

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. А.Н.
КОСЫГИНА (ТЕХНОЛОГИИ. ДИЗАЙН. ИСКУССТВО)»

На правах рукописи



Романовский Роман Сергеевич

**РАЗРАБОТКА МЕТОДА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ В УСЛОВИЯХ
МАССОВОЙ КАСТОМИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ
ТРЕХМЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ ФИГУРЫ ЧЕЛОВЕКА**

Специальность 05.19.04
«Технология швейных изделий»

Научный руководитель:
доктор технических наук, профессор
Петросова И.А.

Д и с с е р т а ц и я
на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва – 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ В УСЛОВИЯХ МАССОВОЙ КАСТОМИЗАЦИИ	12
1.1 Массовая кастомизация как перспективное направление в развитии промышленного производства.....	13
1.2 Новый подход к процессу проектирования одежды на основе учета влияния массовой кастомизации на производственный процесс и жизненный цикл швейных изделий	17
1.3 Анализ способов применения нейронных сетей для прогнозирования модных тенденций и оптимизации процессов проектирования швейных изделий	35
1.4 Анализ существующих способов реального и виртуального взаимодействия потребителей и производителей одежды	49
Выводы по первой главе.....	54
2 РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЦИФРОВОГО ОБРАЗА ФИГУРЫ	56
2.1 Разработка информационно-технической структуры модуля и методики получения цифрового образа фигуры	57
2.2 Совершенствование алгоритмов определения антропометрических уровней	63
2.3 Структура интерфейса определения информации о фигуре	69
2.4 Проверка метрологических характеристик модуля получения цифрового образа фигуры.....	74
Выводы по второй главе.....	77
3 РАЗРАБОТКА МЕТОДА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ АССОРТИМЕНТНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОЛЛЕКЦИЙ С УЧЕТОМ ПРИНЦИПОВ МАССОВОЙ КАСТОМИЗАЦИИ	79
3.1 Разработка БД модельных особенностей мужской одежды для обучения нейронной сети	80
3.2 Разработка методики выделения модных конструктивно-декоративных элементов и внешней формы мужского костюма на основе обучения нейронной сети	84

3.3 Разработка алгоритма автоматизированного агрегатирования структурных и визуальных элементов швейных изделий для получения новых моделей одежды.....	94
3.4 Разработка критериев автоматизированного отбора предпочтительных моделей швейных изделий	124
3.5 Разработка метода автоматизированного проектирования ассортиментных промышленных коллекций с учетом принципов массовой кастомизации	136
Выводы по третьей главе.....	141
4 ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ АССОРТИМЕНТНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОЛЛЕКЦИЙ С УЧЕТОМ ПРИНЦИПОВ МАССОВОЙ КАСТОМИЗАЦИИ	143
4.1 Алгоритм взаимодействия потребителей и производителей одежды для проектирования кастомизированного изделия для индивидуальной фигуры..	143
4.2 Апробация предлагаемого алгоритма автоматизированного агрегатирования на примере мужского пальто	150
Выводы по четвертой главе.....	161
Выводы по работе	162
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	165
Приложение А	191
Приложение Б	193
Приложение В.....	200
Приложение Г	201
Приложение Д.....	204
Приложение Е.....	206
Приложение Ж.....	221
Приложение З	225
Приложение И	233
Приложение К.....	246
Приложение Л.....	256

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы.

Широкое внедрение цифровых технологий в повседневную жизнь привело к изменению потребительского поведения. Благодаря доступности информации о модных тенденциях и развитию быстрой моды (*fast fashion*) современные покупатели уделяют большое внимание созданию собственного индивидуального стиля, предъявляют высокие требования к качеству и посадке одежды на фигуру, а также стараются внести черты индивидуальности в обычные типовые изделия. Участие потребителя в создании кастомизированной одежды чаще всего заключается в выборе цветового решения, принта, формы, размеров и расположения конструктивно-декоративных элементов. На смену эпохе массового производства типовых швейных изделий пришла эпоха «массовой кастомизации». Под «массовой кастомизацией» (*mass customization of garments*) понимается изготовление продукции в промышленных условиях с возможностью ее адаптации или модификации в соответствии с требованиями потребителей, то есть совокупность подходов массового производства одежды и индивидуального пошива изделий.

Возрастающие потребности потребителя вынуждают производителей увеличивать количество и разнообразие выпускаемого ассортимента. Для предприятия становится актуальным расширить модельный ряд, но при этом снизить затраты времени на проектирование новых моделей и конструкторскую подготовку производства. Одновременно с этим ведутся работы по интеллектуализации работы дизайнера при создании новых моделей одежды. Широко известны подходы по применению искусственного интеллекта для определения и разработки модных тенденций на основе анализа существующих коллекций (*Trendmind*) и по созданию новых эскизов на основе имеющихся изображений отдельных элементов одежды (*3D couture*).

Таким образом, существуют предпосылки для создания системы, в которой формирование внешнего вида будущего изделия будет осуществлять потребитель,

а работа дизайнера и конструктора будет автоматизирована за счёт применения интеллектуальных технологий на этапе выбора модных форм и агрегатирования большого количества вариантов внешнего вида будущих изделий в промышленной коллекции.

Степень научной разработанности проблемы. Целый ряд зарубежных авторов считают направление массовой кастомизации одним из самых перспективных для продвижения и развития *fashion-бренда* [35,50,68,69,80,84,125]. Научные исследования в области применения принципов кастомизации проводят ряд ученых в Российской Федерации В.Е. Кузьмичев, Н.А. Сахарова (кафедра КШИ ИВГПУ), А.Ю. Москвин, М.В. Москвина СПбГУПТД (Россия), кафедра ХМ,КиТШИ РГУ им. А.Н. Косыгина. С 70–х годов прошлого века широко известен подход адресного проектирования одежды, в котором *Кобляковой Е.Б.* сформулирован основной принцип выявления адресата своей продукции с целью удовлетворения его потребностей в одежде [12,13]. В ряде отечественных ВУЗов легкой промышленности ВГУЭС, МГУС, СПбГУТД, РЗИТЛП, ИвГПУ [14-17,19] выполнено значительное количество работ по развитию методов адресного проектирования и совершенствованию конструкций одежды на различные типы мужских и женских фигур с учетом осанки, пропорций и телосложения [10,21,29, 32,34]. В компании *Большевичка* еще в 1986 г. предложена система обслуживания индивидуальных потребителей и отработана технология изготовления мужской одежды в условиях промышленного производства по индивидуальным размерным признакам фигур [202], которая существует и по настоящее время.

Возможность проектирования кастомизированной одежды рассмотрена в ряде работ американского университета Айовы (*Kim H., Damhorst M.L.*), Эгейского университета (*Мрамра M.L., et al.*), Калифорнийском университете Лонг-Бич и Обернском университете штата Алабама (*Aghekyan M., et al.*), Университете Миннесоты (*Sohn M., et al.*), Сеульском и Корнельском университетах (*Song H.K., Ashdown S.P.*). Процесс кастомизации — один из основных трендов последних лет по мнению авторитетного социологического и

исследовательского центра *BoF-McKinsey Global Fashion* [212]. По результатам исследования *MIT Smart Customization Group*, только в США к 2020 году доля персонализированной швейной продукции и обуви составила 15% — это около 38 миллиардов долларов ежегодно, что свидетельствует о растущем интересе к кастомизированным товарам [198].

Учеными рассматриваются пути развития массовой кастомизации. Так, например, исследователи *Yan, Y., Gupta, S., Schoefer, K.* [157], описывают персональные настройки электронного взаимодействия производителя и покупателя в виде двух типологий. Первая на основе степени принимаемого пользователем участия в коллективном проектировании: *collaboration* - которая допускает клиента к проектированию на ранней стадии [65,77,85-88,92], и вторая *adoption (принятие)* — которая направляет пользователей на этап пост-проектирования и дает возможность сегментировано изменять товар [129,150,154].

Целый ряд исследователей в основу кастомизации в легкой промышленности закладывают развитие систем 3D-сканирования фигуры, системы *CAD* и мобильные приложения. В этом случае возможно взаимодействие через интеллектуальную облачную сеть и формирование заказа *EMTM (electronic made to measure/ электронный, сделанный на заказ)* [159], при этом потребитель сообщает производителю исходную информацию о своей фигуре (скан, фото, размерные признаки) и получает ответ в виде визуализированного образца модели на своём аватаре. В результате использования такой системы эффективность производства увеличивается на 50%, удовлетворенность продукцией повышается до 99%, а количество персонала, занятого в процессах проектно-конструкторской подготовки производства сокращается на 10%. Интеграция 3D сканирования с системами САПР особенно активно развивается в швейной и обувной промышленности, так как позволяет осуществить виртуальный дизайн и примерку изделий [98,101,102,104,108,110,115,116,118,133,138,141,143]. С помощью таких систем появляется возможность учесть индивидуальные

размерные признаки фигур, осуществить персональное моделирование и конструирование изделий с последующим изготовлением [108].

Еще одним перспективным направлением в массовой кастомизации является процесс модульного проектирования изделий и его влияние на бизнес-процессы организации и ее общую результативность [99,103,139,140,144,152]. Модульный дизайн рассматривается большинством авторов как метод проектирования, который можно использовать для разработки сложных оригинальных моделей одежды с использованием унифицированных деталей. Кроме того, модульная конструкция (унификация деталей) воспринимается как попытка достичь преимуществ стандартизации (большой объем обычно означает низкие производственные затраты), так и преимущества персональной настройки [145]. В контексте массовой кастомизации одежды модульность позволяет предприятиям справляться с быстро меняющимися требованиями клиентов и растущей технической сложностью. Ссылаясь на модульность процесса кастомизации, *Modraka V.* и *Soltysova Z.* исследовали взаимосвязь между модульностью товара и модульностью процесса [140]. *Fogliatto F. S., Silveira, G. D. и Borenstein D.* идентифицировали шесть факторов успеха массовой кастомизации, включая спрос клиентов, рынки, цепочку создания стоимости, технологии, настраиваемое предложение и знания [111]. В целом, по мнению авторов, модульность и стандартизация элементов изделий в стратегии взаимодействия с клиентами считаются ключевыми факторами успеха.

Взрывное внедрение цифровых методов демонстрации готовой одежды на онлайн площадках, трехмерная визуализация одежды на аватарах и фигурах потребителей привели к стремительному развитию методов торговли через Интернет. При этом такие методы продажи обременительны для производителей и продавцов, так как существует проблема большого количества возвратов не подошедшей одежды. Требуется разработать более эффективные методы взаимодействия потребителей, продавцов и производителей, так чтобы ожидания потребителей воплощались с помощью стратегии массовой кастомизации, путем развития способов получения точной информации об антропометрических

характеристиках тела человека и разработки алгоритма проектирования и изготовления персонифицированного костюма в производственных условиях.

Проведенный обзор современных отечественных и зарубежных исследований свидетельствует об **актуальности** разработки метода автоматизированного проектирования ассортиментных промышленных коллекций с учётом принципов массовой кастомизации. Применение такого метода в промышленности обеспечит автоматизацию взаимодействия с потребителями, аккумуляцию информации о них и их предпочтениях при выборе модельных особенностей одежды, что позволит формировать план выпуска изделий, состав промышленных коллекций и обеспечит повышение уровня продаж готовой продукции и удовлетворённость потребителей.

Цель работы заключается в разработке метода автоматизированного проектирования ассортиментных промышленных коллекций с учётом принципов массовой кастомизации, обеспечивающего расширение модельного ряда, снижение затрат времени на проектирование новых моделей и конструкторскую подготовку производства.

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

- проведен анализ рынка кастомизированной швейной продукции отечественных и зарубежных марок, исследованы существующие способы реального и виртуального взаимодействия потребителей и производителей одежды;
- изучены способы получения исходной информации о форме фигуры потребителя, включая способы трехмерного сканирования, предложена методика получения цифрового образа фигуры;
- разработана методика выделения модных конструктивно-декоративных элементов и внешней формы мужского костюма на основе применения рекомендаций искусственного интеллекта;
- разработана база данных модельных особенностей мужской одежды, включающая перспективные цветовые решения, хронологическую сменяемость модных форм одежды;

- разработан алгоритм автоматизированного агрегатирования структурных и визуальных элементов мужского костюма для получения новых моделей;
- разработаны приемы автоматизированного отбора предпочтительных моделей мужского костюма для формирования промышленной ассортиментной коллекции.

Объект исследования – процесс проектирования внешнего вида и формы мужского костюма.

Предмет исследования – промышленные коллекции, проектные решения и образцы мужского костюма; типовые и нетиповые мужские фигуры.

Научная новизна заключается в:

- разработке информационно-технической структуры модуля получения цифрового образа фигуры на основе инфракрасных сенсоров *Microsoft Kinect* (3 варианта);
- разработке методики получения исходной информации о фигуре потребителя в виде цифрового образа, включая сведения об антропометрических характеристиках и особенностях облика;
- разработке методики выделения модных конструктивно-декоративных элементов и внешней формы мужского костюма на основе применения рекомендаций искусственного интеллекта;
- разработке алгоритма автоматизированного агрегатирования структурных и визуальных элементов мужского костюма для получения новых моделей мужского костюма;
- систематизации процессов взаимодействия потребителя и производителя для автоматизированного проектирования кастомизированного костюма.

Практическая значимость работы заключается в разработке:

- базы данных модельных особенностей мужской одежды, включающей перспективные цветовые решения, хронологическую сменяемость модных форм одежды;
- базы данных структурных элементов швейных изделий для эскизного и конструкторского агрегатирования новых моделей мужского костюма;

– приемов автоматизированного отбора предпочтительных моделей мужского костюма для формирования промышленной ассортиментной коллекции.

Основные положения, выносимые на защиту:

- методика получения цифрового образа фигуры, обеспечивающая исходную информацию о потребителе для кастомизации моделей одежды;
- методика выделения модных конструктивно-декоративных элементов и внешней формы мужского костюма с помощью нейронных сетей;
- метод автоматизированного проектирования ассортиментных промышленных коллекций с учетом принципов массовой кастомизации.

Работа выполнена в 2019-2021 гг. на кафедре Художественного моделирования, конструирования и технологии швейных изделий РГУ им. А.Н. Косыгина. ***Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ. Проект 19-37-90089*** «Разработка метода автоматизированного проектирования швейных изделий в условиях массовой кастомизации на основе применения трехмерного сканирования фигуры человека».

Соответствие паспорту специальности 05.19.04. Положения, выносимые на защиту соответствуют п. 1 «Разработка теоретических основ и установление общих закономерностей проектирования одежды и технологии изготовления швейных изделий на фигуры типового и нетипового телосложения», п.2 «Совершенствование процесса и методов проектирования одежды на основе использования рациональной размерной типологии населения, требований ЕСКД и широкого применения современной вычислительной техники» и п. 3 «Разработка математического и информационного обеспечения систем автоматизированного проектирования и раскроя деталей одежды».

Публикации. Основные положения научно-квалификационной работы (диссертации) опубликованы в 7 печатных работах, 3 из которых – в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК; 2 из которых – индексируемые в базе данных SCOPUS; зарегистрированы две базы данных «Кастомизация моделей мужской одежды» и «Модельные особенности мужской одежды (пиджак)». Основные результаты работы доложены на конференциях:

Международный Косыгинский форум «Современные задачи инженерных наук», 29-30 октября 2019. (г. Москва); Всероссийская научная конференция молодых исследователей с международным участием «Инновационное развитие техники и технологий в промышленности (ИНТЕКС-2021)», 12 – 15 апреля 2021 г. (г. Москва); *Light Conf 2021* - Международная научно-техническая конференция, посвященная инновационному развитию текстильной и легкой промышленности, 29-31 марта 2021 г. (г. Санкт-Петербург).

Результаты исследования проверены в условиях промышленного предприятия АО «Сударь» (г. Ковров). Проведенные испытания показали целесообразность внедрения разработанного метода автоматизированного агрегатирования структурных и визуальных элементов швейных изделий для получения новых моделей одежды в процесс изготовления кастомизированных моделей мужской одежды в условиях массового производства, позволили ускорить цикл разработки проектно-конструкторской документации на изделия.

Структура и объем работы. По своей структуре научно-квалификационная работа (диссертация) состоит из введения, 4 глав, выводов по каждой главе, общих выводов по работе, списка литературы, приложений. Работа изложена на 256 страницах машинописного текста, содержит 64 рисунка, 36 таблиц. Список литературы включает 215 библиографических и электронных источников.

1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ В УСЛОВИЯХ МАССОВОЙ КАСТОМИЗАЦИИ

Современная легкая промышленность становится широким полем для внедрения достижений научно-технического прогресса. Использование современных систем трехмерного сканирования, автоматизированных САПР, виртуального моделирования позволяет оптимизировать длительность работ по разработке новых моделей одежды и проектно-конструкторской подготовки производства, снизить затраты времени на проверку качества посадки изделий за счёт виртуальной примерки, повысить разнообразие создаваемых моделей. В индустрии моды всё активнее применяются инновационные и интеллектуальные технологии, которые находят отражение и в задачах, которые решают художественные отделы предприятий и дизайнеры.

Исторически сложилось так, что в РФ производство мужских костюмов осуществлялось на крупных фабриках, современные производители этого ассортимента в большей степени ориентированы на производство однотипной продукции, крупными сериями, что возможно благодаря стабильности конструктивных решений деталей мужского костюма. Однако развитие цифровых технологий, большая разборчивость потребителей и высокая конкуренция в этой области заставляют производителей задуматься о способах оптимизации производства и при этом обеспечить возможность предложить потребителю большее разнообразие решений внешнего вида моделей. В этих условиях стратегия массовой кастомизации становится наиболее удобным инструментом для решения описанных выше задач. Основная задача раздела проанализировать влияние массовой кастомизации на организационные, производственные и маркетинговые процессы в легкой промышленности.

1.1 Массовая кастомизация как перспективное направление в развитии промышленного производства

С 70-х годов прошлого века широко известен подход адресного проектирования одежды, в котором *Кобляковой Е.Б.* сформулирован основной принцип выявления адресата своей продукции с целью удовлетворения его потребностей в одежде [12,13]. В ряде отечественных ВУЗов легкой промышленности ВГУЭС, МГУС, СПбГУТД, РЗИТЛП, ИвГПУ [14-17,19] выполнено значительное количество работ по развитию методов адресного проектирования и совершенствованию конструкций одежды на различные типы мужских и женских фигур с учетом осанки, пропорций и телосложения [10,21,29, 32,34]. В компании *Большевичка* еще в 1986 г. предложена система обслуживания индивидуальных потребителей и отработана технология изготовления мужской одежды в условиях промышленного производства по индивидуальным размерным признакам фигур [202], которая существует и по настоящее время. Широко известны принципы унификации деталей конструкции и методы агрегатирования для проектирования рациональных ассортиментных серий на основе выявления предпочтений потребителя.

В 1970 г. североамериканский ученый, обществовед и прогнозист *Элвин Тоффлер* впервые затронул тему изготовления продуктов, удовлетворяющих персональные требования клиентов по стоимости близкой к стоимости стандартизированного производства. Позднее в 1989 году *Стен Дэвис* дал название «массовая кастомизация» режиму изготовления персонализированной продукции в своей книге «*Future Perfect*». *Дэвис* характеризовал «массовую кастомизацию» как умение повышать число потребителей в экономике массового производства путем учета личных потребностей покупателя в продукте компании [94]. Массовая кастомизация (МК) согласно суждению *Ф. Сальвадора, П. М. Де Холана и Ф. Пиллера* преподносится как «процесс согласования возможностей компании с нуждами клиента». Другими словами, это стратегия вовлечения

покупателя в процедуру проектирования изделия с целью получения индивидуализированного товара [146].

Аквилано и Шас Якобс назвали кастомизацию способом эффективной дифференциации изготавливаемого товара для конкретного покупателя [105]. *Стерн, Камис и Куфарис*, исследуя явление кастомизации доказали большую удовлетворенность клиентов, пользующихся интернет магазином с интерфейсом кастомизации товаров в сравнении с классическим интернет-магазином без функции персонализации [120].

Лоусон представляет «массовую кастомизацию» как механизм, включающий — массовое производство, гибкий подход, изготовление изделий в соответствии с ожиданиями пользователей. *Вондерембсе и Рагу Натан* говорили, что «массовая кастомизация» — это стратегия, которая дает возможность компаниям формировать и обеспечивать большой выбор различных продуктов, отвечающим конкретным нуждам потребителей с сохранением стоимости и сроков массового производства [134].

В настоящее время большая часть экспертов рассматривают массовую кастомизацию как стратегию, обеспечивающую конкурентное преимущество производственной компании. Принципы массовой кастомизации используются на разных этапах работы организации. Так, в концепции *CRM* имеется персонализированное взаимодействие с пользователями, что вовлекает их в непрерывные обучающие отношения [61]. В этом восприятии кастомизацией является каждая индивидуализация отношений с клиентом. Кастомизированным может быть не только сам товар либо услуга, но и их продажа, консультирование, предпродажные мероприятия и т.д.

Следовательно, эволюция научных представлений о сущности явления кастомизации привела к более широкому ее толкованию (рис. 1.1) как стратегии развития предприятия и философии бизнеса.



Рисунок 1.1 — Эволюция научных взглядов о кастомизации

Если стартовый период исследования кастомизации был сфокусирован на решении задач в области технологии и производства, стратегии маркетинга, управления затратами, то текущий период формирования данной концепции направлен на описание кастомизации как стратегии деятельности изготовителей, что придает ей системный характер [42].

Выявлены факторы, которые оказывают влияние на широкое внедрение массовой кастомизации в производственные процессы предприятий.

Влияние и открытость рынка технологий. Цифровые технологии, доступность мобильных приложений и устройств, развитие Интернет торговли служат широкому внедрению автоматизированного проектирования (*CAD*) и компьютеризованного производства (*CAM*). Массовая кастомизация требует постоянного общения производителя с потребителем. Таким образом, предприятиям приходится устанавливать диалог с клиентом для удовлетворения его потребностей. И в этом помогают технологии Интернета, для удаленного общения с клиентом и реагирования на его пожелания, а использования компьютеризованных программ делают шаг к демонстрации будущего продукта благодаря *3D* прототипам.

Потребительский спрос на кастомизированные продукты. В связи с растущей требовательностью покупателей одежды к собственному внешнему виду и качеству одежды доказано, что покупатель готов потратить большее количество времени на ожидание персонализированного изделия, в котором учтены его предпочтения, и заплатить за это более высокую цену.

Готовность рынка к кастомизированным продуктам. Предприятие получит существенное преимущество перед конкурентами, разработав систему массовой кастомизации первым, что позволит компании закрепиться в этой позиции и быть замеченной клиентами как лояльная и инновационная. Производство стандартизированных продуктов находятся уже в далеком прошлом. Предприятиям следует разрабатывать новые продукты с условием их видоизменения по запросу покупателя. Массовая кастомизация заложило в понятие процессы модульности и изменения конфигурации [45].

Изучив различные подходы к определению термина «кастомизация», можно дать следующую формулировку процессу: кастомизация – это процесс адаптирования изменений продукта под требования клиента с сохранением эффективности приближенной к эффективности массового изготовления.

Главные аспекты данного определения:

- персонализация товара и персонализация отношений с клиентом;
- стратегия организации, создающей добавленную стоимость посредством взаимодействия с пользователями и сфокусированной на росте прибыли;
- психологическая составляющая процесса: потребитель, проектируя персональную модификацию продукта, получает эффект «обладателя изделия».

По мере того, как все больше брендов осознают важность совместного проектирования, когда имеется возможность получить персонализированный продукт с уникальными характеристиками, вопрос взаимодействия производителя и клиента становится одним из ключевых в общей системе организации автоматизированного производства.

1.2 Новый подход к процессу проектирования одежды на основе учета влияния массовой кастомизации на производственный процесс и жизненный цикл швейных изделий

Переход от массового изготовления к созданию персонализированных продуктов, в том числе одежды, является объектом научных работ и дискуссий на протяжении более сорока лет, а его принципы являются значимым инструментом в развитии производственного потенциала зарубежной и отечественной промышленности.

Методика отбора источников. Перечень научных трудов и проектов для дальнейшего анализа был сформирован с помощью электронных ресурсов. Поиск и отбор отечественных научных трудов (научные статьи, исследования и патенты) производился на сайтах научной электронной библиотеки *eLIBRARY.RU* [199] и федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный институт промышленной собственности» [200], поиск и отбор иностранных научных трудов (научные статьи, исследования и патенты) осуществлялся на сайтах международной издательской организации «*Springer*» и онлайн-сервиса для поиска патентов и патентных заявок «*Espacenet*». В поисковых системах электронных ресурсов указывались поисковые слова и их комбинации, соответствующие теме работы, а именно «кастомизация», «массовая кастомизация», «кастомизация продукта», «индивидуализация изделий», «массовая кастомизация швейных изделий», «кастомизация одежды» и т.п. При осуществлении патентных и проектных исследований поиск источников осуществлялся на глубину в среднем от 1 до 4 лет. В процессе работы использовались методы систематизации, анализа и экспертных оценок.

Анализ научно-практических трудов показал, что существует известная классификация, в которой выделены основные подходы (рис. 1.2.) [42]. Ученые считают, что по характеру изменений продукта кастомизация может быть: *экспертной*, когда изделие изготавливается «под каждого пользователя», в рассматриваемом случае более близкой формулировкой будет – индивидуальная

кастомизация; *модульной*, т.е. клиент может выбрать соответствующий набор комплектующих элементов или настроек из возможных предоставленных изготовителем [42].

В классификации учтены два критерия:

- уровень персонализации изделия (от максимальной при экспертной индивидуализации до минимальной, когда индивидуализация происходит на уровне внешнего вида);
- гибкость производственного подхода (от разового выпуска при экспертной кастомизации до персонализации продукта на конечных этапах проектирования и продажи).



Рисунок 1.2 — Обобщенная классификация видов кастомизации [42]

Кастомизация делится на два типа: горизонтальная кастомизация (версия изделий из схожих, обезличенных деталей); вертикальная кастомизация (эксклюзивный продукт из оригинальных «элементов», изначально произведенных индивидуально под конкретного потребителя) [97].

Ю. С. Рулева рассматривает процесс персонализации в двух аспектах – тюнинг и тейлоризм. Тюнинг, согласно автору, позволяет комбинировать возможные параметры базового изделия настолько, что в конечном итоге

получается другой новый товар, а тейлоризм характеризуется использованием стандартных элементов, решений и ресурсов [79]. Таким образом, данный подход делит кастомизацию на массовую и персональную.

Предложенный *Пайном и Гилмором* деятельностный подход включает в себя четыре категории кастомизации по типу поведения поставщика (изготовителя или продавца товара) [112]. Коллаборативная (совместная) персонализация характеризуется появлением диалога между производителем и клиентом, в результате которого выявляется потребность клиента и учитывается при формировании предложения продукта, отвечающего этой потребности. Адаптивная персонализация характеризуется «встроенными» функциями настройки элементов, которые клиент может использовать и менять по своему желанию. Изделие с индивидуализированным представлением о нем в глазах потребителя является примером косметической кастомизации. Противоположный ей вид – прозрачная кастомизация – предполагает, что меняется сам продукт. Однако персонализация может сместиться от серийного или массового изготовления и сконцентрироваться в направлении «на заказ» и/или на создании одного и того же продукта, но в разных комплектациях, включая ряд опций (компонентов, модулей и т.д.), проект-решениях.

Обзор научных трудов и проектов. Многие исследователи описывают процесс массовой кастомизации как один из главных мировых трендов развития промышленности [35,50,51,68,69,80,84,121]. Большое число отечественных и зарубежных научных трудов посвящены теоретическим исследованиям принципов массовой кастомизации в современном информационно-цифровом обществе, принципов взаимодействия производителей и покупателей. Учеными рассматриваются пути развития массовой кастомизации [44,46,47,55,56,62,65,77,85-88,92,129,150,154]. Так, например, исследователи *Yan, Y., Gupta, S., Schoefer, K.* в своей работе «*A Review of E-mass Customization as a Branding Strategy*» описывают персональные настройки электронного взаимодействия производителя и покупателя [157]. В статье выделены две типологии электронной кастомизации на основе степени принимаемого

пользователем участия в коллективном проектировании: *collaboration* - настройка, которая допускает клиента к проектированию на ранней стадии, и *adoption* (*принятие*) – настройка, которая направляет пользователей на этап пост-проектирования и дает возможность сегментировано изменять товар. Yoo, J. и M. Park определили взаимосвязи между клиентской ценностью и удовлетворенностью, а также между удовлетворенностью и лояльностью в онлайн-контексте [160]. Итоговые данные выявили, что утилитарные, гедонистические, социальные ценности и творческие достижения оказывают влияние на удовлетворенность потребителей в результате кастомизации, что, в свою очередь, оказывает влияние на лояльность к бренду компании. В своем труде Ying, Z., L. Li и X. Xue рассмотрели отношения между потребителем, дизайнером и производителем в процессе коллективного создания одежды по персональному заказу. На рисунке 1.3 представлена цифровая платформа массовой кастомизации *Magic Manufactory* [159].

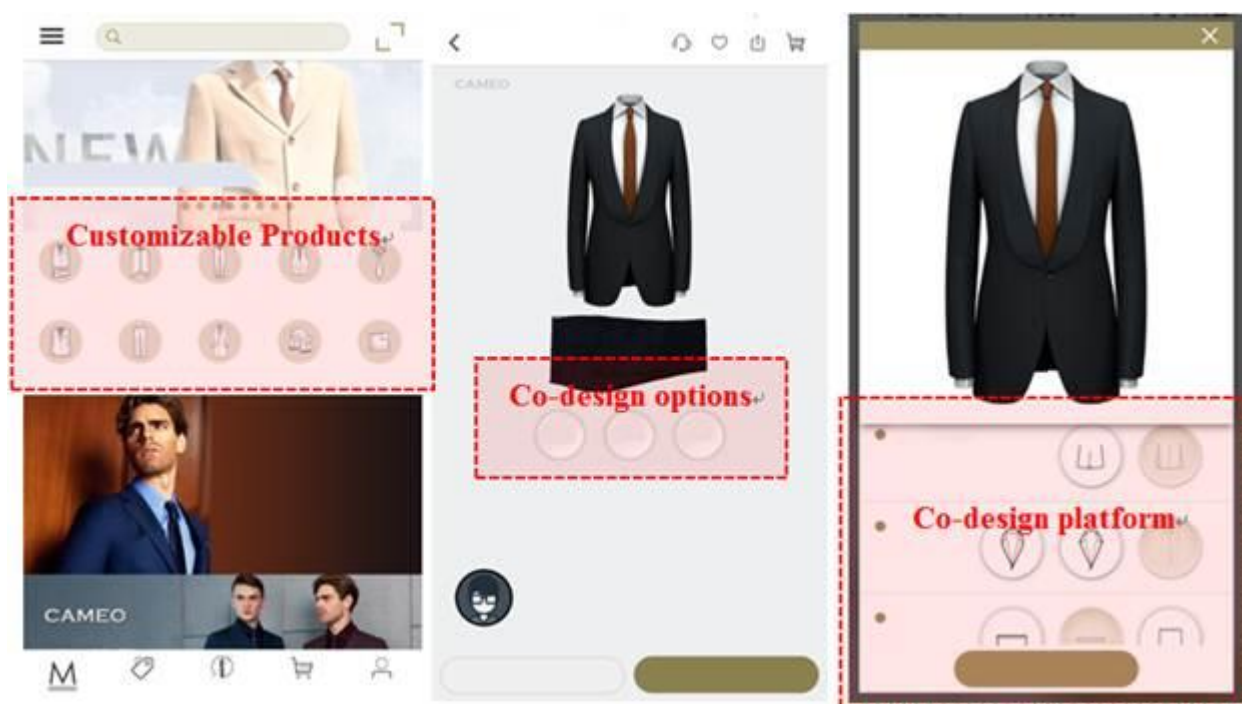


Рисунок 1.3 — Цифровая платформа массовой кастомизации *Magic Manufactory* [159]

Также исследователи рассмотрели преимущества современных технологий, принимающих участие в процессе кастомизации продукции, таких как наборы инструментов для коллективного проектирования, 3D-сканирование фигуры и

системы CAD. Так, благодаря интеллектуальной облачной системе интегрированный режим управления промышленными и торговыми услугами C2M + O2O (от онлайн к оффлайну) становится реальностью. Saint Angelo берет требования потребителей в качестве отправной точки, а затем создает виртуальный режим настройки EMTM (электронный, сделанный на заказ / *electronic made to measure*), подходящий для крупномасштабной персонализированной настройки (рис. 1.4) [159].



Рисунок 1.4 — Платформа совместного проектирования EMTM [159]

В результате с помощью интеллектуальной системы эффективность производства увеличивается на 50%, коэффициент квалификации продукта повышается до 99%, а количество персонала сокращается на 10%. Кроме того, время доставки товара сокращается с 15 дней до 7 дней [159].

Важной темой у исследователей массовой кастомизации является *процесс модульного проектирования изделий и его влияние на бизнес-процессы организации и ее общую результативность* [99,103,139,140,144,152]. Модульный дизайн рассматривается большинством авторов как метод проектирования, который можно использовать для разработки сложных оригинальных продуктов с использованием унифицированных компонентов. Кроме того, модульная конструкция включает в себя как преимущества стандартизации, так и преимущества персональной настройки [145]. В контексте массовой

кастомизации одежды модульность позволяет предприятиям справляться с быстро меняющимися требованиями клиентов. Чтобы реализовать эту стратегию, производитель выделяет структурные элементы швейного изделия, например, мужская сорочка включает следующие детали: перед, спинка, воротник, рукав, карман и др. Дизайнеры брендов создают базовые элементы швейных изделий и заранее загружают их в базу данных модульного дизайна, после чего потребители могут выбирать стандартизированные компоненты для создания персонализированных продуктов. Рисунок 1.5 демонстрирует модульную базу данных проектирования компаний *Tailor 4 less* и *Hockerty* [210].

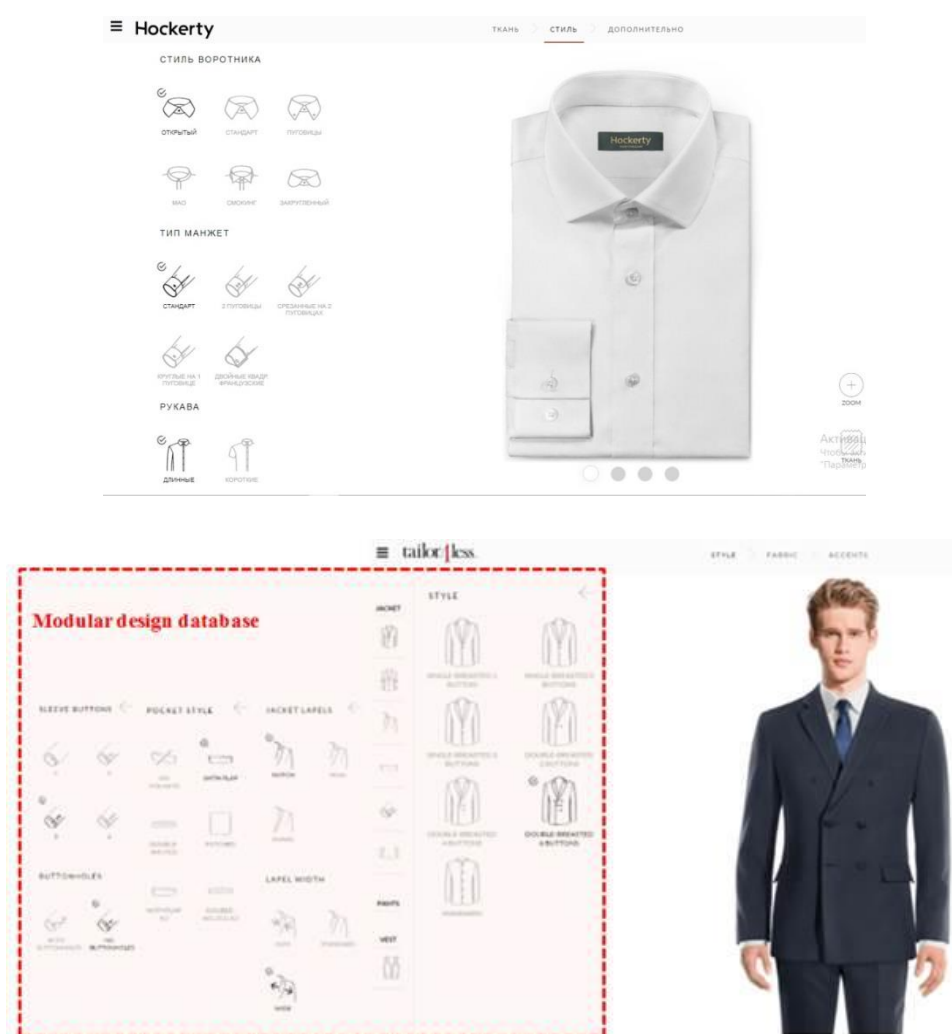


Рисунок 1.5 — Модульная база данных проектирования компаний *Tailor 4 less* и *Hockerty* [210]

Ученые *Park Youngcheon, Ahn Sung Hoon, Zheng Woo Kyun, Xu Eun Suk, Kim Sung Min, Kim Sung Chul* разработали модульный способ проектирования изделий для мелкосерийного производства одежды и производственную систему для него.

Поступающие графические данные о форме швейного изделия анализируются, после чего генерируется несколько базовых элементов для формирования заказанного изделия. Базовые выкройки в соответствии с параметрами заказанной одежды формируются для каждого из нескольких основных элементов. Базовые лекала сравниваются с эталонными лекалами, хранящимися в базе данных лекал, и выявляется соответствующая категория лекал. Система модульной технологической линии по созданию одежды включает технологические линии модулей для изготовления определенных рабочих модулей и технологическую линию пошива для финальной обработки оформленного швейного изделия путем сшивания деталей главного изображения [167].

Chen Chen в своем изобретении объясняет модульное проектирование модного платья (рис. 1.6). Данная разработка дает возможность выбрать различные варианты конструктивных структурных и визуальных элементов платья, а также сменные аксессуары и их сочетания относительно индивидуальных предпочтений потребителя [164].



Рисунок 1.6 — Модульное проектирование модного платья [164]

Zhang, M., Guo, H., Huo, B., Zhao, X., и Huang, J. рассмотрели влияние процесса массовой кастомизации и модульности изделия на интеграцию качества цепочки поставок, проведя эмпирическое исследование крупных компаний легкой

промышленности [161]. Ссылаясь на модульность процесса кастомизации, *Modraka V.* и *Soltysova Z.* исследовали взаимосвязь между модульностью товара и модульностью процесса [140]. *Fogliatto F. S., Silveira, G. D. и Borenstein D.* идентифицировали шесть факторов успеха массовой кастомизации, включая спрос клиентов, рынки, цепочку создания стоимости, технологии, настраиваемое предложение и знания [111]. В целом, по мнению авторов, модульность и стандартизация платформ продуктов, стратегии взаимодействия с клиентами считаются ключевыми факторами успеха.

Современные перспективные системы, способные считывать размерные характеристики фигуры человека и швейных изделий, активно используются в легкой промышленности (3D сканеры, программные продукты и мобильные приложения). Интеграция 3D сканирования с системами САПР получили большое внимание в литературе МК за последнее десятилетие, в основном в швейной и обувной промышленности для виртуального дизайна и примерок изделий [98,101,102,104,108,110,115,116,118,133,138,141,143]. С помощью выявленных данных осуществляется персональное моделирование и конструирование изделий с последующим изготовлением (рис. 1.7) [108].

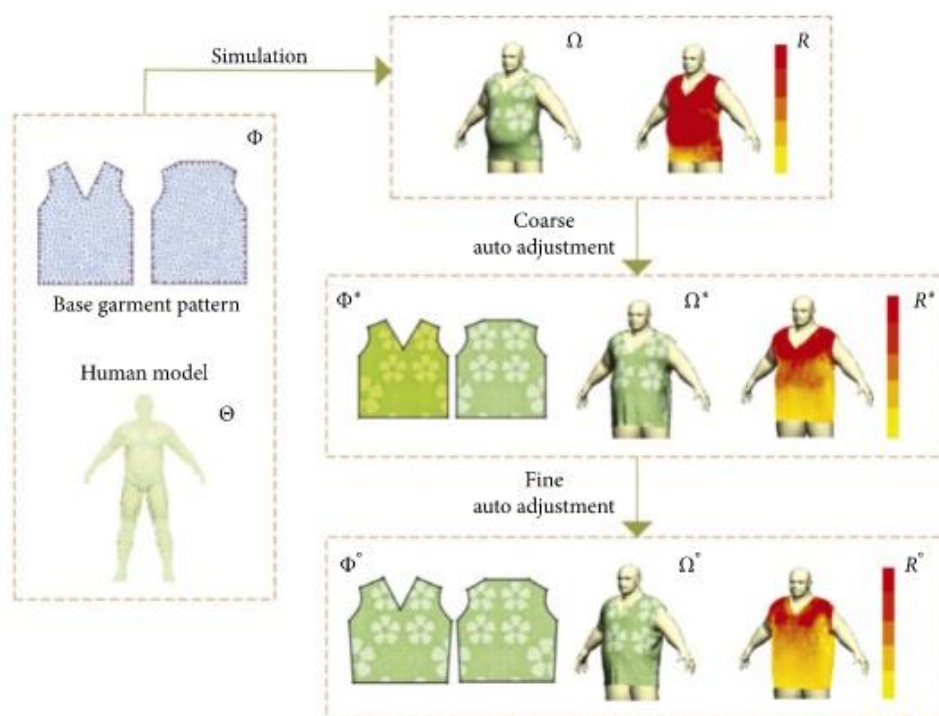


Рисунок 1.7 — Поток процесса автоматической настройки [108]

Авторы *Yang Jae Min, Li Chunxiao, Liu Huimin, Xu Ying, Xiao Yi, Feng Meiling, Zhang Dongliang, Wen Meiting* и другие в своих трудах рассматривают авторские методы автоматизированного определения параметров фигуры человека для последующего проектирования одежды [127,165,171,172,190]. *Satam, D., Liu, Y., и Lee, H. J.* изучили экономические факторы, ведущие к развитию МК, и предложили новую систему автоматизированного 2D и 3D проектирования одежды [147].

Некоторые исследователи предлагают методы автоматического измерения размерных характеристик фигур для проектирования конкретных швейных изделий, например, женского нижнего белья (рис. 1.8) [173], пальто, сорочек [136, 163], мужских курток [149], перчаток [191].



Рисунок 1.8 — 3D модели нижнего белья [173]

Также существует способ проектирования плечевых швейных изделий на фигуры с нарушениями осанки, при котором осуществляется комбинированный обмер тел контактным и бесконтактным способами (фотографирование). Полученная информация дает возможность произвести оценку асимметрии различных участков фигуры, а также произвести расчет распределения мерок и величин прибавок для правой и левой сторон тела [182]. На рисунке 1.9 представлены манекены правой и левой сторон фигуры с нарушением осанки.

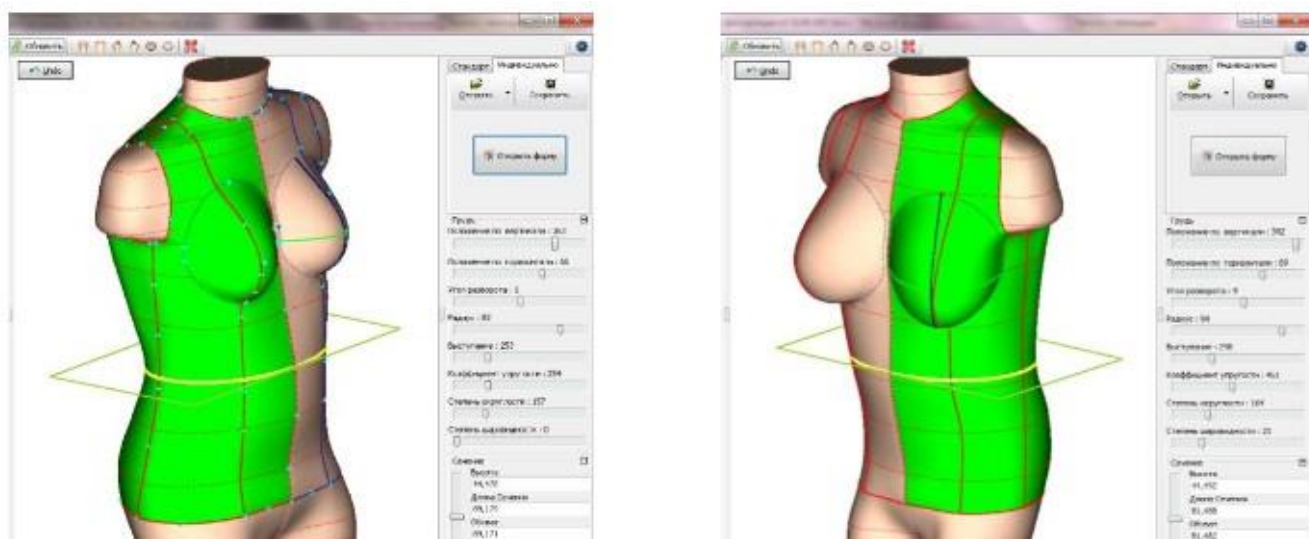


Рисунок 1.9 — Манекены правой и левой сторон фигуры с нарушением осанки [182]

Предлагаемый *Караевым К.А.* метод создания цифрового объемного манекена с персональными пропорциями субъекта пригоден для подбора швейных изделий как людям, так и животным. Клиент видит на экране компьютера объемное изображение своей фигуры или своего питомца в выбранных моделях одежды [179]. Пример виртуального воплощения математических объемных моделей представлен на рисунке 1.10.

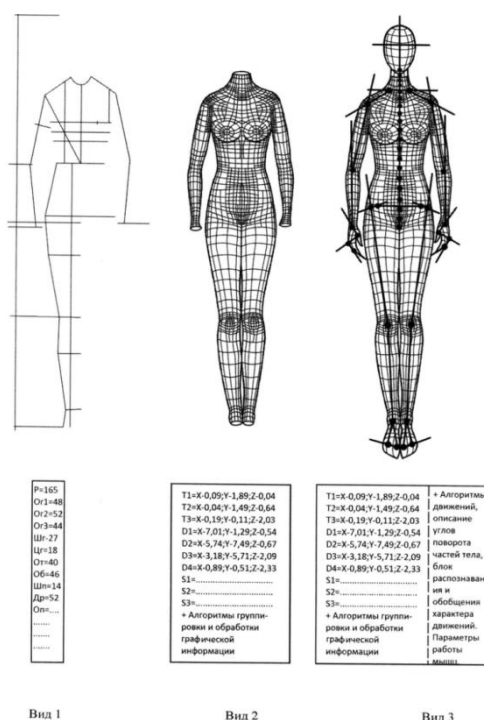


Рисунок 1.10 — Пример виртуального воплощения математических объемных моделей [179]

Часть проанализированных научных работ посвящена способам проектирования швейных изделий на базе совмещения и сравнения виртуальных образов фигур (типовых и индивидуальных) [181], а также образов моделей одежды (эталонных и проектируемых) [151,162].

Для применения принципа массовой кастомизации в производственной концепции задействована «схема контроля за взаимоотношениями с пользователями (*customer relationship management/ CRM*)» как программный продукт, служащий для автоматизации взаимодействия с клиентами, что улучшает показатели продаж и укрепляет связь с потребителями путём накопления данных о клиентах и их заказах для дальнейшего анализа и планирования выпуска моделей швейных изделий и стратегии продаж [43]. В частности, допущение покупателя к процессу выбора тканей и материалов (рис. 1.11) [123, 210], рисунка (узора) и цветового решения [156,166,174,175], эффекта износа с определенными заданными узорами [188], авторских фактур [57,59,78].

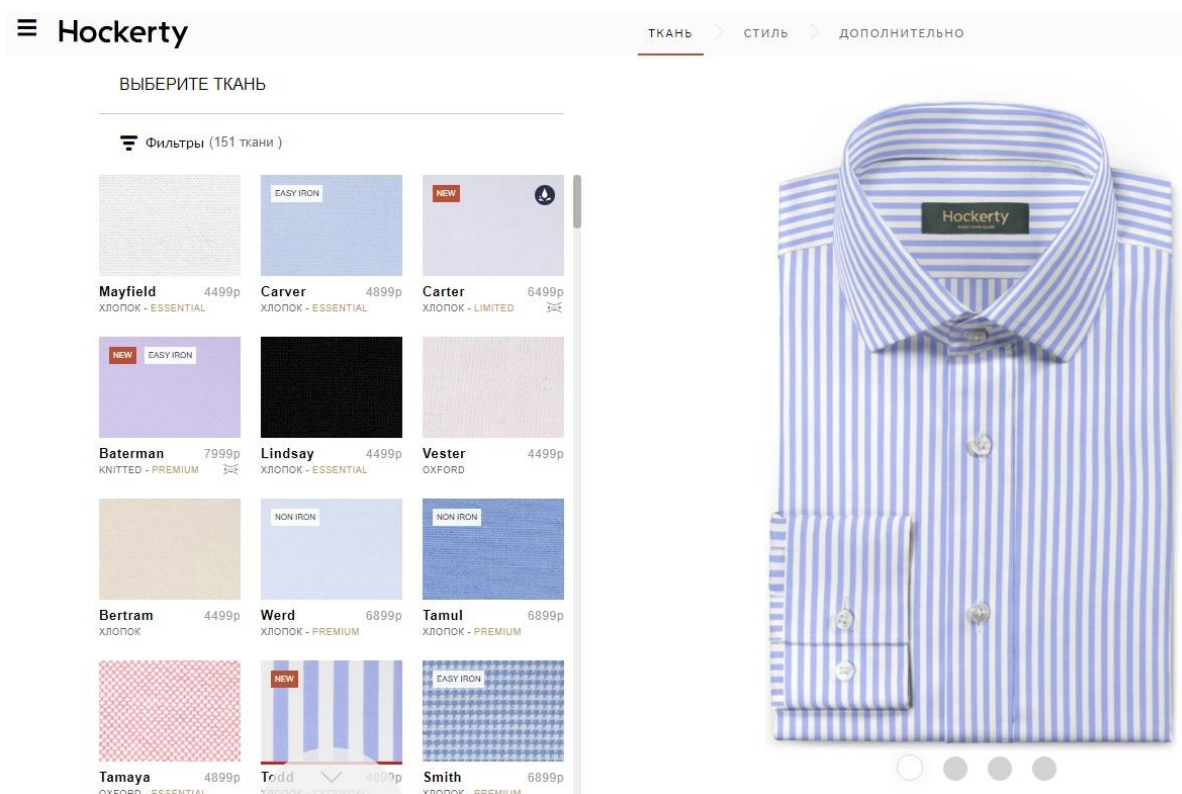


Рисунок 1.11 — Процесс выбора ткани для изделия Hockerty [210]

Именитые бренды активно используют в настоящее время данную систему. Например, H&M с 2018 года практикует в своем флагманском магазине в Париже

сервис кастомизации продукции с помощью принтов, нашивок и вышивки (рис. 1.12) [204].



Рисунок 1.12 — Кастомизированная продукция бренда H&M [204]

Бренд Глория Джинс один из первых стал применять принципы массовой персонализации в России, выпуская джинсовые изделия с возможностью наносить на них личные принты, вышивку, надписи или аппликацию [201]. Потребители получили возможность приобрести индивидуализированный товар по приемлемой цене. Подобный пример изготовления абсолютно эксклюзивного изделия можно найти на веб-сайте марки *Burberry*, пользователь может выбрать размер, ткань и цвет тренча (рис. 1.13) [203].

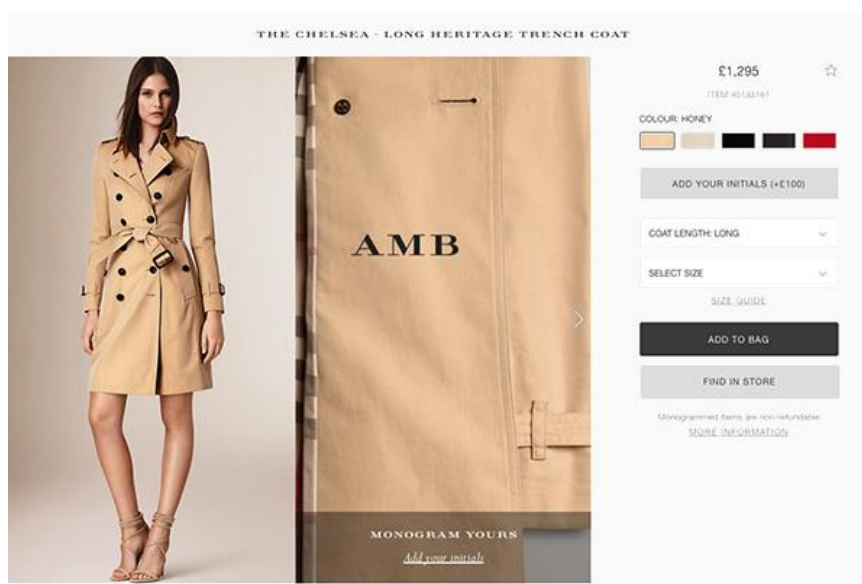


Рисунок 1.13 — Кастомизация тренча на сайте *Burberry* [203]

Немаловажным моментом во взаимодействии производителя с потребителем является проработанная *система рекомендаций моделей одежды*.

Собранные и обработанные клиентские данные позволяют сформировать актуальное предложение на приобретение соответствующей модели конкретному потребителю. Исследователи уделяют данной задаче большое внимание [168,170,184-187,189]. Так, например, *Hyunsan Kim* предложил систему рекомендаций моделей одежды на основе работы установленных устройств, реагирующих на произносимые слова, проявление эмоций (биосигналы) и информацию об окружающей среде (индекс погоды) [176]. Авторы *Плотникова Т.И., Плотников С.В.* представили проект по подбору одежды, стиля, цветового решения, подходящие гардеробу клиента относительно его типа и особенностей фигуры [76]. Авторы *Yoshimura Atsushi, Kawamura Atsuko, Kishimoto Taizo* предложили методику и программу по рекомендации одежды, которая обрабатывает размерные характеристики фигуры человека и выводит рекомендательную информацию о соответствующем швейном изделии, найденную в базе данных [169]. На рисунке 1.14 представлен пример рекомендаций конструктивных и колористических решений на конкретную фигуру [169].

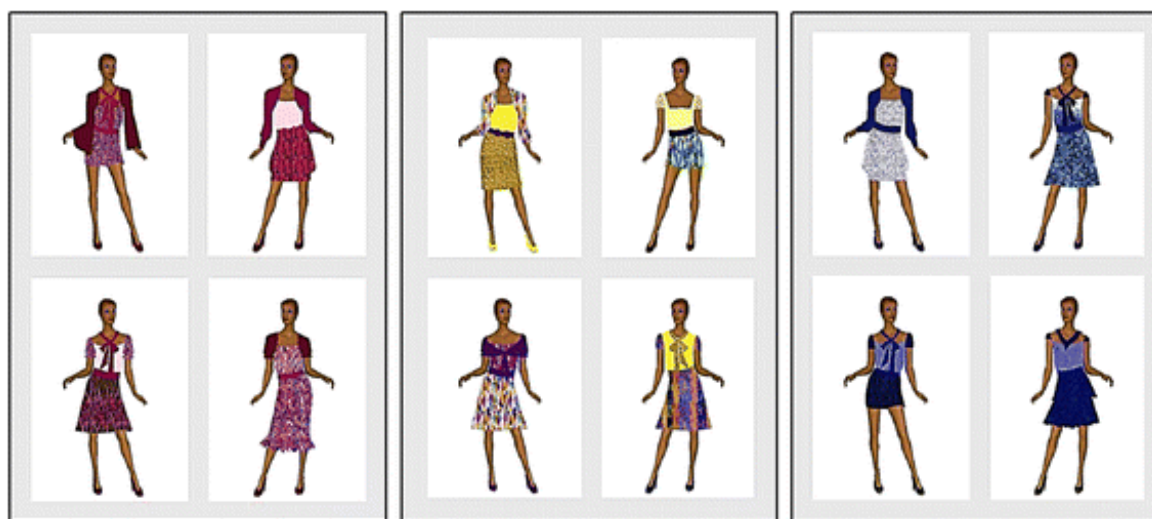


Рисунок 1.14 — Пример рекомендаций конструктивных и колористических решений на конкретную фигуру [169]

Большой объем научных работ проделан отечественными авторами в направлении *кастомизации обуви*, в том числе ортопедической, рассматриваются особенности и подходы в создании персонализированной обувной продукции [52-

54,63,66,67]. Модный дом *Gucci* успешно использует принципы массовой кастомизации при производстве не только одежды, но и обуви (рис. 1.15) [208].



Рисунок 1.15 — Кастомизированная обувь *Gucci* [208]

Gucci запустили на официальном веб-сайте сервис под названием «*Do It Yourself*» («Сделай сам»). Благодаря сервису, клиент способен индивидуализировать сумки и кроссовки, указав на них свои инициалы или добавив изображение. Персонализировать изделия *Gucci* можно также с помощью латинских букв из различных видов кожи, в том числе крокодиловой и питоньей, и цветного войлока [208].

Таким образом, проанализировав научно-практические труды зарубежных и отечественных авторов, выявлена необходимость в создании такого подхода, который определяет массовую кастомизацию ***как инструмент, влияющий на производственный процесс и жизненный цикл швейных изделий:***

- экспертная - требует перестроения всего процесса, включая изменение проектно-конструкторской документации (3D сканирование, изменение размерных признаков), взаимодействие с потребителем и т.д.;
- на уровне внешнего вида» - требует перестроения производственного процесса путем введения дополнительного оборудования на уровне технологических решений (оборудование для вышивки, 3D печать, аппликации, принты, лазерная резка и др.);
- модульная — незначительные изменения движения изделий при изготовлении в мелкосерийном или массовом производстве, изменения

технологии путем вмешательства на уровне ряда технологических операций (изменение внешнего вида за счёт изменения формы деталей, количества петель и пуговиц, формы борта и т.д.);

— комбинированная (смешанная) — сочетает в себе два или все вышеизложенные виды кастомизации.

Предложенный подход может оказывать влияние как на небольшие участки технологического процесса, так и на полный жизненный цикл изделия. Таким образом, целесообразно разделить влияние процесса кастомизации на производственный технологический процесс.

Классификация влияния кастомизации на производственный технологический процесс:

— минимальное (короткая цепочка производственно-технологического процесса) — когда кастомизация происходит на уровне определения размерных признаков фигуры клиента для базовой конструкции швейного изделия (рис 1.16);



Рисунок 1.16 — Жизненный цикл кастомизированного швейного изделия (при минимальном влиянии персонализации на производственный технологический процесс)

Процесс кастомизации швейного изделия начинается с указания клиентом данных о фигуре (указание размерных признаков типовой фигуры

(международная или российская классификация), указание размерных признаков нетиповой фигуры (индивидуальная фигура), либо клиент может пройти сканирование фигуры и получить личный аватар фигуры для дальнейшего подбора и примерки кастомизированного изделия). Далее происходит определение базовой конструкции швейного изделия (на типовую или нетиповую фигуру), после чего следует процесс раскроя и сборки деталей изделия (штучный, мелкосерийный или массовый). Финальным этапом служит процесс примерки персонализированного изделия путем его демонстрации на клиенте, на его аватаре, на виртуальном манекене (типовом или нетиповом) или примерка может отсутствовать;

– среднее (средняя цепочка производственно-технологического процесса) – когда кастомизация учитывает помимо размерных признаков фигуры клиента, выбор материала, цветового решения и/или выбор конструктивно-декоративных элементов (вышивка, перфорация, декор и др.) (рис. 1.17). Требуется введение в производственный процесс дополнительного оборудования на уровне технологических решений;

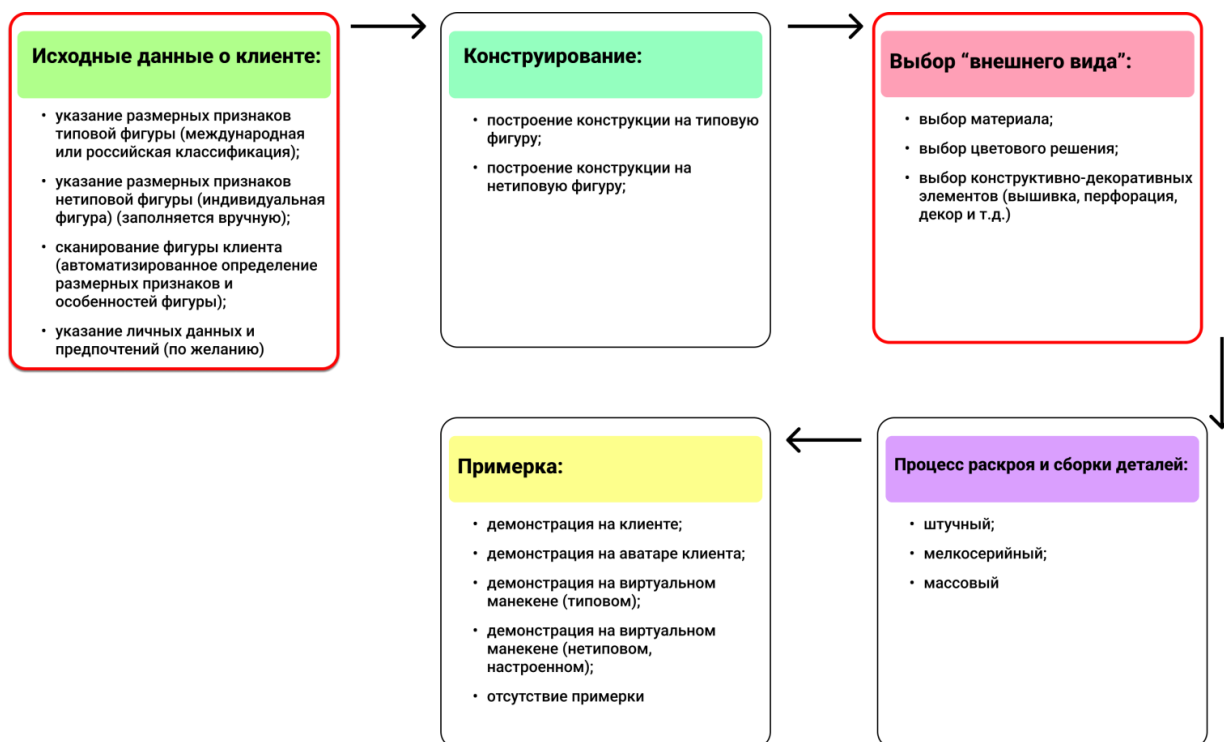


Рисунок 1.17 — Жизненный цикл кастомизированного швейного изделия (при среднем влиянии персонализации на производственный технологический процесс)

— высокое (длинная цепочка производственно-технологического процесса) — когда кастомизация включает моделирование базовых конструктивных элементов швейного изделия (трансформация внешнего вида за счёт изменения формы деталей, количества петель и пуговиц, формы борта и т.д.) (рис. 1.18);

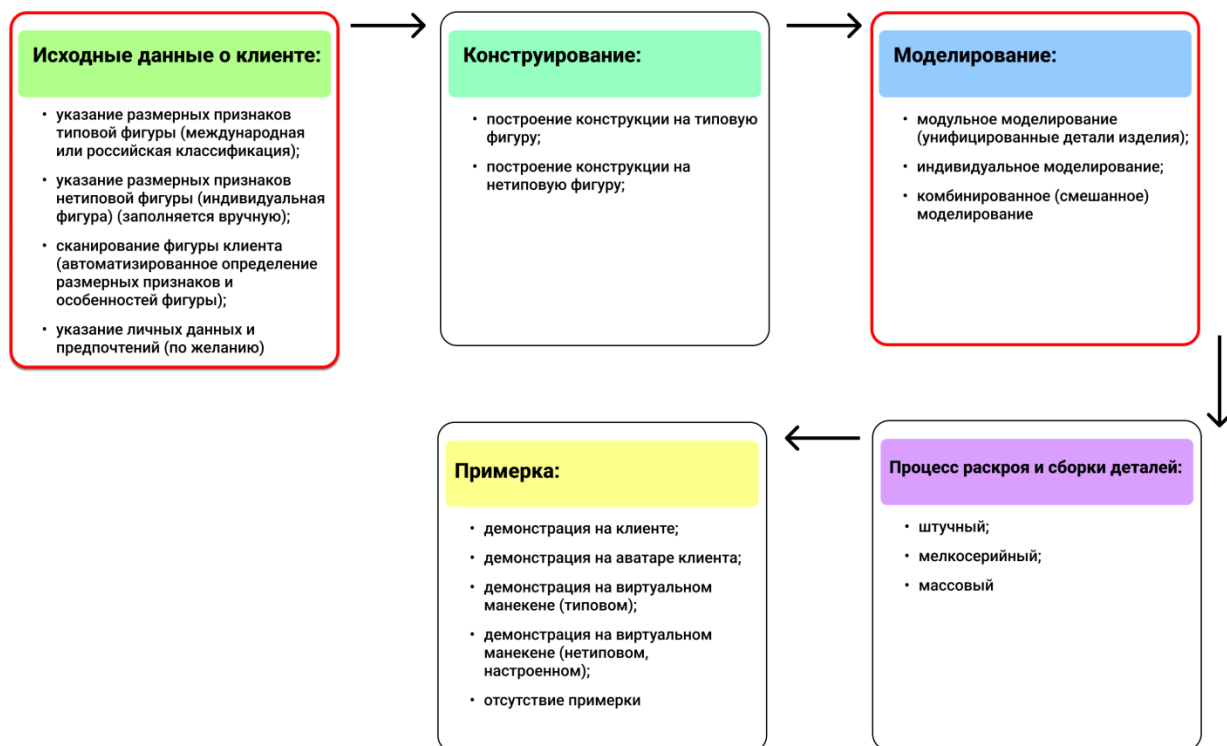


Рисунок 1.18 — Жизненный цикл кастомизированного швейного изделия (при высоком влиянии персонализации на производственный технологический процесс)

— максимальное (максимально длинная цепочка производственно-технологического процесса) — когда кастомизация включает все вышеизложенные производственно-технологические процессы (рис. 1.19).

При максимально длинной цепочке производственно-технологического процесса кастомизация происходит на всех возможных уровнях индивидуализации. Пользователь указывает свои исходные данные (размерные признаки, особенности фигуры и личные данные), определяется базовая конструкция швейного изделия (плечевое или поясное швейное изделие), на базе которого предоставляется перечень возможных структурных конструктивных элементов.

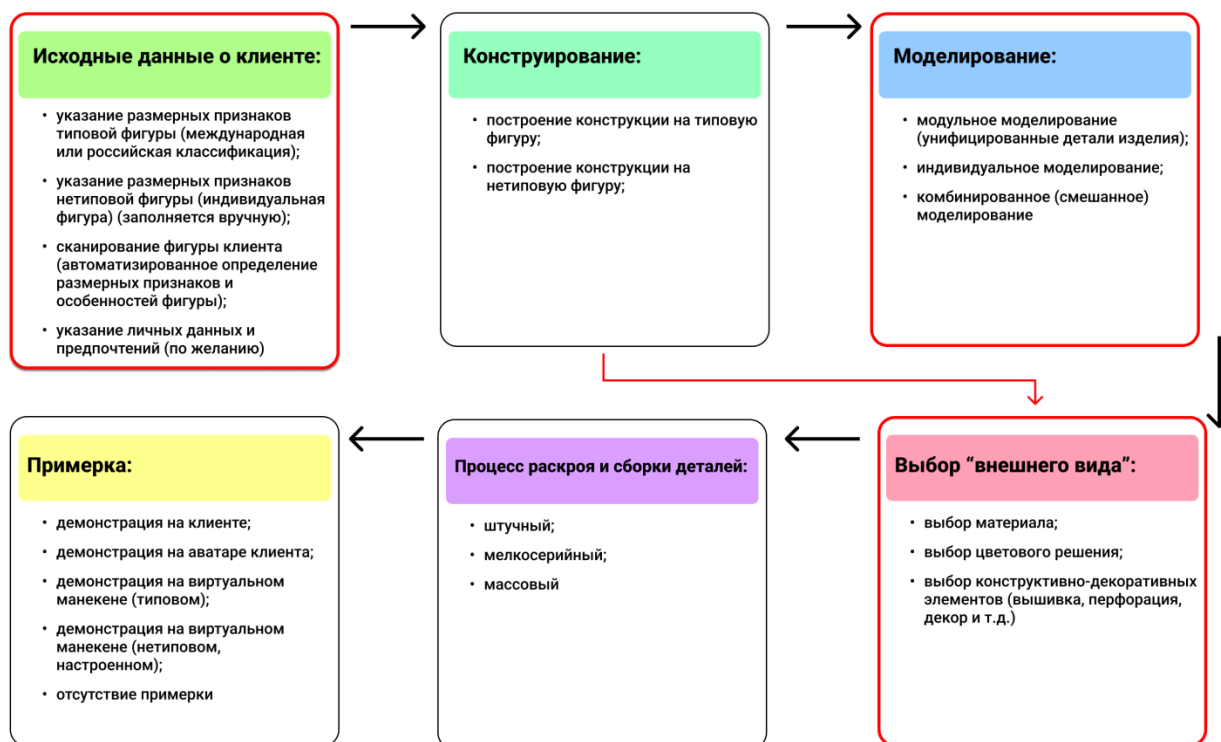


Рисунок 1.19 — Жизненный цикл кастомизированного швейного изделия (при максимальном влиянии персонализации на производственный технологический процесс)

Дальнейшим или параллельным этапом служит выбор компонентов, определяющих внешний вид проектируемого изделия (выбор материала, цветового решения, конструктивно-декоративных элементов); процессы раскроя и сборки деталей изделия (штучный, мелкосерийный, массовый) завершают изготовление кастомизированного продукта; проведение примерки полученного персонализированного изделия происходит по желанию клиента в виде демонстрации на клиенте, на его аватаре, на виртуальном манекене (типовом или нетиповом).

Анализ научных трудов зарубежных и отечественных авторов, позволил определить массовую кастомизацию как инструмент, влияющий на производственный процесс и жизненный цикл швейных изделий. Уровень влияния массовой кастомизации на производственный процесс может быть минимальным, не требующим перестроения технологического процесса, предусматривает незначительные изменения жизненного цикла путем вмешательства на уровне ряда технологических операций (изменение внешнего

вида за счёт изменения формы деталей, количества петель и пуговиц, формы борта и т.д.). Средним - требующим введения в производственный процесс дополнительного оборудования на уровне технологических решений, предназначенного, например, для выполнения вышивки, 3D печати, аппликации, нанесения принтов, выполнения лазерной резки. Высоким «под каждого клиента» - требует перестроения всего процесса проектирования как на этапах подготовки проектно-конструкторской документации, так и на этапах изготовления (3D сканирование, изменение размерных признаков, взаимодействие с потребителем и т.д.). Использование такого инструмента позволит предприятиям планировать уровень внесения изменений в производственный процесс и определить необходимость в закупке и обновлении оборудования для реализации подхода массовой кастомизации в собственной деятельности.

1.3 Анализ способов применения нейронных сетей для прогнозирования модных тенденций и оптимизации процессов проектирования швейных изделий

Сегодня тема искусственного интеллекта и нейронных сетей, их помощь в решении задач в разных сферах деятельности человека, включая прогнозирование модных тенденций и развитие рынка швейных изделий, широко обсуждается специалистами в области цифровых технологий. Перспективность данного направления отмечается и на федеральном уровне. Национальная стратегия развития искусственного интеллекта до 2030 года в Российской Федерации утверждена указом президента Российской Федерации от 10.10.2019 г. № 490 [6].

Важность данной темы подтверждает большое количество научных трудов отечественных и зарубежных исследователей. Разработка теоретических аспектов создания, обучения и функционирования нейросетей, нейрокомпьютеров и нейроинтеллекта представлена в фундаментальных работах таких авторов, как *Р. Вильяме, П. Вербос, Р. Земел, Йох-Хан Пао, Т. Кохоннен, Э. Минай, Ф. Розенблатт, Е. Хинт, Р. Каллан* [93,96].

Среди отечественных ученых, чьи труды послужили «первопроходцами» для развития нейросетей можно выделить *К.Е. Левитина, А.Н. Аверкина, А.Н. Борисова, В.И. Глушкова, И.З. Батырина, Р.А. Алиева, Т.А. Гаврилова, В.Н. Захарова, Д.А. Поспелова, И.В. Ежкова, В.В. Ермоленко, В.А. Маковского, О.И. Ларичева, Б.Г. Литвака, В.П. Мешалкина, К. Нейлора, Э.В. Попова, В.Ф. Хорошевского*. В их работах отражены различные аспекты влияния моделей искусственного интеллекта на проблемы управления и прогнозирования поведения сложных производственно-экономических объектов, в том числе вопросы проектирования экспертных систем [7,8].

В настоящее время в сфере легкой промышленности нейронное обучение широко используется в самых разных областях и направлениях, например, в обнаружении дефектов на полотнах [30, 89], прогнозировании свойств тканей [31], оценки качества швейных строчек [48], нейросетевом моделировании и управлении в производственно-экономической системе предприятия [11,24,25,49,58,64], управлении технологическими объектами и процессами [28,36-41,81], прогнозировании ассортимента обуви [20], прогнозировании и классификации модной одежды [60,82,109,122], распознавании элементов швейных изделий [128,137]. Качество принимаемых решений в большинстве случаев теперь сопоставимо, а иногда и опережает эффективность человека.

Класс глубоких нейронных сетей, который дает наиболее отчетливые эффекты при решении реальных проблем - это сверточная нейронная сеть (*Convolutional Neural Network, CNN*). Компании фэшн индустрии используют *CNN* для решения многих задач, таких как распознавание одежды, поиск одежды и рекомендации. Основным шагом для этих реализаций является классификация изображений. Авторы *Kayed M.* и *Anter A.* предлагают архитектуру *LeNet-5* на основе *CNN* для обучения параметров *CNN* на наборе данных *Fashion MNIST* [122]. Результаты экспериментов показывают, что модель *LeNet-5* (структура сверточной нейронной сети) достигла точности более 98%. Таким образом, она превосходит как классическую модель *CNN*, так и другие существующие в литературе современные модели.

Область исследований швейных изделий, использующая глубокие нейронные сети, оказывает сильное влияние на социальные сети, электронную коммерцию и мир моды. В работе *Majuran Shajini, Amirthalingam Ramanan* предлагается метод для решения визуального анализа швейных изделий на изображениях с целью их классификации по категориям и определения атрибутов путем создания упорядоченных макетов-ориентиров (рис. 1.20) [148]. Для лучшей классификации одежды система включает два конвейера внимания: внимание, ориентированное на структурные элементы, и внимание, ориентированное на пространственные каналы. Эти конвейеры внимания позволяют системе представлять многомасштабную контекстную информацию об ориентирах, тем самым повышая эффективность классификации за счет выявления важных функций и определения их местоположения на входном изображении. Авторы оценили предлагаемую сеть на двух крупномасштабных эталонных наборах данных: *DeepFashion-C* и *FLD* (обнаружении ориентиров моды).

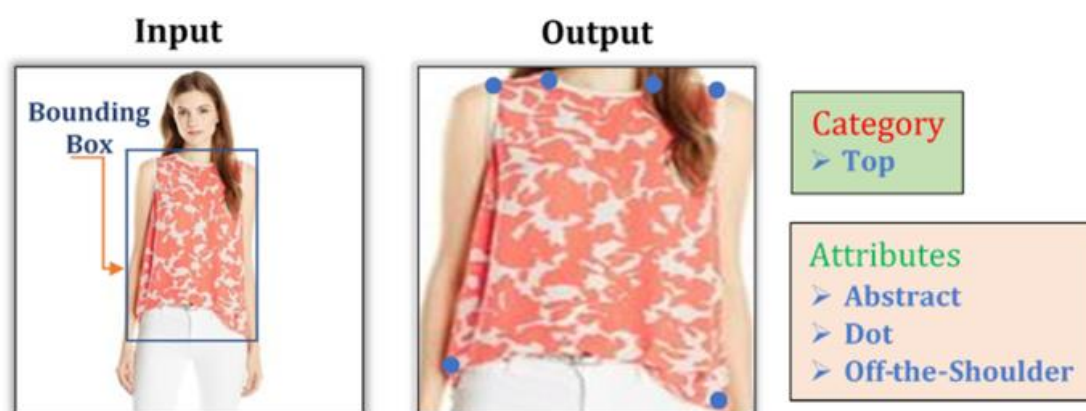


Рисунок 1.20 — Метод определения категории одежды и предсказания атрибутов путем создания упорядоченных макетов ориентиров [148]

Kai Z., Feng J., Sutcliffe R., Xiaoyu W., Qirong B. предлагают в своей работе «*Multi-depth Dilated Network for Fashion Landmark Detection*» новый блок *Multi-Depth Dilated (MDD)*, который состоит из разного количества параллельных расширенных сверток, позволяющих *MDD* эффективно извлекать крупномасштабную контекстную информацию на разных уровнях и, следовательно, получать информацию об относительных позиционных отношениях между ключевыми точками [119].

Одна из актуальных проблем для предприятий легкой промышленности – это проблема прогнозирования будущего спроса на свою продукцию. Это связано с постоянно меняющимся выбором потребителей, на который влияют быстро меняющиеся рыночные тенденции, что приводит к короткому жизненному циклу швейного продукта. Компаниям по производству одежды необходимо заранее предсказать будущие предпочтения потребителей, однако им не хватает передовых инструментов для достижения этой цели. Чтобы решить эту проблему, авторы *Giri C., Thomassey S., Balkow J., Zeng X.* предлагают метод глубокого обучения и прогнозирования будущих продаж [113]. Изображения одежды преобразуются в векторы функций, а затем объединяются с данными о продажах. Авторы применили модель нейронной сети с обратным распространением для прогнозирования продаж нового продукта. Было обнаружено, что модель работает достаточно хорошо, несмотря на небольшой размер набора данных.

Fa'en Z., Chen W., Ze H. в своей работе описывают устройство прогнозирования модных тенденций в одежде на основе глубокого обучения [109]. Структура устройства включает в себя систему сбора данных, систему предварительной обработки данных, систему обработки изображений, систему генерации моделей и систему вывода результатов. Система сбора данных используется для получения популярных изображений одежды и информации на протяжении многих лет. Система предварительной обработки данных используется для предварительной обработки изображений и информации, полученной системой сбора данных. Система обработки изображений используется для выделения деталей одежды на изображении. Система генерации моделей используется для интеграции данных, а система вывода результатов используется для вывода рейтинга одежды по популярности в соответствии с полученными результатами.

В статье «*Deep Learning for Fashion Style Generation*» авторы *Jiang S., Li J., Fu Y.* предлагают структуру генератора и подбора стилизованных решений швейных изделий (*FashionG*) и пространственно-ограниченную структуру *FashionG (SC-FashionG)* для комбинирования стилей и их сопоставления (рис. 1.21) [117].

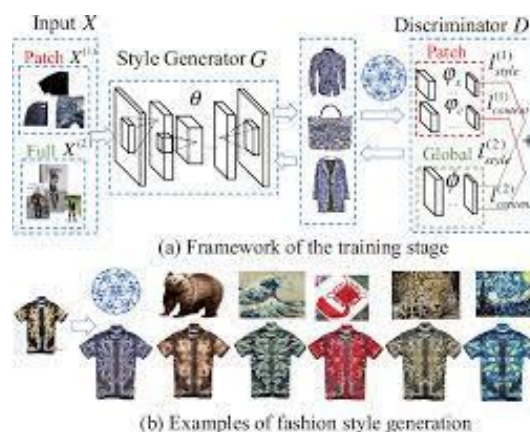


Рисунок 1.21 — а. рамки тренировочного этапа, б. примеры генерации модного стиля [117]

И *FashionG*, и *SC-FashionG* представляют собой нейронные сети со сквозной прямой связью, которые состоят из генератора преобразования изображений и дискриминатора для сохранения контента на глобальном и локальном уровне.

Развитие моделей глубокого нейронного обучения в обработке изображений и видео приводит к появлению новых приложений искусственного интеллекта в индустрии моды. *Lomov I., Makarov I.* рассматривают применение генеративных состязательных сетей и нейронной передачи стилей для последующей демонстрации швейных изделий [131]. Модель генерирует людей в одежде с учетом различных модных предпочтений, цветовых и стилевых решений. Авторы утверждают, что на индустрию виртуальной моды сильно влияет точность создания индивидуализированной модели человека (рис. 1.22).



Рисунок 1.22 — Пример сгенерированной модели тела. Слева направо: одежда, результат генерации модели, эталонное изображение и поколение VITON [131]

Авторы *Li P., Li Y., Jiang X., Zhen X.* в своей работе представляют двухпоточковую многозадачную сеть для распознавания элементов швейного изделия [128]. Это сложная задача, поскольку модная одежда всегда содержит несколько атрибутов, которые необходимо прогнозировать одновременно для промышленных систем в реальном времени. Чтобы справиться с этими задачами, авторы преобразуют распознавание элементов одежды в многоуровневую задачу обучения, включая обнаружение ориентиров, классификации категорий и атрибутов, и решают ее с помощью предлагаемой глубокой сверточной нейронной сети (рис. 1.23). Авторы разработали две стратегии обмена знаниями, которые позволяют передавать информацию между задачами и повышать общую производительность.

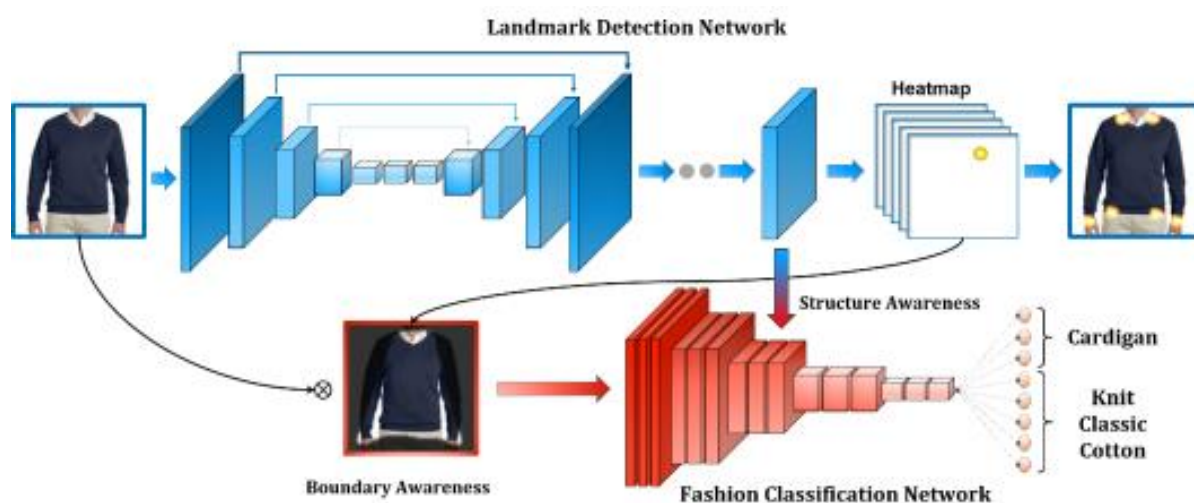


Рисунок 1.23 — Конвейер предлагаемого фреймворка [128]

Предложенная модель отвечает современным требованиям по распознаванию структурных элементов швейного изделия.

Yamamoto T. и Nakazawa A. разработали метод создания улучшенного алгоритма распознавания стилевого решения одежды, компонентно-зависимых сверточных нейронных сетей (*CD-CNN*) (рис. 1.24) [155]. Авторы выполнили классификацию по объединенным выходам *CD-CNN* и систем опорных векторов (*SVM*). Экспериментальные результаты с использованием наборов данных *HipsterWars* и *FashionStyle14* доказывают, что метод эффективен.

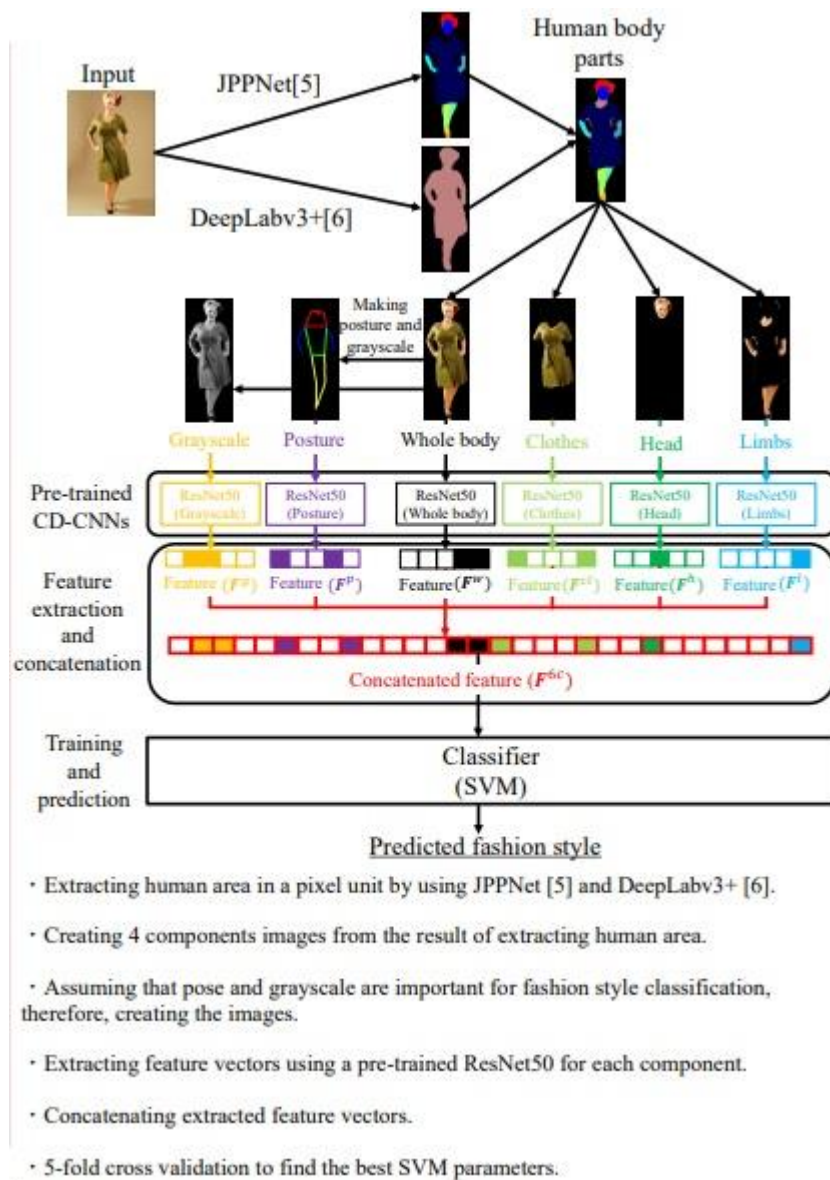


Рисунок 1.24 — Метод алгоритма распознавания стиля одежды, компонентно-зависимых сверточных нейронных сетей (CD-CNN) [155]

Многие крупномасштабные базы данных изображений, такие как *ImageNet*, имеют значительно расширенную классификацию изображений и другие инструменты визуального распознавания. Однако большая часть этих наборов данных построена только для однокомпонентной и грубой классификации на уровне объектов. Для современных приложений зачастую требуется несколько меток и детализированных категорий, однако таких наборов данных существует очень мало, особенно крупномасштабных и высококачественных. *Guo S., Huang W., Zhang X., Srikhanta P., Cui Y., Li Y., Adam H., R. Scott M., Belongie S.* предлагают новый набор данных под названием *iMaterialist Fashion Attribute (iFashion-*

Attribute) для решения этой проблемы в области легкой промышленности (рис. 1.25) [114]. Набор данных состоит из более чем одного миллиона модных изображений с пространством меток, которое включает в себя 8 групп по 228 детализированных атрибутов. Каждое изображение снабжено комментариями экспертов относительно структурных элементов изделий.



Рисунок 1.25 — Примеры набора данных *iFashion-Attribute* из 4 групп атрибутов: узор, декольте, стиль и категория [114]

Классификация объектов - это процесс присвоения объектам номера класса в соответствии с особенностями уровня объекта. Методы машинного обучения обычно обеспечивают точные результаты прогнозирования для задачи классификации объектов. *Yildirim P. и Birant D.* предложили новую усовершенствованную архитектуру нейронной сети, которая содержит сверточный, максимальный пул и полностью связанные уровни для классификации швейных изделий [158]. В исследовании сравнивается предложенная сверточная нейронная сеть (*CNN*) с методами ансамблевого обучения (например, *Bagging*, *Random Forest* и *AdaBoost*) с точки зрения точности

классификации. Результаты показывают, что предложенная модель *CNN* дает лучшие результаты классификации, чем методы ансамблевого обучения.

Lee S., Oh S., Jung C., Kim C. предлагают сеть обнаружения визуальных элементов одежды с глобально-локальным модулем встраивания [126]. Модуль глобально-локального внедрения основан на нелокальной операции для захвата зависимостей дальнего действия и последующей операции свертки для принятия отношений локального соседства. С помощью этой обработки сеть может учитывать как глобальные, так и локальные контекстные знания для изображения одежды. Предложенный метод обладает отличной способностью изучать расширенные представления глубоких функций для обнаружения визуальных элементов швейных изделий.

Прогнозирование модных тенденций - важная задача как для академического сообщества, так и для промышленности. На пути к глубокому прогнозированию модных тенденций, работа *Ma Y., Ding Y., Xun Yang X., Lizi Liao L., Keung Wong W., Chua T.-S.* посвящена детальному исследованию элементов изделий, тенденций для конкретных групп пользователей [137]. Проведен масштабный отбор данных о модных тенденциях (*FIT*), собранный из *Instagram* с извлеченными записями структурных элементов одежды временного ряда и пользовательская информация. Кроме того, чтобы эффективно моделировать данные временных рядов структурных элементов с довольно сложными шаблонами, предложена модель рекуррентной сети (*KERN*), которая использует преимущества глубоких рекуррентных нейронных сетей в моделировании данных временных рядов. Более того, она использует внутренние и внешние знания в области *fashion*-индустрии, которые влияют на модели временного ряда и тенденции.

Al-Halah Z., Stiefelhaven R., Grauman K. представляют первый подход для предсказания популярности стилей, обнаруженных на основе комплекса структурных и визуальных элементов швейного изделия (рис. 1.26) [100].

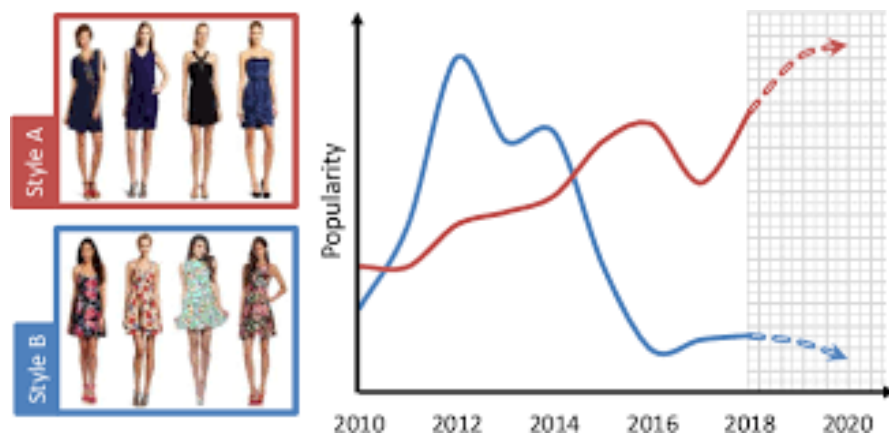


Рисунок 1.26 — Прогнозирование популярности стилей А и В с 2010 г. по 2020 г. [100]

Полученная авторами модель прогнозирования способна выдвинуть гипотезу о предстоящих актуальных стилевых решениях швейных изделий, выявить их динамику и определить ключевые визуальные и структурные атрибуты перспективных моделей соответствующего стилевого решения.

Mall U., Matzen K., Hariharan B., Snavelly N., Bala K. предложили автоматизированную структуру анализа большого объема изображений моделей одежды для (а) обнаружения и прогнозирования долгосрочных тенденций различных визуальных и структурных атрибутов одежды, а также стилевых решений и (б) пространственно-временного определения локальных событий, влияющих на выбор потребителей [135].

В исследовании *Chi Eun Kim, Hwa L. J.* анализируются тенденции в розничной торговле швейных изделий, вызванные четвертой промышленной революцией. Анализ происходит с точки зрения конвергенции большого объема данных и использования искусственного интеллекта [107]. Во-первых, такие компании, как «*Edited*» и «*Stylumia*», предлагают решения, поддерживающие стратегические задачи модных брендов и модных ритейлеров путем анализа большого объема данных с помощью искусственного интеллекта. Во-вторых, конвергенция большого объема данных с помощью искусственного интеллекта увеличивает персонализированное обслуживание в Интернете. В-третьих, идеи, полученные с помощью искусственного интеллекта, помогают создавать новые платформы для розничной торговли одеждой (*Botshop* и *Lyst*). Наконец,

искусственный интеллект и наличие большого объема данных помогают в проектировании актуальных моделей швейных изделий.

Потребители стали более требовательными и менее предсказуемыми в своем покупательском поведении, которое предполагает высокое качество товара, гарантированную доступность и быструю доставку. В исследовании *Kharfan M., Vicky Wing Kei Chan* основное внимание уделяется прогнозированию спроса с помощью методов машинного обучения и определения значимых переменных-предикторов, которые способны повысить точность прогнозов [124]. Полученные результаты прогнозов сравнивались, чтобы представить преимущества подходов машинного обучения. Предложенный подход был применен ведущей компанией в сфере розничной торговли швейных изделий для прогнозирования спроса на новые коллекции без учета исторических данных.

В условиях растущей конкуренции в сфере розничной торговли швейных изделий компании часто применяют стратегии, направленные на корректировку характеристик товаров, чтобы максимально удовлетворить потребности и предпочтения клиентов. Хотя жизненные циклы модных товаров очень короткие, определение запасов и стратегий закупок может быть подкреплено большим объемом исторических данных, которые собираются и хранятся в базах данных компаний. В исследовании *Loureiro A., Miguéis V.L., M. da Silva L.F.* рассматривается использование подхода глубокого обучения нейронной сети для прогнозирования продаж коллекций одежды будущих сезонов [132]. Это исследование направлено на поддержку компании, занимающейся розничной торговлей швейных изделий, помощь в ее закупочных операциях. Анализируемый набор данных предоставлен этой компанией. Система прогнозирования разработана с учетом широкого и разнообразного набора переменных, а именно физические характеристики изделий и экспертные оценки. Кроме того, в данном исследовании сравниваются прогнозы продаж, полученные с помощью глубокого обучения, с прогнозами, полученными с помощью набора неглубоких методов, например, «деревьев решений», опорной векторной регрессии, искусственных нейронных сетей и линейной регрессии.

В статье *Chen M., Qin Y., Qi L., Sun Y.* предлагают модульную систему улучшения функции двойного внимания (*DAFE*), которая усиливает извлеченные функции за счет адаптивного повторного использования низкоуровневых деталей изображения и выделения информативных частей [106]. *DAFE* улучшает попиксельную информацию посредством захвата пространственных деталей из низкоуровневых функций с помощью матрицы управления вниманием, которая генерируется из высокоуровневых. *DAFE* подчеркивает особенности, связанные с задачами, путем моделирования долгосрочных отношений между каналами.

В исследовании *Wang Z. и Quan H.* используют последовательное обучение глубокой сети, чтобы обучить сквозную модель автоматизировано проектировать швейные изделия [153]. Сначала авторы формируют модель двунаправленной долгосрочной/краткосрочной памяти (*Bi-LSTM*), чтобы раскрыть концепцию совместимости между структурными элементами в одежде. Затем предлагается модель на основе системы параллельного наблюдения за моделью *Bi-LSTM*, чтобы обученная модель могла фиксировать визуальные особенности одежды. Чтобы оценить эффективность и практичность предложенной модели, разработаны две репрезентативные задачи. Одна из них оценивает внешний вид имеющихся швейных изделий, другая – данные структурных элементов швейных изделий.

Авторы *Li Y., Cao L., Zhu J., Luo J.* предлагают систему машинного обучения для автоматизированного проектирования швейных изделий [130]. Ядро предлагаемой системы анализирует композиционные решения внешнего вида и метаданные швейного изделия. В своей работе авторы используют компонент скоринга. Компонент скоринга - это мультимодальная многоэкземплярная система глубокого обучения, которая одновременно оценивает внешний вид изделия и устанавливает совместимость. Чтобы обучить и оценить предложенную систему, авторы сформировали базу данных перспективных моделей одежды, включающую 195 тысяч швейных изделий и 368 тысяч структурных и визуальных элементов швейных изделий от *Polyvore*.

В своей работе авторы *Шарстнёв В. Л. и Вардомацкая Е. Ю.* рассматривают применение концепции нейронных сетей для исследования и прогнозирования

поведения объектов швейного производства, основываясь на имеющихся наборах прикладных программ [90,91]. Основное внимание в данной работе занимает формирование математической нейромодели, которая способствует выдаче отклика Y для нового перечня первичных данных с точностью не менее 5 процентов. Данная модель показывает связь между значениями хозяйственной деятельности организации $Y1$, $X1-X14$ (входы модели) и поквартальным индексом уменьшения себестоимости товара Y (%) (выход модели). В перспективе ее допускается применять для прогнозирования развития компании.

Подводя итог анализа научных трудов отечественных и зарубежных авторов, выявлены основные достоинства и недостатки *CNN*.

Среди достоинств сверточных нейронных сетей можно выделить:

1. Применение ядер свёртки предоставляет, в отличие от полносвязанной нейронной сети, меньшее число настраиваемых весовых коэффициентов, что ведет к сокращению времени и расчетных ресурсов на процесс обучения сети.

2. Эксплуатация ядер свёртки также избавляет от попиксельного запоминания (фиксирования), стимулирует сеть к процессу обобщения предлагаемых данных. Восприятие локальное позволяет сберечь топологию визуального материала от слоя к слою при существенном уменьшении вычислительных операций. С помощью считывания всей области, а не конкретных точек, подход учитывает свойства визуального материала, что повышает качество распознавания.

3. Робастность алгоритмов к сдвигам и поворотам.

4. Частичная инвариантность к масштабу за счёт субдискретизации.

5. Сеть проходит обучение благодаря классическому методу обратного распространения ошибки, также допускаются и иные методы тренировки сети (включая методы «без учителя», например, *patch-based training*, когда последующий слой свёртки проходит обучение на фрагментах уже обученного начального слоя). Допускаются иные технологии глубокого обучения: свёрточная версия разреженного кодирования (*sparse coding*), также известная как развёртывающая сеть (*deconvolutional networks*, *DNN*), сверточная версия

каскадных машин Больцмана, тренирующихся за счёт математического аппарата, сверточный авто-ассоциатор.

Недостатками сверточных нейронных сетей являются:

1. Длительное время обучения (несколько дней и более) для нейросети с количеством слоёв свёртки больше двух. Классификатор визуальных элементов одежды проходит обучение в среднем более 63 часов.

2. Требуется большое число примеров для прохождения обучения. При формировании классификаторов визуальных элементов одежды применялась зачастую база *MNIST*, которая включает свыше 60 тысяч тренировочных образов с цифрами от 0 до 9 разного начертания.

3. Применима в основном для распознавания визуального материала.

4. Высокая вероятность повторного обучения нейросети при дефиците примеров для тренировки с учителем.

5. Достаточно много варьируемых параметров нейросети: число слоёв, число ядер для каждого из слоёв, размер ядра свёртки для каждого из слоёв, шаг сдвига, вынужденное использование слоёв подвыборки, степень снижения ими размерности, передаточная функция нейронов, функция по снижению размерности (выбор максимума, среднего и т.п.). Данные значения существенно оказывают влияние на итог, но отбираются учеными эмпирически для каждой поставленной задачи.

Таким образом, проанализировав виды нейронных сетей и их практическое применение в области легкой промышленности, выявлена актуальность использования сверточной нейронной сети для решения задачи диссертационной работы, а именно определение и отбор модных форм моделей швейных изделий для дальнейшей рекомендации пользователям при проектировании кастомизированной швейной продукции.

1.4 Анализ существующих способов реального и виртуального взаимодействия потребителей и производителей одежды

За последние годы легкая промышленность уверенно шагнула вперед благодаря интенсивному развитию средств информационных технологий. Произошло существенное изменение в области автоматизации проектирования швейных изделий [22,23]. Одним из самых востребованных направлений развития в легкой промышленности по праву стало применение концепции массовой кастомизации. Производители вкладывают большие средства в разработку программных продуктов, с помощью которых потребитель может выбрать соответствующую по размеру и хорошо сидящую на фигуре одежду. Цифровые технологии, системы трехмерного сканирования фигуры человека и виртуального моделирования конструкций одежды позволяют покупателю приобрести уникальную и индивидуализированную вещь, которая будет отвечать его личным требованиям, будь то цветовое решение изделия, его конструкторская особенность или технологическая обработка [74].

Миллениалы, как одно из самых многочисленных поколений на сегодняшний день в мире, стимулирует спрос на индивидуализированные продукты. Персонализаторы, как их называет опрос *YouGov*, в преобладающем большинстве (86% опрошенных в США, 2019 год) считают массовую кастомизацию привлекательной и полезной [215]. Цифровые технологии меняют экономику производства и, конечно, модную индустрию. В отчете *Deloitte* отмечается, что половина потребителей заинтересованы в индивидуальных продуктах и были бы готовы платить больше и ждать дольше, если бы они могли играть активную роль в дизайне [206]. Это способствует формированию новых гибких моделей, аналитики, автоматизации и адаптивных цепочек поставок, открывая новые двери для индивидуального производства. Согласно опросу *YouGov* в апреле 2018 г., 26% потребителей в США персонализировали продукт. Одежда и обувь (29%), а также продукты питания и напитки (29%) были наиболее распространенными категориями для покупки личных вещей [205]. Довольно

много компаний применяют массовую кастомизацию как стратегию по привлечению клиентов либо в офлайн магазинах, либо в интернет-магазинах. Есть ряд хорошо известных примеров, таких как *General Motors*, *Ford* и *Toyota* в автомобильной промышленности, и *Nike iD*, *mi adidas*, *Puma*, *Lands 'End*, *Louis Vuitton*, *Burberry* и *Brooks Brother* в индустрии моды, включая люксовые бренды и бренды спортивной одежды, а также *Proctor and Gamble* в сфере товаров повседневного спроса. В таблице А 1 (ПРИЛОЖЕНИЕ А) перечислены примеры массовой кастомизации в различных отраслях промышленности.

Выбирая тот или иной элемент кастомизации, потребитель тем самым влияет на производственные и технологические процессы. Каждый выбранный компонент кастомизации подразумевает систему определенных производственных операций, а также возможное привлечение дополнительного оборудования и устройств.

Классификация **уровней взаимодействия потребителя с производственно-технологическими процессами** при создании кастомизированного швейного изделия (в формате предоставления кастомизированных инструментов и настроек в цифровом поле проектирования организации) включает (рис. 1.27):

- 1й уровень (начальный) — характеризуется короткой цепочкой производственно-технологического процесса, когда пользователь указывает размерные характеристики своей фигуры;
- 2й уровень (средний) — характеризуется средней цепочкой производственно-технологического процесса, когда персонализация включает помимо размерных признаков фигуры потребителя, выбор материала, цветового решения и/или выбор конструктивно-декоративных элементов (вышивка, перфорация, декор и др.);
- 3й уровень (высокий) — характеризуется длинной цепочкой производственно-технологического процесса, когда кастомизация включает моделирование базовых конструктивных элементов швейного изделия

(трансформация внешнего вида за счёт изменения формы деталей, количества петель и пуговиц, формы борта и т.д.);

– 4й уровень (максимальный) — характеризуется максимально длинной цепочкой производственно-технологического процесса, когда учитываются все вышеизложенные производственно-технологические процессы 1,2 и 3-го уровней.

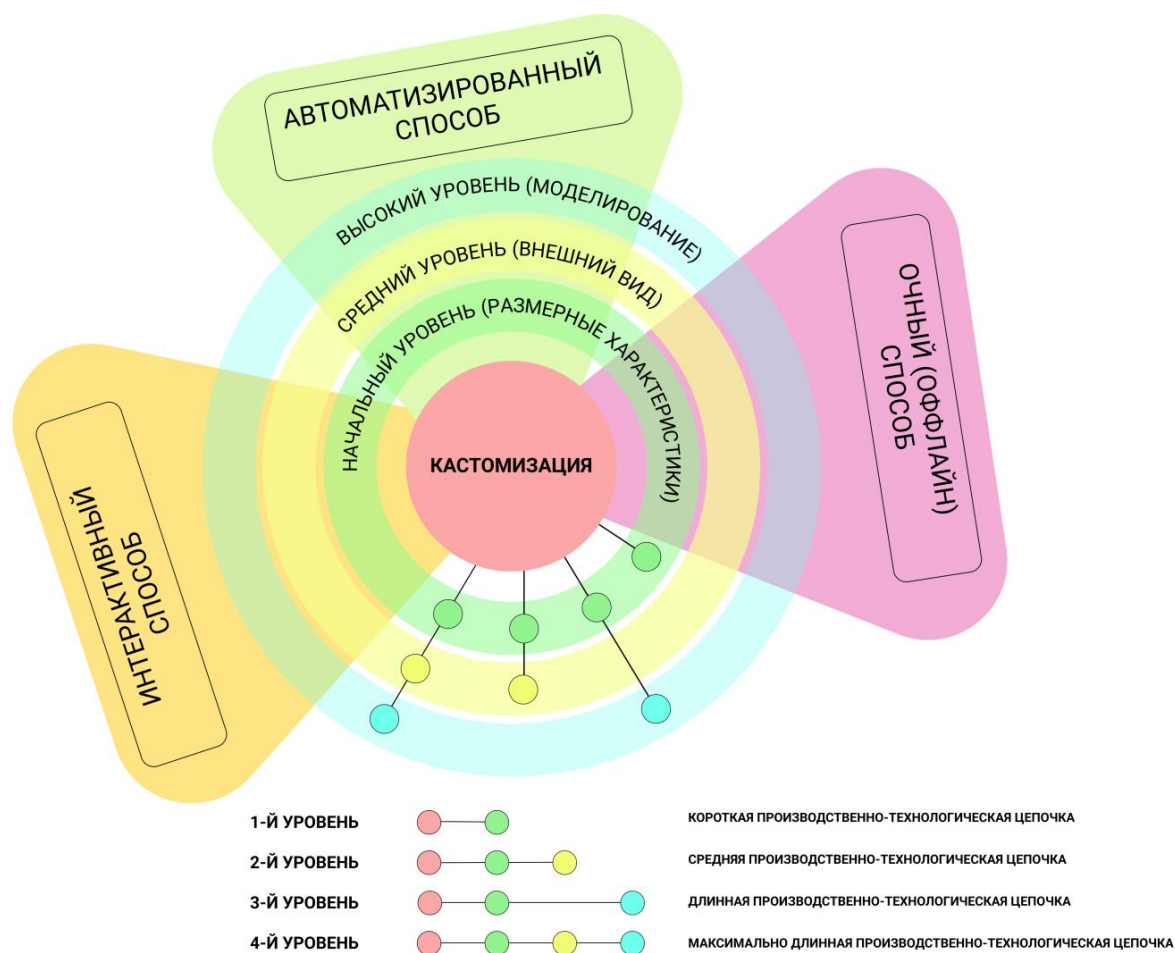


Рисунок 1.27 — Влияние кастомизации на производственно-технологический процесс и процесс взаимодействия с потребителем

Способы взаимодействия производителя с потребителем в рамках кастомизированного проектирования швейного изделия можно классифицировать следующим образом (рис. 1.27):

– автоматизированный — сборка всех выбранных клиентом структурных и визуальных элементов проектируемого швейного изделия происходит автоматически с запуском в производство без согласования с оператором (примеры, *Burberry, Hockerty, iTailor, Рубашка на заказ* и др.);

- интерактивный — внесение изменений в настройках кастомизации и поэтапное согласование изменений с помощью удаленного взаимодействия с оператором, привлечением интернет-инструментов и цифровизации (примеры, *Shishkin*, *Твой принт*, *Gucci* и др.);
- очный (оффлайн) — когда потребитель обращается в филиал (шоурум, специализированные площадки кастомизации, торговый центр), выполняет ряд действий по измерению фигуры, выбору материалов, дизайна и изменению изделий в реальной среде с привлечением портных, дизайнеров и т.д. (примеры, *Глория джинс*, *Levi's Tailor Shop*, *H&M* и др.).

На примере компании *Hockerty* продемонстрирован автоматизированный способ взаимодействия производителя с потребителем в рамках кастомизированного проектирования мужской сорочки. Рисунок 1.28 показывает поэтапный переход действий потребителя в цифровом поле кастомизации изделия от одного уровня к другому, меняя тем самым цепочку производственно-технологического процесса.

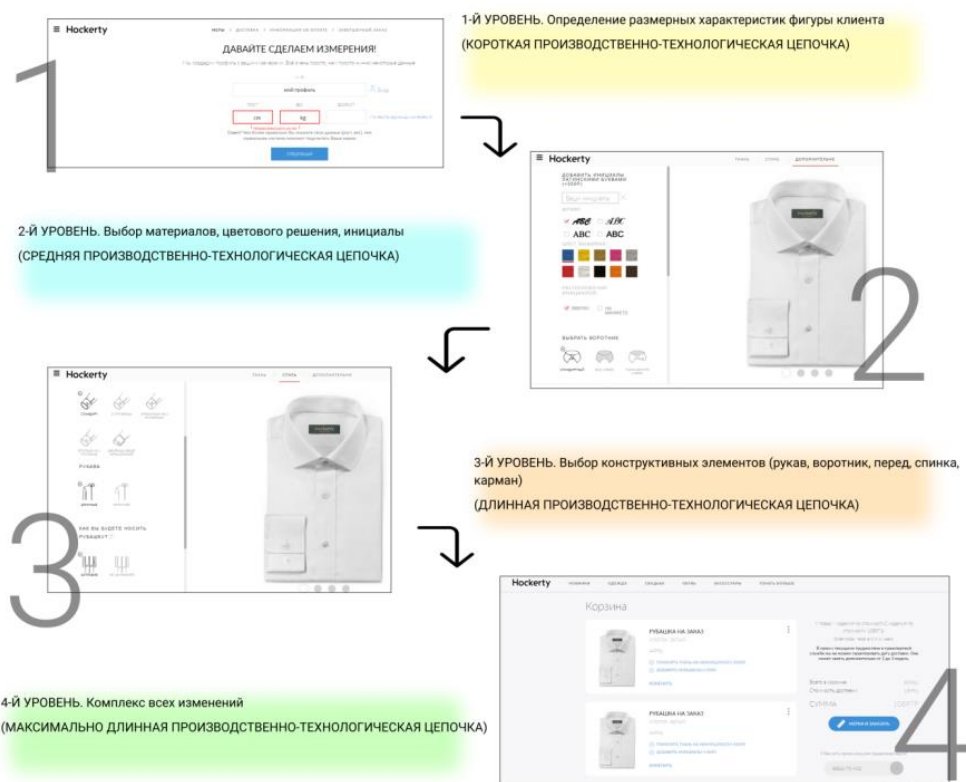


Рисунок 1.28 — Взаимодействие потребителя с производителем *Hockerty* в рамках кастомизации мужской сорочки

В Приложении Б приведен анализ существующих компаний, осуществляющих персонализацию одежды по запросу пользователя с позиции уровня влияния на технологический процесс. В таблице Б1 Приложения Б представлены примеры разных уровней взаимодействия клиента с производственно-технологическим процессом в рамках кастомизированного проектирования.

Залогом успешно спроектированных моделей, удовлетворяющих потребности клиентов, служит грамотно выстроенная взаимосвязь потребителей и производителей одежды. Для этого создаются программные и цифровые продукты для удобного, доступного, понятного и комфортного определения персональных потребностей клиентов, а именно, сайты-конструкторы, приложения, программные продукты, которые помогают потребителю создать свою индивидуализированную модель швейного изделия.

Выводы по первой главе

1. Сформулирован новый подход к пониманию массовой кастомизации как инструмента, влияющего на производственный процесс и жизненный цикл швейных изделий. Уровень влияния массовой кастомизации на производственный процесс может быть минимальным, не требующим перестроения технологического процесса, предусматривает незначительные изменения жизненного цикла путем вмешательства на уровне ряда технологических операций; средним - требующим введения в производственный процесс дополнительного оборудования на уровне технологических решений; высоким - требует перестроения всего процесса проектирования, как на этапах подготовки проектно-конструкторской документации, так и на этапах технологии изготовления. Использование такого инструмента позволит предприятиям планировать уровень внесения изменений в производственный процесс и определить необходимость в закупке и обновлении оборудования для реализации подхода массовой кастомизации в собственной деятельности.
2. Проанализированы направления применения искусственного интеллекта в легкой промышленности, выявлено, что качество принимаемых решений в прогнозировании ассортимента одежды и обуви, классификации модной одежды, распознавании элементов швейных изделий в большинстве случаев сопоставимо, а зачастую опережает эффективность человека. Выявлена актуальность использования сверточной нейронной сети для решения задачи диссертационной работы, а именно для определения и отбора модных форм моделей мужского костюма для дальнейшей рекомендации пользователям при проектировании кастомизированной швейной продукции.
3. Анализ процессов происходящих в легкой промышленности показал, что существует необходимость разработки метода автоматизированного проектирования ассортиментных промышленных коллекций с учётом принципов массовой кастомизации. Основными составляющими такого метода должны стать: развитие способов получения точной информации об антропометрических

характеристиках тела человека, применение обученных нейронных сетей для выбора модных форм мужского костюма с учетом модных тенденций и хронологической сменяемости и метод агрегатирования большого количества вариантов внешнего вида будущих изделий в промышленной коллекции.

4. Исследованы способы взаимодействия потребителя и производителя в процессе создания персонализированных моделей одежды из промышленных коллекций. Предложено три варианта **взаимодействия производителя с потребителем**, которые следует использовать при реализации результатов диссертационной работы: *автоматизированный* — *персонализация изделия происходит* автоматически с запуском в производство без согласования с оператором; *интерактивный* — внесение изменений в настройках кастомизации и поэтапное согласование изменений с помощью удаленного взаимодействия с оператором; *очный (оффлайн)* — когда потребитель обращается в филиал. Доказано, что оптимальным методом является грамотно выстроенная взаимосвязь потребителей и производителей одежды с помощью программных и цифровых продуктов для удобного, доступного, понятного и комфортного определения персональных потребностей клиентов.

2 РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЦИФРОВОГО ОБРАЗА ФИГУРЫ

Для снижения технологической зависимости отечественной легкой промышленности от зарубежных стран особую важность приобретает создание и внедрение инновационных технологий, современного оборудования и программного обеспечения. Производство требует подготовленных специалистов, которые умеют применять цифровые технологии на всех этапах создания швейного изделия. Развитие современных мобильных устройств позволяет потребителю принимать активное участие как в процессах онлайн выбора и приобретения одежды, так и в процессе создания новых моделей одежды [75]. А для этого необходим новый подход к определению, аккумулированию, систематизации и преобразованию антропометрической информации о потенциальных потребителях продукции [142].

Именно задача создания эффективного инструментария для получения информации о форме поверхности тела человека в цифровом виде является основной движущей силой, которая обеспечила переход целого ряда процессов в легкой промышленности в цифровой вид [9,18]. А результатом решения этой задачи стала технология трехмерного сканирования. Востребованность данного направления исследований подтверждает ежегодно проводимая техническая конференция *3DBody Scanning Technologies*, которая является ведущей технической платформой в мире, посвященной отраслевым разработкам в области 3D-сканирования человеческого тела и новейшим измерительным технологиям в данном секторе.

В Российской Федерации в 2020-2021 году принят ряд национальных стандартов, связанных с цифровизацией производственных процессов. В сентябре 2021 г. утвержден ГОСТ Р 57700.37–2021 «Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения» [3]. Впервые в мире вводится нормативный документ, сфокусированный на создании изделий с помощью технологии цифровых двойников. Введено определение «цифровая

модель изделия», стандартизованы следующие понятия: «цифровые (виртуальные) испытания», «цифровой (виртуальный) испытательный стенд» и «цифровой (виртуальный) испытательный полигон».

А в области цифровизации процессов легкой промышленности введен ГОСТ Р ИСО 8559-1-2020 «Обозначения размеров одежды. Часть 1. Антропометрические определения для измерения параметров тела человека» [5]. Стандарт идентичен международному стандарту *ISO 85559-1:2017 «Size designation of clothes – Part 1: Anthropometric definitions for body measurement»* и определяет перечень объективных и субъективных методов, инструментов и механизмов для 3D анализа тела человека.

Базовые принципы трехмерного сканирования указывают на то, что его первостепенной задачей таких систем, вне зависимости от сферы применения, является получение исходной информации о параметрах и пространственной форме поверхности объекта. В рамках швейной промышленности системы 3D-сканирования используются для антропометрического анализа фигуры человека, разработки виртуальных объемных технических и художественных эскизов проектируемой модели одежды на фигуре заказчика, создания трехмерной модели измеряемого тела и получения необходимых кривых или сечений на его поверхности [27]. Современные производители предлагают для заданных целей широкий выбор систем трехмерного сканирования [70,73]. Во второй главе разработаны три варианта систем получения цифрового образа фигуры и методика определения размерных признаков по трехмерной модели фигуры.

2.1 Разработка информационно-технической структуры модуля и методики получения цифрового образа фигуры

Известны системы, которые функционируют на основе применения фотограмметрии, лазерного излучения, муаровых полос и инфракрасных сенсоров [26,177,178,180,183]. Наибольшую точность и скорость обработки информации обеспечивают системы, в которых получение информации о

поверхности объекта осуществляется с помощью глубинных сенсоров, например такого типа как *Microsoft Kinect* [72]. Ниже рассмотрены вопросы построения информационных и технических блоков системы получения цифрового образа фигуры, состоящего из стандартного считывающего оборудования (серийных глубинных сенсоров) и опытного программного обеспечения.

Техническая структура модуля получения цифрового образа фигуры построена с учетом требований к объему используемой информации, обеспечивая необходимую скорость и производительность работы.

Информационно-техническая структура модуля получения цифрового образа фигуры состоит из материальной части, построенной на серийных глубинных сенсорах и опытного программного обеспечения, позволяющего использовать оборудование в качестве модуля.

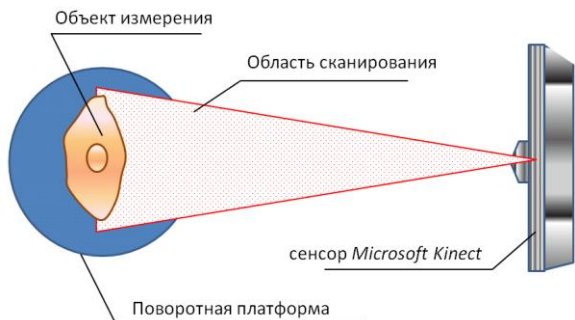
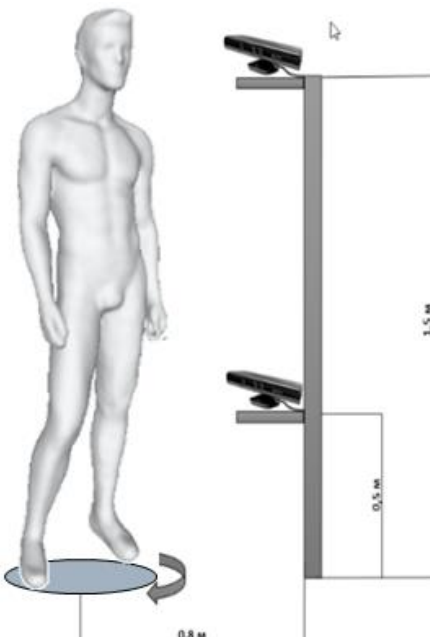
Предложено три варианта модуля получения цифрового образа фигуры, спецификация оборудования приведена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 — Спецификация оборудования для модуля получения цифрового образа фигуры

Наименование элемента системы	Вариант 1 количество	Вариант 2 количество	Вариант 3 количество
Глубинный сенсор <i>Microsoft Kinect</i>	1	2	6
Поворотная платформа	1	1	отсутствует
Стойки для крепления сенсоров/ штатив	1	1	3
Компьютер для сбора информации с глубинного сенсора	1	2	6
Держатель <i>Manfrotto 035 super clamp</i>	1	2	6
Держатель <i>Manfrotto MR045</i>	1	2	6
Компьютер для обработки полученной информации	1	1	1
Коммутатор для передачи информации с глубинных сенсоров в компьютер для обработки информации	отсутствует	1	1
Виртуальная матрица для калибровки сенсоров	1	1	1

Внешний вид системы получения цифрового образа (вариант 1 и 2) приведен в таблице 2.2.

Таблица 2.2 — Внешний вид и особенности системы получения цифрового образа фигуры

Вариант 1		
Изображение	Схема 	Внешний вид 
Компоненты	Глубинный сенсор <i>Microsoft Kinect</i>	
	Поворотная платформа	
	Стойки для крепления сенсоров/ штатив	
	Компьютер для сбора информации с глубинного сенсора	
	Держатель <i>Manfrotto 035 super clamp</i>	
	Держатель <i>Manfrotto MR045</i>	
	Компьютер для обработки полученной информации	
	Виртуальная матрица для калибровки сенсоров	
Особенности	Подходит для использования в качестве переносного комплекса	
	Скорость получения и обработки информации 60 сек. Погрешность измерений 3 мм. Размер измеряемых объектов: Высота от 0,3 до 2м. Возможности применения: Получение цифрового образа отдельных частей тела человека (торс, верхняя опорная поверхность, нижняя опорная поверхность, верхние и нижние конечности)	
Вариант 2		
Изображение	Схема 	Внешний вид 

Человек при получении цифрового образа стоит прямо без напряжений и зажимов в теле, руки свободно расположены вдоль туловища, пятки вместе носки разведены. Положение ног должно быть устойчивым, спокойным и комфортным для измеряемого человека. Волосы собраны на затылке в пучок, открывая заднюю поверхность шеи.

С целью получения данных о диапазоне расстояний от объекта сканирования до сенсора проведены экспериментальные исследования. Необходимо получить антропометрически достоверную трехмерную модель фигуры человека с погрешностью до 0,1 см. Произведены сканирования фигуры человека на разном расстоянии от сенсора. Диапазон расстояний от объекта сканирования до сенсора варьировался от 0,7 м. до 1,7 м. наиболее достоверные результаты получены при сканировании фигуры человека, в случае, когда расстояние от сенсора до объекта сканирования составляет интервал от 0,8 м. до 1,0 м. Высоту расположения сенсора изменяют в зависимости от роста человека. Ориентиром определения высоты сенсора установлена линия талии.

Методика получения цифрового образа фигуры человека включает следующие действия:

Вариант системы 1 и 2. В руках сканируемой фигуры находятся держатели для фиксации рук в пространстве, чтобы при повороте платформы руки перемещались вместе с туловищем одновременно. Руки необходимо фиксировать, иначе руки при повороте платформы будут перемещаться относительно туловища, что в свою очередь приведет к вращению плечевого пояса. Внешний вид системы получения цифрового образа фигуры (вариант 1 и 2) приведен в таблице 2.2.

- Объект занимает место на поворотной платформе по указанным меткам;
- Включают поворотную платформу и запускают сенсор;
- Процесс сканирования занимает 60 сек.;
- Сохраняют файл сканирования;
- Определяют автоматическим способом антропометрические точки и размерные признаки в программе *SizeReader*.

Вариант системы 3.

В руках сканируемой фигуры находятся держатели для фиксации рук в пространстве, для лучшего распознавания темных зон в области подмышечных впадин. Ноги на ширине плеч или слегка расставлены для лучшего распознавания темных зон между ногами. Внешний вид системы получения цифрового образа фигуры (вариант3) приведен в таблице 2.3.

Таблица 2.3 — Внешний вид и особенности системы получения цифрового образа фигуры

Вариант 3	
Изображение	Схема
	Внешний вид
Компоненты	Глубинный сенсор <i>Microsoft Kinect</i> – 6 шт
	Стойки для крепления сенсоров/ штатив – 3/6 шт
	Компьютер для сбора информации с глубинного сенсора- 6 шт
	Держатель <i>Manfrotto 035 super clamp</i> – 6 шт
	Держатель <i>Manfrotto MR045</i> – 6 шт
	Компьютер для обработки полученной информации
	Виртуальная матрица для калибровки сенсоров
Особенности	Стационарный
	Скорость получения и обработки информации 60 сек.
	Погрешность измерений 1 мм.
	Размер измеряемых объектов: Высота от 0,3 до 2 м.
	Возможности применения: Получение цифрового образа тела человека в полный рост

- В руках сканируемой фигуры находятся держатели для фиксации рук в пространстве;
- Объект занимает место по указанным меткам;
- Включают с помощью дистанционного управления все 6 сенсоров одновременно;
- Процесс сканирования занимает 1 сек.;
- Сохраняют файл сканирования;
- Определяют автоматическим способом антропометрические точки и размерные признаки в программе *SizeReader*.

Разработано три варианта систем получения цифрового образа фигуры, в основе которых лежит глубинный сенсор *Microsoft Kinect*. Первый и второй вариант предусматривает вращение фигуры вокруг собственной оси, а процесс сканирования происходит в течение 60 секунд. Подходит для использования в качестве переносного комплекса. Третий вариант системы состоит из шести сенсоров, а человек стоит неподвижно во время сканирования, время сканирования 1 секунда. Системы обеспечивают необходимую точность получаемых размерных характеристик, формируют перечень размерных признаков в широком формате для экспорта в САПР одежды, а также доступны для использования любым потребителем в домашних условиях.

Разработана методика проведения процесса сканирования человека, которая необходима для уменьшения погрешности, вносимой человеком. Погрешность процесса сканирования можно разделить на две составляющие: техническая погрешность системы технического зрения (сканер *Kinect*); погрешность при обработке трёхмерных моделей; погрешность при переформатировании файлов и погрешность человека при сканировании (движения в состоянии покоя во время процесса сканирования). Методика получения информации о форме поверхности фигуры является универсальной и соответствует требованиям, предъявляемым к проведению измерений по трёхмерной модели, описанным в ГОСТ Р ИСО 8559-1-2020.

2.2 Совершенствование алгоритмов определения антропометрических уровней

С точки зрения информационных потоков можно выделить шесть основных объектов: пользователь, система сенсоров и программный продукт, состоящий из подпрограмм построения трехмерной модели, интерфейса пользователя и подпрограммы определения пути по поверхности (рис 2.1).

Организация потоков данных между подсистемами представлена на рис. 2.1.

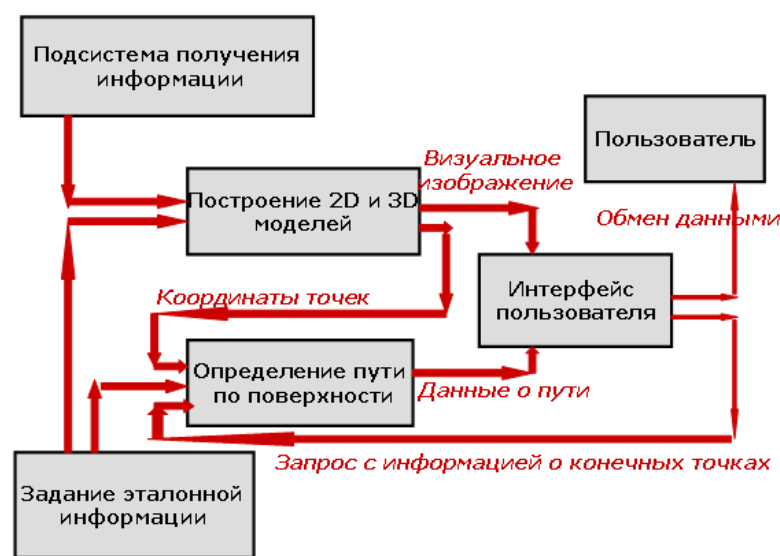


Рисунок 2.1 — Модель потоков данных

Данные с сенсоров в графическом формате загружаются подпрограммой построения моделей при запросе пользователя через подпрограмму интерфейса. Сначала создается однозначное соответствие между данными сенсоров и реальными координатами.

Если пользователь запросил трехмерную модель, то по данным полученным сенсором с разных углов, строится трехмерное изображение. После построения модели данные о трехмерной модели передаются на интерфейс пользователя, параллельно данные о трехмерной модели передаются на подпрограмму определения пути по поверхности. При запросе пользователя о каком-либо пути через интерфейс передаются только выбранные конечные координаты.

Алгоритмическое обеспечение для автоматизации определения основных антропометрических уровней фигур. Основной программный комплекс состоит из трех частей: подпрограмма отображения интерфейса, подпрограмма, отвечающая за построение трехмерной модели и подпрограмма расчета пути по поверхности фигуры. Использован программный продукт, разработанный на кафедре в докторской диссертации *Петросовой И.А.* и защищенный рядом патентов [192-195]. Программный продукт доработан, так как предложены **новая методика и алгоритм** автоматизированного определения антропометрических уровней.

Для определения размерного признака Рост (TI) создаем базу данных (БД1) с типовыми значениями роста для мужчин, женщин (табл. 2.4).

Таблица 2.4 — База данных типовых значений для размерного признака Рост (TI)

Пол	Рост TI									
Мужской	-	152	158	164	170	176	182	188	194	200
Женский	146	152	158	164	170	176	182	-	-	-

Для дальнейшей работы необходимо соотнести рост измеряемого объекта с типовыми значениями роста. Для данного этапа был составлен алгоритм присвоения типового значения роста индивидуальному значению (рис. 2.2.).

Работа алгоритма начинается с выделения контура измеряемого объекта. Автоматически программа определяет его максимальную высоту и присваивает значение TI – рост. Учитывая межростовой интервал безразличия, равный 3, программа определяет типовой рост измеряемого объекта. Предварительно, в специальной графе необходимо указать пол объекта.

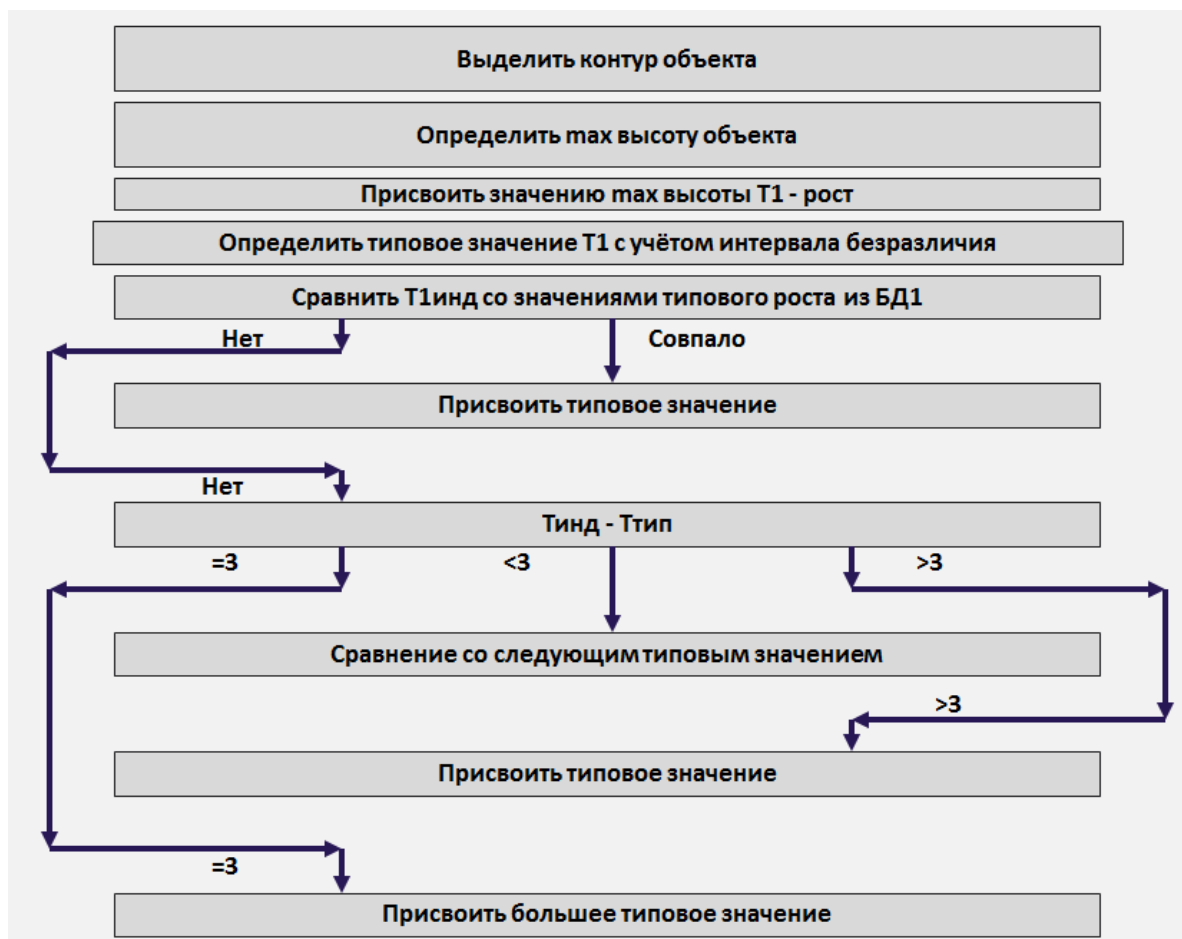


Рисунок 2.2 — Последовательность для определения роста и присвоение ему типового значения

Следующим шагом, обращаясь в БД1, программа сравнивает индивидуальное значение роста с типовыми значениями. Если индивидуальный рост объекта равен типовому значению, то оно ему присваивается. Если нет, то с помощью несложных математических преобразований, программа определяет $T_{тип.}$, учитывая межростовой интервал, а именно, из $T_{1инд.}$ вычитается первое типовое значение из БД1. Если разность значений больше 3, то происходит сравнение со следующим типовым значением. Если разность значений меньше 3, то типовое значение присваивается индивидуальному значению и записывается в БДинд. Если разность значений равна 3, то объекту присваивается большее типовое значение.

Для определения высоты линии талии создаем БД2 (табл. 2.5), в которой значения высоты линии талии соответствуют данному значению роста (по ГОСТ [1,2]) для мужчин, женщин.

Таблица 2.5 — База данных типовых значений размерного признака высота линии талии (БД2)

Рост	Пол	
	Муж.	Жен.
	Высота линии талии (Т7)	
158	97,3	98,6
164	101,6	102,8
170	105,9	107,0
176	110,2	-
182	114,5	-
188	118,	-
194	123,1	-
200	-	-

В разработанном алгоритме линия талии выступает в качестве экстремума фигуры (рис. 2.3).

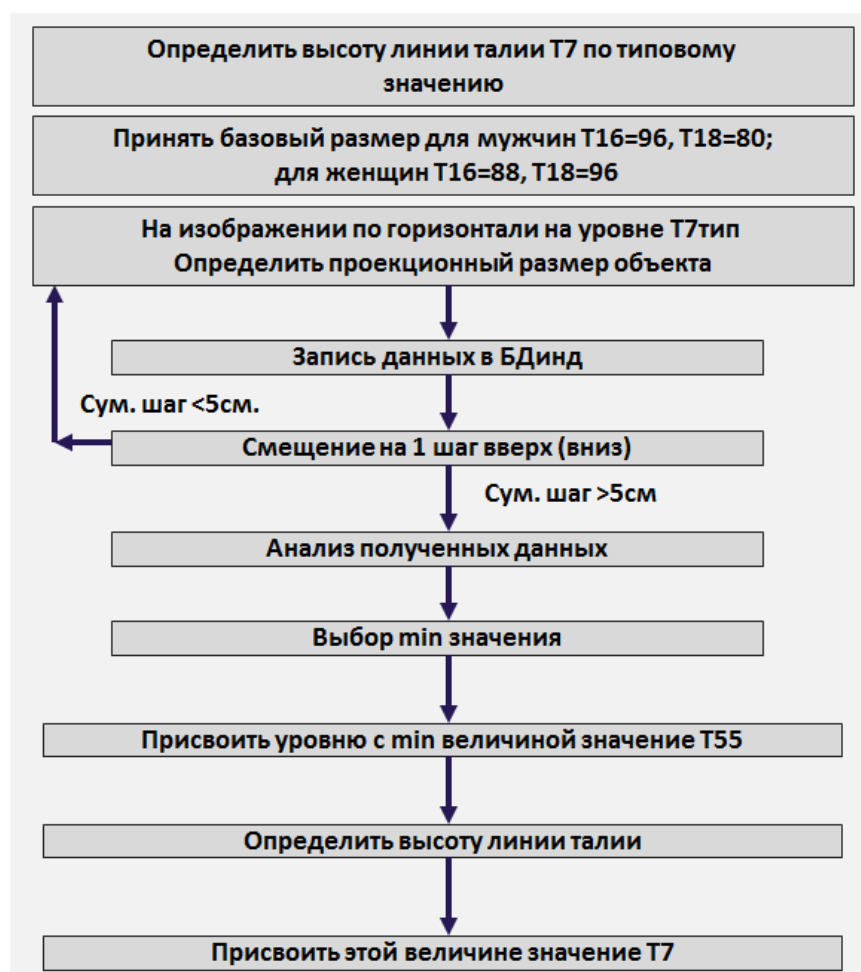
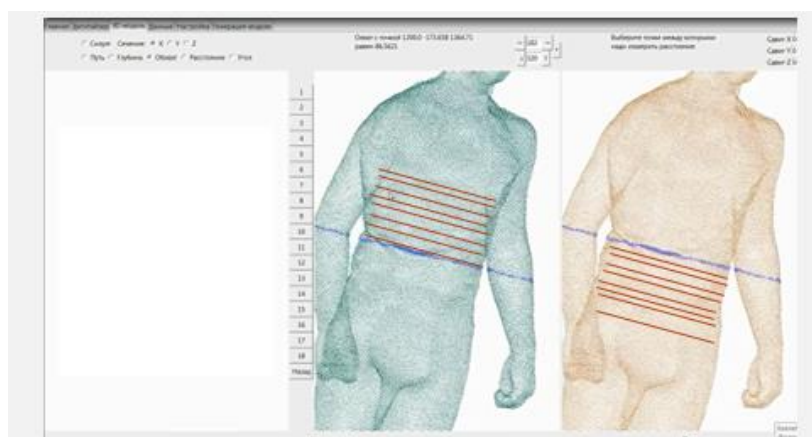
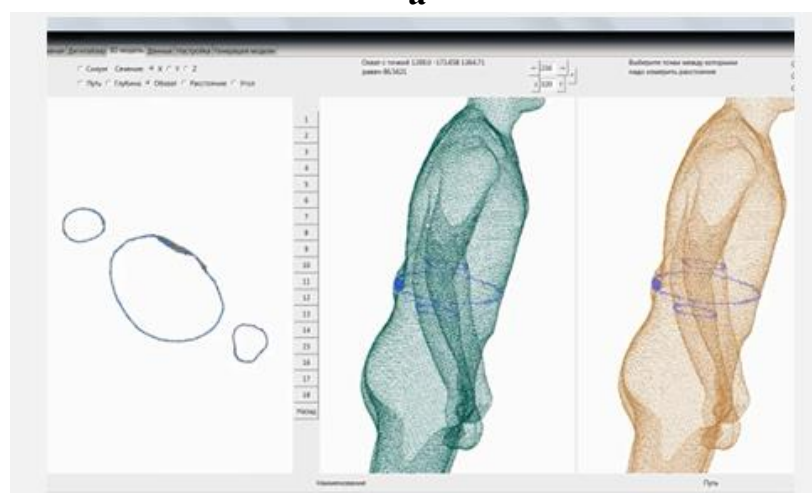


Рисунок 2.3 — Последовательность определения антропометрического уровня линии талии

После того как программа определила индивидуальный рост объекта $T1_{ind}$ и присвоила ему типовое значение $T1_{тип}$, начинается алгоритм определения высоты линии талии по типовому значению. Для этого система обращается в базу данных 2 (БД2). Для определения $T7_{тип}$ принимается базовый размер для мужчин $T16=96$, $T18=80$; для женщин $T16=88$, $T19=96$. На изображении объекта по горизонтали на уровне $T7_{тип}$. определяется проекционный размер объекта и записывается в индивидуальную базу данных (рис. 2.4, а, синий цвет на фигуре). Если этот размер не является экстремумом измеряемого объекта (самым узким местом), то происходит смещение на 1 шаг вверх (рис. 2.4, а красные линии на голубой модели) или вниз (рис. 2.4, а красные линии на коричневой модели) и снова определяется проекционный размер.



а



б

Рисунок 2.4 — Определение положения линии талии: а – перебор значений для определения экстремума, б- определение положения и величины РП $T18$

Суммарный шаг смещения равен 5см. вверх и 5см. вниз. В тот момент, когда суммарный шаг превышает заданное значение, программа переходит к анализу полученных данных.

Следующим шагом системы идет выбор *min* значения из всех измеренных и присваивание этому уровню значение *T55* (поперечный диаметр талии). Поворачивая фигуру вокруг себя с интервалом в 10 градусов, программа измеряет проекционные размеры на этом уровне и заносит их значения в БД инд. Зная уровень индивидуальной линии талии, программа может определить ее высоту, которой присваивается значение *T7* и заносится в БД инд.

На основе описанного принципа разработан обобщенный алгоритм определения основных антропометрических уровней, необходимых для проектирования одежды на основе определения ближайших типовых значений (рис. 2.5) и выделения фактических экстремумов на трехмерной модели, полученной с помощью сенсоров.

Для определения положения высоты *T_i* по типовому значению проведён анализ размерных признаков мужчин и женщин. Разработаны БД значений высот основных антропометрических уровней (ПРИЛОЖЕНИЕ В), которые можно использовать для определения положения высоты *T_i* типовое при запуске алгоритма.

Разработанная методика автоматизированного определения положения основных антропометрических уровней с помощью трехмерного сканирования может служить основой для получения исходной информации о форме фигуры индивидуального клиента, необходимой для кастомизации мужской одежды.

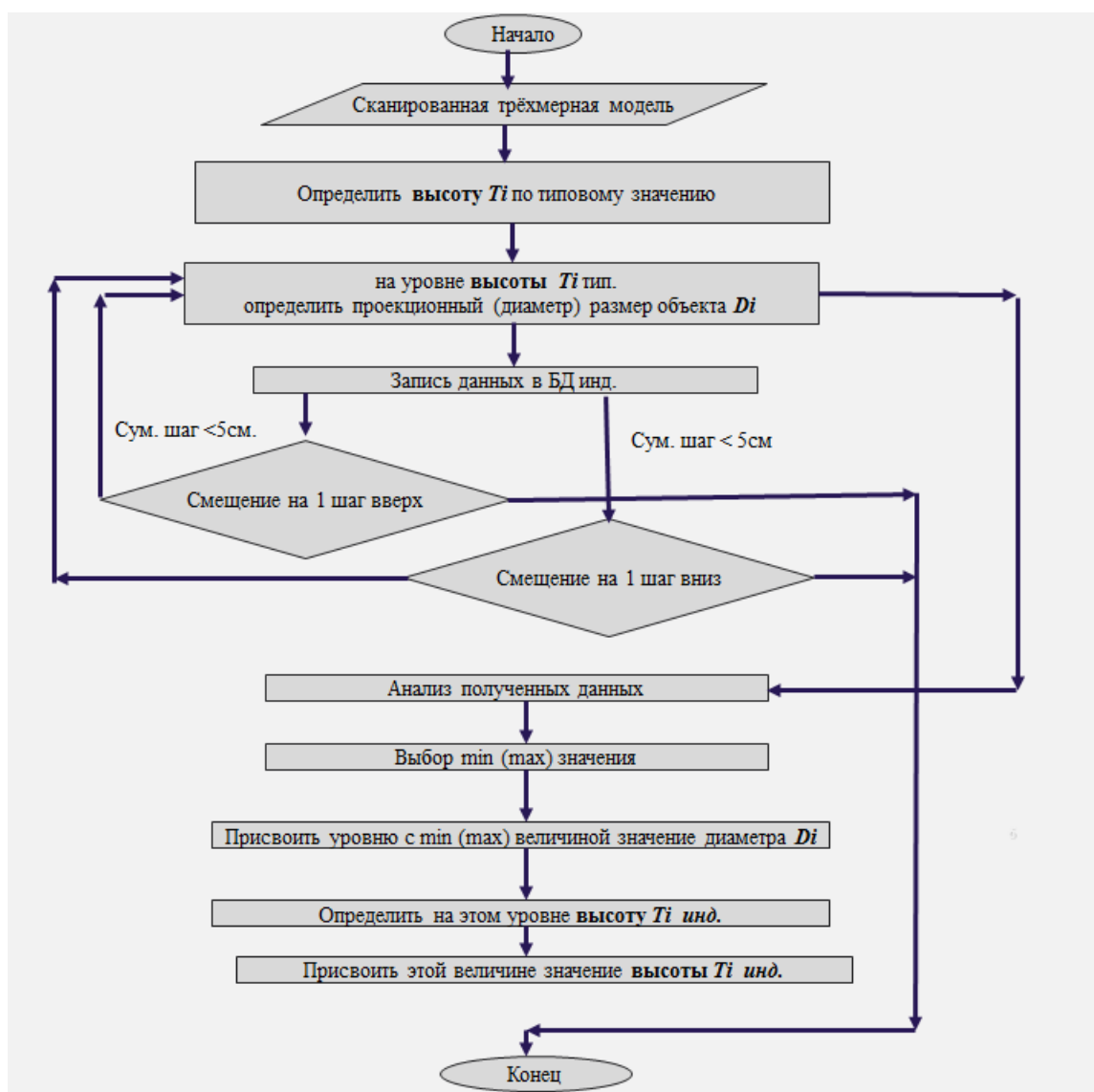


Рисунок 2.5 — Обобщенный алгоритм определения основных антропометрических уровней

2.3 Структура интерфейса определения информации о фигуре

На основании разработанного технического и информационного обеспечения определена последовательность диалоговых взаимодействий пользователя с программными средствами модуля получения цифрового образа фигуры. Разработано многоуровневое пользовательское меню, обеспечивающее удобный режим активизации функций системы.

На вкладке «3D модель» можно видеть занесённые проекции и построенную по ним трехмерную модель (рис. 2.6). В нижней части окна располагается строка для сохранения данных о проведенных измерениях.

Кнопкой «*» отображается кнопка очистки сделанных измерений. Сгенерированную модель можно повернуть на любой угол и изменить ее масштаб для удобства проведения измерений.

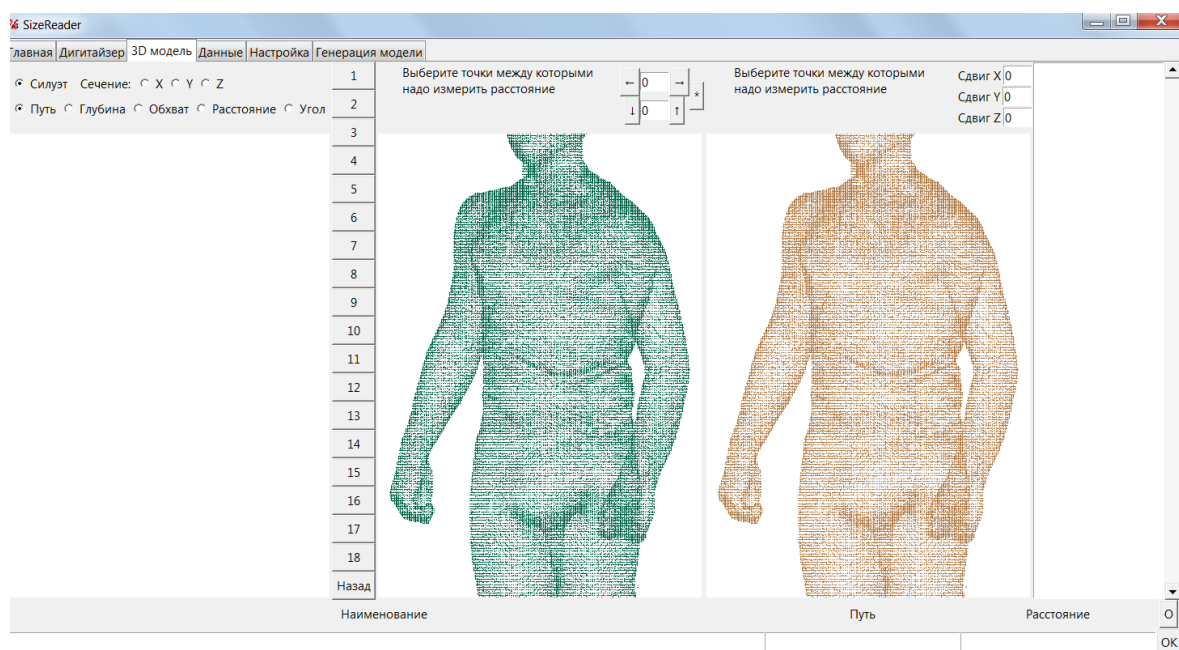


Рисунок 2.6 — Интерфейс программы

.При задании двух точек на созданной модели можно получить полную информацию о расстояниях между этими точками. Вся информация отображается над трехмерной моделью (рис. 2.7).

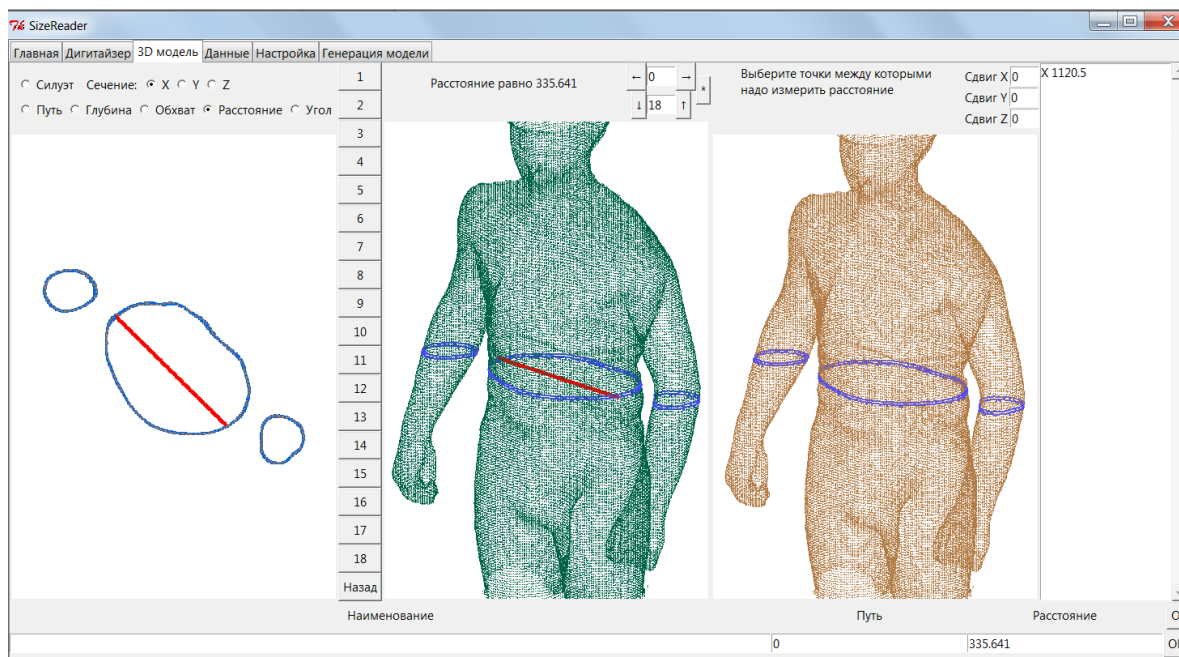


Рисунок 2.7 — Нахождение пути по запросу пользователя

Система поддерживает построение сложного пути, суммируя отдельные его части. Для этого после построения пути по двум точкам выбираем третью для продолжения вычислений. В строке для сохранения данных пишется суммарное значение измерений, так например мы можем определить расстояние от точки основания шеи сбоку до талии (рис. 2.8)

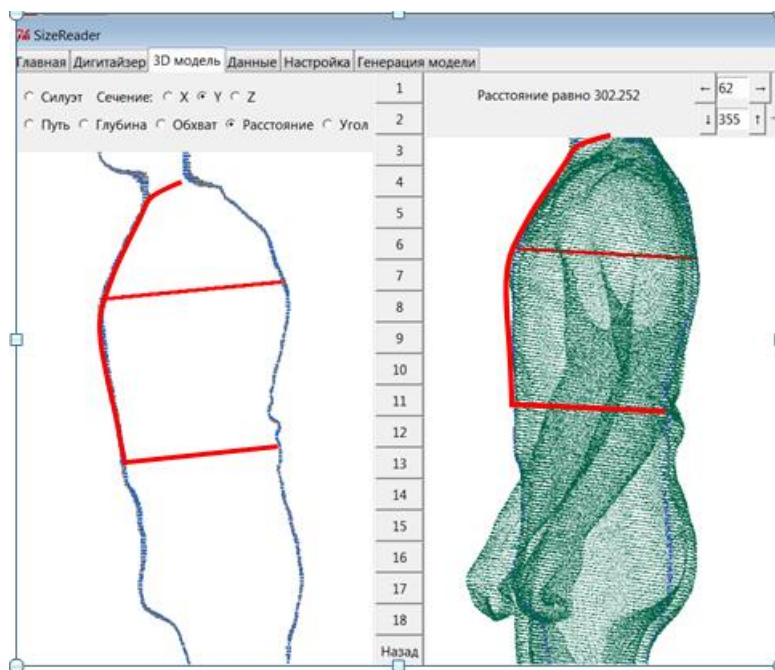


Рисунок 2.8 — Нахождение пути по запросу пользователя

Задав наименование в нижней части и нажав кнопку «Ок» мы автоматически заносим информацию в таблицу «Данные», которую потом можно просмотреть или отредактировать. Таким образом, интерфейс интуитивно понятен конечному пользователю и позволяет легко использовать разработанную систему.

При проектировании системы получения цифрового образа фигуры были рассмотрены различные варианты построения трехмерных моделей и языков программирования для их реализации. Разработанное программное обеспечение позволяет построить двухмерную модель по изображению или трехмерную модель по серии изображений и определить кратчайшее расстояние по поверхности между любыми ее точками.

Для дальнейшего использования разработанной системы при проектировании кастомизированных изделий предусмотрено получение

цифрового образа фигуры в трех видах. Вариант 1 - получение данных о фигуре потребителя в виде облака точек (рис. 2.9)

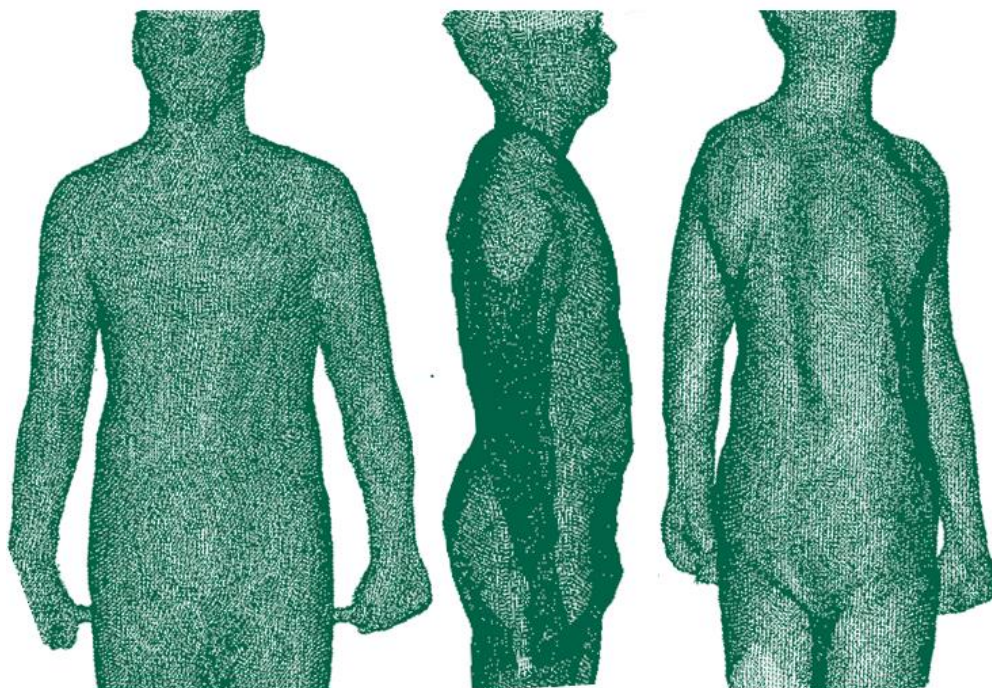


Рисунок 2.9 — Визуализация информации о потребителе в виде облака точек

Вариант 2- сохранение информации в виде поверхностной модели (рис. 2.10)

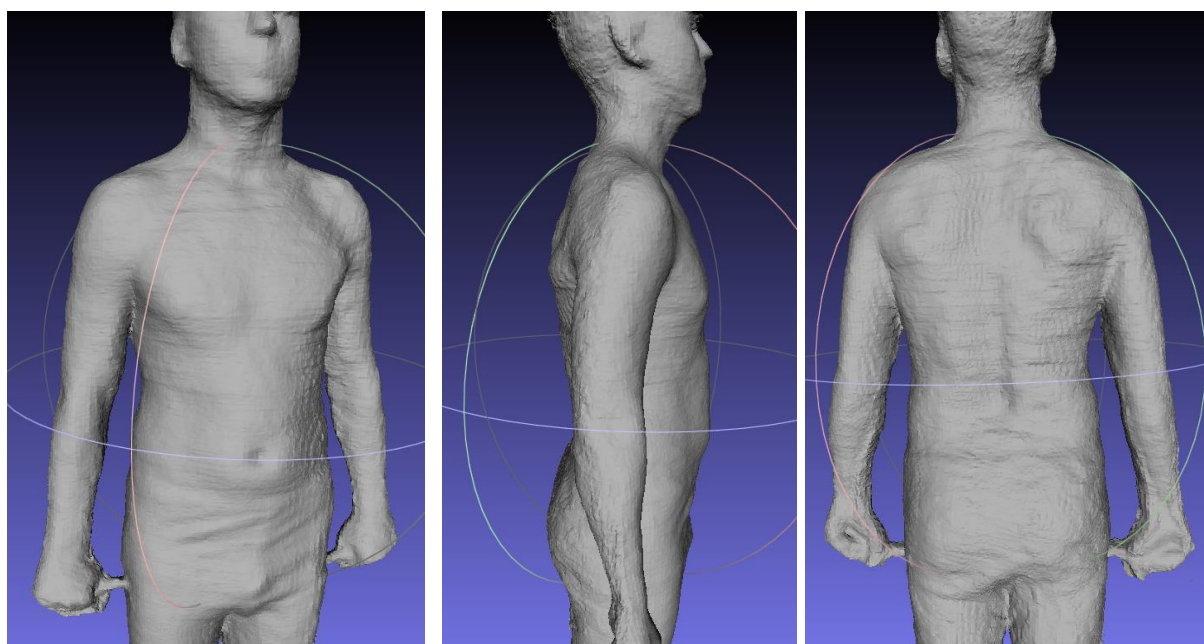


Рисунок 2.10 — Визуализация информации о потребителе в виде поверхностной модели

При использовании разработанной системы трехмерного сканирования сохранение полученных данных о фигурах потребителей происходит в трёх возможных видах, которые впоследствии могут быть использованы как исходные данные в процессе взаимодействия потребителя с сайтом производителя при заказе или выборе кастомизированного изделия.

Наиболее интересным представляется возможность сохранения информации о потребителе в виде поверхностной модели с сохранением цвета и текстур материалов (рис. 2.11), так как в этом случае при кастомизации моделей одежды [83] появляется возможность учесть особенности цветового облика потребителя и предложить варианты, наиболее подходящие по цветотипу внешности.



Рисунок 2.11 — Визуализация информации о потребителе в виде поверхностной модели с сохранением цвета и текстур материалов

Изложено информационно-техническое, структурно-логическое построение модуля получения цифрового образа фигуры для экспериментального решения широкого круга задач, связанных с визуализацией фигур потребителей, переводом сканированных трехмерных моделей в типовые аватары, созданием баз данных моделей фигур и аккумуляцией сведений о внешнем облике потребителей, которые могут

быть использованы впоследствии для визуализации кастомизированных моделей мужского костюма.

2.4 Проверка метрологических характеристик модуля получения цифрового образа фигуры

Основными характеристиками качества результатов измерений являются точность и достоверность. В работе до начала использования системы сканирования выполнена проверка получаемых метрических характеристик, а именно: цены деления, предела измерения системы сканирования, и погрешность показаний. Для того чтобы полностью охарактеризовать предлагаемую систему, необходимо также определить интервал деления шкалы, точность отсчёта и нестабильность показаний.

Для оценки погрешности измерений использовали способ сравнения полученного результата с истинным значением измеряемой величины. В качестве истинного значения измеряемой величины использовали действительное значение. Действительное значение – значение измерения, полученное экспериментальным путем и настолько близкое к истинному значению, что в поставленной измерительной задаче может быть использовано вместо него. К действительным значениям отнесены данные полученные сканированием того же объекта на стационарной установке РГУ им. А.Н. Косыгина, метрологические характеристики которой известны из работ.

3D модели позволяют измерить дуговые и обхватные размеры манекена. Оценить точность и достоверность полученных данных предлагается на основании сводной таблицы 2.6, в которую занесены результаты измерения обхватных размерных признаков детского манекена и погрешность измерений. Погрешность результатов измерений, полученных с их помощью не превышает пределов, установленных ГОСТ Р 8.563–96 [4].

$$\Delta = X_{\text{ср}_{\text{pгу}}} - X_{\text{ср}_{\text{Kinect}}} \text{ (см)}, \quad (3.1)$$

где, $X_{ср_{ргу}}$ – ср. ариф. значения измерений, полученных контактным способом с помощью установки РГУ им. А.Н. Косыгина;

$X_{ср_{Kinect}}$ – ср. ариф. значения измерений, полученных с разработанного устройства *Kinect*.

Таблица 2.6 — Таблица результатов обмеров трехмерных манекенов

№ размерного признака	Наименование размерного признака	Система сканирования РГУ им. Косыгина	Система сканирования <i>Kinect</i>	Погрешность
1	2	3	4	5
<i>T13</i>	Обхват шеи	30,0	30,1	0,1
<i>T16</i>	Обхват груди III	57,0	57,07	0,07
<i>T18</i>	Обхват талии	53,8	53,9	0,1
<i>T19</i>	Обхват с учетом выступа живота	61,0	61,1	0,1
<i>T31</i>	Ширина плечевого ската	13,0	13,1	0,1
<i>T53</i>	Поперечный d п	25,0	25,1	0,1
<i>T55</i>	Поперечный d т	22,5	22,6	0,1
<i>T56</i>	Поперечный d б	24,6	24,7	0,1

Сводная таблица результатов расчетов метрологических величин приведена в таблице 2.7.

Таблица 2.7 — Сводная таблица результатов расчётов метрологических величин

Показатель	Сканирование сенсором <i>Microsoft Kinect</i>	Система сканирования РГУ им. Косыгина
Цена деления $c \geq \Delta$.	1 мм	1 мм
Случайная погрешность среднеарифметических значений δx	$\pm 0,3$ см	$\pm 0,1$ см
Погрешность $\Delta \pm$ см	$\pm 0,1$ см;	$\pm 0,1$ см;
Относительная погрешность δ	$\pm 0,55\%$	$\pm 0,18\%$

Ценой деления называют значение измеряемой величины, соответствующее одному делению шкалы. Значения величин цены деления для систем 3D сканирования определяется используемым программным обеспечением *SizeReader* и приведены в таблице 2.8. Для предлагаемой системы сканирования *Kinect* качество полученных результатов измерения соответствуют требованиям, предъявленным в ГОСТ Р 8.563–96 [4], который допускает погрешность измерения $\pm 0,3$ см. Относительная погрешность δ равна отношению абсолютной погрешности Δ к действительному значению измеряемой величины $X_{ср_{мгудт}}$:

$$\delta = \Delta / X_{\text{ср}_{\text{мгудт}}}, \text{ или } \delta = 100 \cdot \Delta / X_{\text{ср}_{\text{мгудт}}} (\%) \quad (3.2)$$

Результаты определения относительной погрешности измерений, получаемых с помощью предлагаемой системы, внесены в таблицу 2.5.. предложенная система, обеспечивает необходимую точность получаемых размерных характеристик, в широком формате для экспорта в САПР одежды, а также доступна для использования любым потребителем в домашних условиях. Система позволяет определить широкий спектр размерных признаков фигуры человека, как в статике, так и в динамике, выполнить построение различных абрисов и сечений, необходимых для проектирования одежды.

Таблица 2.8 — Технические характеристики модуля получения цифрового образа фигуры

№	Наименование характеристики	Значение показателя
2	Экспорт в форматы	<i>IV, CGM, PLY, DXF</i>
3	Количество точек в облаке	Около 1 млн., в зависимости от площади поверхности фигуры
4	Возможность интерактивного определения антропометрических точек	Интерактивная: прямой выбор точек указанием мыши или выбор сечения, а затем на нём точек.
5	Возможность измерения расстояний между случайно выбранными точками	Существует
6	Положение сканируемой фигуры (поза измеряемого)	Стоит прямо, без напряжения, сохраняя привычную осанку, руки опущены вдоль тела, кисти сжаты, в руках ограничители, не позволяющие рукам прикасаться к телу. Ноги слегка раздвинуты. Позиция стоп обозначена на платформе.
7	Время сканирования и последующей обработки информации	Время сканирования - 10/60 сек. Время обработки информации, включая генерацию трехмерной модели - 1-30 минут (в зависимости от настроек).
8	Возможность импорта результатов в САПР	Существует
9	Габаритные размеры	Помещение с площадью - не менее 9 м ²
11	Погрешность измерения длин, обхватов	Для длин - не более 1 мм, для обхватов - не более 2 мм

Разработанный модуль получения цифрового образа фигуры является составной частью единой системы массовой кастомизации конструкций одежды в трехмерной среде. При проектировании конструктору предоставляется возможность использования новых, выбора архивных или типовых размерных признаков фигуры.

Выводы по второй главе

1. Рассмотрены современные способы получения достоверной информации о фигуре потребителя для использования в дальнейшем в процессе кастомизации моделей костюма. Доказано, что наибольшую точность и скорость обработки информации обеспечивают системы, в которых получение информации о поверхности объекта осуществляется с помощью глубинных сенсоров, например такого типа как *Microsoft Kinect*.
2. Разработано три варианта систем получения цифрового образа фигуры, в основе которых лежит глубинный сенсор *Microsoft Kinect*, а построение информационных и технических блоков системы основано на опытном программном обеспечении. Первый и второй вариант предусматривает вращение фигуры вокруг собственной оси, а процесс сканирования происходит в течение 60 секунд. Подходит для использования в качестве переносного комплекса. Третий вариант системы состоит из шести сенсоров, а человек стоит неподвижно во время сканирования, время сканирования 1 секунда. Системы обеспечивают необходимую точность получаемых размерных характеристик, формируют перечень размерных признаков в широком формате для экспорта в САПР одежды, а также доступны для использования любым потребителем в домашних условиях.
3. Разработана методика выполнения трехмерного сканирования фигуры человека, в которой регламентирована поза, при которой происходит сканирование и предусмотрены специальные фиксаторы положения верхних конечностей, для более точного определения и сканирования так называемых темных зон. Методика получения информации о форме поверхности фигуры является универсальной и соответствует требованиям, предъявляемым к проведению измерений по трехмерной модели, описанным в ГОСТ Р ИСО 8559-1-2020.
4. Предложено три варианта сохранения визуальной и метрической информации о фигуре потребителя в виде облака точек, поверхностной

модели с сохранением цвета и текстуры поверхности. Получаемая информация является исходной для экспериментального решения широкого круга задач, связанных с визуализацией фигур потребителей, переводом сканированных трехмерных моделей в типовые аватары, созданием баз данных моделей фигур и аккумуляцией сведений о внешнем облике потребителей, которые могут быть использованы впоследствии для визуализации кастомизированных моделей мужского костюма.

5. Разработанные системы получения цифрового образа фигуры на основе сенсоров *Microsoft Kinect* позволяют определить широкий спектр размерных признаков фигуры человека, как в статике, так и в динамике, выполнить построение различных абрисов и сечений, необходимых для проектирования одежды. Отличаются простотой использования и невысокой стоимостью; позволяют выполнить сравнение размерных признаков трехмерного аватара и сканированной модели фигуры клиента и осуществить заказ кастомизированного изделия на сайте производителя.

3 РАЗРАБОТКА МЕТОДА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ АССОРТИМЕНТНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОЛЛЕКЦИЙ С УЧЕТОМ ПРИНЦИПОВ МАССОВОЙ КАСТОМИЗАЦИИ

При разработке ассортиментной серии возможно использование двух принципов проектирования [33]. Первый принцип предусматривает разработку конструктивно-унифицированных рядов на основе одной типовой базовой конструкции. Модификации вариантов конструкции достигаются обычными приёмами конструктивного моделирования. Второй способ предусматривает принцип агрегатирования, а разнообразие моделей достигается комбинацией ограниченного числа вариантов основных унифицированных деталей в сочетании с конструктивно-декоративными элементами.

В основе проектирования ассортиментных промышленных коллекций мужского костюма чаще всего лежит выделение типовых конструкций деталей спинки, переда, боковой части, рукава мужского пиджака и деталей брюк. Для мужского костюма соответствие модным тенденциям выражается в силуэтной форме, величине прибавок по основным конструктивным уровням, форме отлета воротника и лацкана, уровню положения первой петли, виду застёжки и форме борта. Выделять модную форму, которая будет востребована в предстоящем сезоне или будет интересна потребителям можно несколькими способами. Первый – анализ моделей аналогов, представленных на рынке, второй – выполнение маркетинговых исследований для изучения предпочтений потребителей и третий – привлечение интеллектуальных технологий для изучения модных тенденций с дальнейшим выделением модного силуэта и конструктивно-декоративных элементов мужского костюма. В работе предложена и доказана гипотеза о возможности использования сверточной нейронной сети для изучения

модных тенденций и последующем выделении актуальной модной формы мужского костюма и модных конструктивно-декоративных элементов.

3.1 Разработка БД модельных особенностей мужской одежды для обучения нейронной сети

База данных модельных особенностей мужской одежды (пиджак) для обучения нейронной сети разработана на основе компонента *Microsoft Office Word 97-2004* (операционная система *Windows 8.1*), функционирование которого обеспечивает систему хранения и редактирования данных (расширение, обновление, удаление информации) необходимых для обучения нейронной сети (распознавание конструктивных элементов на изображении) [197].

При создании базы данных (БД) «Модельные особенности мужской одежды (пиджак)» осуществлены:

- теоретический анализ и определение значимых источников данных для отбора изображений в БД;
- разработана система обозначения классов модельных особенностей мужского пиджака;
- разработана структура базы данных для хранения и использования информации (рис. 3.1);
- сформулированы требования к изображениям, включаемым в БД с позиций пригодности для обучения нейронной сети.

Теоретический анализ и выбор значимых источников данных строится на использовании доступных ресурсов, содержащих значительное количество изображений мужского пиджака. Выделено три похода.

Формирования типовой БК, соответствующей или предсказывающей модные тенденции и современные тренды. Глубина подбора изображений составляет 1-2 года. Изображения для анализа модельных особенностей мужской одежды (пиджак) собирают из открытых

онлайн ресурсов (vogue.ru, businessoffashion.com, vogue.ua, bazaar.ru, official-online.com, glamour.ru и др.) [207,209,211-214].

Формирования типовой БК с учётом сменяемости модных тенденций и хронологической повторяемости. Глубина подбора изображений составляет 10-15 или 25-30 лет. Временной период может быть уточнён с учетом выделенных исторических периодов или трендов.

Формирование типовой БК на основе данных предприятия - изображения подбирают из каталогов предприятия и из сведений о разработанных в экспериментальном цехе моделях, в случае если у предприятия существует база отработанных конструктивных решений, но требуется обновить модные силуэты и конструктивно-декоративные особенности. Временной период также следует задавать исходя из соображений обновления или сохранения модных форм.

Структура базы данных «Модельные особенности мужской одежды (пиджак)» (пиджак)» представлена на рисунке 3.1.



Рисунок 3.1 — Структура базы данных «Модельные особенности мужской одежды (пиджак)»

База данных содержит изображение изделия и перечень выделенных на изображении конструктивно-декоративных элементов, обозначенных классом и подклассом. Такая систематизация позволяет использовать нейронные сети для автоматизации выделения класса и подкласса путем поэтапного обучения сети.

Система обозначения классов модельных особенностей мужского пиджака представлена в таблице 3.1. Каждому классу присвоено цифровое обозначение, как пересечение соответствующих строк и столбцов. Выделены следующие основные группы: стиль(1), силуэт(2), покрой рукава(3), форма лацкана(4), форма борта(5), форма кармана(6), застежка(7). Внутри каждой группы предусмотрены подгруппы, также обозначенные цифрами. Стиль: классический, романтический, спортивный. Силуэт: прямой, прилегающий, полуприлегающий. Покрой рукава: втачной, реглан, рубашечный, цельнокроеный, комбинированный. Форма лацкана: прямой, острый или тупой угол, закругленный. Форма борта: прямой, закругленный. Форма кармана: накладной, в рамку, листочка, клапан. Застежка: центральная, смещенная, асимметричная.

Таблица 3.1 — Формирование номера класса модельных особенностей мужского пиджака

		Номер и наименование класса структурного элемента мужского пиджака						
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Номер и наименование подкласса		стиль	силуэт	покрой рукава	форма лацкана	форма борта	форма кармана	застежка
	1	1.1 классический	2.1 прямой	3.1 втачной	4.1 прямой	5.1 прямой	6.1 накладной	7.1 центральная
	2	1.2 романтический	2.2 прилегающий	3.2 реглан	4.2 острый угол	5.2 закругленный	6.2 в рамку	7.2 смещенная
	3	1.3 спортивный	2.3 полуприлегающий	3.3 рубашечный	4.3 закругленный		6.3 листочка	7.3 асимметричная
	4			3.4 цельнокроеный	4.4. тупой угол		6.4 клапан	
	5			3.5 комбинированный				

Проведена систематизация и отбор изображений моделей мужских пиджаков для выявления модельных особенностей изделий путем визуального оценивания.

На рисунке 3.2 представлен фрагмент БД изображений моделей мужского пиджака с указанием встречающихся на изображении вариантов структурных элементов, которым соответствует определенный класс.

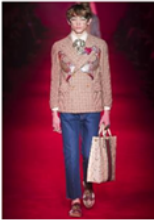
Изображение модели мужского пиджака с указанным структурным элементом	Класс	Наименование структурного элемента мужского пиджака						
		Класс структурного элемента мужского пиджака						
		1.стиль	2.силуэт	3.покрой рукава	4.форма лацканов	5.форма борта	6.форма карманов	7.застежка
	1	классический	прямой	втачной	прямой	прямой	накладной	центральная
	2	романтический	прилегающий	реглан	острый	закругленный	в рамку	смещенная
	3	спортивный	полуприлегающий	рубашечный	отсутствие угла		листочка	асимметричная
	4			цельнокроенный			клапан	
	5			комбинированный			отсутствие	
		романтический	прямой	втачной	острый	прямой	клапан	смещенная
		классический	прямой	втачной	острый	прямой	накладной	смещенная

Рисунок 3.2 — База данных «Модельные особенности мужской одежды (пиджак)» (фрагмент)

Полная БД защищена в ФИПС [197] и более значительный фрагмент приведен в ПРИЛОЖЕНИИ Г, таблица Г1. Таблица содержит следующие поля: класс структурного элемента мужского пиджака; наименование структурного элемента мужского пиджака; изображение модели мужского пиджака.

Целевое назначение базы данных «Модельные особенности мужской одежды (пиджак)» состоит в обучении нейронной сети, в частности распознавании конструктивных элементов на изображении. Разработанная база данных дает возможность обучения нейронной сети распознавать по одному изображению класс разных структурных элементов, таких как, стиль,

силуэт, покрой рукава, форма лацкана, форма борта, форма карманов, застежка.

Формулировка требований к изображениям, включаемым в БД.

Первоначально в БД включали изображения мужской одежды (пиджак, костюм) без ограничений к содержанию изображения. Так встречались изображения фигур в активной динамике, фигур мужчин рядом с другими людьми, изображения с низкой разрешающей способностью, включающие разный ракурс изображенной фигуры.

При первичном обучении нейронной сети такие изображения были исключены в связи со сложностью идентификации структурных элементов.

По результатам первичного тестирования нейронной сети, сформулированы более строгие требования к изображениям, включаемым в базу данных «Модельные особенности мужской одежды (пиджак)». Требования, предъявляемые к изображению: поза фигуры статическая или в умеренной динамике; фон – любой (однотонный, цветной и т.д.), разрешающая способность изображения не менее 700х900 пикселей; одна фигура на изображении; запрещено включать изображения снятые с разных ракурсов: вид сзади и сбоку.

3.2 Разработка методики выделения модных конструктивно-декоративных элементов и внешней формы мужского костюма на основе обучения нейронной сети

Сегодня процесс проектирования промышленных коллекций одежды способен учитывать запросы потребителей, модные тренды, сменяемость модных форм, силуэтов и цветов, а также предусматривает возможность кастомизации модели из промышленной коллекции с учетом прогнозируемых модных трендов благодаря нейронным сетям и искусственному интеллекту. При этом важно, чтобы программа исследовала, производила поиск заданных параметров, давала оценку точности, могла

перенастроиться при необходимости, т.е. крайне желателен сценарий контролируемого обучения (*supervised learning*) или комбинирование самообучения и обучения специалистом (*assisted learning*) [95]. Таким образом, актуален вопрос разработки отечественных технологий выделения модных форм для промышленных коллекций одежды с учетом рекомендаций искусственного интеллекта.

Выбор типа нейронной сети. В мировой практике реализовано большое количество аналогичных проектов разного уровня сложности и в разных предметных областях рынка. На основе анализа аналогичных проектов, проведенного в п. 1.4 в качестве основной технологии для реализации процесса определения модных форм на изображениях выбрана конфигурация нейронной сети типа *CNN* (*Convolutud Neural Network*) - сверточная нейронная сеть.

В нашем проекте использовались изображения размером 700x900 пикселей. При применении обычных нейронных сетей количество входных нейронов составило бы 630 000 только на первом слое. С учетом последующих (скрытых) слоев количество параметров нейронной сети многократно возрастет. Для того, чтобы можно было решать задачи машинного зрения без применения суперкомпьютеров нейронную сеть пришлось бы без нужды уменьшать и упрощать. А это часто идет в разрез с требованиями к точности и аккуратности результатов применения нейронных сетей.

Как правило, в сетях типа *CNN* несколько первых уровней являются специализированными, сверточными (*convolutional*). Средствами работы с пикселями изображений на этих уровнях являются фильтры (*filter* или *kernel*). Фильтр обычно отображает квадрат пикселей (3x3, 5x5, 7x7 и т. д.) предыдущего уровня нейронной сети *CNN* в один или несколько пикселей следующего уровня. Значения пикселей изображения умножаются на значения соответствующих элементов фильтра, суммируются и присваиваются окрашенному пикселю следующего уровня.

Применяя фильтры, можно достичь разных эффектов на изображении. Но фильтры кардинально отличаются от нейронов обычной сети. В процессе обучения обычная нейронная сеть изменяет значение «веса», привязанного к каждому нейрону. А в процессе обучения в *CNN* на начальных *convoluted* слоях изменяются числовые значения фильтров. Настройка этих значений и есть обучение нейронной сети *CNN*. Применяя специальные слои (объединения и сглаживания), разработчик сети *CNN* может проводить различные операции с размерами следующих слоев, с параметрами фильтров чтобы сеть нашла, характерные фильтры и их корреляции для изображений из обучающей выборки. На определенном слое сети *CNN* фильтры преобразуются в числа, и последующие слои работают как в обычной нейронной сети. К ней могут быть применены большинство моделей и алгоритмов ИИ, используемых для распознавания образов. В частности, в задачах типа «один из нескольких классов» (*multiclass classification*).

Данные. Материалы для анализа актуальных форм предоставлены открытыми интернет источниками (*vogue.ru*, *businessoffashion.com*, *vogue.ua*, *bazaar.ru*, *officiel-online.com*, *glamour.ru* и др.). Начальный блок данных включал в себя различные фотоматериалы: с высоким и низким разрешением, с фоном или без фона, демонстрирующие одежду модели в положении стоя и сидя. По итогу первичного тестирования программы, определены более строгие требования к изображениям, входящим в обучающую выборку. К ним относятся: поза модели статическая (исключены позы в движении); фон – любой (однотонный, цветной и т.д.), разрешающая способность фотоматериала не менее 700x900 пикселей; один объект на изображении; запрещены материалы, снятые с разных позиций: вид сзади и сбоку.

Определена обучающая база данных фотоматериалов, которая включает 1500 изображений мужского пиджака. Создание обучающей выборки происходит посредством выделения на фотоматериале конструктивных структурных элементов, определяющих особенности

модельного решения пиджака, так называемые классы. В таблице 3.2 показан фрагмент классификации по каждой группе базовой формы (БФ) и конструктивно-декоративных структурных элементов изделий (КДСЭИ) мужского пиджака. Полный перечень приведен в ПРИЛОЖЕНИИ Д, таблица Д1. В каждой группе БФ и КДСЭИ мужского пиджака от 2 до 6 классов с номерами от 0 до 5.

Таблица 3.2 — Классы вариантов БФ и КДСЭИ мужского пиджака (фрагмент)

№ БФ и КДСЭИ	Номер класса БФ и КДСЭИ	БФ и КДСЭИ мужского пиджака	
		Английское название	Русское название
1		<i>Slim fit (front)</i>	Силуэт (перед)
	0	<i>Straight</i>	Прямой
	1	<i>Fitted</i>	Приталенный
2		<i>Slim fit (back)</i>	Силуэт (спинка)
	0	<i>Straight</i>	Прямой
	1	<i>Fitted</i>	Приталенный
3		<i>Clasp</i>	Застежка
	0	<i>Central</i>	Центральная
	1	<i>Double breasted clasp</i>	Смещенная (двубортный)
4		<i>Length (front)</i>	Длина изделия (перед)
	0	<i>Hip line</i>	Линия бедер
	1	<i>Above the hip line</i>	Выше линии бедер
	2	<i>Below the hip line</i>	Ниже линии бедер
5		<i>Length (back)</i>	Длина изделия (спинка)

Выбор фреймворка. Фреймворк (остов, каркас, рама, структура) — программная платформа, определяющая структуру программной системы; программное обеспечение, облегчающее разработку и объединение разных компонентов большого программного проекта. Выбор осуществлен между фреймворком *TensorFlow* (Google, 2015г) и его главным конкурентом *PyTorch* (Facebook, 2017г.). Оба фреймворка работают с фундаментальным видом данных – тензором, который является многомерной матрицей. Тензор крайне удобный объект для высокоскоростных вычислений. В целом, по всем показателям скорости и производительности *TensorFlow* и *PyTorch* практически не различаются, однако *TensorFlow* больше похож на «черный»

ящик, которому отдаются команды и он их исполняет, что затрудняет адаптацию под конкретные задачи, так как отсутствует достоверная информация о возникших неточностях в системе принятия решений.

В проекте по распознаванию конструктивных элементов на изображении к стандартному фреймворку приходится дописывать алгоритмы и методы на языке *Python*. Эта возможность широко реализована во фреймворке *PyTorch*, поэтому для реализации проекта выбран *PyTorch*. Для решения задач идентификации объектов на изображении и операций с базой данных использовались бесплатные библиотеки на языке *Python* (*numpy*, *sklearn*, *pandas*, *scikit-learn*, *scikit-image*, *XGBoostClassifier* и другие).

Этап выбора экспертов для задания верных классов при обучении нейронной сети. Выделение классов осуществляется специальным приложением с присвоением номера класса. Для того, чтобы нейронную сеть можно было научить распознавать нужные для анализа объекты, данные нужно маркировать. Процесс маркировки заключается в указании охватывающего прямоугольника, в котором на изображении находится объект и класс, к которому принадлежит объект. На изображении может быть расположено несколько объектов различных классов. Для каждого файла изображения (*image*) создается файл-компаньон (*label*), который содержит сведения о геометрии и классах объектов на этом изображении. Существует несколько стандартов представления информации в *label* файлах. В нашей системе используется стандарт *YOLO*. Создание *label* файлов для отобранных *data engineer* изображений осуществляется с помощью специальной программы – *labelImg*.

Определение классов на фотоматериалах мужских пиджаков в обучающем блоке данных произведено экспертами – магистрантами второго курса по направлению обучения 29.04.05 «Конструирование изделий легкой промышленности». Для оценки согласованности мнений экспертов на примере контрольной выборки из 30 изображений выполнено экспериментальное исследование. Первоначально экспертом - профессором

задано верное обозначение классов для каждого изображения из контрольной выборки. Далее эксперт-магистрант выделял на изображении классы. На каждом фотоизображении можно выделить один или несколько схожих классов, если они там встречаются (рис. 3.3). Так, например, на виде спереди можно выделить два класса, относящихся к покрою рукава под номером 11.0; два класса, относящихся к форме лацкана под номером 7.0; два класса — к наличию карманов под номером 10.3 (рис. 3.3).

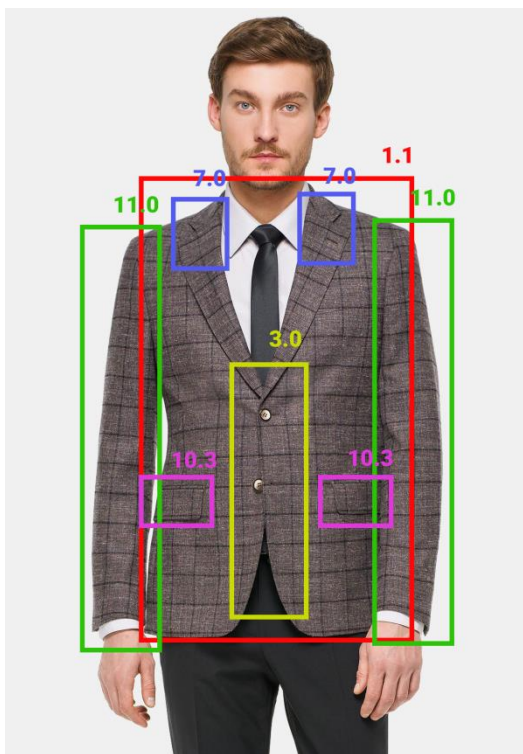
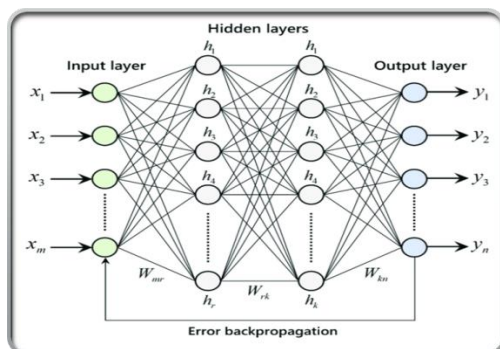


Рисунок 3.3 — Выделение классов на изображении

Благодаря методу ранговой корреляции Спирмена выявлена теснота корреляционной связи мнения эксперта-профессора с мнением группы экспертов-магистрантов. Коэффициент Спирмена в значении 0,94 указывает на тесную связь и согласованность мнений группы и эксперта. С помощью экспертов магистрантов осуществлено выделение классов на каждом фотоматериале обучающего контрольного блока данных, включающего около 1000 изображений.

Обучение нейронной сети. Вначале сеть смотрит через рамку, ограничивающую конструктивный структурный элемент и обозначенную номером класса. Фиксирует, например, горизонтальную линию,

обозначающую прорезной карман. Стоит помнить, что при проведении обучения на каждой итерации сеть пересчитывает фильтры, получая новые примитивные графические элементы (рис. 3.4).



Обучение нейронной сети

- На входные нейроны подаются числа из набора обучающих данных
- Прямой алгоритм (forward) проходит по сети и пересчитывает веса
- Доходит последнего уровня и вычисляет величину **ошибки** (расхождение)
- Потом обратный (backward) алгоритм, двигаясь назад по сети корректирует «веса» внутренних нейронов
- Веса корректируются с целью снижения величины **ошибки**

Рисунок 3.4 — Последовательность обучения нейронной сети

При этом обнаруживает тонкие корреляции и отношения между этими графическими элементами. Процесс обучения нейронной сети можно описать следующим образом. На входные нейроны сети подают числовые значения. Запускается работа *forward propagation algorithm*. На промежуточных уровнях активизируются функции, фильтры и иные действия, которые были «выучены» сетью на прошлых данных. В момент, когда сеть доходит до конечного слоя она сравнивает свой полученный результат с верным результатом из обучающей выборки. После чего определяется ошибка (расхождение) с верным результатом. Далее происходит обратный проход по сети. В это время работает *back propagation algorithm*, который идет по сети в обратном направлении и пересчитывает веса, которые связаны с нейронами в узлах внутренних слоев нейронов. Веса пересчитываются таким образом, чтобы снизить величину расхождения («ошибку»), зафиксированную на прямом проходе. После чего предоставляется следующая обучающая группа данных.

На рисунке 3.5 представлен фрагмент выделения структурных элементов на изображении, найденных обученной сетью после первого прохода.



Рисунок 3.5 — Фрагмент отображения решений, полученных нейронной сетью после первого прохода

Стратификация данных. Главным фактором, влияющим на эффективность обучения и распознавания является число фотоматериалов одного и того же класса в обучающей выборке. Если брать все данные без анализа, то отдельные типы классов многократно превышают количеством иные и сеть принимает для обучения разбалансированный набор данных. Например, на рисунке 3.6 показано распределение классов в обучающей выборке данных.

Для данной реакции существуют объяснимые причины. Например, на одном фотоматериале пиджака можно наблюдать наличие только одной застёжки, но при этом двух карманов, двух лацканов и двух рукавов. Вопрос многократного определения одного и того же вида конструктивного структурного элемента решается показателем *confidence* (процент «уверенности» сети в верном распознавании этого элемента) и геометрией нахождения элемента на фотоматериале. Из всех объектов, нацеленных на

«зону» этого элемента, отмечается тот, в котором сеть уверена больше всего, оставшиеся игнорируются ею.

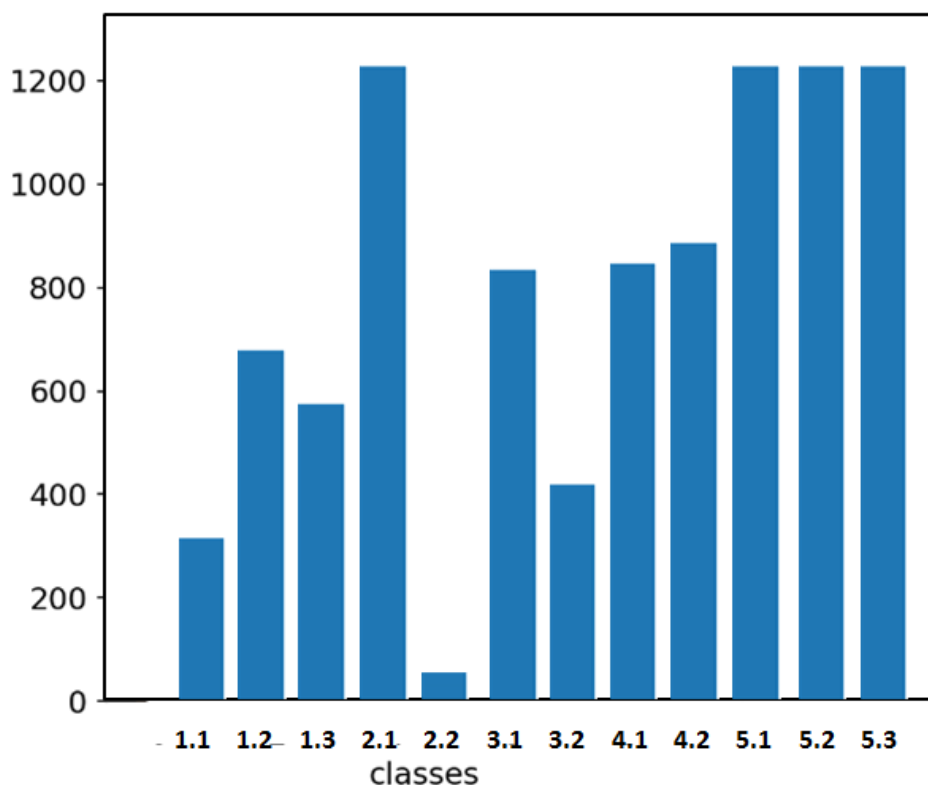


Рисунок 3.6 — Распределение классов в обучающей выборке по частоте встречаемости

Для достижения большей уверенности сети в итоге распознавания при проведении обучения принято решение снизить число классов и осуществлять распознавание конструктивных структурных элементов только по одной стороне фигуры на фотоматериале.

Определен контрольный блок данных, по которому производилась проверка итогов обучения, включающих 500 фотоматериалов мужских пиджаков. Итоги распознавания конструктивных элементов на изображении после снижения числа классов в обучающей выборке существенно улучшились. Так показатель точности предсказания поднялся на 2.0-3.0%. При этом среднеквадратическое отклонение значительно снизилось (рис. 3.7). Показатель $mAP@0.5$ отражает медиану серии измерений при коэффициенте уверенности сети в точности предсказания на уровне 50%. Его среднеквадратическое отклонение снизилось почти в десять раз.

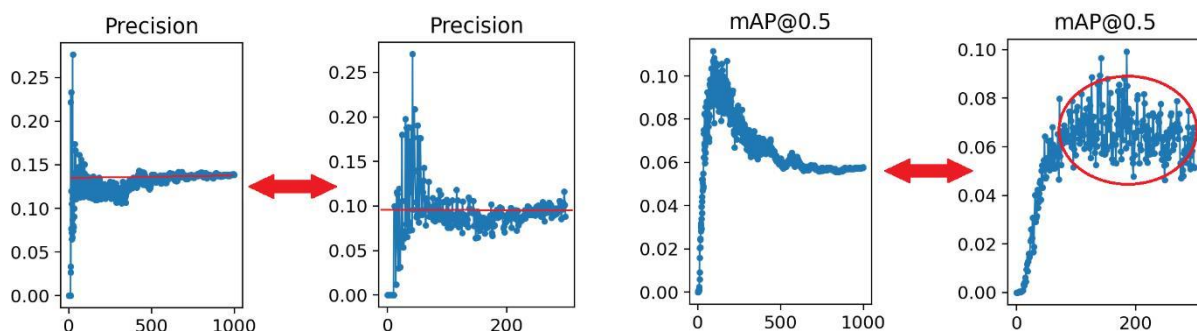


Рисунок 3.7 — Улучшение показателей сети после снижения количества классов

Каждому файлу с блоком данных изображений моделей одежды присвоена информация о сезоне, в котором демонстрировались содержащиеся в файле модели одежды (временной маркер). Временной маркер дает возможность нейронной сети формировать хронологическую сменяемость распознанных конструктивных элементов. Таким образом, после обучения нейронная сеть в автоматизированном режиме может определять номер класса по каждому конструктивному элементу, определять их количество, что помогает формировать пакет данных, среди которых сетью рекомендованы как актуальные наиболее часто встречающиеся виды конструктивных элементов, выделенные на базе загруженных и обработанных входных фотоматериалов моделей мужских пиджаков.

Полученный пакет данных актуальных базовых форм и конструктивно-декоративных структурных элементов изделий будущих сезонов дает основание для их рекомендации покупателю при создании им индивидуализированного швейного изделия в системе автоматизированного проектирования (САПР).

Сформирована универсальная последовательность процедуры выбора актуальной типовой базовой формы из базы данных изображений с помощью обученной нейронной сети:

- Формирование БД изображений, содержащих актуальную информацию о модельных особенностях изделия;
- Обозначение и выделение классов БФ и КДСЭИ;

- Считывание изображений из БД (видеопоток с модного показа, БД моделей предприятия и т.д.);
- Обработка и преобразование изображения в трехмерный тензор (трехмерная матрица вещественных чисел) размерностью $3 \times 576 \times 576$;
- Классификация объектов на изображении (по классам) с помощью нейронной сети;
- Определение геометрических параметров распознанных объектов на изображении;
- Детекция, регистрация БФ и КДСЭИ и выдача рекомендаций о частоте встречаемости.

Таким образом, разработанная методика позволяет выделить одну или несколько актуальных типовых базовых форм, а также варианты актуальных форм конструктивно-декоративных элементов мужского пиджака для использования в дальнейшем при проведении операций унификации деталей.

3.3 Разработка алгоритма автоматизированного агрегатирования структурных и визуальных элементов швейных изделий для получения новых моделей одежды

Алгоритм агрегатирования структурных и визуальных элементов швейных изделий, предложенный в рассматриваемом разделе основан на использовании различных вариантов типовых конструкций деталей спинки, переда, боковой части, рукава, выделенных в результате работы обученной нейронной сети.

На основе анализа 1500 изображений в п. 3.2, подобранных по принципу соответствия или предсказания модных тенденций выделены актуальные модные формы. Рекомендуемые нейронной сетью варианты деталей выделены как «*trend*» (рис. 3.8).

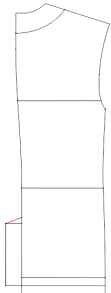
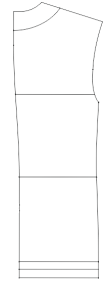
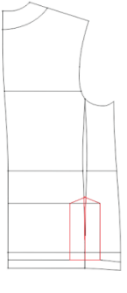
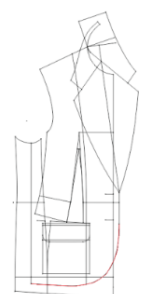
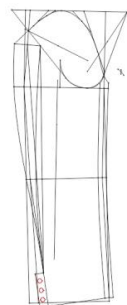
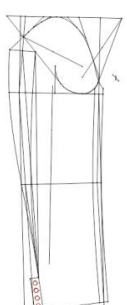
КОНСТРУКЦИЯ			
1. ПЕРЕД			
1.1 Силуэт:	1.1.1 Прямой	trend	v
	1.1.2 Прилегающий	trend	v
	1.1.3 Полуприлегающий		
1.2 Форма лацкана:	1.2.1 Прямой	trend	
	1.2.2 Острый		
	1.2.3 Отсутствие угла		
1.3 Застежка:	1.3.1 Центральная	trend	v
	1.3.2 Смещенная		
	1.3.3 Асимметричная		
1.4 Карманы:	1.4.1 Накладной		
	1.4.2 В рамку	trend	v
	1.4.3 Листочка		
	1.4.4 Клапан		
	1.4.5 Отсутствие		
1.5 Форма борта:	1.5.1 Прямой		v
	1.5.2 Закругленный	trend	
2. СПИНКА			
2.1 Силуэт:	2.1.1 Прямой	Блок неактивен! Значения установлены в соответствии с выбранными вариантами блока "Силуэт/Перед"	
	2.1.2 Прилегающий		
	2.1.3 Полуприлегающий		
2.2 Низ изделия:	2.2.1 С отсутствием элемента		
	2.2.2 Шлица центральная	trend	v
	2.2.3 Шлица боковая		
3. ВОРОТНИК			
	3.1 С острым углом	trend	v
	3.2 С прямым углом		
	3.3 Отсутствие		
4. РУКАВ			
	4.1 Втачной		v
	4.2 Реглан		
	4.3 Цельнокроенный	trend	
	4.4 Рубашечный		
	4.5 Комбинированный		

Рисунок 3.8 — Раздел «Конструкция»

Создаются базы данных (БД), содержащие чертежи конструкций основных деталей мужского пиджака и конструктивно декоративных

элементов, которые собираются в матричную форму (табл. 3.3). Разработанная база данных для выполнения процесса агрегатирования защищена свидетельством ФИПС [196]

Таблица 3.3 — Матричная таблица некоторых структурных элементов мужского пиджака (общий вид)

		Варианты				
			S1	S2	S3	Sn
Структурные элементы	S ¹	База данных Спинка <i>изменения</i> <i>(положение</i> <i>шлицы)</i>	S ¹ 1 	S ¹ 2 	S ¹ 3 	S ¹ n
	S ²	База данных Перед <i>изменения</i> <i>(форма борта)</i>	S ² 1 	S ² 2 	S ² 2 	S ² n
	S ³	База данных Рукав <i>изменения</i> <i>(количество и</i> <i>положение</i> <i>пуговиц</i> <i>на</i> <i>шлице)</i>	S ³ 1 	S ³ 2 	S ³ 3 	S ³ n...
	S ⁿ		S ⁿ 1	S ⁿ 2	S ⁿ 3	S ⁿ n....

Признаки (наименование подкатегории структурного элемента швейного изделия) S_n с вариантами их решений S^n представим в виде морфологической таблицы-матрицы (табл. 3.3). При выборе альтернативных

вариантов происходит комбинирование выделенных признаков, таким образом, получаются различные эскизные решения проектируемых моделей.

Матричный метод позволяет программе создавать все возможные комбинации соединения отобранных структурных элементов одежды.

Рассчитать количество возможных вариантов помогает формула (3.1):

$$S^{11} * S^{12} * S^{13} * S^{1n} \dots S^{n1} * S^{n2} * S^{n3} * S^{nn} \quad (3.1)$$

В результате пользователь получает огромное многообразие уникальных эскизов изделия, количество которых возрастает в геометрической прогрессии.

Процесс кастомизации можно классифицировать следующим образом (ПРИЛОЖЕНИЕ Ж):

- по типу пользователя;
- по типу изделия;
- по стилевому решению;
- по типу кастомизированного конструктивного элемента;
- по материалу;
- по художественно-колористическому решению;
- по размеру одежды для типовых фигур;
- по типу фигуры;
- по типу осанки.

Процесс кастомизации может проводиться как покупателями без наличия специализированного образования в сфере швейного производства, так и пользователями с наличием соответствующего образования (дизайнер швейного производства, конструктор швейного производства, технолог швейного производства). По типу изделия можно выделить плечевые и поясные швейные изделия (сезоны – зима, лето, демисезонный ассортимент).

При проектировании швейного изделия тот или иной структурный элемент одежды (деталь швейного изделия, цветовое решение, наличие принта на материале швейного изделия или присутствие декоративно-художественного элемента в одежде) может относиться к определенному

стилевому решению, например классическому, спортивному или романтическому.

Процесс персонализации одежды может затрагивать один или несколько структурных конструктивных элементов швейного изделия. К ним могут относиться следующие детали — перед, спинка, боковая часть, рукав, воротник, карман, пояс, передняя и задняя половинки брюк и др. В зависимости от выбора материала и художественно-колористического решения для будущей модели одежды формируется эстетическое восприятие образа потребителя-проектировщика или потенциального клиента.

Центральным звеном в системе автоматизированного проектирования швейных изделий является база данных структурных и визуальных элементов моделей одежды. База данных содержит визуальную и метрическую характеристику конструктивных параметров плечевой и поясной одежды для возможности ее адаптации и модификации в соответствии с требованиями потребителей в выборе формы, размеров и наличия в изделиях конструктивно-декоративных элементов. Используя базу данных, потребитель, путем сочетания конструктивно-декоративных элементов в произвольном порядке, формирует индивидуальное изделие, что позволит предприятию изготавливать изделия по индивидуальному заказу в условиях промышленного производства, выполнять автоматизированное проектирование ассортиментных промышленных коллекций, определять план выпуска изделий, состав промышленных коллекций и обеспечит увеличение уровня продаж швейной продукции.

Разработана база данных (БД) «Кастомизация моделей мужской одежды» [196] в которой:

- Разработан алгоритм процесса массовой кастомизации моделей мужской одежды путем сочетания формы, размеров и наличия в изделиях конструктивно-декоративных элементов;
- Разработаны реляционные модели данных и определён характер их логических взаимосвязей;

- Разработана структура базы данных для хранения и использования информации;
- Разработана структура моделей данных в электронной среде;
- Проведена систематизация и отбор информации для реализации кастомизации моделей мужской одежды путем сочетания конструктивно-декоративных элементов в произвольном порядке;
- Реализована структура моделей данных в электронной среде на основании результатов проведенных исследований;
- Проведена апробация работы алгоритма процесса кастомизации моделей мужской одежды при автоматизированном проектировании ассортиментных промышленных коллекций.

Для кастомизации моделей мужской одежды разработаны информационные массивы «Изменения модельной конструкции мужской одежды по длине», «Изменения модельной конструкции плечевой одежды (по ассортименту) по видам застежки», «Изменения модельной конструкции плечевой одежды (по ассортименту) по форме лацкана», «Изменения модельной конструкции плечевой одежды (по ассортименту) по форме низа», «Изменения в модельной конструкции одежды (по ассортименту) по форме и количеству карманов», «Изменения в модельной конструкции одежды (по ассортименту) по оформлению низа рукавов», «Изменения в модельной конструкции спинки (по ассортименту)», включающие различные стили оформления конструктивно-декоративных элементов.

Таблица 3.4 «Изменения модельной конструкции мужской одежды по длине» служит для определения взаимосвязи между композиционным решением модельных конструкций одежды в продольном направлении и параметрами корректировки модельных конструкций одежды от базового уровня. Таблица содержит следующие поля: наименование участков изменения модельной конструкции от базового уровня, измерения фигуры для уточнения модельных особенностей от базового уровня, технический эскиз, схема модельной конструкции.

Таблица 3.4 — Изменения модельной конструкции мужской одежды по длине (фрагмент)

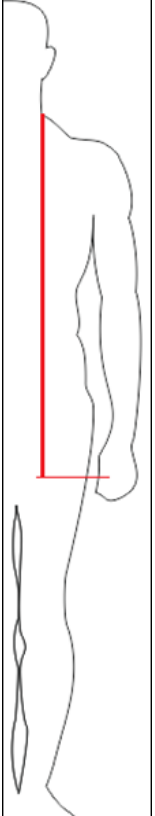
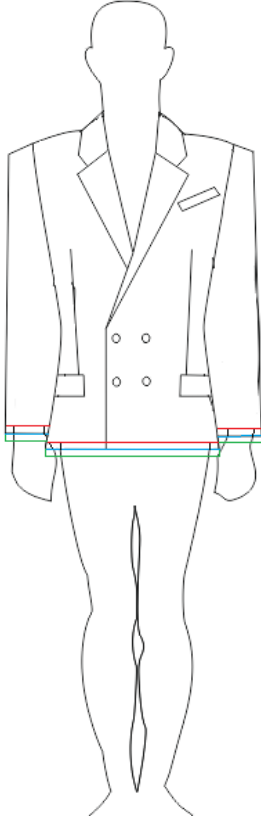
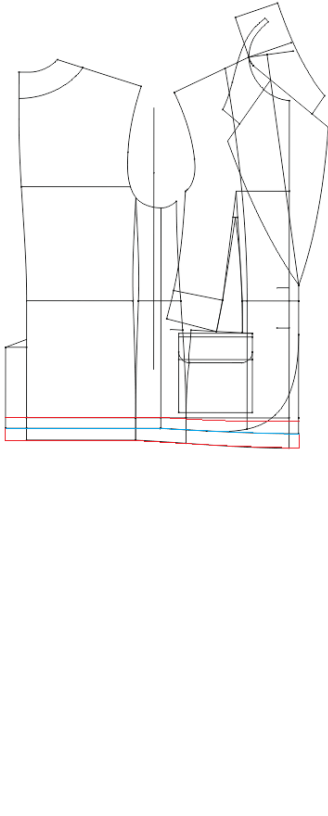
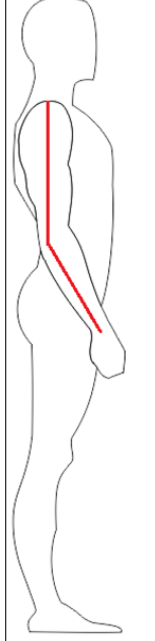
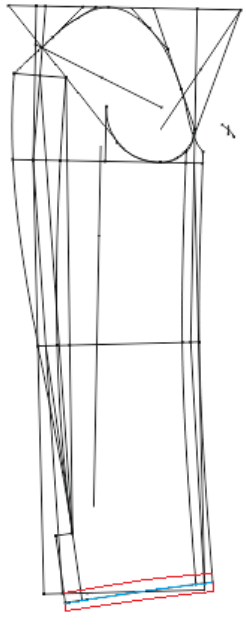
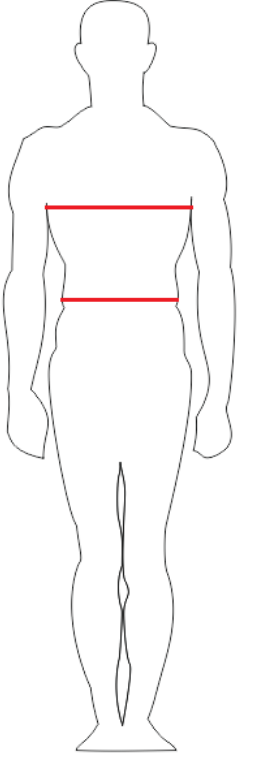
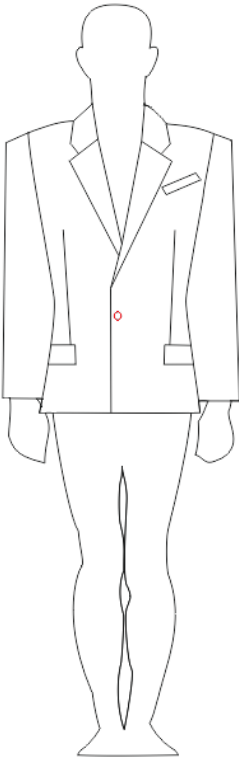
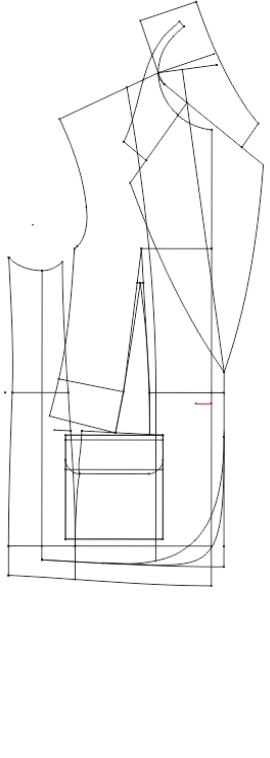
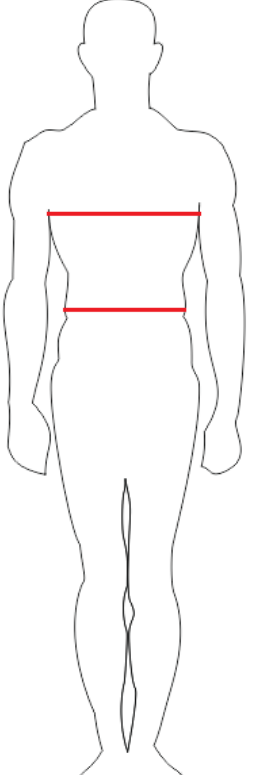
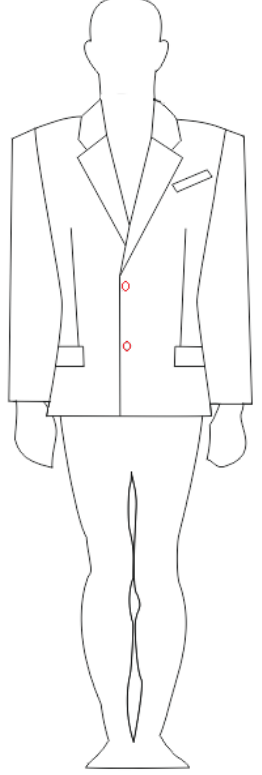
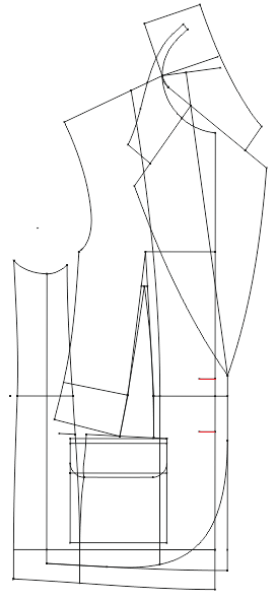
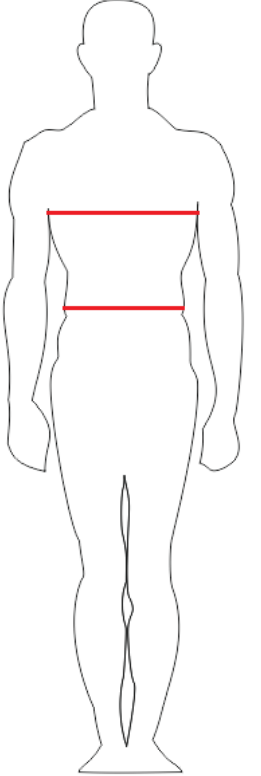
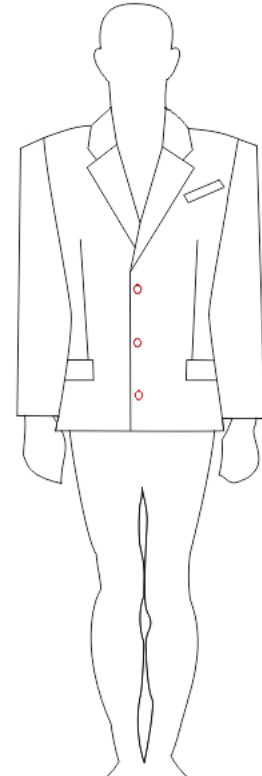
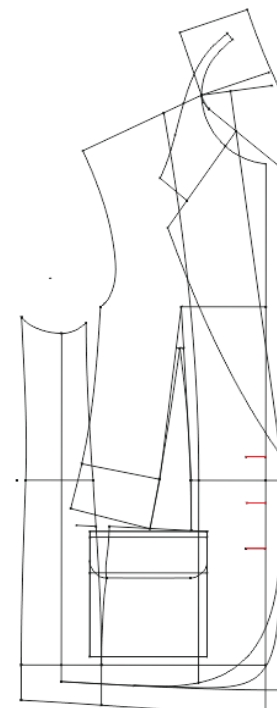
Наименование участков изменения модельной конструкции от базового уровня	Измерения фигуры для уточнения модельных особенностей от базового уровня	Технический эскиз	Схема модельной конструкции
Пиджак Длина изделия			
Длина рукава			

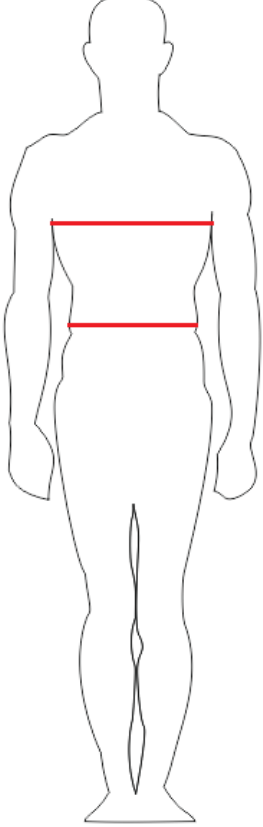
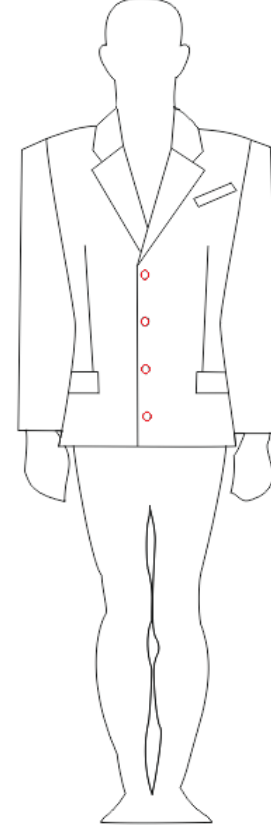
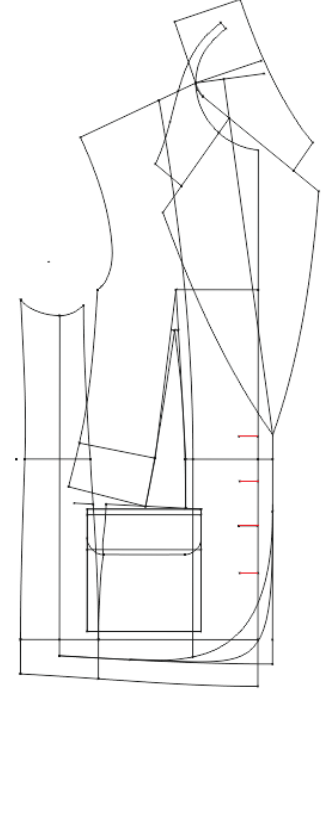
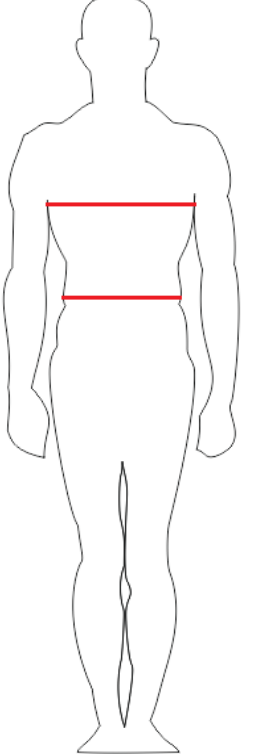
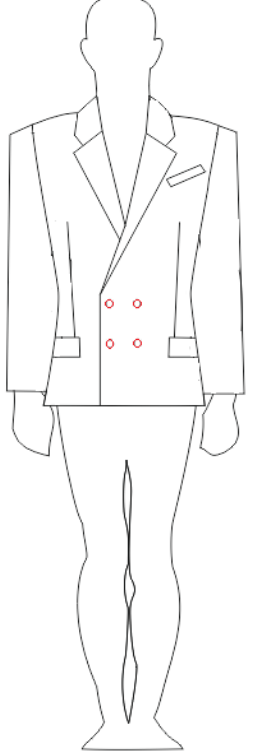
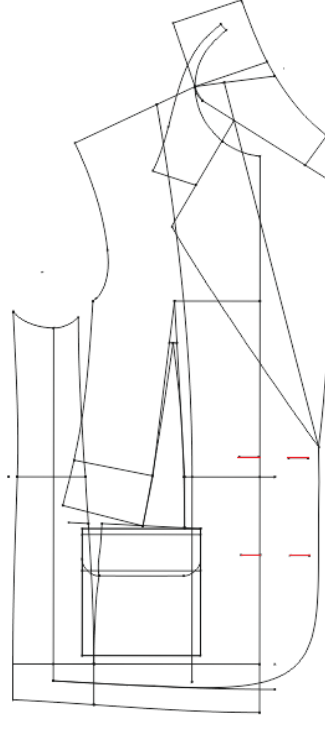
Таблица 3.5 «Изменения модельной конструкции плечевой одежды (по ассортименту) по видам застежки» служит для определения взаимосвязи между композиционным решением модельных конструкций одежды по видам застежки и параметрами корректировки модельных конструкций одежды от базового уровня.

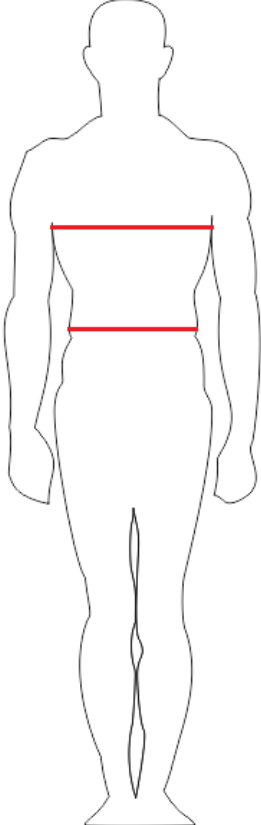
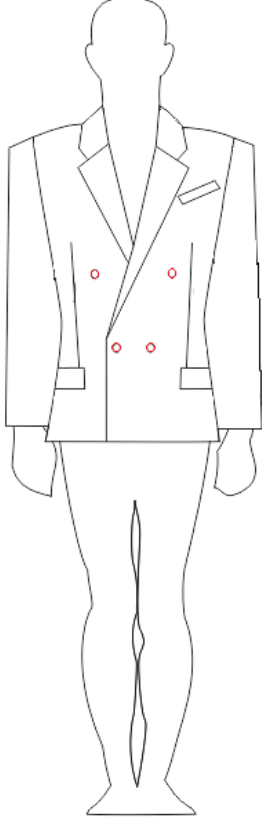
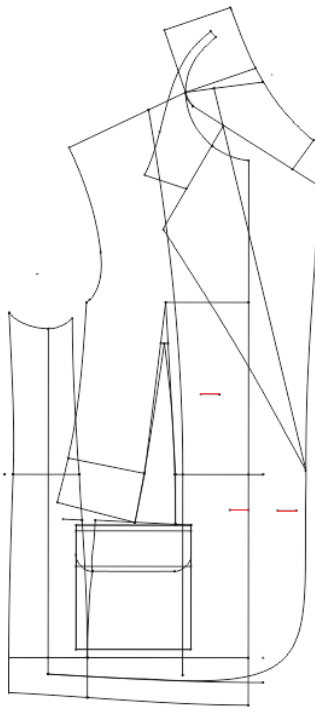
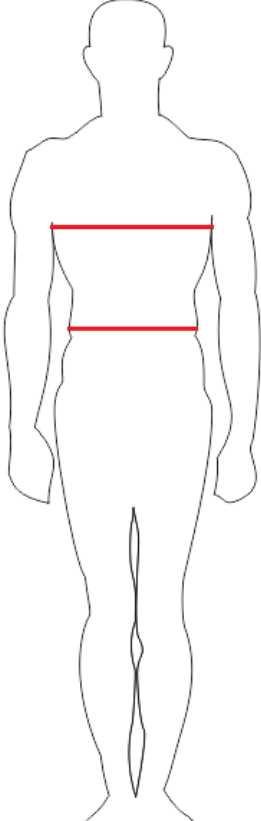
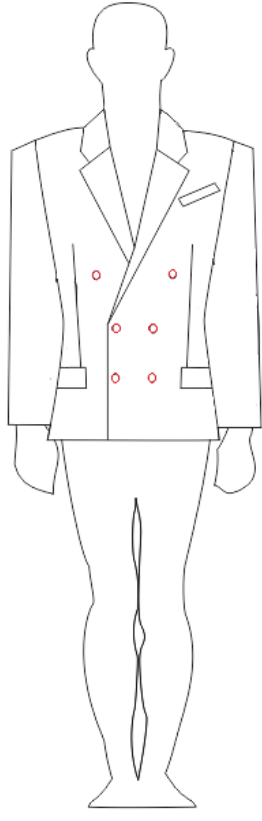
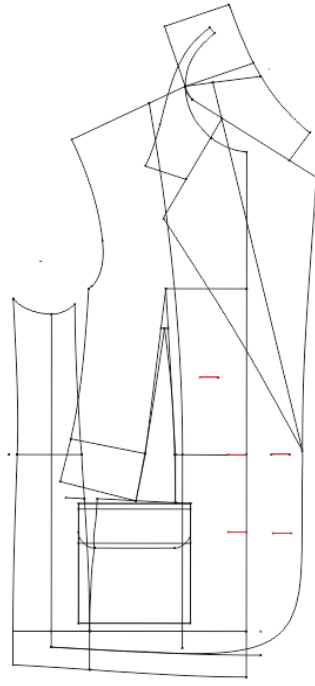
Таблица содержит следующие поля: изменения модельной конструкции плечевой одежды по видам застежки, измерения фигуры для уточнения модельных особенностей от базового уровня, технический эскиз, схема модельной конструкции.

Таблица 3.5 — Изменения модельной конструкции плечевой одежды (по ассортименту) по видам застежки (фрагмент)

Изменения модельной конструкции плечевой одежды по видам застежки	Измерения фигуры для уточнения модельных особенностей от базового уровня	Технический эскиз	Схема модельной конструкции
Пиджак			
Однорбортный с 1 пуговицей			

Изменения модельной конструкции плечевой одежды по видам застежки	Измерения фигуры для уточнения модельных особенностей от базового уровня	Технический эскиз	Схема модельной конструкции
Однобортный с 2 пуговицами			
Однобортный с 3 пуговицами			

Изменения модельной конструкции плечевой одежды по видам застежки	Измерения фигуры для уточнения модельных особенностей от базового уровня	Технический эскиз	Схема модельной конструкции
Однобортный с 4 пуговицами			
Двубортный с 4 пуговицами (застёгивается на 2)			

Изменения модельной конструкции плечевой одежды по видам застежки	Измерения фигуры для уточнения модельных особенностей от базового уровня	Технический эскиз	Схема модельной конструкции
Двубортный с 4 пуговицами (застёгивается на 1)			
Двубортный с 6 пуговицами (застёгивается на 2)			

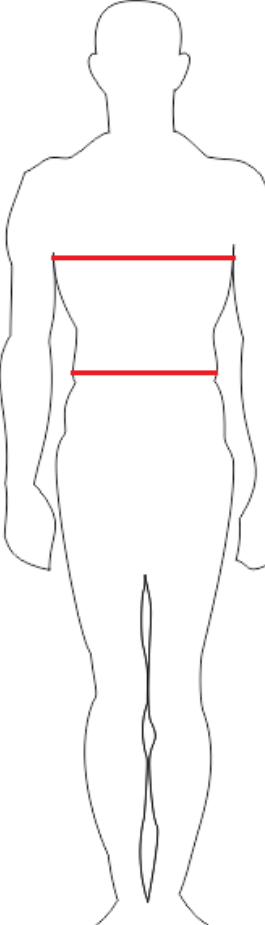
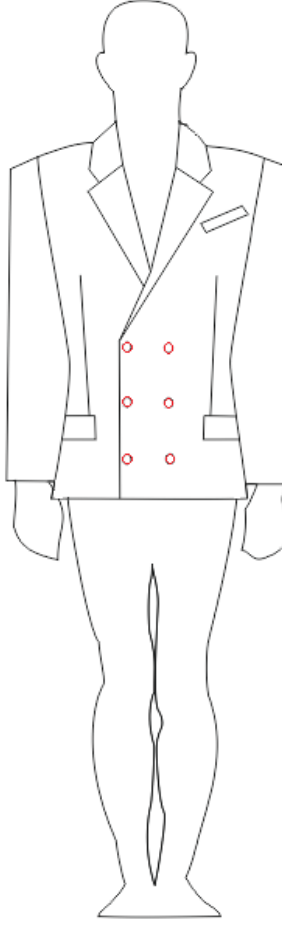
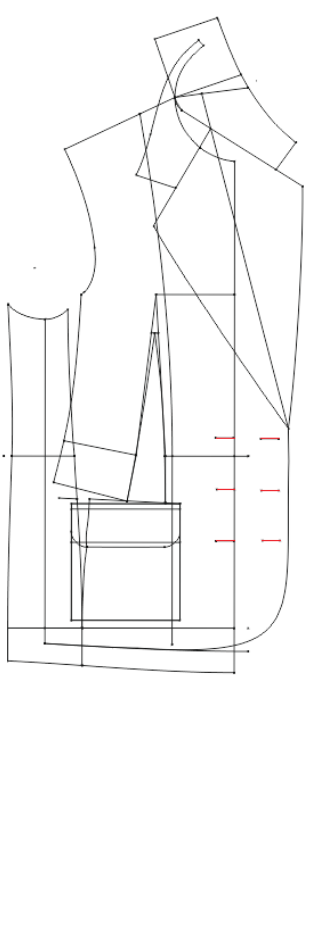
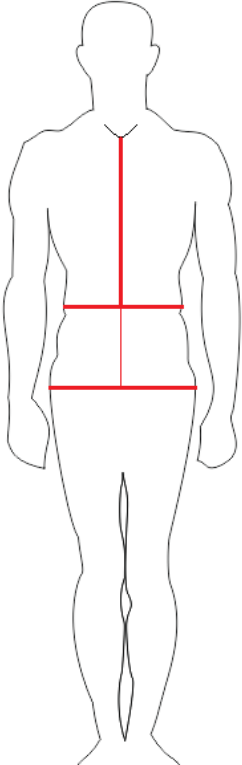
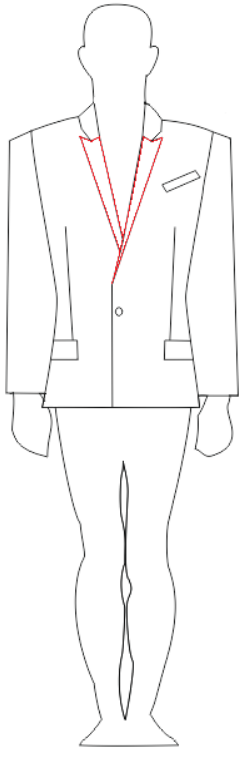
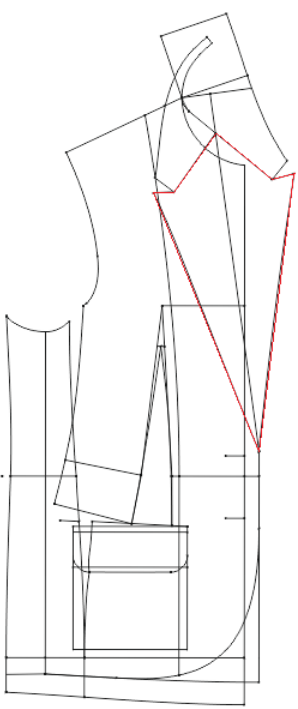
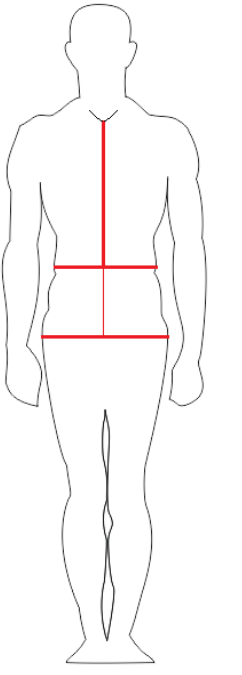
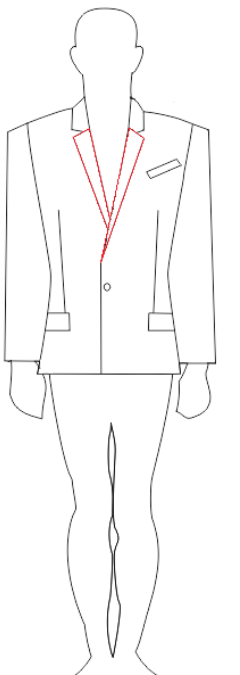
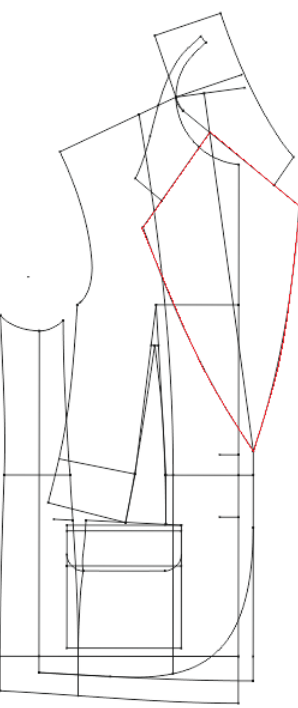
Изменения модельной конструкции плечевой одежды по видам застежки	Измерения фигуры для уточнения модельных особенностей от базового уровня	Технический эскиз	Схема модельной конструкции
Двубортный с 6 пуговицами (застёгивается на 3)			

Таблица 3.6 «Изменения модельной конструкции плечевой одежды (по ассортименту) по форме лацкана» служит для определения взаимосвязи между композиционным решением модельных конструкций одежды по форме лацкана и параметрами корректировки модельных конструкций одежды от базового уровня.

Таблица содержит следующие поля: изменения модельной конструкции плечевой одежды по форме лацкана, измерения фигуры для уточнения модельных особенностей от базового уровня, технический эскиз, схема модельной конструкции.

Таблица 3.6 — Изменения модельной конструкции плечевой одежды (по ассортименту) по форме лацкана (фрагмент)

Изменения модельной конструкции плечевой одежды по форме лацкана	Измерения фигуры для уточнения модельных особенностей от базового уровня	Технический эскиз	Схема модельной конструкции
Пиджак			
Острый маленький отворот			
Классический стандартный отворот			

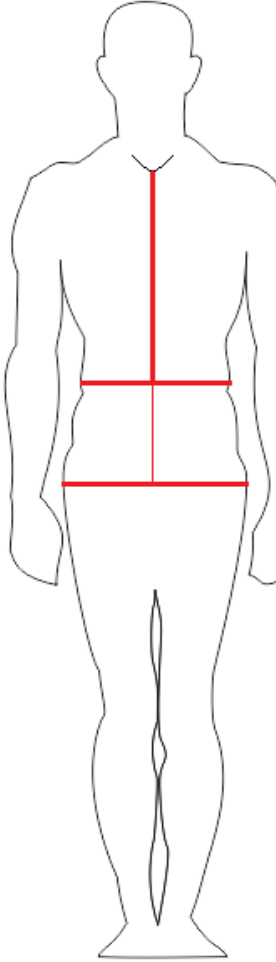
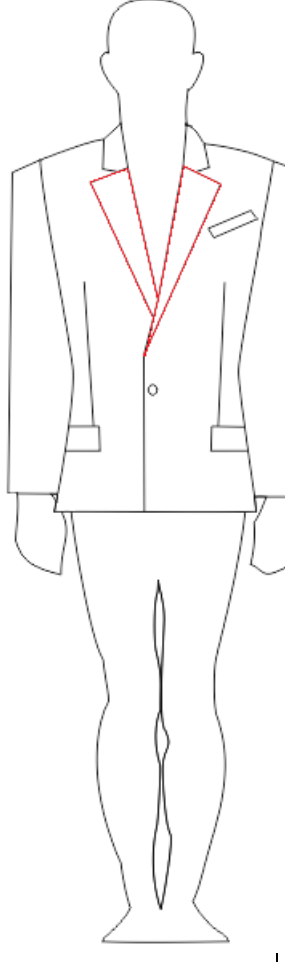
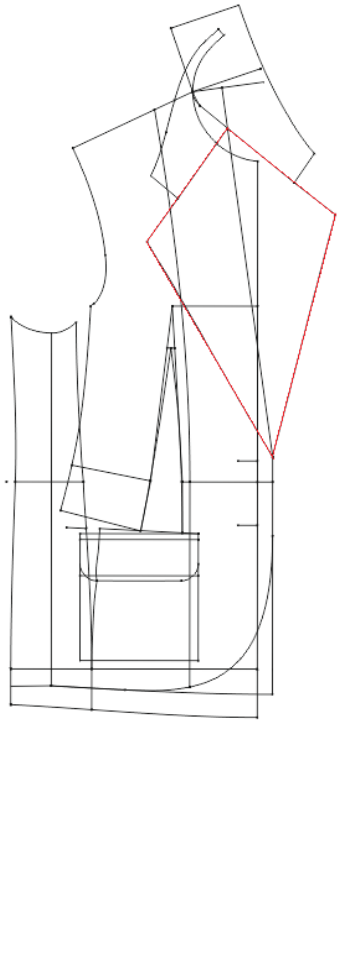
Изменения модельной конструкции плечевой одежды по форме лацкана	Измерения фигуры для уточнения модельных особенностей от базового уровня	Технический эскиз	Схема модельной конструкции
Классический большой отворот			

Таблица 3.7 «Изменения модельной конструкции плечевой одежды (по ассортименту) по форме низа» служит для определения взаимосвязи между композиционным решением модельных конструкций одежды по форме низа изделия и параметрами корректировки модельных конструкций одежды от базового уровня. Таблица содержит следующие поля: изменения модельной конструкции плечевой одежды по форме низа изделия, измерения фигуры для уточнения модельных особенностей от базового уровня, технический эскиз, схема модельной конструкции.

Таблица 3.7 — Изменения модельной конструкции плечевой одежды (по ассортименту) по форме низа изделия (фрагмент)

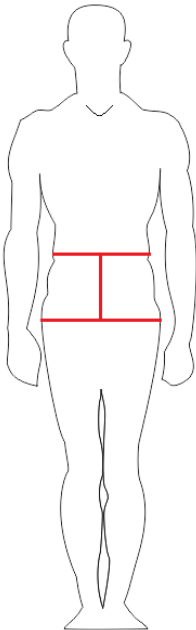
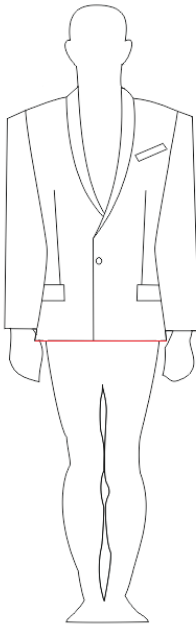
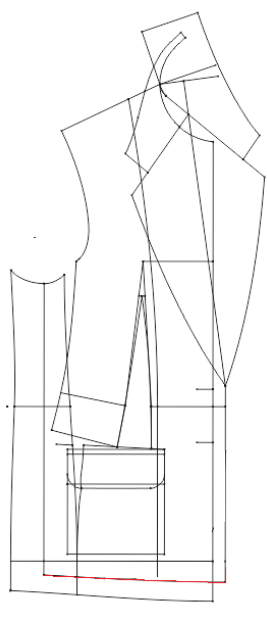
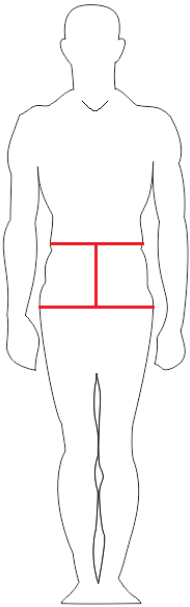
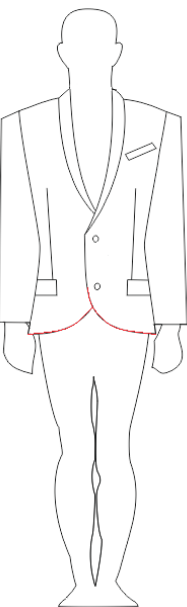
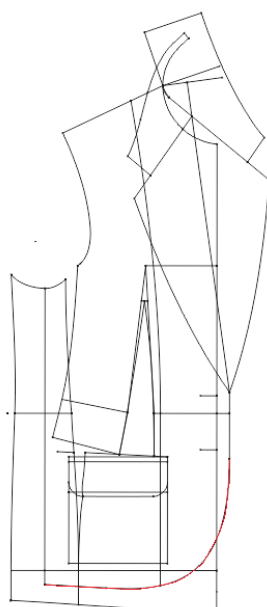
Изменения модельной конструкции плечевой одежды по форме низа изделия	Измерения фигуры для уточнения модельных особенностей от базового уровня	Технический эскиз	Схема модельной конструкции
Пиджак			
Прямой			
Дугообразный/и зогнутый			

Таблица 3.8 «Изменения в модельной конструкции одежды (по ассортименту) по форме и количеству карманов» служит для определения взаимосвязи между композиционным решением модельных конструкций

одежды по форме, расположению и количеству карманов в изделии и параметрами корректировки модельных конструкций одежды от базового уровня.

Таблица 3.8 — Изменения в модельной конструкции одежды (по ассортименту) по форме и количеству карманов (фрагмент)

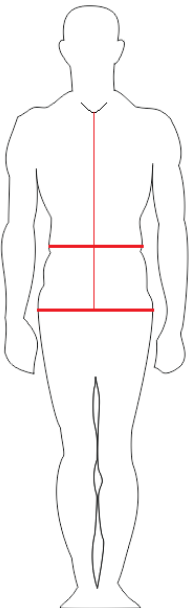
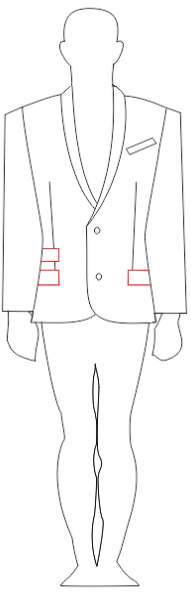
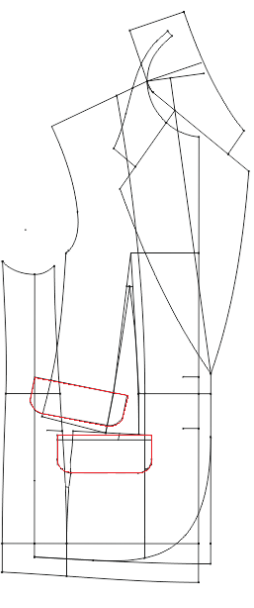
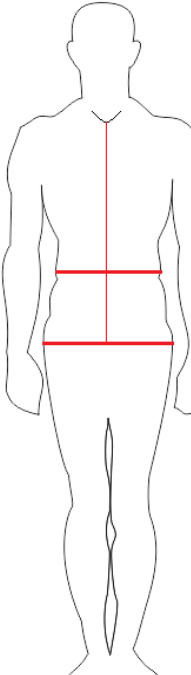
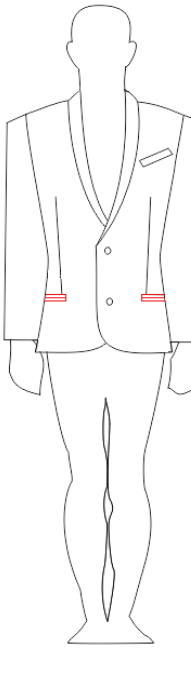
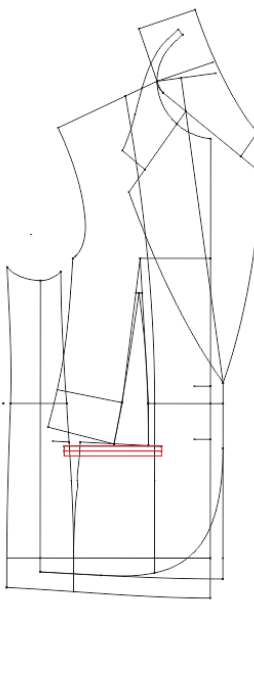
Изменения модельной конструкции одежды по форме и количеству карманов	Измерения фигуры для уточнения модельных особенностей от базового уровня	Технический эскиз	Схема модельной конструкции
Пиджак			
2 кармана с клапаном + 1 карман для билета с клапаном			
2 кармана в рамку			

Таблица 3.9 служит для определения взаимосвязи между композиционным и конструктивно-технологическим решениями модельных конструкций одежды по оформлению низа рукавов в изделии и параметрами корректировки модельных конструкций одежды от базового уровня.

Таблица 3.9 — Изменения в модельной конструкции одежды (по ассортименту) по оформлению низа рукавов (фрагмент)

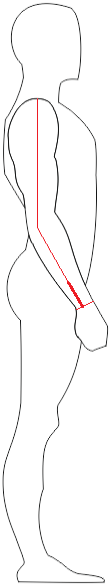
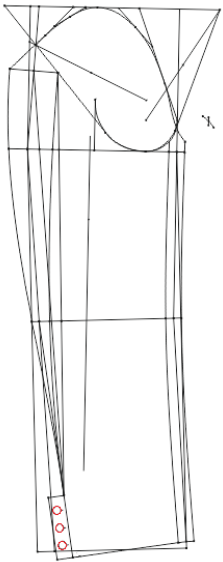
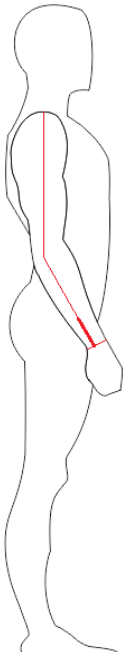
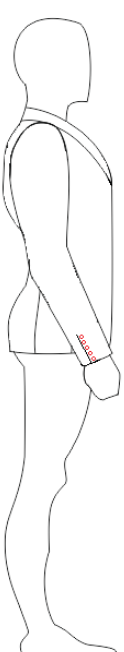
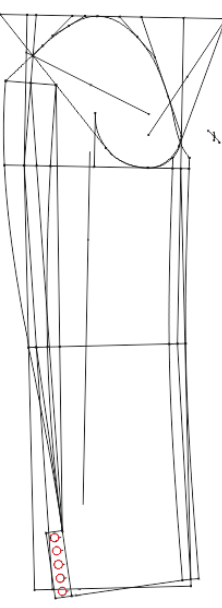
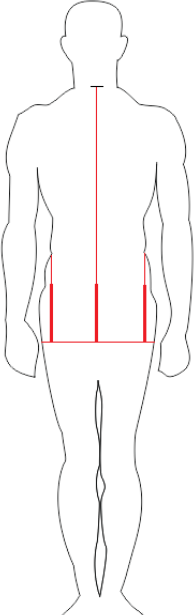
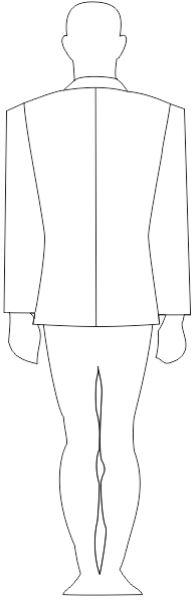
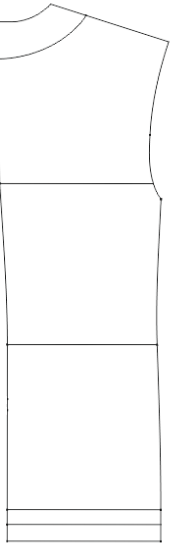
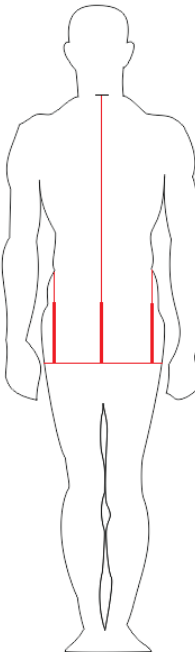
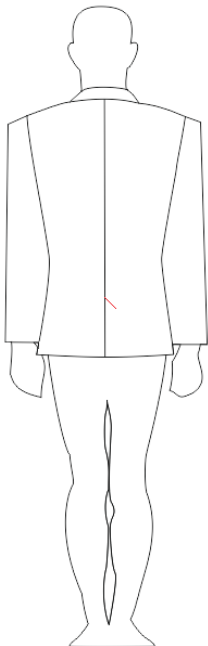
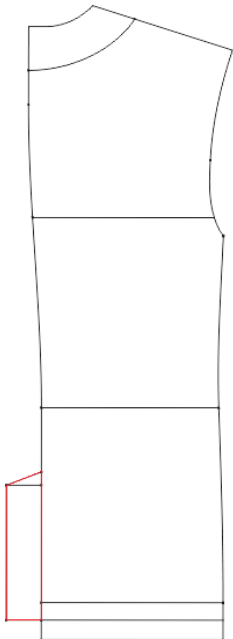
Изменения в модельной конструкции одежды по оформлению низа рукавов	Измерения фигуры для уточнения модельных особенностей от базового уровня	Технический эскиз	Схема модельной конструкции
Пиджак			
3 декоративных пуговицы			
5 рабочих пуговицы			

Таблица 3.10 «Изменения в модельной конструкции спинки (по ассортименту)» служит для определения взаимосвязи между композиционным и конструктивно-технологическим решениями модельных конструкций одежды по оформлению спинки в плечевом изделии.

Таблица 3.10 — Изменения в модельной конструкции спинки (по ассортименту) (фрагмент)

Изменения модельной конструкции спинки	Измерения фигуры для уточнения модельных особенностей от базового уровня	Технический эскиз	Схема модельной конструкции
Пиджак			
Без шлицы			
Шлица в среднем шве			

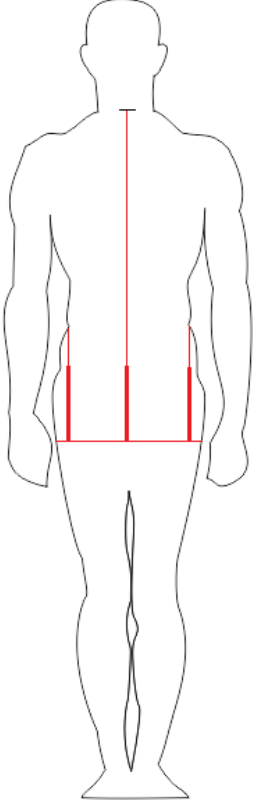
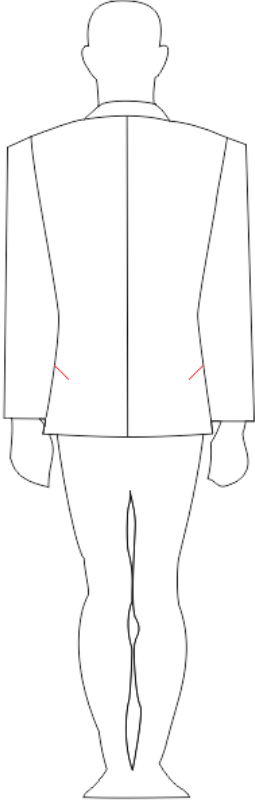
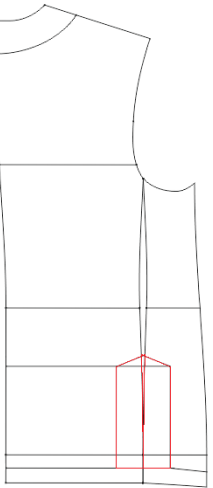
Изменения модельной конструкции спинки	Измерения фигуры для уточнения модельных особенностей от базового уровня	Технический эскиз	Схема модельной конструкции
2 плицы в боковых швах			

Таблица 3.11 «Матрица вариантов сочетаний конструктивно-декоративных модельных конструкций элементов в плане выпуска мужской одежды» служит для расчета максимального количества вариантов сочетания конструктивно-декоративных особенностей модельных конструкций в плане выпуска. Таблица содержит следующие поля: модельные элементы, наименование, обозначение, виды, наименование, обозначение, количество, максимальное количество вариантов сочетаний N , ед.

На основе сформированных потребителями индивидуальных изделий путем сочетания выделенных элементов в произвольном порядке в автоматизированном режиме производится расчет максимального количества вариантов сочетаний.

Таблица 3.11 — Матрица вариантов сочетаний конструктивно-декоративных элементов модельных конструкций в плане выпуска мужской одежды (фрагмент)

Модельные элементы		Виды		Количество	Максимальное количество вариантов сочетаний N, ед.
Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение		
1	2	3	4	5	6
Перед					
лацкан	E1	узкий	E11		$N = E11 \times E12 \times E13 \times E21 \times E22 \times E3 \times E32 \times E33 \times E34$
		средний	E12		
		широкий	E13		
вид воротника	E2	пиджачный	E21		
		шалевый	E22		
застежка	E3	центральная с 1 пуговицей	E31		
		двубортная с 1 пуговицей	E32		
		центральная с 2 пуговицами	E33		
		двубортная с 2 пуговицами	E34		

В основе работы программы по автоматизированному проектированию швейных изделий лежит процесс распознавания конструктивных точек, конструктивных срезов деталей швейных изделий и автоматизированное определение конструктивно-технологической реализации того или иного конструктивно-технологического узла, базируясь на сопряжении подходящих кодов конструктивных срезов деталей и отклонении неподходящих. Код конструктивного среза детали включает в себя комбинацию из четырех символов: первый и второй символы латинского алфавита обозначают конструктивную точку детали швейного изделия, третий числовой символ позволяет программе определять подходящие варианты деталей для образования конструктивно-технологического узла (возможность реализации конструктивно-технологического узла) и четвертый числовой символ определяет порядковый номер варианта детали швейного изделия. На рисунке 3.9 показана общая схема сопряжения закодированных конструктивных срезов деталей швейного изделия. Схема сопряжения служит основой для разработки алгоритма автоматизированного агрегатирования деталей между собой.

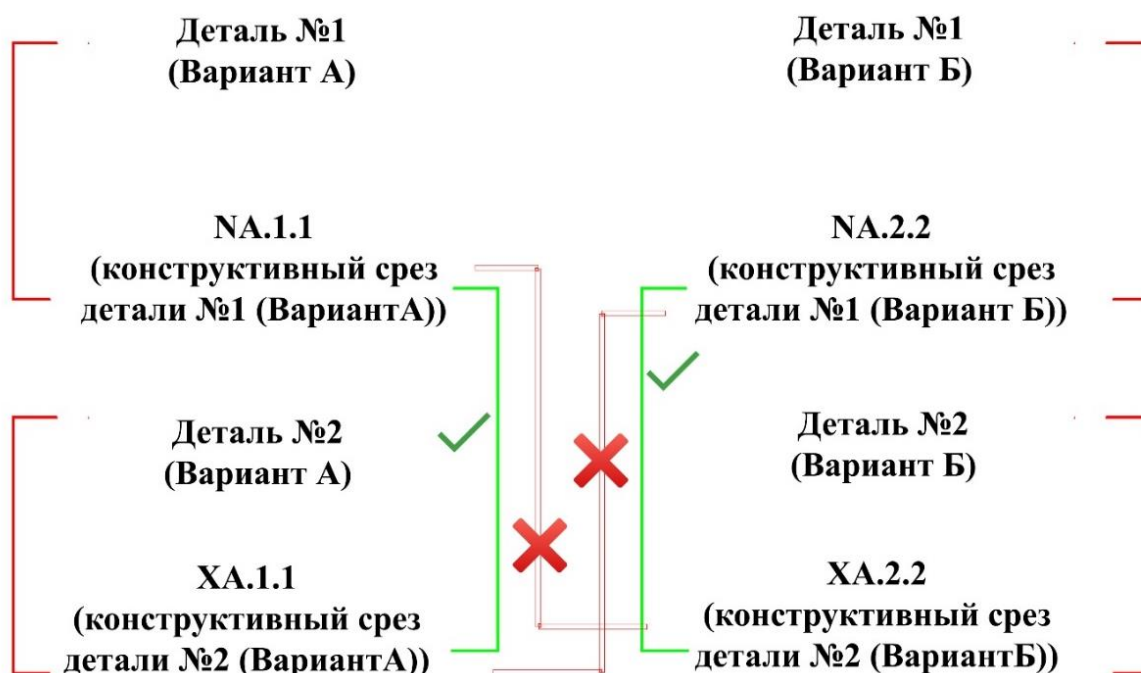
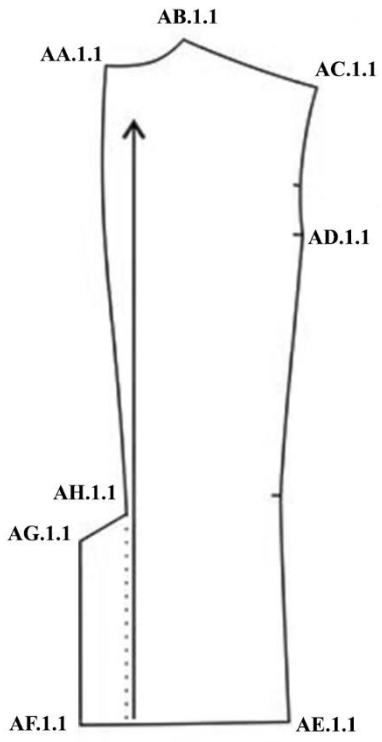
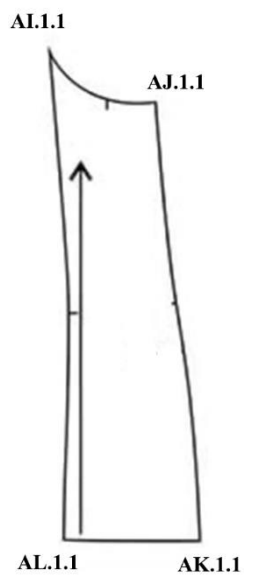


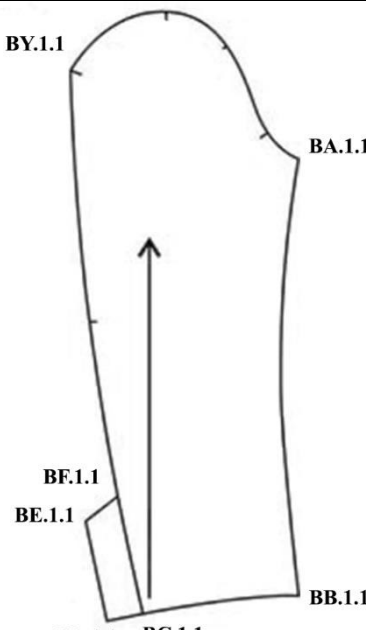
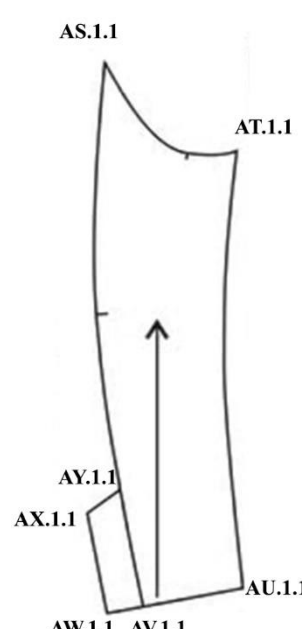
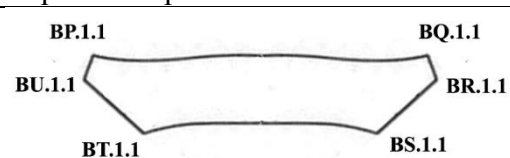
Рисунок 3.9 — Схема сопряжения закодированных конструктивных срезов деталей швейного изделия

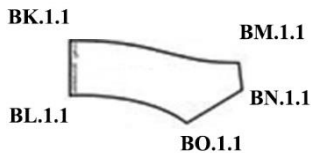
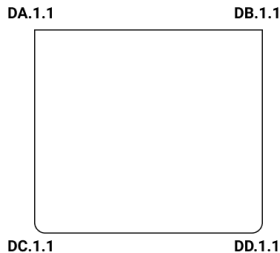
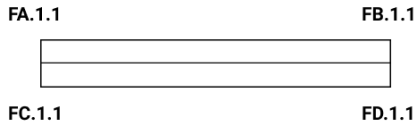
В таблице 3.12 представлен перечень кодов конструктивных срезов мужского пиджака.

Таблица 3.12 — Кодирование конструктивных срезов мужского пиджака

Деталь мужского пиджака	Наименование конструктивного среза детали	Кодирование среза
Перед (полочка)	Срез горловины	АО.1.1-АР.1.1
	Срез раскепа	АР.1.1-СF.1.1
	Срез уступа лацкана	СF.1.1-АQ.1.1
	Срез лацкана	АQ.1.1-СG.1.1
	Срез борта	СG.1.1-АZ.1.1
	Боковой срез	АР.1.1-СE.1.1; СA.1.1-АМ.1.1
	Нижний срез кармана	СE.1.1-СD.1.1
	Конструктивная линия вытачки	СD.1.1-СC.1.1-СB.1.1
	Верхний срез кармана	СA.1.1-СB.1.1
	Срез проймы	АМ.1.1-АN.1.1
	Срез низа	АР.1.1-АZ.1.1
	Плечевой срез	АN.1.1-АO.1.1

Деталь мужского пиджака	Наименование конструктивного среза детали	Кодирование среза
Спинка 	Срез горловины	AA.1.1-AB.1.1
	Плечевой срез	AB.1.1-AC.1.1
	Срез проймы	AC.1.1-AD.1.1
	Рельефный срез	AD.1.1-AE.1.1
	Срез уступа шлицы	AH.1.1-AG.1.1
	Срез шлицы	AG.1.1-AF.1.1
	Срез низа	AF.1.1-AE.1.1
	Средний срез спинки	AA.1.1-AH.1.1
Боковая часть 	Срез проймы	AI.1.1-AJ.1.1
	Боковой срез	AJ.1.1-AK.1.1
	Срез низа	AK.1.1-AL.1.1
	Рельефный срез	AI.1.1-AL.1.1

Деталь мужского пиджака	Наименование конструктивного среза детали	Кодирование среза
Верхняя часть рукава	Срез оката	BY.1.1-BA.1.1
	Передний срез	BA.1.1-BB.1.1
	Срез низа	BB.1.1-BD.1.1
	Срез шлицы	BD.1.1-BE.1.1
	Срез уступа шлицы	BE.1.1-BF.1.1
	Локтевой срез	BF.1.1-BY.1.1
Нижняя часть рукава	Срез оката	AS.1.1-AT.1.1
	Локтевой срез	AS.1.1-AY.1.1
	Срез уступа шлицы	AY.1.1-AX.1.1
	Срез шлицы	AX.1.1-AW.1.1
	Срез низа	AW.1.1-AU.1.1
	Передний срез	AU.1.1-AT.1.1
Верхний воротник	Срез отлета	BP.1.1-BQ.1.1
	Срезы концов	BQ.1.1-BR.1.1; BP.1.1-BU.1.1
	Срезы раскепа	BR.1.1-BS.1.1; BU.1.1-BT.1.1
	Срез горловины	BT.1.1-BS.1.1

Деталь мужского пиджака	Наименование конструктивного среза детали	Кодирование среза
Нижний воротник	Срез отлета	BK.1.1-BM.1.1
	Срезы концов	BM.1.1-BN.1.1
	Срезы раскепа	BN.1.1-BO.1.1
	Срез горловины	BO.1.1-BL.1.1
	Срез средний	BL.1.1-BK.1.1
Накладной карман	Верхний срез	DA.1.1-DB.1.1
	Нижний срез	DC.1.1-DD.1.1
	Боковой срез	DB.1.1-DD.1.1; DA.1.1-DC.1.1
Клапан	Верхний срез	EA.1.1-EB.1.1
	Нижний срез	EC.1.1-ED.1.1
	Боковой срез	EB.1.1-ED.1.1; EA.1.1-EC.1.1
Прорезной карман в рамку	Верхний срез	FA.1.1-FB.1.1
	Нижний срез	FC.1.1-FD.1.1
	Боковой срез	FB.1.1-FD.1.1; FA.1.1-FC.1.1

В таблице 3.13 представлен фрагмент схем сопряжения закодированных конструктивных срезов деталей мужского пиджака при различных комбинациях сочетаний структурных элементов изделия. Полный перечень возможных вариантов представлен в приложении Е, таблица Е1.

Таблица 3.13 — Схемы сопряжения закодированных конструктивных срезов деталей мужского пиджака
Силуэт

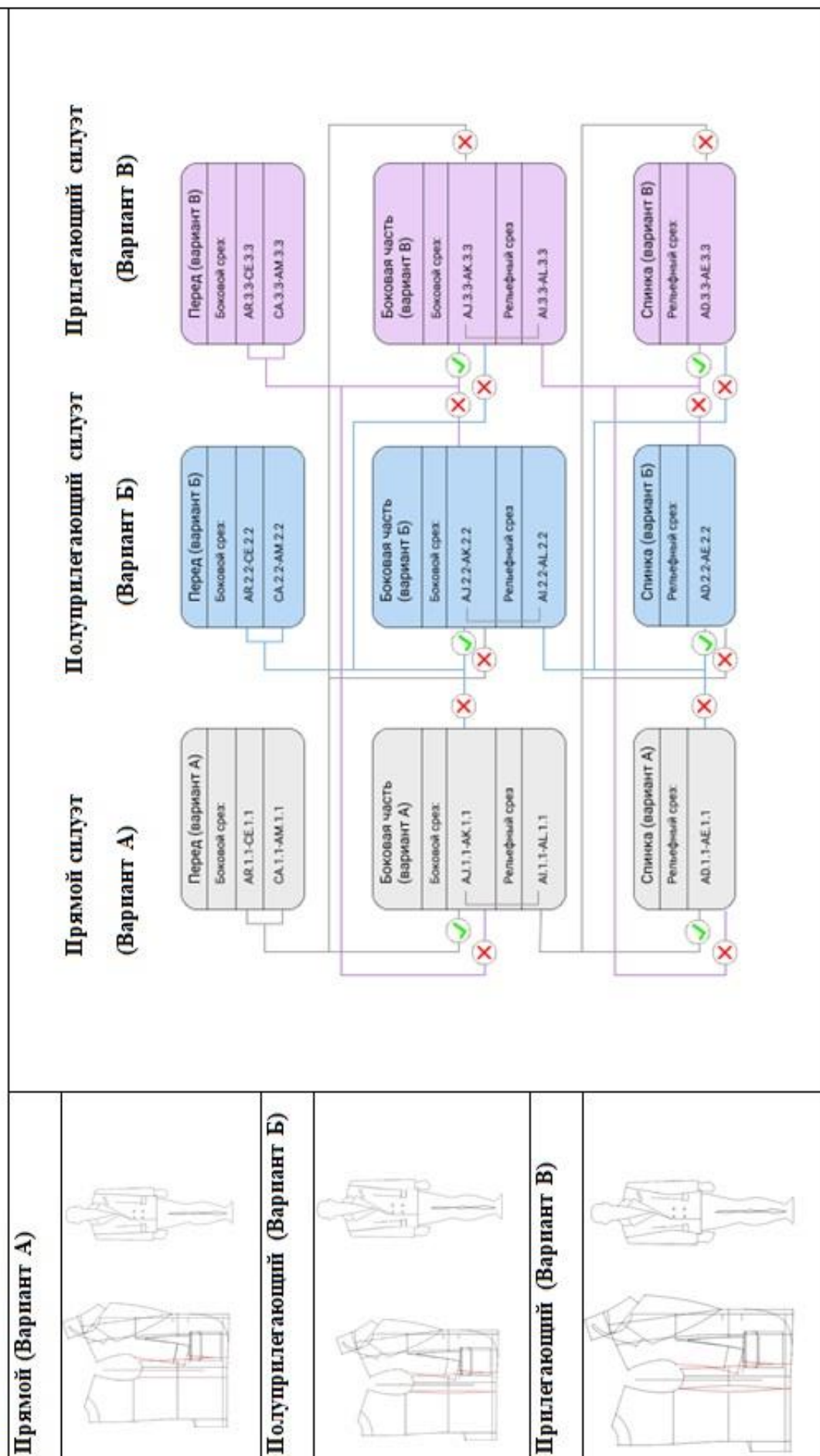
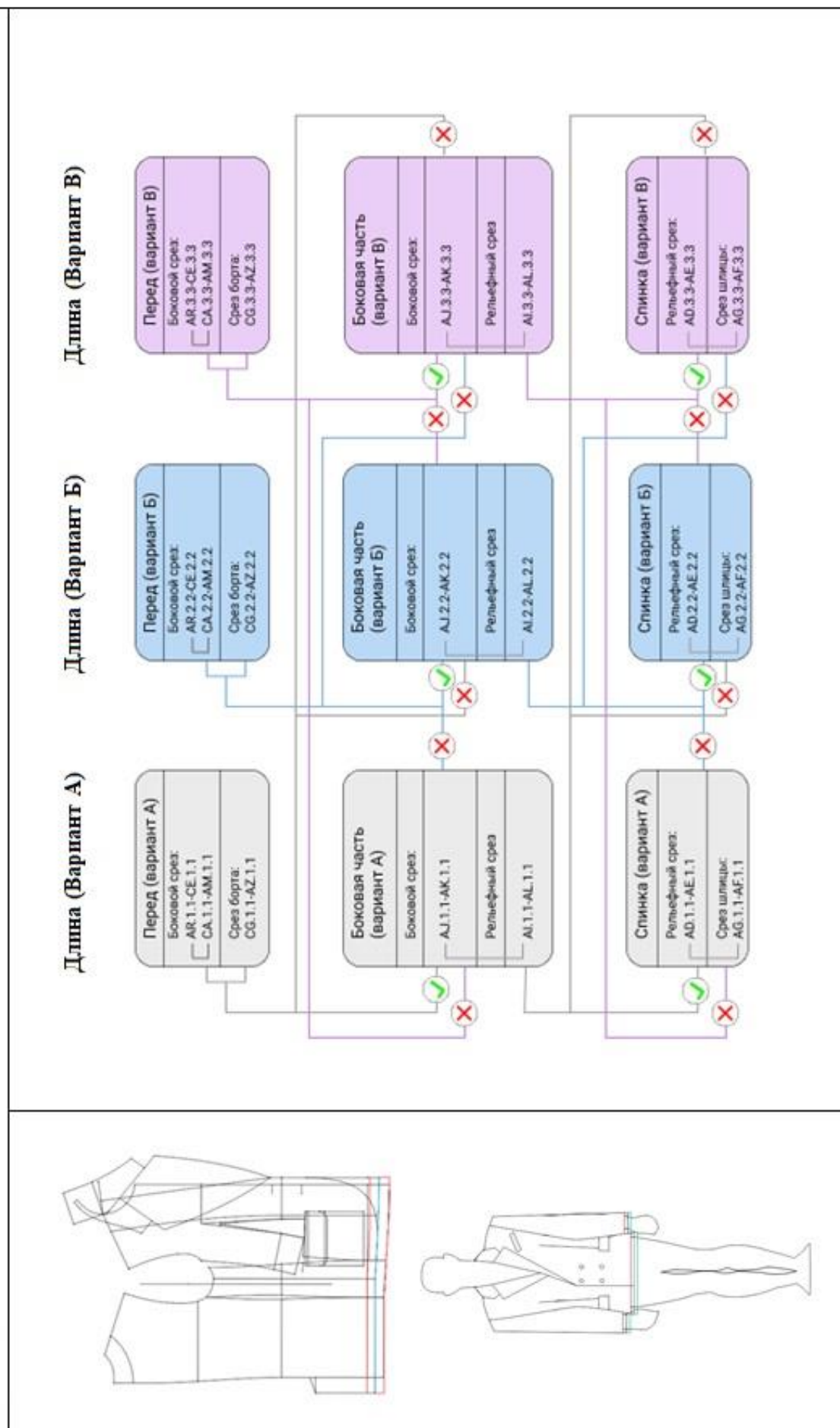


Таблица 3.13 — Схемы сопряжения закодированных конструктивных срезов деталей мужского пиджака
Длина изделия



Опишем последовательность автоматизированного агрегатирования структурных и визуальных элементов швейных изделий для получения новых моделей одежды.

1. Выбор пользователем категории проектируемого швейного изделия — для мужчин.
2. Выбор пользователем проектируемого швейного изделия из предложенного перечня изделий, например, пиджак.

Конструкторский раздел

3. Переход к блоку БД «Перед»:

3.1. Переход к БД «Силуэт», выбор пользователем силуэта швейного изделия из перечня БД «Силуэт» — прямой, прилегающий, полуприлегающий (при выборе варианта(ов) в БД «Силуэт» в блоке БД «Перед» аналогичный вариант(ы) автоматически формируется в БД «Силуэт» в блоке БД «Спинка» и становится неактивным для пользователя);

3.2. Переход к БД «Форма лацкана», выбор пользователем формы лацкана швейного изделия из перечня БД «Форма лацкана» — прямой, острый, отсутствие угла;

3.3. Переход к БД «Застежка», выбор пользователем застежки швейного изделия из перечня БД «Застежка» — центральная №1, центральная №2, центральная №3, ..., смещенная №1, смещенная №2, смещенная №3, ..., асимметричная №1, асимметричная №2, асимметричная №3,...;

3.4. Переход к БД «Карманы», выбор пользователем вида кармана(ов) швейного изделия из перечня БД «Карманы» — накладной, в рамку, листочка, клапан, отсутствие;

3.5. Переход к БД «Форма борта», выбор пользователем формы борта швейного изделия из перечня БД «Форма борта» — прямой, закругленный.

4. Переход к блоку БД «Спинка»:

- 4.1. Переход к БД «Силуэт», выбор пользователем силуэта швейного изделия из перечня БД «Силуэт» — прямой, прилегающий, полуприлегающий;
- 4.2. Переход к БД «Низ изделия», выбор пользователем оформления низа изделия швейного изделия со стороны спинки из перечня БД «Низ изделия» — с отсутствием элемента, шлица центральная, шлица боковая;
5. Переход к БД «Воротник», выбор пользователем оформление воротника швейного изделия из перечня БД «Воротник» — с острым углом, с прямым углом, отсутствие.
6. Переход к БД «Рукав», выбор пользователем типа рукава швейного изделия из перечня БД «Рукав» — реглан, втачной, цельнокроеный, рубашечный, комбинированный;

Раздел «Материалы»

7. Переход к блоку БД «Материал верха»:
- 7.1. Переход к БД «Материал переда», выбор пользователем вида ткани/материала переда швейного изделия из перечня БД «Материал переда» — вариант №1, вариант №2, вариант №3,...;
- 7.2. Переход к БД «Материал спинки», выбор пользователем вида ткани/материала спинки швейного изделия из перечня БД «Материал спинки» — вариант №1, вариант №2, вариант №3,...;
- 7.3. Переход к БД «Материал воротника», выбор пользователем вида ткани/материала воротника швейного изделия из перечня БД «Материал воротника» — вариант №1, вариант №2, вариант №3,...;
- 7.4. Переход к БД «Материал рукава», выбор пользователем вида ткани/материала рукава швейного изделия из перечня БД «Материал рукава» — вариант №1, вариант №2, вариант №3,...;
- 7.5. Переход к БД «Материал кармана(ов)», выбор пользователем вида ткани/материала кармана(ов) швейного изделия из перечня БД «Материал кармана(ов)» — вариант №1, вариант №2, вариант №3,...;

8. Переход к БД «Материал подкладки», выбор пользователем вида ткани/материала подкладки швейного изделия из перечня БД «Материал подкладки» — вариант №1, вариант №2, вариант №3,...;
9. Переход к БД «Материал пуговиц», выбор пользователем вида материала пуговиц швейного изделия из перечня БД «Материал пуговиц» — вариант №1, вариант №2, вариант №3,...;
10. Переход в раздел «Итоговые модели» для выбора подходящей модели из перечня полученных моделей швейного изделия.

Примеры формируемых эскизов приведены в таблице 3.14.

Таблица 3.14 — Примеры автоматизированного агрегатирования структурных и визуальных элементов швейных изделий (мужской пиджак)

№ м од ели	Модели мужского пиджака		Структурные и визуальные элементы модели											
	Вид спереди	Вид сзади	Материалы			Перед				Спинка		Воротник	Рукав	
			Ткань верха	Ткань подкладки	Пуговицы	Силуэт	Форма лацкана	Застежка	Карманы	Форма борта	Силуэт			Низ изделия
1			Вариант №1 (шерсть – 70%,	Вариант №1 (вискоза –	Вариант №1 (черный)	Полуприлегающий	Прямой	Центральная №1 (на одну	Клапан	Закругленный	Полуприлегающий	С отсутствием элемента	С острым углом	Втачной
2			Вариант №2 (лен – 100%)	Вариант №2 (вискоза –	Вариант №2 (белый)	Прилегающий	Прямой	Центральная №2 (на две	В рамку	Закругленный	Прилегающий	Шлица центральная	С острым углом	Втачной

№ м о д е л и	Модели мужского пиджака		Структурные и визуальные элементы модели											
	Вид спереди	Вид сзади	Материалы			Перед				Спина		Воротник	Рукав	
			Ткань верха	Ткань подкладки	Пуговицы	Силуэт	Форма лацкана	Застежка	Карманы	Форма борта	Силуэт			Низ изделия
3			Вариант №3 (полиэстер – шерсть)	Вариант №3 (вискоза – шерсть)	Вариант №3 (синий)	Прилегающий	Прямой	Смещенная №1 (на четыре)	Накладной	Прямой	Прилегающий	С отсутствием элемента	С острым углом	Втачной
4			Вариант №4 (шерсть –70%, вискоза – 30%)	Вариант №4 (вискоза – шерсть)	Вариант №4 (серый)	Полуприлегающий	Острый	Смещенная №2 (на шесть)	Накладной	Прямой	Полуприлегающий	Шлица центральная	С острым углом	Втачной
5			Вариант №5 (шерсть –80%, вискоза – 20%)	Вариант №5 (вискоза – шерсть)	Вариант №5 (темно серый)	Полуприлегающий	Острый	Смещенная №2 (на шесть)	Классический	Прямой	Полуприлегающий	Шлица центральная	С острым углом	Втачной
6			Вариант №4 (шерсть –70%, вискоза – 30%)	Вариант №4 (вискоза – шерсть)	Вариант №4 (голубой)	Полуприлегающий	Острый	Смещенная №2 (на шесть)	Накладной	Прямой	Полуприлегающий	Шлица центральная	С острым углом	Втачной

Информационные массивы служат для определения взаимосвязи между композиционным и конструктивно-технологическим решениями индивидуальных модельных конструкций одежды и модельными конструкциями базового уровня. Применение БД «Кастомизация моделей мужской одежды» нацелено на автоматизированное взаимодействие предприятия и потребителей для состава промышленных коллекций на основе формирования плана выпуска изделий, что обеспечит повышение уровня продаж готовой продукции.

Целевое назначение базы данных «Кастомизация моделей мужской одежды» состоит в информационном обеспечении процесса конструирования мужской одежды. База данных обеспечивает быстрый выбор научно - обоснованных данных для внесения изменений в модельные конструкции одежды с учетом предпочтительного выбора потребителями определенного сочетания конструктивно-декоративных элементов.

БД «Кастомизация моделей мужской одежды», позволит выполнять автоматизированное проектирование ассортиментных промышленных коллекций, так как обеспечит автоматизацию взаимодействия с потребителями, что позволит формировать план выпуска изделий, состав промышленных коллекций и обеспечит повышение уровня продаж готовой продукции.

3.4 Разработка критериев автоматизированного отбора предпочтительных моделей швейных изделий

Для того, чтобы получить желаемую модель швейного изделия, которая максимально удовлетворяла бы требованиям клиента, необходимо иметь соответствующую систему критериев отбора моделей [71]. Данная возможность программы позволяет потребителю, не имеющему специального образования в области моды и дизайна одежды, спроектировать модель швейного изделия, которая будет гармоничной,

пропорциональной, уникальной и соответствовать направлению моды. В основе этой системы лежит кодирование визуальных и структурных элементов швейных изделий, определяющее соответствие модным тенденциям разных уровней с учетом территориальных особенностей, социальных и личностных факторов, формирующих потребности потребителя. Критерии автоматизированного отбора делятся на две группы критериев: структурно-технологические и критерии социально-личностного соответствия, фрагмент перечня критериев приведен в таблице 3.15. Полный перечень представлен в ПРИЛОЖЕНИИ 3, Таблица 31.

К первой группе относятся следующие: модные тенденции, размер одежды, особенности фигуры, возможность изготовления швейного изделия. Критерий «модные тенденции» имеет четыре категории территориального охвата анализируемых данных: мировые (тенденции, принятые странами - столицами мод), национальные (модные тенденции отдельно рассматриваемой страны), региональные (тенденции, учитывающие особенности региона), локальные (тенденции, учитывающие особенности отдельных локаций). Каждая из категорий делится на временные периоды относительно текущих модных тенденций и прогнозируемых (краткосрочные, среднесрочные и долгосрочные). Для потребителя, чье желание получить желаемую модель швейного изделия как можно быстрее, будут актуальны периоды – текущий, кратко- и среднесрочный. Для дизайнера, чье желание спроектировать модель на будущий сезон, будут желаемы периоды – средне- и долгосрочный.

Код визуальных и структурных элементов швейного изделия включает в себя комбинацию из четырех символов: первый символ латинского алфавита обозначает структурный элемент швейного изделия, второй числовой символ обозначает объект критерия, третий – вариацию критерия и четвертый символ позволяет программе определять соответствие структурного элемента швейного изделия тому или иному варианту

рассматриваемого критерия. В таблице 3.15 приведен пример кодирования структурных элементов мужского пиджака.

В зависимости от ассортиментной группы и вида проектируемого швейного изделия формируется перечень структурных элементов и художественно-колористического решения (объекты оценки), в каждом из которых соответствующие варианты исполнения (база структурных элементов и художественно-колористических вариантов). Стоит отметить, что при выборе одного или нескольких вариантов структурного элемента швейного изделия или материалов для будущей модели могут быть исключены некоторые варианты последующих структурных элементов и материалов по причине технологического, конструкторского или материаловедческого несоответствия. Критерии «Антропометрические данные» и «Особенности фигуры» производят отбор подходящих вариантов структурных элементов изделия и готовых моделей относительно выбранного размера, роста, типа фигуры, типа осанки, а также определяет соответствующий типовой аватар для финальной виртуальной примерки выбранных моделей, формирует пакет лекал. Указание антропометрических данных является обязательным, все другие заполняются по желанию клиента и несут рекомендательный характер.

Группа критериев личностного и социального соответствия включает следующие: личностные данные, назначение изделия, стоимость изделия, типология личности клиента, образ жизни. Перед началом работы в программе клиенту предлагается заполнить следующие данные: возраст, пол, национальность, семейное положение, наличие детей, сфера деятельности.

Таблица 3.15 — Кодирование структурных элементов мужского пиджака

Наименование критериев отбора	Категории критериев	Объект оценки	Кодовый символ объекта оценки	Вариации критериев	Кодовый символ вариации критерия	Кодовый символ соответствия	Детали мужского пиджака
Структурно-технологические критерии							
1. Модные тенденции:	1.1 Мировые	Силуэт	1	1.3 Полуприлегающий	3	1-n	1. Перед (А)
	1.1.1 Краткосрочный	Длина изделия	2	1.5 Уровень середины бедра	5		
	1.1.2 Среднесрочный	Покрой рукава	3	1.1 Втачной	1		
	1.1.3 Долгосрочный	Вид рукава	4	1.6 Двухшовный	6		
	1.2 Национальные	Длина рукава	5	1.1 «1»	1		
	1.1.1 Краткосрочный	Вид манжет	6	1.4 Ее отсутствие	4		
	1.1.2 Среднесрочный	Тип воротника	7	1.4 Отложной	4		
	1.1.3 Долгосрочный	Тип застежки	8	1.1 Центральная	1		
	1.3 Региональные	Вид застежки	9	1.1 Пуговица	1		
	1.1.1 Краткосрочный	Вид и расположение кармана (ов)	10	1.1 Вариант №1	1		
	1.1.2 Среднесрочный						
	1.1.3 Долгосрочный						
	1.4 Локальные						

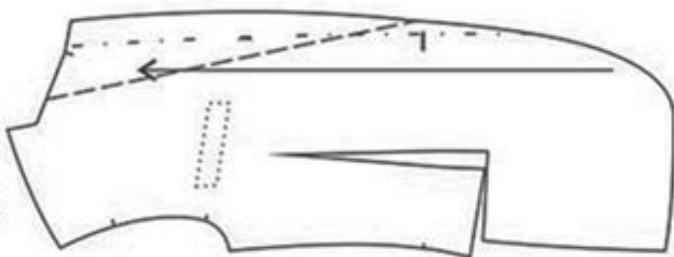


Таблица 3.15 — Кодирование структурных элементов мужского пиджака

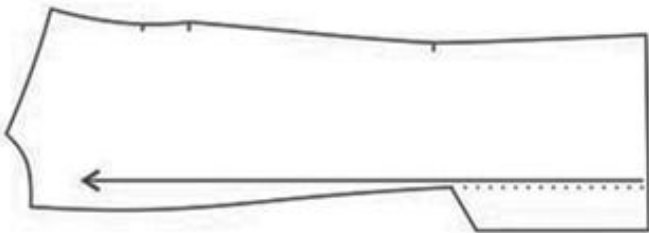
Наименование критериев отбора	Категории критериев	Объект оценки	Кодовый символ объекта оценки	Вариации критериев	Кодовый символ вариации критерия	Кодовый символ соответствия	Детали мужского пиджака	
2. Антропометрические данные	1.1.1 Краткосрочный	Дополнительные функциональные эстетические элементы изделия	11	1.7 Шлица (Вариант 1)	7			
	1.1.2 Среднесрочный							
	1.1.3 Долгосрочный							
		Материал верха	12	Костюмная: 1.1.1 Вариант №1	1			
		Материал подкладки	13	Вискоза: 1.1.1 Вариант №1	1			
	2.1 Размер одежды для типовых фигур	2.2 Размеры одежды для типовых фигур мужчин	17		2.1 XS 2.2 S 2.3 M 2.4 L 2.5 XL 2.6 XXL	1		1-7
						2		
	3							
	4							
	5							
	6							
	2.2 Рост (см.)		19		2.1 156-160 2.2 161-166 2.3 167-172 2.4 173-178 2.5 179-184 2.6 185-191 2.7 192-197	1		
						2		
3								
4								
5								
6								
7								

Таблица 3.15 — Кодирование структурных элементов мужского пиджака

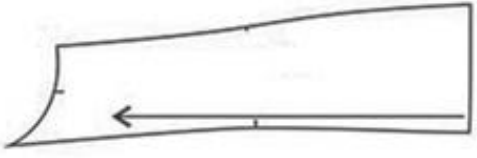
Наименование критериев отбора	Категории критериев	Объект оценки	Кодовый символ объекта оценки	Вариации критериев	Кодовый символ вариации критерия	Кодовый символ соответствия	Детали мужского пиджака
3. Особенности фигуры	3.2 Мужская фигура	Тип фигуры	20	3.1 Треугольник	1	1-5	3. Боковая часть (С)
				3.2 Перевернутый треугольник	2		
				3.3 Прямоугольник	3		
				3.4 Овал	4		
				3.5 Песочные часы	5		
5. Личностные данные		Тип осанки	21	3.1 Основной	1	1-n	
				3.2 Круглая спина	2		
				3.3 Сутулая спина	3		
				3.4 Плоско-вогнутая спина	4		
				3.5 Вогнуто-круглая спина	5		
	Возраст	5.2 Возрастная группа мужчин	22	5.1 18-25	1		
				5.2 26-30	2		
				5.3 31-35	3		
				5.4 36-40	4		
				5.5 41-45	5		
				5.6 46-50	6		
				5.7 51-55	7		
				5.8 56-60	8		
				5.9 61-старше	9		
	Пол	Биологически пол человека	23	5.1 Мужчина	1		

Таблица 3.15 — Кодирование структурных элементов мужского пиджака

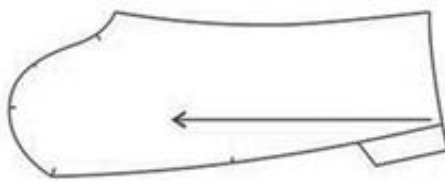
Наименование критериев отбора	Категории критериев	Объект оценки	Кодовый символ объекта оценки	Вариации критериев	Кодовый символ вариации критерия	Кодовый символ соответствия	Детали мужского пиджака
	Национальность	Национальность	24	5.1 РФ	1		 4. Верхняя часть рукава (D)
				5.2 Украина	2		
				5.3 США	3		
				... (Выбрать из списка)	n		
	Семейное положение	Семейное положение	25	5.1 Женат (замужем)	1		
				5.2 Не женат (не замужем)	2		
	Наличие детей	Наличие детей	26	5.1 Нет	1		
				5.2 Да	2		
	Сфера деятельности	Сфера деятельности	27	5.1 Здравоохранение	1		
				5.2 Юридические услуги	2		
				5.3 Правоохранительные органы	3		
				... (Выбрать из списка)	...		
6. Назначение изделия		Должность	28	5.1 (Выбрать из списка)	1-n	1-6	
				6.1 Повседневная	1		
				6.2 Офисная	2		
				6.3 Торжественно-вечерняя	3		
				6.4 Спортивная	4		
				6.5 Домашняя	5		
				6.6 Авангард (театральная)	6		

Таблица 3.15 — Кодирование структурных элементов мужского пиджака

Наименование критериев отбора	Категории критериев	Объект оценки	Кодовый символ объекта оценки	Вариации критериев	Кодовый символ вариации критерия	Кодовый символ соответствия	Детали мужского пиджака
7. Стоимость изделия		Ценовая категория изделия	30	7.1 Демократичная (ценовой диапазон)	1	1-3	 5. Нижняя часть рукава (E) 6. Верхний воротник (F) 7. Нижний воротник (G)
				7.2 Средняя (ценовой диапазон)	2		
				7.3 Высокая (ценовой диапазон)	3		
8. Типология личности клиента	Психологическая	Темперамент (доминирующий(ие))	31	8.1 Холерик	1	1-6	
				8.2 Сангвиник	2		
				8.3 Флегматик	3		
				8.4 Меланхолик	4		
		Тип личности по К.Г. Юнг (взаимодействие с миром)	32	8.1 Экстраверт	1		
				8.2 Интроверт	2		
	Чувственная	Тип личности по Э. Шпрингер (ценностные ориентиры)	33	8.1 Теоретический	1		
				8.2 Религиозный	2		
				8.3 Социальный	3		
				8.4 Политический	4		
Физиологическая	Хронология личности	35	8.5 Экономический	5			
			8.6 Эстетический	6			
			8.1 Визуальная	1			
				8.2 Аудиальная	2		
				8.3 Кинестетическая	3		
				8.4 Дигитальная	4		
				8.1 «Жаворонок»	1		
				8.2 «Голубь»	2		
				8.3 «Сова»	3		

Таблица 3.15 — Кодирование структурных элементов мужского пиджака

Наименование критериев отбора	Категории критериев	Объект оценки	Кодовый символ объекта оценки	Вариации критериев	Кодовый символ вариации критерия	Кодовый символ соответствия	Детали мужского пиджака
9. Образ жизни	Мировоззренческая	Взгляд на жизнь	36	8.1 Пессимист 8.2 Реалист 8.3 Оптимист	1 2 3	1-п	
	Религиозная	Отношение к религии	37	8.1 Христианство 8.2 Ислам 8.3 Буддизм 8.4 Атеизм	1 2 3 4		
	Занятие спортом	Уровень спортивной активности	38	9.1 Высокий (4-более дн./нед. нед.) 9.2 Умеренный (2-3 дн./нед.) 9.3 Низкий (1-2 дн./нед.) 9.4 Отсутствует	1 2 3 4		
	Физическая активность в течение дня	Уровень физической активности в течение дня	39	9.1 Высокий 9.2 Умеренный 9.3 Низкий	1 2 3		
	Наличие автомобиля	Наличие автомобиля	40	9.1 Имеется 9.2 Не имеется	1 2		
	Увлечения	Сфера увлечений	41	9.1 Кулинария 9.2 Спорт 9.3 Творчество 9.4 Музыка 9.5 Литература ... (Выбрать из списка)	1 2 3 4 5		

Таблица 3.15 — Кодирование структурных элементов мужского пиджака

Наименование критериев отбора	Категории критериев	Объект оценки	Кодовый символ объекта оценки	Вариации критериев	Кодовый символ вариации критерия	Кодовый символ соответствия	Детали мужского пиджака
10. Характеристики швейного изделия (степень важности характеристик для клиента)	10.1 Соответствие модным тенденциям	10.1.1 Степень важности соответствия конструкции модели модным тенденциям	42	10.1 Низкая	1	1-4	
		10.1.2 Степень важности соответствия материалов модели модным тенденциям		10.2 Средняя	2		
		10.1.3 Степень важности соответствия технологической обработки модели модным тенденциям		10.3 Выше среднего	3		
				10.4 Высокая	4		
		10.1.1 Степень важности соответствия материалов модели модным тенденциям	43	10.1 Низкая	1		
		10.1.2 Степень важности соответствия материалов модели модным тенденциям		10.2 Средняя	2		
		10.1.3 Степень важности соответствия технологической обработки модели модным тенденциям		10.3 Выше среднего	3		
				10.4 Высокая	4		
		10.1.1 Степень важности соответствия технологической обработки модели модным тенденциям	44	10.1 Низкая	1		
		10.1.2 Степень важности соответствия технологической обработки модели модным тенденциям		10.2 Средняя	2		
		10.1.3 Степень важности соответствия технологической обработки модели модным тенденциям		10.3 Выше среднего	3		
				10.4 Высокая	4		

Таблица 3.15 — Кодирование структурных элементов мужского пиджака

Наименование критериев отбора	Категории критериев	Объект оценки	Кодовый символ объекта оценки	Вариации критериев	Кодовый символ вариации критерия	Кодовый символ соответствия	Детали мужского пиджака
	10.2 Экологичность материалов модели	10.2.1 Состав материалов модели	45	10.1 Натуральные 10.2 Искусственные 10.3 Смесовые 10.4 Не имеет значения	1 2 3 4		
	10.3 Эргономичность модели	10.3.1 Степень важности удобства при эксплуатации модели	46	10.1 Низкая 10.2 Средняя 10.3 Выше среднего 10.4 Высокая	1 2 3 4		
	10.4 Удобство снятия-надевания	10.4.1 Степень важности удобства снятия – надевания модели	47	10.1 Низкая 10.2 Средняя 10.3 Выше среднего 10.4 Высокая	1 2 3 4		
	10.5 Простота в уходе	10.5.1 Степень важности простоты в уходе	48	10.1 Низкая 10.2 Средняя 10.3 Выше среднего 10.4 Высокая	1 2 3 4		

Критерий «Личностные данные» формирует перечень рекомендованных моделей одежды из общего количества «собранных» моделей, а также производит отбор и выделение предпочтительных структурных элементов и материалов на этапе проектирования (сборки) модели. Назначение изделий ранжирует или отклоняет модели изделий в соответствии с выбранными вариантами данного критерия. Критерий «Стоимость изделия» формирует готовые модели по ценовым группам в зависимости от конструкции полученного изделия, технологической обработки узлов изделия, количества и качества выбранного(ых) материала(ов) для изготовления модели. Критерий «Типология личности клиента» позволяет выделить модели изделий, которые могут заинтересовать клиента и скорректировать его выбор.

Раздел включает возможность прохождения анкетно-тестового задания на определение типа личности клиента. Критерий «Образ жизни» позволяет выделить модели изделий, которые могут заинтересовать клиента и скорректировать его выбор относительно его образа жизни. Критерий включает следующие категории: занятие спортом, физическая активность в течение дня, наличие автомобиля, увлечения. Критерий «Характеристики швейного изделия (степень важности характеристик для клиента)» формирует представление об отношении клиента к характеристикам проектируемого изделия. В результате чего программа отбирает и предлагает на выбор пользователю подходящие варианты структурных элементов и материалов. Критерий представлен следующими категориями: соответствие модным тенденциям (степень важности соответствия конструкции модели модным тенденциям, степень важности соответствия материалов модели модным тенденциям, степень важности соответствия технологической обработки модели модным тенденциям), экологичность материалов модели, эргономичность модели, удобство снятия-надевания, простота в уходе.

Программа автоматизированного проектирования сохраняет полученные данные клиентов и формирует внутреннюю статистику

потребительских предпочтений по каждой категории критериев, а также по конкретному пользователю, что позволяет в дальнейшем грамотно выстроить систему отбора предпочтительных вариантов структурных и визуальных элементов швейного изделия. База записанных значений (БЗЗ) по каждой категории критериев формирует уровни предпочтений структурных и визуальных элементов одежды. Помимо БЗЗ на уровни предпочтений элементов в категориях критериев «Типология личности клиента» и «Образ жизни» влияют также результаты социально-потребительского мониторинга, онлайн и офлайн опросов и анкетирования, научных исследований в области психологии личности и социального поведения.

3.5 Разработка метода автоматизированного проектирования ассортиментных промышленных коллекций с учетом принципов массовой кастомизации

В эпоху глобальной цифровизации и технологической модернизации легкой промышленности определен новый современный подход к проектированию и производству швейных изделий, который стремится к оптимизации и сокращению промышленного цикла товара от создания изображения будущей модели изделия до доставки купленного товара и получения обратной связи клиента в отношении приобретенного изделия, преждевременного отслеживания потребительского спроса, так и внедрение передовых технологий и результатов научных работ в области легкой промышленности.

Предлагаемый новый подход к процессу автоматизированного проектирования персонализированных швейных изделий включает в себя четыре основных этапа жизненного цикла проектируемой модели одежды:

- Определение портрета потребителя (область потребителя);

- Выделение модных конструктивно-декоративных элементов и внешней формы мужского костюма на основе рекомендаций искусственного интеллекта (область кастомизации);
- Формирование итоговых эскизов моделей проектируемого швейного изделия (область кастомизации);
- Онлайн-продажи (область продаж).

Схема концепции автоматизированного проектирования персонализированного швейного изделия в рамках его промышленного жизненного цикла представлена на рисунке 3.10.

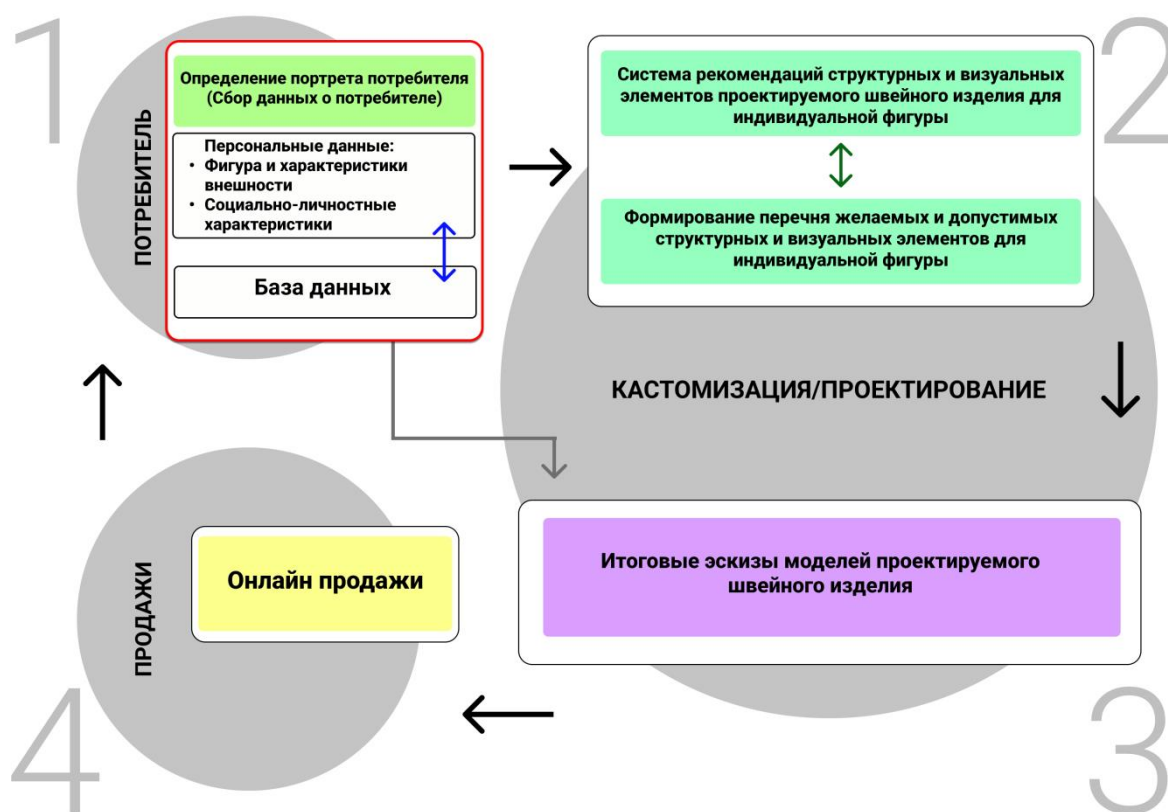


Рисунок 3.10 — Схема концепции автоматизированного проектирования персонализированного швейного изделия в рамках его промышленного жизненного цикла

На первом этапе происходит сбор данных о потребителе следующими способами: 1) ввод персональных данных о количественных и качественных характеристиках клиента (размерные признаки фигуры клиента, тип осанки, цветотип, форма лица, тип прически, физические ограничения; социально-

личностные характеристики потребителя: возраст, пол, семейное положение, сфера деятельности, образ жизни, типология личности и др.); 2) цифровое определение данных (3D сканирование фигуры клиента, осанки, цветотипа, формы лица, тип прически, физических ограничений); 3) выбор соответствующих данных о количественных и качественных характеристиках клиента из перечня баз данных типовых и персональных (архив накопленных сохраненных личных данных) (рис. 3.11).



Рисунок 3.11 — Определение портрета потребителя

На втором этапе происходит выделение модных конструктивно-декоративных элементов и внешней формы мужского костюма (формирование структурных и визуальных элементов) с помощью рекомендаций обученной нейронной сети (рис. 3.12). Вариации структурно-визуальных элементов швейных изделий сгруппированы в виде следующих баз данных (БД): БД структурных элементов швейных изделий, БД технологических обработок узлов швейного изделия, БД материалов и тканей, БД цветовых и художественных решений (окрашивание тканей, нанесение изображений на ткань/материал), БД фурнитуры, БД декоративных элементов. После выбора окончательного варианта элемента одного из БД имеется вероятность исключения одного или нескольких

вариантов элементов иных БД по причине невозможности конструкторско-технологического выполнения соответствующих узлов будущего изделия.



Рисунок 3.12 — Система рекомендаций структурных и визуальных элементов

Далее на базе окончательно выбранных элементов БД пользователю демонстрируются итоговые эскизы моделей проектируемого швейного изделия, которые ранжируются относительно полного или частичного соответствия портрету клиента (комплексу сформированных персональных данных (КСПД)) (рис. 3.13).

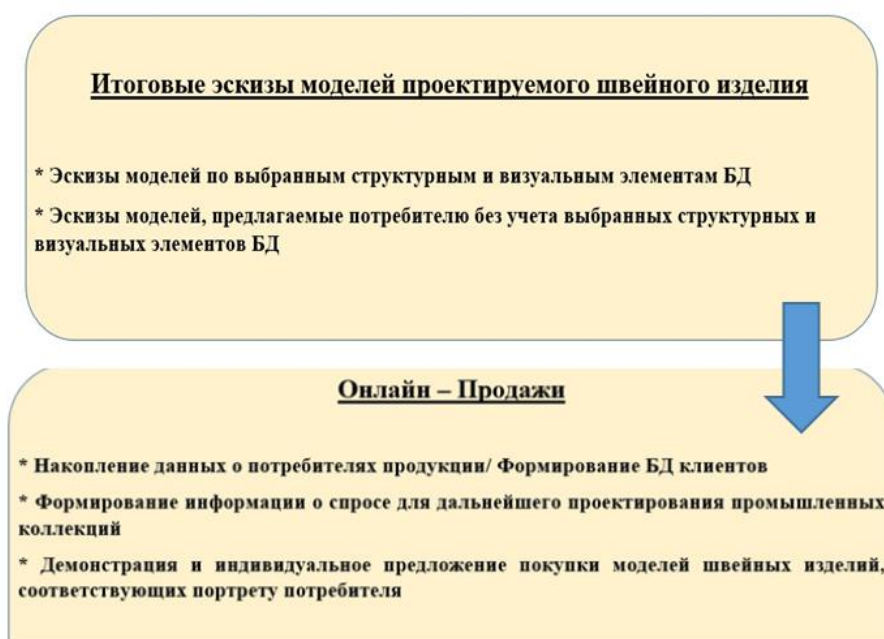


Рисунок 3.13 — Итоговые эскизы моделей и онлайн-продажи

На этапе онлайн продаж формируется пользовательская история проделанных операций по созданию персонализированного товара и итогового заказа, что в дальнейшем дает возможность создания индивидуальных предложений покупки моделей швейных изделий, соответствующих портрету потребителя, а также использование информации для понимания спроса на кастомизированную продукцию, желаемые модели швейных изделий и их структурно-визуальные элементы.

Предложен новый подход к процессу автоматизированного проектирования персонализированных швейных изделий, который включает в себя четыре основных этапа жизненного цикла проектируемой модели одежды: 1) Определение портрета потребителя (область потребителя), включая трехмерное сканирование фигуры и определение исходной информации о потребителе с помощью цифровых систем; 2) Формирование перечня желаемых и допустимых структурных и визуальных элементов для индивидуальной фигуры (область кастомизации), включая привлечение интеллектуальных технологий для выделения модных конструктивно-декоративных элементов и внешней формы мужского костюма на основе применения рекомендаций искусственного интеллекта; Формирование итоговых эскизов моделей проектируемого швейного изделия (область кастомизации), включая применение метода агрегатирования для предложения потребителю максимального разнообразия моделей; 4) Онлайн-продажи (область продаж).

Выводы по третьей главе

1. Доказано, что искусственный интеллект способен в режиме реального времени оценивать большое число данных и рекомендовать наиболее предпочтительный, индивидуализированный для каждого потребителя товар. Для мужского костюма соответствие модным тенденциям выражается в силуэтной форме, величине прибавок по основным конструктивным уровням, форме отлета воротника и лацкана, уровню положения первой петли, виду застёжки и форме борта. Предложена и доказана гипотеза о возможности использования сверточной нейронной сети для изучения модных тенденций и в последующем выделении актуальной модной формы мужского костюма и модных конструктивно-декоративных элементов.
2. Предложены принципы формирования базы данных для обучения нейронной сети, включающие формирование визуального ряда на основе ряда принципов. Выделение типовой БК, соответствующей или предсказывающей модные тенденции и современные тренды; Глубина подбора изображений составляет 1-2 года. Формирование типовой БК с учётом сменяемости модных тенденций и хронологической повторяемости. Глубина подбора изображений составляет 10-15 или 25-30 лет. Временной период может быть уточнён с учетом выделенных исторических периодов или трендов. Формирование типовой БК на основе данных предприятия - изображения подбирают из каталогов предприятия и из сведений о разработанных в экспериментальном цехе моделях, в случае если у предприятия существует база отработанных конструктивных решений, но требуется обновить модные силуэты и конструктивно-декоративные особенности. Временной период также следует задавать исходя из соображений обновления или сохранения модных форм.
3. Предложен метод агрегатирования структурных и визуальных элементов мужского костюма, которые на предыдущем этапе выделены нейронной сетью. Метод позволяет создавать все возможные комбинации

соединения отобранных структурных элементов одежды в новую модель. В основе работы программы по автоматизированному проектированию швейных изделий лежит процесс распознавания конструктивных точек, конструктивных срезов деталей швейных изделий и автоматизированное определение конструктивно-технологической реализации того или иного конструктивно-технологического узла, базируясь на сопряжении подходящих кодов конструктивных срезов деталей и отклонении неподходящих.

4. Предложены критерии автоматизированного отбора, которые делятся на две группы: структурно-технологические и критерии социально-личностного соответствия.

5. Предложен новый подход к процессу автоматизированного проектирования персонализированных швейных изделий, который включает в себя четыре основных этапа жизненного цикла проектируемой модели одежды: 1) Определение портрета потребителя (область потребителя), включая трехмерное сканирование фигуры и определение исходной информации о потребителе с помощью цифровых систем; 2) Формирование перечня желаемых и допустимых структурных и визуальных элементов для индивидуальной фигуры (область кастомизации), включая привлечение интеллектуальных технологий для выделения модных конструктивно-декоративных элементов и внешней формы мужского костюма на основе применения рекомендаций искусственного интеллекта; Формирование итоговых эскизов моделей проектируемого швейного изделия (область кастомизации), включая применение метода агрегатирования для предложения потребителю максимального разнообразия моделей; 4) Онлайн-продажи (область продаж).

4 ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ АССОРТИМЕНТНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОЛЛЕКЦИЙ С УЧЕТОМ ПРИНЦИПОВ МАССОВОЙ КАСТОМИЗАЦИИ

В условиях стремительного экономического, технологического и цифрового развития предложенный метод автоматизированного проектирования моделей швейных изделий с учетом принципов массовой кастомизации и использования трехмерного сканирования фигуры человека имеет практическую значимость при создании промышленных коллекций. Рассматриваемый метод позволяет создавать персонализированные модели швейных изделий с учетом индивидуальных потребительских требований как людям, не имеющим специального профессионального образования в сфере моды, дизайна и конструирования швейных изделий, так и специалистам в данной сфере – конструкторам и дизайнерам.

4.1 Алгоритм взаимодействия потребителей и производителей одежды для проектирования кастомизированного изделия для индивидуальной фигуры

Программа по автоматизированному проектированию швейных изделий позволяет потребителю спроектировать персонализированную модель одежды с учетом индивидуальных требований. Работа в программе доступна для понимания потребителю, не имеющего специального профессионального образования в области дизайна и конструирования одежды, и состоит из последовательных шагов. На стартовой странице пользователю рекомендуется просмотреть краткий видеобзор по пользованию программой с детальным и поэтапным описанием действий, после чего можно приступить к проектированию изделий (рис. 4.1).



Рисунок 4.1 — Раздел программы «Как это работает»

Для начала следует определиться с выбором швейного изделия. Для этого необходимо навести курсор на основную панель стартовой страницы программы с категориями «Женщинам», «Мужчинам», «Детям» и выбрать из появившегося перечня изделий необходимое (рис. 4.2).

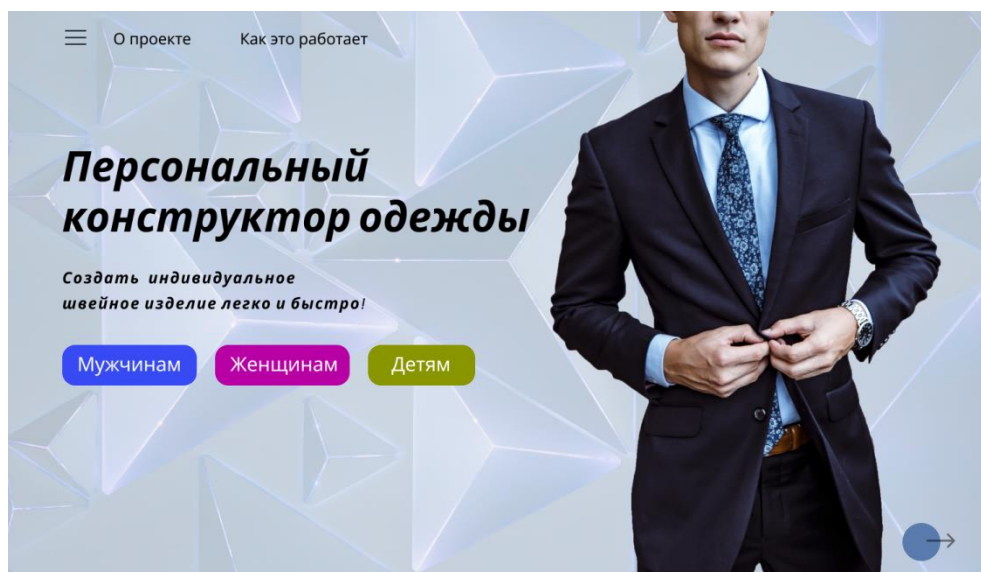


Рисунок 4.2 — Стартовый раздел программы

Далее по желанию пользователя можно внести персональные данные клиента для определения характеристик фигуры и формирования системы рекомендаций относительно заданных параметров. Перейдя на вкладку «Персональные данные» стартовой страницы в меню программы (значок «Меню» находится в левом верхнем углу программы), пользователь, определившись с выбором проектируемого швейного изделия, указывает

размерные признаки фигуры (основные и дополнительные параметры фигуры), особенности фигуры (тип осанки, тип фигуры), прочие данные (цветотип, форму лица, тип прически, физические ограничения, социально-личностные характеристики) (рис. 4.3). Также пользователю дается возможность загрузить личный аватар для дальнейшей демонстрации проектируемого изделия.

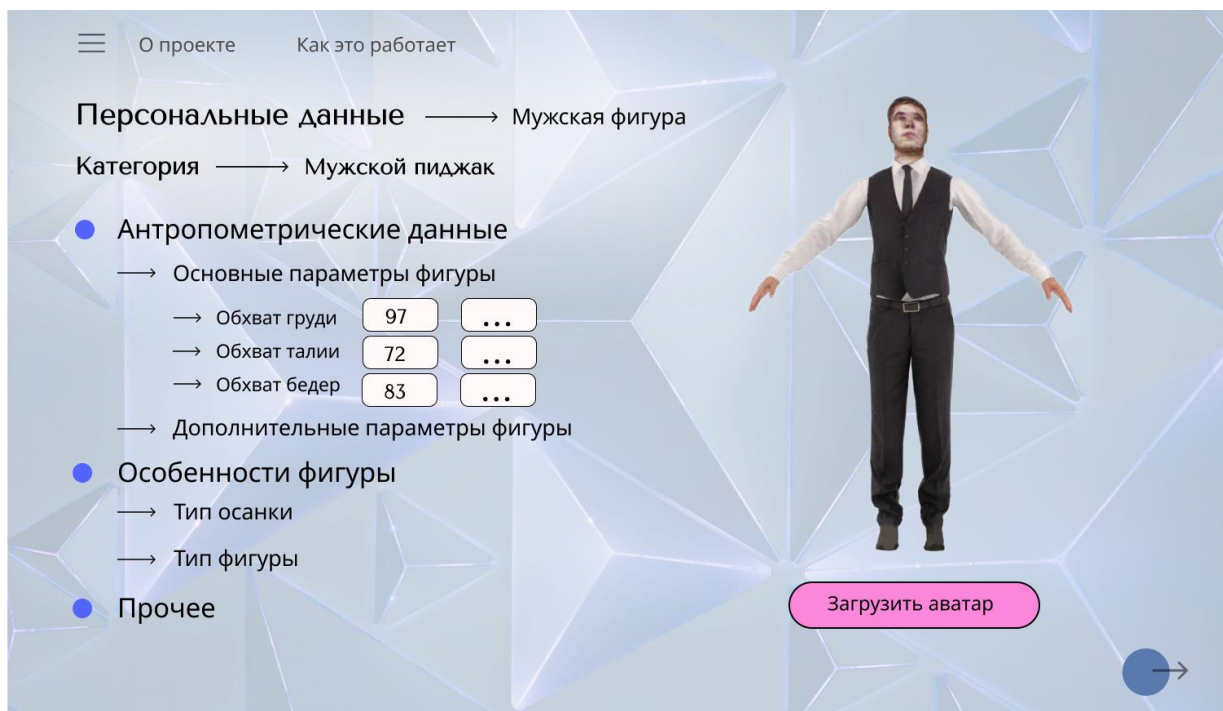


Рисунок 4.3 — Раздел программы «Персональные данные»

Если пользователь пропустил раздел «Персональные данные» и не внес данные в соответствующие поля раздела программы, то процесс проектирования швейного изделия будет происходить по умолчанию на типовую фигуру. Необходимый размер также можно выбрать после завершения проектирования на стадии оформления заказа швейного изделия.

Далее пользователь попадает в конструкторский раздел – Шаг.1 (рис. 4.4). В данном разделе пользователю предлагается выбрать в категориях «Перед», «Спинка», «Рукав», «Воротник» один или несколько вариант(ов) конструктивного(ых) решения(ий) швейного изделия, поставив галочку напротив этих вариантов. В перечне вариантов некоторые помечены как «trend», это говорит о том, что указанный структурный элемент в конструкции изделия соответствует тренду на предстоящий сезон. В каждой

подкатегории раздела «Конструкция» отмечены варианты по умолчанию, однако их можно оставить, убрать или добавить другие варианты из предложенного списка. Переходить по категориям можно как последовательно, так и без соблюдения очередности.

При выборе варианта(ов) в подкатегории «Силуэт» категории «Перед» аналогичный вариант(ы) автоматически формируется в подкатегории «Силуэт» категории «Спинка» и становится неактивным для пользователя. Подобным образом происходит формирование варианта(ов) подкатегории «Пояс» в категориях «Перед» и «Спинка». При выборе варианта(ов) в подкатегории «Длина» категории «Перед» аналогичный вариант(ы) автоматически формируется в подкатегории «Длина» категории «Спинка», однако пользователь имеет возможность изменить вариант(ы).

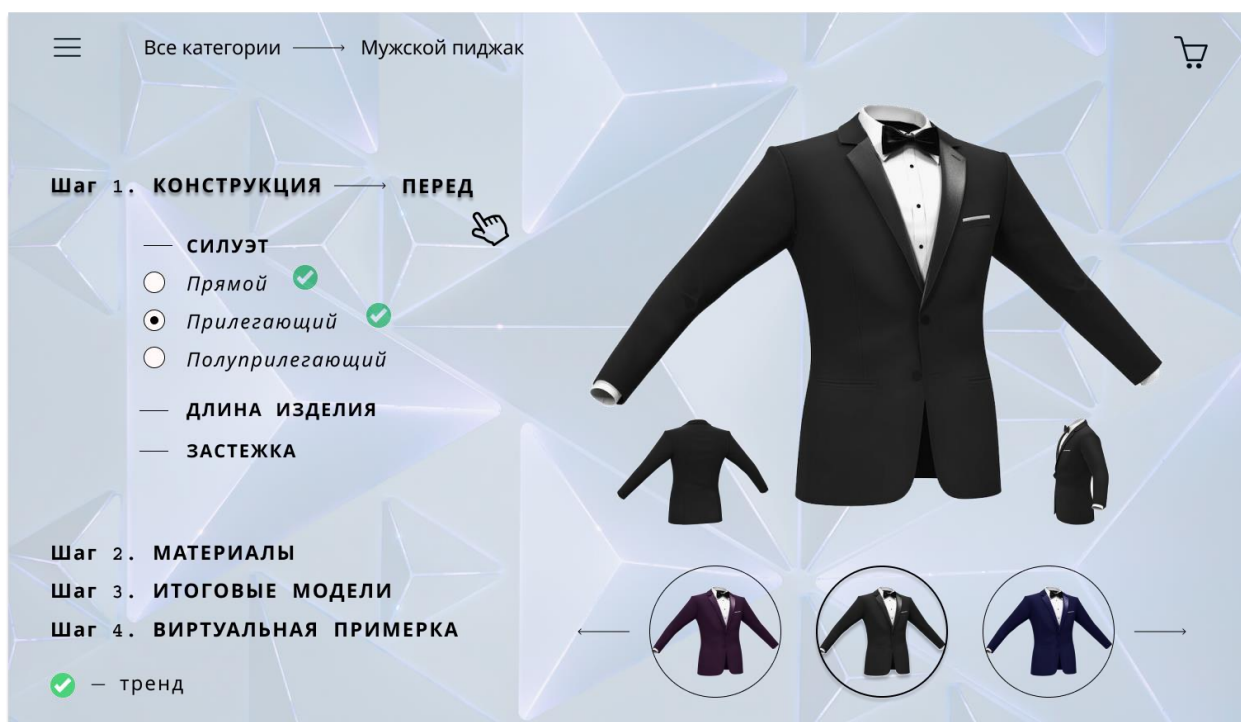


Рисунок 4.4 — Конструкторский раздел программы (структурные элементы мужского пиджака)

Шаг 2 заключается в выборе желаемых материалов для модели в категориях «Ткань верха», «Ткань подкладки», «Фурнитура/Пуговицы». Процесс работы в разделе аналогичный процессу, ранее рассмотренному в разделе «Конструкция». В каждой категории раздела «Материалы» необходимо выбрать вариант(ы) ткани/материала, расположенного(ых) под

наименованием категории раздела. Варианты подкатегории указаны по умолчанию, их можно оставить, убрать или добавить другие из предложенного списка.

В правой области страницы программы происходит демонстрация графических изображений проектируемых моделей швейных изделий. При выборе образцов тканей/материалов каждой категории вместе с их демонстрацией в эскизе отображается информация о составе, цветовом решении выбранного(ых) образца(ов) (рис. 4.5).

Дополнительно производителем может указываться и другая сопутствующая информация, например, артикул или страна производитель. Стоит также отметить, при выборе ткани/материала для одной из категорий может возникнуть автоматическое исключение некоторых образцов для других категорий (виды тканей/материалов, их свойства могут «спорить» друг с другом при технологической обработке узлов в изделии).



Рисунок 4.5 — Раздел программы «Материалы»

В зависимости от количества выбранных вариантов в каждой подкатегории автоматически формируется соответствующее количество

эскизов в нижней части демонстрационного поля, а также в разделе «Итоговые модели».

В разделе программы «Итоговые модели» (шаг 3) представлены все возможные варианты моделей швейного изделия (все возможные комбинации структурных элементов изделия в законченных графических изображениях моделей) в соответствии ранее выбранным вариантам подкатегорий разделов «Конструкция» и «Материалы» (рис. 4.6)

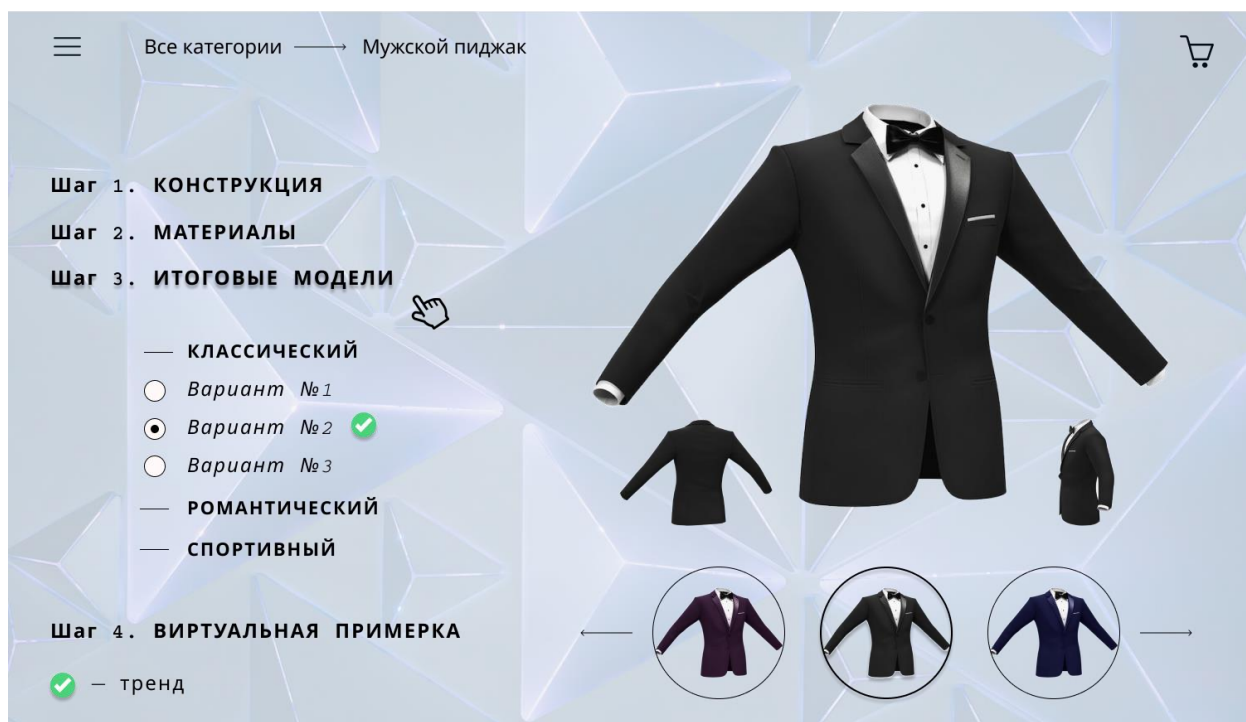


Рисунок 4.6 — Раздел программы «Итоговые модели»

Графические изображения моделей швейного изделия в разделе сгруппированы в блоки по стилевому решению (например, для мужского пиджака — «Классический», «Романтический» и «Спортивный»). Процесс распределения эскизов по блокам происходит на основании структурных элементов изделия, которые формируют общий стиль изделия. В каждом блоке происходит ранжирование эскизов в зависимости от количества структурных элементов, имеющих пометку «тренд». Чем больше таких элементов в изделии, тем выше позиция (верхние позиции выделяются знаком «тренд»).

Каждый блок можно свернуть и развернуть, нажав на соответствующие кнопки рядом с наименованием блока. В правой области раздела программы демонстрируются выбранные модели с возможностью увеличить изображения, а также посмотреть информацию о модели (вид ткани, состав ткани, артикул и др. на усмотрение производителя). В правом верхнем углу раздела программы находится кнопка «ЗАКАЗ» в виде соответствующей иконки. Клиент имеет возможность после демонстрации модели без примерки перейти в раздел «ЗАКАЗА» и оформить товар, указав размер, либо воспользоваться виртуальной примеркой, перейдя в соответствующий раздел.

Отмеченные эскизы в разделе «Итоговые модели» формируют блок моделей в разделе «Виртуальная примерка» (рис. 4.7).

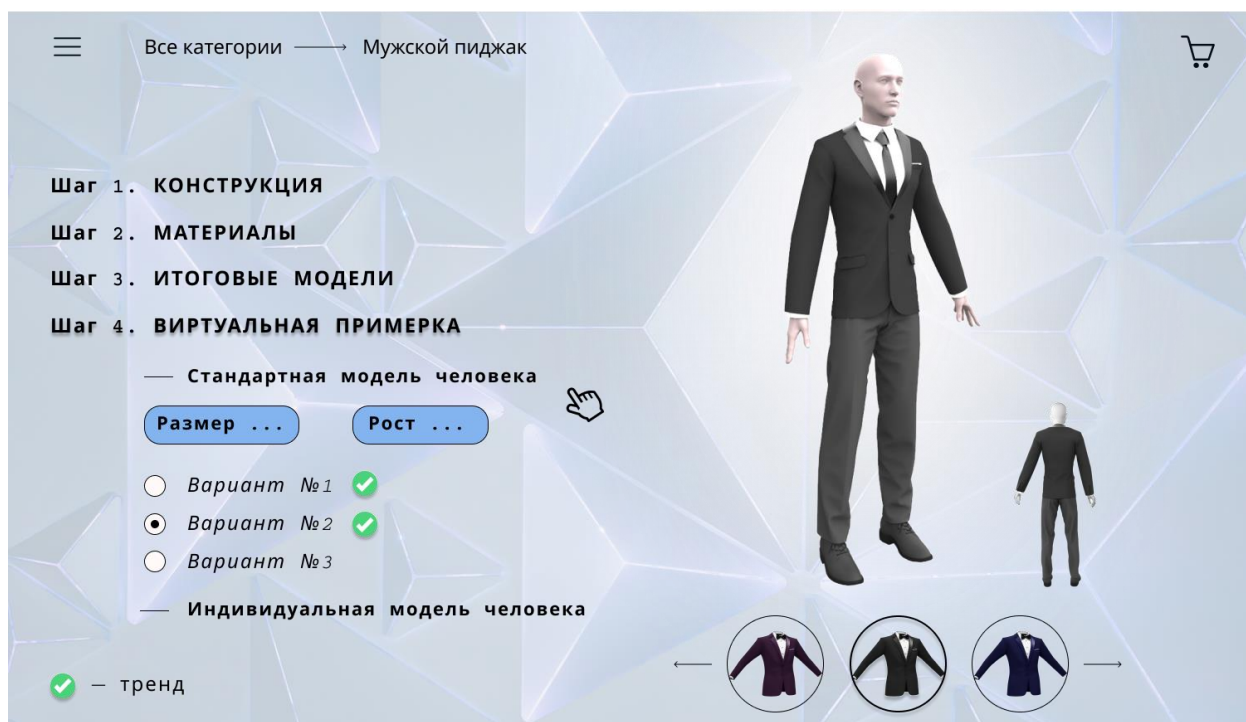
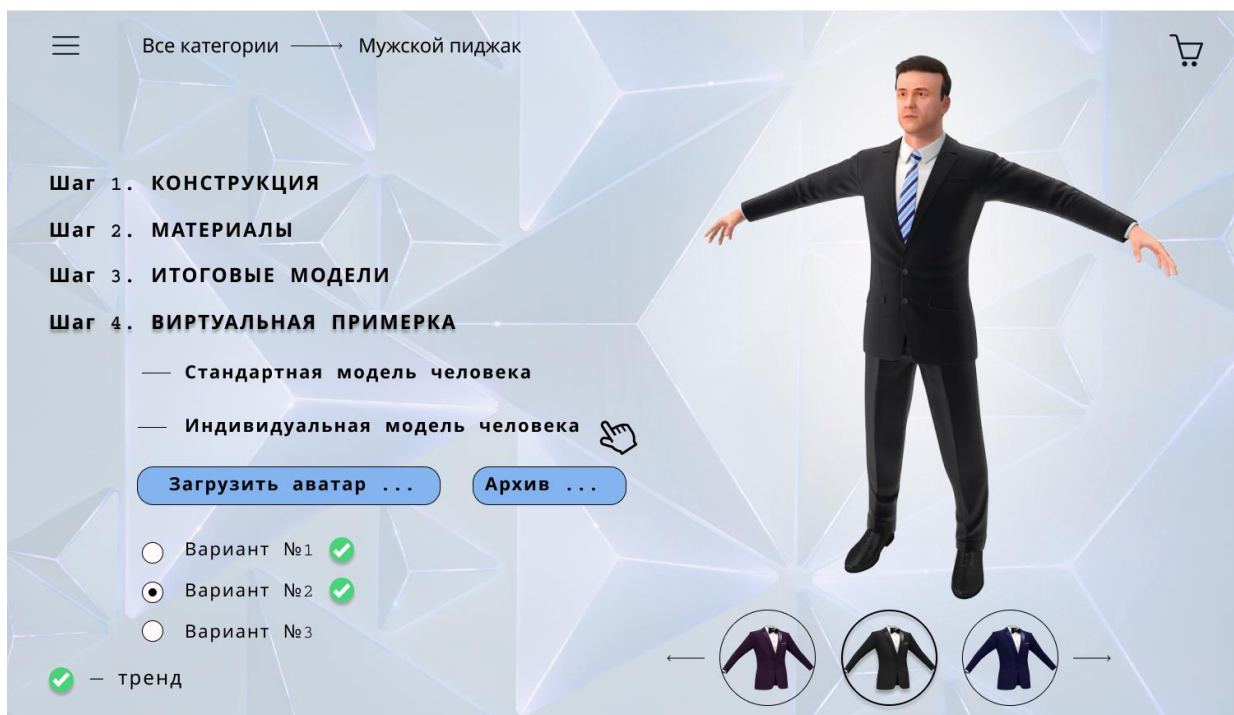


Рисунок 4.7 — Раздел программы «Виртуальная примерка» (подраздел «Стандартная модель человека»)

Раздел имеет два подраздела «Стандартная модель человека» и «Индивидуальная модель человека». При выборе подраздела «Стандартная модель человека» следует указать значения параметров «Размер» и «Рост», выбрав нужный из предложенного списка (нажать кнопку «троеточие» в поле «Выбрать»).



**Рисунок 4.8 — Раздел программы «Виртуальная примерка»
(подраздел «Индивидуальная модель человека»)**

При выборе подраздела «Индивидуальная модель человека» следует загрузить аватар клиента, сделанный с помощью соответствующих устройств и приложений, или загрузить ранее используемый аватар из пользовательского архива (рис. 4.8).

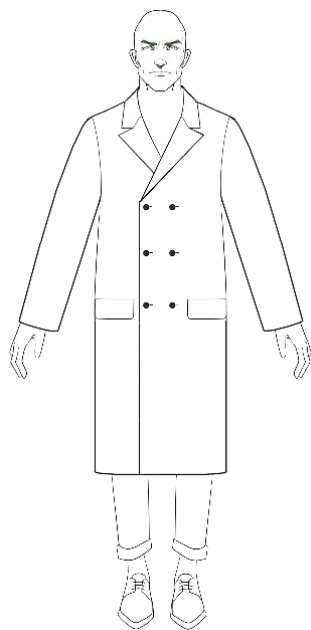
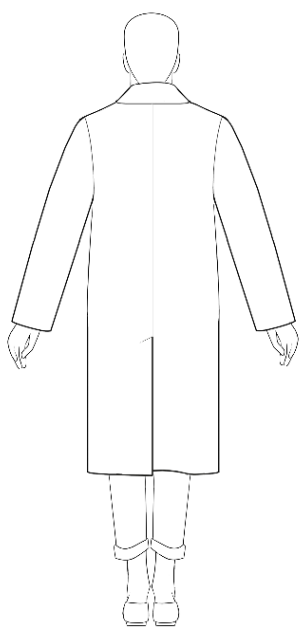
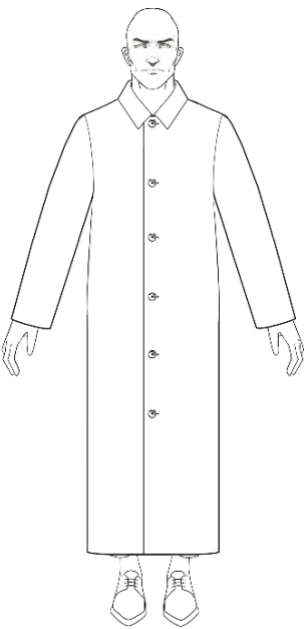
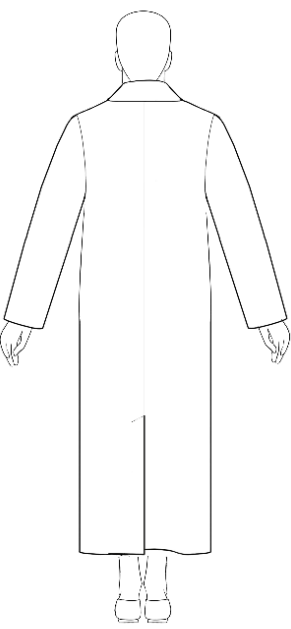
4.2 Апробация предлагаемого алгоритма автоматизированного агрегатирования на примере мужского пальто

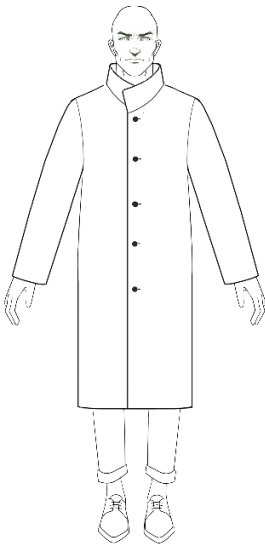
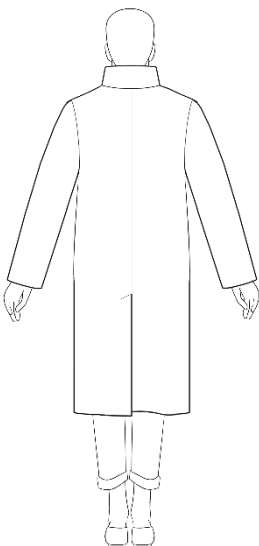
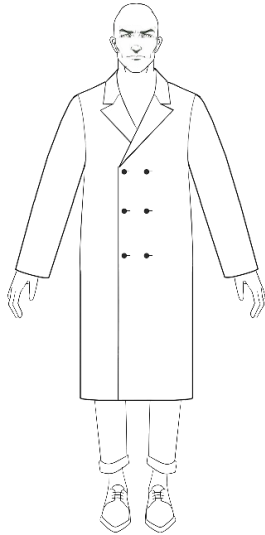
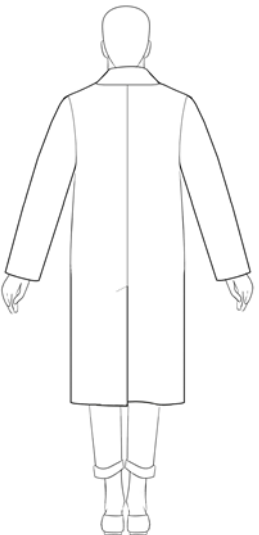
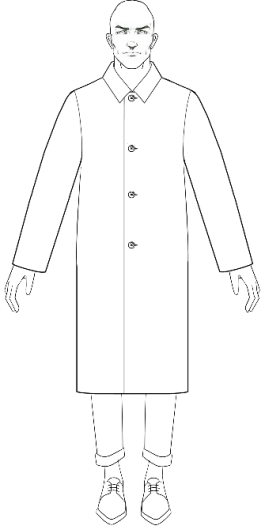
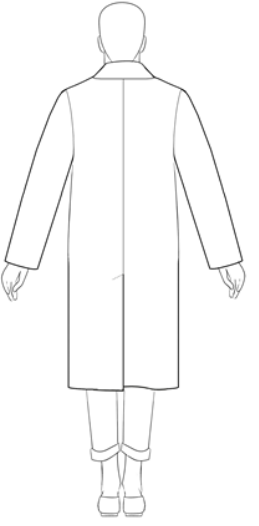
Для реализации описанного подхода на примере мужского пальто выполнена апробация предлагаемого алгоритма автоматизированного агрегатирования основных деталей и дополнительных конструктивно-декоративных элементов.

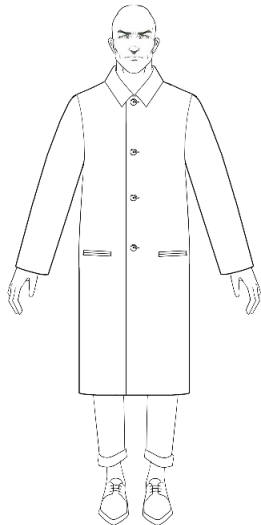
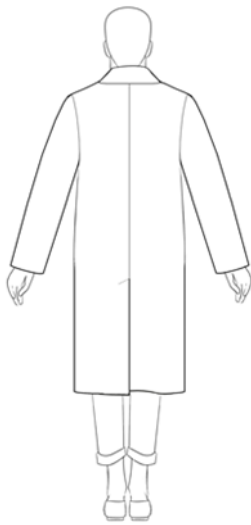
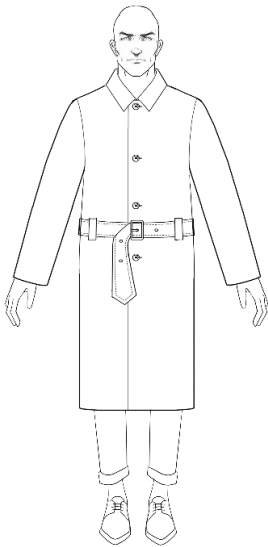
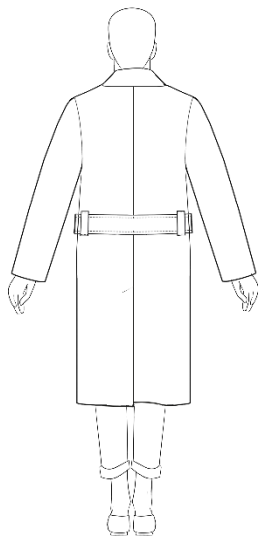
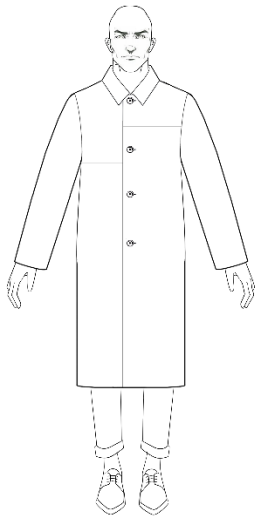
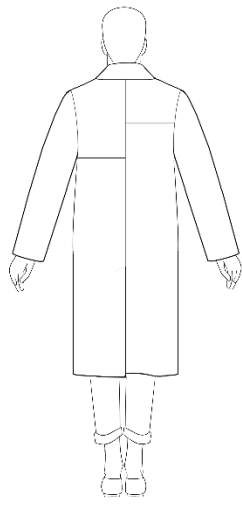
Разработана поэлементная база данных (табл.4.1), в которой составлен перечень элементов, таких как перед, рукав, воротник, застежка, карманы, форма борта для мужского пальто и собраны в виде изображения внешнего вида модели. В таблице 4.1 представлены только первые варианты каждого

элемента внешнего вида. Полный перечень разработанных возможных вариантов приведен в Приложении И (табл. И1)

Таблица 4.1 – Структурные элементы мужского пальто (фрагмент)

Наименование структурного элемента	Вариант структурного элемента	Внешний вид спереди	Внешний вид сзади
1	2	3	4
1. Силуэт (конструкция переда и спинки)	1.1 Прямой		
2. Длина пальто	2.1 Уровень щиколотки		

Наименование структурного элемента	Вариант структурного элемента	Внешний вид спереди	Внешний вид сзади
2. Застежка	2.1 Центральная		
3. Воротник	3.1 Пиджачный		
4. Рукав	4.1 Втачной		

Наименование структурного элемента	Вариант структурного элемента	Внешний вид спереди	Внешний вид сзади
5. Карман	5.1 Прорезные в рамку горизонтальные на перее		
6. Пояс	6.1 Пояс со шлевками		
7. Оформление пера	7.1 Членения асимметричные в верхней части		

В дальнейшем потребитель в состоянии формировать индивидуальное изделие путем сочетания выделенных элементов в произвольном порядке. Если обозначить выделенные элементы буквой Е, то с помощью разработанной базы данных потребитель в состоянии формировать индивидуальное изделие. Можно рассчитать максимальное количество вариантов сочетаний.

Так в категории «Перед» представлены три варианта переда мужского плечевого изделия, формирующих три варианта длины изделия ($E_1=3$) и формы борта внизу (закруглённая значительно, закруглённая, прямая ($E_2=3$)). В категории «Воротник» - представлены виды воротника мужского плечевого изделия с возможностью выбора:

- ширины отлета и ширины лацкана (узкий, средний, широкий $E_3=3$),
- формы воротника (пиджачный, шалевый $E_4=2$)
- формы концов отлета воротника и лацкана (закругленный, острый, средний $E_5=3$)

В категории «Застежка» - предложены центральная и смещенная бортовая застежка ($E_6=2$) с возможностью выбора количества петель и пуговиц, на которые будет застёгиваться мужское плечевое изделие.

В категории спинка предусмотрена возможность выбора положения шлицы: по линии середины спинки или в боковых швах ($E_7=2$).

В категории «Карманы» - следующие варианты: прямой карман с клапаном; наклонный карман с клапаном; прямой карман в рамку; накладной карман; уменьшенный карман для билета ($E_8=5$).

Максимальное количество вариантов сочетаний N из перечисленных элементов составит:

$$N = E_1 \times E_2 \times E_3 \times E_4 \times E_5 \times E_6 \times E_7 \times E_8 \quad (4.1)$$

$$3 \times 2 \times 3 \times 2 \times 3 \times 2 \times 2 \times 5 = 2160$$

То есть применение пользователем только перечисленных элементов для выбора внешнего вида изделия обеспечит возможность получения 2160 вариантов сочетаний готового изделия.

Фрагмент получаемых вариантов внешнего вида пальто из базовых (классических) структурных элементов, которые могут демонстрироваться пользователю приведен на рисунке 4.9.

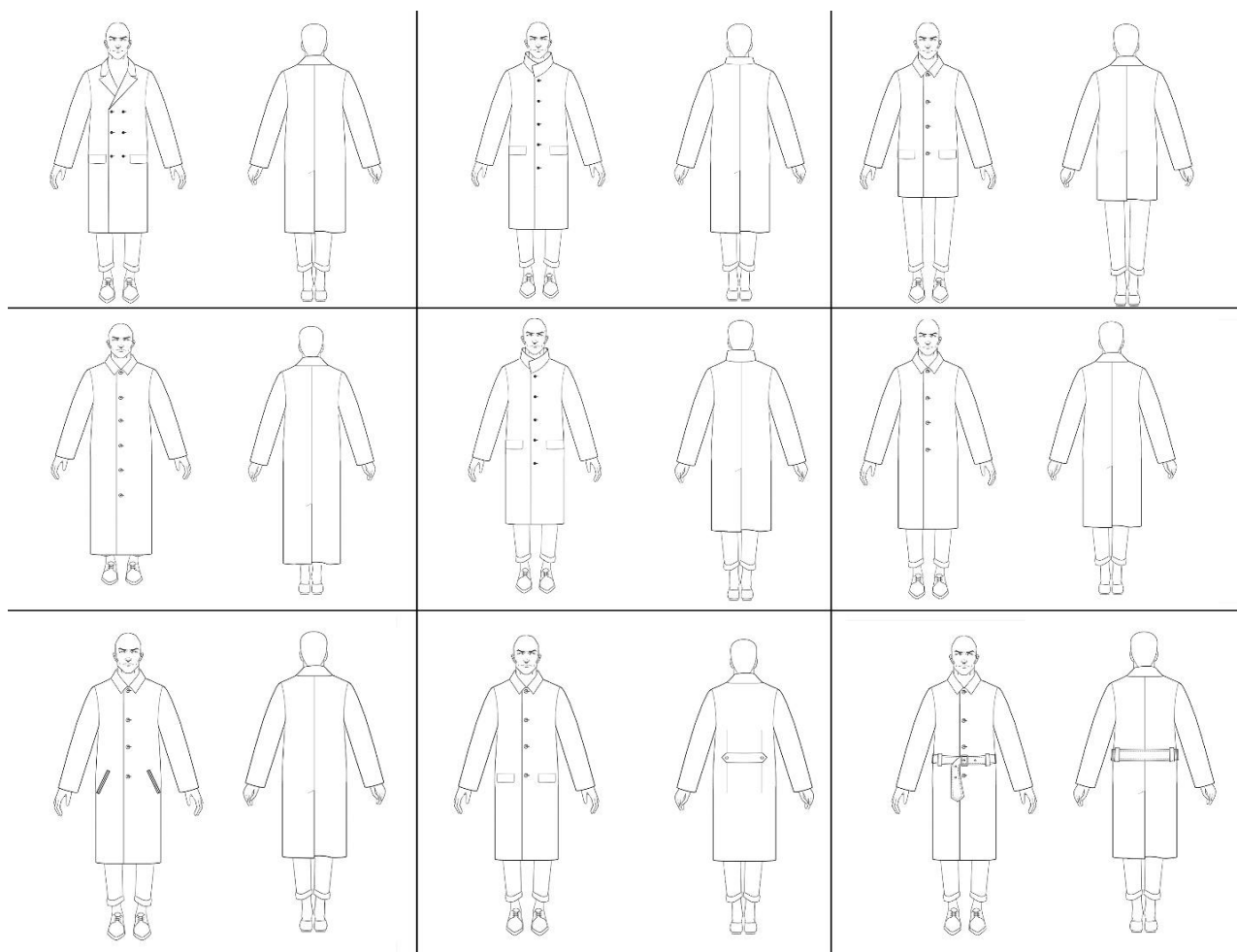


Рисунок 4.9 — Возможные варианты внешнего вида мужского пальто (перед, спинка) из базовых (классических) структурных элементов

В системе предусмотрена возможность рекомендации потребителю актуальных решений, которые соответствуют модным тенденциям. Такие рекомендации получены с помощью применения обученной нейронной сети, принцип работы которой описан в разделе 3.2. В этом случае в окне программы рекомендуемые модные решения, найденные сетью по результатам работы с базой данных изображений с модных показов мужских пальто помечены зеленой галочкой (рис. 4.10).



Рисунок 4.10 – Выделение рекомендуемых модных элементов

При автоматизированном проектировании с помощью предлагаемой БД пользователю предлагается выбрать в категориях «Перед», «Спинка», «Рукав», «Воротник» один или несколько вариантов. Переходить по категориям можно как последовательно, так и без соблюдения очередности. В каждой подкатегории раздела «Конструкция» отмечены варианты по умолчанию, однако их можно оставить, убрать или добавить другие варианты из предложенного списка.

При выборе варианта в подкатегории «Силуэт» категории «Перед» аналогичный вариант автоматически формируется в подкатегории «Силуэт» категории «Спинка» и становится неактивным для пользователя. При выборе варианта в подкатегории «Длина» категории «Перед» аналогичный вариант автоматически формируется в подкатегории «Длина» категории «Спинка», однако пользователь имеет возможность изменить варианты в любое время, вернувшись на шаг назад.

Фрагмент визуализированных получаемых вариантов внешнего вида пальто из модных (рекомендуемых) структурных элементов, которые могут демонстрироваться пользователю, приведен на рисунке 4.11.

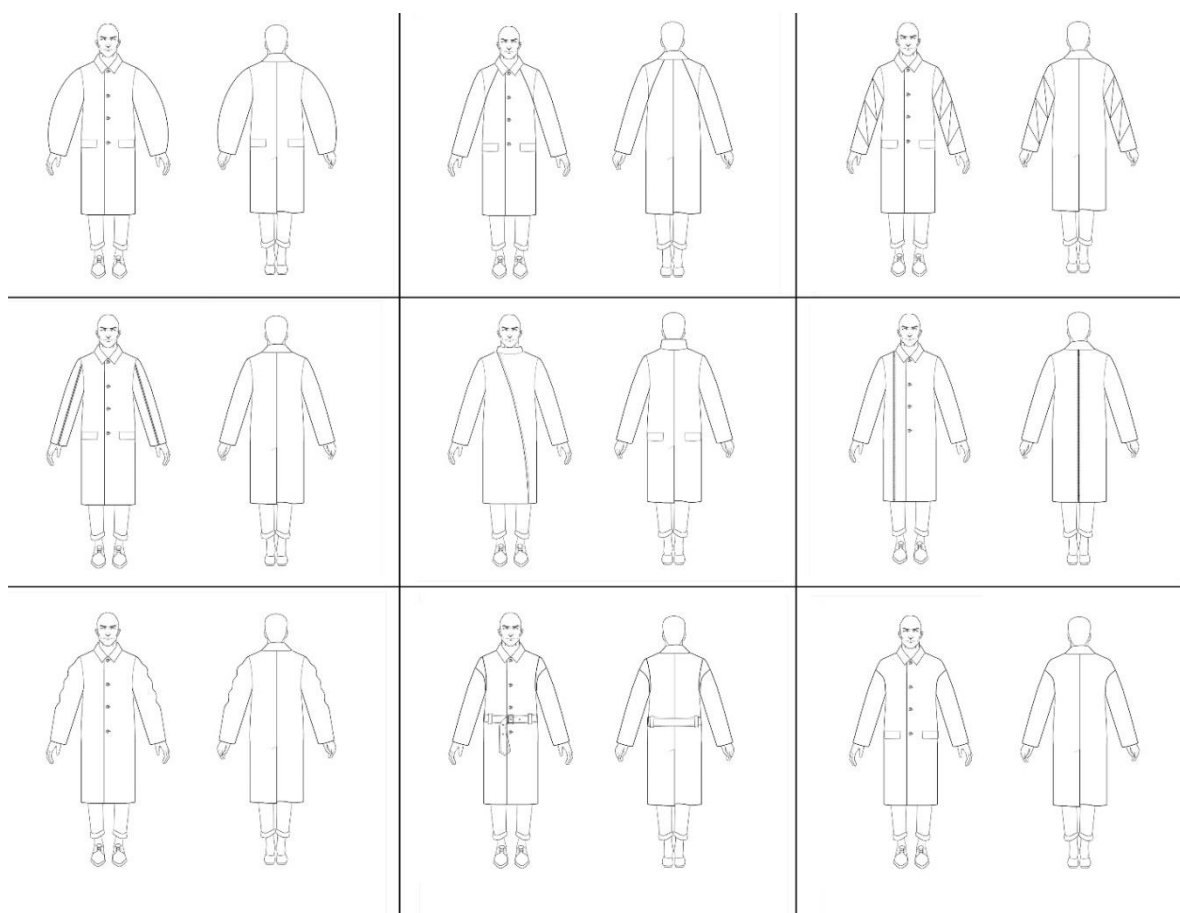


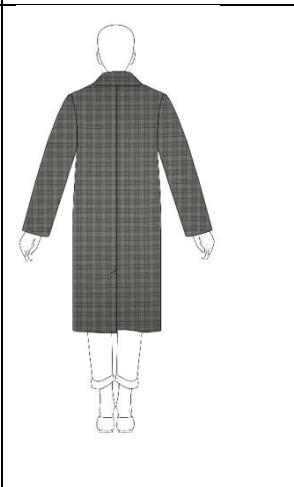
Рисунок 4.11 — Возможные варианты внешнего вида мужского пальто (перед, спинка) с применением модных (рекомендуемых) структурных элементов (фрагмент)

На следующем этапе происходит выбор желаемых материалов для модели в категориях «Ткань верха», «Ткань подкладки», «Фурнитура/Пуговицы». Процесс работы в разделе аналогичен процессу ранее рассмотренному в разделе «Конструкция». В каждой категории раздела «Материалы» необходимо выбрать вид ткани/материала в поле «Выбрать», расположенного под наименованием категории раздела (натуральные ткани, искусственные ткани, смесовые ткани и др.). Варианты подкатегории указаны по умолчанию, их можно оставить, убрать или добавить другие из предложенного списка.

В правой области страницы программы происходит демонстрация графических изображений проектируемых моделей швейных изделий. При выборе образцов тканей/материалов каждой категории вместе с их демонстрацией в эскизе отображается информация о составе, цветовом

решении выбранного образца. Возможные варианты изображений внешнего вида мужского пальто (фрагмент) приведен в таблице 4.2.

Таблица 4.2 — Материалы верха и цветовые решения для проектирования мужского пальто в программе по автоматизированному проектированию одежды (фрагмент)

Наименование материала	Состав/Плотность	Внешний вид образца	Внешний вид модели (перед)	Внешний вид модели (спинка)
Драп	Состав: 100% шерсть Плотность: 420 г/м2	 Цвет: серый		
Твид	Состав: 58% шерсть, 5% альпака, 37% акрил Плотность: 420 г/м2	 Принт: клетка на сером, дубль		

Более полный перечень выбора материала и цвета приведён в Приложении К Дополнительно производителем может указываться и другая сопутствующая информация, например, артикул или страна производитель. Стоит также отметить, при выборе ткани/материала для одной из категорий может возникнуть автоматическое исключение некоторых образцов для других категорий (виды тканей/материалов, их свойства могут «спорить» друг с другом при технологической обработке узлов в изделии).

В зависимости от количества выбранных вариантов в каждой подкатегории «Конструкция» и «Материалы» автоматически формируется

соответствующее количество эскизов в нижней части демонстрационного поля (рис. 4.12).



Рисунок 4.12 — Демонстрация решений внешнего вида мужского пальто при выборе материалов верха и цвета

Автоматически происходит ранжирование эскизов в зависимости от количества структурных элементов, имеющих пометку «тренд». Чем больше таких элементов в изделии, тем выше позиция (верхние позиции выделяются рамкой «тренд»). В правой области раздела программы демонстрируются выбранные модели с возможностью увеличить изображения, а также посмотреть информацию о модели (вид ткани, состав ткани, артикул и др. на усмотрение производителя). Отмеченные эскизы в разделе «Итоговые модели пальто» формируют блок «Корзина» в разделе «Виртуальная примерка».

В промышленном производстве в условиях предприятия АО «Сударь» (Приложение Л) апробированы:

– Модуль получения цифрового образа фигуры. Использование модуля получения цифрового образа фигуры в условиях промышленного производства позволило быстро и качественно получать информацию о размерных характеристиках клиента и использовать его для изготовления и подбора соответствующей фигуре одежды.

– Методика выделения модных конструктивно-декоративных элементов и внешней формы мужского костюма на основе обучения нейронной сети. Методика позволяет обновить модные силуэты и конструктивно-декоративные особенности на основе базы изображений предоставленных из каталогов предприятия и из сведений о разработанных в экспериментальном цехе моделях.

– Алгоритм автоматизированного агрегатирования структурных и визуальных элементов швейных изделий для получения новых моделей одежды. Процесс персонализации одежды может затрагивать один или несколько структурных конструктивных элементов швейного изделия. К ним могут относиться следующие детали — перед, спинка, боковая часть, рукав, воротник, карман, пояс, передняя и задняя половинки брюк и др.

Проведенные испытания показали целесообразность внедрения разработанного программно-методического комплекса в процесс изготовления кастомизированных моделей мужской одежды в условиях массового производства, позволили ускорить цикл разработки проектно-конструкторской документации на изделия. Метод обеспечивает высокую удовлетворенность потребителей качеством одежды.

Выводы по четвертой главе

1. Предложен интерфейс взаимодействия потребителя и производителей одежды для проектирования кастомизированного изделия. Элементы взаимодействия включают интуитивно понятную пользователю последовательность действий, в которой происходит: загрузка исходной информации о потребителе в виде трехмерной модели, или перечня антропометрических данных; выдача визуализированных решений отдельных элементов мужского костюма, сформированных на основе рекомендаций искусственного интеллекта; автоматическое агрегатирование ряда модельных решений мужского костюма на основе выбранных пользователем конструктивных элементов. Применение такого метода в промышленности обеспечит: расширение модельного ряда, снижение затрат времени на проектирование новых моделей и конструкторскую подготовку производства; автоматизацию взаимодействия с потребителями, аккумуляцию информации о них и их предпочтениях при выборе модельных особенностей одежды.

2. Предложен интерфейс взаимодействия конструктора и дизайнера для автоматизированного проектирования ассортиментных промышленных коллекций. В алгоритме предусмотрено обновление базы данных базы данных (БД) модельных особенностей мужской одежды на основе рекомендаций обученной нейронной сети; создание и обновление базы данных (БД), содержащих чертежи конструкций основных деталей мужского пиджака и конструктивно декоративных элементов; агрегатирование выделенных элементов в новые решения мужского костюма. Метод позволяет создавать индивидуализированные модели швейных изделий с учетом персональных потребительских требований как людям, не имеющим специального профессионального образования в сфере моды, дизайна и конструирования швейных изделий, так и специалистам в данной сфере – конструкторам и дизайнерам. ..

Выводы по работе

1. Сформулирован новый подход к пониманию процесса массовой кастомизации как инструмента, влияющего на производственный процесс и жизненный цикл швейных изделий. Использование такого инструмента позволит предприятиям планировать уровень внесения изменений в производственный процесс и определить необходимость в закупке и обновлении оборудования для реализации подхода массовой кастомизации в собственной деятельности.
2. Разработано три варианта систем получения цифрового образа фигуры, в основе которых лежит глубинный сенсор *Microsoft Kinect*, а построение информационных и технических блоков системы основано на опытном программном обеспечении. Первый и второй вариант предусматривает вращение фигуры вокруг собственной оси, а процесс сканирования происходит в течение 60 секунд. Подходит для использования в качестве переносного комплекса. Третий вариант системы состоит из шести сенсоров, а человек стоит неподвижно во время сканирования, время сканирования 1 секунда. Предложенные системы позволяют определить широкий спектр размерных признаков фигуры человека, как в статике, так и в динамике, выполнить построение различных абрисов и сечений, необходимых для проектирования одежды. Отличаются простотой использования и невысокой стоимостью; позволяют выполнить сравнение размерных признаков трехмерного аватара и сканированной модели фигуры клиента и осуществить заказ кастомизированного изделия на сайте производителя
3. Проанализированы направления применения искусственного интеллекта в легкой промышленности, выявлено, что качество принимаемых решений в прогнозировании ассортимента одежды и обуви, классификации модной одежды, распознавании элементов швейных изделий в большинстве случаев сопоставимо, а зачастую опережает эффективность человека. Для мужского костюма соответствие модным тенденциям выражается в

силуэтной форме, величине прибавок по основным конструктивным уровням, форме отлета воротника и лацкана, уровню положения первой петли, виду застёжки и форме борта. Предложена и доказана гипотеза о возможности использования сверточной нейронной сети для изучения модных тенденций и в последующем выделением актуальной модной формы мужского костюма и модных конструктивно-декоративных элементов.

4. Предложен метод агрегатирования структурных и визуальных элементов мужского костюма, которые на предыдущем этапе выделены нейронной сетью. Метод позволяет создавать все возможные комбинации соединения отобранных структурных элементов одежды в новую модель. В основе работы программы по автоматизированному проектированию швейных изделий лежит процесс распознавания конструктивных точек, конструктивных срезов деталей швейных изделий и автоматизированное определение конструктивно-технологической реализации того или иного конструктивно-технологического узла, базируясь на сопряжении подходящих кодов конструктивных срезов деталей и отклонении неподходящих.

5. Предложен новый подход к процессу автоматизированного проектирования персонализированных швейных изделий, который включает в себя четыре основных этапа жизненного цикла проектируемой модели одежды: 1) Определение портрета потребителя (область потребителя), включая трехмерное сканирование фигуры и определение исходной информации о потребителе с помощью цифровых систем; 2) Формирование перечня желаемых и допустимых структурных и визуальных элементов для индивидуальной фигуры (область кастомизации), включая привлечение интеллектуальных технологий для выделения модных конструктивно-декоративных элементов и внешней формы мужского костюма на основе применения рекомендаций искусственного интеллекта; Формирование итоговых эскизов моделей проектируемого швейного изделия (область кастомизации), включая применение метода агрегатирования для

предложения потребителю максимального разнообразия моделей; 4) Онлайн-продажи (область продаж).

6. Предлагаемый метод автоматизированного проектирования ассортиментных промышленных коллекций с учетом принципов массовой кастомизации основан на развитии способов получения точной информации об антропометрических характеристиках тела человека и алгоритме проектирования и изготовления персонифицированного костюма в производственных условиях. Применение такого метода в промышленности обеспечит: расширение модельного ряда, снижение затрат времени на проектирование новых моделей и конструкторскую подготовку производства; автоматизацию взаимодействия с потребителями, аккумуляцию информации о них и их предпочтениях при выборе модельных особенностей одежды.

7. Исследованы способы взаимодействия потребителя и производителя в процессе создания персонализированных моделей одежды из промышленных коллекций. Предложено три варианта взаимодействия производителя с потребителем, которые следует использовать при реализации результатов диссертационной работы: автоматизированный — персонализация изделия происходит автоматически с запуском в производство без согласования с оператором; интерактивный — внесение изменений в настройках кастомизации и поэтапное согласование изменений с помощью удаленного взаимодействия с оператором; очный (оффлайн) — когда потребитель обращается в филиал. Доказано, что оптимальным методом является грамотно выстроенная взаимосвязь потребителей и производителей одежды с помощью программных и цифровых продуктов для удобного, доступного, понятного и комфортного определения персональных потребностей клиентов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Нормативно-правовые акты

1. ГОСТ 31396–2009 Классификация типовых фигур женщин по ростам, размерам и полнотным группам для проектирования одежды. — М.: Стандартинформ, 2011. — 18 с.;
2. ГОСТ 31399-2009 Классификация типовых фигур мужчин по ростам, размерам и полнотным группам для проектирования одежды. — М.: Стандартинформ, 2012. — 22 с.;
3. ГОСТ Р 57700.37–2021 Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения. — М.: Стандартинформ, 2021. — 4 с.;
4. ГОСТ Р 8.563-96 Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений. — М.: Стандартинформ, 1997. — 26 с.;
5. ГОСТ Р ИСО 8559-1-2020 Обозначения размеров одежды. Часть 1. Антропометрические определения для измерения параметров тела человека. — М.: Стандартинформ, 2020. — 86 с.;
6. Указ Президента Российской Федерации от 10.10.2019 № 490 "О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации";

Книги, монографии, учебные пособия

7. Аверкин А.Н. Использование нечеткого отношения моделирования для экспертных систем / А.Н. Аверкин, Х. Нгуен. М.: ВЦ АН СССР, 1988. - 24 с.;
8. Алиев Р.А. Производственные системы с искусственным интеллектом / Р.А. Алиев, Н.М. Абдикеев, М.М. Шахназаров. М: Радио и связь. 1990. - 264с.;
9. Андреева Е.Г., Петросова И.А. Методология оценки качества проектных решений одежды в виртуальной трехмерной среде. - М.: МГУДТ, 2015. - 131 с.;

10. Дунаевская Т.Н., Коблякова Е.Б., Ивлева Г.С., Ивлева Р.В. Размерная типология населения с основами анатомии и морфологии: учеб. пособие / под ред. Е.Б. Кобляковой. – М.: Мастерство; Академия, 2001. - 288 с.;
11. Ежов А. А., Шумский С. А. Нейрокомпьютинг и его применение в экономике/ под ред. проф. В.В. Харитонов. М: МИФИ 1998. - 224 с.;
12. Коблякова Е.Б. Основы проектирования рациональных размеров и формы одежды. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. - 207 с.;
13. Кривобородова Е. Ю. Методология адресного проектирования одежды с использованием новых информационных технологий. – М.: ИИЦ МГУДТ, 2007. – 263 с.;
14. Кузьмичев В.Е., Ахмедулова Н.И., Юдина Л.П. Основы построения и анализа чертежей одежды: учеб. пос. - Иваново, ИГТА, 2010. - 320 с.;
15. Кузьмичев В.Е., Ахмедулова Н.И., Юдина Л.П. Системный анализ чертежей конструкций одежды: учеб. пос. - Иваново, ИГТА, 2010. - 400 с.;
16. Кузьмичев В.Е., Ахмедулова Н.И., Юдина Л.П. Художественно-конструктивный анализ и проектирование системы "фигура - одежда": учеб. пос. - Иваново: ИГТА, 2010. - 300 с.;
17. Кузьмичев В.Е. Бодисканеры и одежда. Новые технологии проектирования одежды. – Lap Lambert Academic Publishing, -2012.-556с.;
18. Петросова И.А., Андреева Е.Г. Разработка технологии трехмерного сканирования для проектирования виртуальных манекенов фигуры человека и 3D моделей одежды. - М.: МГУДТ, 2015. - 181 с.;
19. Раздомахин Н.Н., Сурженко Е.Я., Басуев А.Г. Трехмерное проектирование женской одежды: учеб. пособие. - СПб.: СПГУТД. 2006. - 145 с.;

Диссертации, авторефераты

20. Бекк М. В. Разработка методики прогнозирования ассортимента детской обуви: специальность 05.19.05 "Технология кожи, меха, обувных и кожевенно-галантерейных изделий»: автореферат диссертации на соискание

- ученой степени кандидата технических наук / Бекк Мария Владимировна. – Москва, 2013. – 19 с.;
21. Волкова Е.К. Исследование и разработка методики построения интегрированной системы «адресного» автоматизированного проектирования одежды: дис. ... канд. техн. наук: 05.19.04/ МГАЛП, Москва, 1998. - 209 с.;
22. Гетманцева В.В. Разработка методов интеллектуализации процесса автоматизированного проектирования женской одежды: дис. ... канд.техн.наук: 05.19.04/ МГУДТ, Москва, 2006. – 244 с.;
23. Гусева М.А. Совершенствование метода трёхмерного проектирования элементов конструкции плечевой одежды: дис. ... канд.техн.наук: 05.19.04/ МГУДТ, Москва, 2007. – 238 с.;
24. Долгова, Елена Владимировна. Нейросетевое моделирование и управление в производственно-экономической системе предприятия: автореферат дис. ... доктора экономических наук: 08.00.13 / Перм. гос. ун-т. - Пермь, 2006. - 47 с.;
25. Петрова, Е. В. Разработка методики управления качеством деталей кроя швейных изделий: специальность 05.19.04 "Технология швейных изделий»: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Петрова Елена Владимировна. – Москва, 2012. – 23 с.;
26. Петросова И.А. Разработка бесконтактных методов исследования поверхности фигуры для проектирования одежды: дис. ... канд. техн. наук: 05.19.04/ МГУДТ, Москва, 2007. – 171 с.;
27. Петросова И.А. Разработка методологии проектирования внешней формы одежды на основе трехмерного сканирования: дис. ... д-ра техн. наук: 05.19.04 / МГУДТ. – М., 2014;
28. Сидоров С.Г. Разработка ускоренных алгоритмов обучения нейронных сетей и их применение в задачах автоматизации проектирования: диссертация/ С.Г.Сидоров. — Иваново, 2003;

29. Черемисина Т.А. Разработка метода интеграции эскизного проекта модели одежды с базой данных для разработки ее конструкции: дис. ... канд. техн. наук: 05.19.04/ МГУДТ, Москва, 2008.- 229 с.;
30. Ясинский И.Ф. Разработка нейросетевой системы для обнаружения и классификации дефектов ткани на мерильно-браковочном оборудовании : автореферат дис. ... кандидата технических наук : 05.02.13 / Ясинский И. Ф. - Иваново, 2007. - 20 с.;

Российская периодическая литература

31. Акиндинова Т. Л., Лапшин В. В., Смирнова Н. А., Замышляева В. В. Прогнозирование упругих свойств бортовых тканей // Вестник ВГТУ. 2020, №1 (38). – С. 11-16;
32. Андреева Е.Г., Волкова Е.К., Черемисина Т.А. Использование проекционных прибавок при проектировании мужской одежды // Швейная промышленность. 2008, №1. – С.55-56;
33. Андреева Е.Г., Петросова И.А., Бояров М.С. Проектирование внешней формы мужской одежды на основе трехмерного сканирования // Швейная промышленность. 2013, №2. - С. 33-36;
34. Андреева Е.Г. Петросова И.А., Шанцева О.А., Иванова А.А. Анализ способов оценки качества посадки одежды, основанных на принципе выявления дефектов// Естественные и технические науки.- 2015, № 11.- С.503-508;
35. Бутко Т.В., Самиева Ш.Х. Аспекты кастомизации швейной продукции // Вестник молодых ученых Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. — 2020, № 1. — С. 109-114;
36. Ванин А.С., Козлов А.Б. Алгоритм обучения нейросетевых регуляторов текстильных технологических процессов. Сборник научных трудов «Вестник ДИТУД», 2007. С. 191-193;
37. Ванин А.С., Козлов А.Б. Компьютерное моделирование нейросетевого регулятора. // Текстильная промышленность (научный альманах), 2008. - №4.С. 56-58;

38. Ванин А.С., Козлов А.Б. Нейросетевое регулирование в текстильной промышленности. Тезисы докладов 59-й межвузовской научно-технической конференции молодых ученых и студентов КГТУ-производству (Секция 7), 2007.-С. 153-152;
39. Ванин А.С., Козлов А.Б. Нейросетевые методы управления в технологии формирования ленты. Тезисы докладов Всероссийской научно-технической конференции «Современные технологии и оборудование текстильной промышленности» (Текстиль-2007). С. 97-99;
40. Ванин А.С., Козлов А.Б. Реализация регулятора на основе искусственной нейронной сети на языке программирования для промышленных микропроцессорных систем. // Изв. Вузов. Технология текстильной промышленности, 2007. №2. С. 103-106;
41. Ванин А.С., Селезнева Л.Н. Neural networks for control. Тезисы докладов научно-практической конференции аспирантов университета на иностранных языках. М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2006. С. 9-10;
42. Вапнярская О. И. Генезис и современные подходы к определению кастомизации // Сервис в России и за рубежом. -2014. - № 6 (53) - С. 189-201;
43. Гажур А.А., Лукиянчук И.Н. Тенденции развития сферы услуг в России // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. — 2018, № 80 (3). — С. 444-450;
44. Генералова Е.В., Ивашкова Н.И. Кастомизация и ее представление через современные технологии как маркетинговый инструмент взаимодействия бренда с потребителем // В сборнике: Неделя молодежной науки. 2018. - С. 94-97;
45. Голиков И.А. Понятие массовой кастомизации и ее факторы, влияющие на конкурентоспособность предприятия // Актуальные вопросы развития современного общества. - 2016. - С. 19-22;
46. Горбашко Е.А., Леонов С.А., Малевская-Малевиц Е.Д. Влияние цифровизации экономики на обеспечение качества в текстильной отрасли //

- Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2019. № 2 (380). - С. 17-22;
47. Гранкина А.А., Ганган А.С., Стародубцева М.В., Якимов В.К. Ключевые принципы коммуникации с поколением Z // Бренд-менеджмент. — 2020, № 1. — С. 2-13;
48. Данилов, А. А. Нейронные сети в задачах оценки качества швейных строчек / А. А. Данилов, В. А. Елтышева, А. С. Железняков // Материалы докладов 48 Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов, посвященной 50-летию университета : в 2 т., Витебск, 29 апреля 2015 года / Витебский государственный технологический университет. – Витебск: Витебский государственный технологический университет, 2015. – С. 43-45;
49. Даречкин, В. М. Внедрение искусственного интеллекта в производственный цикл предприятий легкой промышленности и его социально-экономические последствия / В. М. Даречкин // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. – 2019. – № 4(122). – С. 41;
50. Джуха В.М., Грицунова С.В. Цифровая трансформация бизнеса: обзор основных тенденций // В сборнике: Исследование, систематизация кооперация, развитие, анализ социально-экономических систем в области экономики и управления (Искра-2020). Сборник трудов III Всероссийской школы-симпозиума молодых ученых. — 2020. — С. 138-142;
51. Дьячкова М.С. Сущность понятия «Кастомизация» // Теория и практика современной науки. – Саратов: ООО "Институт управления и социально-экономического развития", 2020. - №3 (57). – С. 103-107;
52. Ермакова Е.О., Киселев С.Ю. Обоснование разработки автоматизированного подбора ортопедической обуви по антропометрическим параметрам стоп // Современные задачи инженерных наук: сборник стендовых докладов молодых ученых и студентов: Международный Косыгинский Форум. – 2019. – С. 269-276;

53. Ермакова Е.О., Киселев С.Ю. Особенности кастомизации ортопедической обуви // Сборник: Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (Инновации — 2020). Сборник материалов Международной научно-технической конференции. — 2020. — С. 161-164;
54. Ермакова Е. О., Киселев С. Ю. Перспективы применения виртуальной примерки в производстве индивидуальной ортопедической обуви // ИНТЕКС — 2019 (Сборник материалов часть 1). — 2019. — С. 160-162;
55. Жукова Е.А. Развитие кастомизации как фактор повышения объемов продаж // В сборнике: Экономический рост как основа устойчивого развития России. Сборник научных статей 4-ой Всероссийской научно-практической конференции. — 2019. — С. 243-245;
56. Зражевская М.В. Кастомизация одежды как тренд фэшн-индустрии // В сборнике: Дизайн, мода, культурные индустрии. Материалы VI Международной научно-практической конференции. Отв. редактор М.И. Гомбоева. — 2019. — С. 140-144;
57. Иванова О.В., Аккуратова О.Л. Практические аспекты проектирования авторских фактур в условиях кастомизированного производства // Дизайн и технологии. — 2020, № 75 (117). — С. 14-18;
58. Иманов Р.А., Пономарева С.В., Серебрянский Д.И. Развитие цифровой экономики: искусственный интеллект в отечественном промышленном производстве // РППЭ. — 2018, №6 (92). — С. 5-11;
59. Казакова Н. А., Иванова О. В., Хамматова Э. А. Использование авторских фактур при кастомизации швейных изделий // Вестник технологического университета. — 2017, № 21. — С. 70-72;
60. Керимова С.Ш., Бекк М. В. Нейронные сети и их применение в современной моде // МНКО. — 2014, №4 (47). — С. 272-273;
61. Крюкова А.А., Логуа Р.А. Анализ методических подходов методов и моделей клиентоориентированного управления // Основы экономики, управления и права. — 2012, №3 (3). — С. 70–74;

62. Кудрявцева И.Г. Эпоха массовой кастомизации в современной экономике // Российский технологический журнал. — 2016, № 4(1) . — С. 62-70;
63. Киселев С. Ю., Белякова А. В., Ермакова Е. О., Карпухин А. А., Козлов А. С. Алгоритм виртуальной примерки обуви // Научно-технический вестник Поволжья. — 2018. — С. 149-152;
64. Кузичкин А.А., Нейронные сети в промышленности и информационных технологиях // Развитие технических наук в современном мире / Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции СГТУ, Воронеж. — 2014. — С.70-76;
65. Кузнецов В.И., Киселева И.А. О кастомизации и типах производства // Аудит и финансовый анализ. — 2014, № 4. — С. 215-219;
66. Лапина Т.С., Бекк Н.В., Белова Л.А. Особенности кастомизации ортопедической обуви для детей с ДЦП // Theoretical & Applied Science . — 2018, № 12 (68). — С. 117-121;
67. Лапина Т.С., Костылева В.В., Белова Л.А. Кастомизация конструкций ортопедической обуви для детей с ДЦП // В сборнике: Современные инженерные проблемы в производстве товаров народного потребления. Сборник научных трудов Международного научно-технического симпозиума. — 2019 . — С. 84-87;
68. Лебедева Ю.В., Костецкая П.О. Кастомизация как актуальный тренд в бизнесе в 2020 году // Студенческий вестник. — 2020, № 14-4 (112). — С. 15-17;
69. Морозова Т.О. Мировые тренды и цифровые технологии развития промышленности // В сборнике: Актуальные проблемы развития хозяйствующих субъектов, территорий и систем регионального и муниципального управления. Материалы XV международной научно-практической конференции. — 2020. — С. 255-258;
70. Петросова И.А., Андреева Е.Г. Анализ методов измерений фигуры человека и систем трехмерного сканирования в легкой промышленности// Дизайн и технологии. — 2012, №30 (72). — С.55-59;

71. Петросова И.А., Андреева Е.Г. Мерчендайзинг, оценка качества посадки и выбор готовой одежды, соответствующей фигуре потребителя в виртуальной среде// В сборнике научных трудов Международного научно-технического симпозиума "Современные задачи инженерных наук". Том 2. - М.: РГУ им. А.Н. Косыгина. — 2017. — С.140-145;
72. Петросова И.А., Андреева Е.Г., Тутова А.А., Овсянникова М.А. Разработка базы данных виртуальных манекенов детских фигур с применением сенсора Microsoft Kinect// Сб. мат. Междунар. науч.-практ. конф. «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности: Инновации 2016».- М.: МГУДТ. — 2016.— С.210-214;
73. Петросова И.А., Мартынова А.И. Мурусометрический метод бесконтактного определения размерных характеристик объекта // Дизайн и технологии. – 2008, №9 (51). – С.52-56;
74. Петросова И.А., Романовский Р.С., Андреева Е.Г., Белгородский В.С., Степанов И.О., Разбродин А.В. Массовая кастомизация как инструмент онлайн продаж промышленных коллекций одежды // Текстильная и легкая промышленность. – Москва: ООО «Арина». —2019, №1. – С. 28-31;
75. Петросова И.А., Шанцева О.А., Андреева Е.Г. Оценка соответствия готовой одежды фигуре потребителя в трехмерной среде// Известия вузов. Технология текстильной промышленности. — 2017, №5 (371). – С.139-142;
76. Плотникова Т.И., Плотников С.В. Методическая разработка занятия «Разработка информационной системы «Определение индивидуального стиля одежды на основе данных параметров фигуры»» // В сборнике: Новые технологии в науке, образовании, производстве. материалы международной научно-практической конференции. — 2017. — С. 127-138;
77. Пьяникова Э.А., Брежнева В.М., Пикалова М.Б., Овчинникова Е.В. Массовая кастомизация продовольственных товаров: виды и перспективы развития // Товаровед продовольственных товаров. — 2014, № 4. — С. 62-68;

78. Рассадина С.П., Пугачёва И.Б., Короткова Ю.Н. Применение аддитивных технологий при создании модульных авторских фактур в дизайне одежды // Архитектон: известия вузов. — 2019, № 4 (68). — С. 15-24;
79. Рулева Ю. С. Интеллектуализация менеджмента в условиях новой экономики // Вестник Рязанского государственного университета им. С. А. Есенина. — 2009, №23. — С.47–63;
80. Саиди Д.Р., Махмудова Ф.М. Преимущества цифровизации легкой промышленности // Universum: технические науки. — 2020, № 1 (70). — С. 58-60;
81. Сидоров, С.Г. О повышении эффективности нейросетей в системах моделирования и управления технологическими процессами/ С.Г. Сидоров Ф.Н.Ясинский//Известия вузов. Технология текстильной промышленности.- 2000, №1.— С. 126-129;
82. Симакина М. А. Виртуальный бренд: подходы к определению // Научные труды Московского гуманитарного университета. – Москва: Московский гуманитарный университет. — 2018, № 3. – С. 99 -109;
83. Степанов И.О., Тутова А.А., Петросова И.А., Гусева М.А., Андреева Е.Г., Белгородский В.С. Виртуальное представление мужских костюмов на трехмерной модели фигуры потребителя // Дизайн и технологии. - 2018, № 66 (108). – С.60-68;
84. Стрелкова И.А. Цифровизация экономики: новый формат глобализации // Экономика. Налоги. Право . — 2020, № 4 . — С. 20-28;
85. Титова М.Н. Креативность и тенденции развития индустрии моды // В сборнике: Международные коммуникации в индустрии моды. Сборник материалов II Международной научно-практической конференции. — 2020. — С. 5-9;
86. Тихомирова О.Г. Исследование сущности и процесса кастомизации производства в цифровой среде функционирования // Фундаментальные исследования. — 2018, № 9. — С. 93-97;

87. Тишкова Е.М., Страукас Я.С. Эволюция и сущность процесса кастомизации // Аллея науки. — 2017, № 16. — С. 615-620;
88. Ципинова А.С. Кастомизация как актуальная тенденция // Modern Science. — 2019, № 9-2. — С. 73-75;
89. Харахнин, К.А. Применение нейросетевой технологии для обнаружения дефектов на движущемся полотне/ К.А Харахнин., И.Ф.Ясинский // Изв.вузов. Технология текстильной промышленности. — 2003, № 4.— С.98-101;
90. Шарстнёв В. Л., Вардомацкая Е. Ю. Анализ возможностей нейронных сетей для прогнозирования задач легкой промышленности // УЭКС. — 2007, №9. — С. 1-7;
91. Шарстнёв В. Л., Вардомацкая Е. Ю. Использование нейросетей в прогнозировании работы предприятий легкой промышленности // УЭКС. — 2007, №12. — С. 1-5;
92. Шкуропацкая В.К., Фалько Л.Ю., Ключко И.Л. Концепция совершенствования ассортиментной политики предприятий по производству одежды на основе принципа кастомизации // Успехи современного естествознания. — 2015, № 1-2. — С. 287-291;

Зарубежные книги

93. Callan R. Основные концепции нейронных сетей: пер. с англ. М.: ИД «Вильямс», 2001. — 291 с.;
94. Davis S. M. Future perfect. Basic Books, 1997. — 272 с.;
95. Golub A. Artificial Intelligence for Fashion - Minsk: Discourse, 2019. — 352 с.;
96. Haykin S. Neural Networks: A Comprehensive Foundation. М.: ИД «Вильямс», 2006. — 1104 с.;
97. Karferer J.-N. Торговые марки: испытание практикой. Новые реальности современного брэндинга // перевод с французского. – М.: Инфра-М, 2001. — 211 с.;

Зарубежные статьи

98. Aghekyan M., Ulrich P., Connell L. Using body scans in assessing perceptions of body attractiveness and size: cross-cultural study // *International Journal of Fashion Design, Technology and Education*.- 2012, Vol.5, Is.2, No.7.- P.81-89;
99. Ahmad, S., Schroeder, R. G., & Mallick, D. N. (2010). The relationship among modularity, functional coordination, and mass customization Implications for competitiveness. *European Journal of Innovation Management*,13(1), 46–61;
100. Al-Halah Z., Stiefelbogen R., Grauman K. Fashion Forward: Forecasting Visual Style in Fashion // *Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV)*, 2017, pp. 388-397;
101. Apeagyei, P. R., & Otieno, R. (2007). Usability of pattern customising technology in the achievement and testing of fit for mass customisation. *Journal of Fashion Marketing and Management*,11(3), 349–365;
102. Au, C. K., & Ma, Y.-S. (2010). Garment pattern definition, development and application with associative feature approach. *Computers in Industry*,61(6), 524–531;
103. Bednar, S., & Modrak, V. (2014). Mass customization and its impact on assembly process' complexity. *International Journal for Quality Research*,8(3), 417–430;
104. Bye E., McKinney E. Fit analysis using live and 3D scan models // *International Journal of Clothing Science and Technology*. - 2010, Vol.22, Is.2/3.- P.88-100;
105. Chase Richard B., Jacobs F. Robert, Aquilano Nicholas J. *Operations Management for Competitive Advantage*. - New York: McGraw-Hill/Irwin, 2016. – P. 43;
106. Chen M., Qin Y., Qi L., Sun Y. Improving Fashion Landmark Detection by Dual Attention Feature Enhancement // *2019 IEEE/CVF International Conference on Computer Vision Workshop (ICCVW)*, 05 March 2020;
107. Chi Eun Kim, Hwa L. J. Trends of Big Data and Artificial Intelligence in the Fashion Industry // *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, Vol. 42, No. 1 (2018) pp.148-158;

108. Daanen H., & Hong, S.-A. (2008). Made-to-measure pattern development based on 3D whole body scans. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 20(1), pp. 15–25;
109. Fa'en Z., Chen W., Ze H. Clothing fashion trend prediction method and device based on deep learning // *Microsoft Academic*, 19 March 2020, pp. 37-46;
110. Fiore, A. M., Lee, S.-E., & Kunz, G. (2003). Psychographic variables affecting willingness to use body-scanning. *Journal of Business and Management*, 9(3), pp. 271–287;
111. Fogliatto, F. S., Silveira, G. D., & Borenstein, D. (2012). The mass customization decade: An updated review of the literature. *International Journal of Production Economics*, 138(1), pp. 14–25;
112. Gilmore, J.H., Pine, J.B. *The Four Faces of Mass Customization*, Harvard Business Review. January 1997, pp. 91-101;
113. Giri C., Thomassey S., Balkow J., Zeng X. Forecasting New Apparel Sales Using Deep Learning and Nonlinear Neural Network Regression // 2019 International Conference on Engineering, Science, and Industrial Applications (ICESI), 10 October 2019, pp. 112-119;
114. Guo S., Huang W., Zhang X., Srikhanta P., Cui Y., Li Y., Adam H., R. Scott M., Belongie S. The iMaterialist Fashion Attribute Dataset // 2019 IEEE/CVF International Conference on Computer Vision Workshop (ICCVW), 05 March 2020, pp. 27-35;
115. Istook, C. L., & Hwang, S.-J. (2001). 3D body scanning systems with application to the apparel industry. *Journal of Fashion Marketing and Management*, 5(2), pp. 120–132;
116. Jensen, K. A., Cox, J. J., & Showalter, B. L. (2007). Articulation of customizable biomechanical designs through assembly modeling. *Computer-Aided Design and Applications*, 4(1–4), pp. 363–373;
117. Jiang S., Li J., Fu Y. Deep Learning for Fashion Style Generation // *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems (Early Access)*, 26 February 2021, pp. 67-75;

118. Jing T, Jin Z, Ligang L, Zhigeng P, Hao Y (2012) Scanning 3D full human bodies using kinects. *IEEE Trans Vis Comput Graph* 18, pp. 643–650;
119. Kai Z., Feng J., Sutcliffe R., Xiaoyu W., Qirong B. Multi-depth Dilated Network for Fashion Landmark Detection // 2019 IEEE International Conference on Multimedia & Expo Workshops (ICMEW), 15 August 2019, pp. 115-120;
120. Kamis Arnold, Koufaris Marios, Stern Tziporah. Using an attribute-based DSS for user-customized products online: An experimental investigation // *MIS Quarterly*. – 2008. - №32(1), pp. 159–177;
121. Kaplan A.M., Haenlein M. Toward a parsimonious definition of traditional and electronic mass customization // *Journal of product innovation management*. – 2006. - №2, pp. 23-32;
122. Kayed M., Anter A., Mohamed H. Classification of Garments from Fashion MNIST Dataset Using CNN LeNet-5 Architecture // 2020 International Conference on Innovative Trends in Communication and Computer Engineering (ITCE), 26 March 2020, pp. 6-12;
123. Khajeh M., Payvandy P., Derakhshan S. J. Fashion set design with an emphasis on fabric composition using the interactive genetic algorithm // *Fashion and Textile*. — 2016, Vol. 3:8, pp. 1-16;
124. Kharfan M., Vicky Wing Kei Chan. A data-driven forecasting approach for newly launched seasonal products by leveraging machine-learning approaches // *Annals of Operations Research*, 15 June 2020, pp. 57-63;
125. Lee, H.H., and E. Chang. 2011. Consumer attitudes toward online mass customization: An application of extended technology acceptance model. *Journal of Computer-Mediated Communication* 16 (2), pp. 171–200;
126. Lee S., Oh S., Jung C., Kim C. A Global-Local Embedding Module for Fashion Landmark Detection // 2019 IEEE/CVF International Conference on Computer Vision Workshop (ICCVW), 05 March 2020, pp. 123-134;
127. Li Chunxiao, Xu Ying, Xiao Yi, Liu Huimin, Feng Meiling, Zhang Dongliang. Automatic Measurement of Garment Sizes Using Image Recognition // *Association for Computing Machinery*. — 2017, pp. 30–34;

128. Li P., Li Y., Jiang X., Zhen X. Two-Stream Multi-Task Network for Fashion Recognition // 2019 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), 26 August 2019, pp. 145-153;
129. Liu N., Chow P. & Zhao H. Challenges and critical successful factors for apparel mass customization operations: recent development and case study // *Ann Oper Res.* — 2020, № 291, pp. 531–563;
130. Li Y., Cao L., Zhu J., Luo J. Mining Fashion Outfit Composition Using an End-to-End Deep Learning Approach on Set Data // *IEEE Transactions on Multimedia*, Volume 19, Issue 8, 30 March 2017, pp. 1946 – 1955;
131. Lomov I., Makarov I. Generative Models for Fashion Industry using Deep Neural Networks // 2019 2nd International Conference on Computer Applications & Information Security (ICCAIS), 25 July 2019, pp. 352-360;
132. Loureiro A., Miguéis V.L., M. da Silva L.F. Exploring the use of deep neural networks for sales forecasting in fashion retail // *Decision Support Systems*, 10 August 2018, pp. 25-34;
133. Luximon, A., Goonetilleke, R. S., & Zhang, M. (2005). 3D foot shape generation from 2D information. *Ergonomics*, 48(6), pp. 625–641;
134. Maciej Walczak. Models of the emergence and diffusion of mass customization // *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 2014 №110, pp. 812 – 821;
135. Mall U., Matzen K., Hariharan B., Snavely N., Bala K. GeoStyle: Discovering Fashion Trends and Events // Cornell University, 29 Aug. 2019, pp. 47-58;
136. Maria L. Mpampa, Philip N. Azariadis, Nickolas S. Sapidis. A new methodology for the development of sizing systems for the mass customization of garments. *International Journal of Clothing Science and Technology* Volume 22 (1): 20 – Mar 2, 2010, pp. 67-75;
137. Ma Y., Ding Y., Xun Yang X., Lizi Liao L., Keung Wong W., Chua T.-S. Knowledge Enhanced Neural Fashion Trend Forecasting // National University of Singapore, 23 September 2020, pp. 78-86;

138. Meng YW, Mok PY, Jin XG (2010) Interactive virtual try-on clothing design system. *Comput Aided Des* 42, pp. 310–321;
139. Modraka, V., Martona, D., & Bednar, S. (2014). Modeling and determining product variety for mass-customized manufacturing. *Procedia CIRP*,23, pp. 258–263;
140. Modraka, V., Soltysova, Z. (2018). Process modularity of mass customized manufacturing systems: Principles, measures and assessment. *Procedia CIRP*,67, pp. 36–40;
141. Nielsen, K. J., & Cox, J. J. (2008). Implementation of biomechanical mating conditions in CAD. *Computer-Aided Design and Applications*,5(1–4), pp. 338–353;
142. Petrosova I.A., Andreeva E.G., Guseva M.A. The System of Selection and Sale of Ready-to-Wear Clothes in a Virtual Environment// 2019 International Science and Technology Conference "EastConf". Vladivostok, Russia.: IEEE, 2019, pp. 1-5;
143. Petrosova I.A., Andreeva E.G., Romanovsky R.S., Kopwlov A.A., Rodionova M.A. Three-dimensional scanning of a figure as the basis for mass customization of industrial clothing collections// *Advances in Economics, Business and Management Research (WoS)*, 27–28 фев. 2020 года, г. Воронеж, ВГУИТ («Воронежский государственный университет инженерных технологий»), pp. 1-9;
144. Poulin, M., & Montreu, B. (2013). Product modelling for simulating business networks offering mass customization. *IFAC Proceedings*,46(9), pp. 584–589;
145. Salhieh S. M. and Kamrani A. K., *Modular Design, Collaborative Engineering: Theory and Practice*, 2007, pp. 207-226;
146. Salvador, F., P.M. De Holan, and F. Piller. 2009. Cracking the code of mass customization. *MIT Sloan Management Review* 50 (3), pp. 71–78;
147. Satam, D., Liu, Y., & Lee, H. J. (2011). Intelligent design systems for apparel mass customization. *Journal of the Textile Institute Proceedings & Abstracts*,102(4), pp. 353–365;

148. Shajini, M., Ramanan, A. An improved landmark-driven and spatial-channel attentive convolutional neural network for fashion clothes classification. *Vis Comput* 37. — 2021, pp. 1517–1526;
149. Sohn Jae-Min, Lee Sojung, Kim Dong-Eun. An exploratory study of fit and size issues with mass customized men's jackets using 3D body scan and virtual try-on technology // *Textile Research Journal*. — 2020, Vol. 90, Issue 17-18, pp. 1906-1930;
150. Suginoichi S., Kaiharaa T., Fujiia N., Kokuryo D. A methodology on parts specification management with customer demands for Mass Customization // *Procedia CIRP*. — 2018, № 72, pp. 1184–1189;
151. Tao X., Chen X., Zeng X., Koehl L. A customized garment collaborative design process by using virtual reality and sensory evaluation on garment fit // *Computers & Industrial Engineering*. — 2018, № 115, pp. 683–695;
152. Wang, Z., Chen, L., Zhao, X., & Zhou, W. (2014). Modularity in building mass customization capability: The mediating effects of customization knowledge utilization and business process improvement. *Technovation*, 34(11), pp. 678–687;
153. Wang Z., Quan H. Fashion Outfit Composition Combining Sequential Learning and Deep Aesthetic Network // 2019 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN), 30 September 2019, pp. 21-30;
154. Xu Y., Thomassey S. & Zeng X. Optimization of garment sizing and cutting order planning in the context of mass customization // *Int J Adv Manuf Technol*. — 2020, № 106, pp. 3485–3503;
155. Yamamoto T., Nakazawa A. Fashion Style Recognition Using Component-Dependent Convolutional Neural Networks // 2019 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), 26 August 2019, pp. 15-27;
156. Yanni Xu, Sebastien Thomassey and Xianyi Zeng. Garment mass customization methods for the cutting-related processes // *Textile Research*. — 2020, pp. 1–18;
157. Yan Y., Gupta S., Schoefer K. et al. A Review of E-mass Customization as a Branding Strategy // *Corp Reputation Rev*. — 2020, № 23, pp. 215–223;

158. Yildirim P., Birant D. The Relative Performance of Deep Learning and Ensemble Learning for Textile Object Classification // 2018 3rd International Conference on Computer Science and Engineering (UBMK), 10 December 2018, pp. 1-11;
159. Ying Z., Li L., Xue X. Research on Collaborative Design Method for Apparel Mass Customization in the Internet Plus Era // International Journal of Economics, Finance and Management Sciences. — 2016, № 4 (6), pp. 369–377;
160. Yoo J., Park M. The effects of e-mass customization on consumer perceived value, satisfaction, and loyalty toward luxury brands // Journal of Business Research. — 2016, Vol. 69 (12), pp. 5775–5784;
161. Zhang M., Guo H., Huo B., Zhao X., Huang J. Linking supply chain quality integration with mass customization and product modularity // International Journal of Production Economics. — 2019, Vol. 207, Issue C, pp. 227-235;
162. Zhang M., Lin L., Pan Z. et al. Topology-independent 3D garment fitting for virtual clothing // Multimedia Tools and Applications. — 2015, № 74, pp. 3137–3153;

Патенты, свидетельства

163. Патент на изобретение № CN105956910 (A) China Clothes customized method, image shooting device and control system. Метод индивидуальной настройки одежды, устройство для получения изображений и система управления / Xu Guoxiong; Yu Yuqin; Jin Yuliang; заявитель: Moonsmimi (Beijing) CO LTD; заявл.: 19.05.2016; опубл.: 21.09.2016; МПК: G06K9/00; G06Q30/06;
164. Патент на изобретение № CN105686117 (A) China Combined customized fashionable clothes. Комбинированная индивидуальная модная одежда / Chen Chen; заявитель: Beijing Liangnuopai Fashion Co LTD; заявл.: 23.03.2016; опубл.: 22.06.2016; МПК: A41D1/14; A41D27/00;
165. Патент на изобретение № CN111310253 (A) China Costume designing method and manufacturing method. Методика проектирования и изготовления

костюма / Wen Meiting; заявитель: Jiangxi inst fashion technology; заявл.: 13.03.2020; опубл.: 19.06.2020; МПК: A41H3/00; G06F30/10;

166. Патент на изобретение № CN106539137 (A) China Customized color-spraying clothes. Одежда для окрашивания по индивидуальному заказу / Yao Miao; заявитель: Xiangyang city xiangzhou distr no 6 middle school; заявл.: 18.09.2015; опубл.: 29.03.2017; МПК: A41D1/00; A41D27/08;

167. Патент на изобретение № CN111771223 (A) China Modularized garment manufacturing method for small batch production of garments of many kinds and modularized garment manufacturing system. Модульный способ изготовления одежды различных видов для мелкосерийного производства и модулированная система изготовления одежды / Park Youngcheon, Ahn Sung Hoon, Xu Eun Suk, Kim Sung Min, Kim Sung Chul, Zheng Woo Kyun; заявители: Koda Industrial Co., Ltd.; Группа производственно-академического сотрудничества Сеульского национального университета; заявл.: 14.02.2018; опубл.: 13.10.2020; МПК: A41H3/00, G06Q50/04;

168. Патент на изобретение № CN110046957 (A) China Ordering system for customer-customized clothes. Система заказа индивидуальной одежды / Luo Keli; заявитель: Zhuhai Kejin Information tech co LTD; заявл.: 20.03.2019; опубл.: 23.07.2019; МПК: G06Q30/02; G06Q30/06; G06Q50/04;

169. Патент на изобретение № JP2020144503 (A) Japan Clothing recommendation system, clothing recommendation method, and clothing recommendation program. Система по рекомендации одежды, метод по рекомендации одежды и программа по рекомендации одежды / Yoshimura Atsushi, Kawamura Atsuko, Kishimoto Taizo; заявитель: Wacoal Co., Ltd.; заявл.: 05.03.2019; опубл.: 10.09.2020; МПК: A41H1/02, A41H3/00, G06F16/906;

170. Патент на изобретение № JP2020512628 (A) JP Methods and systems for customized garment and outfit design generation. Методы и системы для индивидуального проектирования одежды и оборудования / Koh Chong Jin;

заявители: Original Inc.; заявл.: 07.03.2017; опубл.: 23.04.2020; МПК: G06F16/9035; G06Q50/10;

171. Патент на изобретение № KR20200057225 (A) Korea Automatic clothes customized system. Автоматическая система индивидуальной одежды / Park Cheong Bin; Yoon Jea Wook; Park So Eun; Kim Shin Hyuck; заявитель: Park Cheong Bin; Park So Eun; Kim Shin Hyuck; Yoon Jea Wook; заявл.: 16.11.2018; опубл.: 26.05.2020; МПК: G06Q30/06;

172. Патент на изобретение № KR101672299 (B1) Korea Automatic customized service system and method of Clothes pattern and Customized clothes manufactured by using this method. Автоматическая система индивидуального обслуживания и метод получения лекал одежды и проектирования персонализированной одежды / Lee Jeong Gu; заявитель: Lee Jeong Gu; заявл.: 22.02.2016; опубл.: 03.11.2016; МПК: A41H1/02; A41H3/00; G06Q50/04; H04N1/04;

173. Патент на изобретение № KR102100223 (B1) Korea Client-customized underweare production system. Персонализированная система производства нижнего белья / Yeom Jang Yul; заявитель: Yeom Jang Yul; заявл.: 11.11.2019; опубл.: 13.04.2020; МПК: A41H1/02; A41H3/00; G06F30/00; G06Q30/02; G06Q30/06; G06Q50/04; H04M1/725;

174. Патент на изобретение № KR20200109755 (A) Korea Clothing production service platform system. Система платформы обслуживания производства одежды / Choi Bo Gyu; заявитель: Choi Bo Gyu; заявл.: 14.03.2019; опубл.: 23.09.2020; МПК: A41H3/00, G06Q30/06, G06Q50/04;

175. Патент на изобретение № KR20180106393 (A) Korea Simulation method for customized clothes color. Метод моделирования индивидуального цвета одежды / Lee You Me; заявитель: Lee You Me; заявл.: 20.03.2017; опубл.: 07.01.2019; МПК: G06Q30/02; G06Q30/06; G06Q50/10; G06T13/40;

176. Патент на изобретение № KR20200117786 (A) Korea Wearable and Body Feature based Customized Clothes recommendation system. Система рекомендаций индивидуальной одежды на основе устройств и особенностей

тела / Hyunsan Kim; заявитель: Hyunsan Kim; заявл.: 05.04.2019; опубл.: 14.10.2020; МПК: G06F40/00; G06Q30/02; G06Q30/06;

177. Патент на изобретение № RU 2303238 RU Курвиметр с оптическим целеуказателем/ Петросова И.А., Мартынова А.И.; патентообладатель: МГУДТ; заявл. 15.03.2006; опубл. 20.07.2007, Бюл. № 20. – 5 с.;

178. Патент на изобретение № RU2311615 RU Способ бесконтактного определения проекционных размеров объекта и получения его трехмерной модели/ Петросова И.А., Коблякова Е.Б.; патентообладатель: МГУДТ; заявл. 13.07.2005; опубл. 27.11.2007, Бюл. № 33. – 10 с.;

179. Патент на изобретение № RU2551731 (C1) RU Способ виртуального подбора одежды / Караваев Константин Александрович; патентообладатель: Караваев Константин Александрович; заявл.: 02.07.2014; опубл.: 27.05.2015; МПК: A41H 1/02, G06Q 50/10;

180. Патент на изобретение № RU2388606 RU Способ получения трехмерного объекта сложной формы/ Петросова И.А, Андреева Е.Г., Мартынова А.И.; патентообладатель: МГУДТ; заявл. 06.10.2008, опубл. 10.05.2010. Бюл.№13. – 20 с.;

181. Патент на изобретение № RU2669688 (C2) RU Способ проектирования конструкций одежды на основе совмещения виртуальных образов типовой и индивидуальной фигур / Гусева Марина Анатольевна, Андреева Елена Георгиевна, Петросова Ирина Александровна, Белгородский Валерий Савельевич; заявители: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)"; заявл.: 05.04.2017; опубл.: 05.10.2018; МПК: A41H 1/00;

182. Патент на изобретение № RU2017135867 (A) RU Способ проектирования плечевых изделий на фигуры с нарушениями осанки / Григорьева З. Р.; заявитель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Уфимский

государственный нефтяной технический университет"; заявл.: 09.10.2017; опубл.: 09.04.2019; МПК: А41Н 3/00;

183. Патент на изобретение № RU2251382 RU Устройство для бесконтактного снятия проекционных размеров объекта/ Петросова И.А., Коблякова Е.Б.; патентообладатель: МГУДТ; заявл. 31.03.2004; опубл. 10.05.2005, Бюл. № 13. – 5 с.;

184. Патент на изобретение № US2020375293 (A1) USA Methods and systems for customized garment and outfit design generation. Методы и системы для индивидуального проектирования одежды и оборудования / Koh Chong Jin; заявители: Original Inc.; заявл.: 07.03.2017; опубл.: 03.12.2020; МПК:А41Н3/00, G01B11/02, G05B19/4097;

185. Патент на изобретение № US2018049498 (A1) US Methods and systems for customized garment design generation. Методы и системы для генерации индивидуального дизайна одежды / Koh Chong Jin; заявители: Original Inc.; заявл.: 25.04.2016; опубл.: 22.02.2018; МПК: А41Н3/00; G05B19/4097; G06F17/50;

186. Патент на изобретение № US2020375293 (A1) USA Methods and systems for customized garment and outfit design generation. Методы и системы для индивидуального проектирования одежды и оборудования / Koh Chong Jin; заявители: Original Inc.; заявл.: 07.03.2017; опубл.: 03.12.2020; МПК:А41Н3/00, G01B11/02, G05B19/4097;

187. Патент на изобретение № US2017303616 (A1) US Methods of Determining Measurements for Custom Clothing Manufacture. Методы определения размеров при изготовлении нестандартной одежды/ Koh Chong Jin; заявители: Original Inc.; заявл.: 25.04.2016; опубл.: 26.10.2017; МПК: А41Н1/00;

188. Патент на изобретение № US2020178633 (A1) USA Shadow Neutral 3-D Garment Rendering. Теневая нейтральная трехмерная визуализация одежды / Bell Benjamin, Schultz Jennifer, Schultz Christopher, Mahanty Debdulal, Sights

James Barton; заявитель: Strauss Levi & Co; заявл.: 30.11.2018; опубл.: 11.06.2020; МПК: A41H3/00; G06F30/10;

189. Патент на изобретение № WO2018165239 (A1) WO Methods and systems for customized garment and outfit design generation. Методы и системы для индивидуального проектирования одежды и оборудования / Koh Chong Jin; заявители: Original Inc.; заявл.: 07.03.2017; опубл.: 13.09.2018; МПК: G06F17/30;

190. Патент на изобретение № WO2020141800 (A1) Method, server, and program for measuring body size and recommending clothing size by using image. Методика, сервер и программа измерения размера тела и рекомендации размера одежды по изображению / Yang Jaemin; заявитель: MIZ CO LTD; заявл.: 03.01.2019; опубл.: 09.07.2020; МПК: A41H1/02; A41H3/00; G06Q30/02; G06Q50/04;

191. Патент на изобретение № WO2020167090 (A1) System for manufacturing customized gloves using scan data, and method for manufacturing customized gloves using same. Система изготовления индивидуальных перчаток с использованием данных сканирования и метод изготовления индивидуальных перчаток / Yoon Daeyoung; заявитель: Yoon Daeyoung; заявл.: 15.02.2019; опубл.: 20.08.2020; МПК: A41D19/04; A41H1/02; A41H3/00; D04B7/34; D04B9/58; G06Q50/04; G06T17/20;

192. Свидетельство о госрегистрации программы для ЭВМ № 2010617018. Бесконтактный измерительный комплекс/ Петросова И.А., Андреева Е.Г., Клочков Р.С.// правообладатель -Минпромторг РФ; заявл. 08.10.2010; зарег. 20.10.2010;

193. Свидетельство о госрегистрации программы для ЭВМ № 2011612237 Распознавание художественного эскиза модели одежды / Е.Г. Андреева, В.В. Гетманцева, Н.Г. Мурашова, И.Б. Разин; правообладатель – МГУДТ, зарег. 17.03.2011;

194. Свидетельство о госрегистрации программы для ЭВМ № 2012610088. Интерактивная система виртуального проектирования манекена и

конструкций женской одежды/ В.В. Гетманцева, Е.Г. Андреева, Л.О. Гальцова, М.С. Бояров// Правообладатель: Минпромторг РФ; зарег. 10.01.2012;

195. Свидетельство о госрегистрации программы для ЭВМ № 2013611419. Система виртуального моделирования женской одежды/ В.В. Гетманцева, Е.Г. Андреева, И.А. Петросова, М.С. Бояров// Правообладатель: Минпромторг РФ; зарег. 09.01.2013;

196. Свидетельство о регистрации базы данных RU 2019620410. Кастомизация моделей мужской одежды / Петросова И.А., Гусева М.А., Андреева Е.Г., Белгородский В.С., Романовский Р.С., Степанов И.О. // патентообладатель — Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)»; заявл. 01.03.2019; зарег. 15.03.2019;

197. Свидетельство о регистрации базы данных RU 2022620060. Модельные особенности мужской одежды (пиджак) /Романовский Р.С., Петросова И.А., Андреева Е.Г., Шипилова Е.А., Белгородский В.С. // патентообладатель — Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)»; заявл. 24.12.2021; зарег. 11.01.2022;

Электронные ресурсы

198. Король С. К 2020 году кастомная одежда займет 15% рынка URL: <https://rb.ru/news/no-fast-fashion/> (дата обращения 20.08.2020);

199. Научная электронная библиотека elibrary.ru URL: <https://elibrary.ru/defaultx.asp?/> (дата обращения 20.01.2019);

200. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности» URL: <https://www.fips.ru/> (дата обращения 18.02.2019);

201. Частное образовательное учреждение "Институт проблем предпринимательства" URL: <https://www.ippnou.ru/article.php?idarticle=002368/> (дата обращения 20.08.2020);
202. Bolshevichka URL: <https://www.bolshevichka.ru/> (дата обращения 14.08.2020);
203. Burberry URL: <https://uk.burberry.com/> (дата обращения 20.08.2020);
204. Buro URL: <https://www.buro247.ru/news/fashion/19-jun-2018-hm-repair-castomize-corner.html/> (дата обращения 20.08.2020);
205. Emarketer URL: <https://www.emarketer.com/> (дата обращения 20.08.2020);
206. Forbes URL: <https://www.Forbes.com/> (дата обращения 20.08.2020);
207. Glamour Russia URL: <https://www.glamour.ru/> (дата обращения 21.11.2019);
208. Gucci URL: <https://www.gucci.com/int/ru/> (дата обращения 20.08.2020);
209. Harper's Bazaar URL: <https://bazaar.ru/> (дата обращения 20.07.2019);
210. Hockerty URL: <https://www.hockerty.ru/> (дата обращения 20.08.2020);
211. L'Officiel URL: <https://officiel-online.com/> (дата обращения 23.11.2019);
212. The Business of Fashion URL: <https://www.businessoffashion.com/> (дата обращения 17.09.2019);
213. Vogue Russia URL: <https://www.vogue.ru/> (дата обращения 14.08.2019);
214. Vogue UA URL: <https://vogue.ua/> (дата обращения 21.08.2019);
215. YouGovAmerica URL: <https://today.yougov.com/> (дата обращения 20.04.2020).

ПРИЛОЖЕНИЯ

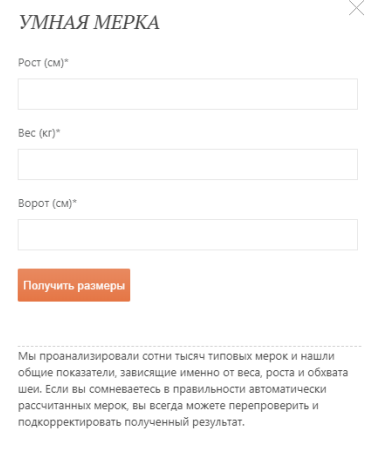
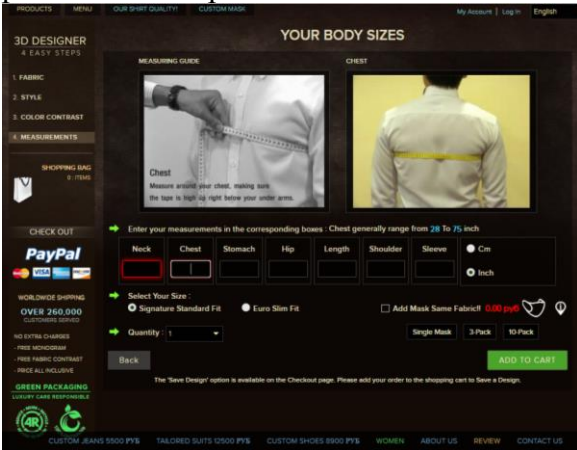
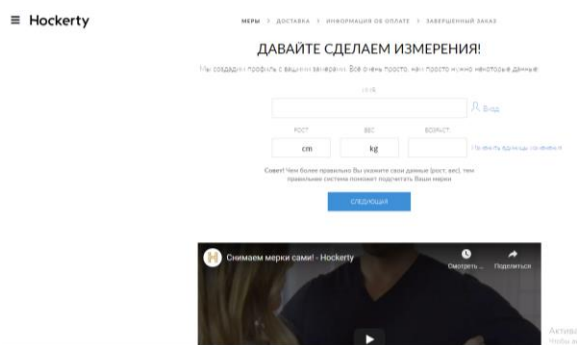
Приложение А

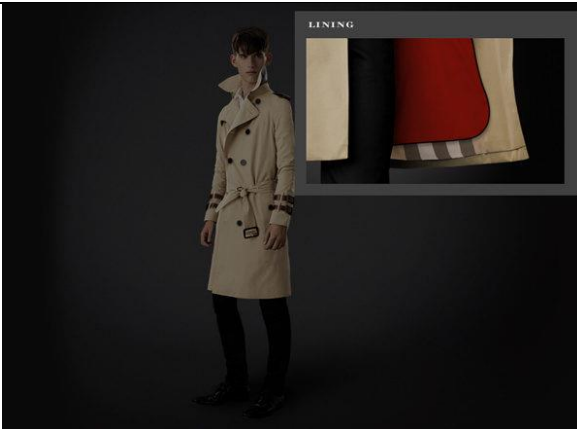
Таблица А1 — Примеры массовой кастомизации в различных отраслях промышленности

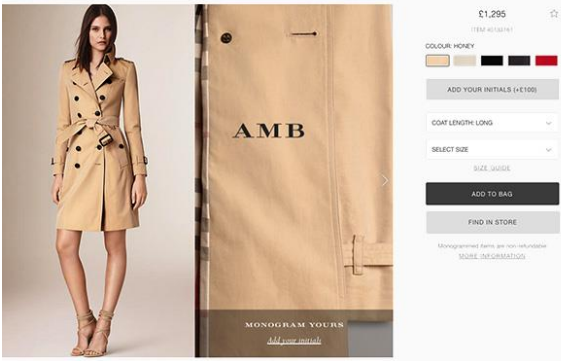
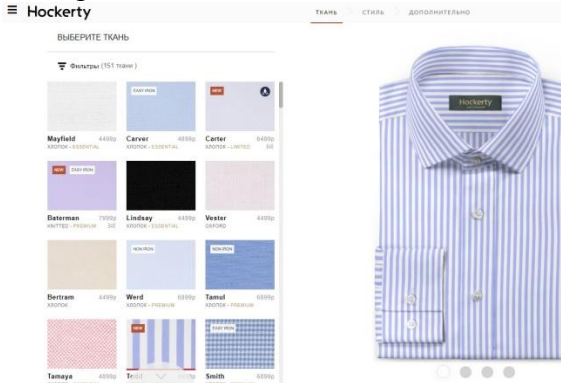
Промышленность	Компания	Программа массовой кастомизации	Товар
1	2	3	4
Обувная	Nike	Nike By You	Обувь
	Adidas	Miadidas	Обувь
	Puma	Mogolian shoes BBQ	Обувь
	Vans	-	Обувь
	American Eagle	-	Обувь
	Converse	Design Your Own	Обувь
	Timberland	CUSTOMIZE	Обувь
	Afour	Создавайте свой дизайн обуви	Обувь
Швейная	Levi's	Original spin	Джинсы
	Zara	Trafaluc (нанесения вышивки с текстом)	Швейные изделия (в т.ч. шорты, футболки, плащи, куртки)
	Lands' End	-	Сорочки
	iTailor	-	Швейные изделия
	H&M	-	Швейные изделия
	JC Penney	-	Брюки
	Jos. A. Bank	Monogramming	Мужские сорочки/мужские брюки
	Paul Frederick	Custom Dress Shirts	Мужские сорочки
	Brooks Brother	Create Your Own Shirt	Сорочки
	J.Crew	THE MONOGRAM SHOP	Швейные изделия
	Diesel	Denim Master Studio	Деним/куртки
	North Face	-	Флисовая жилетка
	Ralph Lauren	Create your own	Футболки поло
	Yohji Yamamoto	-	Швейные изделия
	Burberry	Burberry Bespoke	Пальто тренч
	Kutesmart Co., Ltd.	Cotte Yolan	Швейные изделия
	Farfetch	Customization studio	Швейные изделия/Обувь
	Глория Джинс	-	Деним
	Рубашка на заказ	-	Сорочки/Блузки/Поло
	ЯМайка	-	Футболки/майки

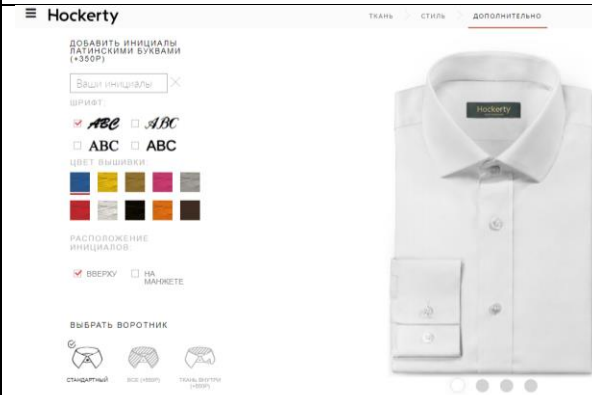
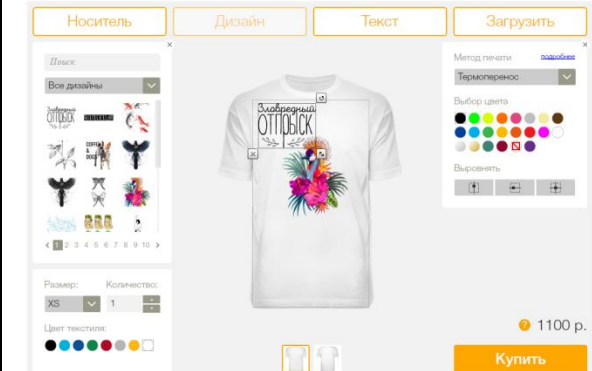
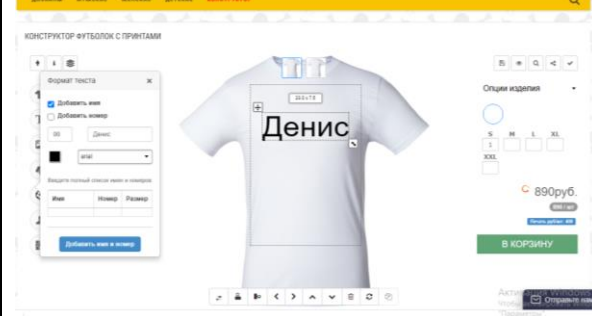
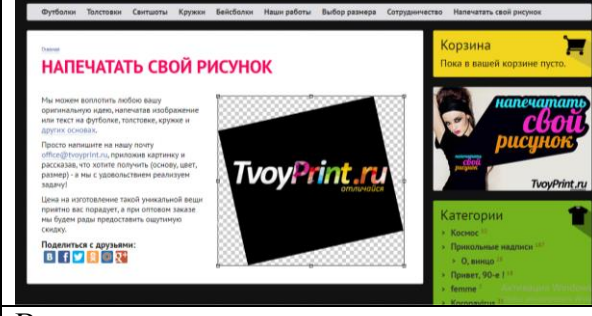
Промышленность	Компания	Программа массовой кастомизации	Товар
	SHISHKIN	Кастомизированный пошив	Корпоративная одежда и аксессуары в классическом и повседневном стиле
	HOOLI	Худи-конструктор	Худи, брюки, толстовки
	OGCUSTOM	Роспись одежды Кастомизация обуви	Швейные изделия/Обувь
	Creativerepublic	Принты на одежду Принты на сувениры Роспись одежды Стайлинг ножницами Пирсинг предметов Тату на одежде Перенос фото Перенос рисунка	Швейные изделия/Сувениры/Декор/Обувь
	Louis Vuitton	Mon monogram	Сумки
	Tumi	COMPLIMENTARY MONOGRAMMING	Сумки/аксессуары
	Gucci	-	Швейные изделия/Сумки/Обувь
Ювелирная промышленность	Bulgari	Design Your Love	Ювелирные изделия
	Tiffany	Engraving	Ювелирные изделия
Машиностроение	BMW	Build your own	Автомобиль
	Audi	Customise your Audi	Автомобиль
	Nissan	-	Автомобиль
	Ford	2020 Mustang	Автомобиль
Электронная	Hewlett Packard	-	Компьютер
	Dell	-	Компьютер
	Rover Computers	Компьютер на заказ	Компьютер
	Cartier	Customise your watch	Часы
	Apple	-	Часы Apple Watch
	Vision	VS3 Zenit	Телефон
	Haier	COSMOPlat	Бытовое электрооборудование

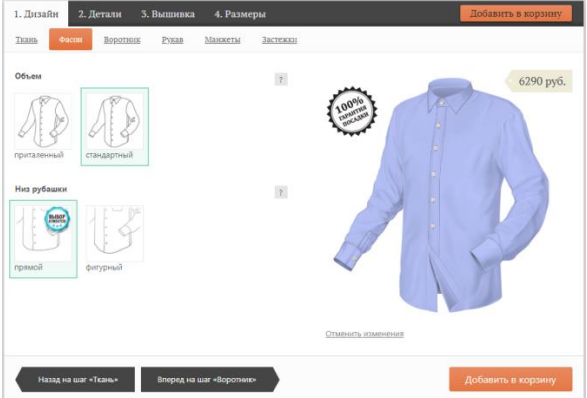
Таблица Б1 — Уровень взаимодействия клиента с производственно-технологическим процессом

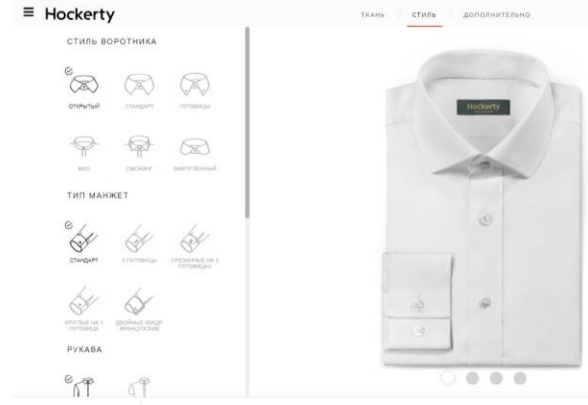
Уровень взаимодействия клиента с производственно-технологическим процессом	Производственно-технологическая цепочка	Компания	Пример
1-й (начальный)	Короткая	Рубашка на заказ	«Умная мерка» 
		iTailor	Индивидуальные параметры тела в разделе «Размер тела» 
		Hockerty	Индивидуальные параметры фигуры 
2-й (средний)	Средняя	Рубашка на	Выбор ткани

Уровень взаимодействия клиента с производственно-технологическим процессом	Производственно-технологическая цепочка	Компания	Пример
			 Выбор пуговиц  Инициалы  Выбор основной ткани для тренча

Уровень взаимодействия клиента с производственно-технологическим процессом	Производственно-технологическая цепочка	Компания	Пример
			
		iTailor	Выбор материала для мужской сорочки 
		Hockerty	Выбор ткани  Инициалы

Уровень взаимодействия клиента с производственно-технологическим процессом	Производственно-технологическая цепочка	Компания	Пример
			
		ЯМайка	Выбор принта на футболку Создание футболки со своим принтом 
		1001 футболка	Выбор принта на футболку 
		Твой принт	Выбор принта на футболку 
		Zara	Вышивка

Уровень взаимодействия клиента с производственно-технологическим процессом	Производственно-технологическая цепочка	Компания	Пример
			На специализированных поп-ап площадках (Оффлайн)
		Levi's Tailor Shop	Окрашивание tie-dye ГУМ (Оффлайн)
		Diesel	Металлические и цветные заклепки, нашивки, надписи, выбор пуговиц Магазины бренда (Оффлайн)
		H&M	Нашивки и вышивки Флагманский магазин (Париже, Оффлайн)
3-й (высокий)	Длинная	Рубашка на заказ	Выбор силуэта (фасона) рубашки 
		iTailor	Выбор конструкции рукава, переда, спинки, низа изделия, воротника, карманов и манжет мужской сорочки 
		Hockerty	Конструкция воротника, рукава, манжет и нагрудного кармана мужской сорочки

Уровень взаимодействия клиента с производственно-технологическим процессом	Производственно-технологическая цепочка	Компания	Пример
			
4-й (максимальный)	Максимальная	Рубашка на заказ	Совокупность 1,2 и 3 уровня
		Burberry	
		Hockerty	
		Shishkin	Кастомизированный пошив полного цикла 

Приложение В

Таблица В1 — Значения разности высот типовых фигур женщин и мужчин по полнотным группам

№ размерного признака	Пол												
	Жен.							Муж.					
	Полнотная группа							Полнотная группа					
	0	1	2	3	4	5	Ср.ар.	1	2	3	4	5	Ср.ар.
T7-T12	26,6	26,6	27	27,4	27,8	29,4	28	30,4	30,4	30,8	31,2		31,0
T6-T7	15,4	15,5	14,8	14,5	14,2	14,4	15	16,8	16,9	18,8	19,7		18,0
T4-T6	20	20,2	20,4	20,6	20,8	21,6	21	25,6	24,7	23,9	23,9		24,0
T104	31	31,8	32,6	33,4	34,2	35	33	30,8	31,6	32,2	32,8		32,0
T12-T9	30,2	29,9	29,6	29,3	29	28,7	29	33,9	33,6	33,3	33,0		33,0

Таблица В2 — База данных положения высоты плечевой точки относительно типового роста женщин, мужчин (БДЗ)

Рос т Т1	Пол													
	Муж.						Жен.							
	Высота плечевой точки Т5													
	Полнотная группа					Ср.ар .	Полнотная группа							Ср.ар .
	1	2	3	4	5		0	1	2	3	4	5		
158	-	128, 1	128, 3	128, 5	-	128,3	129, 3	129, 3	129, 3	129, 3	129, 3	129, 3	129,3	
164	133, 1	133, 3	133, 5	133, 7	-	133,4	134, 5	134, 5	134, 5	134, 5	134, 5	134, 5	134,5	
170	134, 3	134, 5	134, 7	134, 9	-	134,6	139, 7	139, 7	139, 7	139, 7	139, 7	139, 7	139,7	
176	143, 5	143, 7	143, 9	144, 1	-	144		144, 9	144, 9	144, 9	144, 9	144, 9	144,9	
182	148, 7	148, 9	149, 1	149, 3	-	149			150, 1	150, 1	150, 1		150,1	
188	153, 9	154, 1	154, 3	154, 5	-	154,2								
194	159, 1	159, 3	159, 5	159, 7	-	159,4								
200	-	-	-		-	-								

Приложение Г

Таблица Г1 — Фрагмент БД Модельные особенности мужской одежды (пиджак) [160]

Изображение модели мужского пиджака с указанным структурным элементом	Класс	Наименование структурного элемента мужского пиджака						
		Класс структурного элемента мужского пиджака						
		1. стиль	2. силуэт	3. покрой рукава	4. форма лацканов	5. форма борта	6. форма карманов	7. застежка
	1	классический	прямой	втачной	прямой	прямой	накладной	центральная
	2	романтический	прилегающий	реглан	острый	закругленный	в рамку	смещенная
	3	спортивный	полуприлегающий	рубашечный	отсутствие угла		листочка	асимметрич-
	4			цельнокроеный			клапан	
	5			комбинированный			отсутствие	
		романтический	прямой	втачной	острый	прямой	клапан	смещенная
		классический	прямой	втачной	прямой	закругленный	клапан	центральная
		классический	прямой	втачной	прямой	закругленный	клапан	центральная

Изображение модели мужского пиджака с указанным структурным элементом	Класс	Наименование структурного элемента мужского пиджака						
		Класс структурного элемента мужского пиджака						
		1. стиль	2. силуэт	3. покрой рукава	4. форма лацканов	5. форма борта	6. форма карманов	7. застежка
	1	классический	прямой	втачной	прямой	прямой	накладной	центральная
	2	романтический	прилегающий	реглан	острый	закругленный	в рамку	смещенная
	3	спортивный	полуприлегающий	рубашечный	отсутствие угла		листочка	асимметричн
	4			цельнокроеный			клапан	
	5			комбинированный			отсутствие	
		классический	прямой	втачной	острый	прямой	накладной	смещенная
		классический	прямой	втачной	отсутствие угла	закругленный	листочка	центральная
		классический	прямой	втачной	прямой	закругленный	в рамку	центральная

Изображение модели мужского пиджака с указанным структурным элементом	Класс	Наименование структурного элемента мужского пиджака						
		Класс структурного элемента мужского пиджака						
		1. стиль	2. силуэт	3. покрой рукава	4. форма лацканов	5. форма борта	6. форма карманов	7. застежка
	1	классический	прямой	втачной	прямой	прямой	накладной	центральная
	2	романтический	прилегающий	реглан	острый	закругленный	в рамку	смещенная
	3	спортивный	полуприлегающий	рубашечный	отсутствие угла		листочка	асимметрич
	4			цельнокроеный			клапан	
	5			комбинированный			отсутствие	
		классический	прямой	втачной	прямой	закругленный	клапан	центральная
		классический	прямой	втачной	прямой	закругленный	клапан	центральная
		классический	прямой	втачной	прямой	прямой	листочка	смещенная
.....								
.....								

Таблица Д1 — Классы вариантов БФ и КДСЭИ мужского пиджака

№ БФ и КДСЭИ	Номер класса БФ и КДСЭИ	БФ и КДСЭИ мужского пиджака	
		Английское название	Русское название
1		Slim fit (front)	Силуэт (перед)
	0	Straight	Прямой
	1	Fitted	Приталенный
2		Slim fit (back)	Силуэт (спинка)
	0	Straight	Прямой
	1	Fitted	Приталенный
3		Clasp	Застежка
	0	Central	Центральная
	1	Double breasted clasp	Смещенная (двубортный)
4		Length (front)	Длина изделия (перед)
	0	Hip line	Линия бедер
	1	Above the hip line	Выше линии бедер
	2	Below the hip line	Ниже линии бедер
5		Length (back)	Длина изделия (спинка)
	0	Thigh line	Линия бедер
	1	Above the thigh line	Выше линии бедер
	2	Below the hip line	Ниже линии бедер
6		Shape of fall edge of collar	Форма отлета воротника
	0	With straight ends	С прямыми концами
	1	With sharp ends	С острыми концами
	2	With blunt ends	С тупыми концами
	3	Shawl	Шалевый
	4	With rounded ends	Со скругленными концами
	5	Creative	Креативный
7		Lapel shape	Форма лацкана
	0	Rectangular	Прямоугольная

№ БФ и КДСЭИ	Номер класса БФ и КДСЭИ	БФ и КДСЭИ мужского пиджака	
		Английское название	Русское название
	1	"Peak lapel"	«Ласточкино крыло»
	2	Creative	Креативная
8		Stand side	Низ борта
	0	Straight	Прямой
	1	Rounded	Закругленный
9		Chest pocket	Нагрудный карман
	0	No	Отсутствует
	1	On the right	Справа
	2	On the left	Слева
	3	On the both sides	С двух сторон
10		Pockets (at the waist line)	Карманы (на уровне талии)
	0	No	Отсутствуют
	1	On the right	Справа
	2	On the left	Слева
	3	On the both sides	С двух сторон
11		Sleeve (front)	Рукав (перед)
	0	Sewn-in sleeve	Втачной
	1	Raglan sleeve	Реглан
	2	One-piece sleeve	Цельнокроеный
12		Sleeve (back)	Рукав (спинка)
	0	Sewn-in sleeve	Втачной
	1	Raglan sleeve	Реглан
	2	One-piece sleeve	Цельнокроеный
13		Buttonhole	Петлица
	0	Yes	Имеется
	1	No	Отсутствует
14		Vent (back)	Шлица (спинка)
	0	One	Одна
	1	Two	Две

Приложение Е

Таблица Е1 — Схемы сопряжения закодированных срезов деталей мужского пиджака

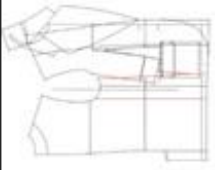
Силуэт		Прямой силуэт	Полуприлегающий силуэт	Прилегающий силуэт				
	Прямой (Вариант А)	Перед (вариант А) Боковой срез: AR 1.1-CE 1.1 CA 1.1-AM 1.1	Перед (вариант Б) Боковой срез: AR 2.2-CE 2.2 CA 2.2-AM 2.2	Перед (вариант В) Боковой срез: AR 3.3-CE 3.3 CA 3.3-AM 3.3				
						Боковая часть (вариант А) Боковой срез: AJ 1.1-AK 1.1 Рельефный срез: AL 1.1-AL 1.1	Боковая часть (вариант Б) Боковой срез: AJ 2.2-AK 2.2 Рельефный срез: AL 2.2-AL 2.2	Боковая часть (вариант В) Боковой срез: AJ 3.3-AK 3.3 Рельефный срез: AL 3.3-AL 3.3
Полуприлегающий (Вариант Б)								
Прилегающий (Вариант В)								

Таблица Е1 — Схемы сопряжения закодированных конструктивных срезов деталей мужского пиджака
Длина изделия

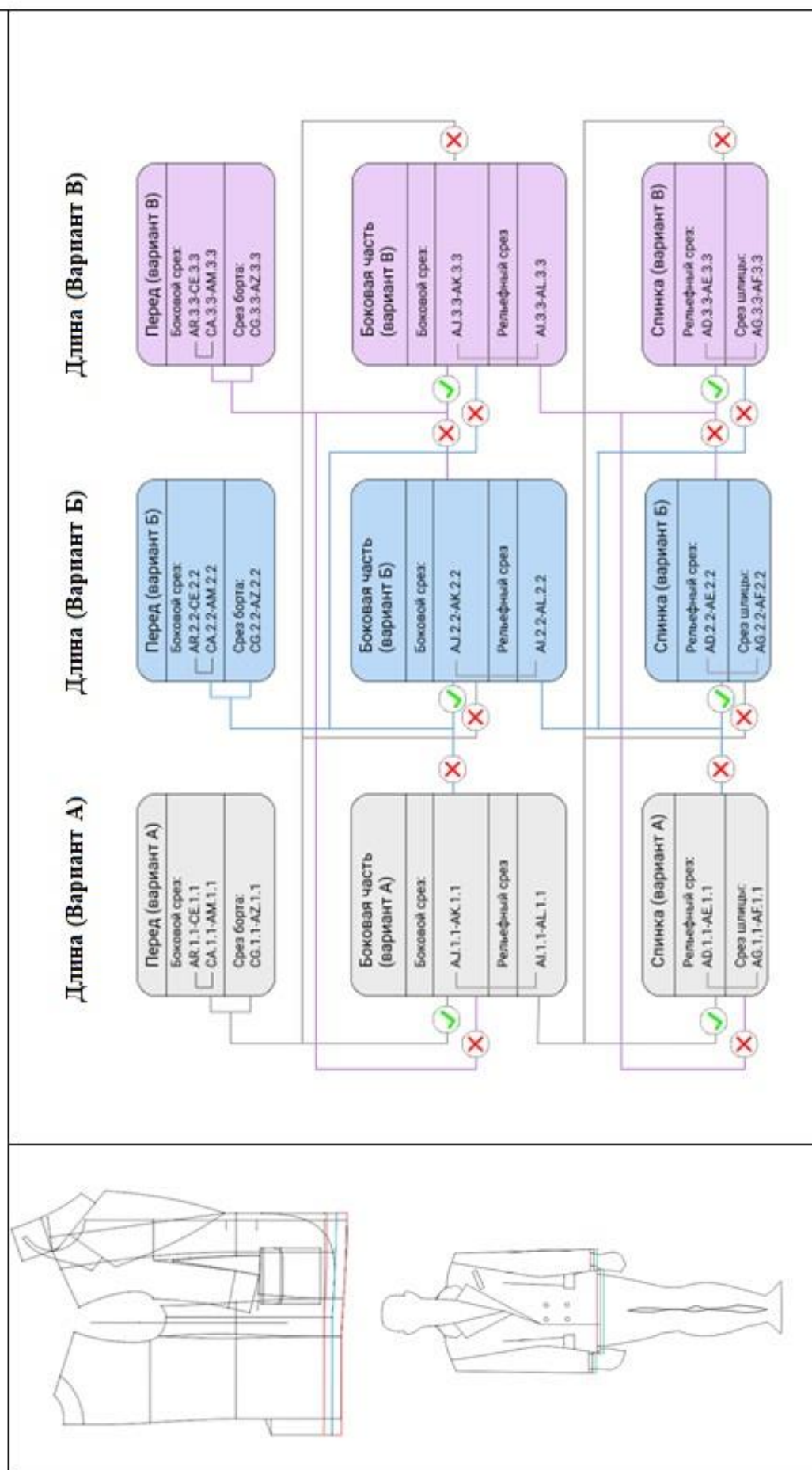


Таблица Е1 — Схемы сопряжения закодированных конструктивных срезов деталей мужского пиджака

Длина рукава

Верхняя часть рукава

Нижняя часть рукава

Длина рукава (Вариант А)

Длина рукава (Вариант Б)

Длина рукава (Вариант В)

Верхняя часть рукава (вариант А)
Передний срез: BA.1.1-BB.1.1
Срез низа: BB.1.1-BD.1.1
Срез шлица: BD.1.1-BE.1.1
Срез уступа шлица: BE.1.1-BF.1.1
Локтевой срез: BF.1.1-BY.1.1

Верхняя часть рукава (вариант Б)
Передний срез: BA.2.2-BB.2.2
Срез низа: BB.2.2-BD.2.2
Срез шлица: BD.2.2-BE.2.2
Срез уступа шлица: BE.2.2-BF.2.2
Локтевой срез: BF.2.2-BY.2.2

Верхняя часть рукава (вариант В)
Передний срез: BA.3.3-BB.3.3
Срез низа: BB.3.3-BD.3.3
Срез шлица: BD.3.3-BE.3.3
Срез уступа шлица: BE.3.3-BF.3.3
Локтевой срез: BF.3.3-BY.3.3

Нижняя часть рукава (вариант А)
Передний срез: AU.1.1-AT.1.1
Срез низа: AW.1.1-AU.1.1
Срез шлица: AX.1.1-AW.1.1
Срез уступа шлица: AY.1.1-AX.1.1
Локтевой срез: AS.1.1-AY.1.1

Нижняя часть рукава (вариант Б)
Передний срез: AU.2.2-AT.2.2
Срез низа: AW.2.2-AU.2.2
Срез шлица: AX.2.2-AW.2.2
Срез уступа шлица: AY.2.2-AX.2.2
Локтевой срез: AS.2.2-AY.2.2

Нижняя часть рукава (вариант В)
Передний срез: AU.3.3-AT.3.3
Срез низа: AW.3.3-AU.3.3
Срез шлица: AX.3.3-AW.3.3
Срез уступа шлица: AY.3.3-AX.3.3
Локтевой срез: AS.3.3-AY.3.3

Таблица Е1 — Схемы сопряжения закодированных конструктивных срезов деталей мужского пиджака

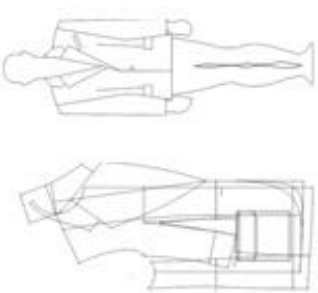
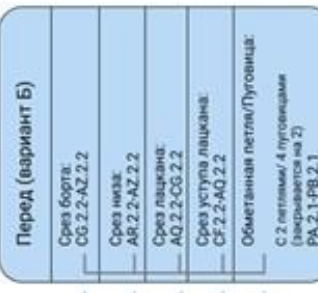
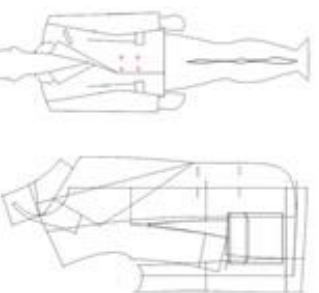
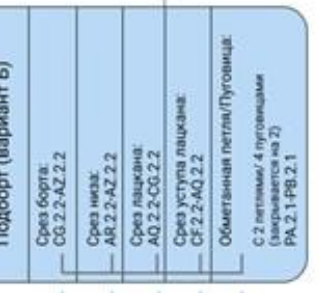
Застежка	
 Однорбортный пиджак (Вариант А): с 1 пуговицей	 Однорбортный пиджак (Вариант А) Двубортный пиджак (Вариант Б)
 Пиджак со смещенной застёжкой (Вариант Б): с 4 пуговицами (закрывается на 2)	 Подборт (вариант А) Подборт (вариант Б)

Таблица Е1 — Схемы сопряжения закодированных срезов конструктивных деталей мужского пиджака
Застежка

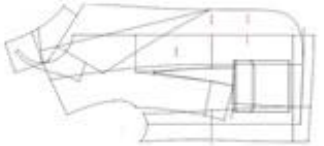
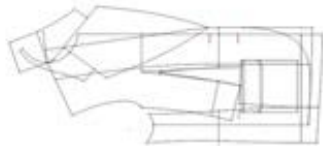
 Однооборотный пиджак (Вариант А): с 2 пуговицами	Перед (вариант А) <table><tr><td>Срез борта:</td><td>CG.1.1-AZ.1.1</td></tr><tr><td>Срез низа:</td><td>AR.1.1-AZ.1.1</td></tr><tr><td>Срез лацкана:</td><td>AQ.1.1-CG.1.1</td></tr><tr><td>Срез уступа лацкана:</td><td>CF.1.1-AQ.1.1</td></tr><tr><td>Обыгнутая петля/Пуговица:</td><td>C.2 петлями/2 пуговицами</td></tr><tr><td></td><td>PA.1.2-PB.1.2</td></tr></table> Подборт (вариант А) <table><tr><td>Срез борта:</td><td>CG.1.1-AZ.1.1</td></tr><tr><td>Срез низа:</td><td>AR.1.1-AZ.1.1</td></tr><tr><td>Срез лацкана:</td><td>AQ.1.1-CG.1.1</td></tr><tr><td>Срез уступа лацкана:</td><td>CF.1.1-AQ.1.1</td></tr><tr><td>Обыгнутая петля/Пуговица:</td><td>C.2 петлями/2 пуговицами</td></tr><tr><td></td><td>PA.1.2-PB.1.2</td></tr></table> Перед (вариант Б) <table><tr><td>Срез борта:</td><td>CG.2.2-AZ.2.2</td></tr><tr><td>Срез низа:</td><td>AR.2.2-AZ.2.2</td></tr><tr><td>Срез лацкана:</td><td>AQ.2.2-CG.2.2</td></tr><tr><td>Срез уступа лацкана:</td><td>CF.2.2-AQ.2.2</td></tr><tr><td>Обыгнутая петля/Пуговица:</td><td>C.2 петлями/ 6 пуговицами</td></tr><tr><td></td><td>(выражается на 2)</td></tr><tr><td></td><td>PA.2.2-PB.2.2</td></tr></table> Подборт (вариант Б) <table><tr><td>Срез борта:</td><td>CG.2.2-AZ.2.2</td></tr><tr><td>Срез низа:</td><td>AR.2.2-AZ.2.2</td></tr><tr><td>Срез лацкана:</td><td>AQ.2.2-CG.2.2</td></tr><tr><td>Срез уступа лацкана:</td><td>CF.2.2-AQ.2.2</td></tr><tr><td>Обыгнутая петля/Пуговица:</td><td>C.2 петлями/ 6 пуговицами</td></tr><tr><td></td><td>(выражается на 2)</td></tr><tr><td></td><td>PA.2.2-PB.2.2</td></tr></table>	Срез борта:	CG.1.1-AZ.1.1	Срез низа:	AR.1.1-AZ.1.1	Срез лацкана:	AQ.1.1-CG.1.1	Срез уступа лацкана:	CF.1.1-AQ.1.1	Обыгнутая петля/Пуговица:	C.2 петлями/2 пуговицами		PA.1.2-PB.1.2	Срез борта:	CG.1.1-AZ.1.1	Срез низа:	AR.1.1-AZ.1.1	Срез лацкана:	AQ.1.1-CG.1.1	Срез уступа лацкана:	CF.1.1-AQ.1.1	Обыгнутая петля/Пуговица:	C.2 петлями/2 пуговицами		PA.1.2-PB.1.2	Срез борта:	CG.2.2-AZ.2.2	Срез низа:	AR.2.2-AZ.2.2	Срез лацкана:	AQ.2.2-CG.2.2	Срез уступа лацкана:	CF.2.2-AQ.2.2	Обыгнутая петля/Пуговица:	C.2 петлями/ 6 пуговицами		(выражается на 2)		PA.2.2-PB.2.2	Срез борта:	CG.2.2-AZ.2.2	Срез низа:	AR.2.2-AZ.2.2	Срез лацкана:	AQ.2.2-CG.2.2	Срез уступа лацкана:	CF.2.2-AQ.2.2	Обыгнутая петля/Пуговица:	C.2 петлями/ 6 пуговицами		(выражается на 2)		PA.2.2-PB.2.2	Однооборотный пиджак (Вариант А) Двуборотный пиджак (Вариант Б)
Срез борта:	CG.1.1-AZ.1.1																																																					
Срез низа:	AR.1.1-AZ.1.1																																																					
Срез лацкана:	AQ.1.1-CG.1.1																																																					
Срез уступа лацкана:	CF.1.1-AQ.1.1																																																					
Обыгнутая петля/Пуговица:	C.2 петлями/2 пуговицами																																																					
	PA.1.2-PB.1.2																																																					
Срез борта:	CG.1.1-AZ.1.1																																																					
Срез низа:	AR.1.1-AZ.1.1																																																					
Срез лацкана:	AQ.1.1-CG.1.1																																																					
Срез уступа лацкана:	CF.1.1-AQ.1.1																																																					
Обыгнутая петля/Пуговица:	C.2 петлями/2 пуговицами																																																					
	PA.1.2-PB.1.2																																																					
Срез борта:	CG.2.2-AZ.2.2																																																					
Срез низа:	AR.2.2-AZ.2.2																																																					
Срез лацкана:	AQ.2.2-CG.2.2																																																					
Срез уступа лацкана:	CF.2.2-AQ.2.2																																																					
Обыгнутая петля/Пуговица:	C.2 петлями/ 6 пуговицами																																																					
	(выражается на 2)																																																					
	PA.2.2-PB.2.2																																																					
Срез борта:	CG.2.2-AZ.2.2																																																					
Срез низа:	AR.2.2-AZ.2.2																																																					
Срез лацкана:	AQ.2.2-CG.2.2																																																					
Срез уступа лацкана:	CF.2.2-AQ.2.2																																																					
Обыгнутая петля/Пуговица:	C.2 петлями/ 6 пуговицами																																																					
	(выражается на 2)																																																					
	PA.2.2-PB.2.2																																																					

Таблица Е1 — Схемы сопряжения закодированных конструктивных срезов деталей мужского пиджака
Застежка

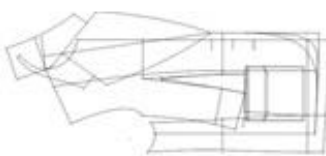
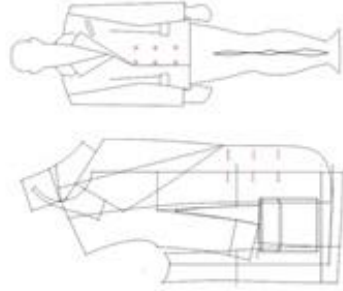
Однобортный пиджак (Вариант А): с 3 пуговицами 	Однобортный пиджак (Вариант А) Двубортный пиджак (Вариант Б)																					
Двубортный пиджак (Вариант Б): с 6 пуговицами (закрывается на 3) 	Перед (вариант А) <table><tr><td>Срез борта:</td><td>CG 1.1-AZ 1.1</td></tr><tr><td>Срез низа:</td><td>AR 1.1-AZ 1.1</td></tr><tr><td>Срез лацкана:</td><td>AQ 1.1-CG 1.1</td></tr><tr><td>Срез уступа лацкана:</td><td>CF 1.1-AQ 1.1</td></tr><tr><td>Обметанная петля/Пуговица:</td><td>С 3 петлями/3 пуговицами РА 1.3-PB 1.3</td></tr></table>	Срез борта:	CG 1.1-AZ 1.1	Срез низа:	AR 1.1-AZ 1.1	Срез лацкана:	AQ 1.1-CG 1.1	Срез уступа лацкана:	CF 1.1-AQ 1.1	Обметанная петля/Пуговица:	С 3 петлями/3 пуговицами РА 1.3-PB 1.3	Перед (вариант Б) <table><tr><td>Срез борта:</td><td>CG 2.2-AZ 2.2</td></tr><tr><td>Срез низа:</td><td>AR 2.2-AZ 2.2</td></tr><tr><td>Срез лацкана:</td><td>AQ 2.2-CG 2.2</td></tr><tr><td>Срез уступа лацкана:</td><td>CF 2.2-AQ 2.2</td></tr><tr><td>Обметанная петля/Пуговица:</td><td>С 3 петлями/ 6 пуговицами (закрывается на 3) РА 2.3-PB 2.3</td></tr></table>	Срез борта:	CG 2.2-AZ 2.2	Срез низа:	AR 2.2-AZ 2.2	Срез лацкана:	AQ 2.2-CG 2.2	Срез уступа лацкана:	CF 2.2-AQ 2.2	Обметанная петля/Пуговица:	С 3 петлями/ 6 пуговицами (закрывается на 3) РА 2.3-PB 2.3
Срез борта:	CG 1.1-AZ 1.1																					
Срез низа:	AR 1.1-AZ 1.1																					
Срез лацкана:	AQ 1.1-CG 1.1																					
Срез уступа лацкана:	CF 1.1-AQ 1.1																					
Обметанная петля/Пуговица:	С 3 петлями/3 пуговицами РА 1.3-PB 1.3																					
Срез борта:	CG 2.2-AZ 2.2																					
Срез низа:	AR 2.2-AZ 2.2																					
Срез лацкана:	AQ 2.2-CG 2.2																					
Срез уступа лацкана:	CF 2.2-AQ 2.2																					
Обметанная петля/Пуговица:	С 3 петлями/ 6 пуговицами (закрывается на 3) РА 2.3-PB 2.3																					
	Подборт (вариант А) <table><tr><td>Срез борта:</td><td>CG 1.1-AZ 1.1</td></tr><tr><td>Срез низа:</td><td>AR 1.1-AZ 1.1</td></tr><tr><td>Срез лацкана:</td><td>AQ 1.1-CG 1.1</td></tr><tr><td>Срез уступа лацкана:</td><td>CF 1.1-AQ 1.1</td></tr><tr><td>Обметанная петля/Пуговица:</td><td>С 3 петлями/3 пуговицами РА 1.3-PB 1.3</td></tr></table>	Срез борта:	CG 1.1-AZ 1.1	Срез низа:	AR 1.1-AZ 1.1	Срез лацкана:	AQ 1.1-CG 1.1	Срез уступа лацкана:	CF 1.1-AQ 1.1	Обметанная петля/Пуговица:	С 3 петлями/3 пуговицами РА 1.3-PB 1.3	Подборт (вариант Б) <table><tr><td>Срез борта:</td><td>CG 2.2-AZ 2.2</td></tr><tr><td>Срез низа:</td><td>AR 2.2-AZ 2.2</td></tr><tr><td>Срез лацкана:</td><td>AQ 2.2-CG 2.2</td></tr><tr><td>Срез уступа лацкана:</td><td>CF 2.2-AQ 2.2</td></tr><tr><td>Обметанная петля/Пуговица:</td><td>С 3 петлями/ 6 пуговицами (закрывается на 3) РА 2.3-PB 2.3</td></tr></table>	Срез борта:	CG 2.2-AZ 2.2	Срез низа:	AR 2.2-AZ 2.2	Срез лацкана:	AQ 2.2-CG 2.2	Срез уступа лацкана:	CF 2.2-AQ 2.2	Обметанная петля/Пуговица:	С 3 петлями/ 6 пуговицами (закрывается на 3) РА 2.3-PB 2.3
Срез борта:	CG 1.1-AZ 1.1																					
Срез низа:	AR 1.1-AZ 1.1																					
Срез лацкана:	AQ 1.1-CG 1.1																					
Срез уступа лацкана:	CF 1.1-AQ 1.1																					
Обметанная петля/Пуговица:	С 3 петлями/3 пуговицами РА 1.3-PB 1.3																					
Срез борта:	CG 2.2-AZ 2.2																					
Срез низа:	AR 2.2-AZ 2.2																					
Срез лацкана:	AQ 2.2-CG 2.2																					
Срез уступа лацкана:	CF 2.2-AQ 2.2																					
Обметанная петля/Пуговица:	С 3 петлями/ 6 пуговицами (закрывается на 3) РА 2.3-PB 2.3																					

Таблица Е1 — Схемы сопряжения закодированных срезов конструктивных срезов деталей мужского пиджака
Застежка

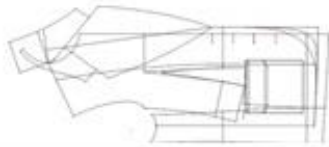
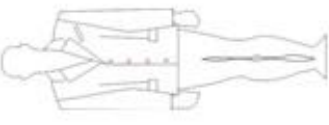
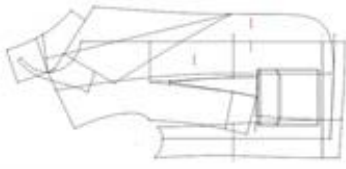
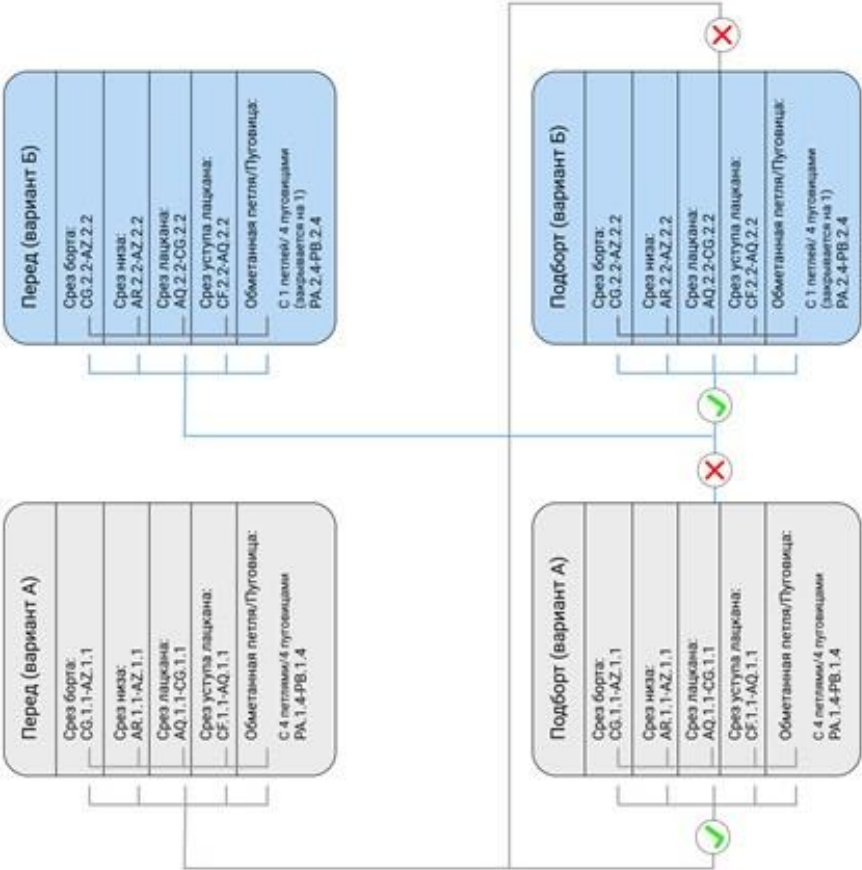
  Однооборотный пиджак (Вариант А): с 4 пуговицами	Однооборотный пиджак (Вариант А) Двубортный пиджак (Вариант Б)
  Двубортный пиджак (Вариант Б): с 4 пуговицами (закрывается на 1)	

Таблица Е1 — Схемы сопряжения закодированных конструктивных срезов деталей мужского пиджака
 Форма лацкана

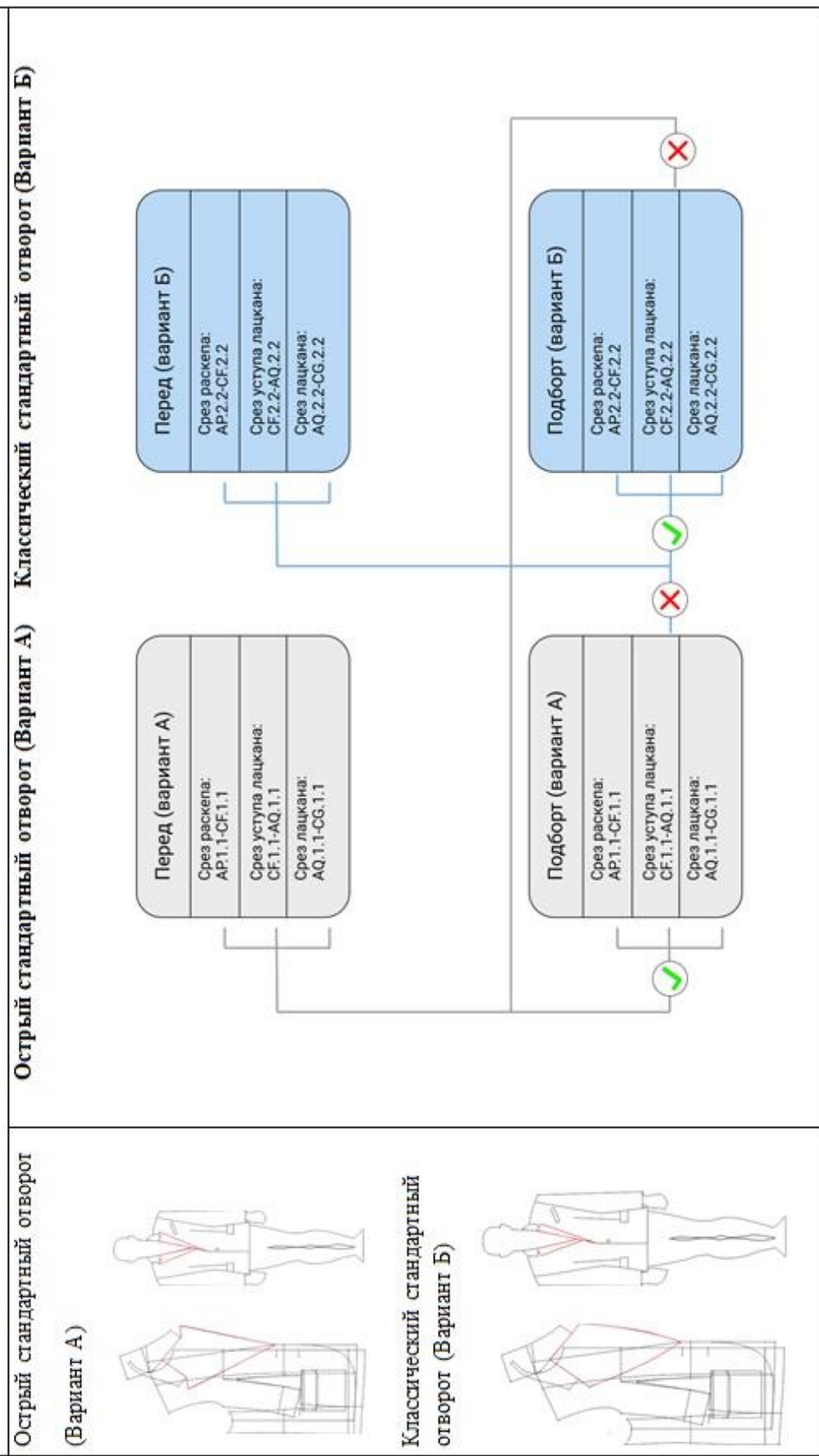


Таблица Е1 — Схемы сопряжения закодированных конструктивных срезов деталей мужского пиджака
 Форма лацкана

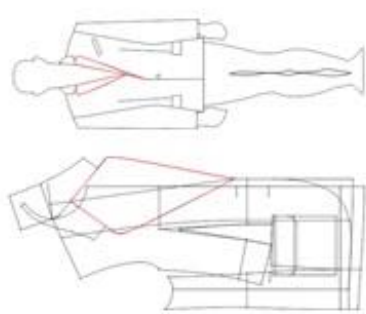
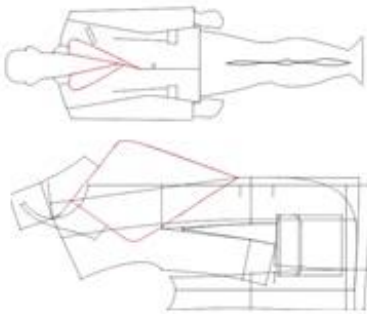
Закругленный стандартный отворот (Вариант В)	Закругленный стандартный отворот (Вариант В)	Закругленный большой отворот (Вариант Г)																
	<table><tr><td colspan="2">Перед (вариант В)</td></tr><tr><td>Срез раскпеа:</td><td>AP.3.3-CF.3.3</td></tr><tr><td>Срез уступа лацкана:</td><td>CF.3.3-AQ.3.3</td></tr><tr><td>Срез лацкана:</td><td>AQ.3.3-CG.3.3</td></tr></table>	Перед (вариант В)		Срез раскпеа:	AP.3.3-CF.3.3	Срез уступа лацкана:	CF.3.3-AQ.3.3	Срез лацкана:	AQ.3.3-CG.3.3	<table><tr><td colspan="2">Перед (вариант Г)</td></tr><tr><td>Срез раскпеа:</td><td>AP.4.4-CF.4.4</td></tr><tr><td>Срез уступа лацкана:</td><td>CF.4.4-AQ.4.4</td></tr><tr><td>Срез лацкана:</td><td>AQ.4.4-CG.4.4</td></tr></table>	Перед (вариант Г)		Срез раскпеа:	AP.4.4-CF.4.4	Срез уступа лацкана:	CF.4.4-AQ.4.4	Срез лацкана:	AQ.4.4-CG.4.4
Перед (вариант В)																		
Срез раскпеа:	AP.3.3-CF.3.3																	
Срез уступа лацкана:	CF.3.3-AQ.3.3																	
Срез лацкана:	AQ.3.3-CG.3.3																	
Перед (вариант Г)																		
Срез раскпеа:	AP.4.4-CF.4.4																	
Срез уступа лацкана:	CF.4.4-AQ.4.4																	
Срез лацкана:	AQ.4.4-CG.4.4																	
	<table><tr><td colspan="2">Подборт (вариант В)</td></tr><tr><td>Срез раскпеа:</td><td>AP.3.3-CF.3.3</td></tr><tr><td>Срез уступа лацкана:</td><td>CF.3.3-AQ.3.3</td></tr><tr><td>Срез лацкана:</td><td>AQ.3.3-CG.3.3</td></tr></table>	Подборт (вариант В)		Срез раскпеа:	AP.3.3-CF.3.3	Срез уступа лацкана:	CF.3.3-AQ.3.3	Срез лацкана:	AQ.3.3-CG.3.3	<table><tr><td colspan="2">Подборт (вариант Г)</td></tr><tr><td>Срез раскпеа:</td><td>AP.4.4-CF.4.4</td></tr><tr><td>Срез уступа лацкана:</td><td>CF.4.4-AQ.4.4</td></tr><tr><td>Срез лацкана:</td><td>AQ.4.4-CG.4.4</td></tr></table>	Подборт (вариант Г)		Срез раскпеа:	AP.4.4-CF.4.4	Срез уступа лацкана:	CF.4.4-AQ.4.4	Срез лацкана:	AQ.4.4-CG.4.4
Подборт (вариант В)																		
Срез раскпеа:	AP.3.3-CF.3.3																	
Срез уступа лацкана:	CF.3.3-AQ.3.3																	
Срез лацкана:	AQ.3.3-CG.3.3																	
Подборт (вариант Г)																		
Срез раскпеа:	AP.4.4-CF.4.4																	
Срез уступа лацкана:	CF.4.4-AQ.4.4																	
Срез лацкана:	AQ.4.4-CG.4.4																	

Таблица Е1 — Схемы сопряжения закодированных срезов деталей мужского пиджака
 Форма низа изделия

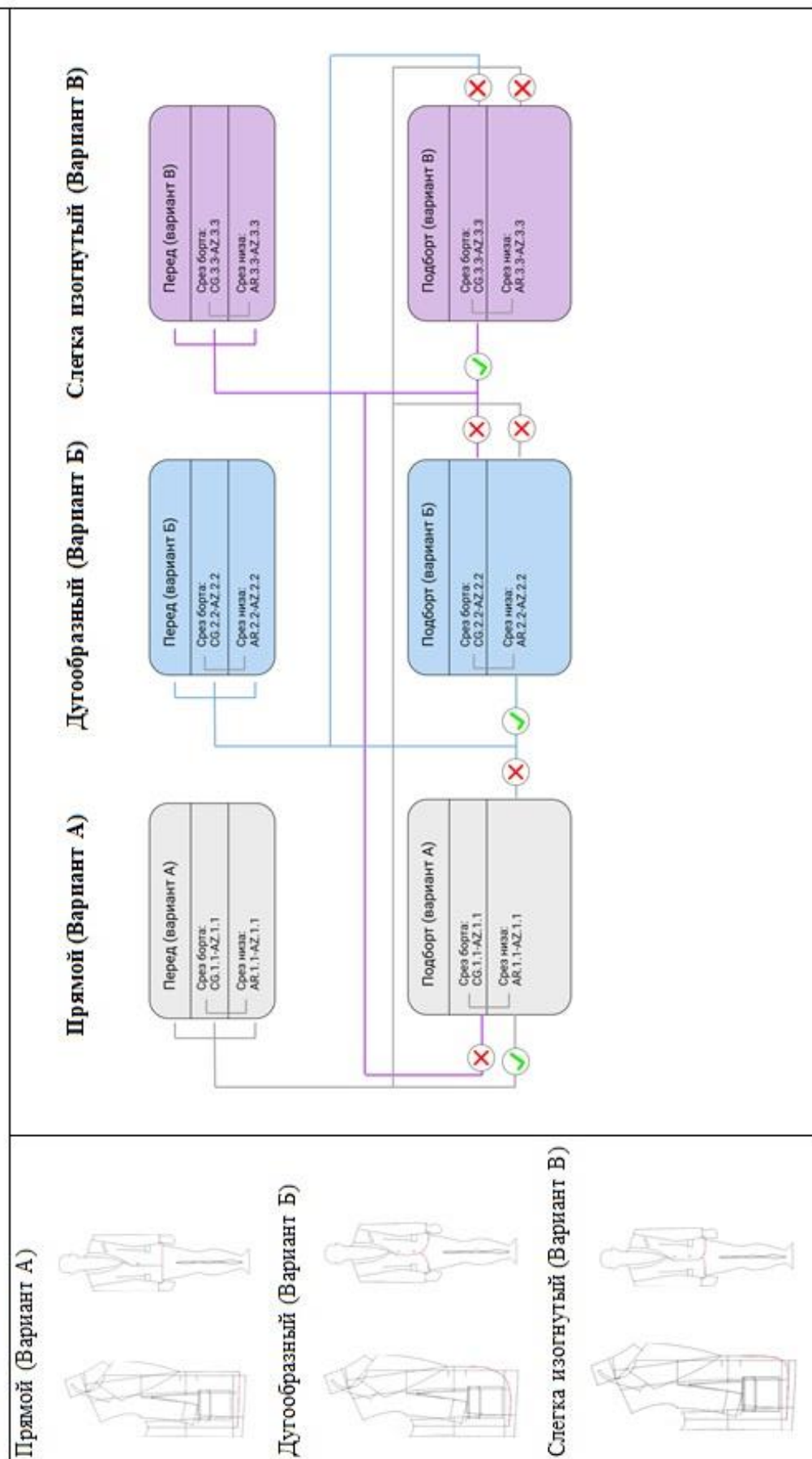


Таблица Е1 — Схемы сопряжения закодированных конструктивных срезов деталей мужского пиджака
 Форма карманов

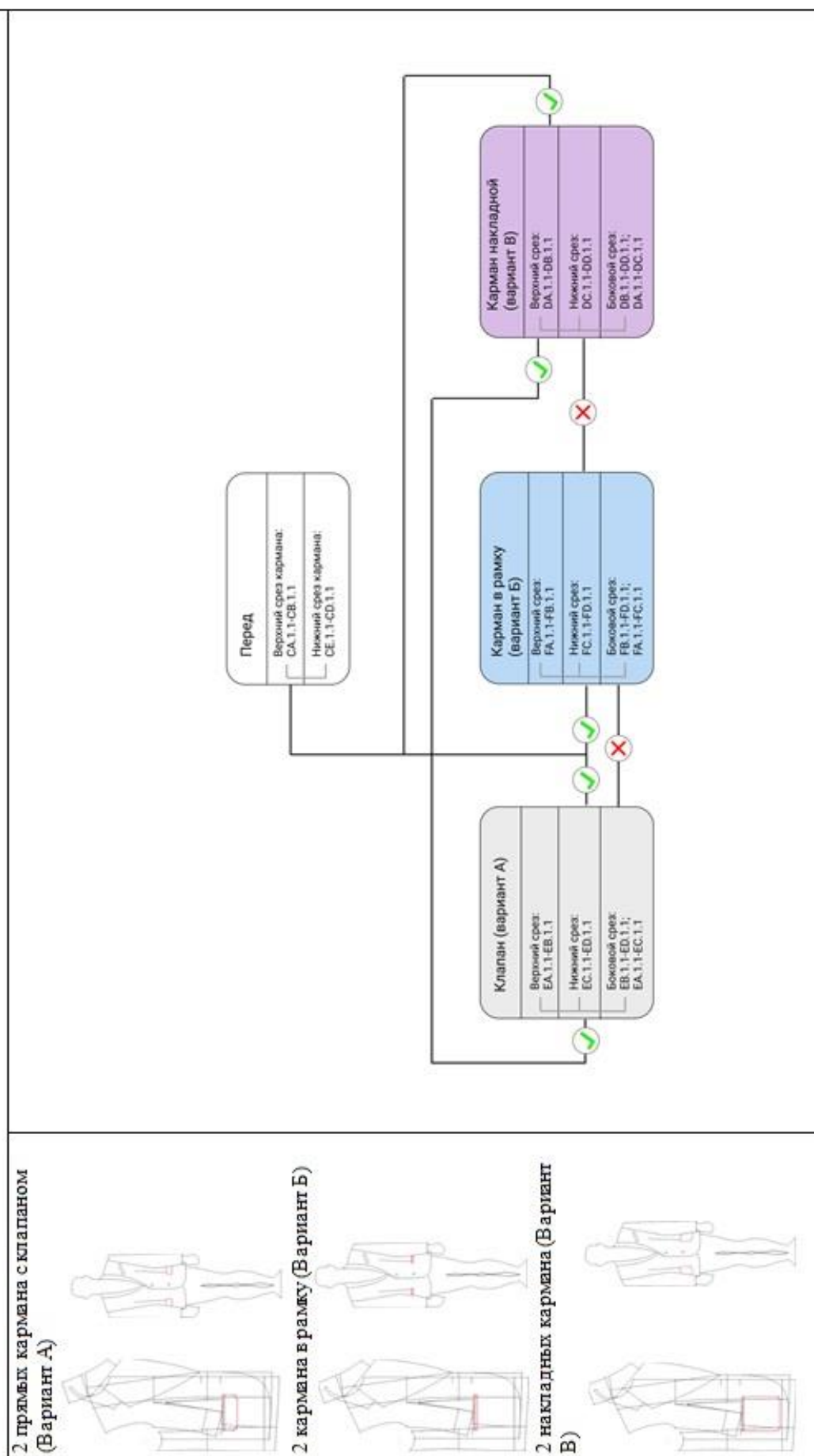


Таблица Е1 — Схемы сопряжения закодированных конструктивных срезов деталей мужского пиджака
Оформление низа рукавов

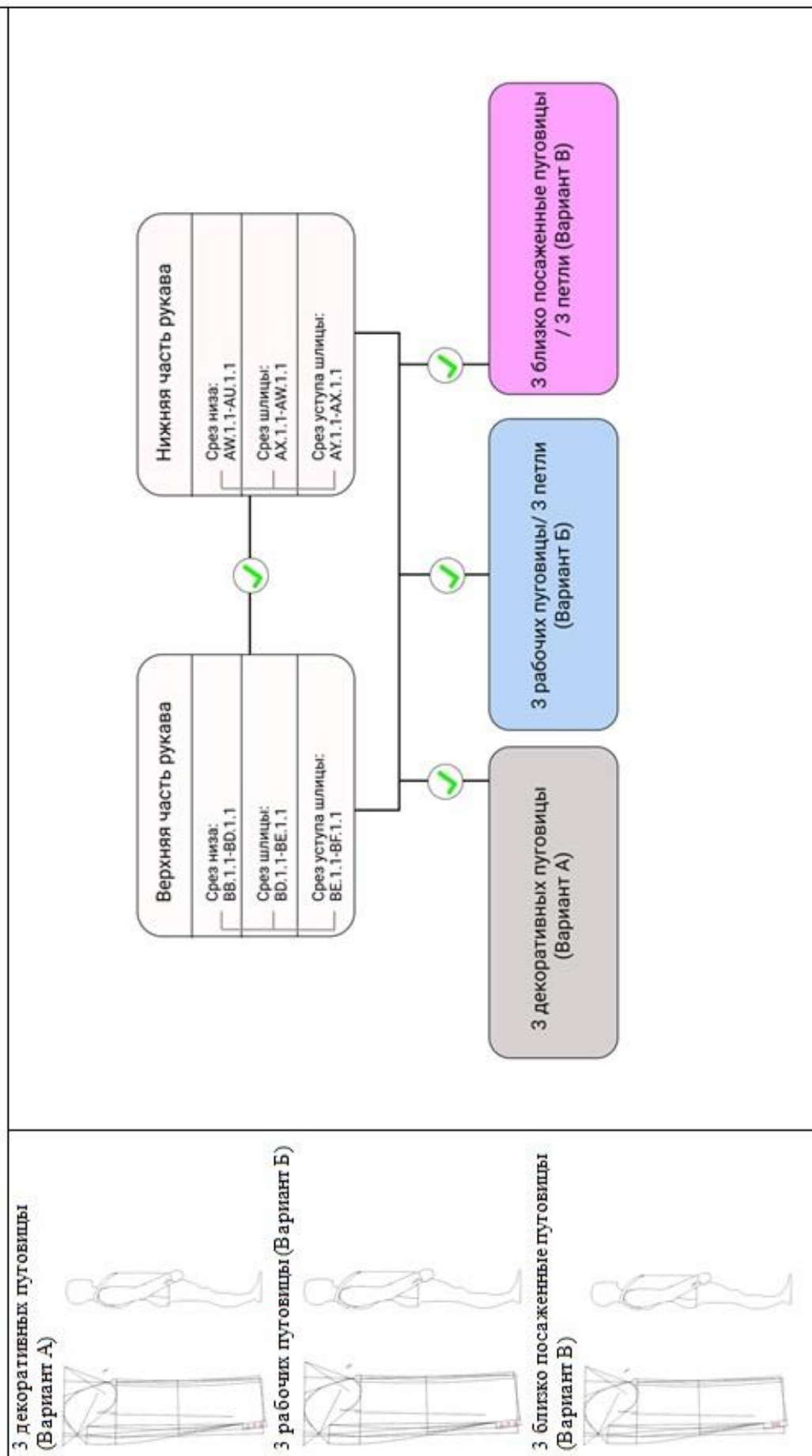


Таблица Е1 — Схемы сопряжения закодированных конструктивных срезов деталей мужского пиджака
Оформление низа рукавов

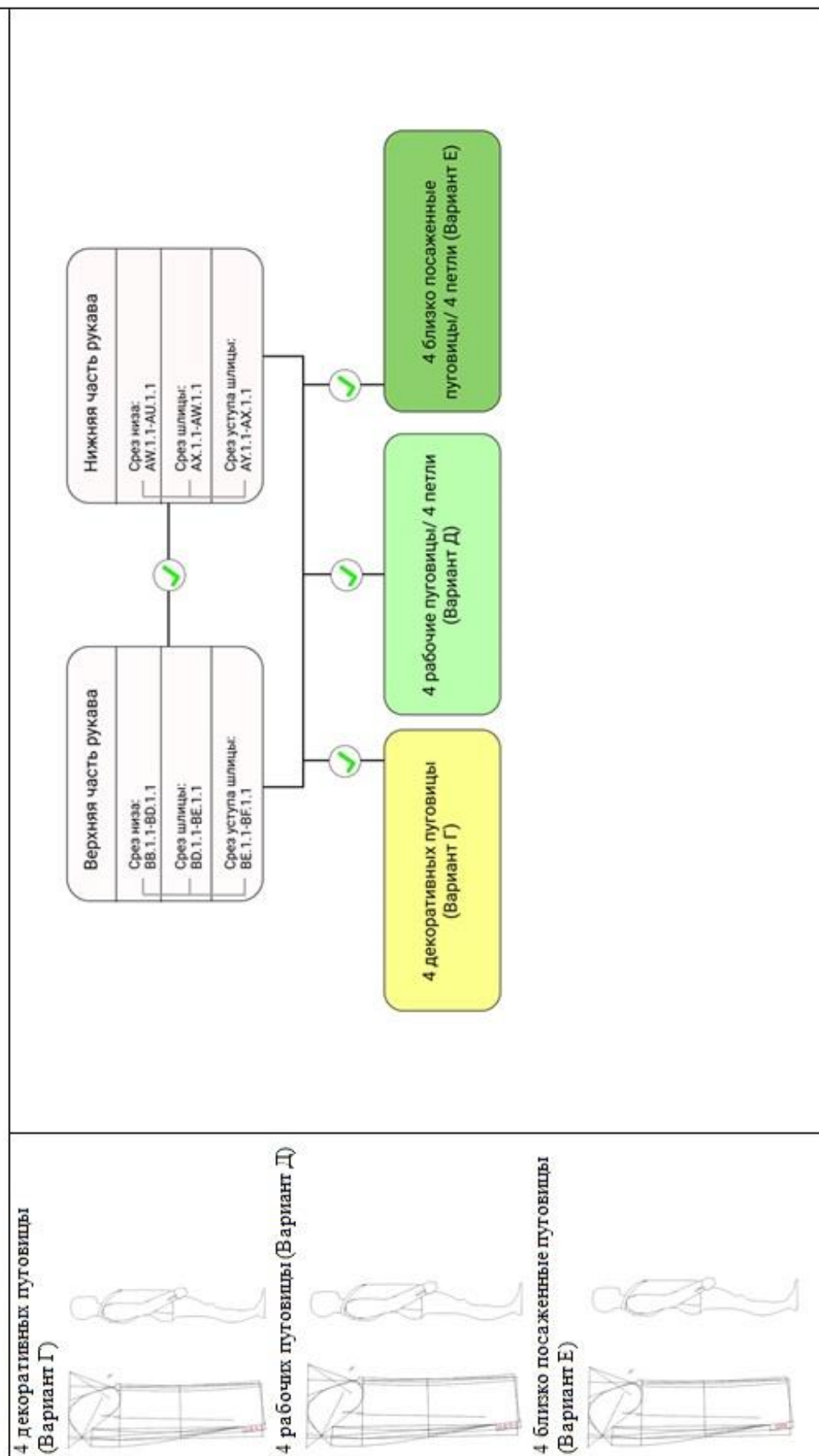


Таблица Е1 — Схемы сопряжения закодированных конструктивных срезов деталей мужского пиджака
Оформление низа рукавов

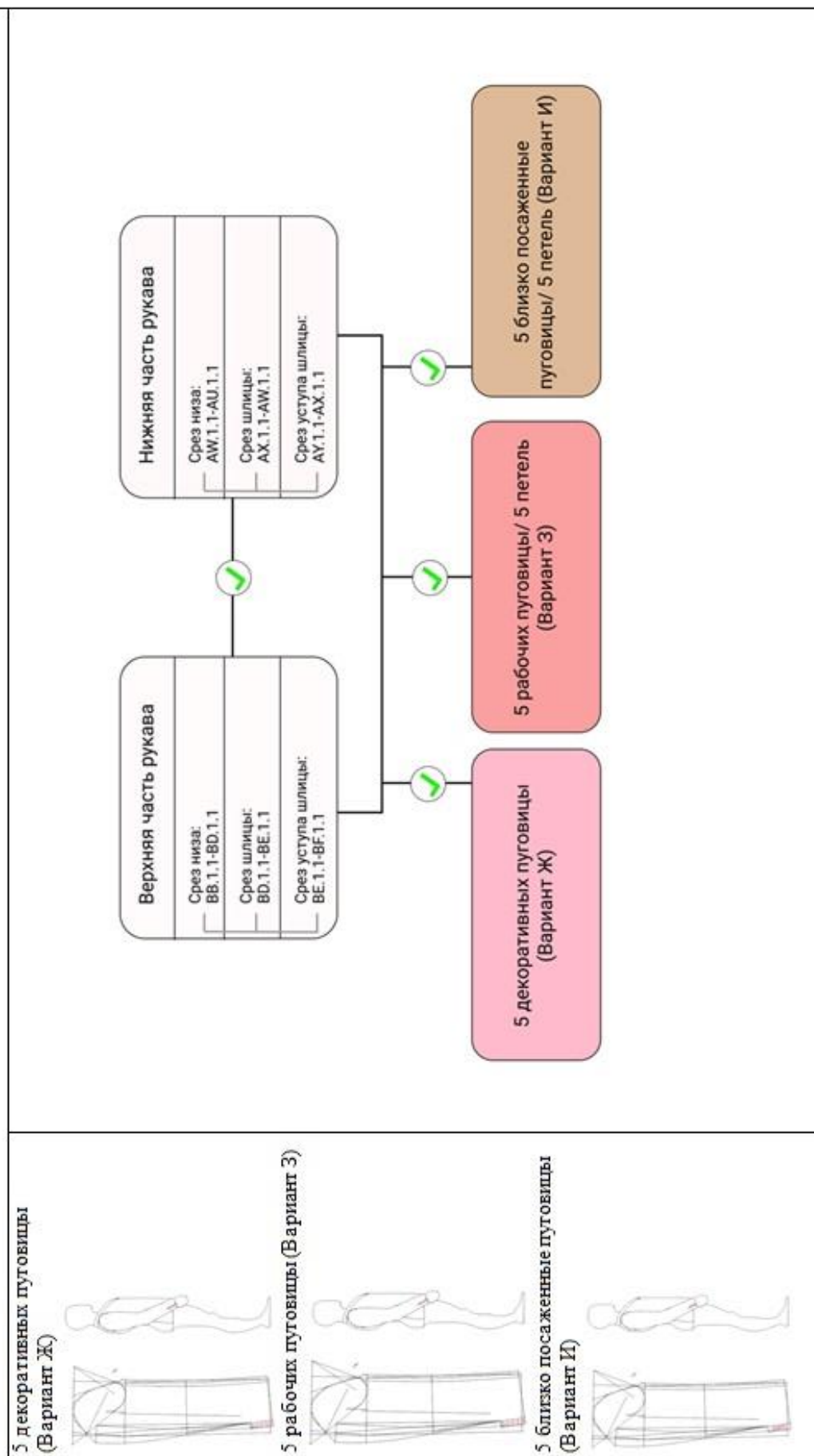


Таблица Е1 — Схемы сопряжения закодированных конструктивных срезов деталей мужского пиджака
Изменения в модельной конструкции спинки

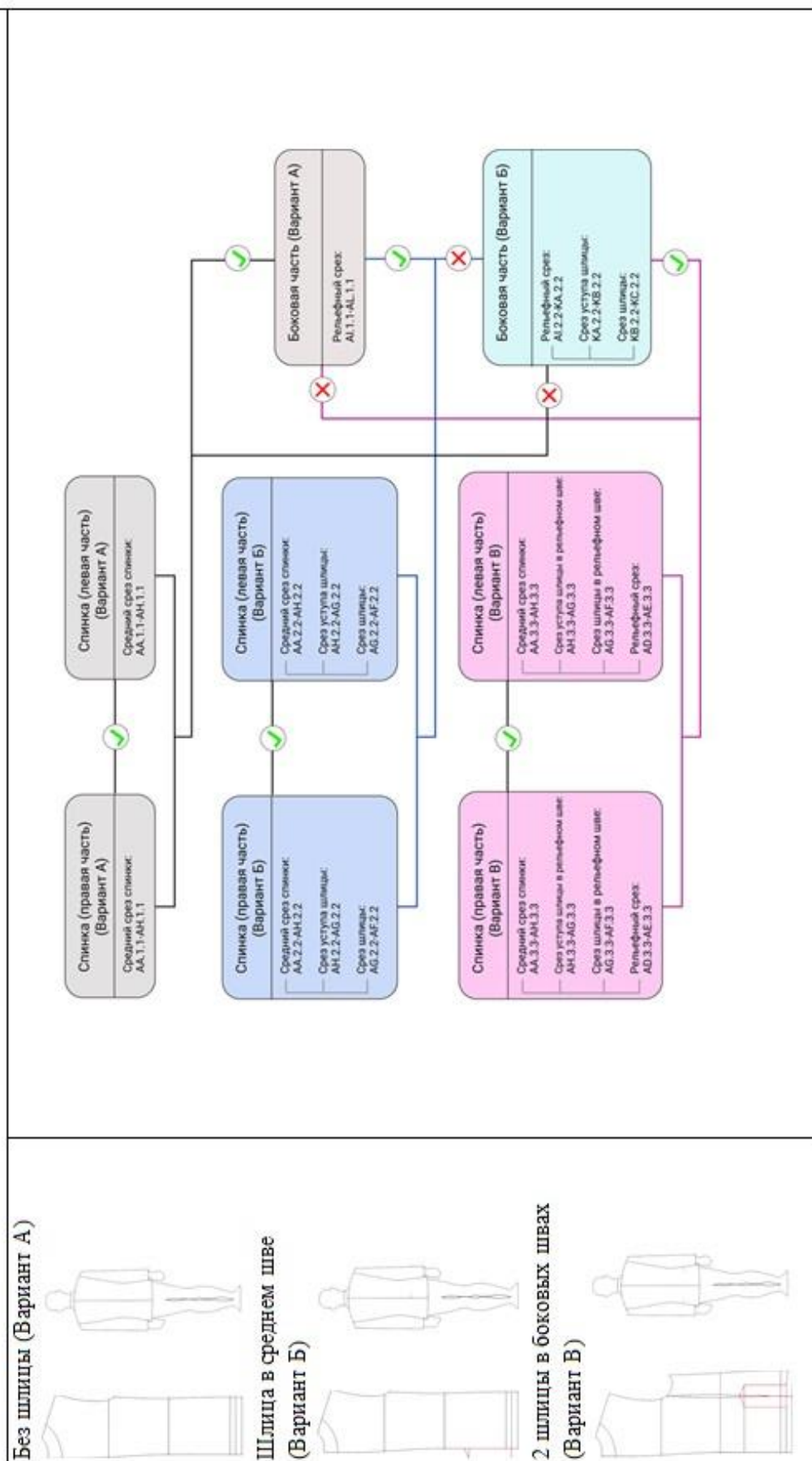


Таблица Ж1 — Классификация процесса кастомизации

№	Критерии	Категории	Вариации
1	По типу пользователя	1. Потребитель 2. Дизайнер швейного производства 3. Конструктор швейного производства 4. Технолог швейного производства 5. Владелец компании (производитель)	1. Без специализированного образования в сфере швейного производства 2. С наличием специализированного образования в сфере швейного производства
2	По типу изделия	1. Плечевые швейные изделия 1.1. Зимний ассортимент 1.2. Летний ассортимент 1.3. Демисезонный ассортимент	1. Пальто, куртка 2. Рубашка, блузка, футболка 3. Пальто, плащ, куртка
		2. Поясные швейные изделия 2.1. Зимний ассортимент 2.2. Летний ассортимент 2.3. Демисезонный ассортимент	1. Брюки, джоггеры 2. Брюки, джоггеры, юбки, шорты, бриджи 3. Брюки, джоггеры
3	По стилевому решению	1. Спортивный стиль 2. Романтический стиль 3. Классический стиль	
4	По типу кастомизированного конструктивного элемента	1. Перед 2. Спинка 3. Боковая часть	1. Прямой 2. Прилегающий 3. Полуприлегающий 4. Трапеция 5. Овал
		4. Длина изделия	1. Уровень пола 2. Уровень щиколотки 3. Уровень середины голени 4. Уровень колен 5. Уровень середины бедра 6. Уровень бедер 7. Уровень талии 8. Уровень груди
		5. Покрой рукава	1. Втачной 2. Цельнокроеный 3. Реглан 4. Комбинированный 5. Авторский
		6. Вид рукава	1. Тюльпан 2. Кимоно 3. Летучая мышь 4. Флаттер 5. Авторский
		7. Длина рукава	1. «1» 2. «3/4»

№	Критерии	Категории	Вариации
			3. «1/4»
		8. Вид манжет	1. Спортивная (итальянская манжета) 2. Комбинированная манжета (венская манжета) 3. Двойная манжета (французская манжета) 4. Ее отсутствие
		1.9 Тип воротника	1. Отсутствие 2. Стоячий 3. Стояче-отложной 4. Отложной
		1.10 Тип застежки	1. Центральная 2. Смещенная
		1.11 Вид застежки	1. Пуговица 2. Молния 3. Фастекс 4. Кнопка 5. Липучка 6. Отсутствие
		1.12 Вид и расположение кармана(ов)	1. Вариант №1 2. Вариант №2 3. Вариант №3
		1.13 Дополнительные функционально-эстетические элементы изделия	1. Пояс 2. Пояс со шлевками 3. Шлевки 4. Кулиски 5. Пата 6. Хлястик
5	По материалу	1. Материалы верха	Рубашечные: 1. Натуральные 1.1. Вариант №1 1.2. Вариант №2 1.3. Вариант №3 2. Смесовые 2.1. Вариант №1 2.2. Вариант №2 2.3. Вариант №3 3. Синтетические 3.1. Вариант №1 3.2. Вариант №2 3.3. Вариант №3 Курточные: 1. Синтетические 1.1. Вариант №1 1.2. Вариант №2 1.3. Вариант №3 2. Смесовые 2.1. Вариант №1 2.2. Вариант №2

№	Критерии	Категории	Вариации
			2.3. Вариант №3 Пальтовые: 1. Натуральные 1.1. Вариант №1 1.2. Вариант №2 1.3. Вариант №3 2. Смесовые 2.1. Вариант №1 2.2. Вариант №2 2.3. Вариант №3 3. Синтетические 3.1. Вариант №1 3.2. Вариант №2 3.3. Вариант №3
		2. Материалы подкладки	1. Атлас: 1.1 Вариант №1 1.2 Вариант №2 1.3 Вариант №3 ... 2. Полиэстер: 2.1 Вариант №1 2.2 Вариант №2 2.3 Вариант №3 ... 3. Вискоза: 3.1 Вариант №1 3.2 Вариант №2 3.3 Вариант №3 ...
		3 Материал утеплителя/ наполнителя	1. Синтетические: 1.1 Вариант №1 1.2 Вариант №2 1.3 Вариант №3 ... 2. Натуральные: 2.1 Вариант №1 2.2 Вариант №2 2.3 Вариант №3 ...
6	По художественно-колористическому решению	1. Монохром	1.1 Черный 1.2 Белый
		2. Один тон цвета:	1 Вариант №1 2 Вариант №2 3 Вариант №3 ...
		3. Простой принт	1 Вариант №1 2 Вариант №2 3 Вариант №3 ...
		4. Сложный принт	1 Вариант №1 2 Вариант №2 3 Вариант №3 ...

№	Критерии	Категории	Вариации
7	По размеру одежды для типовых фигур	1. Размеры одежды для типовых фигур женщин	1 XS 2 S 3 M 4 L 5 XL 6 XXL
		2. Размеры одежды для типовых фигур мужчин	1 XS 2 S 3 M 4 L 5 XL 6 XXL
8	По типу фигуры	1. Женская фигура	1 Треугольник 2 Перевернутый треугольник 3 Прямоугольник 4 Овал 5 Песочные часы
		2. Мужская фигура	1 Треугольник 2 Перевернутый треугольник 3 Прямоугольник 4 Овал 5 Трапеция
9	По типу осанки	1. Женская фигура 2. Мужская фигура	1 Основной 2 Круглая спина 3 Сутулая спина 4 Плоско-вогнутая спина 5 Вогнуто-круглая спина
10	По высоте плеч	1. Женская фигура 2. Мужская фигура	1. Высокие плечи 2. Низкие плечи 3. Нормальные плечи
11	По типу пропорций фигуры (Бунак В.В.)	1. Женская фигура 2. Мужская фигура	1. Долихоморфный 2. Брахиморфный 3. Мезоморфный

Приложение 3

Таблица 31 — Критерии автоматизированного отбора моделей швейных изделий

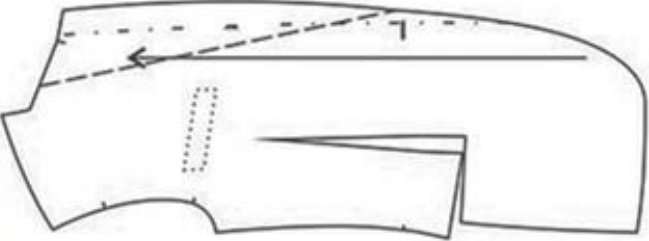
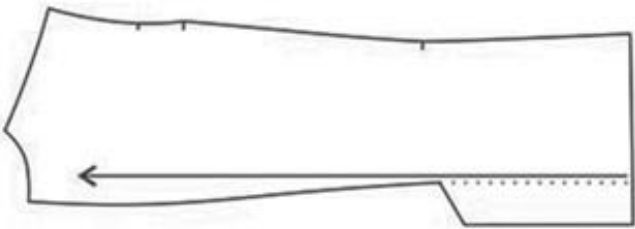
Наименование критериев отбора	Категории критериев	Объект оценки	Кодовый символ объекта оценки	Вариации критериев	Кодовый символ вариации критерия	Кодовый символ соответствия	Детали мужского пиджака
Структурно-технологические критерии							
1. Модные тенденции:	1.1 Мировые	Силуэт	1	1.3 Полуприлегающий	3	1-n	1. Перед (А) 
	1.1.1 Краткосрочный	Длина изделия	2	1.5 Уровень середины бедра	5		
	1.1.2 Среднесрочный	Покрой рукава	3	1.1 Втачной	1		
	1.1.3 Долгосрочный	Вид рукава	4	1.6 Двухшовный	6		
	1.2 Национальные	Длина рукава	5	1.1 «1»	1		
	1.1.1 Краткосрочный	Вид манжет	6	1.4 Ее отсутствие	4		
	1.1.2 Среднесрочный	Тип воротника	7	1.4 Отложной	4		
	1.1.3 Долгосрочный	Тип застежки	8	1.1 Центральная	1		
	1.3 Региональные	Вид застежки	9	1.1 Пуговица	1		
	1.1.1 Краткосрочный	Вид и расположение кармана (ов)	10	1.1 Вариант №1	1		
	1.1.2 Среднесрочный						
	1.1.3 Долгосрочный						
	1.4 Локальные						

Таблица 31 — Критерии автоматизированного отбора моделей швейных изделий

Наименование критериев отбора	Категории критериев	Объект оценки	Кодовый символ объекта оценки	Вариации критериев	Кодовый символ вариации критерия	Кодовый символ соответствия	Детали мужского пиджака	
2. Антропометрические данные	1.1.1 Краткосрочный	Дополнительные функциональные эстетические элементы изделия	11	1.7 Шлица (Вариант 1)	7			
	1.1.2 Среднесрочный							
	1.1.3 Долгосрочный							
		Материал верха	12	Костюмная: 1.1.1 Вариант №1	1			
		Материал подкладки	13	Вискоза: 1.1.1 Вариант №1	1			
	2.1 Размер одежды для типовых фигур	2.2 Размеры одежды для типовых фигур мужчин	17		2.1 XS 2.2 S 2.3 M 2.4 L 2.5 XL 2.6 XXL	1 2 3 4 5 6		1-7
	2.2 Рост (см.)							

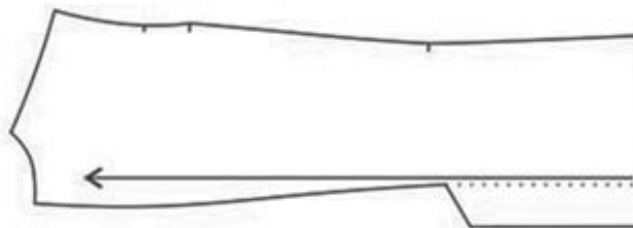


Таблица 31 — Критерии автоматизированного отбора моделей швейных изделий

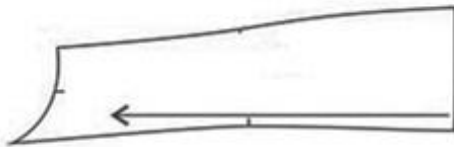
Наименование критериев отбора	Категории критериев	Объект оценки	Кодовый символ объекта оценки	Вариации критериев	Кодовый символ вариации критерия	Кодовый символ соответствия	Детали мужского пиджака
3. Особенности фигуры	3.2 Мужская фигура	Тип фигуры	20	3.1 Треугольник	1	1-5	
				3.2 Перевернутый треугольник	2		
				3.3 Прямоугольник	3		
				3.4 Овал	4		
				3.5 Песочные часы	5		
5. Личностные данные	Возраст	5.2 Возрастная группа мужчин	22	3.1 Основной	1	1-п	
				3.2 Круглая спина	2		
				3.3 Сутулая спина	3		
				3.4 Плоско-вогнутая спина	4		
				3.5 Вогнуто-круглая спина	5		
				5.1 18-25	1		
				5.2 26-30	2		
				5.3 31-35	3		
				5.4 36-40	4		
				5.5 41-45	5		
	Пол	Биологический пол человека	23	5.6 46-50	6		
				5.7 51-55	7		
				5.8 56-60	8		
				5.9 61-старше	9		
				5.1 Мужчина	1		

Таблица 31 — Критерии автоматизированного отбора моделей швейных изделий

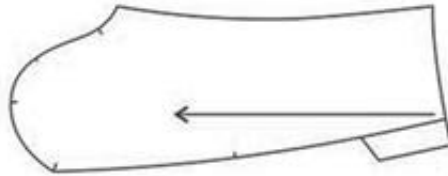
Наименование критериев отбора	Категории критериев	Объект оценки	Кодовый символ объекта оценки	Вариации критериев	Кодовый символ вариации критерия	Кодовый символ соответствия	Детали мужского пиджака
	Национальность	Национальность	24	5.1 РФ	1		 4. Верхняя часть рукава (D)
				5.2 Украина	2		
				5.3 США	3		
				... (Выбрать из списка)	n		
	Семейное положение	Семейное положение	25	5.1 Женат (замужем)	1		
				5.2 Не женат (не замужем)	2		
	Наличие детей	Наличие детей	26	5.1 Нет	1		
				5.2 Да	2		
	Сфера деятельности	Сфера деятельности	27	5.1 Здравоохранение	1		
				5.2 Юридические услуги	2		
				5.3 Правоохранительные органы	3		
				... (Выбрать из списка)	...		
6. Назначение изделия		Должность	28	5.1 (Выбрать из списка)	1-n	1-6	
				6.1 Повседневная	1		
				6.2 Офисная	2		
				6.3 Торжественно-вечерняя	3		
				6.4 Спортивная	4		
				6.5 Домашняя	5		
				6.6 Авангард (театральная)	6		

Таблица 31 — Критерии автоматизированного отбора моделей швейных изделий

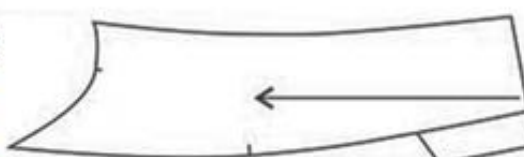
Наименование критериев отбора	Категории критериев	Объект оценки	Кодовый символ объекта оценки	Вариации критериев	Кодовый символ вариации критерия	Кодовый символ соответствия	Детали мужского пиджака
7. Стоймость изделия		Ценовая категория изделия	30	7.1 Демократичная (ценовой диапазон)	1	1-3	 5. Нижняя часть рукава (Е)
				7.2 Средняя (ценовой диапазон)	2		
				7.3 Высокая (ценовой диапазон)	3		
8. Типология личности клиента	Психологическая	Темперамент (доминирующий (ие))	31	8.1 Холерик	1	1-6	 6. Верхний воротник (F)  7. Нижний воротник (G)
				8.2 Сангвиник	2		
				8.3 Флегматик	3		
				8.4 Меланхолик	4		
		Тип личности по К.Г. Юнг (взаимодействие с миром)	32	8.1 Экстраверт	1		
				8.2 Интроверт	2		
	Чувственная	Тип личности по Э. Шпрингер (ценностные ориентиров)	33	8.1 Теоретический	1		
				8.2 Религиозный	2		
				8.3 Социальный	3		
				8.4 Политический	4		
Физиологическая	Чувственная	Тип восприятия (доминирующий (ие))	34	8.5 Экономический	5		
				8.6 Эстетический	6		
	Физиологическая	Хронотип личности	35	8.1 Визуальная	1		
				8.2 Аудиальная	2		
				8.3 Кинестетическая	3		
				8.4 Дигитальная	4		
				8.1 «Жаворонок»	1		
				8.2 «Голубь»	2		
				8.3 «Сова»	3		

Таблица 31 — Критерии автоматизированного отбора моделей швейных изделий

Наименование критериев отбора	Категории критериев	Объект оценки	Кодовый символ объекта оценки	Вариации критериев	Кодовый символ вариации критерия	Кодовый символ соответствия	Детали мужского пиджака
	Мировоззренческая	Взгляд на жизнь	36	8.1 Пессимист 8.2 Реалист 8.3 Оптимист	1 2 3		
	Религиозная	Отношение к религии	37	8.1 Христианство 8.2 Ислам 8.3 Буддизм 8.4 Атеизм	1 2 3 4		
	Занятие спортом	Уровень спортивной активности	38	9.1 Высокий (4-более дн./нед. нед.) 9.2 Умеренный (2-3 дн./нед.) 9.3 Низкий (1-2 дн./нед.) 9.4 Отсутствует	1 2 3 4		
	Физическая активность в течение дня	Уровень физической активности в течение дня	39	9.1 Высокий 9.2 Умеренный 9.3 Низкий	1 2 3		
9. Образ жизни	Наличие автомобиля	Наличие автомобиля	40	9.1 Имеется 9.2 Не имеется	1 2		
	Увлечения	Сфера увлечений	41	9.1 Кулинария 9.2 Спорт 9.3 Творчество 9.4 Музыка 9.5 Литература ... (Выборать из списка)	1 2 3 4 5		

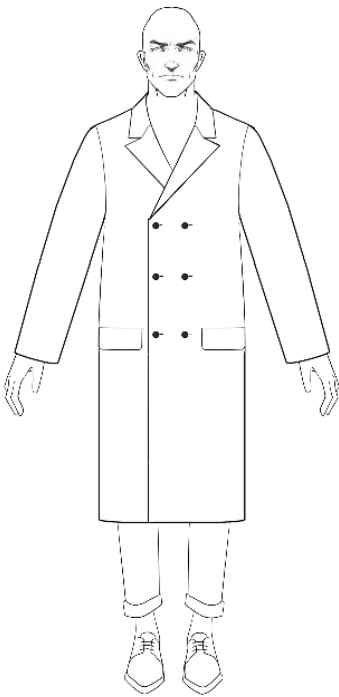
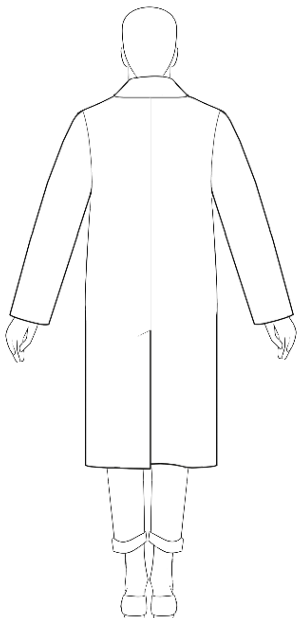
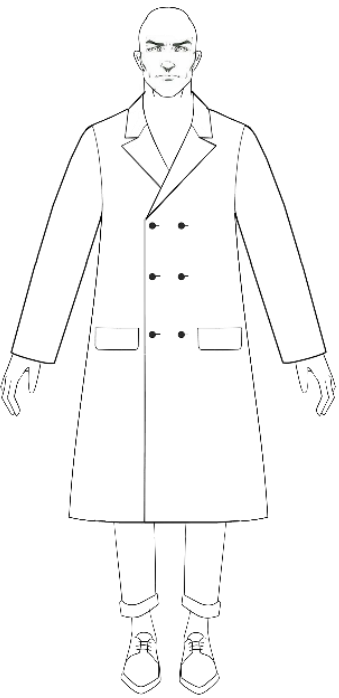
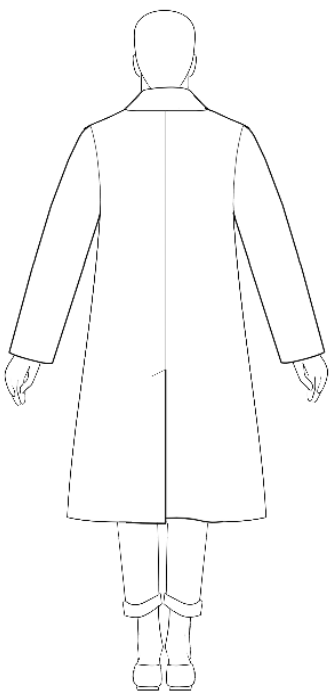
Таблица 31 — Критерии автоматизированного отбора моделей швейных изделий

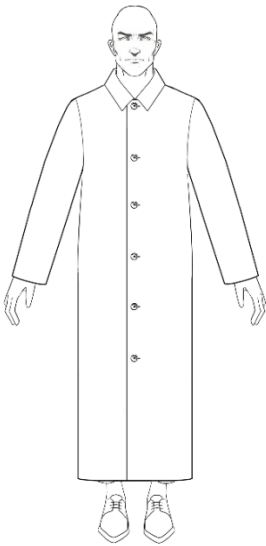
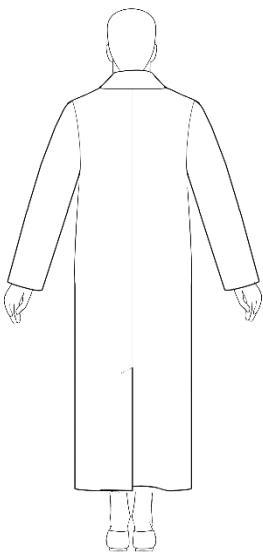
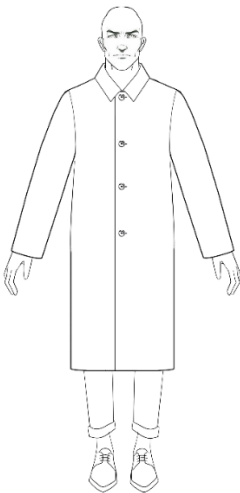
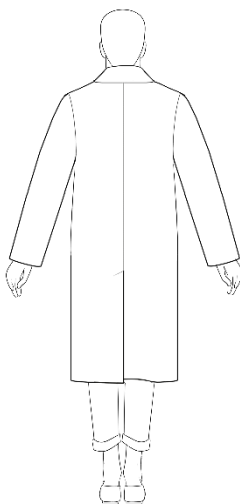
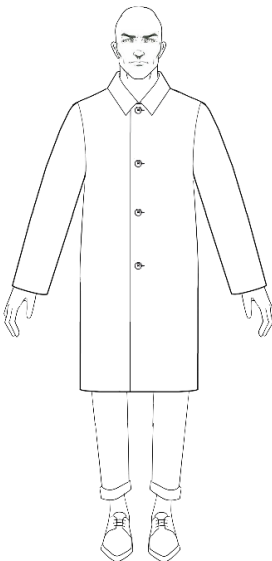
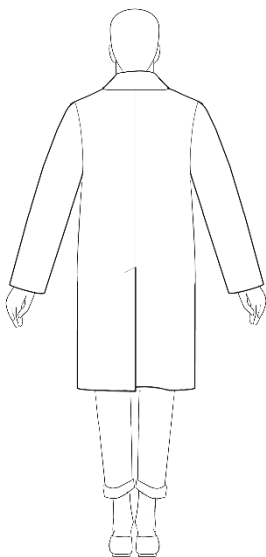
Наименование критериев отбора	Категории критериев	Объект оценки	Кодовый символ объекта оценки	Вариации критериев	Кодовый символ вариации критерия	Кодовый символ соответствия	Детали мужского пиджака
10. Характеристики швейного изделия (степень важности характеристик для клиента)	10.1 Соответствие модным тенденциям	10.1.1 Степень важности соответствия конструкции модели модным тенденциям	42	10.1 Низкая	1	1-4	
				10.2 Средняя	2		
				10.3 Выше среднего	3		
				10.4 Высокая	4		
		10.1.2 Степень важности соответствия материалов модели модным тенденциям		10.1 Низкая	1		
				10.2 Средняя	2		
			43	10.3 Выше среднего	3		
				10.4 Высокая	4		
		10.1.3 Степень важности соответствия технологической обработки модели модным тенденциям		10.1 Низкая	1		
				10.2 Средняя	2		
				10.3 Выше среднего	3		
				10.4 Высокая	4		

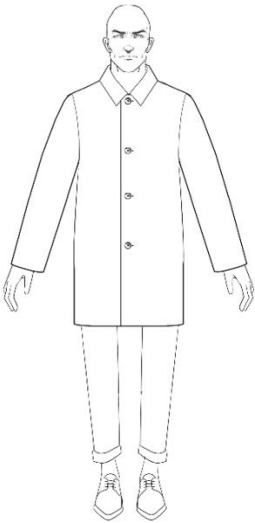
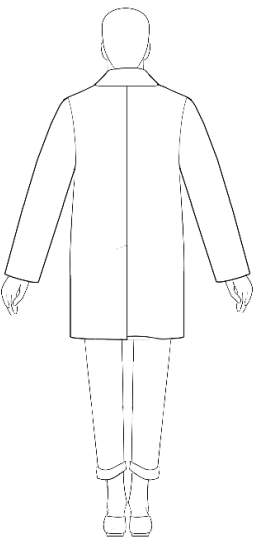
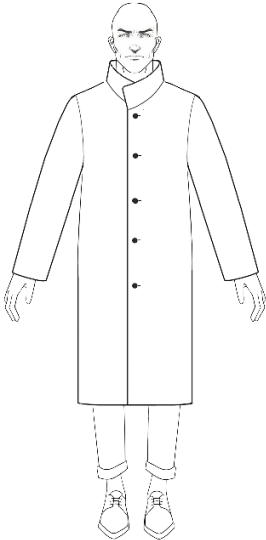
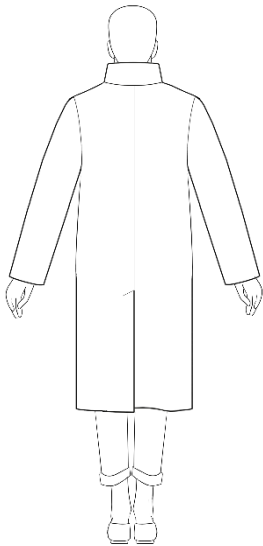
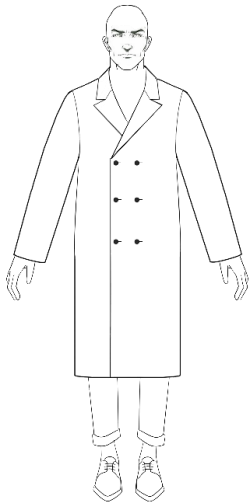
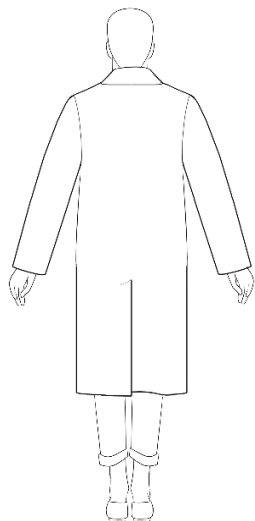
Таблица 31 — Критерии автоматизированного отбора моделей швейных изделий

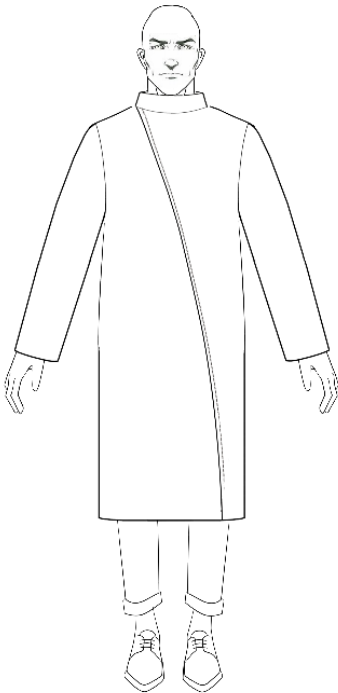
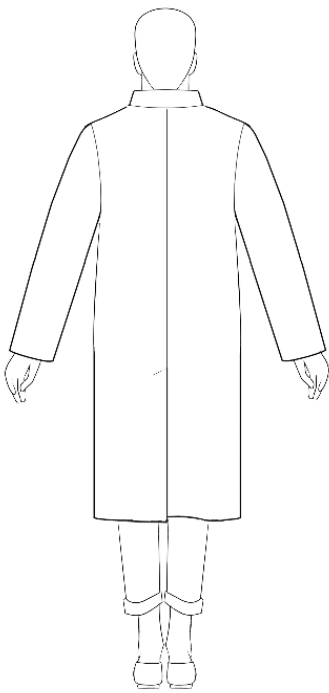
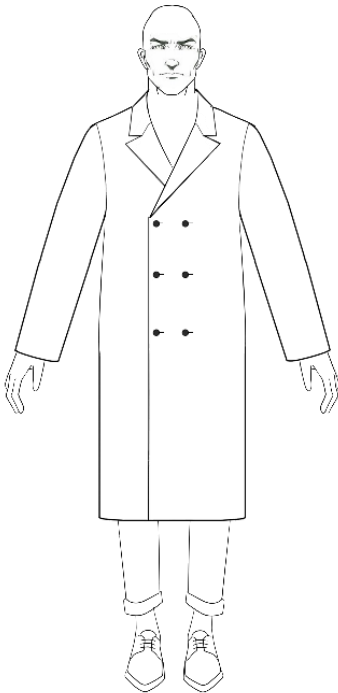
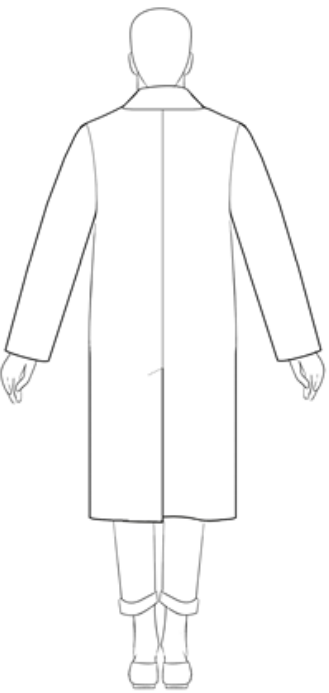
Наименование критериев отбора	Категории критериев	Объект оценки	Кодовый символ объекта оценки	Вариации критериев	Кодовый символ вариации критерия	Кодовый символ соответствия	Детали мужского пиджака
	10.2 Экологичность материалов модели	10.2.1 Состав материалов модели	45	10.1 Натуральные	1		
				10.2 Искусственные	2		
				10.3 Смесовые	3		
				10.4 Не имеет значения	4		
	10.3 Эргономичность модели	10.3.1 Степень важности удобства при эксплуатации модели	46	10.1 Низкая	1		
				10.2 Средняя	2		
				10.3 Выше среднего	3		
				10.4 Высокая	4		
	10.4 Удобство снятия-надевания	10.4.1 Степень важности удобства снятия – надевания модели	47	10.1 Низкая	1		
				10.2 Средняя	2		
				10.3 Выше среднего	3		
				10.4 Высокая	4		
	10.5 Простота в уходе	10.5.1 Степень важности простоты в уходе	48	10.1 Низкая	1		
				10.2 Средняя	2		
				10.3 Выше среднего	3		
				10.4 Высокая	4		

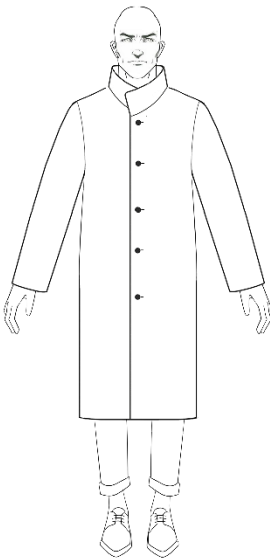
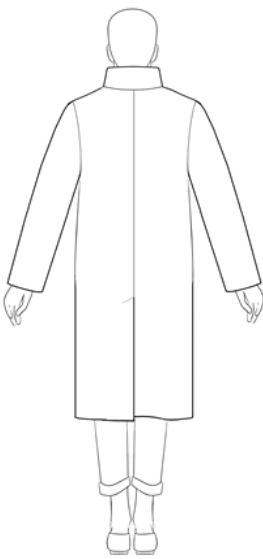
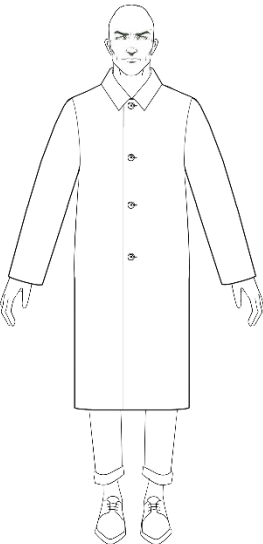
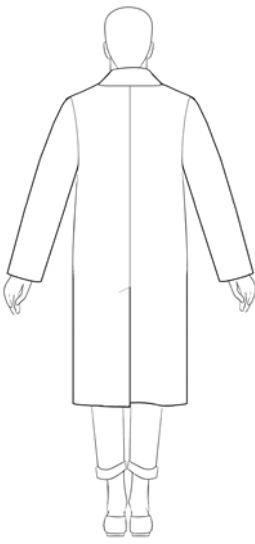
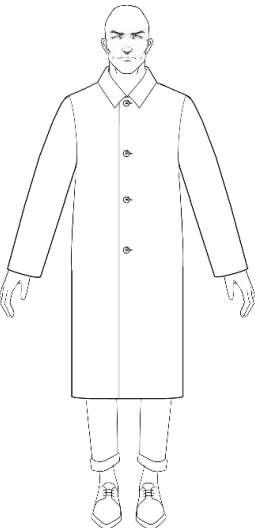
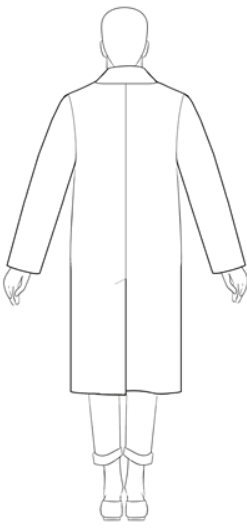
Таблица И1 — Структурные элементы мужского пальто

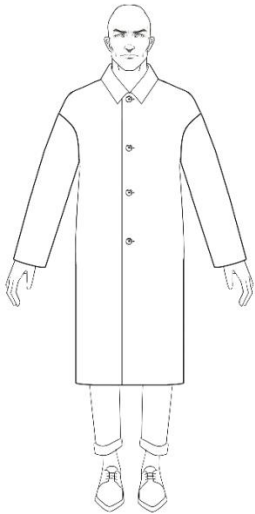
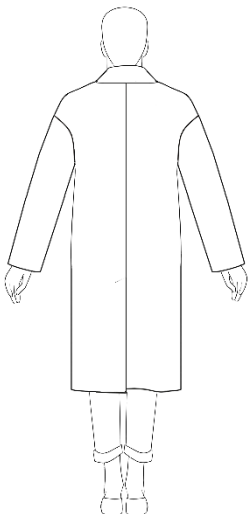
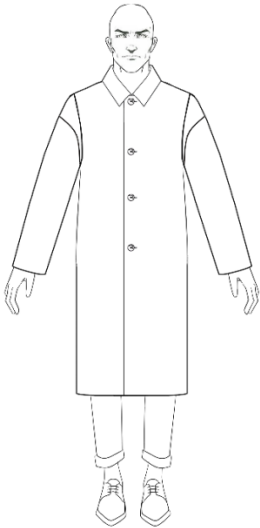
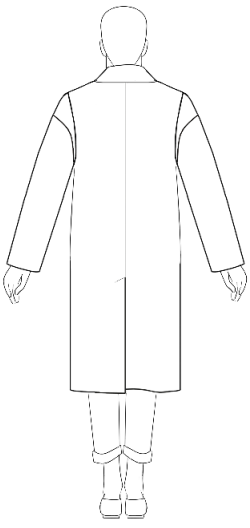
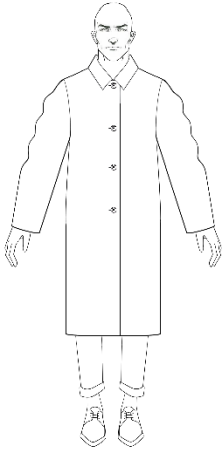
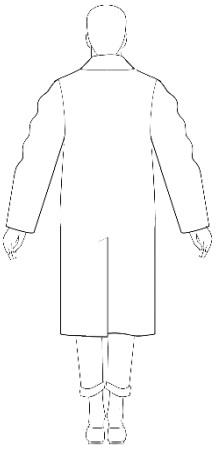
Наименование структурного элемента	Вариант структурного элемента	Внешний вид спереди	Внешний вид сзади
1	2	3	4
1. Силуэт (конструкция переда и спинки)	1.1 Прямой		
	1.2 Прямой расширенный к низу		

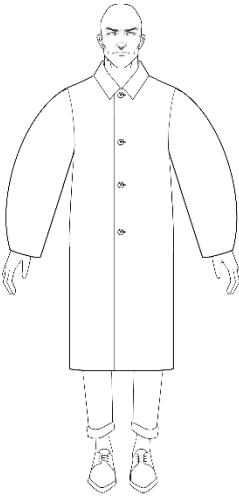
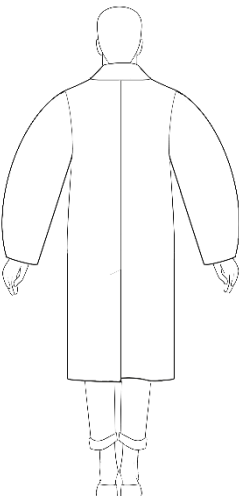
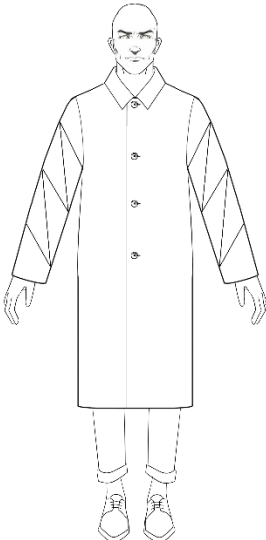
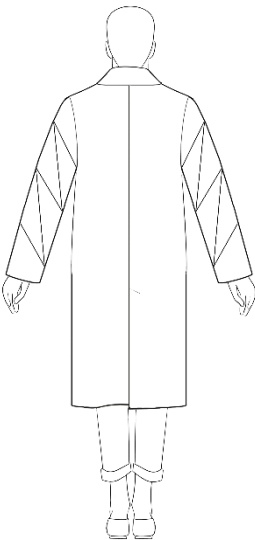
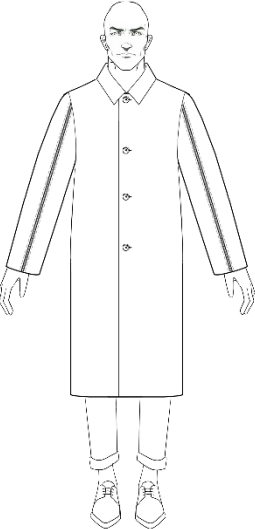
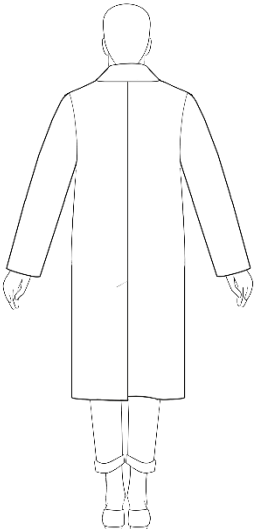
Наименование структурного элемента	Вариант структурного элемента	Внешний вид спереди	Внешний вид сзади
2. Длина пальто	2.1 Уровень щиколотки		
	2.2 Уровень середины голени		
	2.3 Уровень колен		

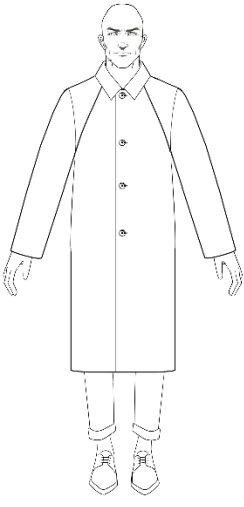
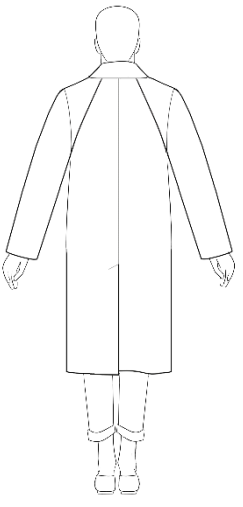
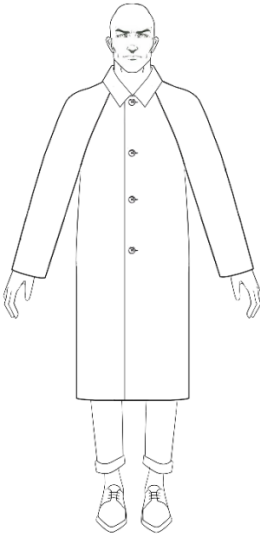
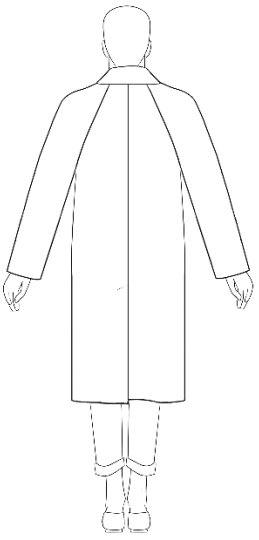
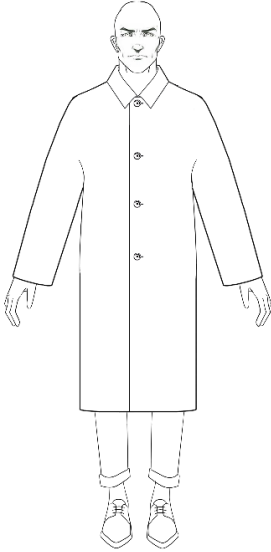
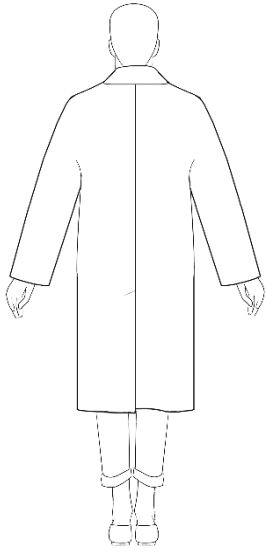
Наименование структурного элемента	Вариант структурного элемента	Внешний вид спереди	Внешний вид сзади
	2.4 Уровень середины бедра		
2. Застежка	2.1 Центральная		
	2.2 Смещенная		

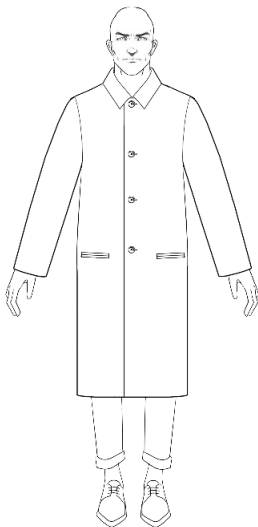
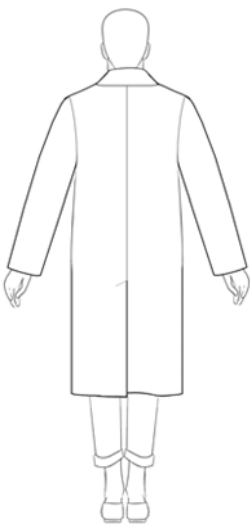
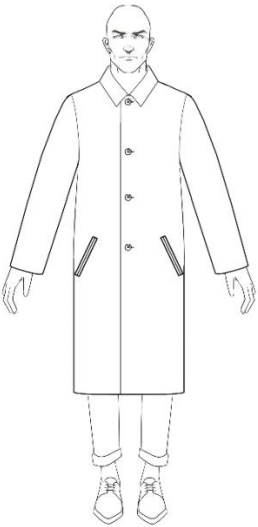
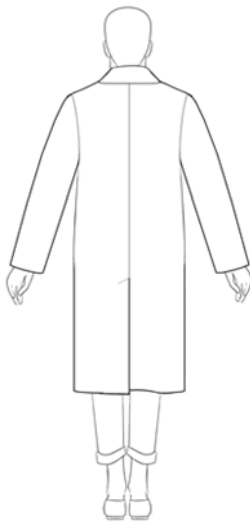
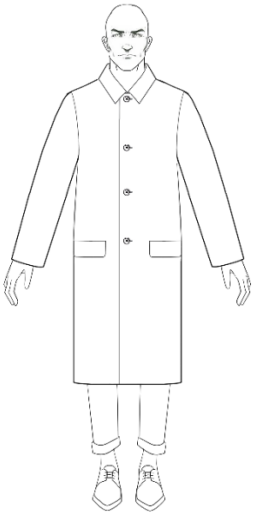
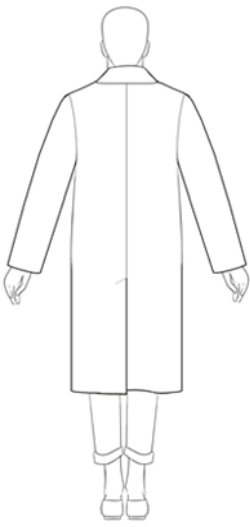
Наименование структурного элемента	Вариант структурного элемента	Внешний вид спереди	Внешний вид сзади
	2.3 Диагональная		
3. Воротник	3.1 «Английский»		

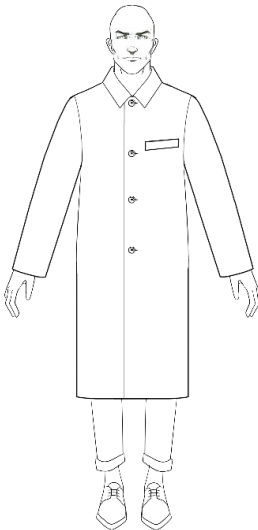
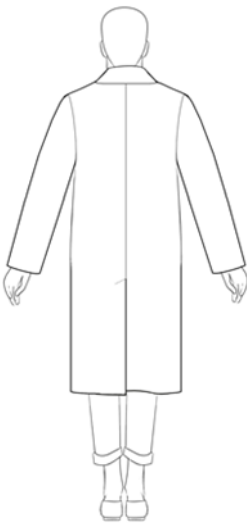
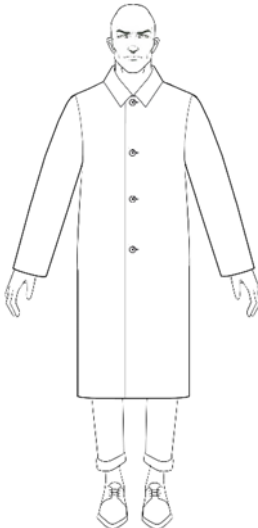
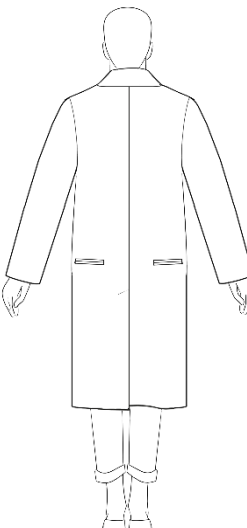
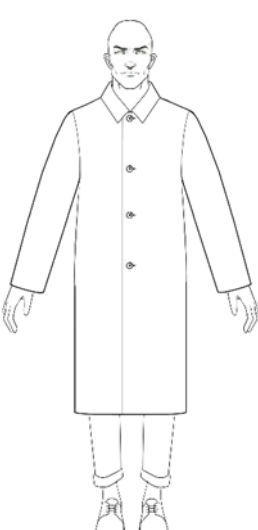
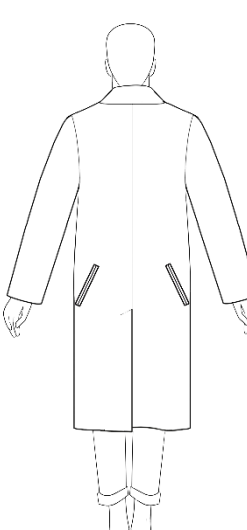
Наименование структурного элемента	Вариант структурного элемента	Внешний вид спереди	Внешний вид сзади
	3.2 Стойка		
	3.3 Рубашечный		
4. Рукав	4.1 Втачной		

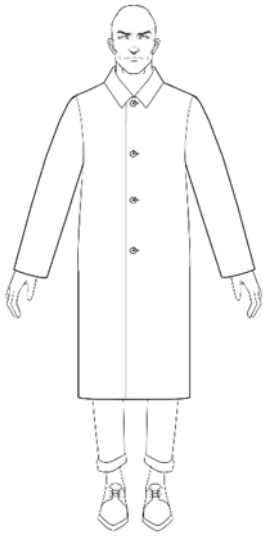
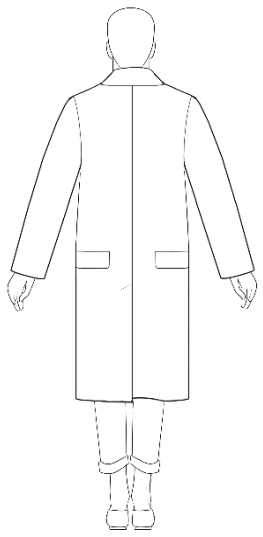
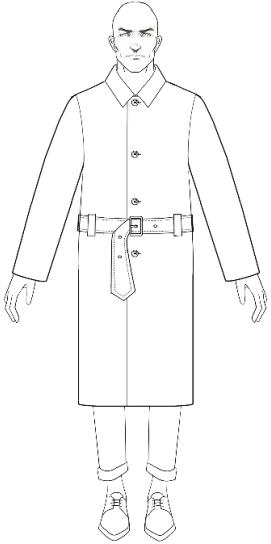
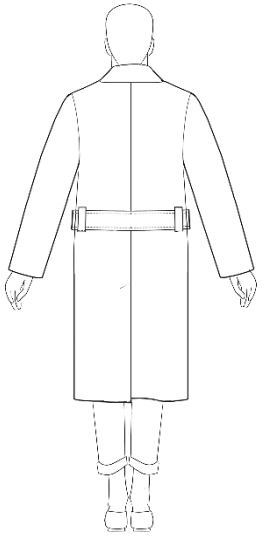
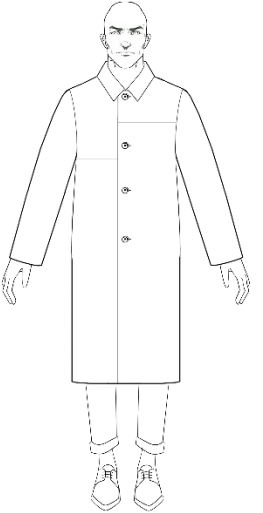
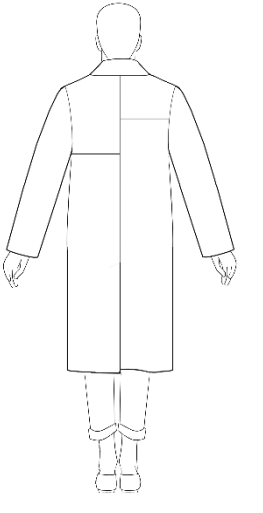
Наименование структурного элемента	Вариант структурного элемента	Внешний вид спереди	Внешний вид сзади
	4.2 Втачной с заниженной линией		
	4.3 Втачной с членением		
	4.4 Втачной фигурный №1		

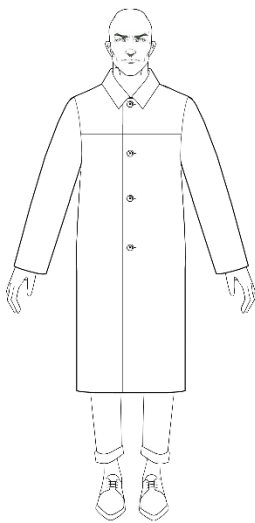
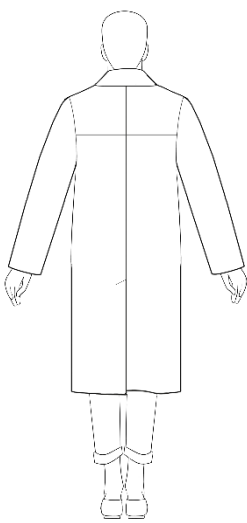
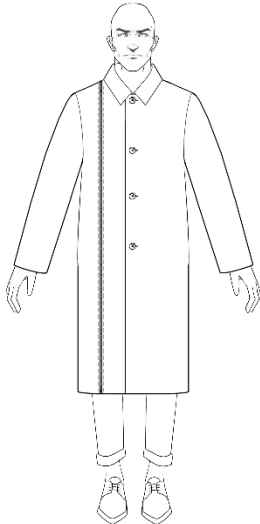
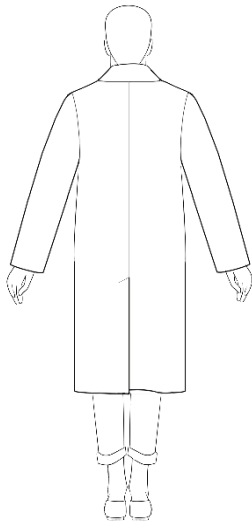
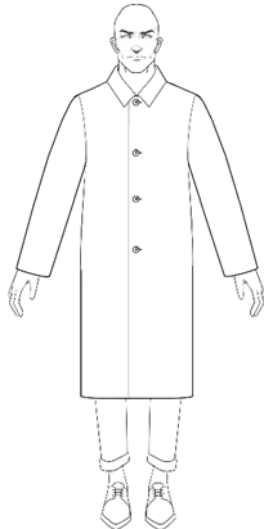
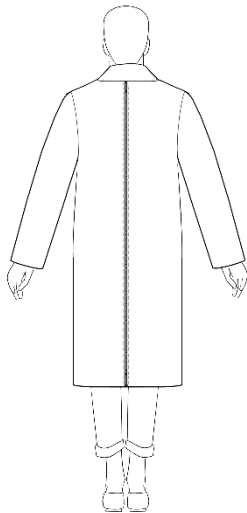
Наименование структурного элемента	Вариант структурного элемента	Внешний вид спереди	Внешний вид сзади
	4.5 Втачной фигурный № 2		
	4.6 Втачной с членениями		
	4.7 Втачной с лентой-молнией		

Наименование структурного элемента	Вариант структурного элемента	Внешний вид спереди	Внешний вид сзади
	4.8 Комбинированный		
	4.9 Реглан		
	4.10 Цельнокроеный		

Наименование структурного элемента	Вариант структурного элемента	Внешний вид спереди	Внешний вид сзади
5. Карман	5.1 Прорезные в рамку горизонтальные на перед		
	5.2 Прорезные в рамку вертикальные на перед		
	5.3 Прорезные с клапанами на перед		

Наименование структурного элемента	Вариант структурного элемента	Внешний вид спереди	Внешний вид сзади
	5.4 Прорезной нагрудный с накладной листочкой		
	5.5 Прорезные в рамку горизонтальные на спинке		
	5.6 Прорезные в рамку вертикальные на спинке		

Наименование структурного элемента	Вариант структурного элемента	Внешний вид спереди	Внешний вид сзади
	5.7 Прорезные с клапанами на спинке		
6. Пояс	6.1 Пояс со шлевками		
7. Оформление переда	7.1 Членения асимметричные в верхней части		

Наименование структурного элемента	Вариант структурного элемента	Внешний вид спереди	Внешний вид сзади
	7.2 Членения симметричные в верхней части		
	7.3 Лента-молния в правой части		
8. Оформление спинки	8.1 Лента-молния		

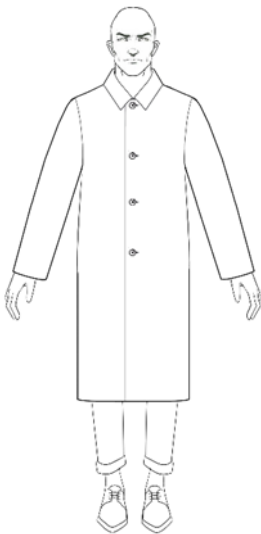
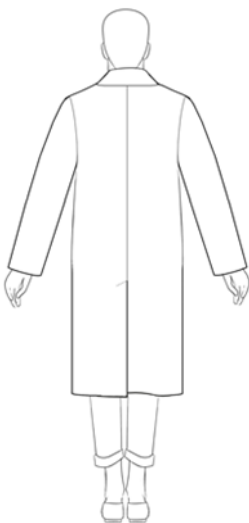
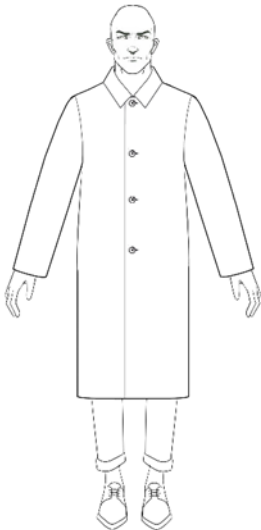
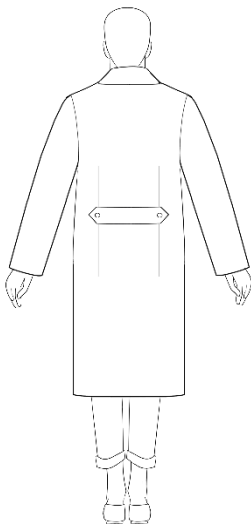
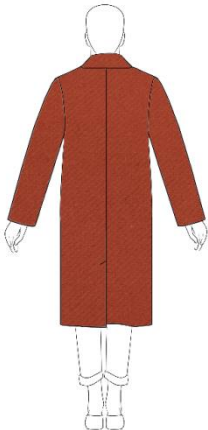
Наименование структурного элемента	Вариант структурного элемента	Внешний вид спереди	Внешний вид сзади
	8.2 Средний шов со шлицей		
	8.3 Хлястик		

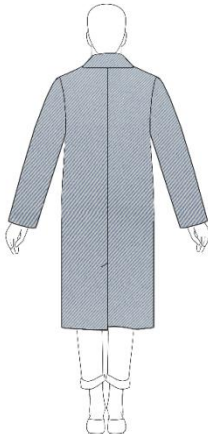
Таблица К1 — Материалы верха и цветовые решения для проектирования мужского пальто в программе по автоматизированному проектированию одежды

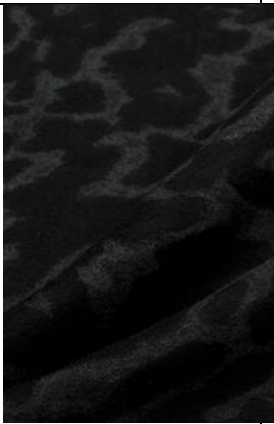
Наименование материала	Состав/Плотность	Внешний вид образца	Внешний вид модели (перед)	Внешний вид модели (спинка)
1	2	3	4	5
Однотонные				
Драп	Состав: 100% шерсть Плотность: 420 г/м2	 Цвет: серый		
Драп	Состав: 100% шерсть Плотность: 420 г/м2	 Цвет: мягкий черный		
Драп	Состав: 100% шерсть Плотность: 420 г/м2	 Цвет: терракотовый		

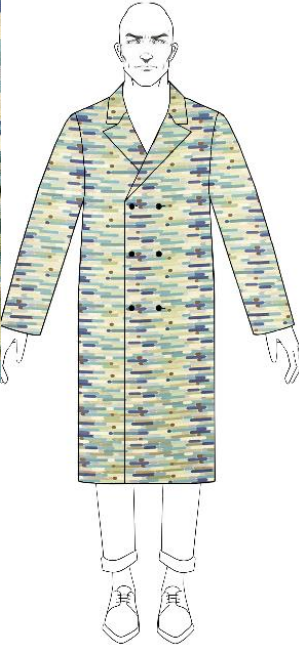
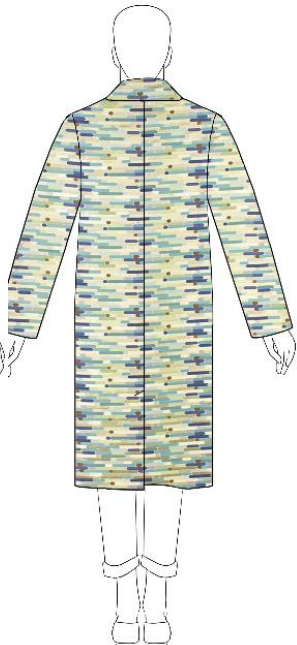
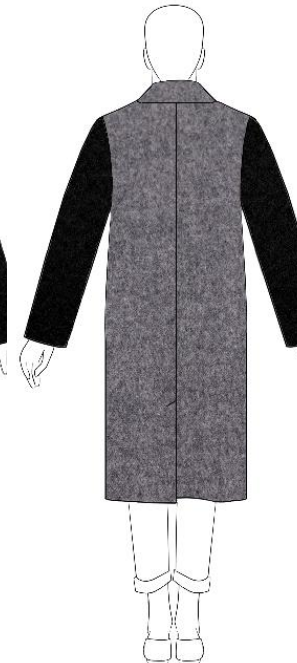
Наименование материала	Состав/Плотность	Внешний вид образца	Внешний вид модели (перед)	Внешний вид модели (спинка)
1	2	3	4	5
Драп	Состав: 100% шерсть Плотность: 380 г/м2	 Цвет: винный		
Драп	Состав: 100% шерсть Плотность: 380 г/м2	 Цвет: ярко-синий		
Простой принт (геометрический)				
Драп	Состав: 60% шерсть, 15% альпака, 15% мохер, 10% нейлон Плотность: 390 г/м2	 Принт: клетка на черном фоне		

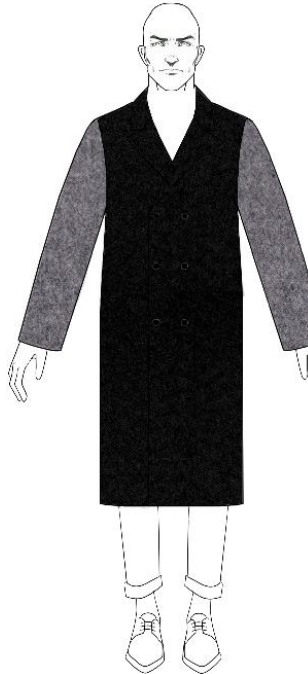
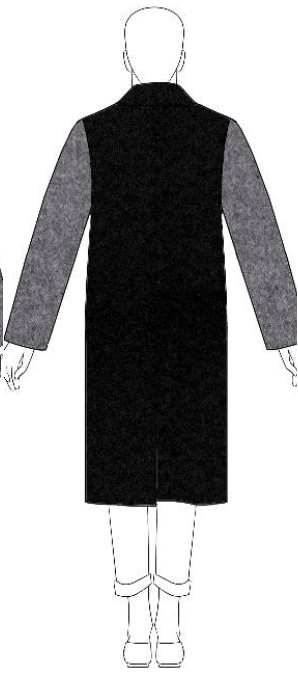
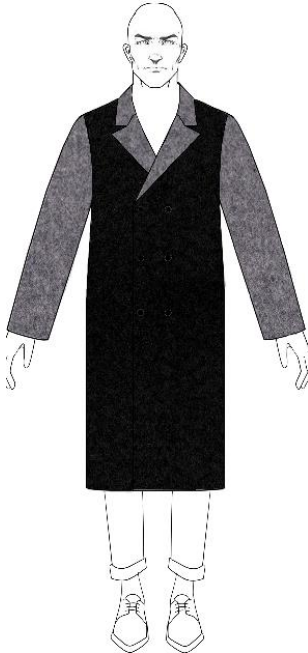
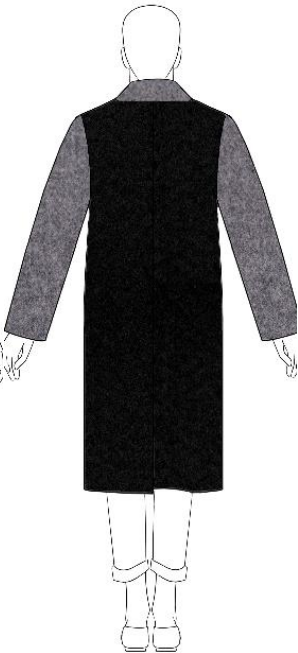
Наименование материала	Состав/Плотность	Внешний вид образца	Внешний вид модели (перед)	Внешний вид модели (спинка)
1	2	3	4	5
Твид	Состав: 58% шерсть, 5% альпака, 37% акрил Плотность: 420 г/м2	 Принт: клетка (охра с бирюзовым нюансом)		
Твид шерстяной	Состав: 95% шерсть, 5% альпака Плотность: 320 г/м2	 Принт: серый собачий зуб		
Твид шерстяной	Состав: 95% шерсть, 5% альпака Плотность: 320 г/м2	 Принт: бежевый собачий зуб		

Наименование материала	Состав/Плотность	Внешний вид образца	Внешний вид модели (перед)	Внешний вид модели (спинка)
1	2	3	4	5
Твид шерстяной	Состав: 90 % шерсть, 10% полиэстер Плотность: 360 г/м2	 Принт: пепельно-синий зигзаг		
Твид	Состав: 85 % шерсть, 15% полиамид Плотность: 560 г/м2	 Принт: черно-белая ёлочка		
Твид	Состав: 58% шерсть, 5% альпака, 37% акрил Плотность: 420 г/м2	 Принт: клетка на сером, дубль		

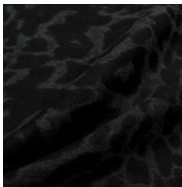
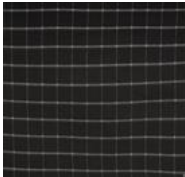
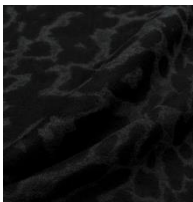
Наименование материала	Состав/Плотность	Внешний вид образца	Внешний вид модели (перед)	Внешний вид модели (спинка)
1	2	3	4	5
Твид	Состав: 80 % шерсть, 20% кашемир Плотность: 560 г/м2	 Принт: пепельно-серая вертикаль		
Твид	Состав: 80 % шерсть, 20% акрил Плотность: 350 г/м2	 Принт: белоголубая диагональ		
Сложные принты (авторские)				
Твид	Состав: 100% шерсть Плотность: 480 г/м2	 Принт: авторский, лиловые разводы		

Наименование материала	Состав/Плотность	Внешний вид образца	Внешний вид модели (перед)	Внешний вид модели (спинка)
1	2	3	4	5
Драп	Состав: 60 % шерсть, 15% альпака, 15% мохер, 10% нейлон Плотность: 390 г/м2	 Принт: темный леопард		
Габардин	Состав: 97 % хлопок, 3% эластан Плотность: 390 г/м2	 Принт: авторский, цветочные карусели		
Гобелен полушерстяной	Состав: 40 % шерсть, 40% полиэстер, 20% ацетат Плотность: 390 г/м2	 Принт: авторский, лесной пейзаж		

Наименование материала	Состав/Плотность	Внешний вид образца	Внешний вид модели (перед)	Внешний вид модели (спинка)
1	2	3	4	5
Жаккард	Состав: 100% полиэстер Плотность: 280 г/м2	 Принт: авторский, золотые пруды		
Комбинирование однотонных материалов структурных элементов модели мужского пальто				
Образец №1 – Драп Образец №2 - Драп	Образец №1 Состав: 100% шерсть Плотность: 420 г/м2 Образец №2 Состав: 100% шерсть Плотность: 420 г/м2	Образец №1 (перед, спинка, воротник, лацкан) Цвет: серый  Образец №2 (рукав) Цвет: мягкий черный 		

Наименование материала	Состав/Плотность	Внешний вид образца	Внешний вид модели (перед)	Внешний вид модели (спинка)
1	2	3	4	5
Образец №1 – Драп Образец №2 - Драп	Образец №1 Состав: 100% шерсть Плотность: 420 г/м2 Образец №2 Состав: 100% шерсть Плотность: 420 г/м2	Образец №1 (перед, спинка, воротник, лацкан) Цвет: мягкий черный  Образец №2 (рукав) Цвет: серый 		
Образец №1 – Драп Образец №2 - Драп	Образец №1 Состав: 100% шерсть Плотность: 420 г/м2 Образец №2 Состав: 100% шерсть Плотность: 420 г/м2	Образец №1 (перед, спинка) Цвет: мягкий черный  Образец №2 (рукав, воротник, лацкан) Цвет: серый 		
Комбинирование материалов структурных элементов модели мужского пальто с разными принтами				

Наименование материала	Состав/Плотность	Внешний вид образца	Внешний вид модели (перед)	Внешний вид модели (спинка)
1	2	3	4	5
Образец №1 – Драп Образец №2 - Габардин	Образец №1 Состав: 100% шерсть Плотность: 420 г/м2 Образец №2 Состав: 97% хлопок, 3% эластан Плотность: 390 г/м2	Образец №1 (перед, спинка) Цвет: серый  Образец №2 (рукав, воротник, лацкан) Принт: авторский, цветочные карусели 		
Образец №1 – Гобелен полушерстяной Образец №2 - Габардин	Образец №1 Состав: 40% шерсть, 40% полиэстер, 20% ацетат Плотность: 390 г/м2 Образец №2 Состав: 97% хлопок, 3% эластан Плотность: 390 г/м2	Образец №1 (перед, спинка, воротник, лацкан) Принт: авторский, лесной пейзаж  Образец №2 (рукав) Принт: авторский, цветочные карусели 		

Наименование материала	Состав/Плотность	Внешний вид образца	Внешний вид модели (перед)	Внешний вид модели (спинка)
1	2	3	4	5
Образец №1 – Драп Образец №2 - Драп	Образец №1 Состав: 60% шерсть, 15% альпака, 15% мохер, 10% нейлон Плотность: 3 90 г/м2 Образец №2 Состав: 60% шерсть, 15% альпака, 15% мохер, 10% нейлон Плотность: 3 90 г/м2	Образец №1 (перед, спинка, воротник, лацкан) Принт: темный леопард  Образец №2 (рукав) Принт: клетка на черном фоне 		
Образец №1 – Драп Образец №2 - Драп	Образец №1 Состав: 60% шерсть, 15% альпака, 15% мохер, 10% нейлон Плотность: 390 г/м2 Образец №2 Состав: 60% шерсть, 15% альпака, 15% мохер, 10% нейлон Плотность: 390 г/м2	Образец №1 (перед, спинка, воротник, лацкан) Принт: клетка на черном фоне  Образец №2 (рукав) Принт: темный леопард 		



Акционерное общество «Сударь»
(АО «Сударь»)
Россия, 601911, Владимирская область
г. Ковров, Еловая ул., д.100
Тел. (49232) 3-11-12, факс (49232) 5-56-45
E-mail: sudary@sudarmen.ru
<http://www.sudarmen.ru/>
ОКПО 05000909, ОГРН 1023301952992
ИНН/КПП 3305005714/330501001
№ 0119 от 18.01.20.



«УТВЕРЖДАЮ»
Ген. директор АО «Сударь»
Степанова Екатерина Константиновна
16 января 2020 г.

Акт апробации

Настоящий акт составлен о том, что в производственных условиях швейного предприятия АО «Сударь» использованы материалы диссертационного исследования Романовского Р.С. по разработке метода автоматизированного проектирования ассортиментных промышленных коллекций с учетом принципов массовой кастомизации на примере мужского ассортимента (костюм и пальто).

В промышленном производстве апробированы:

- **Модуль получения цифрового образа фигуры.** Использование модуля получения цифрового образа фигуры в условиях промышленного производства позволило быстро и качественно получать информацию о размерных характеристиках клиента и использовать его для изготовления и подбора соответствующей фигуре одежды.
- **Методика выделения модных конструктивно-декоративных элементов и внешней формы мужского костюма на основе обучения нейронной сети.** Методика позволяет обновить модные силуэты и конструктивно-декоративные особенности на основе базы изображений предоставленных из каталогов предприятия и из сведений о разработанных в экспериментальном цехе моделях.
- **Алгоритм автоматизированного агрегатирования структурных и визуальных элементов швейных изделий для получения новых моделей одежды.** Процесс персонализации одежды может затрагивать один или несколько структурных конструктивных элементов швейного изделия. К ним могут относиться следующие детали — перед, спинка, боковая часть, рукав, воротник, карман, пояс, передняя и задняя половинки брюк и др.

Проведенные испытания показали целесообразность внедрения разработанного программно-методического комплекса в процесс изготовления кастомизированных моделей мужской одежды в условиях массового производства, позволили ускорить цикл разработки проектно-конструкторской документации на изделия. Метод обеспечивает высокую удовлетворенность потребителей качеством одежды.

АО «Сударь»:

Директор по производству

О.А. Максимова

Старший технолог

И.Ю. Гурова

Начальник экспериментального цеха

С.А. Остапышина