современное программное обеспечение САД в качестве инструментария для выявления причин дефектов посадки в виртуальной среде. Экспериментальный сценарий был построен в данном исследовании по выявлению причин дефектов путем формализации показателей чертежей, а также в сочетании с технологией серого цвета для идентификации параметров складок CWJ TPS.

Для того, чтобы воспроизвести дефекты посадки рукава, из предыдущего эксперимента был выбран образец рукава с идеальной посадкой, который

рассматривался как контрольный рукав. Затем проверенные оригинальные чертежи были модифицированы путем изменения параметров, ответственных за возникновение дефектов. В таблице 5.2 перечислены четыре изменяемых параметра SCH, SCW, формы рукава ниже локтевой линии (Eb) и пространственного положения рукава (Sb) с соответствующими условиями.

Таблица 5.2 - Схема эксперимента

Параметры конструкции	Интервал, шаг изменения параметра	Условия для деформации выкройки рукава	Типы проекций руки для анализа	Критерии оценки качества
SCH, см	$[-3 \dots 2], \pm 1$	1. Параллельно увеличивали и уменьшалиоба параметра. 2. Постоянная длина оката рукава, равная 49 см.	Фронт Профиль Сзади Изнутри	1. Количество и глубина складок (Субъективная оценка) 2. Градация серого цвета (Объективная оценка)
SCW, см	$[-4 \dots 6], \pm 2$			
Eb, °	$[-9 \dots 9], \pm 3$	1. Параллельно увеличивали и уменьшали значения углов		
Sb, °	$[-6 \dots 6], \pm 2$			

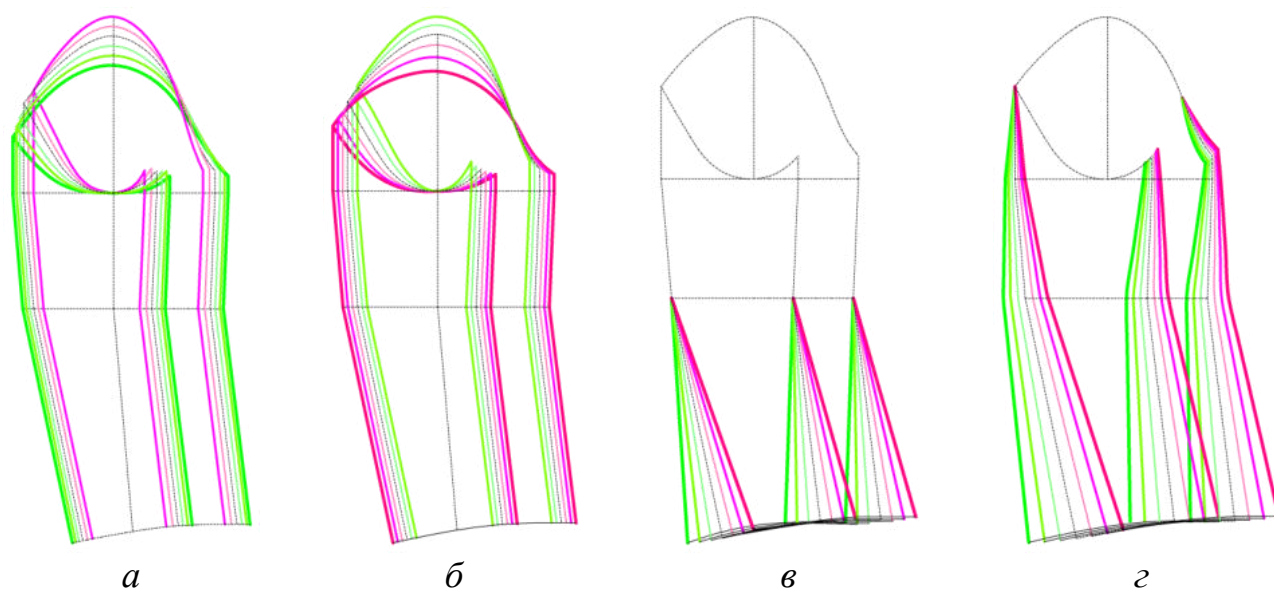


Рисунок 5.6 - Схемы деформации рукава для симуляции дефектов: а - SCH, б - SCW, в - Eb, г - Sb

Как показано в таблице 5.2, контрольный образец был деформирован с помощью четырех параметров. Условия и интервалы деформации были установлены на основе опыта конструирования рукавов. Моделировали виртуальные рукава, исследовали их на четырех изображениях и анализировали с помощью субъективной и объективной оценки градаций серого.

Как показано на рис. 5.6, деталь была постепенно деформирована с помощью программы ETCAD. Увеличение параметра показано фиолетовым цветом, уменьшение - зеленым. Можно заметить, что Eb и Sb имеют шесть деформаций, а SCH и SCW - только пять. В связи с ограничением обхвата руки, некоторые спроектированные несоответствия были невозможны.

5.4.2. Обучающая выборка из смоделированных рукавов

После деформации чертежей виртуальные рукава были смоделированы как Sa с помощью программы Clo3D. Процесс и настройки были унаследованы от начального построения базы данных серого цвета в подразделе 5.2. Объектами исследования были 24 виртуальных рукава с идеальной и плохой посадками.

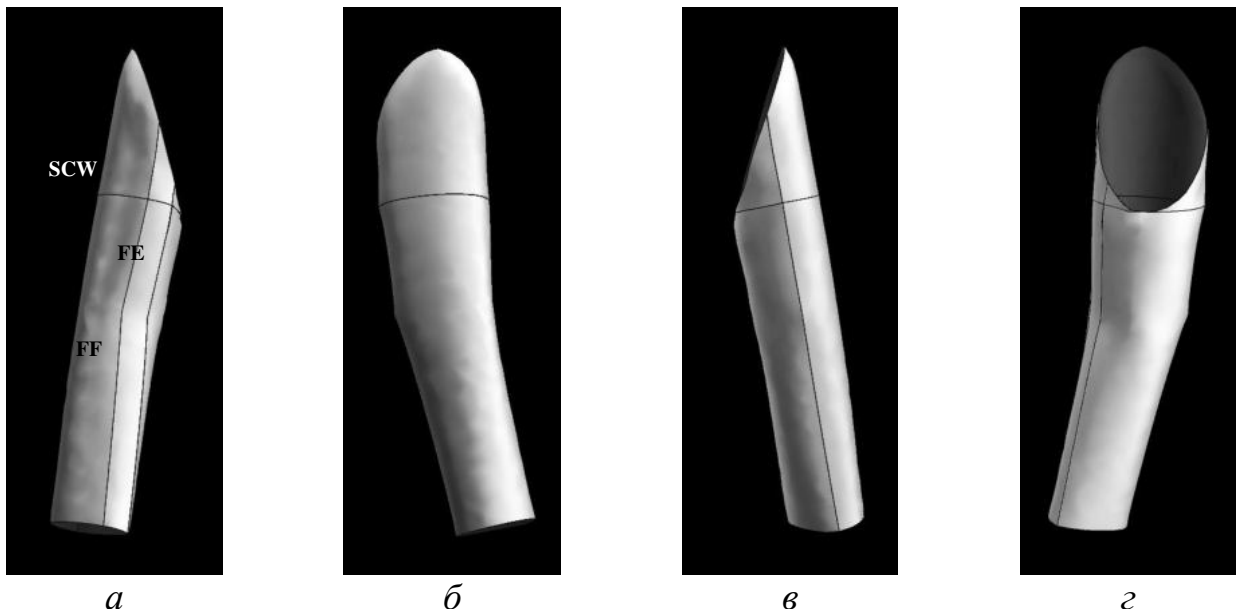





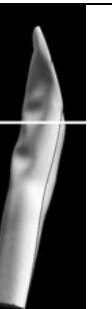


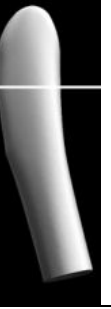
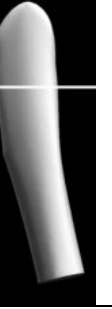












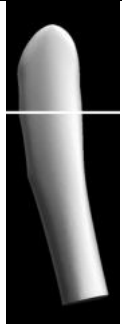




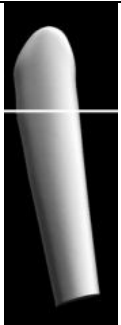
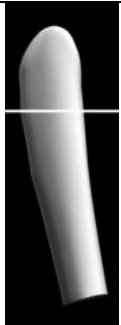
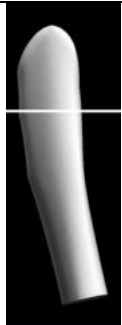






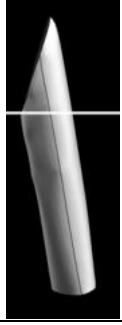






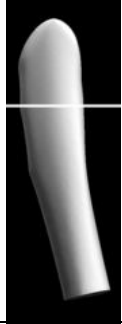










Рисунок 5.7 - Контрольный рукав с идеальной посадкой: *а* - фронт, *б* - профиль, *в* - сзади, *г* - изнутри

Как показано на рис. 5.7,а, для эксперимента были проведены две линии FF и SCW в силу их репрезентативности (унаследован выбор критериев эксперимента из раздела 5.1.2). FE представляет передний сгиб. На рис. 5.7 показаны изображения виртуальных рукавов с идеальной посадкой после усиления контраста спереди, сбоку, сзади и изнутри.

Учебные изображения виртуальных рукавов были сформированы в соответствии с экспериментальной схемой из табл. 5.2 и рис. 5.6. В таблице 5.3 представлены изображения виртуальных рукавов, которые показывают расположение складок, вызванных изменением каждого параметра конструкции.

Таблица 5.3 - Внешний вид рукавов с разработанными дефектами

Переменный параметр конструкции	Появление виртуального оружия						
	1	2	3	4	5	6	7
SCH							/
							/
	-3 см	-2 см	-1 см	0	+1 см	+2 см	
SCW	/						

1	2	3	4	5	6	7	8
SCW	/						
		-4 см	-2 см	0	+2 см	+4 см	+6 см
EB							
							
	-9°	-6°	-3°	0	+3°	+6°	+9°
SB							
							
	-6°	-4°	-2°	0	+2°	+4°	+6°

Примечания: "/" означает, что в связи с ограничением обхвата руки, спроектированное смещение невозможно.

Как показано в таблице 5.3, смоделированные рукава имеют несоответствия внешнего вида под влиянием изменяемого параметра. Когда SCH увеличивался, складки в основном появляются в области локтя и оката рукава, особенно на профильном виде. При уменьшении SCH складки появляются в основном в той части оката рукава, которая находится рядом с линией проймы на виде спереди. В случае с SCW наблюдалась обратная картина. Когда SCW увеличивалась, складки появлялись около линии проймы. В то же время, когда SCW уменьшалась, в области локтя и оката рукава появлялось много складок.

С увеличением Eb в верхней части рукава сзади появляются складки, причиной тому было несоответствие между формой рукава и положением руки в локтевой части. Когда нижняя часть рукава слишком сильно отведена вперед, появлялись подобные складки. Однако, когда рукав сдвигался назад, появлялись незаметные складки.

Для Sb перемещение всего переднего среза вперед или назад также деформирует рукав: нижнюю часть под проймой - при смещении назад, верхнюю в области локтевого шва - при смещении вперед.

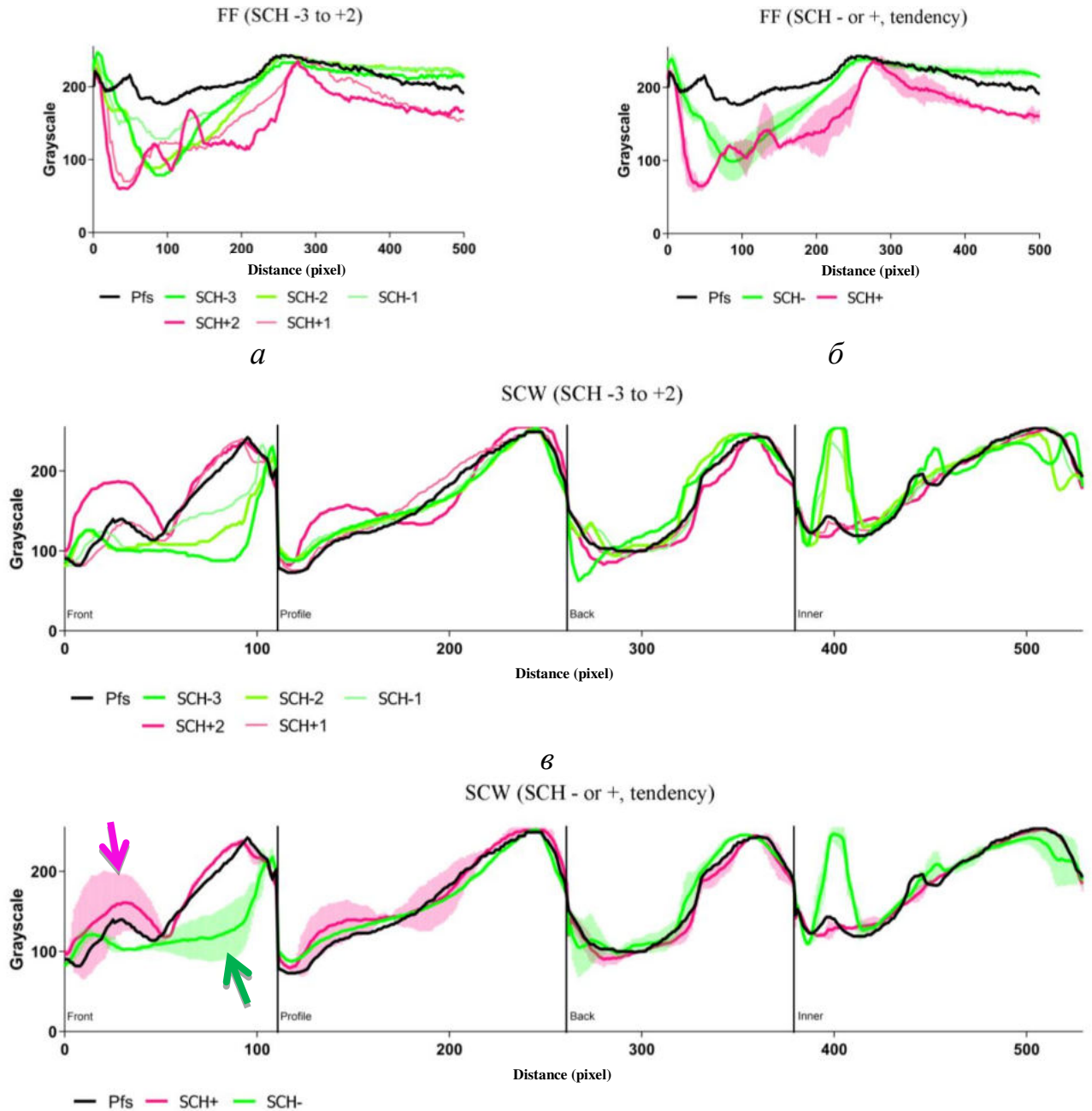
Таким образом, сформированная обучающая выборка в виде рукавов с различными дефектами стал основой для дальнейшей квалиметрии.

5.4.3. Градации серого цвета для идентификации дефектов

В этом разделе было обнаружено соответствие между складками смоделированных рукавов, параметрами деформации рукава и диаграммой серого цвета. Таким образом, можно установить связь между градацией серого цвета и параметром, который может быть использован для идентификации дефектов рукава.

На рис. 5.8 показаны две линии серого цвета FF и SCW при увеличении или уменьшении параметра деформации SCH. Как показано на рис. 5.8, черная линия представляет градацию серого цвета рукава с идеальной посадки,

фиолетовые линии и пояс представляют градацию серого цвета при увеличении SCH, а зеленый - уменьшении. Градации серого цвета после изменения FF и SCW были подробно представлены на рис. 5.8,а,в. Вычислив среднее и стандартное отклонение, тенденции деформации (пояса) были показаны на рис. 5.8,б,г.



г

Рисунок 5.8 - Градуировочная диаграмма FF и SCW под воздействием изменения SCH: *а* - сгруппированная диаграмма FF, *б* - тенденция деформации FF в градациях серого, *в* - сгруппированная диаграмма SCW, *г* - тенденция деформации SCW в градациях серого

Различные тенденции в оттенках серого отражают различные деформации. На передней части SCW (рис. 5.8,г), когда SCH увеличивается, часть расстояния от 0 до 50 пикселей была выпуклой (фиолетовая стрелка). Напротив, когда SCH уменьшается, часть от 50 до 100 была вогнутой (зеленая стрелка). Этот результат отражает связь между деформацией параметра (увеличение или уменьшение SCH) и шкалой серого.

5.5. Субъективная и объективная оценки качества рукава

Количественная оценка различий в интенсивности серого цвета для каждого экспериментального рукава проводилась путем сравнения с контрольным рукавом, который имел идеальную посадку. Уравнение описывает различие между ними следующим образом:

$$Go = \frac{\sum |P_i - D_i|}{n}, \quad (5.3)$$

где Go - смещение градаций серого между контрольным (с идеальной посадкой) и экспериментальными рукавами в каждом пикселе, P_i - значение i -го пикселя идеального рукава. D_i - значение i -го пикселя деформированного рукава на разных видах, вычислялось путем взвешивания; n - количество пикселей вдоль линий FF или SCW, $n = 500$ для FF, $n = 529$ для SCW.

Уравнение (5.3) и уравнение (5.1) похожи. Разница заключается в следующем: в уравнении (5.1) для критериев соответствия использован пояс соответствия и его граничные значения; в уравнении (5.3) для идентификации дефектов использован контрольный рукав и его полутоновая диаграмма.

После измерения средних значений разницы на проекциях спереди (вдоль SCW и FF), сбоку (вдоль SCW), сзади (вдоль SCW) и внутри (вдоль SCW) была рассчитана взвешенная разница между контрольным и экспериментальными рукавами. Вклад дефектов в различных проекциях в общее впечатление от рукава

был взвешен следующим образом (%): дефекты на виде спереди оценивались в 50 баллов, сбоку - 30, сзади - 15, внутри - 15. Эта взвешенная пропорция была основана на опыте потребителя и наблюдениям при выборе и покупке одежды. Потребители склонны обращать больше внимания на переднюю часть и профиль, когда стоят перед примерочным зеркалом.

Таблица 5.4 - Показатели объективных (градации серого) и субъективных (сенсорных) оценок экспериментальных рукавов обучающей выборки

Параметр , Единица измерения	Величина деформации	Объективная оценка значения смещения градаций серого цвета экспериментального рукава					Go	Уровень субъективной оценки экспериментального рукава				Aws
		Передняя		профиль ная	задняя	внутренн ая		Передня я	профиль ная	задняя	внутрен няя	
		F _{FF}	S _{wF}	S _{wP}	S _{wB}	S _{wI}						
SCH, см	-3	27.3	53.7	10.9	16.4	25.9	27.3	Po	Pe	Ap	Po	1.75
	-2	30.0	40.7	11.0	11.3	21.7	23.8	Ap	Pe	Ap	Po	2.25
	-1	21.2	24.7	8.7	7.81	15.7	16.0	Ap	Pe	Ap	Po	2.25
	+1	45.5	9.7	7.7	3.6	4.3	16.9	Ap	Pe	Pe	Pe	2.5
	+2	57.3	28.6	21.0	13.4	8.1	30.2	Po	Po	Po	Ap	1.05
SCW, см	-4	59.1	16.2	29.9	16.8	10.6	30.8	Po	Po	Po	Ap	1.05
	-2	50.5	10.9	20.4	21.0	7.0	25.0	Ap	Ap	Po	Ap	1.85
	+2	8.3	18.7	6.3	7.5	20.1	10.8	Pe	Pe	Ap	Po	2.75
	+4	28.1	45.7	11.6	10.4	28.1	24.9	Ap	Ap	Ap	Po	1.95
	+6	38.2	63.6	14.7	27.8	23.9	35.3	Po	Po	Po	Po	1
Eb, °	-9	31.7	9.6	5.0	5.9	13.2	13.4	Ap	Pe	Pe	Ap	2.45
	-6	18.9	10.6	5.3	5.7	15.6	10.5	Pe	Pe	Pe	Ap	2.95
	-3	11.0	8.0	2.7	5.1	11.9	6.9	Pe	Pe	Pe	Ap	2.95
	+3	22.7	8.6	3.7	5.8	11.3	10.3	Ap	Pe	Ap	Ap	2.3
	+6	27.1	16.5	20.1	30.2	10.7	22.0	Ap	Ap	Po	Ap	1.85
	+9	30.7	19.0	26.1	31.2	11.6	25.5	Ap	Po	Po	Po	1.5
Sb, °	-6	42.8	45.0	18.0	15.0	17.6	30.5	Po	Ap	Ap	Po	1.45
	-4	37.0	23.0	9.4	15.2	12.0	20.7	Ap	Pe	Ap	Ap	2.3
	-2	20.4	12.9	3.7	6.3	11.1	10.9	Ap	Pe	Pe	Ap	2.45
	+2	28.0	8.9	5.9	9.1	12.5	13.0	Pe	Ap	Ap	Ap	2.5
	+4	46.1	10.9	13.1	28.3	13.9	23.1	Ap	Po	Po	Ap	1.55
	+6	44.3	12.8	14.1	24.8	11.4	22.8	Po	Po	Po	Po	1

Примечания. 1. Места измерения в градациях серого цвета для различных видов, F_{FF} - передняя складка на виде спереди, S_{wF} - ширина рукава на виде спереди, S_{wP} - ширина рукава на виде в профиль, S_{wB} - ширина рукава на виде сзади, S_{wI} - ширина рукава на виде изнутри. 2. Pe - отличная посадка, Ap - удовлетворительная посадка, Po - плохая посадка.

Результаты расчетов и измерений были представлены в таблице 5.4. Средняя взвешенная субъективная оценка (Aws) получена для четырех проекций

и трехшальной оценки. Go и Aws показали отрицательную взаимосвязь. Значения Go и Aws для рукава с идеальной посадкой были равны 0 и 3, соответственно. Большее значение Go указывает на большее смещение для идеальной посадки рукава, что означает большее количество дефектов. Между тем, меньшее значение Aws указывает на плохую посадку, что также означало больше дефектов.

После обработки результатов таблицы 5.4 на рис. 5.9 показаны графики различий между контрольным и экспериментальными рукавами, обозначенных как Po, Ap и Pe в соответствии с их смещением в градациях серого.

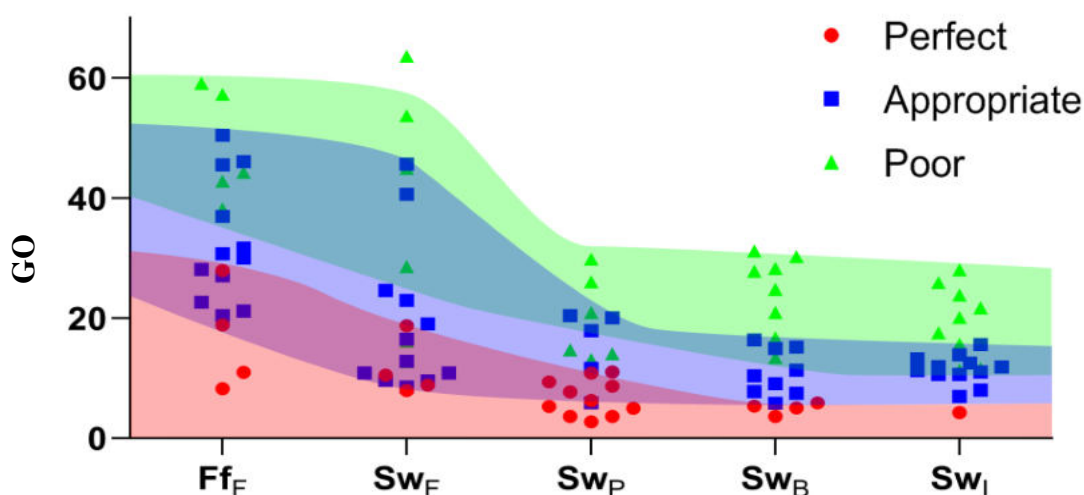


Рисунок 5.9 - Диаграмма различий между контрольным и экспериментальными рукавами по серой шкале в зависимости от качества посадки

Как показано на рис. 5.9, диаграммы накладываются друг на друга, особенно на виде спереди, из-за определенной условности субъективных оценок. Поэтому в качестве альтернативы или дополнения был выбран метод оценки по шкале серого.

Для построения линейной регрессии с целью выявления взаимосвязи между объективными и субъективными показателями, в таблице 5.5 представлены интервалы деформации из таблицы 5.4, отсортированные по уровню деформации (DL).

Таблица 5.5 - Интервалы деформаций

Индекс параметра деталь деформация, единица	Деформация Интервал каждого показателя	DL
SCH	-3 см	DL 3-
	-2 см	DL 2-
	-1 см	DL 1-
	+1 см	DL 1+
	+2 см	DL 2+
SCW	-4 см	DL 2-
	-2 см	DL 1-
	+2 см	DL 1+
	+4 см	DL 2+
	+6 см	DL 3+
Eb	-9°	DL 3-
	-6°	DL 2-
	-3°	DL 1-
	+3°	DL 1+
	+6°	DL 2+
	+9°	DL 3+
Sb	-6°	DL 3-
	-4°	DL 2-
	-2°	DL 1-
	+2°	DL 1+
	+4°	DL 2+
	+6°	DL 3+

Как показано в таблице 5.5, интервал деформации всех четырех параметров может быть согласован через DL путем организации и сортировки, что позволяет построить линейное уравнение между субъективной оценкой и смещением шкалы серого.

Линейная однофакторная регрессия была использована для установления связи между объективной шкалой серого и субъективной оценкой поверхности рукава. Уравнение линейной регрессии имеет вид:

$$Go_w = 43.1 - 11.4 A_{ws} \quad (5.4)$$

где Go_w - взвешенное смещение шкалы серого, Aws - средняя арифметическая оценка сенсорного анализа. $r^2 = 0,79$.

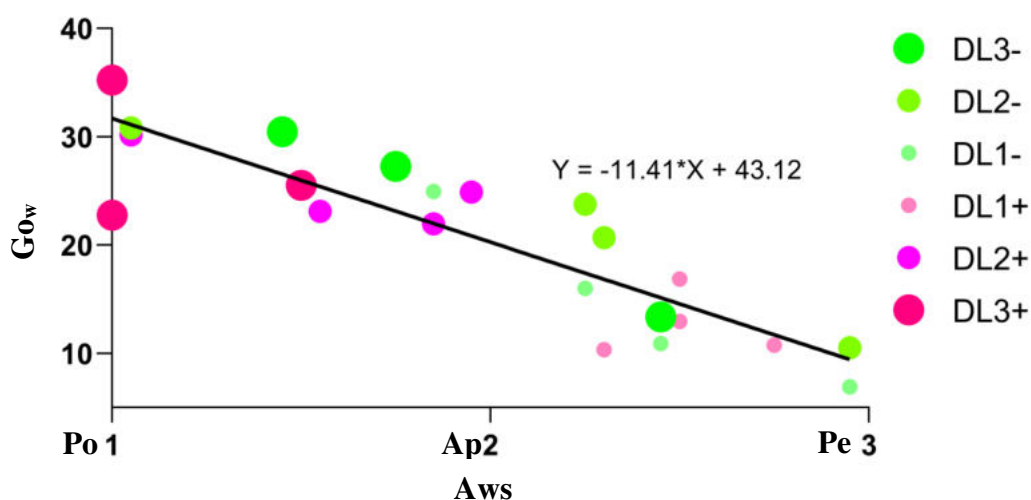


Рисунок 5.10 - Линейная регрессия Go_w и Aws

Как показано на рис. 5.10, низкому Aws соответствует высокий Go_w (и наоборот). Такие комбинации преобладали в левой части (часть плохой посадки Po) графика. И наоборот, правая сторона (часть хорошей посадки Pe) графика содержит оценки более качественных рукавов.

Таким образом, оказалось возможным параллельно использовать результаты сенсорного анализа и количественно определить различия между контрольным рукавом и вновь разработанными виртуальными рукавами. Этот результат открывает возможность для автоматической оценки качества DTS без привлечения экспертов.

Заключение после главы 5

1. Создана исходная база данных для применения шкалы серого цвета для объективной оценки состояния поверхности экспериментальных рукавов.

2. Разработаны критерии для оценки состояния поверхности рукава в градациях серого цвета, которые объединили субъективную оценку посадки,

виртуальные изображения, измеряемые конструктивные параметры и градационные диаграммы.

3. Разработан алгоритм идентификации дефектов по градациям серого цвета.

4. Выявлена взаимосвязь между субъективными и объективными показателями, что открывает возможность для автоматической оценки качества DTS без участия эксперта.

ГЛАВА 6. ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВНЕШНЕГО ВИДА РУКАВОВ

Целью данной главы была оценка корректности применения полученных результатов, которая включала в себя три направления:

1. Эргономический эксперимент включал измерение конструктивных прибавок, субъективной оценки комфорта и давления. В этом эксперименте лекала с известными величинами конструктивных прибавок были использованы для пошива реальных жакетов и оценки давления при носке.

2. Возможность применения DTS в качестве альтернативы настоящему рукаву. DTS и настоящий рукав сравнивали по трем аспектам: силуэт, внешний вид поверхности и положение рукава в пространстве. Цель заключалась в анализе возможности применения DTS в качестве альтернативы настоящему рукаву.

3. Серия валидационных испытаний была проведена для подтверждения критериев оценки и прогнозирования хорошего соответствия для DTS.

6.1. Методы и материалы исследования

6.1.1. Инструменты и программное обеспечение исследования

Для оценки давления использовали датчик FlexForce (Tekscan Ltd, США) и соответствующую компьютерную систему регистрации. Площадь контакта данного датчика составляет 70 мм², диапазон измерения давления от 0 до 4,4 Н, погрешность измерения менее 3%. Датчик позволяет измерять давление одежды на тело в динамике. На рис. 6.1 показаны датчик и устройство для измерения давления.

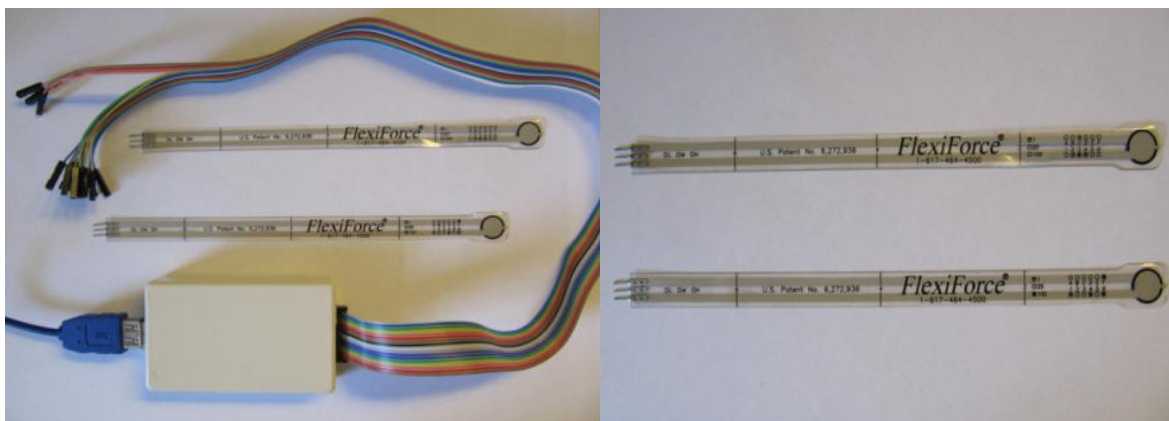


Рисунок 6.1 - Датчик FlexiForce для измерения давления на тело человека

Для DTS в качестве альтернативы реальному рукаву использовали Adobe Illustrator для обводки силуэта рукава и стана. Для измерения углов использовали Screen Protractor (Iconico Ltd, США).

Для валидации разработанной технологии, поскольку она формировалась на протяжении всей диссертации, все программное обеспечение, использованное ранее, будет присутствовать и в этой части.

6.1.2. Объекты исследования

Объектом исследования эргономического направления стал классический женский жакет. Стан был разделен на несколько деталей центральным передним, боковым, средним и несколькими фасонными швами, например, швом "принцесса". Поскольку эксперимент был сосредоточен на части рукава, требования к воротнику не предъявляли. Для изготовления экспериментальных жакетов использовали три материала: мелтон (материал 1), муслин (материал 2) и смесь шерстяного волокна и полиэстера (материал 3).

6.2. Эргономичность легкость, давление и удобство

Эргономика - это наука о проектировании и оптимизации взаимоотношений между человеком, объектом и окружающей средой для женских жакетов эргономичность исследовали в трех аспектах: конструктивные прибавки, давление и комфорт ношения.

6.2.1. Прибавки для проектирования жакетов

По сравнению с другими методами в таблице 1.3, был выбран метод ЦОТШЛ, так как он прост и удобен при конструировании. По методу ЦОТШЛ была построена базовая конструкция жакета для фигуры 164-92-100. На основе этой базовой выкройки были построены четыре модельные конструкции. В таблице 6.1 приведены подробные показатели разработанных чертежей, которые получили названия от жакета 1 до жакета 4 (J1 - J4).

Таблица 6.1 - Конструктивные прибавки

Прибавка	Символ	Значение конструктивной прибавки			
		J1	J2	J3	J4
Прибавка к полуобхвату груди	E_{HB}	5,5	6,5	7,5	8,5
Прибавка к ширине спины	E_{BW}	1,0	1,2	1,4	1,6
Прибавка к ширине груди	E_{CW}	0	0,5	0,8	1,0
Прибавка к полуобхвату талии	E_{WGH}	3	4	5	6
Прибавка к полуобхвату бедер	E_{HGH}	4	5	5	6
Прибавка к длине спины	E_{BL}	0,7	0,7	0,7	0,7
Прибавка к расстоянию SNP-ВР-линия талии	E_{SBW}	1,0	1,0	1,0	1,0
Прибавка к ширине горловины	E_{BNC}	1,0	1,0	1,0	1,0
Прибавка к высоте горловины	E_{BSFS}	0,2	0,2	0,2	0,2
Прибавка на свободу проймы	E_{AD}	2,7	3	3,5	4
Прибавка к обхвату плеча через подмышечную точку	E_{AGAP}	6,5	8	9	10
Прибавка к обхвату запястья	E_{WG}	9,5	9,5	9,5	9,5

Как показано в таблице 6.1, прибавки E_{HB} , E_{BW} , E_{CW} , E_{AD} , E_{AGAP} , E_{WGH} и E_{HGH} были разработаны с возрастанием для четырех жакетов. При этом E_{SBW} , E_{BNC} , E_{BSFS} и E_{WG} оставались неизменными. На рис. 6.2 показаны плоские шаблоны четырех конструкций.

Как показано на рис. 6.2, азличие в схемах чертежей трудно заметить из-за ограничения различимости человеческого глаза. Однако различие станет очевидным, когда будут изготовлены реальные жакеты.

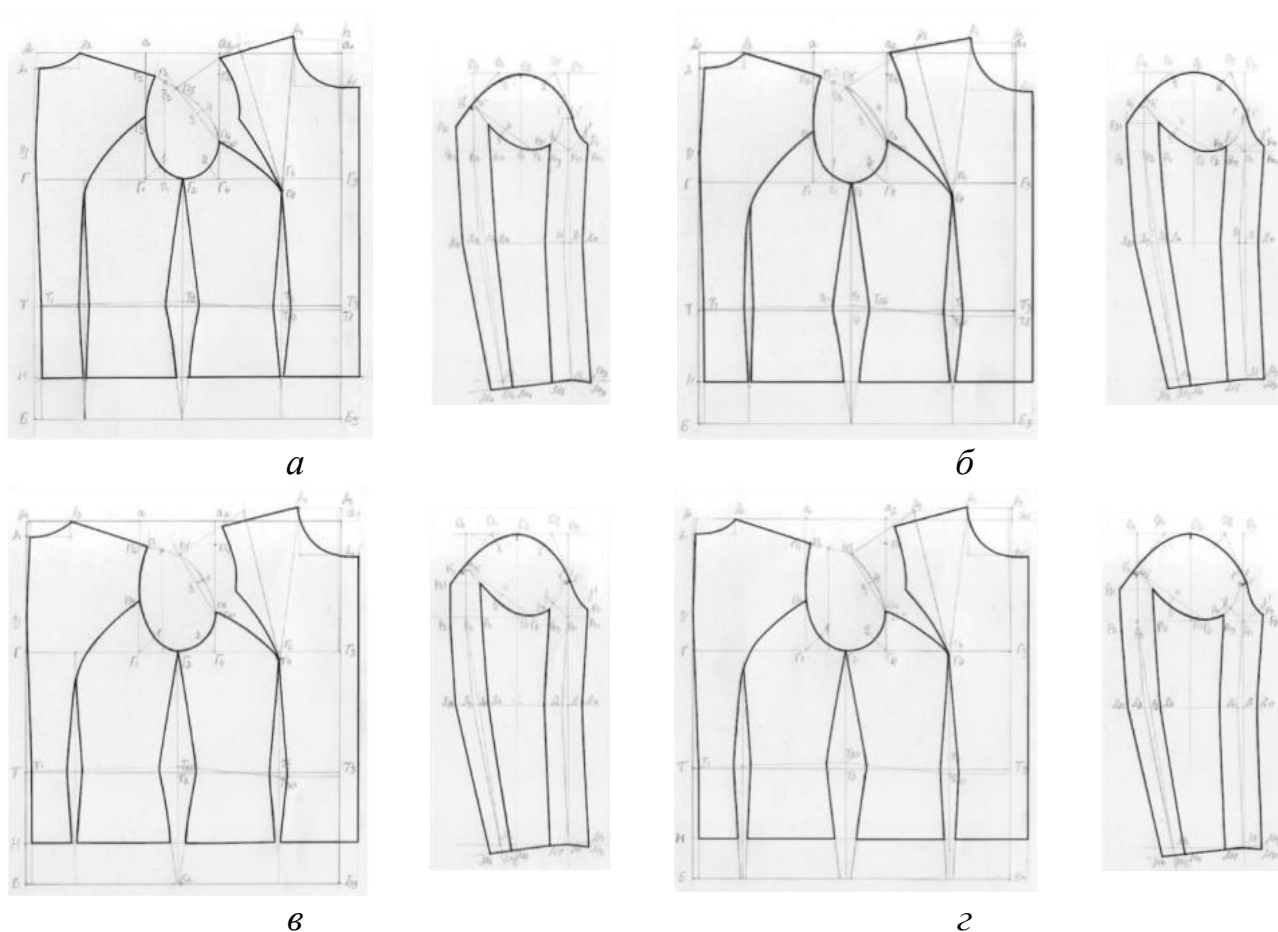


Рисунок 6.2 - Экспериментальные чертежи жакетов с разработанным сочетанием конструктивных прибавок: *а* - J1, *б* - J2, *в* - J3, *г* - J4

6.2.2. Оценка давления

Как одно из общих физических свойств, давление существует между одеждой и телом человека, что было важно для отражения удобства ношения. В общей сложности 12 образцов жакетов были изготовлены из трех видов материалов и четырех разработанных чертежей. Реальные женщины носили эти образцы в четырех типичных позах для исследования давления. Эти четыре позы были позой с большой амплитудой движений в повседневной жизни, что могло помочь нам измерить предельное давление.

Как показано на рис. 6.3, в качестве четырех типичных поз:

1. Вертикальный подъем руки в автобусе.
2. Вытянутая вперед рука в горизонтальном положении.
3. Наклон туловища вниз, разгибание руки вниз.

4. Открытие двери автомобиля.

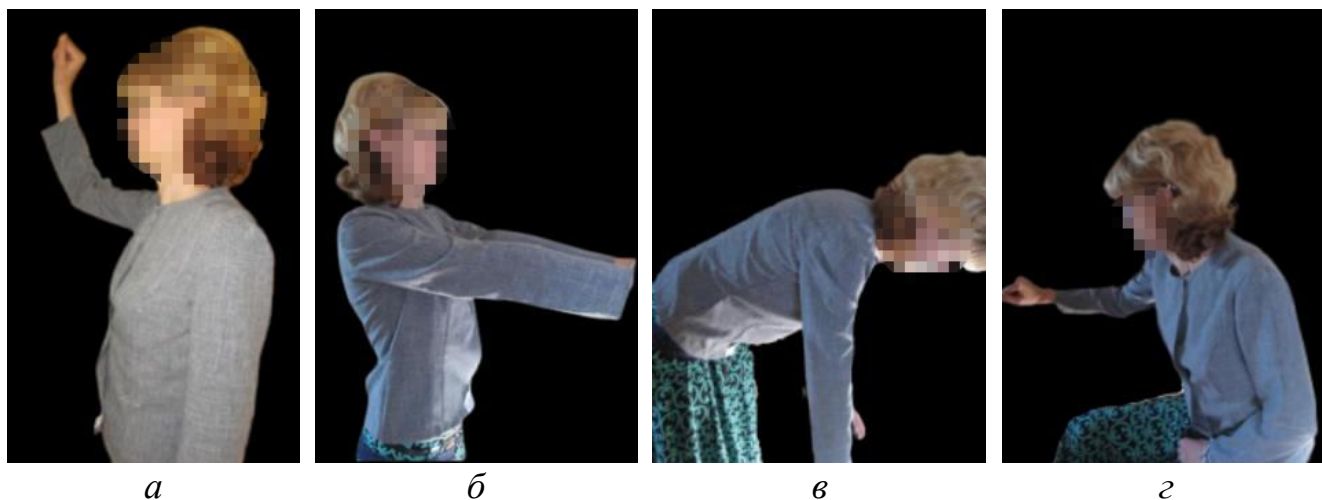


Рисунок 6.3 - Четыре позы с большой амплитудой в повседневной жизни: *а* - поднять руку вверх, *б*–вытянуть руку вперед, *в*–наклониться вниз, *г* - открыть дверь автомобиля

Датчик FlexiForce Sensor был прикреплен к телу человека с помощью клейкой ленты и пластыря. В табл. 6.2 и на рис. 6.4 показана схема расположения точек измерения давления (Ps).

Таблица 6.2 - Схема расположения точек для измерения давления

No.	Исследуемая конструктивная прибавка	Схема расположения датчиков
Ps1	E_{BW}	Точка на спине в области лопаток
Ps2	E_{AD}	Точка задней части на уровне высоты заднего угла подмышечной впадины
Ps3	E_{HB}	На линии обхвата груди
Ps4	E_{AGAP}	На линии обхвата плеча

Как показано в таблице 6.2 и на рис. 6.4, эти точки были выбраны потому, что на них оказывалось наибольшее давление во время движения человека. Таким образом, точка оценки давления, поза тела человека и спроектированная конструктивная прибавка были интегрированы в эксперимент по оценке давления. Например, поза поднятия рук позволяет максимально увеличить давление в точке Ps1. Одновременно разработанная схема позволяет исследовать давление Ps1 при различной величине E_{BW} .

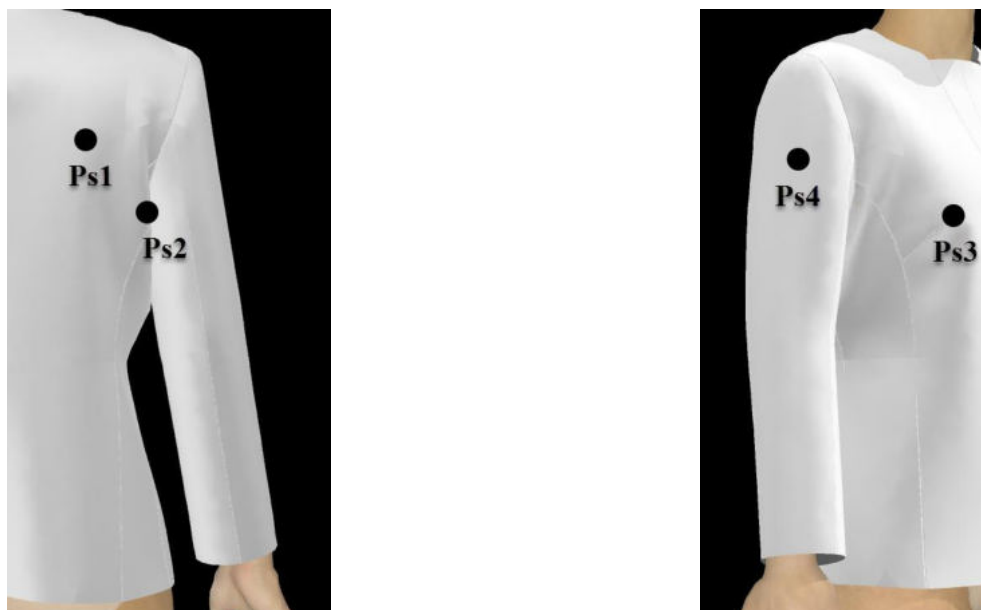


Рисунок 6.4 - Точки измерения давления

Каждое значение давления измеряли от 14 до 22 раз для обеспечения точности. Обработка результатов измерений включала исключение единичных выбросов, расчет среднего значения и определение доверительного интервала [141, 142]. Подробные значения давления приведены в Приложении J. В таблице 6.3 представлена шкала для оценки комфортности ношения.

Таблица 6.3 - Шкала для субъективной оценки комфортности

Масштаб	Чувство	Схема оценки
5	Очень неудобно	Очень туго, высокое давление по оценке экспертов, которые сдерживают движение тела.
4	Неудобно	Жесткое, значительное значение давления.
3	самый удобный	Средняя посадка, умеренные показатели давления.
2	Удобный	Немного ослаблены, более низкие значения давления.
1	Удобно со свободным	Ослабленно, датчик не смог измерить давление.

Как показано в таблице 6.3, субъективная шкала оценки комфорта была пятиуровневой от очень дискомфорта до комфортного со свободным положением. Оценки 5 и 4 представляли тесную и неправильную посадку, что сопровождалось дискомфортом для пользователя. Оценка 3 была лучшей, так как

в ней были сбалансированы комфорт и прилегание. Оценки 2 и 1 также были удобными, но свободный фасон мог создавать ненужные складки на поверхности жакета.

6.2.3. Диапазон конструктивных прибавок

После измерения и оценки всех показателей была выявлена взаимосвязь между прибавками (четыре уровня прибавок, три материала), давлением при ношении (четыре позы, четыре точки измерения), субъективным комфортом (пять оценок). В таблице 6.4 приведены результаты субъективной оценки и величины давления для четырех видов прибавок.

Таблица 6.4 - Субъективные оценки и значения давления

пиджака №	Точка давления	Уровень ощущений и значение давления, кПа					
		Материал 1		Материал 2		Материал 3	
		Чувство	Давление	Чувство	Давление	Чувство	Давление
J1	Ps1	5	1,1	4	0,26	3	0,05
	Ps2	5	0,59	4	0,45	3	0,41
	Ps3	4	0,53	4	0,18	4	0,15
	Ps4	5	1,5	5	0,68	4	0,55
J2	Ps1	4	0,95	3	0,24	3	0,02
	Ps2	4	0,36	3	0,28	3	0,26
	Ps3	4	0,28	3	0,14	2	0,14
	Ps4	5	0,78	4	0,44	3	0,34
J3	Ps1	3	0,89	3	0,17	2	0
	Ps2	3	0,37	2	0,14	2	0,15
	Ps3	3	0,18	2	0,1	1	0,1
	Ps4	3	0,35	2	0,33	1	0,25
J4	Ps1	2	0,6	2	0,17	1	0
	Ps2	2	0,22	2	0,15	1	0,03
	Ps3	2	0,16	2	0,08	1	0,06
	Ps4	2	0,32	1	0,29	1	0,16

По мере увеличения прибавок давление значительно уменьшалось, и одновременно изменялась шкала субъективного комфорта. Материалы также влияли на комфорт. Наилучшая ситуация наблюдается в комбинации «J3 +

материал 1». На рис. 6.5 показана зависимость между конструктивными прибавками и давлением для трех материалов.

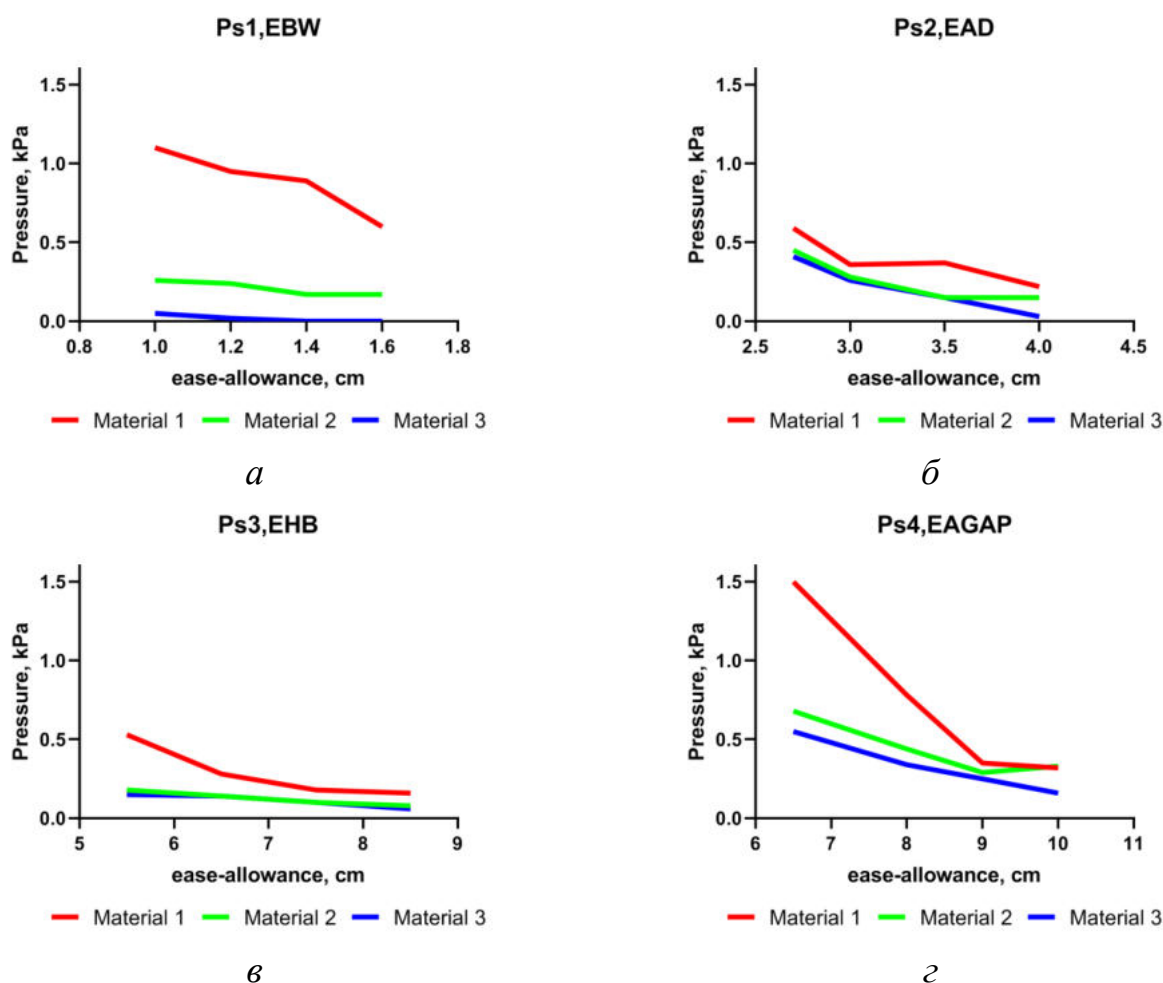


Рисунок 6.5 - Взаимосвязь между давлением (вертикальная ось, кПа) и конструктивными прибавками (горизонтальная ось, см): *а* - Ps1, E_{BW}, *б* - Ps2, E_{AD}, *в* - Ps3, E_{HB}, *г* - Ps4, E_{AGAP}

Как показано на рис. 6.5, материал и величина конструктивной прибавки влияют на давление. Давление отрицательно связано с прибавкой. Между тем, влияние материалов было более сложным. Давление 1,1 кПа на Ps1 и 1,5 кПа на Ps4 (оба материала 1) были зарегистрированы как два максимальных значения давления. Между тем, эти два значения давления не превышают ранее установленных критических значений [153]. Этот результат показал, что материал 1 более склонен к появлению больших значений давления, чем остальные два материала, и его следует избегать при проектировании жакетов с малыми прибавками.

В таблице 6.5 приведено сравнение прибавок реального жакета в комфортной шкале (E_{RJC}) и прибавок виртуального смоделированного жакета с идеальной посадкой (E_{SJP}) по четырем показателям.

Таблица 6.5 - Сравнение реального и виртуального моделирования

Прибавка	Значение для реального жакета E_{RJC} , см	Значение для виртуального жакета E_{SJP} , см
E_{BW}	1.0 - 1.6	0.79 - 2.71
E_{AD}	2.7 - 4.0	5.5 - 8
E_{HB}	6.5 - 8.5	3.74 - 8.43
E_{AGAP}	9.0-10	3.52 - 9.84

Как показано в таблице 6.5, диапазоны большинства прибавок E_{RJC} и E_{SJP} перекрываются, при этом E_{SJP} имел несколько больший диапазон. Следует отметить, что прибавка E_{AD} у E_{SJP} была более значительной, чем у E_{RJC} . Так как прибавка E_{AD} оказывает влияние на комфорт под мышкой, эти свободные складки скрыты, когда рука в свободном состоянии опущена. Кроме того, свобода обеспечивает движение руки. Таким образом, эта ситуация может быть вызвана различными методами построения чертежа.

Исследование давления рукава эффективно устранило недостаток DTJ при оценке давления.

6.3. Валидация DTJ в качестве альтернативы реальному жакету

Общеизвестно и общепринято, что DTJ может адекватно заменить отшив реальных жакетов, значительно сэкономить время и материальные затраты при разработке продукта. По этой причине была начата проверка виртуального и реального жакетов путем сравнения силуэтов рукавов, внешнего вида и 3D параметров.

6.3.1. Сравнение силуэтов виртуального и реального жакетов

Для того чтобы проверить DTJ, было проведено исследование по

сравнению виртуального (смоделированного рукава) и реального (сшитого рукава), чтобы изучить сходства и различия между ними. В этой части также была поставлена цель предложить новый метод количественной оценки сходства и различия силуэта изображения жакета, который интегрирован с анализом состояния поверхности.

Все практическое сравнительное тестирование проводилось по следующим процедурам:

1. Подготовка и пошив

Были подготовлены два чертежа P_e и P_o , по которым смоделированы виртуальные жакеты и сшиты реальные жакеты. Согласно результатам исследования материалов (Приложение Б) для пошива жакета был взят материал Melton, который состоит из 50% шерсти и 50% акрила. Толщина - 1,4 мм, цвет – Olives green, вес - 490 г/м². Эта ткань плотная с мягкой матовой поверхностью. Виртуальный материал был похож по свойствам на реальный Melton из встроенной библиотеки материалов Clo3D.

2. Требуемые изображения для сравнения

Всего было получено 16 изображений, которые были классифицированы по четырем признакам: виртуальное - реальное, с рукой - без руки, вид спереди - вид в профиль и идеальная посадка - плохая посадка. Для ясности, "с рукой" означает S_a (как на рис. 4.1,а) и реальную форму жакета с рукавом "без руки" означает S_d (как на рис. 4.1, б) и реальный жакет на манекене. Для согласованности названий, название реальной формы платья названо также S_a и S_d .

3. Требование к силуэту и сравнительный анализ.

На рис. 6.6 показано сравнение силуэтов, в котором силуэт был получен путем проекции изображения. Зеленая линия представляла виртуальный жакет, красная - реальный. Для точности силуэты жакетов были наложены друг на друга и измерены в одном масштабе для сравнения.

4. Анализ поверхности наличие складок

Сравнение силуэтов было объективным методом, который фокусировался только на спроецированном силуэте. Сравнение складок состояло из предыдущей оценки, приведенной в таблице 2.4. Для анализа складок были привлечены пять экспертов. Максимальное расстояние между силуэтами отмечено на рис. 6.6 и занесено в таблицу 6.6.

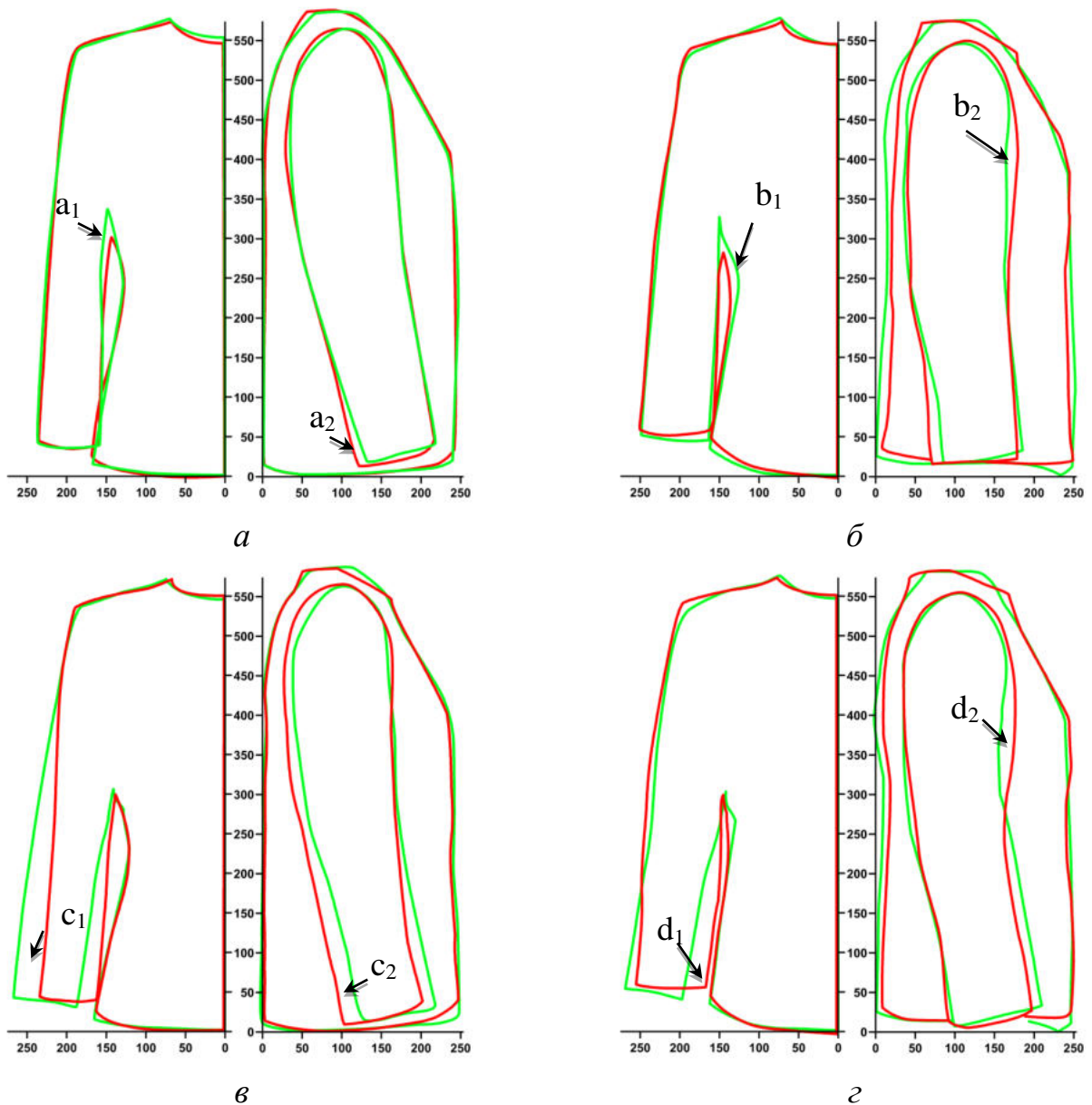


Рисунок 6.6 - Сравнение силуэтов виртуальных и реальных жакетов: *а* - *Sd* идеальная посадка, *б* - *Sd* плохая посадка, *в* - *Sa* идеальная посадка, *г* - *Sa* плохая посадка

Таблица 6.6 - Максимальная разница между силуэтами

Жакет	Идеальная посадка			Плохая посадка		
	Фронт	Профиль	Всего	Фронт	Профиль	Всего
Sd, мм	a ₁ , 10	a ₂ , 12	22	b ₁ , 13	b ₂ , 15	28
Sa, мм	c ₁ , 35	c ₂ , 25	60	d ₁ , 28	d ₂ , 18	46

Сравнение виртуального жакета Sd с идеальной посадкой с реальным жакетом показано на рис. 6.6,а. Видно, что за исключением разницы между подмышкой (перед) и низом (профиль), остальные части силуэтов идеально совпадают. На рис. 6.6,б представлен виртуальный жакет Sd с плохой посадкой: его силуэт имеет несколько отличий от реального, особенно на виде в профиль.

Сравнение виртуальных жакетов Sa с идеальной и плохой посадками показано на рис. 6.6,в,г. Различия в положении рук аватара и реальной формы жакета четко проявляются в виртуальном жакете Sa с идеальной посадкой: имеет место искажение между силуэтами со значительной разницей.

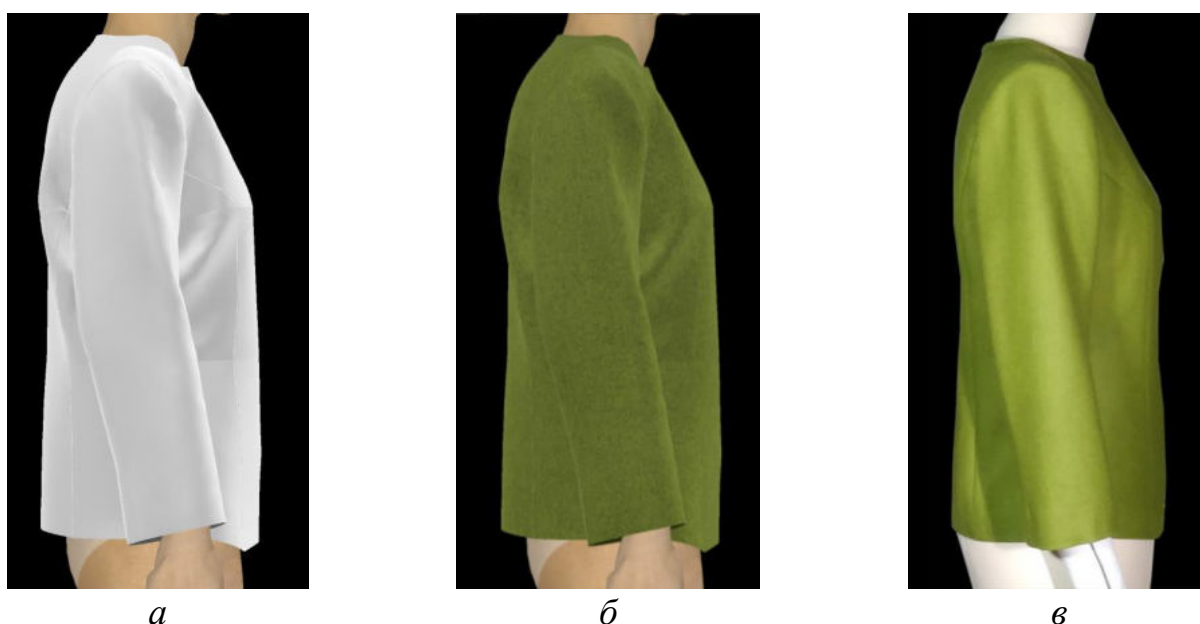


Рисунок 6.7 - Сравнение поверхности виртуальных (а,б) и материального (а) жакетов с наихудшей посадкой и складками: а - DTJ с цветом по умолчанию, б - DTJ с реальным цветом, в - реальный пиджак

Как показано в таблице 6.6, жакеты с плохой посадкой Sd имеют больше различий, чем с идеальной.

Сравнение силуэтов DTJ и реального жакета было количественным объективным, а наблюдения экспертов было дополнением, которое выявило несколько интересных особенностей (детальные изображения приведены в Приложении К):

1. Виртуальный и реальный жакеты показали наибольшее сходство в плане идеальной посадки из-за отсутствия рук (как на рис. 6.6,а).

2. Разница проявлялась не только в силуэте, но и во внешнем виде. Хорошо известно, что несбалансированная конструкция позволяет появляться складкам. Внешний вид виртуального и реального жакетов (рис. 6.7,б,в) показал, что программа Clo3D не позволяет моделировать все складки. Другими словами, встроенный виртуальный физический движок Clo3D мог моделировать силу или растяжение материала (например, морщины, складки). Однако внешний вид реального жакета был более сложным, поэтому физическое моделирование Clo3D должно быть улучшено для более сложного сценария.

3. Цвет материала влияет на восприятие складок, белый материал на рис. 6.7,а выражает морщины более четко, чем на рис. 6.7, б. Между тем, хроматические аберрации и освещение также влияют на результаты сравнения.

6.3.2. Валидация виртуальных и реальных рукавов

Из предыдущего сравнения силуэтов виртуального и реального жакетов наиболее близким является виртуальный жакет Sd с идеальной посадкой (как на рис.6.6,а), что позволило выбрать его для дальнейшей параметризации.

Сравнение углов на профильной проекции было частью оценки посадки рукава (см. рис.4.4). Для виртуально-реального сравнения были доступны результаты измерений трех углов. Схема измерения углов показана на рис. 6.8, а подробные результаты представлены в таблице 6.7.



Рисунок 6.8 - Виртуально-реальное сравнение: *a* - DTS, *б* - реальный рукав

Таблица 6.7 - Результаты измерения рукавов

Тип рукава	Угол, °		
	$\angle \alpha_1$	$\angle \alpha_2$	$\angle \beta$
Реальный	34.6	56	11.9
Виртуальный DTS	33.6	58.5	11.9
Разница	1	2.5	0

Как показано в таблице 6.7, значения трех индексов для виртуального DTS и реального рукавов очень близки. Разница для $\angle \alpha_1$ и $\angle \alpha_2$ составила $2,5^\circ$ и 1° соответственно. Эти различия можно расценить как ошибки измерения. Показатель $\angle \beta$ был одинаковым, что свидетельствовало о соответствии наклона рукава осанке. Проверка сравнения углов подтвердила эффективность виртуального моделирования. Одновременно это еще раз подтвердило соответствие виртуального жакета Sd уровню идеальной посадки.

Таким образом, DTJ может заменить настоящий жакет для оценки посадки. Наилучшее соответствие достигнуто для Sd с идеальным уровнем посадки. Однако небольшая разница между DTS и реальным рукавом все еще существует, ограничивая широкое применение виртуальный вместо реального. Разница в основном вызвана неточностью и ограничениями программного обеспечения для моделирования, такими как показатели свойств тканей, детальная модификация

размера аватара, физический механизм моделирования складок (особенно в ситуации плохой посадки) и т.д. Поэтому пока целесообразно в процессе разработки виртуального жакета сделать хотя бы один реальный образец для окончательной проверки чертежей перед производством.

6.4. Проверка эффективности технологии

Для того, чтобы исследовать правильность, оценить качество соответствия и возможность прогнозирования DTS, был поставлен эксперимент по проверке всей технологии в целом из трех этапов: подготовка эксперимента, субъективная оценка и комплексная проверка критериев.

6.4.1. Подготовка к эксперименту

Подготовка к эксперименту включала четыре части:

1. Сбор образцов: Согласно базе данных из главы 2, были выбраны два чертежа жакетов CWJ и названы образцами А и В (см. рис. 6.9). Размер жакета соответствовал типичному размеру (табл. 1.7). Были измерены все конструктивные параметры для графоаналитического описания.

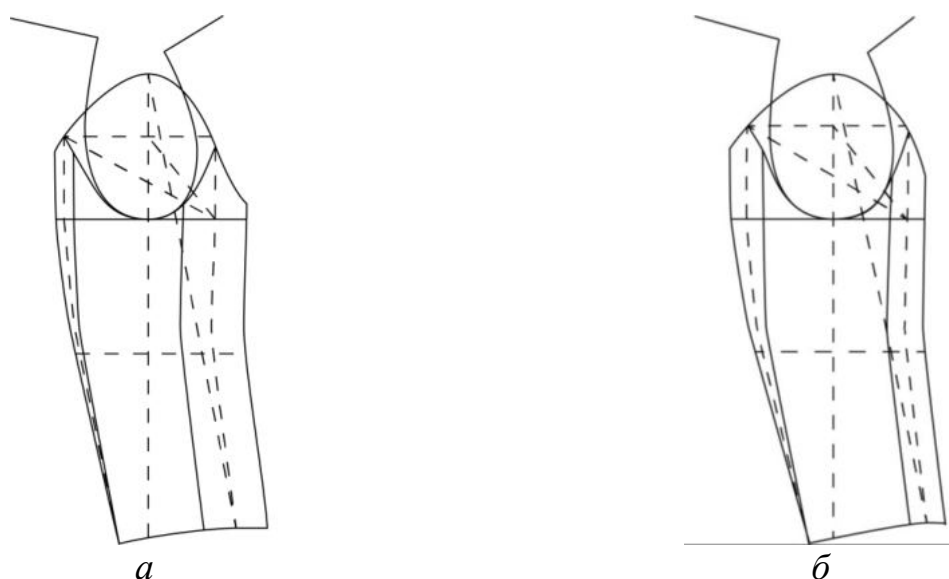


Рисунок 6.9 - Схемы чертежей для валидации: *a* - образец А, *б* - образец В

2. Подготовка чертежей: В соответствии с главой 3, были определены точки для двухмерной матрицы (четыре точки на пройме, три точки на кривой оката рукава, рис. 3.1) и для 3Dмодели (шесть точек на пройме, шесть точек на кривойоката рукава, рис. 3.3 и табл. 3.3). Согласно главе 4, были определены критерии для оценки посадки всего рукава (девять индексов, табл. 4.3). Согласно главе 5, были выделены две линии на чертеже и виртуальном рукаве (FF и SCW, рис. 5.1).

3. Выбор условий формообразования рукава: Согласно главе 4, виртуальные жакеты Sa и Sd участвуют в этой валидации (как на рис. 4.1).

4. Моделирование рукавов: Чертежи были импортированы в Clo3D для симуляции. После моделирования другие части жакета были удалены, оставили только рукав. Рукава были экспортированы как изображения, и контрастность была увеличена для последующей субъективной оценки и измерения градаций серого в соответствии с главой 5. На рис. 6.10 показаны оба виртуальных рукава Sa.

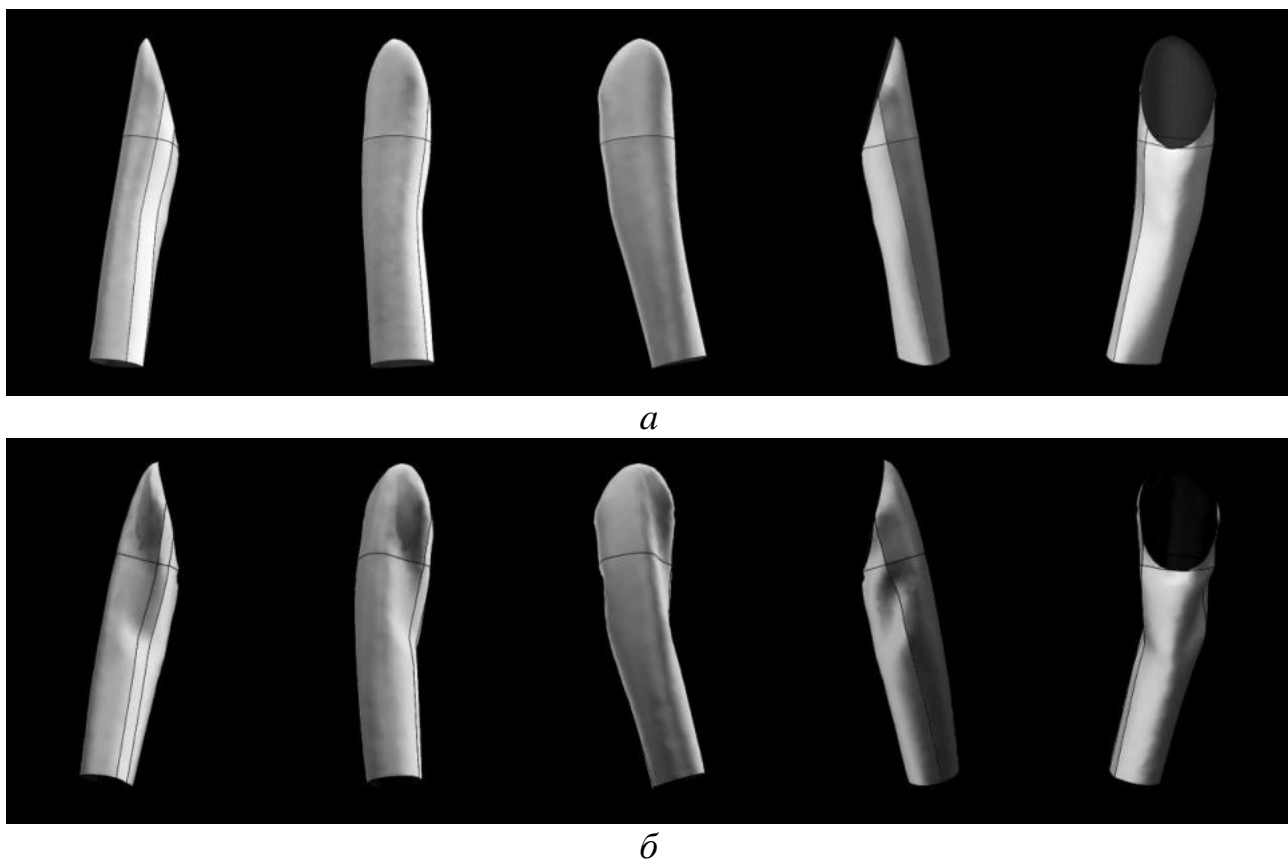


Рисунок 6.10 - Моделируемые образцы рукавов: *a* - образец А, *б* - образец В

6.4.2. Субъективная оценка посадки

В соответствии с предложенным в главе 2 методом субъективной оценки соответствия, пять экспертов первоначально определили, что образец А имеет идеальную посадку, а образец В - плохую.

6.4.3. Всесторонняя проверка критериев

В соответствии с главами 3-5, все данные образцов А и В были собраны для валидации критериев. Красным и жирным шрифтом в последующих таблицах были выделены те значения, которые выходили за пределы диапазона критериев. Комплексная валидация критериев включала шесть частей, которые были следующими:

1. Валидация критериев 2D матрицы: Сравнение полученных значений координатных точек чертежей А и В с ранее полученным диапазоном критериев (из таблицы 3.1).

Таблица 6.8 - Сравнение валидационных образцов А и В с критериями 2D матрицы

Точка характеристики	Расположение в координатах X-Y					
	Диапазон критериев	X		Y		
		Образец А	Образец В	Диапазон критериев	Образец А	Образец В
ABP	$-7.16 \leq i \leq -6.14$	-6.93	-7.03	$8.09 \leq i \leq 10.07$	9.74	9.89
AOB	$-5.01 \leq i \leq -3.21$	-4.62	-5.1	$1.14 \leq i \leq 2.23$	1.84	2.46
AOF	$2.57 \leq i \leq 4.86$	3.63	4.68	$0.59 \leq i \leq 2.29$	1.49	1.7
AFP	$5.67 \leq i \leq 6.84$	5.68	6.61	$6.99 \leq i \leq 8.26$	7.32	7.75
SE	$-10.37 \leq i \leq -9.13$	-9.23	-9.48	$8.99 \leq i \leq 10.31$	9.2	10.29
ST	$-1.15 \leq i \leq 0.03$	0	0	$15.67 \leq i \leq 16.89$	16.11	15.97
SF	$7.40 \leq i \leq 8.48$	7.42	8.12	$7.04 \leq i \leq 9.02$	8.06	9.8

Таблица 6.8 показывает результаты сравнения, из которых видно, что параметры образца А находится внутри диапазонов всех 14 показателей, а образца В не попадают внутрь четырех диапазонов.

2. Валидация критериев точек 3D-характеристик: Сравнение полученных значений координат характерных точек 3D образцов А и В с ранее полученным

диапазоном критериев (из таблицы 3.4) показано в таблице 6.9 для всех 36 показателей.

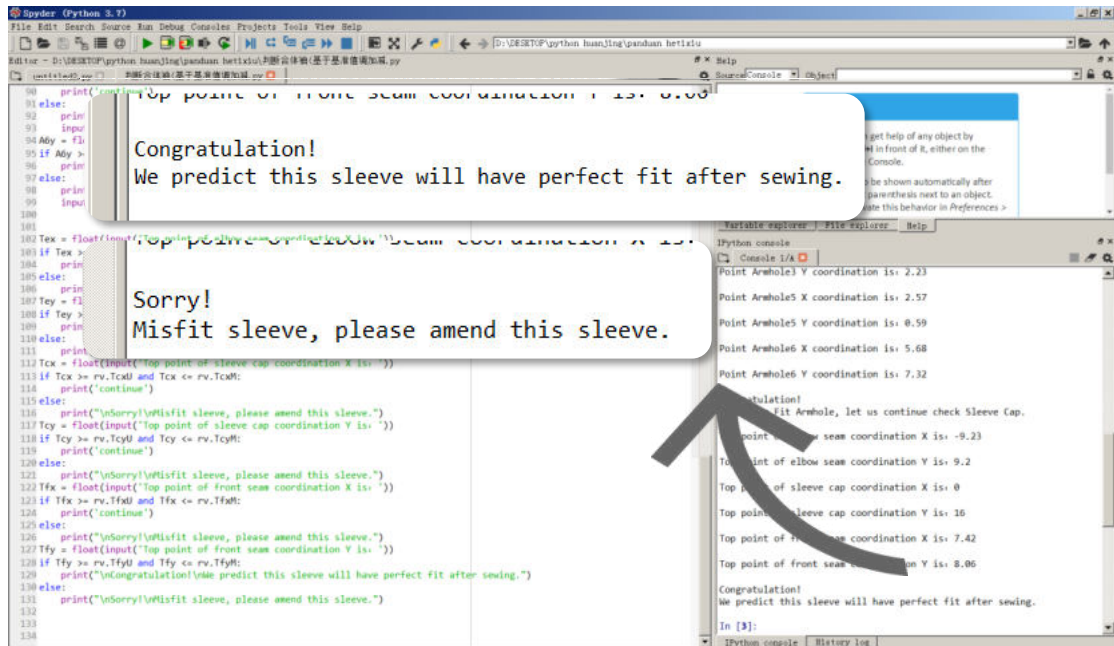
Таблица 6.9 - Сравнение валидационных образцов А и В с критериями в 3D координатах

№	Номинальные координаты точек (в числителе - на линии проймы, в знаменателе - на линии оката), см								
	Для фронтальной проекции x			Для фронтальной и профильной проекции y			Для проекции профиля z		
	Диапазон критериев	Образец А	Образец В	Диапазон критериев	Образец А	Образец В	Диапазон критериев	Образец А	Образец В
A_1	$\frac{0.26...1.78}{-1.73...0.04}$	$\frac{0.33}{-1.1}$	$\frac{0.54}{0.51}$	$\frac{0.58...1.03}{1...1.67}$	$\frac{0.82}{1.43}$	$\frac{1.32}{1.89}$	$\frac{0.26...0.99}{-0.1...-0.81}$	$\frac{0.63}{-0.33}$	$\frac{0.09}{-0.72}$
A_2	$\frac{0.13...1.03}{0.33...1.15}$	$\frac{0.31}{0.4}$	$\frac{0.08}{0.88}$	$\frac{-6.54...-8.76}{-6.22...-8.49}$	$\frac{-6.65}{-6.31}$	$\frac{-5.81}{-5.76}$	$\frac{-5.93...-6.52}{-6.94...-7.69}$	$\frac{-5.93}{-6.99}$	$\frac{-6.12}{-7.11}$
A_3	$\frac{0.06...1.86}{1.76...3.61}$	$\frac{-0.22}{3.1}$	$\frac{-0.88}{2.42}$	$\frac{-13.11...-16.58}{-12.43...-16.5}$	$\frac{-14.23}{-13.69}$	$\frac{-13.24}{-13.11}$	$\frac{-0.79...-5.07}{-2.78...-6.04}$	$\frac{-4.12}{-4.75}$	$\frac{-2.45}{-6.12}$
A_4	$\frac{-2.61...+0.45}{3.02...4.29}$	$\frac{-0.92}{4.11}$	$\frac{-1.11}{3.74}$	$\frac{-15.08...-17.59}{-14.61...-17.41}$	$\frac{-15.52}{-15.78}$	$\frac{-14.88}{-14.6}$	$\frac{-0.64...0.74}{-0.18...-2.23}$	$\frac{0.63}{-0.22}$	$\frac{-0.33}{-2.35}$
A_5	$\frac{-1.16...+0.61}{2.79...3.84}$	$\frac{-0.05}{2.79}$	$\frac{-0.37}{3.44}$	$\frac{-12.05...-16.65}{-11.81...-16.96}$	$\frac{-13.43}{-13.84}$	$\frac{-13.11}{-13.27}$	$\frac{1.25...5.41}{-0.85...3.71}$	$\frac{4.55}{3.39}$	$\frac{4.23}{2.45}$
A_6	$\frac{0.12...0.9}{1.54...2.44}$	$\frac{0.22}{1.74}$	$\frac{0.47}{2.22}$	$\frac{-7.32...-9.47}{-6.92...9.26}$	$\frac{-8.36}{-7.41}$	$\frac{-6.68}{-7.72}$	$\frac{5.82...6.26}{4.17...4.79}$	$\frac{5.88}{4.45}$	$\frac{5.87}{4.43}$

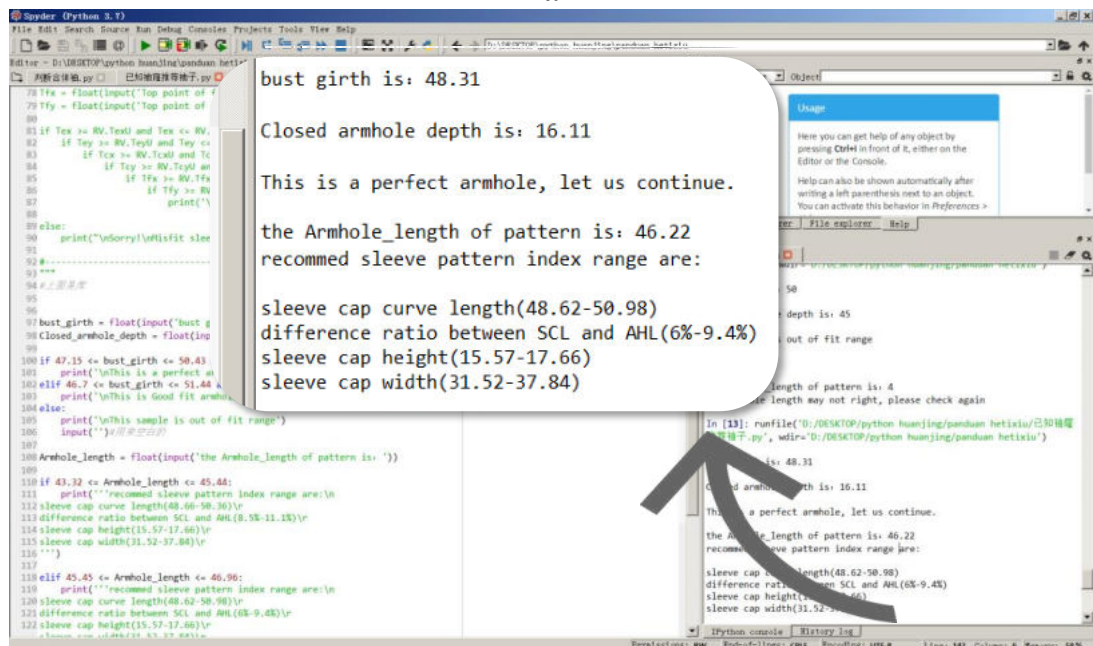
Как показано в таблице 6.9, три значения образца А выходят за пределы диапазонов. Этому явлению способствовали два возможных фактора. Во-первых, из-за мягкости ткани, хотя клейкую ленту и подкладку использовали для формозакрепления узла рукав-пройма, тем не менее, деформация все равно существует. Во-вторых, диапазон критериев включает доверительный интервал, поэтому значения вблизи нижнего и верхнего порогов критериев могут быть исключены. Было установлено, что эти три данных были близки к пороговому значению (разница менее 0,5 см, что не приводит к несоответствию, как в опыте). В образце В было 11 значений параметров вне диапазонов 3D-критериев. Это было связано с тем, что для образца В уже выявлено несоответствие 2D матричным критериям (табл. 6.8).

3. Валидация модуля Python: Процесс валидации проходил по блок-схеме (рис.3.9 и 3.10) для проверки эффективности модели. Значения параметров образцов А и В были введены в модуль суждения по отдельности. На рис. 6.11,а показаны правильные результаты суждения, что свидетельствует о корректности работы модуля суждения. Между тем, на рис.6.11,б показаны рекомендуемые

параметры рукавов, включающие значения реального образца А, что свидетельствует о корректности работы модуля рекомендаций.



a



b

Рисунок 6.11 – Эффект проверки модуля Python: *a* - результат работы модуля сравнения, *b* - результат работы модуля рекомендации

4. Валидация критериев прогнозирования посадки целого рукава: Критерии прогнозирования посадки всего рукава состояли из двух групп - "стабилизация" и "изменчивость", которые сравнивали с полученными значениями координат точек образцов А и В (из таблицы 4.5). Таблица 6.10

показывает результаты сравнения. Три параметра образца А оказались за пределами диапазона (разница менее 0,5 см, что близко к пороговому значению), а у образца В - 24 параметра оказались за пределами диапазонов. Этот результат также продемонстрировал правильность разработанных критериев прогнозирования посадки всего рукава.

Таблица 6.10 - Сравнение валидационной выборки с критериями соответствия рукава в целом

Символ индекса	Первая часть - диапазон критериев								
	Sp			Sa			Sd		
Первая группа "стабилизация"									
	Образец А	Образец В	Диапазон критериев	Образец А	Образец В	Диапазон критериев	Образец А	Образец В	Диапазон критериев
$\angle\beta$	11.5	11.7	(11.8-12.2)	11.3	11.9	(10.5-11.3)	11.9	9.2	(11.1-11.9)
D1, см	0	0	0	0	0.2	(-0.3-0.1)	0.1	0.5	(-0.1-0.3)
D2, см	0	0	0	-0.4	0.5	(-0.3-0.5)	0.2	0.8	(0-0.8)
Вторая группа "изменчивость"									
$\angle\alpha_1$	28.9,	30.3	(28-29.4)	35.9	40.7	(35.8-38.4)	33	32.3	(32.9-35.5)
$\angle\alpha_2$	51	50.7	(48-49.8)	63.3	67	(62.5-64.1)	59.5	68.5	(58-60.2)
X1, см	3.5	2	(3-3.8)	1.6	0.8	(1.6-2.2)	2.1	0.1	(1.9-2.5)
X2, см	3.5	2	(3-3.8)	1.9	0.9	(1.6-2.2)	2	0.9	(1.9-2.5)
$ X1-X2 $, см	0	0	0	0.3	0.1	(0.2-0.4)	0.2	0.8	(0.2-0.4)
X1p, см	3.5	2	(3-3.8)	0.8	1.3	(0.7-1.1)	0.8	0.5	(0.9-1.3)
X2p, см	3.5	2	(3-3.8)	0.9	0.1	(0.7-1.1)	1.1	0.4	(0.9-1.3)
$ X1p-X2p $, см	0	0	0	0.1	1.2	(0.1-0.3)	0.3	0.1	(0.1-0.3)

5. Проверка правильности прогноза с использованием линейной регрессии для всего рукава: Чтобы проверить правильность линейной регрессии из таблицы 4.7, проверка была проведена по той же процедуре, которая описана в таблице 4.9. В таблице 6.11 показаны результаты прогнозирования по линейной регрессии для образцов А и В, результаты измерения виртуального рукава, разница между прогнозом и фактическим измерением, а также результат сравнения с критериями таблицы 4.4.

Как видно из таблицы 6.11, все результаты прогнозирования и измерений образца А находятся в диапазоне критериев ("I"), а все результаты образца В - вне диапазонов ("O"), что также демонстрирует правильность линейной регрессии.

Таблица 6.11 - Результаты проверки валидационных образцов критериям соответствия рукава в целом

Имя образца	Индексы виртуальных рукавов															
	Прогнозируемые результаты по уравнениям				Измеренные результаты				Разница между прогнозируемыми и измеренными результатами (абсолютное значение)				Результат сравнения критериального диапазона с прогнозируемым и критериального диапазона с измеренным			
	X _{2pa}	X _{1d}	X _{2d}	X _{2pd}	X _{2pa}	X _{1d}	X _{2d}	X _{2pd}	X _{2pa}	X _{1d}	X _{2d}	X _{2pd}	X _{2pa}	X _{1d}	X _{2d}	X _{2pd}
Группа1. X _{1p} как независимая переменная уравнения прогнозирования																
А	0.8	2.2	2	1.2	0.9	2.1	2	1.1	0.1	0.1	0	0.1	II	II	II	II
В	0.3	1	0.8	0.3	0.1	0.1	0.9	0.4	0.2	0.9	0.1	0.1	OO	OO	OO	OO
Группа2. X _{2p} как независимая переменная уравнения прогнозирования																
А	0.8	2.2	2	1.2	0.9	2.1	2	1.1	0.1	0.1	0	0.1	II	II	II	II
В	0.3	1	0.8	0.3	0.1	0.1	0.9	0.4	0.2	0.9	0.1	0.1	OO	OO	OO	OO

6. Валидация критериев состояния поверхности рукава по градациям серого цвета: Для проверки правильности критериев серого цвета, значения серого цвета образцов А и В были измерены и сравнены с установленными поясами критериев на рис. 5.3,б и 5.4,в.

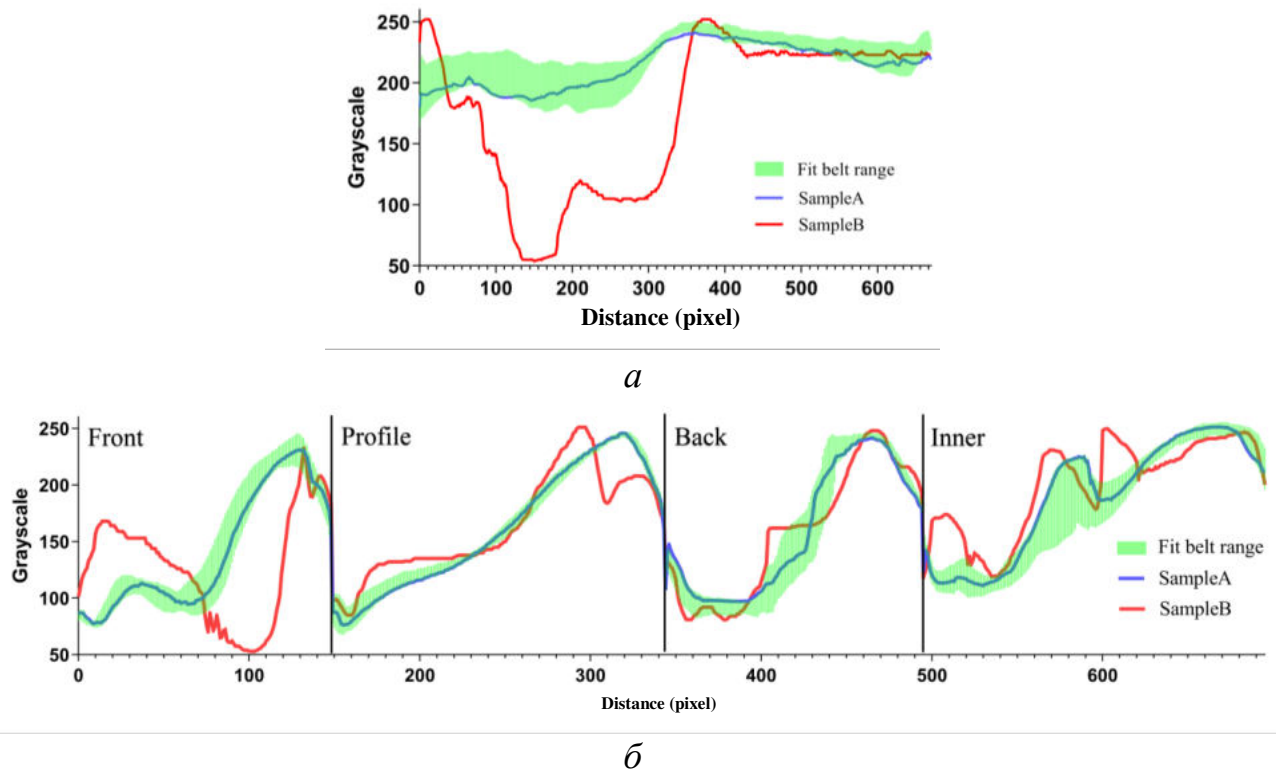


Рисунок 6.12 - Проверка критериев серого цвета: а - шкала серого цвета вдоль линии FF, б - шкала серого цвета вдоль линии SCW

На рис. 6.12 показан результат валидационного сравнения для материала Мелтон. Показатели образца А (синяя линия) находятся внутри пояса критериев соответствия (зеленый пояс). Показатели образца В (красная линия) выходят за пределы. Этот результат также показал правильность разработки критериальных поясов вдоль и поперек рукава.

7. Проверка отклонения шкалы серого: Расстояние отклонения шкалы серого было другой формой оценки соответствия шкалы серого. Используя уравнения 5.1 и 5.2, в таблице 6.12 показан результат валидации отклонения шкалы серого для образцов А и В от пояса подгонки для материала Мелтон.

Таблица 6.12 - Валидация отклонений серого цвета образцов от критериев серого цвета

Линия на рукаве	Образец	Отклонение для рукавов из мельтона, единица измерения: безразмерная	
		<i>Dev</i>	<i>Dev_{std}</i>
FF	A	141.47	0.21
	B	25467.02	38.01
SCW	A	22.97	0.03
	B	11929.6	17.16

Как показано в табл. 6.12, теоретические значения вдоль линий FF и SCW для образца А должны быть равны нулю, поскольку показатели образца А находятся внутри пояса критериев пригодности. Но небольшая ошибка неизбежна. Однако, огромные значения отклонений показателей для образца В свидетельствуют о том, что он имеет плохую внешнюю форму.

Заключение по главы 6

1. Исследованы взаимосвязи, существующие между давлением под жакетом, субъективной оценкой комфорта и конструктивными прибавками. Результат подтвердил правильность установленных значений конструктивных прибавок для DTJ.

2. DTJ может идеально заменить настоящий жакет для оценки посадки виртуального рукава Sd с идеальной посадкой. Тем не менее, необходимо улучшить возможность замены для более сложных ситуаций (например, плохая посадка на виртуальном жакете на аватаре с рукой Sa). DTS может заменить реальный рукав для проверки лекал перед массовым производством.

3. Комплексная система оценки и прогнозирования посадки в рамках разработанной технологии успешно прошла серию проверок с удовлетворительными результатами. Данная система оценки и прогнозирования посадки рекомендуется для проектирования женских рукавов и других деталей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ИТОГИ ВЫПОЛНЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

1. На основе 82 чертежей конструкций CWJ была создана новая параметрическая база данных, основанная на анализе 29 параметров. Эта база данных точно описывает геометрическую форму детали, диапазон допустимой легкости и соотношение пропорций лифа и рукавов.

2. Было проведено два исследования распределения дефектов и состава материалов для современных CWJ, что соответствует интернет-ресурсам фотографий и относительных описаний. Полученные результаты могут помочь лекальщикам уделять больше внимания дефектам и выбирать материалы надлежащего качества.

3. Была создана база данных DTS с соответствующими шкалами соответствия. Каждая деталь была смоделирована как DTJ в Clo3D для оценки посадки. Для надежной субъективной оценки была принята шкала оценки и метод деления поверхности.

4. Была разработана матричная модель детали для определения несоответствия. В то же время, была разработана новая база данных и соответствующие критерии определения геометрического режима для оценки прилегания рукава к пройме. Полученные результаты могут помочь изготовителям деталей распознать и устранить потенциальные дефекты прилегания. На основе этих результатов была создана база данных, позволяющая рекомендовать параметрический диапазон лекал рукава для соответствующей проймы. Также был разработан модуль автоматической оценки и прогнозирования посадки рукава и проймы для облегчения результата. С помощью этого модуля необходимо ввести значения требуемых параметров, и соответствующие ответы будут получены автоматически.

5. Были предложены пять принципов, которые могут предсказать посадку всего рукава и несколько связанных с ним показателей. Следуя этим принципам,

были получены и оптимизированы соответствующие критерии прогнозирования посадки, выявлена корреляция и линейная регрессионная зависимость между выкройкой и DTS, а также проверен результат прогнозирования посадки.

6. Разработаны два алгоритма оценки серого цвета изображения для оценки посадки, один для оценки посадки, другой для идентификации дефектов. Разработаны критерии градаций серого для оценки посадки рукава. Взаимосвязь между субъективными и объективными показателями была выявлена с помощью линейной регрессии.

7. Правильность и качество результата были исследованы по трем направлениям: эргономическому, альтернативному реальному и серийной валидации DTS. Результат показал удовлетворенность и выполнимость, что можно было предсказать посадку рукава перед пошивом.

8. Результаты исследования рекомендуется использовать в следующих аспектах:

- в учебном процессе высших и средних учебных заведений при подготовке конструкторов одежды или лекал, в том числе дополнительного профессионального образования;

- в качестве теоретического материала при конструировании женского жакета, построении лекал, разработке моделирования и прогнозирования посадки, особенно для рукавной части;

- для развития российской национальной технологической инициативы "FashionNet";

- разработать новые модули или алгоритмы CAD для оценки и прогнозирования посадки.

РЕКОМЕНДАЦИИ, ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

1. По сравнению с другими частями одежды, рукава имеют свою уникальность, на которую в большей степени повлияли блок выкройки и пошив. По этой причине для сконструированного DTJ требуется более последовательная физическая модель, приближенная к реальной среде. Между тем, необходимо учитывать больше деталей, таких как свойства материалов, подкладка и прокладка, натяжение нитей, изменение размеров тела, освещение, контрастность изображения и т.д. Однако существующее программное обеспечение для моделирования не может удовлетворить спрос на виртуальное моделирование. В будущем технология моделирования виртуальной реальности будет итеративно обновляться.

2. В настоящем исследовании, чтобы избежать потенциального влияния многослойного ношения одежды, моделирование и оценка посадки были основаны на сценариях, в которых женские куртки надевались на голый аватар или манекен: без нижнего белья, без рубашки и в статичном положении стоя. В будущем будут включены дополнительные сценарии (ношение нижнего белья или рубашки, активная поза), чтобы сделать систему DTJ более приближенной к повседневной ситуации.

3. База данных и модули, полученные в ходе данного исследования, будут проходить дальнейшее обучение и тестирование для усовершенствования автоматизированной компьютерной системы прогнозирования посадки CWJ. Эти результаты могут быть распространены в качестве протокола на остальные части женского пиджака или другие категории одежды, что также будет реализовано в будущей работе.

СПИСОК УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

- Δr - диапазон трансформации
- ABP - Задняя точка проймы
- AFP - Передняя точка проймы
- AG - Обхват плеча
- AND - Глубина проймы на чертеже
- AND_B - Вертикальный диаметр руки
- ANL - Длина проймы
- ANW - Ширина проймы
- AL - Длина руки
- Ap - Подходящий посадка
- ASG - Обхват плеча
- Aws - Средняя взвешенная субъективная оценка
- BCH - Высота крышки корпуса
- BG - Обхват груди
- B_i - Значение *i*-го пикселя доверительной границы
- B_{il} - Нижняя доверительная граница
- B_{it} - Верхняя доверительная граница
- BL - Длина спины
- bnp - Точка основания шеи сзади
- BW - Ширина спины
- BW_p - Ширина линии груди на чертеже
- C - поперечных
- CAD - Автоматизированное проектирование
- CG - Обхват груди
- CW - Ширина груди
- CWJ - Классический женский жакет
- d - Предел абсолютной погрешности
- DD - Значение Dev и Dev_{std}
- Dev - дисперсия
- Dev_{std} - стандартное отклонение по шкале серого цвета
- D_i - Значение *i*-го пикселя деформированного рукава на разных видах
- DL - Уровень деформации
- DT - Цифровой двойник
- DTJ - Цифровой двойник жакета
- DTS - Цифровой двойник рукава
- E_{AD} - Прибавка на свободу проймы
- E_{AG} - Прибавка к обхвату плеча
- E_{AGAP} - Прибавка к обхвату плеча через подмышечную точку
- E_b - Линия локтя
- E_{BG} - Прибавка к обхвату груди
- E_{BL} - Прибавка к длине спины

- E_{BNC} - Прибавка к ширине горловины
- E_{BSFS} - Прибавка к высоте горловины
- E_{BW} - Прибавка к ширине спины
- E_{CW} - Прибавка к ширине груди
- E_{EG} - Прибавка к обхвату локтя
- EG - Обхват локтя
- E_{HB} - Прибавка к полуобхвату груди
- E_{HGH} - Прибавка к полуобхвату бедер
- EL - Длина руки до локтя
- E_{RJC} - Прибавка в реальном комфортабельном жакете
- E_{SBW} - Прибавка к расстоянию SNP-ВР-линия талии
- ESD - Локтевой пережат
- E_{SJP} - Прибавка в виртуальном жакета с отличной посадкой
- E_{WG} - Прибавка к обхвату запястья
- E_{WGH} - Прибавка к полуобхвату талии
- FE - Передний пережат
- FF - Фронтальная складка
- F_{FF} - Фронтальная складка на виде спереди
- FSD - Передний пережат
- Go - Значение градации серого цвета
- Go_w - Взвешенное значение изменения по шкале серого цвета
- I_P - Параметр чертежа
- I_v - Параметр виртуального рукава
- L - продольных
- 11 - Расстояние между выгибом оката рукава и локтевым швом SCW в поперечном направлении
- 12 - Расстояние между выгибом оката рукава и передним швом SCW
- m_r - Доверительный интервал
- n - Номер
- N - Количество общих пикселей
- NG - Обхват шеи
- P Sleeve Δ - Посадка по окату рукава Δ
- Pe - Идеальная посадка
- P_i - i -й пиксель идеального рукава
- pl - Уровень вероятности
- Po - Плохая посадка
- Ps - Точка измерения давления
- Sa - Рукав на аватаре (аватар с полной рукой)
- SE - Верхняя точка локтевого шва рукава
- Sb - Изгиб рукава
- SCH - Высота оката рукава
- SCL - Длина оката рукава
- SCW - Ширина оката рукава
- Sd - Рукав на манекене (манекен без руки)
- SD - Стандартное отклонение

SF	-	Верхняя точка переднего шва рукава
SHW	-	Ширина плеч
S_i	-	i -й пиксель значения графика градаций серого цвета
SL	-	Линия плеча
Sleeve Δ	-	Расстояние между окатом рукава и длиной проймы
snp	-	Точка основания шеи сбоку
Sp	-	Чертеж рукава
sp	-	Плечевая точка
Ss	-	Наклон рукава
ST	-	Верхняя точка оката рукава
S_{wB}	-	Ширина рукава на виде сзади
S_{wF}	-	Ширина рукава на виде спереди
S_{wI}	-	Ширина рукава на виде изнутри
S_{wP}	-	Ширина рукава на виде в профиль
t	-	Критерий Стьюдента
TPS	-	Двухшовный рукав
WBF	-	Ширина чертежа на уровне груди
WG	-	Обхват запястья
\bar{x}	-	Среднее значение
Z	-	Стандартная нормальная переменная

СПИСОК ТАБЛИЦ

- 1.1 - Основные пропорции CWJ
- 1.2 - Рекомендуемые значения глубины проймы и высоты оката рукава
- 1.3 - Восемь способов построения чертежей двухшовного рукава
- 1.4 - Размеры тела для построения чертежа пройма-рукав
- 1.5 - Параметры рукавов, полученных различными методами изготовления лекал
- 1.6 - Размеры тела для создания аватара и дизайна рукава
- 1.7 - Таблица размеров аватаров для подпоследовательного эксперимента
- 1.8 - Определение посадки
- 1.9 - Распределение дефектов в CWJ
- 1.10 - Основные факторы для правила соответствия
- 1.11 - Основные дефекты рукава и проймы
 - 2.1 - Структурные параметры чертежей
 - 2.2 - Диапазоны конструктивных прибавок
 - 2.3 - Состав обучающей выборки
 - 2.4 - Оценка уровня посадки смоделированных жакетов
- 3.1 - Описание характерных точек для матрицы
- 3.2 - Описание характерных точек для сборки рукава с проймой
- 3.3 - Диапазон координат идеального соответствия
- 3.4 - Детализация ситуаций несоответствия
- 3.5 - Критерии оценки соответствия точек в узле пройма-рукав
- 3.6 - K-means кластеры АНЛ каждого образца
- 3.7 - K-means АНЛ центра кластера и ближайшего образца для проверки
- 3.8 - Рекомендации по проверке проймы и рукава перед сборкой
- 4.1 - Баллы для субъективной оценки соответствия
- 4.2 - Показатели Sp
- 4.3 - Индексы Sa и Sd
- 4.4 - Критерии идеальной посадки рукавов
- 4.5 - t-тест для идеальной и плохой посадок
- 4.6 - Коэффициент корреляции Пирсона между Sp, Sa и Sd
- 4.7 - Линейные регрессии для виртуальных рукавов
- 4.8 - Показатели выбранных чертежей
- 4.9 - Результат валидационного анализа для виртуального рукава
- 5.1 - Отклонение между интервалами посадки образцов
- 5.2 - Схема эксперимента
- 5.3 - Внешний вид рукавов с разработанными дефектами
- 5.4 - Показатели объективных (градации серого) и субъективных (сенсорных) оценок экспериментальных рукавов обучающей выборки
- 5.5 - Интервалы деформаций
- 6.1 - Конструктивные прибавки
- 6.2 - Схема расположения точек для измерения давления
- 6.3 - Шкала для субъективной оценки комфорта

- 6.4 - Субъективные оценки и значения давления
- 6.5 - Сравнение реального и виртуального моделирования
- 6.6 - Максимальная разница между силуэтами
- 6.7 - Результаты измерения рукавов
- 6.8 - Сравнение валидационных образцов А и В с критериями 2D матрицы
- 6.9 - Сравнение валидационных образцов А и В с критериями в 3D координатах
- 6.10 - Сравнение валидационной выборки с критериями соответствия рукава в целом
- 6.11 - Результаты проверки валидационных образцов критериям соответствия рукава в целом
- 6.12 - Валидация отклонений серого цвета образцов от критериев серого цвета
- А.1 - Детализация каждого дефекта
- Б.1 - Волокнистый состав материала
- В.1 - Параметризация чертежей стана
- В.2 - Параметризация чертежей рукава
- В.3 - Параметризация узла проймы+ рукав
- Г.1 - Балл субъективной оценки для каждого образца (шкала: отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно, плохо)
- Д.1 - Определение порога допустимого отклонения разработанного шаблона
- Е.1 - Координаты характерных точек (А1 - А3), см
- Е.2 - Координаты характерных точек (А4 - А6), см
- Е.3 - Координаты характерных точек (S1 - S3), см
- Е.4 - Координаты характерных точек (S4 - S6), см
- И.1 - Результаты измерения начального давления
- И.2 - Результаты измерения давления после очистки данных

СПИСОК РИСУНКОВ

- 1.1 - Женские жакеты классического стиля (1940-е годы)
- 1.2 - Структура классических женских жакетов: *a* - структура жакета, *б* - шов проймы
- 1.3 - Измерение геометрических параметров CWJ
- 1.4 - "Жакет" в разные эпохи: *a* - Justaucorps в 1700-х годах, *б* - бесхвостый жакет в 1850-х годах, *в* - женский жакет в 1910-1920-х годах, *г* - барный жакет из new look Кристиана Диора в 1947 году, *д* - жакет Chanel из твида и без воротника, *е* - смокингвый жакет "Le Smoking" от YSL, *ё* - жакет в стиле Ангелы Меркель
- 1.5 - Современный CWJ TPS
- 1.6 - Построение выкройки рукава: *a* - базовая выкройка рукава и поверхность кожи руки в разных позах, *б* - пример параметрического метода построения выкройки рукава
- 1.7 - Наложение деталей рукава: *a* - наложение деталей рукава, *б* - ключевые параметры, *в* - диапазон координат точек детали рукава, *г* - SE, *д* - ST, *е* - SF
- 1.8 - Современные популярные программы для 3D CAD: *a* - Vidyа, *б* - Vstitcher, *в* - PDS, *г* - Clo3D
- 1.9 - Схема измерения размеров тела для создания аватара и дизайна рукава
- 1.10 - Критерии качественной оценки посадки одежды
- 1.11 - Сравнительная шкала оценки положения пуговичной планки по ISO 7770, 1985
- 1.12 - Позы для оценки посадки пиджака: *a* - подъем руки вбок на 90°, *б* - фиксация галстука, *в* - рукопожатие, *г* - отведение руки назад, *д* - подъем руки вбок на 90°
- 1.13 - Проверка объективного соответствия численного давления: *a* - давление для реального тела, *б* - давление для виртуальной модели
- 1.14 - Муаровая система для оценки посадки: *a* - муаровая система для пиджака: измерение, *б* - муаровое изображение человека, *в* - муаровое изображение пиджака
- 1.15 - Распределение дефектов в зонах риска: *a* - фронт, *б* - спина, *в* - профиль
- 1.16 - Сегментация для морфологии и антропометрии тела
- 1.17 - Состав материала CWJ
- 1.18 - Оцениваемые части жакета с различными прокладками: *a* - жакет разделен на 11 частей, *б* - без прокладки, *в* - мягкая прокладка, *г* - нормальная прокладка, *д* - жесткая прокладка, *е* - 3D данные сканирования
- 1.19 - Схема прогнозирования посадки рукава виртуального женского жакета
 - 2.1 - Процесс работы над станом с блоком деталей: *a* - исходные детали, *б* - детали после объединения и переноса нагрудной вытачки
 - 2.2 - Процесс измерения параметрических показателей, связанных с

проймой

- 2.3 - Схема параметрических измерений: *a* - стан, *б* - рукав, *в* - окат рукава
- 2.4 - Шкала оценок и соответствующая семантика для оценки: *a* - Отлично, *б* - Хорошо, *в* - Удовлетворительно, *г* - Неудовлетворительно, *д* - Плохо
- 2.5 - Эксперимент по определению допустимого несоответствия между ощущениямилюдей: *a* - схема измерения и деформации SCH, SCW, ESD, FSD, *б* - смоделированные рукава с деформацией ESD, *в* - порог допустимого несоответствия для SCH, SCW, ESD, FSD
- 3.1 - Расположение характерных точек: *a* - ABP и AFP, *б* - AOB и AOF, *в* - SE, ST и SF
- 3.2 - Расположение характерных точек в узле рукав-пройма: *a* - характерные точки на пройме, *б* - характерные точки на закрытомокате рукава
- 3.3 - Границы диапазонов характерныхточек на пройме и рукаве
- 3.4 - Матрица для определения дефектов
- 3.5 - Геометрическая модель соединения рукава и проймы: *a* - нахождение ST, *б* - расположение характерных точек на участке рукав-пройма
- 3.6 - Пространство характерных точек шва проймы: *a* - для всех 82 виртуальных пиджаков, *б* - для 26 пиджаков с идеальной посадкой
- 3.7 - Диапазоныкоординатпосле сборки рукава
- 3.8 - Окно интерфейса модуля Spyder-IDE
- 3.9 - Модуль для автоматического суждения о посадке по координатам характерных точек
- 3.10 - Модуль для автоматической рекомендации параметров рукава
- 4.1 - DT для моделирования рукава пиджака: *a* - генерация рукава на аватаре с полной рукой, *б* - генерация рукава на аватаре без руки
- 4.2 - Моделируемая Sa: *a, б, в, г, д*, - идеально сидящий рукав спереди, полуфронт, профиль, сзади, внутренний вид; *е, ё, ж, з, и* - плохо сидящий рукав спереди, полуфронт, профиль, сзади, внутренний вид
- 4.3 - Правило именования индексов
- 4.4 - Универсальные индексы для объективной оценки посадки: *a* - индексы чертежа Sp, *б* - индексы объемного рукава Sd на виде в профиль, *в* - Sd на виде спереди
- 4.5 - Линейные регрессии для прогнозирования индексов виртуальных рукавов: *a* - $X_{1p} - X_{1d}$, *б* - $X_{2p} - X_{2pa}$
- 4.6 - Чертежи из журналов мод, Sp, Sa, Sd для проверки соответствия: *a* - образец 1, *б* - образец 1 Sp, *в* - образец 1 Sa, *г* - образец 1 Sd, *д* - образец 2, *е* - образец 2 Sp, *ё* - образец 2 Sa, *ж* - образец 2 Sd
- 5.1 - Виртуальный рукав для оценки в градациях серого: *a* - перед, *б* - профиль, *в* - сзади, *г* - внутренняя часть, *д* - полупрофиль
- 5.2 - Этапы обработки изображения вдоль линии FF: *a* - исходный виртуальный рукав, *б* - виртуальный рукав с FF после усиления контраста, *в* - полутоновая диаграмма
- 5.3 - Градуировочные графики вдоль FF: *a* - совмещенные диаграммы для Мелтона, *б* - градационные критерии для Мелтона, *в* - градационные критерии для Муслина

- 5.4 - Градационные критерии SCW: *a* - критерии серого цвета для Мелтона, *б* - критерии серого цвета для Муслина
- 5.5 - Валидация критериев серой шкалы на трех виртуальных рукавах: *a* - FF Мелтон, *б* - FF Муслин, *в* - SCW Мелтон, *г* - SCW Муслин
- 5.6 - Схемы деформации рукава для симуляции дефектов: *a* - SCH, *б* - SCW, *в* - Eb, *г* - Sb
- 5.7 - Контрольный рукав с идеальной посадкой: *a* - фронт, *б* - профиль, *в* - сзади, *г* - изнутри
- 5.8 - Градуировочная диаграмма FF и SCW под воздействием изменения SCH: *a* - сгруппированная диаграмма FF, *б* - тенденция деформации FF в градациях серого, *в* - сгруппированная диаграмма SCW, *г* - тенденция деформации SCW в градациях серого
- 5.9 - Диаграмма различий между контрольным и экспериментальными рукавами по серой шкале в зависимости от качества посадки
- 5.10 - Линейная регрессия Go_w и Aws
- 6.1 - Датчик FlexForce для измерения давления на тело человека
- 6.2 - Экспериментальные чертежи жакетов с разработанным сочетанием конструктивных прибавок: *a* - J1, *б* - J2, *в* - J3, *г* - J4
- 6.3 - Четыре позы с большой амплитудой в повседневной жизни: *a* - поднять руку вверх, *б* - вытянуть руку вперед, *в* - наклониться вниз, *г* - открыть дверь автомобиля
- 6.4 - Точки измерения давления
- 6.5 - Взаимосвязь между давлением (вертикальная ось, кПа) и конструктивными прибавками (горизонтальная ось, см): *a* - Ps1, E_{BW}, *б* - Ps2, E_{AD}, *в* - Ps3, E_{HB}, *г* - Ps4, E_{AGAP}
- 6.6 - Сравнение силуэтов виртуальных и реальных жакетов: *a* - Sd идеальная посадка, *б* - Sd плохая посадка, *в* - Sa идеальная посадка, *г* - Sa плохая посадка
- 6.7 - Сравнение поверхности виртуальных (*a, б*) и материального (*а*) жакетов с наихудшей посадкой и складками: *a* - DTJ с цветом по умолчанию, *б* - DTJ с реальным цветом, *в* - реальный пиджак
- 6.8 - Виртуально-реальное сравнение: *a* - DTS, *б* - реальный рукав
- 6.9 - Схемы чертежей для валидации: *a* - образец А, *б* - образец В
- 6.10 - Моделируемые образцы рукавов: *a* - образец А, *б* - образец В
- 6.11 - Эффект проверки модуля Python: *a* - результат работы модуля сравнения, *б* - результат работы модуля рекомендации
- 6.12 - Проверка критериев серого цвета: *a* - шкала серого цвета вдоль линии FF, *б* - шкала серого цвета вдоль линии SCW
- A.1 - Пример идентификации дефектов несоответствия
- A.2 - Пример сегментации поверхности куртки
- Й.1 - Виртуальный и реальный жакеты с идеальной посадкой (фронт, профиль): *a* - Sd, *б* - реальный манекен без руки, *в* - Sa, *г* - реальный манекен с рукой
- Й.2 - Виртуальный и реальный жакеты с плохой посадкой (фронт, профиль): *a* - Sd, *б* - реальный манекен без руки, *в* - Sa, *г* - реальный манекен с

рукой

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 60 Years of CAD Infographic: The history of CAD since 1957 [Электронный ресурс] //URL:partsolutions.com/60-years-of-cad-infographic-the-history-of-cad-since-1957 (дата обращения: 09.09.2020).
2. Adlington, L. Great war fashion: tales from the history wardrobe / L. Adlington // The History Press, 2014, -248p.
3. Aldrich, W. Metric pattern cutting for women's wear / W. Aldrich // John Wiley & Sons, 2009, -215p.
4. Aldrich, W. Pattern cutting for women's tailored jackets: classic and contemporary / W. Aldrich // Wiley-Blackwell press, 2001, -120p.
5. Alexander, M. Clothing fit preferences of young female adult consumers / M. Alexander, L.J. Connell, A.B. Presley // International Journal of Clothing Science and Technology, 2005, 17(1), pp.52-64.
6. Angela Merkel's blazer selection could have been more than just a coincidence [Электронный ресурс] //URL:24hoursworlds.com/entertainment/28512/ (дата обращения: 17.01.2021).
7. Armstrong, H.J. Patternmaking for fashion design / H.J. Armstrong // Prentice Hall, 2009, -874p.
8. Ashdown, S.P. Comparison of Test Protocols for Judging the Fit of Mature Women's Apparel / S.P. Ashdown, E.K. O'Connell // Clothing and Textiles Research Journal, 2006, 24, pp.137-146.
9. Aslam, K. A review on cad cam in dentistry/ K. Aslam, R. Nadim // JPDA, 2015, 24(03), pp.112-116.
10. Assyst GmbH youtube channel [Электронный ресурс] //URL:www.youtube.com/channel/UCL09FVvHxGd2XGgdM94FD0w/featured (дата обращения: 19.03.2021).
11. Bae, J. A study on the jacket pattern for elderly women / J. Bae, I. Kim // Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles, 2007, 31, pp.1008-1019.

12. Biglia, U. The prediction of garment appearance from measured fabric properties / U. Biglia, A.F. Rocznio, C. Fassina, N.G. Ly // International Journal of Clothing Science and Technology, 1990, 2, pp.48-55.
13. Воке [Электронный ресурс] //URL: www.bokecad.com/en/ (дата обращения: 09.09.2020).
14. Boucher, F. 20000 years of fashion the history of costume and personal adornment / F. Boucher // Harry N. Abrams, 1987, -459p.
15. Cabrera, R. Classic tailoring techniques: a construction guide for men's wear / R. Cabrera, P.F. Meyers // Fairchild Books, 1991, pp.222-253.
16. CAD Assyst [Электронныйресурс] //URL:assyst-cis.com (датаобращения: 11.05.2021).
17. CAD history [Электронный ресурс] //URL:www.cadazz.com/cad-software-history.htm (дата обращения: 09.09.2020).
18. Calasibetta, C.M. The fair child dictionary of fashion (3rd edition) / C.M. Calasibetta, P.G. Tortora, B. Abling // Fair child Books, 2000, -544p.
19. Carulli M. ICT Technology for innovating the garment design process in fashion industry / M. Carulli, A. Vitali, G. Caruso, M. Bordegoni, C. Rizzi, U. Cugini // International Conference on Research into Design, 2017, 1(65), pp.525-535.
20. Chamber, H. Clothing selection / H. Chamber, E. Wiley // Lippincott Philadelphia press, 1967, -127p.
21. Chen, Y. A new method of ease allowance generation for personalization of garment design / Y. Chen, X. Zeng, M. Happiette, P. Bruniaux, R. Ng, W. Yu // International Journal of Clothing Science and Technology, 2008, 20, pp.161-173.
22. Chinese standard GB/T 1335.2-2008 / Standard sizing systems for garments - Women.
23. Cho, K. The relationship of the body surface development figure with the sleeve basic pattern in the standing and arm-movement positions / K. Cho // Journal of Fashion Business, 2013, 17, pp.170-185.

24. Classic [Электронный ресурс] //URL:www.merriam-webster.com/dictionary/classic?utm_campaign=sd&utm_medium=serp&utm_source=js onld (дата обращения: 15.05.2018).
25. Classic [Электронный ресурс] //URL:en.wiktionary.org/wiki/classic (дата обращения: 15.05.2018).
26. Classic style of women jacket catalog [Электронный ресурс] //URL:theclosethistorian.blogspot.com/2018/02/cataloging-catalogs-montgomery-wards.html#more (дата обращения: 19.08.2019).
27. Clo3D [Электронный ресурс] //URL:www.Clo3D.com (дата обращения: 11.05.2021).
28. CLO3D vs Browzwear vs Optitex: which 3D fashion software is better for you? [Электронный ресурс] //URL:www.delogue.com/blog/clo3d-vs-browzwear-vs-optitex-3d-fashion-software/ (дата обращения: 09.09.2020).
29. Clo3D youtube channel [Электронный ресурс] //URL:www.youtube.com/c/CLO3D/featured (дата обращения: 09.09.2020).
30. Clothing during World War I - How the war influenced the fashion industry [Электронный ресурс] //URL:blog.bridgemanimages.com/blog/clothing-during-world-war-i-how-the-war-influenced-the-fashion-industry (дата обращения: 17.01.2020).
31. Coats and jackets [Электронный ресурс] //URL:www.pinterest.com/pin/177540410298527888/ (дата обращения: 09.09.2020).
32. Coco Chanel [Электронный ресурс] //URL:en.wikipedia.org/wiki/Coco_Chanel (дата обращения: 17.01.2020).
33. Cumming, V. The dictionary of fashion history / V. Cumming // Berg press, 2010, -304p.
34. DK agency. Fashion: the definitive history of costume and style / DK agency // DK Publishing, 2012, -480p.
35. Du, J.S. Pattern making for women's wear / J.S. Du // Beijing: China Textile & Apparel Press, 2008, -160p.

36. Early tailoring manuals [Электронный ресурс]
//URL:www.martelnyc.com/history-costume/kuba-cloth.html (дата обращения: 09.09.2020).
37. Edwardian era [Электронный ресурс]
//URL:en.wikipedia.org/wiki/Edwardian_era (дата обращения: 17.01.2020).
38. Elizabeth, E.G. Fitting and pattern alteration: a multi-method approach to the art of style selection, fitting, and alteration / E.G. Liechty, J. Rasband, D.P. Steineckert // Fairchild Books, 2016, -480p.
39. Erwin, M.D. Clothing for moderns / M.D. Erwin, L.A. Kinchen, K.A. Peters // Macmillan Pub Co, 1979, -493p.
40. ETSYSTEM [Электронный ресурс] //URL: etsystem.cn/index.html (дата обращения: 09.09.2020).
41. Fan, J. Clothing appearance and fit: science and technology / J.Fan, W.Yu, L. Hunter // Wood head Publishing, 2004, -239p.
42. Feng, Y. Garment manufacturing and garment defects correction / Y. Feng // Shanghai Science and Technology Literature Press, 2001, 168-p.
43. Fit [Электронныйресурс] //URL:www.merriam-webster.com/dictionary/Fit (датаобращения: 17.01.2020).
44. Fit [Электронный ресурс]
//URL:www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/fit_1?q=fit (дата обращения: 17.01.2020).
45. FJU agency. Illustrated fashion dictionary / FJU agency // Taiwan: FJU University Press, 1985, -1249p.
46. Gersĭak, J. Development of the system for qualitative prediction of clothing appearance quality / J. Geršak // International journal of Cloth Science and Technology, 2002, 14(3), pp.169-180.
47. Gill, S. A review of research and innovation in garment sizing, prototyping and fitting / S. Gill // Textile Progress, 2005, 47(1), pp. 1-85.

48. Gill, S. Determination of ease allowances included in pattern construction methods / S. Gill, N. Chadwick // *International Journal of Fashion Design Technology and Education*, 2009, 2, pp.23-31.
49. Goldsberry, E. Women 55 years and older: part ii. overall satisfaction and dissatisfaction with the fit of ready-to-wear / E. Goldsberry, S. Shim, N.A. Reich // *Clothing and Textiles Research Journal*, 1996, 14, pp.121-132.
50. GRAFIS CAD [Электронный ресурс] //URL:grafis.com/home-en (дата обращения: 11.05.2021).
51. Guo, D.M. Illustrated garment cutting and board making techniques / D.M. Guo // Beijing: China Textile & Apparel Press, 2019, -119p.
52. Guo, M. Pressure and comfort perception in the system female body-dress / G. Mengna, V.E. Kuzmichev // *Autex Research Journal*, 2013, 13(3), pp.71-78.
53. Hackler, N. What is good fit? / N. Hackler // *Consumer Affairs Update*, 1984, 2(1), pp.1-3.
54. Hahn, G.J. Statistical intervals: a guide for practitioners / G.J. Hahn, W.Q. Meeker // John Wiley & Sons, 1991, -169p.
55. Han, H. Proposal for the development of sleeve patternmaking process and the definition of sleeve pattern structures for mass customization / H. Han, T. Kim // *International Journal of Clothing Science and Technology*, 2021, 33(1), pp.47-64.
56. History of suits [Электронный ресурс] //URL:en.wikipedia.org/wiki/History_of_suits (дата обращения: 17.01.2020).
57. History of the suit: the evolution of menswear from 1800 to today [Электронный ресурс] //URL:www.gentlemansgazette.com/evolution-of-menswear-suits/ (дата обращения: 17.01.2020).
58. Hughes CAD [Электронный ресурс] //URL:grabcad.com/library (дата обращения: 17.01.2020).
59. Hwang, S. Study on sleeve pattern of tailored jacket of females in their twenties / S. Hwang, J. Kim, H. Kim // *Journal of the Korea Fashion and Costume Design Association*, 2015, 17(3), pp.183-196.

60. In Pictures: Thatcher's most iconic outfits [Электронный ресурс] //URL:www.bbc.com/news/uk-politics-34745074 (дата обращения: 11.05.2021).
61. Ishimaru, S. Prediction method for clothing pressure distribution by the numerical approach: attention to deformation by the extension of knitted fabric/ S. Ishimaru, Y. Isogai, M. Matsui, K. Furuichi, C. Nonomura, A. Yokoyama // Textile Research Journal, 2011, 81(18), pp.1851-1870.
62. ISO standard ISO 7770:1985 / Textiles - method for assessing the appearance of seams in durable press products after domestic washing and drying.
63. Italian suits: which (shoulder) side are you on? [Электронный ресурс] //URL:www.parisiangentleman.com/blog/italian-suits-which-shoulder-side-are-you-on (дата обращения: 17.01.2020).
64. Jacket [Электронный ресурс] //URL:en.wiktionary.org/wiki/jacket (дата обращения: 15.05.2018).
65. Jacket [Электронный ресурс] //URL:www.merriam-webster.com/dictionary/jacket (дата обращения: 15.05.2018).
66. Jacket [Электронный ресурс] //URL:www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/jacket?q=jacket (дата обращения: 15.05.2018).
67. Jelka, G. Design of clothing manufacturing processes / G. Jelka // Wood head Publishing, 2013, -106p.
68. Jennifer, J.A. Factors affecting evaluation of clothing fit: a case study of adolescents in sekondi-takoradi / J.A. Aklamati, A.T. Twum, S.A. Deikumah // Arts and Design Studies, 2016, 44, pp.39-41.
69. Justacorps [Электронный ресурс] //URL:en.wikipedia.org/wiki/Justacorps (дата обращения: 17.01.2020).
70. Kemper, R.H. History of costume / R.H. Kemper // W W Norton & Co Inc, 1977, -192p.
71. Kim, I. Ready-made jacket purchase realities and satisfaction focused on middle-aged women / I. Kim, S. Kweon // Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles, 2007, 31, pp.398-409.

72. Kim, K. Quantifying the appearance of jackets with adhesive interlinings / K. Kim, S. Sonehara, M. Takatera // International Journal of Clothing Science and Technology, 2016, 28, pp.18-35.

73. Kim, M. A survey on jacket lining manufacture of menswear brands / M. Kim // The Research Journal of the Costume Culture, 2014, 22, pp.300-312.

74. Lagè, A. Virtual try-on technologies in the clothing industry. Part 1: investigation of distance ease between body and garment / A. Lagè, K. Ancutienè // The Journal of The Textile Institute, 2017, 108, pp.1787-1793.

75. Le Smoking [Электронный ресурс] //URL:en.wikipedia.org/wiki/Le_Smoking (дата обращения: 09.09.2020).

76. Lee, M.J. A comparative analysis of the different between Clo 3D avatar sizing and actual body measurement shapes / M.J. Lee, H.S. Sohn // Journal of Fashion Business, 2012, 4(16), pp.137-151.

77. Leibowitz, H.W. Capabilities and Limitations of the Human Being as a Sensor / H.W. Leibowitz, R.B. Post // ASTM special technical publications, 1982, 1, pp.3-10.

78. Li, D.Q. Westen style clothes / D.Q. Li // Hubei fine arts publishing, 2002, - 181p.

79. Li, Z.H. A study of the structural design of the sleeve shape / Z.H. Li, // Silk Abroad, 2007, 6(1), pp.19-21.

80. Liechty, E.G. Fitting & pattern alteration: a multi-method approach / E.G. Liechty, D.N. Pottberg, J. Rasband // Fairchild Publications, 1986, -480p.

81. Lin, Y.L. The development of a clothing fit evaluation system under virtual environment / Y.L. Lin, M.J.J. Wang / Multimedia tools and applications, 2016, 75(13). pp.7575-7587.

82. Liu, K. Fit evaluation of virtual garment try-on by learning from digital pressure data / K. Liu, X. Zeng, P. Bruniaux, J. Wang, E. Kamalha, X. Tao // Knowl. Based Syst // 2017, 133, pp.174-182.

83. Liu, R.P. Apparel pattern design principles and applications (3rd edition) / R.P. Liu // Beijing: China Textile & Apparel Press, 2008, -458p.

84. Liu, R.P. Pattern making theory & technology / R.P. Liu // Beijing: China Textile & Apparel Press, 2005, -227p.

85. Mastamet, A. Identification of a unique African female body shape / A. Mastamet, H.M. Klerk, S. Ashdown // International Journal of Fashion Design Technology and Education, 2012, 5(2), pp.105-116.

86. McBride, G. Tailoring a jacket / G. McBride // Crowood Press, 2011, -96p.

87. Minazio, P.G. The fabric pressing performance and its role in predicting the appearance of men's wool suit jackets / P.G. Minazio // International Journal of Clothing Science and Technology, 1998, 10, pp.182-190.

88. Miyoshi, M. Costumes: theoretical papers / M. Miyoshi // Beijing: China Textile & Apparel Press, 2006, -340p.

89. Modaris [Электронный ресурс] URL:www.lectra.com/en/fashion (дата обращения: 11.05.2021).

90. Monobe, A. Effect of the difference between body dimensions and jacket measurements on the appearance of a ready-made tailored jacket / A. Monobe, K. Kim, M. Takatera // International Journal of Clothing Science and Technology, 2017, 29(5), pp.627-645.

91. Morocco (film) [Электронный ресурс] //URL:[en.wikipedia.org/wiki/Morocco_\(film\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Morocco_(film)) (дата обращения: 17.01.2020).

92. Mullet, K.K. The effects of shoulder position on four sleeve bodice structures: doctor in philosophy: Virginia Polytechnic Institute and State University, Virginia, 1991, 159 p.

93. Ondogan, Z. The comparison of the manual and CAD systems for pattern making, grading and marker making processes / Z. Ondogan, C. Erdogan // Fibres & Textiles in Eastern Europe, 2006, 14(1), pp.62-67.

94. PADSsystem [Электронный ресурс] //URL:www.padsystem.com/en (дата обращения: 11.05.2021).

95. Papahristou, E. 3D virtual prototyping traces new avenues for fashion design and product development: a qualitative study / E. Papahristou, N. Bilalis // J Textile Sci Eng, 2017, 6(7), pp.621-626.

96. Papahristou, E. Can 3d virtual prototype conquer the apparel industry? / E. Papahristou, N. Bilalis // *Journal of Fashion Technology & Textile Engineering*, 2016, 2(4), pp.215-220.
97. Park, Y. Product analysis and appearance evaluation of a sleeve head for the aesthetic exterior of a jacket sleeve / Y. Park, J. Jang // *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 2015, 39, pp.852-866.
98. Park, Y. Sleeve head development for an aesthetic appearance of a jacket sleeve / Y. Park, J. Jang // *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 2016, 40, pp.365-381.
99. PDS [Электронныйресурс] //URL:optitex.com/products/2d-and-3d-cad-software/ (датаобращения: 09.09.2020).
100. Peterson, C. Tailoring: the classic guide to sewing the perfect jacket / C. Peterson // Quarry Books, 2011, -128p.
101. Petrak, S. Computer technology in fashion design and product development / S. Petrak, N.M. Mahnić, D. Rogale // *Bulletin of the Croatian Academy of Engineering*, 2018, 13(2), pp.22-24.
102. Picardie, J. Coco Chanel: the legend and the life / J. Picardie // It Books, 2011, -352p.
103. RichpeaceCAD/CAM [Электронный ресурс] //URL: www.richforever.cn (дата обращения: 09.09.2020).
104. Salter, C.J. The perception of wrinkling - the effects of fabric pattern. / C.J. Salter, L.G. Stephens, G.J. Higgerson, M.J. Samuelsdorff // *Journal Text Institution*, 1996, 87(1), pp.166-171.
105. Saygili, B. Determination of body-clothing pattern fit problems in mens 17; s jacket and pattern proposal / B. Saygili, Ş. Çİvİtcİ // *Textile and Apparel*, 2015, 25(3), pp.270-279.
106. Scott, E. Landmarking and measuring for critical body shape analysis targeting garment fit / E. Scott, A. Sadat, M. Sayem // *Proc. 3DBODY. TECH*, 2018, 1, pp.222-235.

107. Shen, L. Bodice pattern development using somatographic and physical data / L. Shen, J. Huck // International journal of Cloth Science and Technology, 1993, 5(1), pp.6-16.
108. Shin, E. How young consumers think about clothing fit? / E. Shin, M.L. Damhorst // International Journal of Fashion Design, Technology and Education, 2018, 11(3), pp.352-361.
109. Slater, K. Subjective textile testing / K. Slater // Journal of The Textile Institute, 1997, 88, pp.79-91.
110. Sleeve [Электронный ресурс] //URL:educalingo.com/zh/dic-en/sleeve (датаобращения: 17.01.2020).
111. Sojitz corporation japan [Электронный ресурс] //URL:sojitz.com/ (дата обращения: 17.01.2020).
112. Song, G. Improving comfort in clothing / G. Song // Woodhead Publishing, 2011, -459p.
113. Song, W.Y. Analysis of Appearance & Wearing Sensation by Sleeve Cap Height of Jackets for Women in their Twenties / W.Y. Song, S.Y. Lee // Journal of the Korea Fashion and Costume Design Association, 2017, 19(4), pp.123-137.
114. Spyder [Электронный ресурс] //URL:www.spyder-ide.org/ (датаобращения: 09.09.2020).
115. Sunigo agency. Sunigo fashion design - jacket / Sunigo agency // Donghua university press, 2015, -255p.
116. Surikova, O.V. Improvment of clothes fit for different female bodies / O.V. Surikova, V.E. Kuzmichev, G.I. Surikova // Autex Research Journal, 2017, 17(2), pp.111-119.
117. Tabraz, M. Importance of fashion cad study for garment industry in Bangladeshâ / M. Tabraz // International Journal of Scientific & Technology Research, 2017, 6, pp.26-28.
118. Takasaki, H. Moiré topography / H. Takasaki // Applied optics, 1973, 12(4), pp.845-850.

119. Taya, Y. Evaluation method of clothing fitness with body / Y. Taya, A. Shibuya, T. Nakajima // J Text Mach Soc Japan, 1995, 48(2), pp.48-55.
120. The anatomy of a suit jacket: A comprehensive vocabulary [Электронный ресурс] //URL:www.gentlemansgazette.com/the-anatomy-suit-jacket/ (дата обращения: 17.01.2020).
121. The history of pattern making [Электронный ресурс] //URL:journal.alabamachanin.com/2016/05/history-of-patternmaking/ (дата обращения: 09.09.2020).
122. The history of the suit by decade [Электронный ресурс] //URL:www.gq.com/gallery/the-gq-history-of-the-suit-by-decade (дата обращения: 17.01.2020).
123. The success of the Chanel tweed suit [Электронный ресурс] //URL:vinvoy.com/blog/Chanel-Tweed-Jacket-Success/ (дата обращения: 17.01.2020).
124. Three-piece suit designed by Yves Saint Laurent [Электронный ресурс] //URL:www.gettyimages.com/detail/news-photo/model-wears-a-three-piece-suit-designed-by-yves-saint-news-photo/613459006 (дата обращения: 17.01.2020).
125. Tsuchiya, M. Correction of patterns for making beautiful clothes - clear explanation of examples of corrections (lady boutique series - sewing) / M. Tsuchiya // Boutique Ltd, 2005, -138p.
126. TUKAcad [Электронный ресурс] //URL: tukatech.com/tukacad/ (дата обращения: 11.05.2021).
127. Types of jackets gender based [Электронный ресурс] //URL:woollenwear.in/types-of-jackets-gender-based (дата обращения: 17.01.2020).
128. Vidyasketch [Электронный ресурс] //URL:www.assyst.de/en/products/3d-vidya/index.html (дата обращения: 11.05.2021).
129. Vstitcher [Электронный ресурс] //URL:browzwear.com/products/v-stitcher/ (дата обращения: 11.05.2021).
130. Wang, P. Women in modern British society / P. Wang, C.D. Qian // Jiangsu Publishing, 2005, -277p.

131. What factors affecting good fit and reasons for poor fitting? [Электронный ресурс] //URL:www.technologygmt.com/post/what-factors-affecting-good-fit-and-reasons-for-poor-fitting (дата обращения: 19.03.2021).

132. What Is The Best 3D Clothing Design Software in 2021? 5 Amazing Options [Электронный ресурс] //URL:thetechfashionista.com/best-3d-clothing-design-software/ (дата обращения: 09.09.2020).

133. Yu, W.M. Assessment of garment fit / W.M. Yu, K.W. Yeung, Y.L. Lam // Process of the HKITA and CTES Conference on Hand-in-Hand Marching into 21 Century, 1998, 1, pp.125-129.

134. Zakaria, N. Anthropometry, apparel sizing and design (second edition) / N. Zakaria, D. Gupta // Woodhead Publishing, 2020, -444p.

135. Zhang, M. Fashionable / M. Zhang // Chongqing Press, 2019, -177p.

136. Zhang, X. Numerical simulation of 3D dynamic garment pressure / X. Zhang, K.W. Yeung, Y. Li // Textile Research Journal, 2002, 72(3), pp.245-252.

137. Е Хунгуан (Ye Hongguang). Разработка метода компьютерного распознавания плечевой одежды костюмной группы: дис. кандидат технических наук: 05.19.04 - Технология швейных изделий. Иваново. 2009. 323 с.

138. Женщины во время первой мировой войны [Электронный ресурс] //URL:istorik.net/483-zhenshchiny-v-pervoy-mirovoy-voyne.html (дата обращения: 17.01.2020).

139. Конструирование одношовных рукавов в методике МТИЛП [Электронный ресурс] //URL:wellconstruction.ru/konstr2/osobennosti-konstruirovaniya-rukavov-v-metodike-mtilp (дата обращения: 09.09.2020).

140. Кузьмичев, В.Е. Конструирование костюма: учебное пособие для вузов / В.Е. Кузьмичев, Н.И. Ахмедулова, Л.П. Юдина // Москва: Издательство Юрайт, 2022, -543с.

141. Кузьмичев, В.Е. Корреляционный и регрессионный анализ: методические указания / В.Е. Кузьмичев, О.М. Хлебунова // Иваново: ИГТА, 1983. -40с.

142. Кузьмичев, В.Е. Методы обработки данных: методические указания / В.Е. Кузьмичев // Иваново: ИГТА, 1983. -36с.

143. Кузьмичев, В.Е. Основы теории системного проектирования костюма: учебное пособие для вузов / В.Е. Кузьмичев, Н.И. Ахмедулова, Л.П. Юдина // Москва: Издательство Юрайт, 2022, -392с.

144. Кузьмичев, В.Е. Цифровое дизайн-проектирование и оценка виртуальной одежды: Перспективы развития после fhubcongressivanovoi / В.Е. Кузьмичев, Янь Цзяци, Ся Пэн, Ван Сида // SMARTEX-2020, 2020, 1, pp.56-62.

145. Мода Журналы Япония, Stylebook, 2009, vol.166 [Электронный ресурс] //URL:hudie.com/mag-stylebook-2009(2).html (дата обращения: 17.01.2020).

146. Мода Журналы Япония, Female, 2013, vol.414 [Электронный ресурс] //URL:hudie.com/mag-female-2013(4).html (дата обращения: 17.01.2020).

147. Особенности конструирования рукавов в методике ЦОТШЛ [Электронный ресурс] //URL:wellconstruction.ru/konstr2/osobennosti-konstruirovaniya-rukavov-v-metodike-tsotshl (дата обращения: 09.09.2020).

148. Построение конструкции втачного рукава [Электронный ресурс] //URL:studfile.net/preview/2059947/page:7/ (дата обращения: 09.09.2020).

149. Расчеты чертежа конструкции платья по методике Мюллера [Электронный ресурс] //URL:wellconstruction.ru/konstr2/raschetyi-chertezha-konstruktsii-platyua-po-metodike-myullera (дата обращения: 09.09.2020).

150. Российской федерации национальный стандарт ГОСТ Р 52771-2007 / Классификация типовых фигур женщин по ростам, размерам и полнотным группам для проектирования одежды.

151. Сурикова Г.И. Проектирование изделий легкой промышленности в САПР (САПР одежды): учебное пособие / Г.И. Сурикова, О.В. Сурикова, А.В. Гниденко // Иваново: ИГТА, 2011, -236с.

152. Сурикова, О.В. Проектирование изделий легкой промышленности в САПР (САПР одежды) Учебное пособие / О.В. Сурикова, В.Е. Кузьмичев, А.В. Гниденко, Г.И. Сурикова // Инфра-М, Форум, 2016, -336с.

153. Тисленко, И.В. Разработка метода проектирования компрессионной трикотажной одежды: дис. канд. техн. наук: 05.19.04 - Технология швейных изделий. Иваново, 2017, 204 с.

154. Wan, S.D. Study on Application of Clothing Simulation by software Marvelous designer and ET-CAD (Chinese) / S.D. Wan // China New Technologies and Products, 2015, 8, pp.19-20.

155. Wan, S.D. Automatic evaluation of sleeve pattern for classical women jacket (Автоматическая оценка чертежей конструкций классического женского жакета) / S.D. Wan, V.E. Kuzmichev // DEStech Transactions on Materials Science and Engineering: Electronical and Mechanical Engineering AMEME, 2020, 13, с. 36-42.

156. Ван, С. Идентификация дефектов виртуальной одежды / С. Ван, В.Е.Кузьмичев // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2022. - № 2. – С. - 159-168.

157. Ван, С. Матрица для прогнозирования дефектов посадки рукавов в женских жакетах / С. Ван, В.Е. Кузьмичев // Молодые ученые – развитию национальной технологической инициативы (ПОИСК–2020): сб.материалов национальной молодёжной научно-технической конференции. – Иваново: ИВГПУ, 2020, с.69-72.

158. Ван, С. Новый подход к проектированию двухшовных рукавов / С. Ван, В.Е. Кузьмичев // Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности (Прогресс-2013): сборник материалов между. науч-техн. конф. Часть 2. – Иваново: Текстильный институт ИВГПУ, 2013, с.23-25.

159. Ван, С. Прогнозирование качества проектирования рукавов в виртуальной среде / С. Ван, В.Е. Кузьмичев // LightConf 2021. "Наука - Технологии - Производство": матер. международн. науч.-технич. конф. 29-31 марта 2021 г. / СПб.: ФГБОУВО "СПбГУПТД", 2021, с. 46.

160. Ван, С. Разработка метода диагностирования качества рукавов виртуальной одежды / С. Ван // Физика волокнистых материалов: структура,

свойства, наукоемкие технологии и материалы: сб. материалов XXIV Междунар. науч.-практ. форума «SMARTEX-2021», 12–14 октября 2021 года. – Иваново: ИВГПУ, 2021. СМАРТЕКС 2021, с. 187-188.

161. Ван, С. Создание цифровых двойников узла "пройма-рукав" / С. Ван, В.Е.Кузьмичев // Известия вузов. Технология текстильной промышленности, 2020, 1(385), с.177-184.

162. Ван, С. Сценарная технология виртуального кастомного проектирования женских жакетов / С. Ван, В.Е. Кузьмичев // Информационная среда вуза: материалы XXIV межд. научн. - техн. конф. 22-23 ноября 2017 г. Иваново, ИВГПУ, с.147-150.

163. База данных No2022621167 Российская Федерация. Чертежи конструкций и конструктивных параметров женских классических жакетов: заявл. 23.05.2022/ Сида Ван, Кузьмичев В.Е.

Исследование дефектов современного классического жакета

(1) Пример дефекта

На рис. А.1 стрелками показан пример идентификации дефектов. В ходе этого процесса была выбрана левая сторона с большим количеством дефектов.



Рисунок А.1 - Пример идентификации дефектов несоответствия

(2) Область распределения дефектов

На рис. А.2 показана поверхность жакета, сегментированная на 19 областей от А-Р.

В таблице А.1 показана подробная информация о каждом дефекте, "1" обозначает эту область со складками, "пусто" представляет эту область без складок. "А-Р" представляют каждую область, "Т" представляет количество дефектов на трех видах, "U" представляет общий дефект на рукаве трех видов.

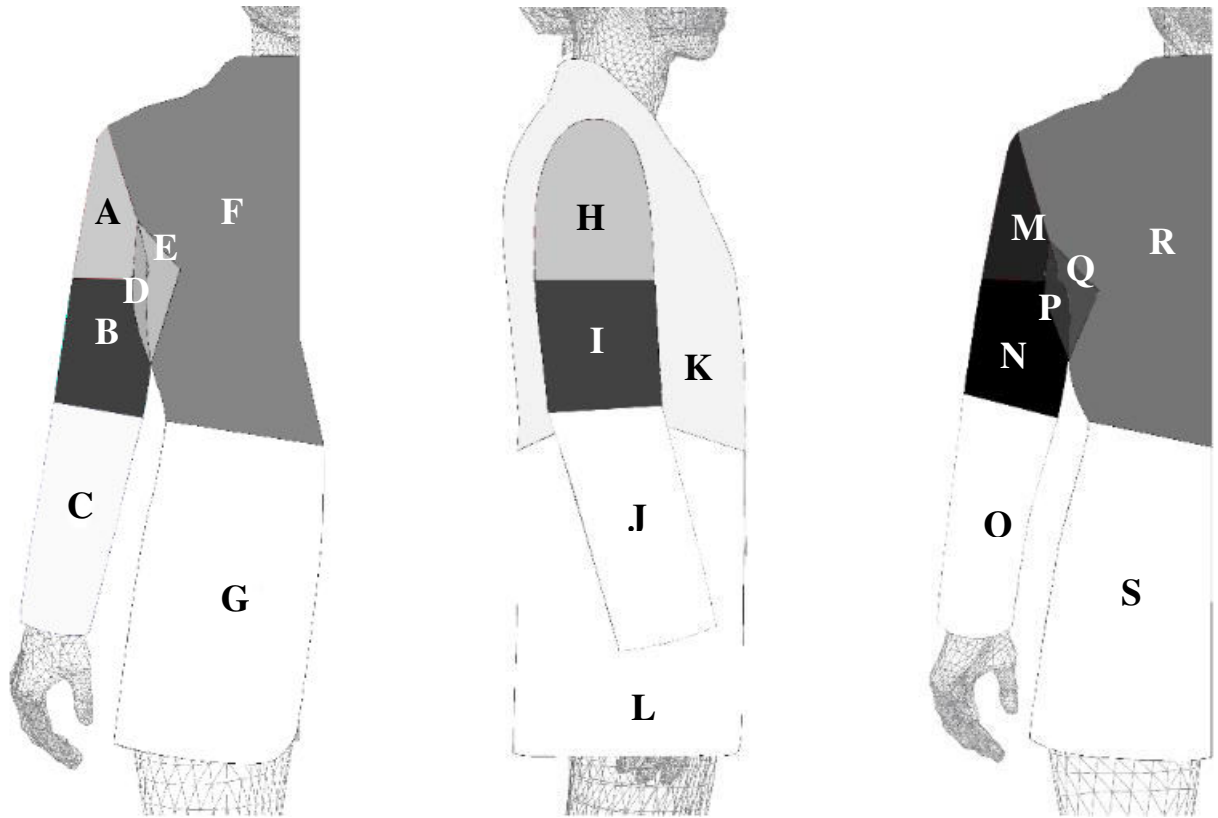


Рисунок А.2 - Пример сегментации поверхности куртки

Таблица А.1 - Детализация каждого дефекта

No.	Sample name	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1	8 By1		1							1								1			3	2
2	Alexandermcqueen 1		1				1			1		1			1			1	1		7	3
3	Alexandermcqueen 2		1							1					1			1			4	3
4	Alexandermcqueen 3		1	1						1								1			4	3
5	Alexandermcqueen 4						1							1			1	1			4	2
6	Alexandermcqueen 5						1														1	0
7	Alexandermcqueen 6		1				1							1							3	2
8	Alexandermcqueen 7	1	1		1	1				1				1	1		1				8	7
9	Alexandermcqueen 8					1								1				1			3	1
10	Alexandermcqueen 9	1	1						1	1				1	1						6	6
11	Alexandermcqueen 10				1	1			1					1			1				5	4
12	Balenciaga 1								1					1	1				1		4	3
13	Balmain 1				1	1												1	1		4	1
14	Balmain 2		1											1					1		3	2
15	Balmain 3	1												1							2	2
16	Balmain 4						1		1	1					1			1	1		6	3
17	Balmain 5									1					1						2	2
18	Baum Und 1									1					1						2	2
19	Bcbg Max Azria 1		1							1					1		1	1			5	4
20	Benetton 1						1												1		2	0
21	Bottegaveneta 1		1				1			1					1						4	3
22	Burberry 1					1								1			1				3	2
23	Burberry 2		1				1			1					1				1		5	3

24	Burberry 3		1			1			1	1				1	1		1			7	6
25	Burberry 4	1	1						1	1				1	1		1			7	7
26	Burberry 5		1						1					1	1			1		5	4
27	Burberry 6													1						1	1
28	Burberry 7						1			1					1		1		1	5	3
29	Carolina Herrera 1						1							1			1	1		4	2
30	Chiu Chui 1						1							1	1		1		1	5	3
31	D&G 1						1								1			1		3	1
32	D&G 2		1				1								1			1		5	3
33	D&G 3		1												1		1	1		5	4
34	D&G 4								1	1				1	1		1			5	5
35	D&G5						1								1		1		1	4	2
36	Dazzle 1		1							1				1	1		1			5	5
37	Dior 1													1			1			2	2
38	Dior 2		1				1			1				1	1			1		6	4
39	Donna Karan 1						1							1	1					4	3
40	E Becky 1		1							1				1	1					4	4
41	E&P 1						1			1				1	1		1			5	4
42	Eachway 1													1	1			1		3	2
43	Eland 1						1							1	1			1		4	2
44	Eland 2		1				1							1	1			1		6	4
45	Ellassay 1		1												1		1	1		5	3
46	Ellassay 2		1				1								1		1	1		6	3
47	Ellassay 3		1							1	1					1				5	4
48	Ellassay 4		1				1	1						1	1		1	1	1	9	5
49	Ellassay 5	1	1				1							1	1		1			7	6
50	Ellassay 1																			0	0
51	Ellassay 2		1							1	1			1	1			1		6	5
52	Ellassay 3		1											1	1					4	4
53	Emiliopucci 1	1					1										1			3	1
54	Emiliopucci 2		1											1	1					5	5
55	Emiliopucci 4													1			1			2	2
56	Emiliopucci3		1							1				1	1					4	4
57	Emporio Armani 1		1											1	1		1			5	5
58	Emporio Armani 2		1				1										1	1		4	1
59	Emporio Armani 3		1											1	1			1		5	4
60	Emporio Armani 4		1												1		1			3	2
61	Emporio Armani 5													1			1			3	3
62	Emporio Armani 6														1					1	1
63	Emporio Armani 7		1												1					4	4
64	Emporio Armani 8		1											1	1			1		5	4
65	Emporio Armani 9		1														1			2	2
66	Emporio Armani 10														1		1	1	1	5	3
67	Emporio Armani 11																			0	0
68	Emporio Armani 12														1			1		2	1
69	Emporio Armani 13														1		1			2	2
70	Emporio Armani 14						1										1	1		3	2
71	Emporio Armani 15																1		1	2	1
72	Emporio Armani 16													1						1	1

121	Givenchy 6													1			1			2	2	
122	Gloria 1						1	1						1			1	1	1		7	3
123	G-Star 1		1												1						3	3
124	Gucci 1						1	1						1	1			1			7	4
125	Gucci 2													1				1			2	2
126	Gucci 3	1						1													2	1
127	Gucci 4																	1	1		2	0
128	Gucci 5						1		1								1	1	1		5	2
129	Gucci 6	1																1			2	1
130	Gucci 7							1													2	1
131	Gucci 8						1							1				1			4	3
132	Gucci 9		1					1	1						1		1	1			7	4
133	Gucci 10																				0	0
134	Gucci 11				1	1								1	1		1				7	7
135	Gucci 12																				0	0
136	Gucci 13																1				1	1
137	Gucci 14								1					1	1		1		1		5	3
138	Gucci 15																	1			1	0
139	Guess Marciano 1													1				1	1		3	1
140	Honm 1							1										1			2	0
141	Hopeshow 1		1											1			1				4	4
142	Hopeshow 2		1					1							1			1	1		6	3
143	Hopeshow 3		1											1	1		1	1			7	6
144	Hopeshow 4		1						1					1	1						5	5
145	Hugoboss 1							1									1	1			3	2
146	Hugoboss 2																				0	0
147	Hugoboss 3		1						1						1			1	1		5	2
148	Hugoboss 4																				0	0
149	Hugoboss 5		1												1		1	1			5	4
150	Hugoboss 6		1												1			1			3	2
151	Hugoboss 7													1				1			2	1
152	Hugoboss8																				0	0
153	J. Crew 1							1						1	1		1				4	4
154	Jia Fen 1																	1			1	1
155	Jia Fen 2		1																1		2	1
156	Joseph 1		1					1						1	1		1	1	1		9	6
157	Joseph 2																	1	1		2	2
158	Juzui 1								1					1				1			3	1
159	Juzui 2													1	1			1	1		5	3
160	Kabuyi 1		1											1	1		1				5	5
161	Kenzo 1								1					1				1			4	3
162	Koton 1																		1		2	1
163	Koton 2		1	1														1			3	3
164	La Chapelle 1		1											1	1		1				5	5
165	Lan Di 1																	1	1	1	4	1
166	Lan Di 2		1													1		1	1		6	4
167	Lan Di 3															1	1		1	1	6	4
168	Lan Di 4															1	1		1		3	3
169	Lan Di 5															1	1				2	2

170	Lan Di 6								1					1	1			1			4	3
171	Lan Di 7					1								1	1			1			4	2
172	Lan Di 8		1					1						1	1			1			5	3
173	Lan Di 9							1						1	1			1			4	3
174	Lan Di 10					1								1	1				1		4	3
175	Lan Di 11	1								1				1	1			1		1	6	5
176	Lang Zi 1		1					1						1	1			1			6	4
177	Lang Zi 2					1								1	1			1			4	4
178	Lang Zi 3					1									1			1	1		4	3
179	Lang Zi 4						1	1						1	1			1	1		7	3
180	Lang Zi 5		1							1				1	1				1		5	4
181	Lang Zi 6		1					1						1	1			1			6	4
182	Lang Zi 7					1								1							2	2
183	Lang Zi 8						1							1				1		1	4	2
184	Lang Zi 9							1										1		1	3	1
185	Lang Zi 10													1				1			2	2
186	Lang Zi 11													1				1	1		3	1
187	Lang Zi 12					1								1	1			1	1		5	3
188	Lang Zi 13		1					1						1	1			1	1		7	5
189	Lily 1		1			1	1							1				1			5	3
190	Lily 2		1			1									1			1	1		6	5
191	Lily 3		1																		1	1
192	Louisvuitton 1		1															1			2	1
193	Louisvuitton 2																	1			1	1
194	Louisvuitton 3																				0	0
195	Louisvuitton 4		1					1						1				1		1	6	4
196	Louisvuitton 5		1															1			2	2
197	Maje 1		1					1							1			1			5	4
198	Marisfrolg 1													1	1			1			3	2
199	Marisfrolg 2		1					1						1	1			1		1	7	5
200	Max Mara 1		1			1												1			4	4
201	Max Mara 2	1					1	1						1	1				1	1	8	4
202	Miumiu 1		1			1												1			4	3
203	Moissac 1					1	1								1			1	1		5	3
204	Moschino 1					1									1			1			3	3
205	Moschino 2					1	1								1			1			5	3
206	Next 1		1											1	1			1	1		6	5
207	Next 2	1	1											1				1	1		6	5
208	Next 3		1				1							1	1			1			5	3
209	Next 4		1											1	1			1			5	4
210	Next 5																	1			1	0
211	Next 6		1															1			2	2
212	Next 7							1						1	1			1			5	4
213	Next 8		1				1	1						1	1			1		1	8	5
214	Nina Ricci 1		1					1										1	1		5	3
215	Ochirly 1		1					1							1			1	1	1	7	4
216	Ochirly 2		1					1							1			1			5	4
217	Ochirly 3		1											1	1			1			5	4
218	Ochirly 4	1	1					1						1				1			6	4

219	Ochirly 5				1										1				2	2
220	Omnialuo 1				1	1						1			1	1			5	3
221	Omnialuo 2	1	1						1			1	1		1				6	6
222	Philipp Plein 1				1							1	1			1	1		5	3
223	Pinko 1		1						1				1						3	3
224	Pinko 2		1						1			1	1			1			5	4
225	Pinko 3		1				1			1			1		1	1	1		7	4
226	Ports 1				1										1		1		3	2
227	Ports 2	1	1						1			1	1			1	1		7	5
228	Ports 3		1				1			1		1	1			1	1		7	4
229	Ralphlauren 1								1			1	1						3	3
230	Ralphlauren 2	1										1					1		3	2
231	Ralphlauren 3								1			1	1						3	3
232	Ralphlauren 4		1						1				1		1	1			5	4
233	Ralphlauren 5											1			1	1	1		4	2
234	Ralphlauren 6	1	1						1				1		1				5	5
235	Ralphlauren 7	1	1				1			1		1	1		1	1	1		10	6
236	Reiss 1				1	1									1	1			4	2
237	Reiss 2						1						1		1	1	1		5	2
238	Rick Owens 1						1										1		2	0
239	Roberto Cavalli 1						1						1		1		1		4	2
240	Roberto Cavalli 2				1					1			1	1		1	1		6	5
241	Roeyshouse 1		1			1				1		1	1			1	1		7	4
242	Roeyshouse 2				1								1			1			3	2
243	Roeyshouse 3						1						1		1	1	1		5	2
244	Roeyshouse 4		1		1							1	1			1			5	4
245	Roeyshouse 5						1					1				1			3	1
246	Romon 1		1							1			1		1	1			5	4
247	Romon 2		1							1			1	1		1			5	5
248	Romon 3		1							1					1	1			4	3
249	Romon 4		1		1					1			1				1		5	4
250	Romon 5												1		1		1		3	2
251	Romon 6					1							1		1		1		4	2
252	Romon 7	1	1				1						1		1	1			7	5
253	s Deer 1														1	1			2	1
254	s Deer 2				1										1		1		3	2
255	Samsøe & Samsøe 1		1							1			1				1		4	3
256	Sandro 1		1		1	1				1			1	1		1	1		8	6
257	Se Fon 1	1	1		1	1				1		1		1		1			10	7
258	Season Wind 1		1				1			1			1	1		1	1		7	4
259	Senkni 1						1						1	1		1		1	5	3
260	Senkni 2	1	1							1			1	1		1	1		7	6
261	Senkni 3		1									1							2	2
262	Sheng Yuzhu 1		1							1			1						3	3
263	Shiatzy Chen 1						1						1		1				3	2
264	Show Long 1		1							1			1	1		1			5	5
265	Show Long 2					1	1			1			1	1			1		6	3
266	Sisley 1						1						1			1			3	2
267	Som 1				1								1			1	1		4	3

268	Sunview 1	1	1		1		1		1	1			1	1		1	1	1		11	8
269	Teenieweenie 1	1					1			1			1	1				1		6	4
270	Teenieweenie 2		1							1			1	1		1		1		6	5
271	Thom Browne 1		1							1			1	1				1		5	4
272	Thom Browne 2					1							1			1	1			4	2
273	Thom Browne 3				1								1			1	1			4	3
274	Thom Browne 4		1														1			2	1
275	Thom Browne 5		1		1								1				1			4	3
276	Three Color 1	1	1				1		1	1		1	1		1	1	1			11	7
277	Three Color 2		1				1			1			1	1		1				6	5
278	Tomford 1		1										1			1				3	3
279	Trussardi 1	1	1				1		1				1	1		1				7	6
280	Uniqlo 1		1							1			1					1		4	3
281	V Grass 1		1		1					1			1		1	1				6	5
282	Valentino 1		1			1							1			1				4	3
283	Vero Moda 1	1				1							1	1				1		5	3
284	Whistles 1												1							1	1
285	White Collar 1		1										1	1						3	3
286	Xii Basket 1		1		1					1			1	1		1		1		7	6
287	Xii Basket 2						1		1				1			1		1		5	3
288	Xuege 1						1									1		1		3	1
289	Yiner 1	1	1				1			1			1					1		6	4
290	Yiner 2		1		1					1			1	1		1				6	6
291	Yiner 3		1							1			1	1				1		5	4
292	Yiner 4	1					1			1			1	1		1				6	5
293	Yiner 5	1	1		1		1		1	1			1	1			1	1		10	7
294	Yiner 6												1				1	1		3	1
295	Yiner 7					1							1			1				3	2
296	Yiner 8		1							1			1	1			1			5	4
297	Youngor 1				1											1	1			3	2
298	Youngor2				1	1							1	1		1				5	4
299	Youngor3	1				1			1				1	1		1		1		7	5
300	Youngor4		1										1				1	1		4	2
301	Z Dorzi 1		1				1			1			1	1				1		6	4
302	Zara 1				1	1				1			1			1	1			6	4

Исследование состава материала

Таблица Б.1 - Волокнистый состав материала

No.	Sample name	Material composition
1	8 By1	63% Wool, 25% Silk, 12% Polyamide
2	Alexandermcqueen 1	100% silk
3	Alexandermcqueen 2	86% Wool, 14% Silk
4	Alexandermcqueen 3	100% silk
5	Alexandermcqueen 4	100% wool
6	Alexandermcqueen 5	77%wool,23%silksilk
7	Alexandermcqueen 6	54% silk and 46% wool
8	Alexandermcqueen 7	100% silk
9	Alexandermcqueen 8	63% Wool, 25% Silk, 12% Polyamide
10	Alexandermcqueen 9	66% cotton, 34% wool
11	Alexandermcqueen 10	100% wool
12	Balenciaga 1	100% wool
13	Balmain 1	100% wool
14	Balmain 2	100% wool
15	Balmain 3	100% virgin wool
16	Balmain 4	100% Mulberry silk
17	Balmain 5	100% wool
18	Baum Und 1	100% wool
19	Bcbg Max Azria 1	98% cotton, 2% elastane (thick velvet)
20	Benetton 1	70% Polyester 9% Silk 9% Acrylic 7% Metallic Polyester 5% Polyamide
21	Bottegaveneta 1	100% wool
22	Burberry 1	98%WOOL 2%ELASTANE
23	Burberry 2	98%fleece wool,2%elastane
24	Burberry 3	66% Viscose, 32% Cupro, 2% Elastane
25	Burberry 4	60% cotton and 40% linen
26	Burberry 5	60% cotton and 40% wool
27	Burberry 6	40% viscose, 26% wool, 21% linen, 13% polyamide.
28	Burberry 7	100% wool
29	Carolina Herrera 1	100% Mulberry silk
30	Chiu Chui 1	polyester96.00%Spandex4.00%
31	D&G 1	72% Polyester, 18% Viscose, 10% Metallic Fiber
32	D&G 2	100% wool
33	D&G 3	45% wool, 28% Tussah silk, 18% cotton, 9% Mulberry silk
34	D&G 4	100% wool
35	D&G5	100% wool
36	Dazzle 1	100% wool
37	Dior 1	98% Wool 2% Viscose
38	Dior 2	71% cotton and 29% polyester
39	Donna Karan 1	100% virgin wool
40	E Becky 1	polyester92%Spandex8%
41	E&P 1	82% polyester 12% silk 3% metallized fiber 3% polyamide
42	Eachway 1	polyester78.1%Viscose16.3%Spandex5.6%
43	Eland 1	73% Polyester, 17% Silk, 10% Polyamide
44	Eland 2	83% cotton, 13% polyester and 4% elastane
45	Ellassay 1	Wool50.6% Viscose28.1%polyester17.9%Spandex3.4%
46	Ellassay 2	Wool97.7%Viscose2.3%
47	Ellassay 3	polyester78.2% Viscose19.3%Spandex2.5%
48	Ellassay 4	Wool81.8%polyester17.6%Spandex0.6%
49	Ellassay 5	polyester64.9% Viscose33.6%Spandex1.5%

50	Ellassay 1	96% Polyester, 3% wool, 1% tencel(viscose)
51	Ellassay 2	98% Virgin Wool, 2% Elastane
52	Ellassay 3	99% Virgin Wool 1% Elastane
53	Emiliopucci 1	98% Virgin Wool, 2% Elastane
54	Emiliopucci 2	97% viscose and 3% elastane
55	Emiliopucci 4	75% viscose, 25% mohair
56	Emiliopucci3	97% viscose and 3% elastane
57	Emporio Armani 1	100% wool
58	Emporio Armani 2	100% silk
59	Emporio Armani 3	100% cotton
60	Emporio Armani 4	72% cotton, 26% modal and 2% elastane
61	Emporio Armani 5	87% Polyester 9% Wool 4% Viscose
62	Emporio Armani 6	53% POLYESTER 43% WOOL 4% ELASTANE
63	Emporio Armani 7	54% Wool 43% Polyester 3% Elastane
64	Emporio Armani 8	100% virgin wool
65	Emporio Armani 9	100% virgin wool
66	Emporio Armani 10	100% virgin wool
67	Emporio Armani 11	5% Spandex 95% Virgin wool
68	Emporio Armani 12	100% modal
69	Emporio Armani 13	63% Acrylic, 21% Wool, 16% Polyester
70	Emporio Armani 14	95.5%Wool 2.5%polyester 2.5%Elastane
71	Emporio Armani 15	100% modal
72	Emporio Armani 16	57% Acetate 1% Spandex 2% Nylon 40% Polyester
73	Emporio Armani 17	100% polyester
74	Emu 1	polyester77.7%Viscose16.6%Spandex5.7%
75	Emu 2	polyester86.5%Viscose13.5%
76	Ep Yaying 1	polyester100%
77	Ep Yaying 2	49.5%Wool37.6%acrylic8.7%polyester2.8%Other
78	Ep Yaying 3	63.4% tri-acetate36.6%polyester
79	Ep Yaying 4	75.1%Flax24.9%polyester
80	Ep Yaying 5	polyester75.7%Flax11.3%Viscose10.5%Spandex2.5%
81	Ep Yaying 6	tri-acetate66.7%polyester33.3%
82	Escada 1	95%Wool 5%polyester
83	Escada 2	92% polyester, 8% polyurethane
84	Escada 3	98% virgin wool, 2% elastane
85	Escada 4	100% Virgin wool
86	Escada 5	95%VISCOSE 5%ELASTANE
87	Escada 6	47% Wool 45% Polyester 5% Nylon 3%
88	Escada 7	100% silk
89	Escada 8	50%Wool 50%Polyester
90	Escada 9	95%Wool 5%Viscose
91	Escada10	100% cotton
92	Eva Ouxiu 1	100% viscose
93	Eva Ouxiu 2	98% virgin wool 2% elastane
94	Fairy Fiar 1	polyester100%
95	Fendi 1	89% Polyester, 11% Polyurethane
96	Fendi 2	50% Acetate, 50% Viscose
97	Ferragamo 1	40% Wool, 29% Polyester, 28% Viscose, 3% Elastane
98	G2000 1	51% wool and 49% silk
99	G2000 2	100% wool
100	Ga 1	51% wool, 49% silk
101	Ga 2	96% Virgin Wool, 4% Elastane
102	Galliano 1	Wool, polyester
103	Giffen Good 1	Viscose61%Polyamide) 32.2%Spandex6.8%
104	Giffen Good 2	polyester98%Spandex2%
105	Giffen Good 3	polyester79.8%Viscose18.7%Spandex1.5%
106	Giorgio Armani 1	100% wool
107	Giorgio Armani 2	98% virgin wool 2% elastane

108	Giorgio Armani 3	100% silk
109	Giorgio Armani 4	98% virgin wool 2% elastane
110	Giorgio Armani 5	57% Polyester, 40% Cotton, 3% Elastane
111	Giorgio Armani 6	48%Wool 47%polyester 5%other
112	Giorgio Armani 7	50% cotton 49% viscose 1% elastane
113	Giorgio Armani 8	100% silk
114	Girdear 1	67% viscose 28% polyamide 5% elastane
115	Girdear 2	96% virgin wool, 4% elastane
116	Givenchy 1	84% Acetate, 16% Viscose
117	Givenchy 2	50% Viscose, 47% Acetate, 3% Elastane
118	Givenchy 3	70% Acetate, 30% Viscose (Crepe)
119	Givenchy 4	100% wool
120	Givenchy 5	70% Acetate, 30% Viscose
121	Givenchy 6	91% Viscose, 7% Polyamide, 2% Elastane
122	Gloria 1	100% polyester
123	G-Star 1	73% viscose 23% silk 4% elastane
124	Gucci 1	100% Virgin Wool
125	Gucci 2	99% Wool 1% Viscose
126	Gucci 3	99% Virgin Wool, 1% Elastane
127	Gucci 4	54% Viscose, 46% Acetate
128	Gucci 5	58% Cotton, 42% Polyester
129	Gucci 6	63% Acetate, 37% Viscose
130	Gucci 7	63% Wool, 25% Silk, 12% Polyamide
131	Gucci 8	100% polyester
132	Gucci 9	72% cotton 26% virgin wool 2% polyamide
133	Gucci 10	wool tweed
134	Gucci 11	56% Cotton, 40% Viscose, 4% Elastane
135	Gucci 12	wool
136	Gucci 13	100% wool
137	Gucci 14	36% Polyester, 32% Virgin wool, 31% Polyamid, 1% Elastane
138	Gucci 15	63% Wool, 25% Silk, 12% Polyamide
139	Guess Marciano 1	71% triacetate, 29% polyester
140	Honrn 1	tri-acetate65.2%polyester34.8%
141	Hopeshow 1	60% tri-acetate; 40% polyester
142	Hopeshow 2	83% Viscose-Rayon, 13% Virgin wool, 4% Elastane-Spandex
143	Hopeshow 3	96% Virgin wool, 4% Elastane
144	Hopeshow 4	53%Polyester 43%Wool 4%Elastane
145	Hugoboss 1	96% Virgin wool, 4% Elastane
146	Hugoboss 2	45% polyester, 27% acrylic, 15% wool, 13% cotton
147	Hugoboss 3	66% viscose; 34% polyester
148	Hugoboss 4	100% wool
149	Hugoboss 5	50% Polyester, 43% Virgin wool, 4% Elastane, 3% Cotton
150	Hugoboss 6	64% Polyester, 34% Viscose, 2% Elastane
151	Hugoboss 7	100% Flax
152	Hugoboss8	100% wool tweed
153	J. Crew 1	97%Polyammide 3%Elastane
154	Jia Fen 1	66.4%Wool, 33.6%polyester
155	Jia Fen 2	64%Wool24%polyester9%Polyamide3%Other
156	Joseph 1	69% Polyester, 30% Viscose, 1% Elastane
157	Joseph 2	45% Cotton 31% Polyester 15% Acrylic 9% Wool
158	Juzui 1	67%Viscose 28%Polyamide 28%Polyammide 5%Elastane
159	Juzui 2	61% Polyester, 26% Viscose, 7% Cotton, 6% Elastane,
160	Kabuyi 1	64%polyester33%Viscose3%Spandex
161	Kenzo 1	68% Polyester, 29% Viscose, 3% Elastane
162	Koton 1	80% Polyester, 14% Viscose, 6% Elastane
163	Koton 2	64%polyester,34%viscose2%elastane
164	La Chapelle 1	polyester97.1%Spandex2.9%
165	Lan Di 1	Viscose55.4%polyester36.4%Polyamide8.2%

166	Lan Di 2	polyester94.4%Spandex5.6%
167	Lan Di 3	polyester78.7%Viscose21.3%
168	Lan Di 4	polyester100%
169	Lan Di 5	polyester59.4%Cotton30.4%Viscose8.1%Polyamide2.1%
170	Lan Di 6	polyester61.2%Viscose38.8%
171	Lan Di 7	tri-acetate70.2%polyester29.8%
172	Lan Di 8	acetate70.9%polyester29.1%
173	Lan Di 9	acetate65.4%polyester34.6%
174	Lan Di 10	polyester92.5%Spandex4.3%Other3.2%
175	Lan Di 11	Silk91.3%Spandex8.7%
176	Lang Zi 1	polyester92.7%Spandex7.3%
177	Lang Zi 2	polyester100%
178	Lang Zi 3	polyester80%Viscose18%Spandex2%
179	Lang Zi 4	Cotton59.3%polyester35.4%Spandex5.3%
180	Lang Zi 5	polyester69%Viscose29%Spandex2%
181	Lang Zi 6	polyester100%
182	Lang Zi 7	polyester100%
183	Lang Zi 8	polyester95.8%Spandex4.2%
184	Lang Zi 9	tri-acetate62.2%polyester37.8%
185	Lang Zi 10	Wool96.1%Spandex3.9%
186	Lang Zi 11	polyester61.0%acetate39%
187	Lang Zi 12	polyester100%
188	Lang Zi 13	polyester83.9%Viscose13.1%Spandex3.0%
189	Lily 1	53.5%linen 45.4%Wool 1.3%elastane
190	Lily 2	98% Cotton 2% Elastane
191	Lily 3	68% polyester, 29% viscose, 3% elastane
192	Louisvuitton 1	49% Cotton, 29% Wool, 20% Polyester, 2% Other fibers
193	Louisvuitton 2	100% virgin wool
194	Louisvuitton 3	100% virgin wool
195	Louisvuitton 4	44% rayon, 43% polyester, 11% cotton twill, 2% spandex
196	Louisvuitton 5	100% wool
197	Maje 1	recycled wool, viscose, polyamide
198	Marisfrolg 1	100% wool
199	Marisfrolg 2	98% cotton, 2% elastane
200	Max Mara 1	52% Cotton 45% Polyamide 3% Elastane.
201	Max Mara 2	62% Acetate, 35% Polyamide, 3% Elastane
202	Miumiu 1	viscose, nylon, wool, cotton, cashmere
203	Moissac 1	64.1% tri-acetate; 35.9% polyester
204	Moschino 1	70.0%polyester 28.6%Wool 1.4%elastane
205	Moschino 2	73.2% tri-acetate; 26.8% polyester
206	Next 1	40.9%loycell 37.7%polyester 11.5%Wool 9.9%Cotton
207	Next 2	70% Viscose, 30% Wool
208	Next 3	56.7%viscose 41.6%polyester 1.7%elastane
209	Next 4	viscose, nylon, elastane.
210	Next 5	65% wool, 35% silk
211	Next 6	100% wool
212	Next 7	64% Viscose 26% Polyester 8% Acrylic 2%
213	Next 8	100% cotton
214	Nina Ricci 1	polyester, viscose, elastane.
215	Ochirly 1	94.5%polyester,4.5%viscose
216	Ochirly 2	68.3%polyester 30.2%viscose 1.5%elastane
217	Ochirly 3	66.8%polyester 33.2%viscose
218	Ochirly 4	100% polyester
219	Ochirly 5	51%polyester 49%Wool
220	Omnialuo 1	polyester74.7%Viscose18%Spandex7.3%
221	Omnialuo 2	polyester55%Viscose24%Wool17%Spandex4%
222	Philipp Plein 1	73.3% tri-acetate; 26.7% polyester
223	Pinko 1	98.4%Cotton 1.6%elastane

224	Pinko 2	68% polyester, 29% viscose, 3% elastane
225	Pinko 3	63.4%polyester 34.8%viscose 1.8%elastane
226	Ports 1	100% polyester
227	Ports 2	65% Cotton, 34% Polyester, 1% Elastane
228	Ports 3	84.6%polyamide 11.3%elastane 4.1%polyester
229	Ralphlauren 1	96% WOOL 4% ELASTANE
230	Ralphlauren 2	95% Wool; 5% polyamide
231	Ralphlauren 3	47% Recycled wool, 47% Polyester, 3% Acrylic, 3% Nylon
232	Ralphlauren 4	70%Polyester 28%Viscose 2%Elastane
233	Ralphlauren 5	95%Polyester 5%Elastane
234	Ralphlauren 6	100% polyester
235	Ralphlauren 7	97% Cotton, 3% Elastane
236	Reiss 1	100% polyester
237	Reiss 2	91.6%polyamide 8.4%elastane
238	Rick Owens 1	63% Polyester, 32% Rayon, 5% Spandex
239	Roberto Cavalli 1	100% polyester
240	Roberto Cavalli 2	66.8%Polyester,30.8%viscose,2.4%elasten
241	Roeyshouse 1	polyester70.3%Cotton29.7%
242	Roeyshouse 2	polyester96.2%Spandex3.8%
243	Roeyshouse 3	acetate64.4%polyester34.8%Viscose0.8%
244	Roeyshouse 4	Wool82.9%Viscose17.1%
245	Roeyshouse 5	Wool95.8%Spandex4.2%
246	Romon 1	83%Polyester 15%Viscose 2%Elastane
247	Romon 2	80%Polyester 20%Viscose
248	Romon 3	96%Polyester 4%Elastane
249	Romon 4	100% polyester
250	Romon 5	80% Polyester, 20% Wool
251	Romon 6	51% Cotton, 45% Polyester, 4% Elastane
252	Romon 7	65% Polyester, 33% Viscose, 2% Elastane
253	s Deer 1	polyester100%
254	s Deer 2	polyester100%
255	Samsøe & Samsøe 1	64% Polyester, 34% Viscose, 2% Elastane
256	Sandro 1	63%polyester,32%viscose5%elastane
257	Se Fon 1	polyester65.6%Viscose33.2%Spandex1.2%
258	Season Wind 1	polyester76.3%Viscose21.8%Spandex1.9%
259	Senkni 1	polyester69.4%Viscose29.3%Spandex1.3%
260	Senkni 2	polyester81%Viscose18%Spandex1%
261	Senkni 3	polyester100%
262	Sheng Yuzhu 1	Wool100%
263	Shiatzy Chen 1	98% Polyester, 2% Viscose
264	Show Long 1	polyester79%Viscose13.6%Spandex1.5%Other5.9%
265	Show Long 2	polyester94.5%Spandex5.5%
266	Sisley 1	100% polyester
267	Som 1	polyester75%Viscose18%Spandex7%
268	Sunview 1	Cotton68%Flax30%Spandex2%
269	Teenieweenie 1	76.6%polyester, 19.5%viscose, 3.9%elastane
270	Teenieweenie 2	87.1%Cotton,12.9%loycell
271	Thom Browne 1	63.3%polyester,32.6%viscose4.1%elastane
272	Thom Browne 2	65%Polyester 33%Viscose 2%Elastane
273	Thom Browne 3	64% Viscose 34%Polyester
274	Thom Browne 4	54% Wool 43% Polyester 3% Elastane
275	Thom Browne 5	90.1%polyester9.9%elastane
276	Three Color 1	Wool100%
277	Three Color 2	polyester72%Viscose20%Spandex8%
278	Tomford 1	92% Polyester, 8% Elastane
279	Trussardi 1	54% Viscose, 46% Polyester
280	Uniqlo 1	72.9%Wool 27.1%polyester
281	V Grass 1	polyester94.7%Spandex5.3%

282	Valentino 1	polyester78% Viscose18%Spandex4%
283	Vero Moda 1	polyester71% Viscose21%Spandex8%
284	Whistles 1	87.5%polyester6.7%Acrylic2.8%Wool3.0%Other
285	White Collar 1	Wool50.4%polyester46.8%Other2.8%
286	Xii Basket 1	Viscose68.1%Polyamide28.2%Spandex3.7%
287	Xii Basket 2	polyester66.1%Viscose31.1%Spandex2.8%
288	Xuege 1	68.7%polyester27.7%Viscose3.6%Spandex
289	Yiner 1	tri-acetate70.1%polyester29.9%
290	Yiner 2	Cotton46.9%Wool44%Other9.1%
291	Yiner 3	Wool64%Silk33%Spandex3%
292	Yiner 4	polyester96.8%Spandex3.2%
293	Yiner 5	Viscose63.2%Polyamide36.8%
294	Yiner 6	Wool53.3%polyester29.7%Polyamide12.8%Silk3.5%Other0.7%
295	Yiner 7	polyester64.9%Viscose31.7%Spandex3.4%
296	Yiner 8	polyester60%Viscose24%Wool13%Spandex3%
297	Youngor 1	50.0%Acrylic50.0%polyester
298	Youngor2	100.0%polyester
299	Youngor3	68.1%polyester30.0%Viscose1.9%Spandex
300	Youngor4	polyester77.5%Viscose16.9%Spandex5.6%
301	Z Dorzi 1	polyester98%Spandex2%
302	Zara 1	76% Polyester, 19% Viscose, 5% Elastane

ПРИЛОЖЕНИЕ В

База данных чертежей обучающей выборки

В таблицах В. 1, В. 2 и В. 3 представлена база данных из 82 чертежей на основе 29 параметров.

Таблица В. 1 - Параметризация чертежей стана (исходные данные фигуры: обхват груди 84 см, ширина спины 31 см, ширина груди 34 см, диаметр руки вертикальный 10 см, диаметр руки передне-задний 19 см), толщина плечевой накладки 0,5 см

№	Ease of width of pattern on bust level,cm	Ease of width of back,cm	Ease of width of armhole,cm	Ease of width of front,cm	Armhole depth & ease of armhole depth,cm		Armhole length, cm	Configuration of armhole line,°		Distance between back and front shoulder point,cm
	Whole	Back	Profile	Front	AHD	Ease		Back	Front	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	12.6	2.76	5.78	4.04	16	5.5	45.95	11.25°	31.32°	2.09
2	16.56	4.38	7.78	4.38	16.4	5.9	48.43	12.42°	33.76°	2.22
3	13.44	2.96	5.98	4.48	16.8	6.3	47.42	16.37°	34.75°	1.8
4	16.7	3.2	9.72	3.76	17.1	6.6	50.04	13.77°	29.31°	1.45
5	12.36	3.16	5.1	4.1	15.9	5.4	45.29	12.06°	34.08°	1.87
6	16.74	3.68	9.78	3.28	16.7	6.2	49.17	15.23°	30.36°	1.51
7	13.34	3.7	6.26	3.38	16.2	5.7	46.43	13.67°	31.52°	1.87
8	15.98	4.38	8.52	3.08	17.4	6.9	49.83	11.58°	30.50°	1.79
9	15.86	3.06	9.46	3.34	16.5	6	48.66	16.15°	30.98°	1.76
10	16.36	3.24	9.18	3.96	16.6	6.1	48.86	16.68°	31.93°	1.45
11	15.44	3.4	8.58	3.44	16.5	6	48.28	15.57°	28.65°	1.87
12	16	3.02	9.96	3.04	16.7	6.2	49.14	10.79°	29.14°	1.87
13	17.02	4.34	8.78	3.9	16.9	6.4	49.3	14.40°	30.99°	1.76
14	13.76	3.54	6.92	3.3	16.7	6.2	47.74	14.16°	30.74°	1.87
15	18	3.8	10.68	3.5	17.2	6.7	50.88	13.28°	31.14°	1.76
16	16.86	4.14	9.38	3.34	16.4	5.9	48.85	14.48°	30.09°	1.87
17	14.8	3.6	6.84	4.36	15.6	5.1	45.74	14.03°	32.40°	1.91
18	10.3	3.78	3.48	3.02	18	7.5	47.43	13.94°	32.31°	1.61
19	18.2	5.38	8.34	4.48	17.8	7.3	49.91	14.94°	26.77°	2.28
20	16.56	4.3	9.62	2.62	19.7	9.2	54.35	14.09°	30.30°	2.02
21	10.52	2.74	3.8	4	17.1	6.6	45.99	15.56°	26.06°	1.65
22	19.12	4.8	9.48	4.84	15.8	5.3	48.2	12.68°	29.72°	1.42

23	11.3	2.56	6.28	2.48	18	7.5	49.36	10.08°	25.82°	1.54
24	12.44	3.4	4.6	4.46	16.6	6.1	46.11	10.69°	33.64°	1.42
25	14.5	5.42	4.52	4.56	17.7	7.2	47.85	14.46°	29.17°	2.28
26	13.56	3.3	5.32	4.94	18.2	7.7	49.53	14.80°	31.03°	2.1
27	9.4	2.66	3	3.72	15.7	5.2	43.32	18.62°	33.05°	1.12
28	11.64	3.12	4.64	3.88	16.7	6.2	46.02	10.89°	24.39°	2.06
29	14.16	3.56	6.2	4.42	17.3	6.8	48.07	13.43°	32.92°	2.6
30	13.72	1.94	9.24	2.54	16.7	6.2	49.01	10.23°	28.85°	1.86
31	13.64	3.26	5.88	4.5	17.1	6.6	48	17.30°	30.08°	2.46
32	14.86	4.22	6.1	4.54	15.8	5.3	45.67	13.04°	28.37°	2.26
33	14.58	5.12	5.76	3.7	15.9	5.4	45.34	9.70°	30.58°	2.26
34	12.22	3.6	4.68	3.96	15.8	5.3	44.91	14.21°	32.57°	1.36
35	16.24	4.06	7.92	4.28	15.8	5.3	47.18	7.70°	32.80°	3.14
36	14.66	5.88	6.02	2.76	17.3	6.8	46.58	16.90°	38.08°	2.42
37	14.78	3.76	7.22	3.82	15.4	4.9	45.55	12.67°	32.14°	1.7
38	18.88	5	9.38	4.52	14.8	4.3	46.1	12.74°	29.36°	2.15
39	11.92	1.42	7.88	2.64	15.9	5.4	46.4	13.51°	25.59°	1.86
40	12.82	2.92	6.02	3.88	16.4	5.9	46.8	12.62°	35.74°	2.27
41	11.22	4.24	3.56	3.4	16.3	5.8	45.2	8.47°	28.47°	2.06
42	12.72	4.12	5.32	3.26	17.4	6.9	47.42	13.62°	30.52°	1.91
43	13.5	4.16	5.46	3.88	18	7.5	49.16	12.26°	30.77°	2.14
44	11.06	4	3.34	3.74	16.3	5.8	44.67	8.48°	32.73°	2.06
45	12.96	3.06	6.08	3.8	16.4	5.9	46.78	12.91°	32.91°	1.51
46	13.1	3.18	5.72	4.18	15.9	5.4	45.41	13.43°	33.68°	2.15
47	10.82	3.4	3.28	4.14	16.3	5.8	44.54	10.92°	32.89°	2.26
48	9.76	1.84	4.06	3.86	16.2	5.7	44.67	11.03°	28.62°	1.77
49	13.42	3.08	6.02	4.3	15.8	5.3	45.49	11.51°	34.16°	2.15
50	16.32	3.06	9.24	4.02	15.4	4.9	47.61	10.15°	26.38°	1.94
51	14.52	2.06	8.22	4.24	15.4	4.9	46.56	10.93°	23.52°	1.43
52	12.24	2.02	6.2	4.02	16.1	5.6	46.58	12.85°	34.90°	2.21
53	10.16	3.04	2.58	4.52	16	5.5	43.72	16.87°	34.14°	1.89
54	11.7	3.26	3.88	4.56	15.8	5.3	44.14	17.80°	33.43°	2.17
55	9.54	2.14	3.96	3.44	16.8	6.3	45.82	14.27°	25.63°	1.74
56	14.32	3.06	7.8	3.46	15.5	5	46.45	12.24°	30.48°	2.1
57	14.22	2.92	6.82	4.48	15.7	5.2	46.43	12.08°	33.79°	1.74
58	11.28	1.64	6.32	3.34	16.2	5.7	46.63	11.12°	31.69°	1.65
59	13.72	3.8	5.76	4.16	16.2	5.7	46.21	12.37°	28.70°	1.54
60	12.86	4.1	3.76	4.98	16.4	5.9	45.25	13.91°	28.96°	1.87
61	15.62	4.2	7	4.44	16.1	5.6	47.14	11.89°	32.19°	1.71
62	7.48	2.9	2.5	2.1	17.1	6.6	45.18	12.07°	27.78°	2.06
63	16.28	3.66	8.24	4.38	16.4	5.9	47.92	11.22°	31.67°	1.54
64	12.22	2.44	6.94	2.86	16.9	6.4	48.17	9.25°	26.83°	1.74
65	10.5	2.64	3.88	3.98	16.2	5.7	44.59	10.95°	28.53°	1.77

66	10.46	3.98	2.82	3.68	16.7	6.2	45.21	14.80°	32.16°	2.22
67	12.92	4.14	4.22	4.56	16.8	6.3	46.22	9.28°	28.19°	1.71
68	12.16	2.98	5.08	4.1	17.4	6.9	47.37	10.65°	32.79°	1.71
69	11.94	2.42	5.14	4.38	16.1	5.6	45.61	8.34°	29.89°	2.25
70	14.96	2.62	8.94	3.4	15.9	5.4	47.63	9.88°	21.83°	1.35
71	13.84	3.4	6.02	4.4	16.2	5.7	46.62	4.97°	24.58°	1.35
72	9.28	3.06	2.98	3.24	17.3	6.8	45.81	13.04°	33.54°	1.71
73	10.28	0.94	9.28	0.08	15.3	4.8	46.54	7.17°	27.41°	2.08
74	12.22	1.58	6.64	4	15.8	5.3	46.24	10.22°	33.70°	2.13
75	15.2	3.26	7.34	4.58	15.9	5.4	46.62	12.62°	30.61°	1.71
76	12.7	1.96	8.04	2.7	17.5	7	49.53	10.99°	28.93°	1.62
77	13.24	3.58	5.6	4.04	16	5.5	45.49	9.46°	31.97°	2.22
78	12.2	3.02	5.62	3.56	16.1	5.6	46.12	12.54°	29.49°	1.07
79	12.22	3.52	4.76	3.96	16.1	5.6	44.72	14.00°	31.86°	1.9
80	12.86	4.28	4.74	3.82	15.8	5.3	44.56	17.87°	31.52°	1.51
81	12.9	1.62	6.68	4.6	15.8	5.3	46.59	15.96°	35.68°	2.27
82	12.96	3.66	5.42	3.88	15.8	5.3	44.86	14.48°	32.50°	2.15

Таблица В.2 - Параметризация чертежей рукава

Pattern №	Ease to arm girth	Ease to elbow girth	Ease to wrist girth	Distances in between the elbow seam at arm; elbow; wrist level			Distances in between the front seam at arm; elbow; wrist level			Sleeve cap height
	arm	elbow	wrist	arm	elbow	wrist	arm	elbow	wrist	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	6.2	8.86	13.32	5.19	0.33	0.00	4.00	4.00	4.00	15.89
2	8.12	10.08	11.96	3.80	0.00	0.00	10.00	10.00	10.00	16.66
3	8.2	10	13.6	6.27	3.00	2.00	7.20	7.20	7.20	16.55
4	10.84	12.82	14.4	3.44	2.02	0.00	7.00	7.00	7.00	17.11
5	4.78	/	13.28	/	/	/	/	/	/	15.69
6	10.26	12.38	14.2	4.67	3.00	2.00	7.00	7.00	7.00	16.79
7	7.78	9.86	12.2	0.00	0.00	0.00	4.00	4.00	4.00	16.10
8	10.32	12.3	13.82	0.00	0.00	0.00	10.00	10.00	10.00	17.26
9	9.98	12.08	13.86	0.00	0.00	0.00	4.00	4.00	4.00	16.56
10	10	12.08	13.6	0.00	0.00	0.00	8.00	8.00	8.00	16.70
11	9.54	11.5	13.28	0.00	0.00	0.00	5.00	5.00	5.00	16.52
12	9.9	11.92	13.56	0.00	0.00	0.00	7.00	7.00	7.00	16.94
13	8.74	10.84	12.64	0.00	0.00	0.00	5.00	5.00	5.00	16.98
14	8.72	10.76	12.68	0.00	0.00	0.00	6.00	6.00	6.00	16.55
15	11.44	13.5	14.66	0.00	0.00	0.00	5.00	5.00	5.00	17.40
16	10.28	12.26	13.82	3.77	2.02	0.00	5.00	5.00	5.00	16.52
17	7.6	10.16	13.78	0.00	0.00	0.00	7.00	7.00	7.00	15.67
18	4.52	7.02	9.62	0.00	0.00	0.00	5.00	5.00	5.00	17.06
19	10.08	11.98	13.74	3.54	2.10	0.00	9.00	9.00	9.00	17.43
20	10.78	12.82	12.28	0.00	0.00	0.00	8.00	8.00	8.00	19.17

21	7.04	9.34	11.48	3.77	1.69	0.00	8.00	8.00	8.00	16.56
22	10.1	12.08	13.78	0.00	0.00	0.00	6.00	6.00	6.00	16.16
23	6.72	8.8	10.16	0.00	0.00	0.00	8.11	7.00	6.00	17.66
24	7.22	9.34	11.64	0.00	0.00	0.00	6.00	6.00	6.00	16.16
25	6.64	8.84	12.76	/	/	/	/	/	/	17.01
26	7.86	10.22	12.1	0.00	0.00	0.00	6.00	6.00	6.00	17.59
27	4.72	7.04	9.64	0.00	0.00	0.00	10.08	8.00	7.00	15.08
28	6.62	9.72	15.48	0.00	0.00	0.00	9.06	8.00	7.00	16.38
29	8.46	9.92	12.01	/	/	/	/	/	/	16.92
30	8.4	10	9.12	0.00	0.00	0.00	8.00	8.00	8.00	16.96
31	7.76	10.02	12.02	0.00	0.00	0.00	8.00	8.00	8.00	16.91
32	6.62	9.24	13.16	0.00	0.00	0.00	8.00	8.00	8.00	15.81
33	8.84	10.48	10.1	0.00	0.00	0.00	5.00	5.00	5.00	15.81
34	6.67	/	11.13	/	/	/	/	/	/	15.60
35	9.64	11.16	11.18	0.00	0.00	0.00	6.00	6.00	6.00	16.00
36	8.6	9.8	13.02	0.00	0.00	0.00	6.00	6.00	6.00	16.54
37	6.96	8.56	11.42	0.00	0.00	0.00	5.00	5.00	5.00	15.51
38	7.02	8.56	9.48	0.00	0.00	0.00	5.00	5.00	5.00	15.57
39	6.32	9.38	14.08	3.78	0.95	0.00	6.00	6.00	6.00	16.12
40	8.22	9.86	10.1	3.00	2.36	0.00	5.00	5.00	5.00	16.09
41	6.38	8.58	10.9	0.00	0.00	0.00	6.00	6.00	6.00	15.97
42	6.63	/	13.91	/	/	/	/	/	/	16.92
43	9.12	10.94	11.22	0.00	0.00	0.00	7.00	7.00	7.00	17.53
44	5.62	8.72	12.42	2.49	0.90	0.00	6.00	6.00	6.00	15.97
45	8.66	10.12	9.1	0.00	0.00	0.00	6.00	6.00	6.00	16.13
46	8.08	9.7	9.1	0.00	0.00	0.00	5.00	5.00	5.00	15.57
47	4.34	7.34	13.08	0.00	0.00	0.00	7.00	7.00	7.00	15.81
48	3.64	6.02	9.22	0.00	0.00	0.00	6.00	6.00	6.00	15.90
49	8.2	9.92	10.1	0.00	0.00	0.00	5.00	5.00	5.00	15.57
50	10.2	11.4	10.18	2.84	2.00	0.00	6.00	6.00	6.00	16.02
51	8.2	9.8	10.1	4.29	4.00	2.00	4.00	4.00	4.00	15.97
52	8.88	10.48	11.1	3.62	1.60	0.00	5.00	5.00	5.00	15.95
53	4.74	6.98	10.1	0.00	0.00	0.00	4.00	4.00	4.00	15.38
54	6.22	8.42	10.76	0.00	0.00	0.00	5.00	5.00	5.00	15.26
55	6.7	8.54	11.08	0.00	0.00	0.00	7.00	7.00	7.00	16.59
56	8.78	10.48	11.1	0.00	0.00	0.00	5.00	5.00	5.00	15.59
57	9.78	11.08	11.22	2.52	1.00	0.00	5.00	5.00	5.00	15.74
58	7.36	9.06	9.1	0.00	0.00	0.00	6.00	6.00	6.00	16.14
59	6.32	8.26	9.64	0.00	0.00	0.00	6.00	6.00	6.00	16.11
60	5.92	8.08	10.54	0.00	0.00	0.00	6.00	6.00	6.00	15.88
61	7.72	10.42	14.24	2.42	1.31	0.00	7.00	7.00	7.00	16.04
62	5.74	/	10.74	/	/	/	/	/	/	16.45
63	8.9	11.28	14.18	4.24	3.00	0.00	6.00	6.00	6.00	16.53
64	9.16	11.2	13.06	0.00	0.00	0.00	7.00	7.00	7.00	17.01
65	5.62	8.22	12.38	3.27	1.40	0.00	5.00	5.00	5.00	15.90
66	7.78	9.4	8.96	3.50	2.00	0.00	5.00	5.00	5.00	15.94
67	6.8	9.22	12.18	3.38	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	16.46
68	7.66	9.8	11.84	2.26	2.00	2.00	5.00	5.00	5.00	16.87
69	5.6	7.82	10.42	0.00	0.00	0.00	4.00	4.00	4.00	15.91
70	9.02	11.02	12.88	0.00	0.00	0.00	6.00	6.00	6.00	16.34

71	7.6	9.72	11.8	0.00	0.00	0.00	4.00	4.00	4.00	16.36
72	6.26	8.44	10.8	0.00	0.00	0.00	6.00	6.00	6.00	16.46
73	6.74	8.86	11.14	2.31	2.00	2.00	3.00	3.00	2.00	16.06
74	6.64	9.94	18.72	4.39	3.70	3.00	5.00	5.00	5.00	15.87
75	6.84	9.46	13.2	5.71	2.00	0.00	6.00	6.00	6.00	16.04
76	9.44	11.52	13.16	5.06	1.91	0.00	6.00	6.00	6.00	17.47
77	8.34	10.8	12.36	0.00	0.00	0.00	6.00	6.00	6.00	14.31
78	7.5	10.74	10.98	0.00	0.00	0.00	10.13	8.00	6.00	16.02
79	6.94	9.26	11.4	0.00	0.00	0.00	6.00	6.00	6.00	15.67
80	4.94	7.28	9.8	0.00	0.00	0.00	4.00	4.00	4.00	15.54
81	7.46	9.44	11.1	4.33	3.00	2.00	6.00	6.00	6.00	15.62
82	6.58	8.82	11.02	3.34	1.75	0.00	5.00	5.00	5.00	15.57

Примечания: "/" означает, что значение этого показателя было трудно измерить из-за специального раздельного шва TPS.

Таблица В.3 - Параметризация узла проймы+ рукав

Pattern №	Sleeve Δ	curve length of upper sleeve	Sleeve Cap curve distance B	Sleeve Cap curve distance C	down part sleeve cap curv	Whole length of sleeve cap curv	Sleeve elbow seam and back width of bodice distance	Sleeve cap height with armhole depth	Sleeve sloping
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	3.06	33.72	1.80	1.80	15.29	49.01	2.54	0.00	1.07
2	3.19	37.08	1.80	1.80	14.54	51.62	2.26	0.10	0.76
3	3.77	37.02	1.80	1.80	14.17	51.19	3.26	-1.90	0.71
4	4.09	35.90	1.80	1.80	18.23	54.13	2.67	2.30	0.64
5	2.37	/	1.80	1.80	/	47.66	/	2.10	/
6	3.84	37.29	1.80	1.80	15.73	53.01	2.67	-1.00	0.63
7	3.91	29.35	1.80	1.80	20.99	50.34	3.07	-0.20	0.56
8	3.72	34.83	1.80	1.80	18.73	53.55	3.74	-1.50	0.77
9	4.10	30.07	1.80	1.80	22.70	52.76	3.32	0.00	0.56
10	3.88	33.01	1.80	1.80	19.73	52.74	3.10	0.40	0.71
11	3.96	30.83	1.80	1.80	21.41	52.24	3.47	-0.40	0.65
12	3.68	32.71	1.80	1.80	20.11	52.82	2.64	-0.20	0.64
13	3.07	30.76	1.70	1.70	21.61	52.37	2.80	-1.10	0.61
14	3.75	31.21	1.70	1.70	20.28	51.49	3.42	0.20	0.68
15	3.98	32.56	1.80	1.80	22.30	54.86	2.82	1.40	0.54
16	4.17	34.68	1.80	1.80	18.34	53.02	2.93	-1.60	0.58
17	3.91	32.05	1.80	1.80	17.60	49.65	2.79	1.50	0.63
18	1.50	29.16	1.50	1.50	19.77	48.93	2.55	0.40	0.51
19	3.81	38.26	2.00	1.90	15.46	53.72	3.14	0.30	0.68
20	2.58	36.05	2.00	2.00	20.88	56.93	2.20	0.80	0.59
21	3.90	35.15	1.80	1.80	14.75	49.89	3.72	-1.50	0.63
22	3.67	30.56	1.80	1.80	21.31	51.87	3.07	-1.30	0.58
23	2.47	33.51	1.90	1.90	18.32	51.83	2.46	-0.60	2.26
24	3.86	30.40	1.90	1.90	19.57	49.97	2.93	1.30	0.59
25	2.68	/	2.00	2.00	/	50.53	/	0.10	/
26	2.89	31.75	1.80	1.80	20.67	52.42	3.15	-2.10	0.59

27	3.10	31.19	1.80	1.80	15.23	46.42	2.41	-2.10	2.86
28	3.58	32.71	1.90	1.90	16.89	49.60	3.29	1.70	2.22
29	3.35	/	1.80	1.80	/	51.42	/	0.10	/
30	2.93	32.80	1.80	1.80	19.14	51.94	2.22	0.70	1.29
31	3.14	32.42	1.80	1.80	18.72	51.14	3.69	-1.40	0.67
32	3.23	31.20	1.80	1.80	17.71	48.90	2.88	2.00	0.64
33	5.07	29.16	2.00	1.70	21.25	50.41	3.24	-0.90	0.49
34	4.33	/	2.00	2.00	/	49.24	/	1.80	/
35	4.72	31.31	2.00	2.00	20.59	51.90	3.39	0.90	0.60
36	4.37	30.13	1.80	2.20	20.82	50.95	4.47	-1.30	0.56
37	3.49	28.80	1.80	1.80	20.23	49.04	2.07	0.20	0.32
38	2.93	28.39	1.90	1.80	20.64	49.03	1.82	-0.50	0.58
39	2.80	33.50	1.80	1.80	15.70	49.20	2.25	-0.90	-0.48
40	3.90	32.51	2.00	1.80	18.20	50.70	3.08	0.30	0.54
41	3.66	29.85	1.80	1.80	19.01	48.86	3.45	-1.60	0.59
42	3.47	24.27	1.60	1.60	26.62	50.89	/	-0.10	/
43	3.96	32.68	2.00	1.80	20.45	53.12	3.24	0.30	0.60
44	3.56	32.23	1.80	1.80	16.00	48.23	3.50	-0.40	0.59
45	4.28	30.28	2.00	2.00	20.78	51.06	3.65	0.20	0.56
46	4.37	29.11	1.90	1.80	20.68	49.78	4.05	2.40	0.57
47	2.32	29.91	1.50	1.50	16.95	46.86	2.82	1.30	0.70
48	2.31	29.26	1.90	1.80	17.72	46.98	2.44	0.60	0.63
49	4.32	29.09	1.90	1.80	20.72	49.81	3.88	0.20	0.58
50	4.44	33.62	2.00	1.80	18.43	52.05	2.91	0.60	0.62
51	4.04	32.53	1.80	1.80	18.07	50.60	2.45	2.40	0.50
52	4.40	32.76	2.00	1.80	18.21	50.98	3.74	1.40	0.60
53	3.12	27.17	1.80	1.80	19.67	46.84	3.12	-0.60	0.57
54	3.77	28.23	2.00	1.80	19.68	47.91	3.86	-1.70	0.60
55	4.07	31.05	2.00	2.00	18.84	49.89	3.19	1.50	1.39
56	4.17	29.27	2.00	1.80	21.34	50.62	2.75	-0.20	0.55
57	5.13	32.41	2.00	2.00	19.15	51.56	3.32	-0.70	-0.54
58	3.64	29.85	2.30	1.90	20.42	50.27	3.53	0.50	0.59
59	2.79	30.42	1.50	1.50	18.58	49.00	2.31	0.50	0.59
60	3.11	29.71	1.50	1.80	18.65	48.36	3.03	2.80	0.60
61	3.03	33.16	1.50	1.50	17.01	50.17	2.62	0.30	-0.10
62	3.44	/	1.60	1.60	/	48.62	/	-0.50	/
63	3.96	35.03	2.00	1.80	16.85	51.88	2.19	-0.30	0.56
64	4.34	32.44	2.00	2.00	20.07	52.51	2.87	-0.10	0.62
65	3.78	32.20	2.00	2.00	16.17	48.37	3.14	1.00	0.58
66	4.58	32.39	2.00	1.80	17.40	49.79	3.33	-1.80	0.49
67	3.70	30.91	1.80	1.80	19.01	49.92	3.04	1.00	0.47
68	3.54	31.81	1.80	1.80	19.10	50.91	3.02	-0.10	0.50
69	3.01	27.67	1.80	1.80	20.95	48.62	2.45	0.50	0.52
70	3.60	30.31	1.80	1.50	20.92	51.23	2.53	-0.40	0.55
71	4.09	28.55	2.00	1.90	22.16	50.71	3.03	2.50	0.48
72	3.48	29.96	2.00	1.80	19.33	49.29	3.63	0.40	0.57
73	3.00	29.13	1.80	1.80	20.41	49.54	1.40	0.90	1.11
74	3.13	33.47	1.90	1.80	15.90	49.37	2.45	1.10	1.10
75	3.01	35.50	1.80	1.80	14.13	49.63	2.09	1.70	0.55

76	3.81	37.02	2.00	2.00	16.33	53.34	2.54	-0.40	0.57
77	2.04	28.34	1.50	1.50	19.18	47.53	2.87	-1.10	0.55
78	3.53	32.64	1.80	1.80	17.01	49.65	2.89	-1.40	2.88
79	3.99	29.87	1.80	1.80	18.84	48.71	3.47	0.70	0.56
80	2.61	27.61	1.60	1.60	19.56	47.17	2.27	-0.10	0.51
81	3.12	34.60	2.00	1.80	15.12	49.71	2.22	0.70	0.59
82	3.80	32.57	2.00	1.80	16.09	48.66	3.32	1.80	0.58

Примечания: "/" означает, что значение этого показателя было трудно измерить из-за специального раздельного шва TPS.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Субъективная оценка для каждого чертежа









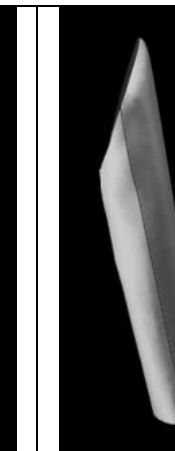


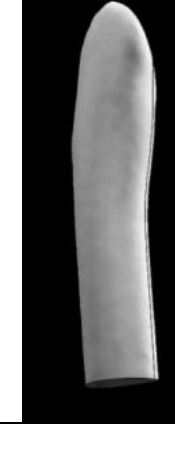



Таблица Г.1 - Балл субъективной оценки для каждого образца (шкала: отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно, плохо)






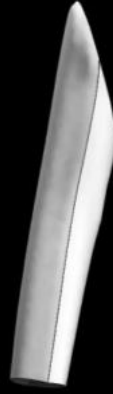






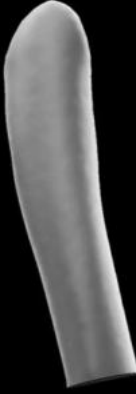







Номер чертежа	Степень соответствия	Номер чертежа	Степень соответствия
1	Плохо	42	Вне шкалы
2	Отлично	43	Отлично
3	Хорошо	44	Хорошо
4	Отлично	45	Хорошо
5	Вне шкалы	46	Отлично
6	Отлично	47	Удовлетворительно
7	Неудовлетворительно	48	Удовлетворительно
8	Отлично	49	Удовлетворительно
9	Удовлетворительно	50	Неудовлетворительно
10	Отлично	51	Плохо
11	Хорошо	52	Хорошо
12	Неудовлетворительно	53	Удовлетворительно
13	Хорошо	54	Хорошо
14	Отлично	55	Удовлетворительно
15	Хорошо	56	Отлично
16	Отлично	57	Удовлетворительно
17	Плохо	58	Отлично
18	Хорошо	59	Отлично
19	Удовлетворительно	60	Плохо
20	Хорошо	61	Удовлетворительно
21	Удовлетворительно	62	Вне шкалы
22	Неудовлетворительно	63	Хорошо
23	Отлично	64	Удовлетворительно
24	Отлично	65	Удовлетворительно
25	Вне шкалы	66	Хорошо
26	Удовлетворительно	67	Удовлетворительно
27	Хорошо	68	Хорошо
28	Удовлетворительно	69	Отлично
29	Вне шкалы	70	Хорошо
30	Отлично	71	Неудовлетворительно
31	Хорошо	72	Неудовлетворительно
32	Удовлетворительно	73	Неудовлетворительно
33	Отлично	74	Отлично











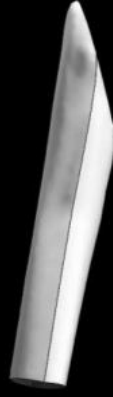


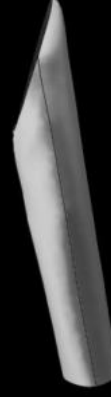






34	Вне шкалы	75	Хорошо
35	Хорошо	76	Отлично
36	Плохо	77	Хорошо
37	Удовлетворительно	78	Хорошо
38	Хорошо	79	Отлично
39	Хорошо	80	Хорошо
40	Хорошо	81	Хорошо
41	Удовлетворительно	82	Отлично

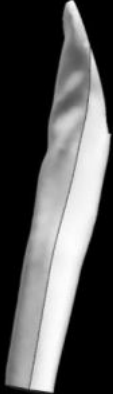



















Порог допустимой погрешности разработанного метода





















Таблица Д.1 - Определение порога допустимого отклонения разработанного шаблона


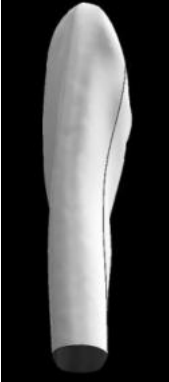






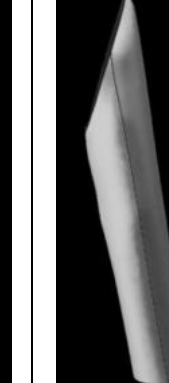




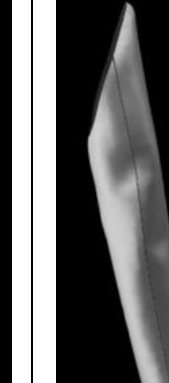




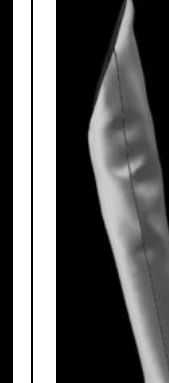

Деформирование	Фронт	1/2Фронт	Профиль	Назад	Внутри
Высота оката рукава					
BSD деформация					
BSD 2см					
BSD 4см					

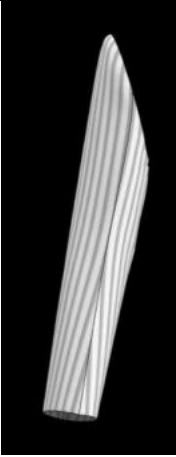
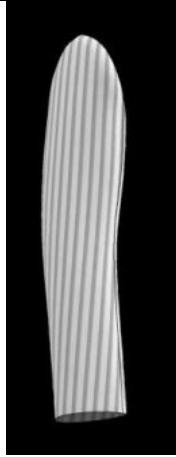
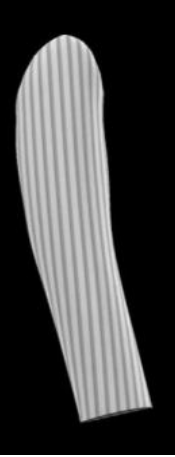

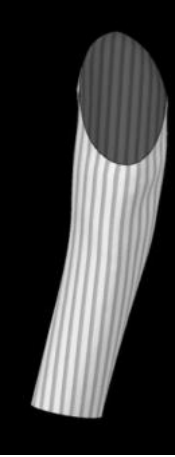
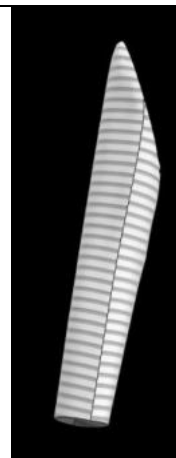
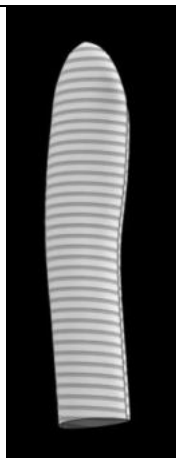
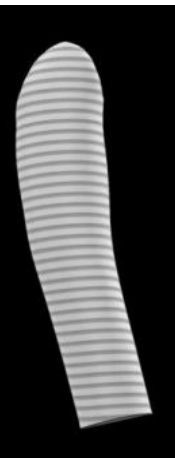
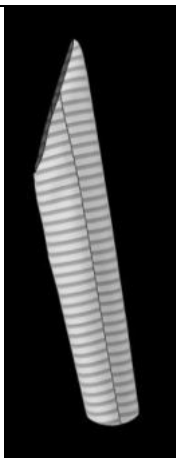
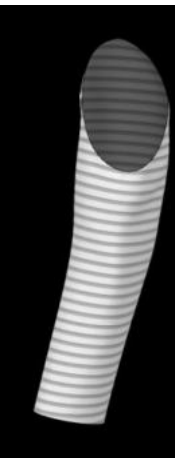
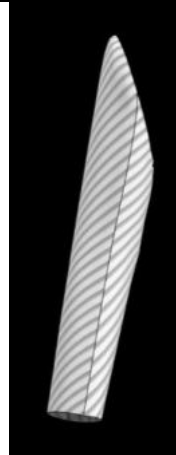
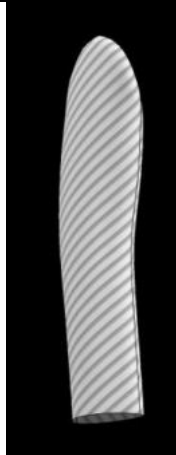

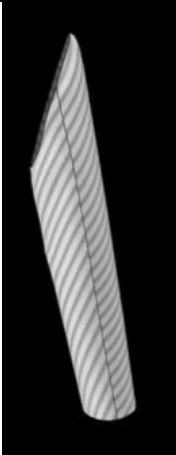
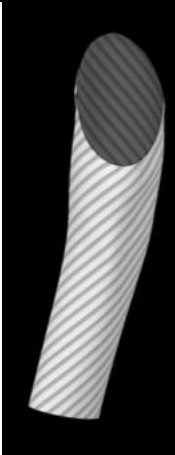
BSD 6см					
BSD 8см					
FSD деформация					
FSD 2см					
FSD 4см					

FSD 6см					
FSD 8см					
SCH деформация					
SCH +0.5см					
SCH +1см					

SCH +2cm					
SCH -0.5cm					
SCH -1cm					
SCH -2cm					

SCH -3cm					
SCW деформация					
SCW +1cm					
SCW +2cm					
SCW +4cm					

SCW +6cm					
SCW -1cm					
SCW -2cm					
SCW -4cm					
Деформация долевой нити ткани					

<p>Нить основы направлена вертикальн о</p>					
<p>Нить основы направлена поперек</p>					
<p>Нить основы направлена под углом 45 град.</p>					

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

База данных обучающих образцов и координаты точек

В таблицах Е.1, Е.2 указаны координаты проймы (до сборки), в таблицах Е.3, Е.4 - координаты оката рукава (после сборки).

Таблица Е.1 - Координаты характерных точек (А1 - А3), см

Номер чертежа	Координаты точек								
	А1			А2			А3		
	Х	У	Z	Х	У	Z	Х	У	Z
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-1.395	0.707	0.603	-0.372	-7.456	-6.413	-0.065	-14.264	-3.587
2	-1.079	0.787	0.991	-0.834	-6.926	-6.187	-1.508	-14.206	-4.898
3	-1.508	0.605	0.744	-0.776	-7.075	-6.115	-0.565	-14.84	-4.112
4	-1.437	0.614	0.755	-0.205	-8.512	-6.132	-1.121	-15.529	-4.445
5	/	/	/	/	/	/	/	/	/
6	-1.075	0.866	0.769	-0.596	-6.724	-5.955	-1.856	-15.392	-4.131
7	-1.31	0.726	0.609	-0.557	-7.807	-6.214	-1.197	-14.953	-3.362
8	-1.273	0.831	0.772	-0.634	-7.811	-6.076	-1.387	-15.818	-4.025
9	-1.197	0.763	0.861	-0.726	-6.925	-5.965	-1.3	-15.017	-4.295
10	-1.506	0.733	0.576	-0.603	-7.54	-6.285	-1.732	-15.008	-4.725
11	-1.359	0.714	0.695	-0.692	-7.363	-6.213	-1.574	-15.557	-4.126
12	-3.748	-0.129	0.872	-2.326	-10.184	-5.5	-5.268	-20.49	-3.824
13	-1.174	0.91	0.761	-0.832	-7.493	-6.21	-1.617	-15.039	-4.705
14	-1.226	0.736	0.539	-0.488	-7.765	-6.25	-0.963	-14.787	-3.999
15	-0.962	0.812	0.682	-0.329	-8.196	-6.239	-1.689	-15.887	-4.443
16	-1.235	0.795	0.869	-0.781	-7.578	-6.257	-1.607	-14.617	-4.932
17	-1.422	0.634	0.758	-0.647	-7.246	-6.226	-1.211	-13.991	-4.331
18	-1.292	0.922	0.662	-0.449	-8.113	-6.361	-0.228	-16.514	-0.787
19	-2.339	0.309	0.982	-1.609	-7.718	-5.867	-2.631	-17.499	-2.536
20	-1.551	0.701	0.981	-1.012	-7.462	-6.105	-1.866	-18.692	-1.919
21	-0.853	0.932	0.662	-0.387	-6.082	-6.177	-0.214	-14.93	-2.611
22	-1.573	0.815	0.714	-0.984	-7.081	-5.983	-1.464	-13.302	-5.915
23	-0.256	1.029	0.482	-0.637	-6.981	-6.375	-0.533	-16.112	-3.206
24	-1.559	0.785	0.696	-0.63	-7.558	-6.233	-0.734	-15.295	-2.353
25	/	/	/	/	/	/	/	/	/
26	-1.876	0.506	1.141	-0.918	-8.522	-6.441	-0.282	-16.595	-2.703
27	-1.273	1.124	0.282	-0.294	-8.29	-6.121	0.069	-13.302	-3.366
28	-0.594	0.968	0.765	-0.437	-7.379	-6.316	-0.573	-14.082	-3.915
29	/	/	/	/	/	/	/	/	/
30	-0.374	1.02	0.527	-0.259	-6.952	-6.363	-1.351	-15.757	-3.616
31	-1.867	0.635	0.761	-0.977	-6.827	-6.06	-0.725	-16.009	-3.22
32	-1.48	0.653	0.456	-0.925	-7.29	-6.355	-1.515	-14.07	-4.272
33	-1.218	0.737	0.773	-1.005	-7.07	-6.055	-1.418	-14.832	-2.477
34	/	/	/	/	/	/	/	/	/
35	-0.727	0.967	1.067	-0.554	-7.791	-6.347	-1.499	-14.258	-4.792
36	-2.82	0.206	0.86	-2.148	-7.927	-5.598	/	/	/

37	-2.125	0.356	0.567	-1.065	-8.051	-6.029	-1.725	-14.175	-3.988
38	-1.25	1.113	0.721	-1.165	-6.7	-6.04	-2.144	-12.858	-5.25
39	-0.32	1.016	0.398	0.142	-6.298	-6.449	-0.522	-13.789	-4.374
40	-1.516	0.982	0.728	-0.467	-7.835	-6.248	-0.572	-15.005	-3.436
41	-0.68	0.886	0.67	-0.666	-7.537	-6.311	-0.56	-13.957	-3.118
42	/	/	/	/	/	/	/	/	/
43	-1.371	0.78	0.651	-1.034	-7.348	-6.203	-1.378	-16.578	-2.917
44	-0.676	0.872	0.57	-0.631	-7.727	-6.183	-0.197	-14.423	-2.564
45	-1.536	0.807	0.626	-0.568	-7.377	-6.258	-0.068	-15.546	-3.143
46	-1.396	0.596	0.572	-0.645	-8.04	-6.36	-0.616	-14.431	-4.229
47	-1.136	0.661	0.646	-0.517	-7.866	-6.325	0.081	-14.873	-1.731
48	-0.383	0.965	0.444	-0.22	-7.588	-6.447	0.143	-13.271	-3.917
49	-1.488	0.573	0.528	-0.581	-7.984	-6.608	-0.202	-14.017	-4.654
50	-0.972	0.78	0.369	-0.649	-6.99	-6.345	/	/	/
51	0.555	1.305	0.084	0.072	-5.755	-6.065	-0.887	-13.284	-5.442
52	-1.775	0.589	0.26	-0.243	-8.294	-6.503	-0.176	-14.801	-4.327
53	-1.244	0.837	0.4	-0.42	-8.175	-6.289	0.072	-13.532	-3.43
54	-1.301	0.794	0.422	-0.779	-7.861	-6.452	0.233	-14.371	-2.537
55	-0.268	1.04	0.479	-0.31	-5.635	-6.153	0.369	-13.426	-4.202
56	-1.342	0.727	0.306	-0.299	-8.194	-6.15	-1.145	-14.719	-4.651
57	-1.521	0.659	0.592	-0.413	-7.747	-6.266	-0.649	-14.898	-4.228
58	-0.881	0.857	0.513	-0.435	-7.11	-6.391	-0.279	-14.253	-4.501
59	-1.319	0.814	0.615	-1.003	-6.674	-5.925	-1.108	-14.237	-4.148
60	-1.956	0.653	0.654	-0.733	-7.825	-6.297	-0.81	-13.858	-3.656
61	-1.265	0.792	0.741	-0.836	-8.208	-6.111	-1.335	-13.881	-5.122
62	/	/	/	/	/	/	/	/	/
63	-1.368	0.805	0.646	-0.915	-6.707	-6.171	-1.642	-14.637	-5.121
64	-0.321	1.015	0.454	-0.226	-6.708	-6.362	-0.588	-14.521	-4.141
65	-0.62	0.951	0.287	-0.267	-7.431	-6.484	0.149	-13.631	-3.558
66	-1.576	0.794	0.776	-0.848	-7.658	-6.199	-0.246	-13.93	-3.323
67	-1.348	0.736	0.575	-1.361	-6.685	-6.07	-1.076	-14.471	-3.96
68	-1.33	0.784	0.67	-0.413	-8.529	-6.102	-0.619	-14.678	-4.251
69	-0.761	0.863	0.519	-0.162	-8.649	-6.283	-0.062	-13.854	-4.378
70	-0.393	0.914	0.259	-0.58	-5.743	-6.007	-0.991	-14.071	-5.174
71	-0.48	0.912	0.426	-0.998	-6.281	-6.228	-1.087	-14.169	-4.449
72	-1.349	0.816	0.709	-0.602	-7.488	-6.187	0.684	-15.069	-2.699
73	1.392	1.584	0.705	0.304	-3.897	-5.816	-0.576	-13.023	-3.644
74	-1.261	0.586	0.505	-0.2	-8.119	-6.189	-0.214	-14.107	-5.073
75	-1.424	0.917	0.667	-0.72	-6.543	-6.291	-1.372	-14.55	-4.12
76	-0.56	1	0.358	-0.133	-6.891	-6.515	-1.147	-15.548	-4.098
77	-0.687	0.891	0.664	-0.515	-6.654	-6.381	-0.939	-13.809	-3.662
78	-0.372	0.992	0.584	-0.21	-8.755	-6.193	-0.247	-13.111	-4.667
79	-1.251	0.772	0.449	-0.738	-6.856	-5.925	-0.532	-13.375	-4.172
80	-1.279	0.645	0.707	-0.665	-7.994	-6.01	-0.759	-13.557	-3.972
81	-0.942	1.209	0.927	-0.287	-8.691	-6.258	-0.213	-11.997	-5.739
82	-1.589	0.58	0.479	-0.97	-6.723	-6.198	-0.499	-14.404	-3.133

Примечания: "/" означает, что значение координат данного образца не удалось измерить или единичное значение по причине аспекта детали.

Таблица Е.2 - Координаты характерных точек (А4 – А6), см

Координаты точек									
Номер чертежа	А4			А5			А6		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	-0.171	-15.618	0.171	-0.481	-14.397	3.79	0.041	-8.149	5.903
2	-1.537	-16.815	0.163	-0.421	-14.464	4.526	0.406	-7.54	6.055
3	-0.394	-16.438	0.56	0.046	-15.623	3.257	3.257	-9.361	5.931
4	-1.93	-17.585	0.352	-0.67	-16.16	3.727	0.554	-8.694	6.122
5	/	/	/	/	/	/	/	/	/
6	-2.609	-16.798	0.17	-1.159	-15.694	3.419	0.767	-8.619	6.225
7	-1.274	-15.84	0.3	-0.501	-14.514	3.705	0.431	-8.327	6.032
8	-1.827	-17.546	-0.084	-0.32	-15.372	4.264	0.728	-9.192	6.223
9	-2.372	-16.637	0.323	-0.904	-15.006	4.101	0.716	-8.052	6.211
10	-2.198	-16.745	0.182	-0.754	-15.261	3.723	0.399	-7.936	6.002
11	-1.216	-16.689	-0.225	-0.54	-15.386	3.42	0.588	-8.095	6.141
12	-4.554	-21.195	-0.275	-2.107	-17.819	4.077	-0.869	-10.355	5.654
13	-2.096	-17.231	-0.431	-1.166	-15.704	3.856	0.229	-8.186	6.094
14	-1.042	-16.266	0.717	-0.202	-14.903	4.188	0.589	-8.618	6.192
15	-2.495	-17.545	0.002	-0.899	-15.816	3.912	0.654	-8.427	6.275
16	-2.346	-16.469	0.019	-0.748	-15.335	3.537	0.741	-8.601	6.143
17	-1.221	-15.476	0.359	-0.301	-14.072	3.982	0.237	-7.704	5.937
18	-0.07	-16.715	0.459	0.056	-16.653	1.248	0.635	-9.039	6.07
19	-2.877	-18.462	0.435	-1.164	-16.535	4.355	0.009	-9.812	6.048
20	-1.611	-19.537	1.436	-0.259	-18.487	4.263	1.188	-11.321	6.944
21	-0.089	-15.85	0.172	0.173	-15.094	2.856	0.559	-8.056	5.961
22	-1.949	-16.203	-0.875	/	/	/	0.044	-8.839	0.044
23	-0.276	-16.949	0.253	0.18	-16.652	2.013	0.766	-8.8	6.263
24	-0.579	-15.621	0.571	-0.228	-15.096	2.913	0.405	-8.107	5.884
25	/	/	/	/	/	/	/	/	/
26	-0.328	-17.01	-0.112	-0.485	-16.091	2.73	-0.013	-9.401	5.679
27	0.326	-14.669	1.041	0.46	-13.937	2.981	0.215	-7.689	5.865
28	-0.327	-15.479	0.203	0.326	-13.834	3.892	0.674	-8.11	6.106
29	/	/	/	/	/	/	/	/	/
30	-1.565	-16.603	-0.234	-0.197	-15.371	3.438	0.899	-7.315	6.258
31	-0.504	-17.234	-0.068	-0.369	-16.028	3.343	0.065	-9.397	6.039
32	-2.083	-15.394	-0.04	-0.421	-12.034	5.192	-0.074	-8.152	5.818
33	-1.121	-15.396	0.74	-0.395	-14.397	3.552	0.53	-7.948	6.168
34	/	/	/	/	/	/	/	/	/
35	-0.845	-15.526	-0.416	-0.291	-13.807	4.139	0.737	-8.344	6.033
36	-0.862	-17.178	2.004	/	/	/	1.042	-11.349	6.349
37	-1.546	-15.937	0.763	-1.052	-15.007	3.315	0.044	-8.457	5.894
38	-2.817	-15.374	-0.434	-0.23	-11.765	5.149	0.076	-7.797	5.859
39	-0.651	-15.234	0.332	0.021	-14.012	3.473	0.865	-7.563	6.151
40	-0.284	-15.619	0.687	0.078	-14.604	3.605	0.59	-8.624	6.062
41	-0.358	-15.328	0.033	0.413	-13.119	4.701	0.694	-8.035	6.096
42	/	/	/	/	/	/	/	/	/
43	-1.285	-17.408	0.462	-0.602	-16.618	3.068	0.276	-9.472	5.977

44	-0.171	-15.15	0.352	0.137	-14.236	3.126	0.637	-7.616	6.054
45	0.244	-15.998	-0.188	0.316	-12.907	4.839	0.54	-8.235	5.967
46	0.171	-15.425	-0.307	0.27	-14.149	3.283	0.484	-8.109	5.842
47	0.192	-15.355	0.191	0.178	-14.713	2.508	0.508	-7.897	5.85
48	0.544	-15.228	0.136	0.523	-13.954	3.303	0.711	-7.733	5.871
49	0.249	-15.412	-0.35	0.113	-13.194	4.267	0.273	-8.098	5.851
50	-1.137	-15.995	-0.582	/	/	/	0.232	-7.747	5.85
51	-1.078	-14.891	-0.284	-0.386	-13.014	4.303	0.447	-6.86	5.912
52	-0.646	-15.429	0.63	-0.195	-14.216	3.587	0.244	-7.873	5.896
53	0.381	-14.894	0.253	0.263	-13.47	3.593	0.462	-7.791	5.778
54	0.134	-14.634	-0.129	0.186	-12.126	4.709	0.473	-7.743	5.881
55	0.535	-15.59	0.134	0.541	-14.5	3.116	0.302	-7.742	5.987
56	-1.216	-15.364	-0.237	0.113	-12.109	5.296	0.645	-8.653	6.043
57	0.003	-15.474	-0.512	-0.15	-13.412	4.363	0.349	-8.257	5.846
58	0.451	-15.666	-0.412	0.606	-13.154	4.413	0.822	-7.947	6.023
59	-0.914	-15.574	0.663	-0.055	-13.415	4.597	0.22	-8.326	5.872
60	-1.13	-15.687	0.196	-0.571	-13.281	4.748	-0.294	-8.584	5.802
61	-1.746	-15.61	0.421	-0.046	-12.39	5.229	0.221	-8.059	5.965
62	/	/	/	/	/	/	/	/	/
63	-1.308	-16.055	0.62	-0.373	-14.733	3.494	0.244	-7.905	5.884
64	-0.103	-16.591	0.423	0.213	-15.339	3.623	0.681	-8.218	6.168
65	0.202	-15.3	0.158	0.018	-14.133	3.173	0.29	-7.471	5.805
66	0.393	-15.608	0.928	0.484	-14.559	3.577	0.965	-8.96	5.85
67	-0.576	-15.833	0.281	-0.017	-14.481	3.751	0.284	-8.614	5.741
68	-0.522	-16.506	0.011	-0.113	-15.507	3.006	0.416	-8.307	5.965
69	-0.183	-15.08	0.316	-0.073	-14.031	3.476	0.511	-7.333	5.818
70	-1.234	-15.741	-0.221	0.289	-12.017	5.468	0.577	-8.014	6.098
71	-0.423	-15.889	-0.332	-0.062	-14.034	4.128	0.226	-7.584	5.808
72	0.963	-15.96	0.096	0.995	-15.288	2.398	0.618	-8.117	5.888
73	-0.067	-14.432	0.622	0.947	-13.599	3.828	1.976	-7.269	6.848
74	0.449	-15.521	-0.635	0.465	-12.045	4.811	0.419	-8.225	5.823
75	-1.543	-15.47	0.008	-0.437	-12.631	4.877	0.122	-7.886	5.86
76	-0.72	-17.042	0.374	0.142	-15.41	3.825	0.853	-8.747	6.069
77	-0.843	-14.796	0.519	-0.532	-14.511	2.397	0.51	-7.774	6.16
78	-0.405	-15.771	0.514	0.178	-12.081	5.408	0.395	-7.765	6.148
79	-0.414	-15.141	0.301	0.025	-13.698	3.834	0.411	-7.776	5.929
80	-0.562	-15.251	0.401	-0.063	-14.42	3.155	0.519	-7.901	6.05
81	-0.401	-15.492	0.741	0.236	-13.541	4.527	1.003	-9.006	5.993
82	-0.29	-15.21	0.587	0.097	-14.126	3.644	0.314	-7.922	5.971

Примечания: "/" означает, что значение координат данного образца не удалось измерить или единичное значение по причине аспекта детали.

Таблица Е.3 - Координаты характерных точек (S1 - S3), см

Номер чертежа	Координаты точек								
	S1			S2			S3		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	-1.529	0.875	-0.736	0.966	-7.659	-7.13	3.063	-14.885	-5.006
2	-0.898	1.259	-0.103	0.329	-6.761	-6.964	1.757	-14.022	-5.755
3	-1.376	1.02	-0.119	0.426	-6.967	-7.039	2.517	-14.897	-5.195
4	-1.011	1.417	-0.198	0.904	-7.8	-7.29	2.17	-14.973	-6.035
5	/	/	/	/	/	/	/	/	/
6	-0.713	1.409	-0.328	0.726	-6.407	-7.104	2.872	-15.262	-5.32
7	-1.12	0.979	-0.067	0.83	-7.674	-7.108	3.197	-15.192	-4.733
8	-0.933	1.544	-0.221	0.389	-7.266	-7.14	2.674	-15.413	-5.573
9	-0.872	1.298	-0.038	0.46	-6.58	-6.927	2.721	-14.771	-5.522
10	-1.188	1.347	-0.22	0.665	-6.978	-7.129	2.67	-14.544	-5.692
11	-1.044	1.3	-0.132	0.666	-6.96	-7.062	3.333	-15.324	-5.051
12	-3.017	-0.183	-0.041	-0.26	-9.739	-6.888	3.294	-18.897	-4.105
13	-0.755	1.617	-0.151	0.346	-6.85	-6.996	1.991	-14.548	-6.084
14	-0.893	1.309	-0.249	0.864	-7.434	-7.159	3.041	-14.756	-5.432
15	-0.477	1.694	-0.204	0.808	-7.45	-7.255	2.857	-15.194	-5.628
16	-1.009	1.313	-0.206	0.556	-7.317	-7.015	2.427	-14.468	-5.79
17	-1.232	1.048	-0.184	0.509	-7.262	-7.017	2.732	-14.195	-5.627
18	-1.017	1.216	-0.248	0.845	-7.579	-7.136	3.604	-16.495	-2.784
19	-1.809	0.929	-0.047	-0.171	-7.194	-6.731	3.526	-16.745	-4.238
20	-1.252	1.255	-0.188	0.266	-6.917	-7.461	3.35	-18.108	-4.324
21	-0.928	1.314	-0.231	0.642	-6.039	-7.079	3.362	-15.345	-4.081
22	-1.188	1.307	-0.121	0.454	-6.563	-6.985	2.37	-12.745	-6.803
23	-0.162	1.477	-0.491	0.6	-6.636	-7.053	3.611	-15.89	-4.148
24	-1.474	1.007	-0.204	0.769	-7.708	-7.071	3.442	-16.153	-4.241
25	/	/	/	/	/	/	/	/	/
26	-1.609	0.846	0.221	0.66	-8.411	-6.912	3.624	-16.661	-3.462
27	-0.971	1.475	-0.862	1.352	-8.097	-7.176	3.224	-12.918	-4.256
28	-0.826	1.177	-0.295	0.885	-7.633	-7.125	3.102	-14.649	-5.101
29	/	/	/	/	/	/	/	/	/
30	-0.037	1.62	-0.47	0.927	-6.4	-7.265	3.383	-15.422	-4.911
31	-1.417	1.059	-0.231	0.303	-6.467	-7.074	3.388	-15.524	-4.525
32	-1.217	0.832	-0.102	0.476	-7.251	-6.962	2.718	-14.236	-5.31
33	-1.021	1.315	-0.531	0.648	-7.063	-7.118	3.384	-14.554	-3.667
34	/	/	/	/	/	/	/	/	/
35	-0.524	1.447	0.015	0.762	-7.708	-7.119	2.767	-14.341	-5.637
36	-2.159	0.654	-0.018	-0.602	-7.191	-6.537	/	/	/
37	-2.212	0.325	-0.72	0.816	-8.557	-6.903	2.885	-15.142	-4.742
38	-1.061	0.998	-0.363	0.512	-6.697	-6.987	2.073	-12.88	-5.959
39	-0.055	1.711	-0.587	1.232	-5.711	-7.413	3.082	-13.199	-5.047
40	-1.483	1.135	-0.384	0.861	-7.828	-7.08	3.381	-15.47	-5.169
41	-0.64	1.355	-0.28	0.805	-7.496	-7.124	2.94	-14.205	-4.842
42	/	/	/	/	/	/	/	/	/
43	-1.092	1.46	-0.525	0.346	-7.078	-6.943	3.344	-16.378	-4.063

44	-0.541	1.526	-0.912	1.17	-7.802	-7.211	3.328	-14.228	-3.48
45	-1.374	1.263	-0.272	0.612	-6.956	-7.097	3.445	-15.6	-4.529
46	-1.396	0.995	-0.275	0.708	-7.939	-7.019	2.987	-14.483	-5.211
47	-1.372	0.685	-0.362	1.056	-8.14	-7.073	3.598	-15.404	-2.755
48	-0.346	1.264	-0.281	0.937	-7.388	-7.158	2.822	-13.378	-5.194
49	-1.334	0.989	-0.314	0.709	-7.892	-7.021	2.701	-13.933	-5.189
50	-0.6	1.512	-0.41	0.436	-6.252	-7.127	/	/	/
51	0.504	1.873	-0.762	0.853	-5.495	-7.093	2.448	-13.011	-6.087
52	-1.728	1.119	-0.687	1.115	-7.876	-7.154	3.09	-14.354	-4.903
53	-1.197	1.143	-0.303	0.932	-8.041	-7.064	2.997	-13.564	-4.758
54	-1.101	1.347	-0.635	0.598	-7.604	-7.019	3.395	-14.308	-3.67
55	-0.445	1.376	-0.62	0.721	-5.796	-7.144	3.034	-13.75	-5.179
56	-0.989	1.204	-0.577	0.838	-7.497	-7.139	2.556	-14.068	-5.692
57	-1.319	1.082	-0.283	0.752	-7.5	-7.124	2.972	-15.25	-5.805
58	-0.657	1.442	-0.418	0.674	-6.713	-7.119	2.848	-14.077	-5.311
59	-1.066	1.426	-0.339	0.398	-6.282	-6.992	3.099	-13.67	-4.745
60	-1.793	0.926	-0.212	0.89	-7.844	-7.069	2.871	-14.181	-5.222
61	-1.263	1.162	-0.149	0.764	-8.165	-6.967	2.142	-13.915	-5.728
62	/	/	/	/	/	/	/	/	/
63	-1.398	1.076	-0.335	0.337	-6.771	-6.959	2.347	-14.761	-5.314
64	-0.086	1.696	-0.645	0.864	-6.447	-7.22	2.903	-14.52	-5.703
65	-0.518	1.278	-0.581	0.996	-7.458	-7.193	3.124	-13.896	-4.767
66	-1.388	1.374	-0.551	0.777	-7.581	-7.099	3.263	-13.541	-4.394
67	-1.218	1.189	-0.302	0.085	-6.614	-6.778	2.977	-14.455	-5.185
68	-1.169	1.322	-0.448	1.09	-8.191	-7.117	3.021	-14.358	-5.343
69	-0.274	1.671	-0.508	1.054	-8.077	-7.15	3.016	-13.189	-5.026
70	-0.292	1.448	-0.584	0.472	-5.387	-6.953	2.524	-13.722	-5.745
71	-0.44	1.477	-0.45	0.105	-6.134	-6.809	2.508	-14.038	-5.479
72	-1.613	0.959	-0.337	0.581	-7.701	-7	3.376	-15.623	-3.964
73	0.739	2.061	-0.33	0.951	-3.798	-6.862	2.978	-13.635	-5.099
74	-1.197	1.158	-0.508	0.994	-7.878	-7.118	2.642	-13.973	-5.313
75	-1.518	1.192	-0.369	0.394	-6.541	-6.989	2.473	-14.91	-5.238
76	-0.411	1.664	-0.81	1.145	-6.421	-7.687	3.246	-15.191	-5.157
77	-1.004	0.703	-0.435	1.234	-7.314	-7.242	3.415	-14.345	-3.887
78	-0.256	1.599	-0.475	1.15	-8.49	-7.107	2.413	-12.755	-5.758
79	-0.763	1.62	-0.638	0.402	-6.219	-7.111	2.971	-12.426	-5.182
80	-1.509	0.242	-0.124	0.949	-8.459	-6.958	2.871	-14.166	-5.228
81	-0.903	1.318	0.089	1.002	-8.49	-7.036	1.791	-11.785	-6.359
82	-1.117	1.325	-0.659	0.523	-6.322	-7.176	3.329	-13.76	-3.955

Примечания: "/" означает, что значение координат данного образца не удалось измерить или единичное значение по причине аспекта детали.

Таблица Е.4 - Координаты характерных точек (S4 - S6), см

Номер чертежа	Координаты точек								
	S4			S5			S6		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	3.635	-16.591	-1.594	3.466	-14.965	2.058	1.654	-8.393	4.235
2	3.696	-16.848	-1.715	3.366	-14.352	2.69	2.024	-7.276	4.436
3	3.755	-17.075	-1.313	3.519	-15.992	1.507	2.251	-9.509	4.216
4	3.669	-17.3	-1.706	3.433	-15.882	1.892	2.017	-8.387	4.605
5	/	/	/	/	/	/	/	/	/
6	3.707	-17.11	-1.472	3.401	-15.879	1.951	2.068	-8.41	4.605
7	3.74	-16.842	-1.487	3.533	-15.363	1.821	2.237	-8.804	4.39
8	3.608	-17.4	-2.037	3.379	-15.144	2.527	2.193	-8.896	4.747
9	3.668	-17.025	-1.369	3.411	-15.276	2.275	2.191	-7.948	4.589
10	3.668	-16.82	-1.728	3.425	-15.197	2.054	1.907	-7.849	4.598
11	3.663	-17.068	-1.771	3.438	-15.619	1.956	2.046	-8.048	4.579
12	3.883	-19.619	-0.696	2.445	-16.631	3.703	1.497	-9.577	4.062
13	3.668	-16.846	-1.674	3.382	-15.353	2.078	1.687	-7.862	4.681
14	3.706	-17.031	-1.598	3.491	-15.364	1.943	2.306	-8.923	4.442
15	3.663	-16.993	-1.384	3.233	-15.379	2.815	1.405	-7.956	5.682
16	3.705	-16.831	-1.678	3.39	-15.441	2.051	2.03	-8.362	4.534
17	3.711	-16.37	-1.857	3.615	-14.611	1.918	2.069	-7.962	4.242
18	3.656	-16.833	-1.598	3.843	-16.838	-0.845	2.421	-9.084	4.389
19	3.745	-17.623	-1.193	2.958	-15.793	2.954	1.005	-9.184	4.806
20	3.645	-18.658	-0.979	3.597	-17.708	2.183	2.215	-10.706	5.584
21	3.729	-16.764	-1.582	3.447	-15.909	1.289	2.127	-8.502	4.308
22	3.63	-16.403	-2.189	/	/	/	2.027	-8.704	4.45
23	3.786	-17.313	-0.994	3.569	-16.961	0.729	2.179	-8.789	4.622
24	3.739	-16.852	-1.492	3.745	-16.223	1.039	2.08	-8.633	4.274
25	/	/	/	/	/	/	/	/	/
26	3.685	-17.33	-0.997	3.462	-16.275	1.729	1.646	-9.536	4.399
27	4.263	-14.731	0.042	3.455	-13.951	1.918	1.734	-7.58	4.335
28	3.736	-16.725	-1.556	3.504	-14.529	2.101	2.208	-8.418	4.193
29	/	/	/	/	/	/	/	/	/
30	3.621	-16.535	-1.866	3.418	-15.307	2.04	2.03	-7.073	4.786
31	3.744	-16.915	-1.518	3.47	-15.661	1.885	1.891	-9.05	4.43
32	3.626	-16.611	-1.657	3.193	-12.725	3.302	2.262	-8.758	4.089
33	4.211	-15.647	-0.651	3.539	-14.196	2.101	1.895	-7.601	4.575
34	/	/	/	/	/	/	/	/	/
35	3.588	-16.298	-1.913	3.474	-14.102	2.45	2.4	-8.22	4.257
36	3.773	-17.3	-1.119	/	/	/	2.583	-11.63	4.364
37	3.683	-18.207	-0.618	3.438	-16.697	1.786	1.802	-9.109	4.096
38	3.699	-16.159	-2.02	2.873	-12.098	3.837	1.931	-7.95	4.323
39	4.23	-15.484	-0.674	3.431	-13.988	2.324	1.882	-7.245	4.755
40	3.755	-16.822	-1.415	3.437	-15.211	1.485	2.341	-8.89	4.124
41	3.558	-16.072	-2.177	3.309	-13.331	2.745	2.246	-8.213	4.479
42	/	/	/	/	/	/	/	/	/
43	3.7	-17.405	-0.885	3.429	-16.487	1.732	1.658	-9.259	4.387

44	4.041	-15.134	-0.525	3.459	-14.047	2.274	1.879	-7.345	4.762
45	3.628	-16.56	-1.987	3.31	-13.137	3.071	2.231	-8.45	4.429
46	3.69	-16.188	-1.708	3.479	-14.858	1.941	2.117	-8.542	4.249
47	3.563	-16.337	-1.024	3.453	-15.692	1.504	1.987	-8.468	4.287
48	3.664	-16.139	-1.71	3.453	-14.614	1.565	2.409	-8.161	4.261
49	3.627	-16.172	-1.51	3.412	-13.711	2.747	2.164	-8.379	4.242
50	3.594	-16.043	-2.245	/	/	/	2.122	-7.592	4.387
51	3.735	-15.606	-2.16	3.439	-13.405	2.446	2.266	-7.177	4.341
52	3.492	-16.123	-0.186	3.341	-14.893	2.426	1.73	-8.295	4.351
53	3.489	-15.712	-1.486	3.455	-14.154	1.889	2.289	-8.278	4.174
54	4.08	-14.904	-1.376	3.195	-12.1	3.407	2.125	-7.594	4.357
55	3.79	-16.645	-1.355	3.456	-15.328	1.631	2.058	-8.16	4.184
56	3.678	-15.779	-2.232	3.316	-12.423	3.279	2.437	-8.898	4.175
57	3.587	-16.494	-2.303	3.414	-13.869	2.574	2.229	-8.546	4.178
58	3.642	-16.209	-1.819	3.393	-13.449	2.783	2.377	-8.012	4.327
59	4.181	-15.81	-0.178	2.789	-13.28	3.387	1.744	-8.2	4.54
60	3.761	-16.336	-1.658	3.335	-13.607	2.901	2.02	-8.869	4.109
61	3.812	-16.76	-1.567	3.048	-12.871	3.484	2.159	-8.37	4.257
62	/	/	/	/	/	/	/	/	/
63	3.795	-17.343	-0.51	3.377	-15.446	2.195	1.904	-8.164	4.417
64	3.73	-17.093	-1.439	3.63	-15.392	1.606	2.183	-8.082	4.493
65	3.778	-16.182	-1.503	3.446	-14.736	1.691	2.061	-7.649	4.244
66	4.087	-15.646	-0.263	3.458	-14.294	2.219	1.946	-8.647	4.478
67	3.759	-16.492	-1.567	3.488	-14.784	1.992	2.099	-8.829	4.197
68	3.652	-16.766	-1.544	3.444	-15.628	1.44	1.906	-8.338	4.549
69	4.286	-14.981	-0.652	3.478	-13.561	2.356	1.775	-6.921	4.622
70	3.705	-16.515	-1.807	3.085	-12.31	3.537	2.224	-8.194	4.253
71	3.564	-16.423	-1.934	3.47	-14.436	2.344	1.963	-7.812	4.236
72	3.748	-17.01	-1.378	3.5	-16.44	1.001	2.094	-8.675	4.156
73	3.573	-16.202	-1.589	3.564	-14.829	1.618	2.721	-7.762	4.501
74	3.759	-15.971	-1.548	3.151	-12.265	3.389	2.208	-8.355	4.197
75	3.619	-16.521	-1.871	3.205	-13.043	2.912	2.072	-8.188	4.174
76	3.776	-17.182	-1.159	3.417	-15.313	2.195	2.027	-8.513	4.395
77	3.637	-16.398	-0.051	3.57	-15.946	1.535	2.066	-8.443	4.401
78	3.462	-15.584	-0.939	3.027	-11.806	3.708	2.194	-7.476	4.534
79	4.136	-14.609	-1.048	3.534	-13.049	2.417	1.735	-7.26	4.485
80	3.735	-16.858	-1.511	3.454	-15.911	1.359	2.276	-8.871	4.133
81	3.796	-16.416	-1.405	3.42	-14.134	2.566	2.548	-9.381	4.17
82	3.016	-15.16	-0.539	3.43	-13.827	2.362	1.54	-7.548	4.351

Примечания: "/" означает, что значение координат данного образца не удалось измерить или единичное значение по причине аспекта детали.

Кодирование посадки рукава и проймы по координатам характерных точек

```

class RV(): # RV means RangeValue
    A2xU = -7.16 #point Armhole2 AxisX Under
    A2xM = -6.14 #point Armhole2 AxisX More than
    A2yU = 8.09
    A2yM = 10.07

    A3xU = -5.01
    A3xM = -3.21
    A3yU = 1.14
    A3yM = 2.23

    A5xU = 2.57
    A5xM = 4.86
    A5yU = 0.59
    A5yM = 2.29

    A6xU = 5.67
    A6xM = 6.84
    A6yU = 6.99
    A6yM = 8.26

    TexU = -10.37 #Top point of elbow seam AxisX Under
    TexM = -9.13
    TeyU = 8.99
    TeyM = 10.31

    TcxU = -1.15 #Top point of sleeve cap AxisX Under
    TcxM = 0.03
    TcyU = 15.67
    TcyM = 16.89

    TfxU = 7.4 #Top point of front seam AxisX Under
    TfxM = 8.48
    TfyU = 7.04
    TfyM = 9.02

A2x = float(input('Point Armhole2 X coordination is: '))
A2y = float(input('Point Armhole2 Y coordination is: '))
A3x = float(input('Point Armhole3 X coordination is: '))
A3y = float(input('Point Armhole3 Y coordination is: '))

```

```

A5x = float(input('Point Armhole5 X coordination is: '))
A5y = float(input('Point Armhole5 Y coordination is: '))
A6x = float(input('Point Armhole6 X coordination is: '))
A6y = float(input('Point Armhole6 Y coordination is: '))

```

```

if A2x >= RV.A2xU and A2x <= RV.A2xM:
    if A2y >= RV.A2yU and A2y <= RV.A2yM:
        if A3x >= RV.A3xU and A3x <= RV.A3xM:
            if A3y >= RV.A3yU and A3y <= RV.A3yM:
                if A5x >= RV.A5xU and A5x <= RV.A5xM:
                    if A5y >= RV.A5yU and A5y <= RV.A5yM:
                        if A6x >= RV.A6xU and A6x <= RV.A6xM:
                            if A6y >= RV.A6yU and A6y <= RV.A6yM:
                                print('\nCongratulation!\nThis is a Fit Armhole, let us
continue check Sleeve Cap.')

```

```

else:
    print("\nSorry!\nMisfit Armhole, please check again.")
    input("")

```

```

Tex = float(input('Top point of elbow seam coordination X is: '))
Tey = float(input('Top point of elbow seam coordination Y is: '))
Tcx = float(input('Top point of sleeve cap coordination X is: '))
Tcy = float(input('Top point of sleeve cap coordination Y is: '))
Tfx = float(input('Top point of front seam coordination X is: '))
Tfy = float(input('Top point of front seam coordination Y is: '))

```

```

if Tex >= RV.TexU and Tex <= RV.TexM:
    if Tey >= RV.TeyU and Tey <= RV.TeyM:
        if Tcx >= RV.TcxU and Tcx <= RV.TcxM:
            if Tcy >= RV.TcyU and Tcy <= RV.TcyM:
                if Tfx >= RV.TfxU and Tfx <= RV.TfxM:
                    if Tfy >= RV.TfyU and Tfy <= RV.TfyM:
                        print('\nCongratulation!\nWe predict this sleeve will have defect
after sewing.')

```

```

else:
    print("\nSorry!\nMisfit sleeve, please amend this sleeve.")

```

Кодирование для рекомендуемого диапазона параметров рукава

```

bust_girth = float(input('bust girth is: '))
Closed_armhole_depth = float(input('Closed armhole depth is: '))

if 47.15 <= bust_girth <= 50.43 and 15.5 <= Closed_armhole_depth <=18:
    print('\nThis is a perfect armhole, let us continue.')
elif 46.7 <= bust_girth <= 51.44 and 14.8 <= Closed_armhole_depth <= 19.7:
    print('\nThis is Good fit armhole, please check again and amend it to perfect ')
else:
    print('\nThis sample is out of fit range')
    input("#for blank

Armhole_length = float(input('the Armhole_length of pattern is: '))

if 43.32 <= Armhole_length <= 45.44:
    print("recommed sleeve pattern index range are:\n
sleeve cap curve length(48.66-50.36)\r
difference ratio between SCL and AHL(8.5%-11.1%)\r
sleeve cap height(15.57-17.66)\r
sleeve cap width(31.52-37.84)\r
")

elif 45.45 <= Armhole_length <= 46.96:
    print("recommed sleeve pattern index range are:\n
sleeve cap curve length(48.62-50.98)\r
difference ratio between SCL and AHL(6%-9.4%)\r
sleeve cap height(15.57-17.66)\r
sleeve cap width(31.52-37.84)\r
")

elif 46.97 <=Armhole_length <= 48.54:
    print("recommed sleeve pattern index range are:\n
sleeve cap curve length(48.62-51.62)\r
difference ratio between SCL and AHL(2.5%-7.9%)\r
sleeve cap height(15.57-17.66)\r
sleeve cap width(31.52-37.84)\r
")

elif 48.55 <=Armhole_length <= 50.88:
    print("recommed sleeve pattern index range are:\n
sleeve cap curve length(51.53-54.13)\r

```

```
difference ratio between SCL and AHL(4.4%-8.5%)\r  
sleeve cap height(15.57-17.66)\r  
sleeve cap width(31.52-37.84)\r  
")
```

```
else:
```

```
    print('the Armhole length may not right, please check again')
```

Сертификат на программное обеспечение

<p>National Copyright Administration of the People's Republic of China, Computer software copyright 中华人民共和国国家版权局 计算机软件著作权登记证书</p>	
<p>证书号: 软著登字第3075066号</p>	
<p>软件名称: 远程服装定制系统 [简称: 服装定制] V1.0</p>	<p>Software name: remote clothing customization system (short: clothing customization) V 1.0</p>
<p>著作权人: 河源职业技术学院; 黄秀丽; 万斯达 Copyright: Heyuan Vocational and Technical College; Huang Xiuli, Wan Sida</p>	
<p>开发完成日期: 2018年05月30日</p>	<p>Date of finish: 30,05,2018</p>
<p>首次发表日期: 未发表</p>	<p>Date of first publication: unpublished</p>
<p>权利取得方式: 原始取得</p>	<p>Right acquisition method: original acquisition</p>
<p>权利范围: 全部权利</p>	<p>Scope of rights: All rights</p>
<p>登记号: 2018SR745971</p>	<p>Registration number: 2018SR745971</p>
<p>根据《计算机软件保护条例》和《计算机软件著作权登记办法》的规定, 经中国版权保护中心审核, 对以上事项予以登记。</p> <p>According to the regulations of "China Computer Software Protection Regulations" and "China Computer Software Copyright Registration Rules", the above items are registered by the China Copyright Protection Center after</p>	
<p>No. 03006712 No. 03006712</p>	<p>计算机软件著作权 登记专用章 2018年09月14日 14,09,2018</p>

Обработка результатов измерения давления

Таблица И.1 - Результаты измерения начального давления

Жакет	Точка датчика	Результаты измерения давления, кПа																				\bar{x}	S_n
		Материал 1																					
1	Ps1	0.39	0.82	0.99	1.1	1.07	1.29	1.1	1.27	1.69	1.42	1.18	1.34	1.35	1.03	0.68	1.11	-	-	-	-	1.1	0.3
	Ps2	0.15	0.19	0.52	0.54	0.69	0.77	0.8	0.61	0.74	0.61	0.59	0.52	0.63	0.52	0.4	0.74	0.83	0.78	-	-	0.59	0.1
	Ps3	0.52	0.34	0.54	0.51	0.57	0.63	0.71	0.63	0.62	0.67	0.63	0.62	0.49	0.49	0.39	0.48	0.43	0.36	-	-	0.53	0.1
	Ps4	1.23	1.99	1.91	1.62	1.78	1.59	1.73	1.63	1.37	1.14	1.23	1.24	1.19	1.54	1.48	1.59	-	-	-	-	1.51	0.2
2	Ps1	0.29	0.51	0.52	0.27	0.87	0.66	1.19	1.18	1.19	1.29	1.22	0.75	1.43	0.96	1.14	1.1	1.25	1.42	-	-	0.95	0.3
	Ps2	0.25	0.67	0.36	0.27	0.33	0.22	0.22	0.3	0.4	0.31	0.32	0.36	0.37	0.47	0.5	0.48	0.57	0.18	-	-	0.36	0.1
	Ps3	0.16	0.27	0.25	0.35	0.29	0.27	0.25	0.28	0.3	0.35	0.33	0.3	0.27	0.28	-	-	-	-	-	-	0.28	0.04
	Ps4	0.52	0.55	0.83	0.86	0.73	0.78	0.83	0.79	0.81	0.74	0.81	0.84	0.88	0.97	0.93	0.61	-	-	-	-	0.78	0.1
3	Ps1	0.36	0.66	0.93	0.99	0.85	0.74	0.99	0.95	1	1	1.15	0.93	1	0.99	0.93	0.91	0.94	0.79	-	-	0.89	0.2
	Ps2	0.15	0.22	0.4	0.38	0.3	0.39	0.39	0.45	0.42	0.24	0.41	0.48	0.38	0.48	0.46	0.31	0.4	0.41	-	-	0.37	0.09
	Ps3	0.11	0.08	0.18	0.19	0.14	0.3	0.08	0.16	0.28	0.21	0.12	0.22	0.24	0.21	-	-	-	-	-	-	0.18	0.06
	Ps4	0.11	0.22	0.32	0.45	0.37	0.41	0.29	0.36	0.35	0.4	0.36	0.44	0.4	0.42	0.42	0.38	-	-	-	-	0.35	0.08
4	Ps1	0.14	0.15	0.47	0.59	0.67	0.85	0.56	0.79	0.74	0.47	0.52	0.68	0.97	0.99	0.88	0.81	0.77	0.6	-	-	0.6	0.3
	Ps2	0.45	0.28	0.44	0.25	0.21	0.15	0.17	0.26	0.17	0.27	0.24	0.21	0.19	0.13	0.14	0.27	-	-	-	-	0.22	0.07
	Ps3	0.13	0.07	0.16	0.18	0.15	0.22	0.17	0.21	0.22	0.12	0.18	0.23	0.22	0.15	0.18	0.14	0.11	0.16	-	-	0.16	0.04
	Ps4	0.14	0.34	0.34	0.3	0.54	0.38	0.33	0.38	0.37	0.32	0.32	0.37	0.31	0.29	0.35	0.39	-	-	-	-	0.32	0.1
Материал 2																							
1	Ps1	0.24	0.13	0.11	0.09	0.16	0.2	0.52	0.35	0.15	0.42	0.48	0.14	0.2	0.17	0.34	0.47	-	-	-	-	0.26	0.1
	Ps2	0.5	0.46	0.66	0.55	0.47	0.54	0.44	0.58	0.53	0.59	0.49	0.61	0.51	0.54	0.32	0.24	0.37	0.27	0.19	0.25	0.45	0.08
	Ps3	0.16	0.17	0.21	0.12	0.2	0.21	0.11	0.18	0.17	0.23	0.21	0.11	0.16	0.2	0.14	0.22	0.29	0.15	-	-	0.18	0.04
	Ps4	0.29	0.48	0.63	0.64	0.6	0.54	0.66	0.74	0.77	0.81	0.75	0.8	0.82	0.75	0.78	0.77	0.68	0.74	-	-	0.68	0.1
2	Ps1	0.12	0.25	0.65	0.9	0.73	0.07	0.12	0.07	0.07	0.03	0.12	0.15	0.33	0.17	0.09	0.07	-	-	-	-	0.24	0.2
	Ps2	0.11	0.21	0.16	0.17	0.22	0.21	0.29	0.26	0.38	0.48	0.29	0.42	0.45	0.41	0.25	0.19	-	-	-	-	0.28	0.1
	Ps3	0.18	0.13	0.19	0.23	0.18	0.15	0.11	0.14	0.08	0.08	0.1	0.06	-	-	-	-	-	-	-	-	0.14	0.04
	Ps4	0.38	0.58	0.52	0.71	0.4	0.38	0.38	0.42	0.44	0.42	0.4	0.45	0.41	0.42	0.48	0.45	0.48	0.56	-	-	0.44	0.1
3	Ps1	0.36	0.01	0.12	0.29	0.61	0.22	0.19	0.04	0.04	0.14	0.08	0.02	0.18	0.11	-	-	-	-	-	-	0.17	0.1
	Ps2	0.12	0.11	0.14	0.18	0.11	0.19	0.18	0.09	0.17	0.19	0.07	0.18	0.07	0.1	0.27	0.11	-	-	-	-	0.14	0.05
	Ps3	0.12	0.11	0.07	0.13	0.1	0.07	0.13	0.1	0.08	0.13	0.09	0.09	0.13	0.08	0.08	0.14	-	-	-	-	0.1	0.02
	Ps4	0.14	0.34	0.34	0.3	0.34	0.38	0.33	0.38	0.37	0.32	0.32	0.37	0.31	0.29	0.35	0.39	-	-	-	-	0.33	0.05
4	Ps1	0.48	0.34	0.27	0.27	0.1	0.05	0.06	0.21	0.19	0.2	0.09	0.03	0.11	0.05	0.23	0.17	-	-	-	-	0.17	0.1
	Ps2	0.18	0.14	0.09	0.11	0.18	0.14	0.14	0.19	0.18	0.12	0.26	0.17	0.14	0.12	-	-	-	-	-	-	0.15	0.04

	Ps3	0.13	0.07	0.07	0.08	0.1	0.14	0.1	0.07	0.11	0.12	0.05	0.04	0.07	0.05	0.03	0.05	-	-	-	-	0.08	0.03
	Ps4	0.11	0.51	0.23	0.3	0.3	0.29	0.32	0.26	0.33	0.37	0.34	0.32	0.32	0.31	0.28	0.3	0.27	0.27	-	-	0.29	0.1
Материал3																							
1	Ps1	0.13	0.01	0.12	0.01	0.07	0.05	0.02	0.02	0.01	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.05	0.04
	Ps2	0.5	0.53	0.36	0.55	0.5	0.47	0.35	0.35	0.25	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.41	0.1
	Ps3	0.11	0.14	0.22	0.16	0.18	0.1	0.13	0.13	0.19	0.17	0.16	0.16	0.14	0.14	0.17	0.17	-	-	-	-	0.15	0.02
	Ps4	0.4	0.36	0.49	0.75	0.61	0.47	0.63	0.53	0.44	0.55	0.56	0.55	0.64	0.6	0.59	0.65	-	-	-	-	0.55	0.1
2	Ps1	0.15	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	0.04
	Ps2	0.14	0.31	0.21	0.15	0.29	0.33	0.34	0.23	0.29	0.35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.26	0.7
	Ps3	0.14	0.1	0.19	0.11	0.07	0.13	0.12	0.16	0.18	0.17	0.16	0.15	0.12	0.18	0.18	0.23	-	-	-	-	0.14	0.04
	Ps4	0.17	0.25	0.28	0.23	0.33	0.33	0.38	0.35	0.34	0.49	0.38	0.33	0.44	0.47	0.35	0.43	-	-	-	-	0.34	0.08
3	Ps1	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
	Ps2	0.15	0.04	0.11	0.15	0.18	0.35	0.33	0.04	0.08	0.23	0.14	0.21	0.13	0.12	0.18	0.11	0.14	0.16	-	-	0.15	0.08
	Ps3	0.14	0.06	0.08	0.06	0.06	0.04	0.01	0.12	0.12	0.16	0.09	0.08	0.14	0.12	0.14	0.18	0.17	0.2	-	-	0.1	0.05
	Ps4	0.27	0.25	0.25	0.27	0.23	0.24	0.26	0.25	0.23	0.25	0.27	0.25	0.25	0.27	0.25	0.25	-	-	-	-	0.25	0.01
4	Ps1	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
	Ps2	0.07	0.03	0.03	0.03	0.01	0.02	0.01	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03	0.02
	Ps3	0.12	0.06	0.07	0.05	0.05	0.1	0.07	0.05	0.02	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.06	0.03
	Ps4	0.15	0.13	0.13	0.11	0.12	0.11	0.1	0.14	0.17	0.16	0.21	0.16	0.22	0.28	0.21	0.14	-	-	-	-	0.16	0.04

Таблица И.2 - Результаты измерения давления после очистки данных

Жакет	Точка датчика	Результаты измерения давления, кПа																		\bar{X}	S	$m_r \pm$
		Материал1																				
1	Ps1	0.82	0.99	1.1	1.07	1.29	1.1	1.27	1.69	1.42	1.18	1.34	1.35	1.03	0.68	1.11	-	-	1.1	0.3	0.04	
	Ps2	0.52	0.54	0.69	0.77	0.8	0.61	0.74	0.61	0.59	0.52	0.63	0.52	0.4	0.74	0.83	0.78	-	0.6	0.02	0.05	
	Ps3	0.52	0.34	0.54	0.51	0.57	0.63	0.62	0.67	0.63	0.62	0.49	0.49	0.39	0.48	0.43	0.36	0.63	0.52	0.1	0.04	
	Ps4	1.23	1.99	1.91	1.62	1.78	1.59	1.73	1.63	1.37	1.23	1.24	1.19	1.54	1.48	1.59	-	-	1.51	0.2	0.09	
2	Ps1	0.51	0.52	0.87	0.66	1.19	1.18	1.19	1.29	1.22	0.75	1.43	0.96	1.14	1.1	1.25	1.42	-	0.95	0.3	0.14	
	Ps2	0.25	0.36	0.27	0.33	0.22	0.22	0.3	0.4	0.31	0.32	0.36	0.37	0.47	0.5	0.48	0.57	-	0.36	0.1	0.04	
	Ps3	0.27	0.25	0.35	0.29	0.27	0.25	0.28	0.3	0.35	0.33	0.3	0.27	0.28	-	-	-	-	0.28	0.04	0.02	
	Ps4	0.52	0.55	0.83	0.86	0.73	0.78	0.83	0.79	0.81	0.74	0.81	0.84	0.88	0.97	0.93	0.61	-	0.78	0.1	0.05	
3	Ps1	0.66	0.93	0.99	0.85	0.74	0.99	0.95	1	1	1.15	0.93	1	0.99	0.93	0.91	0.94	0.79	0.89	0.2	0.08	
	Ps2	0.22	0.4	0.38	0.3	0.39	0.39	0.45	0.42	9.24	0.41	0.48	0.38	0.48	0.46	0.31	0.4	0.41	0.37	0.09	0.04	
	Ps3	0.11	0.08	0.18	0.19	0.14	0.3	0.08	0.16	0.28	0.21	0.12	0.22	0.24	0.21	-	-	-	0.18	0.06	0.03	
	Ps4	0.22	0.32	0.45	0.37	0.41	0.29	0.36	0.35	0.4	0.36	0.44	0.4	0.42	0.42	0.38	-	-	0.35	0.08	0.03	
4	Ps1	0.47	0.59	0.67	0.85	0.56	0.79	0.74	0.47	0.52	0.68	0.97	0.99	0.88	0.81	0.77	0.6	-	0.6	0.3	0.14	
	Ps2	0.28	0.25	0.21	0.15	0.17	0.26	0.17	0.27	0.24	0.21	0.19	0.13	0.14	0.27	-	-	-	0.22	0.07	0.03	
	Ps3	0.13	0.16	0.18	0.15	0.22	0.17	0.21	0.22	0.12	0.18	0.23	0.22	0.15	0.18	0.14	0.11	0.16	0.16	0.04	0.02	
	Ps4	0.34	0.34	0.3	0.54	0.38	0.33	0.38	0.37	0.32	0.32	0.37	0.31	0.29	0.35	0.39	-	-	0.32	0.1	0.05	

Материал2																					
1	Ps1	0.24	0.13	0.11	0.09	0.16	0.2	0.35	0.15	0.42	0.48	0.14	0.2	0.17	0.34	0.47	-	-	0.26	0.1	0.05
	Ps2	0.5	0.46	0.66	0.55	0.47	0.54	0.44	0.58	0.53	0.59	0.49	0.61	0.51	0.54	0.32	0.37	0.27	0.45	0.08	0.03
	Ps3	0.16	0.17	0.21	0.12	0.2	0.21	0.11	0.18	0.17	0.23	0.21	0.11	0.16	0.2	0.14	0.22	0.15	0.18	0.04	0.02
	Ps4	0.48	0.63	0.64	0.6	0.54	0.66	0.74	0.77	0.81	0.75	0.8	0.82	0.75	0.78	0.77	0.68	0.74	0.68	0.1	0.04
2	Ps1	0.12	0.25	0.65	0.73	0.07	0.12	0.07	0.07	0.03	0.12	0.15	0.33	0.17	0.09	0.07	-	-	0.24	0.2	0.09
	Ps2	0.11	0.21	0.16	0.17	0.22	0.21	0.29	0.26	0.38	0.29	0.42	0.45	0.41	0.25	0.19	-	-	0.28	0.1	0.05
	Ps3	0.18	0.13	0.19	0.23	0.18	0.15	0.11	0.14	0.08	0.08	0.1	-	-	-	-	-	-	0.14	0.04	0.02
	Ps4	0.38	0.58	0.52	0.4	0.38	0.38	0.42	0.44	0.42	0.4	0.45	0.41	0.42	0.48	0.45	0.48	0.56	0.44	0.1	0.04
3	Ps1	0.36	0.12	0.29	0.22	0.19	0.04	0.04	0.14	0.08	0.18	0.11	-	-	-	-	-	-	0.17	0.1	0.05
	Ps2	0.12	0.11	0.14	0.18	0.11	0.19	0.18	0.09	0.17	0.19	0.07	0.18	0.07	0.1	0.11	-	-	0.14	0.05	0.02
	Ps3	0.12	0.11	0.07	0.13	0.1	0.07	0.13	0.1	0.08	0.13	0.09	0.09	0.13	0.08	0.08	0.14	-	0.1	0.02	0.01
	Ps4	0.34	0.34	0.3	0.34	0.38	0.33	0.38	0.37	0.32	0.32	0.37	0.31	0.29	0.35	0.39	-	-	0.33	0.05	0.02
4	Ps1	0.34	0.27	0.27	0.1	0.05	0.06	0.21	0.19	0.2	0.09	0.11	0.05	0.23	0.17	-	-	-	0.17	0.1	0.05
	Ps2	0.18	0.14	0.09	0.11	0.18	0.14	0.14	0.19	0.18	0.12	0.17	0.14	0.12	-	-	-	-	0.15	0.04	0.02
	Ps3	0.13	0.07	0.07	0.08	0.1	0.14	0.1	0.07	0.11	0.12	0.05	0.04	0.07	0.05	0.03	0.05	-	0.08	0.03	0.01
	Ps4	0.23	0.3	0.3	0.29	0.32	0.26	0.33	0.37	0.34	0.32	0.32	0.31	0.31	0.28	0.3	0.27	27	0.29	0.1	0.05
Материал3																					
1	Ps1	0.01	0.12	0.01	0.07	0.05	0.02	0.02	0.01	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	0.05	0.04	0.02
	Ps2	0.5	0.53	0.36	0.55	0.5	0.47	0.35	0.35	0.25	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.41	0.1	0.06
	Ps3	0.11	0.14	0.22	0.16	0.18	0.1	0.13	0.13	0.19	0.17	0.16	0.16	0.14	0.14	0.17	0.17	-	0.15	0.02	0.01
	Ps4	0.4	0.36	0.49	0.61	0.47	0.63	0.53	0.44	0.55	0.56	0.55	0.64	0.6	0.59	0.65	-	-	0.55	0.1	0.05
2	Ps1	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	0.04	0.03
	Ps2	0.14	0.31	0.21	0.15	0.29	0.33	0.34	0.23	0.29	0.35	-	-	-	-	-	-	-	0.26	0.07	0.04
	Ps3	0.14	0.1	0.19	0.11	0.07	0.13	0.12	0.16	0.18	0.17	0.16	0.15	0.12	0.18	0.18	0.23	-	0.14	0.04	0.02
	Ps4	0.25	0.28	0.23	0.33	0.33	0.38	0.35	0.34	0.49	0.38	0.33	0.44	0.47	0.35	0.43	-	-	0.34	0.08	0.04
3	Ps1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0
	Ps2	0.15	0.11	0.15	0.18	0.35	0.33	0.08	0.23	0.14	0.21	0.13	0.12	0.18	0.11	0.14	0.16	-	0.15	0.08	0.04
	Ps3	0.14	0.08	0.06	0.06	0.04	0.01	0.12	0.12	0.16	0.09	0.08	0.14	0.12	0.14	0.18	17	0.2	0.1	0.05	0.02
	Ps4	0.27	0.25	0.25	0.27	0.23	0.24	0.26	0.25	0.23	0.25	0.27	0.25	0.25	0.27	0.25	0.25	-	0.25	0.01	0
4	Ps1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0
	Ps2	0.03	0.03	0.03	0.01	0.02	0.01	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03	0.02	0.01
	Ps3	0.12	0.06	0.07	0.05	0.05	0.1	0.07	0.05	0.02	0.01	-	-	-	-	-	-	-	0.06	0.03	0.02
	Ps4	0.15	0.13	0.13	0.11	0.12	0.11	0.1	0.14	0.17	0.16	0.21	0.16	0.22	0.28	0.21	14	-	0.16	0.04	0.02

Сравнение виртуального и реального жакетов

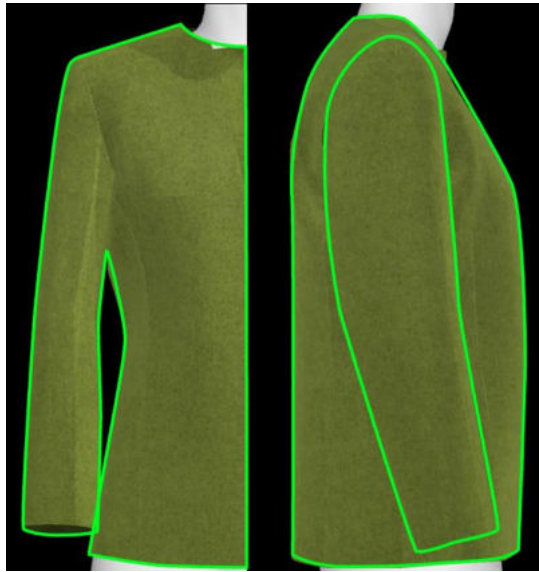
*a**б**в**г*

Рисунок Й.1 - Виртуальный и реальный жакеты с идеальной посадкой (фронт, профиль): *a* - Sd, *б* - реальный манекен без руки, *в* - Sa, *г* - реальный манекен с рукой

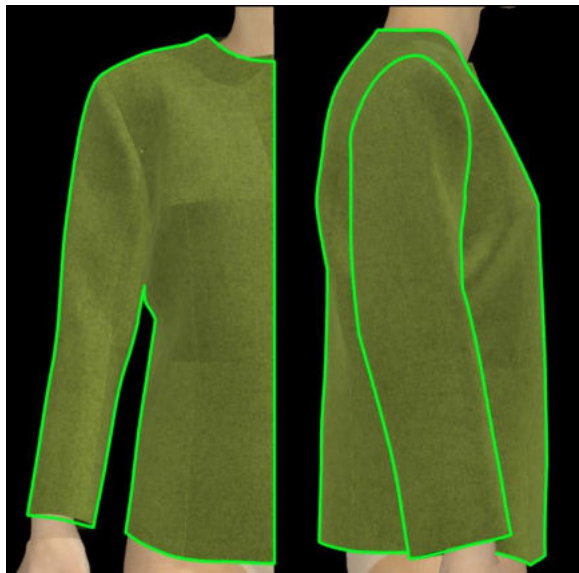
*a**б**в**г*

Рисунок Й.2 - Виртуальный и реальный жакеты с плохой посадкой (фронт, профиль): *a* - Sd, *б* - реальный манекен без руки, *в* - Sa, *г* - реальный манекен с рукой

APPROVEMENT

Director of Yachi Apparel
Company (China)

Wen, hui

16 March 2021




ACT of testing the technology result
of the dissertation of Wan Sida

We, the undersigned, Production Director Xu, Cheng, technologist Xu, Yuzhang of Yachi apparel company, and the head of department of clothing design V. Kuzmichev, graduate student Wan Sida from FSBEI HE "IVGPU", have compiled this testing act of the results obtained during the dissertation "Development of fit evaluation and prediction system of digital twins for women's classic jacket sleeves".

Date of testing: March 2021 - June 2022.

The system was implemented by the following components: (1) Software of drawing garments (ET, BUYI Technology, China); (2) Digital twins simulation (Clo3D, Clo virtual fashion LLC, Korea); (3) Module for sleeve fit judgment and prediction (Spyder-IDE, Python); (4) Grayscale evaluation (ImageJ, NIH, USA).

The system was used to evaluate and predict the fit of sleeve in actual production at the enterprise. Three mass-produced women's jackets were tested. The test result found that the system was effective in predicting the fit before actual production.

CONCLUSION

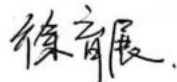
The developed jacket sleeve fit evaluation and prediction system met the requirement of enterprise, which improved the productivity of sleeve with consumer satisfaction.

From Yachi Apparel Company

Production director Xu, Cheng



Technologist Xu, Yuzhang



From IVGPU

Head of the Department clothing
design V. E. Kuzmichev



Graduate student Wan, Sida

