

Председателю диссертационного
совета Д 212.144.01,
созданного на базе
федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Российский государственный
университет им. А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)»
доктору технических наук,
профессору В.В. Костылевой

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Романовского Романа Сергеевича на тему: «Разработка метода автоматизированного проектирования швейных изделий в условиях массовой кастомизации на основе применения трехмерного сканирования фигуры человека», представленную в диссертационный совет Д 212.144.01 при ФГОБУ ВО «Российский государственный университет им. А.Н.

Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)»

на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.19.04 – «Технология швейных изделий»

Актуальность темы диссертационной работы

Одним из главных векторов развития легкой промышленности в настоящее время является обеспечение конкурентоспособности производства с формированием нового востребованного качества жизни через новое качество проектируемой продукции. Продукция швейного производства является одной из наиболее массовых и требующих непрерывного совершенствования в соответствии с запросами времени. Готовое швейное изделие оценивается на первом этапе с точки зрения дизайна и тектоники объекта, а далее при эксплуатации проявляет свои функции с учетом надежности инженерного решения в целом.

Тематика массовой кастомизации представляет несомненный научный интерес и обладает бесспорной актуальностью, составляя сегодня один из стержней мировой промышленности. Научные исследования в области применения принципов кастомизации проводятся в ряде отечественных и зарубежных ВУЗов легкой промышленности: РГУ им. А.Н. Косыгина, ВГУЭС, МГУС, СПбГУТД, РосЗИТЛП, американский университет Айовы, Эгейский университет, Калифорнийский университет Лонг-Бич и Обернский университет штата Алабама, Университет Миннесоты, Сеульский и Корнельский университеты.

Решение проблемы формирования системы, в которой проектирование внешнего вида будущего изделия будет осуществляться потребителем, а работа дизайнера и конструктора будет автоматизирована, видится в применении интеллектуальных технологий на этапах выбора модных форм и агрегатирования большого количества вариантов структурных элементов внешнего вида будущих изделий в промышленных условиях.

К таким современным интеллектуальным технологиям можно отнести трехмерное сканирование, использование нейронной сети для изучения модных тенденций, а также программный комплекс по автоматизации структурных элементов внешнего вида проектируемого изделия.

Исходя из вышеизложенного, выбранная тема диссертационной работы Романовского Р.С. является актуальной, а разработанный в диссертационной работе метод автоматизированного проектирования швейных изделий в условиях массовой кастомизации на основе применения трехмерного сканирования фигуры человека, позволит усовершенствовать процесс проектирования швейных изделий в промышленных условиях и повысить удовлетворённость населения.

Важно отметить, что диссертантом проведена глубокая подготовительная научная работа по сбору и анализу имеющихся по тематике исследования источников и научной литературы. В работе используются отечественные и зарубежные научные труды.

Цели и задачи исследований

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.

Объектом исследования является процесс проектирования внешнего вида и формы мужского костюма.

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

Для достижения цели поставлены и решены 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.

**Значение выводов и рекомендаций,
полученных в диссертации, для науки**

Для развития теоретических аспектов науки в технологии проектирования швейных изделий наиболее значимыми результатами исследования, обладающими научной новизной, являются:

1. Разработка методики получения исходной информации о фигуре потребителя в виде цифрового образа, включая сведения об антропометрических характеристиках и особенностях облика;

2. Разработка методики выделения модных конструктивно-декоративных элементов и внешней формы мужского костюма на основе применения рекомендаций искусственного интеллекта.

Важное значение также для развития прикладных аспектов науки в рассматриваемом направлении имеют, в первую очередь, разработанные автором:

1. Система последовательных операций для автоматизированного агрегатирования элементов мужской одежды с целью создания новых моделей;

2. Способ взаимодействия потребителя и производителя для автоматизированного проектирования кастомизированного изделия.

Значение выводов и рекомендаций, полученных в диссертации, для практики

Значение результатов работы для практики является очевидным и заключается в разработке:

1. Базы данных модельных особенностей мужской одежды, включающей перспективные цветовые решения, хронологическую сменяемость модных форм одежды;

2. Базы данных структурных элементов швейных изделий для эскизного и конструкторского агрегатирования новых моделей мужского костюма;

3. Приемов автоматизированного отбора предпочтительных моделей мужского костюма для формирования промышленной ассортиментной коллекции.

Решения, предложенные автором, представляют собой ресурс для расширения возможностей современных производственных предприятий, работающих в швейной промышленности. При этом следует отметить такие важные для практики достижения автора, как создание интегрированной в производственный процесс системы получения цифрового образа фигуры и методики выделения модных конструктивно-декоративных элементов и внешней формы мужского костюма на основе обучения нейронной сети.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна

Постановка цели и задач исследования обоснована анализом значительного материала литературных источников, в том числе работ зарубежных авторов.

Научные положения, как сформулированные во введении работы, так и непосредственно на страницах основной части диссертационного исследования, представляются обоснованными и они соответствуют содержащемуся в кандидатской диссертации тексту.

Достоверность результатов проведенных исследований, подтверждается согласованностью результатов теоретических и экспериментальных исследований.

Следует отметить апробацию полученных автором результатов работы на научно-профессиональных площадках, в том числе 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), что также подтверждает положительную оценку достоверности полученных автором результатов в рамках публичной апробации.

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.

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».

Краткий анализ содержания работы

Представленная диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, выводов по главам и работе в целом, списка литературы (215 ссылок, включая отечественные и иностранные издания), приложений на 66 страницах. Объем работы составляет 189 страниц текста без учета приложений, содержит 64 рисунка, 36 таблиц.

Во введении автором дана общая характеристика работы и обоснована актуальность исследования, сформулированы цель и задачи, приведены сведения о научной и практической значимости.

В первой главе для достижения поставленной цели автором проведен анализ современного состояния автоматизированного проектирования швейных изделий в условиях массовой кастомизации. Выявлен уровень применения принципов массовой кастомизации в легкой промышленности.

Изучены существующие способы реального и виртуального взаимодействия потребителя с производителем при проектировании кастомизированной продукции.

Определена актуальность применения сверточной нейронной сети для фиксирования модных форм одежды для дальнейшего использования при кастомизации изделий.

Исследованы способы взаимодействия потребителя и производителя в процессе создания персонализированных моделей одежды из промышленных коллекций. Предложено три варианта взаимодействия производителя с потребителем: 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.

В результате автором выявлена необходимость в создании такого подхода, который определяет массовую кастомизацию как инструмент, влияющий на производственный процесс и жизненный цикл швейных изделий: экспертный, на уровне внешнего вида, модульный и комбинированный.

Итогом работы над первой главой стали формулировки подробных выводов, обосновывающих задачи и содержание дальнейших исследований.

Вторая глава посвящена разработке информационно-технической структуры модуля и методики получения цифрового образа фигуры. Автором представлены три варианта системных комплексов получения цифрового образа фигуры с помощью глубинных сенсоров Microsoft Kinect, а также три варианта сохранения визуальной и метрической информации о фигуре клиента в виде облака точек.

Особое внимание в работе было сосредоточено на разработке внешнего вида системы получения цифрового образа, (стр. 58-62, таблицы 2.2, 2.3). Изучены и представлены этапы совершенствования алгоритмов определения антропометрических уровней фигур. На рис. 2.5 представлен обобщенный алгоритм определения основных антропометрических уровней.

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

В результате автором проведена экспериментальная проверка метрологических характеристик модуля получения цифрового образа фигуры на основе сенсоров Microsoft Kinect.

Третья глава содержит исследование, посвященное разработке метода автоматизированного проектирования ассортиментных промышленных коллекций с учетом принципов массовой кастомизации. Автором рассмотрены основные положения формирования базы данных для обучения искусственного интеллекта определять модные тенденции. Сформирован комплекс последовательных мер по выбору модной типовой базовой формы из базы данных с использованием обученной нейронной сети.

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).

Разработан алгоритм автоматизированного агрегатирования структурных и визуальных элементов мужского костюма для получения новых моделей одежды. Матричный метод позволяет программе создавать все возможные комбинации соединения отобранных структурных

элементов одежды. Рассчитать количество возможных вариантов помогает формула (3.1), представленная на стр.97.

Глубину третьей главы подчеркивает проработанная диссертантом система критериев автоматизированного отбора кастомизированных изделий.

На основе анализа ряда данных разработана схема концепции автоматизированного проектирования персонализированного швейного изделия в рамках его промышленного жизненного цикла, которая включает в себя способ определения портрета потребителя и систему рекомендаций структурных и визуальных элементов. По итогу комплекса сформированных персональных данных проектировщику и потребителю презентуются итоговые эскизы моделей для дальнейшей реализации персонализированной продукции.

В четвертой главе выполнены работы по практической реализации метода автоматизированного проектирования ассортиментных промышленных коллекций с учетом принципов массовой кастомизации.

Разработано содержание и последовательность производственно-технических разделов работ по формированию алгоритма взаимодействия потребителей и производителей одежды для проектирования кастомизированного изделия для индивидуальной фигуры. Автором предложен интерфейс взаимодействия конструктора и дизайнера для автоматизированного проектирования ассортиментных промышленных коллекций.

Проведена апробация рассматриваемого метода на примере мужского ассортимента (костюм и пальто).

Содержание диссертации соответствует выбранной теме, целям и задачам исследования. Автореферат и опубликованные соискателем работы отражают основные положения диссертации. Автореферат по структуре соответствует диссертации, содержит основные положения научного исследования автора. Текст изложен на 18 с., состоит из четырех рубрик: общая характеристика работы, содержание работы, общие выводы по работе, опубликованные работы по теме диссертации; содержит 3 иллюстрации, 3 таблицы.

Публикации

Основные результаты работы опубликованы в 7 работах, включая 3 статьи в российских журналах, входящих в перечень российских ВАК рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендованных для опубликования основных научных результатов диссертации; 2 статьи индексируемые в базе данных SCOPUS; зарегистрированы две базы данных «Кастомизация моделей мужской одежды» и «Модельные особенности мужской одежды (пиджак)».

Представленные экспериментальные и теоретические материалы имеют доверительную степень обоснованности выдвинутых диссертантом положений, выводов и рекомендаций.

Замечания и вопросы по работе

Несмотря на общее положительное впечатление, которое оставляет научная работа Романовского Романа Сергеевича, при ее изучении возник ряд замечаний и вопросов:

1. Вызывают вопросы некоторые положения, связанные с разработкой модуля получения цифрового образа фигуры, а именно:

1.1 По какой причине в качестве считывающего устройства выбран сенсор Microsoft Kinect? В чем его достоинства, принципиальные отличия и недостатки перед другими широко известными и используемыми системами сканирования фигуры человека, например, Texel, Assist и др.?

1.2 В чем заключается совершенствование системы и как проводилась проверка ее результативности; какая была выявлена проблематика в области получения индивидуального цифрового аватара?

2. Во второй главе проведён анализ размерных признаков мужчин и женщин для определения положения высоты талии по типовому значению. Какое количество измерений фигур было взято для разработки базы данных значений высот основных антропометрических уровней, представленной в Приложении В?

3. В 3 главе (п.3.2) приведено подробное описание методики выделения модных конструктивно-декоративных элементов и внешней формы мужского костюма. Возможно ли, по мнению автора, применение разработанной методики для женской одежды? Для какого еще

ассортимента изделий легкой промышленности подойдет разработанная методика на основе обучения нейронной сети? В чем будут заключаться сложности интеграции новых данных в алгоритмы, разработанные диссертантом?

4. Применение базы данных «Кастомизация моделей мужской одежды» нацелено на автоматизированное взаимодействие предприятия и потребителей для состава промышленных коллекций на основе формирования плана выпуска изделий. Как предполагается проводить оценку результатов предложений на данном этапе проектирования?

5. В представленной на рисунке 3.10 схеме выделено 4 стадии проектируемого швейного изделия в рамках его промышленного жизненного цикла, при этом описание этапа производства изделия отсутствует. Какие изменения, по мнению автора, затронут этап производства изделия после внедрения разработанной методики по сравнению с традиционным подходом проектирования?

6. В разработанном алгоритме проектирования кастомизированного изделия для индивидуальной фигуры в шаге 2 предполагается выбор материалов для модели, а также автоматическое исключение материалов, не подходящих по технологии обработки (стр.147). Данный этап предполагает большой объем данных лабораторных испытаний пакетов материалов и узлов швейных изделий. Из каких источников предполагается обновление такой информации? К вопросу будущих исследований в области внедрения технологий искусственного интеллекта в легкую промышленность. Развивая тему дальше, какие сопутствующие алгоритмы необходимо разработать для обеспечения высокого качества конфекционирования материалов при проектировании швейного изделия?

7. Для какой формы организации швейного производства подходит разработанный метод? Возможно ли рассчитать процент совпадений кастомизации костюма для производства изделий малыми партиями? Как оценить экономический эффект от внедрения метода?

8. Недостаточно подробно отражено описание процесса промышленного внедрения результатов исследования. Известно, что предприятие ОА «Сударь» ориентировано на производство коллекций больших объемов промышленными сериями. Какие были получены

практические результаты и пути развития предприятия после апробации программы?

Вместе с тем следует отметить, что высказанные замечания и вопросы не умаляют обоснованность, научную новизну и практическую значимость работы, а лишь расширяют возможность детального обсуждения и анализа представленной к защите диссертации, не снижая общего положительного впечатления от работы.

Заключение

Диссертация Романа Сергеевича представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную автором самостоятельно на высоком научном уровне, в которой содержится решение ряда научных и прикладных задач, имеющих значение как для развития автоматизированного проектирования швейных изделий в условиях массовой кастомизации, так и для отдельных научных аспектов проектирования и производства продукции, обладающей повышенным уровнем конкурентоспособности и удовлетворенности ею потребителей, а в более общем плане, для внедрения технологий искусственного интеллекта в легкую промышленность. Полученные автором результаты, выводы и рекомендации обоснованы.

Диссертационная работа Романовского Романа Сергеевича на тему «Разработка метода автоматизированного проектирования швейных изделий в условиях массовой кастомизации на основе применения трехмерного сканирования фигуры человека» является научно-квалификационной работой, в которой предложены новые технические решения в виде трёх вариантов систем получения цифровой информации о фигуре человека и новые технологические решения для автоматизированного проектирования кастомизированной мужской одежды на базе применения цифровых, трехмерных и интеллектуальных технологий, что имеет важное значение для развития легкой промышленности.

По актуальности изученной проблемы, научной новизне, практической и теоретической значимости полученных результатов, их достоверности и обоснованности выводов работа «Разработка метода автоматизированного проектирования швейных изделий в условиях массово кастомизации на основе применения трехмерного сканирования

фигуры человека» полностью отвечает требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук в соответствии с критериями, указанными в п.9 Постановления Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. N 842 «О порядке присуждения ученых степеней». Положения, выносимые на защиту, соответствуют п. 3 «Разработка математического и информационного обеспечения систем автоматизированного проектирования и раскроя деталей одежды», а автор диссертационной работы Романовский Роман Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.19.04 «Технология швейных изделий».

Официальный оппонент,
кандидат технических наук,
преподаватель Школы дизайна,
Факультета коммуникаций, медиа и дизайна
Федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования
Национальный исследовательский университет «Высшая школа
экономики».



В.Ю.Туханова **Подпись заверяю**

25.05.2022



Контактная информация:
Адрес: 115054, г. Москва, ул. Малая Пионерская, д.12, ауд.617.
Телефон: +7-963- 684-17-16
E-mail: vtukhanova@hse.ru