

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Сулеймановой Елены Александровны на диссертационную работу Цзя Шуан
«СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
МУЖСКИХ ПАЛЬТО ПОКРОЯ РЕГЛАН»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 2.6.16. Технология производства изделий текстильной и легкой
промышленности.

Тема диссертационной работы Цзя Шуан «Совершенствование технологии проектирования мужских пальто покроя реглан» является **актуальной** и соответствует современным направлениям развития технологий цифрового проектирования изделий легкой промышленности. Предприятия отрасли активно внедряют системы автоматизированного проектирования, технологии трехмерного моделирования и виртуальной примерки, а в настоящее время и методы интеллектуальной обработки данных. В совокупности перечисленные цифровые технологии позволяют существенно повысить эффективность производственного процесса, сократить сроки разработки новых моделей и снизить количество опытных образцов.

Наибольшую сложность при цифровом проектировании представляет верхняя одежда мягких объемных форм, в частности пальто реглан, чья внешняя форма зависит от согласованного взаимодействия множества конструктивных параметров (конфигурации проймы, геометрии рукава, распределения прибавок, морфологии телосложения). Даже малые изменения конструкции ведут к заметным нарушениям формы и посадки, при этом существующие методики конструирования рукава реглан разрознены, лишены однозначных критериев оценки и не обеспечивают надёжной связи между параметрами чертежа и итоговой формой. Кроме того, современные цифровые инструменты пока не устанавливают единой количественной взаимосвязи между конструктивными параметрами, результатами 3D-моделирования, ИИ-изображениями и характеристиками физического образца, что ограничивает их инженерное применение.

Таким образом, работа посвящена решению актуальной научно-технической задачи, связанной с совершенствованием технологии цифрового проектирования мужских пальто покроя реглан на основе интеграции современных средств автоматизированного параметрического конструирования лекал, трехмерной виртуальной примерки и генерации изображений средствами искусственного интеллекта в рамках единой системы количественных проекционных параметров.

Степень обоснованности и достоверности научных положений и выводов проведенного исследования не вызывает сомнений и обеспечивается логически выстроенной структурой исследования, последовательным переходом от анализа современного состояния проблемы к разработке новых методических решений, их математическому обоснованию, экспериментальной проверке и промышленной апробации, а именно:

– комплексным применением современных теоретических и экспериментальных методов исследования, адекватных поставленным цели и задачам, а также последовательной проверкой разработанных научных положений на всех этапах выполнения работы, включая анализ реальных объектов, 3D-виртуальное моделирование и ИИ-генерацию;

- применением современного программного обеспечения для параметрического проектирования одежды, цифрового трехмерного моделирования, цифровой обработки изображений (Style3D, Rhinoceros, Adobe Illustrator); методов системного анализа, математической статистики, корреляционного и регрессионного анализа (IBM SPSS Statistics, Origin); современных технологий искусственного интеллекта, применяемых для генерации изображений одежды (Grok 3);

- репрезентативностью экспериментальной базы: исследование охватывает 23 комплекта лекал, 230 фотографий пальто покроя реглан, 20 вариантов аватаров мужских фигур различных полнотных групп;

- использованием количественной системы оценки объемно-пространственной формы изделий, основанной на разработанных автором проекционных параметрах, которая позволяет выполнять объективное сравнение принятых конструктивных решений и результатов примерок изделий (виртуальной и реальной) и ИИ-изображений на основе единого набора измеряемых показателей;

- высокой точностью сгенерированных изображений фигур и пальто (отклонения проекционных размеров не более $\pm 1,0$ см и $\pm 2,5^\circ$ для фигур, MAPE для ИИ-пальто – 2,8%, что значительно ниже 7,6% для 3D-симуляции на основе лекал);

- положительными результатами промышленной апробации результатов исследования в условиях двух реальных производств, подтверждёнными актами внедрения.

Основные результаты работы прошли апробацию в ходе национальных научно-практических конференций (с международным участием) в 2024-2026 гг. Научные положения и выводы диссертации отражены в 6 публикациях, из них 2 статьи опубликованы в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК России.

Диссертация Цзя Шуан является оригинальной и содержит новые **положения, выносимые на защиту**:

1. Система показателей объёмно-силуэтной формы и критериев оценки посадки пальто с рукавом реглан.

2. Методы прямого и обратного проектирования мужского пальто покроя реглан, позволяющие получать объёмно-силуэтную форму с заданными показателями и реконструировать чертежи деталей по одному фотографическому изображению.

3. Метод генерации изображений систем «фигура-пальто покроя реглан» с помощью нейронных сетей, основанный на усовершенствованных антропометрических базах данных, обеспечивающий высокую точность воспроизведения при сохранении структуры и формы пальто.

Научная новизна работы заключается в следующем:

1. Разработана иерархическая система показателей количественной оценки чертежей, фигур и одежды на основе проекционных параметров, интегрирующая критерии баланса стана, пространственной согласованности рукава и руки, группировки объёмно-силуэтных форм пальто с рукавом реглан.

2. Установлены регрессионные зависимости между ключевыми параметрами чертежей пальто покроя реглан и показателями посадки, что даёт возможность перейти от эмпирического прогнозирования к точному расчёту и целенаправленной корректировке конструкции.

3. Экспериментально подтверждена правильность разработанной системы проекционных показателей, при которой отклонение проекционных размеров составляет не более 1,0 см, а точность воспроизведения силуэта превосходит традиционную трёхмерную симуляцию.

Научно-техническим результатом является разработанный комплементарный алгоритм цифрового проектирования, при котором трёхмерная симуляция обеспечивает структуру пальто и связь с чертежами, а ИИ-генерация повышает высокую точность воспроизведения проекционных параметров и соответствие силуэта реальным образцам.

Теоретическая значимость исследования заключается в развитии научных основ цифрового параметрического проектирования одежды. Полученные соискателем зависимости между конструктивными параметрами и характеристиками пространственной формы изделия совершенствуют существующие методики проектирования, дополняют систему знаний о формообразовании одежды покроя реглан и могут быть использованы для дальнейших исследований в области математического моделирования процессов проектирования одежды, совершенствования методов цифрового анализа посадки и объемно-силуэтной формы изделий в системе «фигура-чертежи-форма».

Практическая значимость работы подтверждена положительными актами внедрения технологии цифрового проектирования мужских пальто покроя реглан в условиях современного цифрового производства, объединяющей параметрическое конструирование чертежей, трёхмерную виртуальную примерку и генерацию 2D и 3D изображений в рамках единой системы проекционных параметров, включающей базы данных проекционных параметров мужских фигур, чертежей конструкций и объемно-силуэтных форм пальто. Автором разработаны количественные критерии оценки посадки и формы пальто, позволяющие предприятиям сократить издержки на этапе проектирования за счет уменьшения количества физических примерок и операций корректировок, ускорить вывод новых моделей на рынок и повысить качество посадки одежды и удовлетворенность потребителей. Предложенный алгоритм двустороннего проектирования (прямого и обратного) может быть интегрирован в существующие САПР и, несомненно, имеет практическую ценность не только для специалистов отрасли, но и при реализации образовательного процесса подготовки студентов и аспирантов по направлениям «Конструирование изделий легкой промышленности», «Технология изделий легкой промышленности», «Цифровое проектирование изделий легкой промышленности».

Структура диссертационной работы.

Диссертация изложена на 235 страницах машинописного текста (с приложениями) и состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературных источников из 139 наименований, на которые имеются ссылки по тексту работы. Работа содержит 77 рисунков и 50 таблиц.

Во введении обоснована актуальность работы, охарактеризована научная проблема, определены цели и задачи диссертационного исследования.

В первой главе представлен анализ современного состояния цифровых технологий, применяемых при проектировании изделий верхней одежды покроя реглан. Соискателем выполнен критический анализ отечественных и зарубежных исследований, посвященных использованию программ трехмерного проектирования, виртуальной примерки, цифровой антропометрии, технологий искусственного интеллекта в процессах создания одежды, методов параметрического конструирования, в особенности методам построения рукава реглан. Это позволило выявить нерешённые проблемы, а именно, что существующие технологии пока не обеспечивают единого количественного подхода к оценке взаимосвязей между параметрами конструкции, трехмерной формой изделия и результатами генерации изображений средствами искусственного интеллекта. На основе этого сформулированы цель и задачи исследования.

Во второй главе определены объекты исследования: чертежи, мужские фигуры, материалы, референсные изображения реальных пальто, выбраны современные программные комплексы цифрового проектирования. К объектам исследования соискателем установлены единые требования для обеспечения воспроизводимости исходных данных и единой экспериментальной базы реализации цифрового рабочего процесса. Применен комплекс статистических и расчетных методов для обеспечения выполнения агрегирования параметров, оценки отклонений и сравнительного анализа.

На основе российских разработок в области антропометрии соискателем усовершенствована схема измерений верхней части торса, что позволило точно установить ключевые анатомические точки и усовершенствовать китайские базовые прототипы стана

для построения лекал пальто с рукавом реглан. Разработана геометрическая система параметров системы «фигура + пальто» с использованием 2,5D-проекционных измерений для количественной оценки точности генерации тела, точности формы пальто, согласованности системы «фигура + пальто» и силуэтного обобщения. Далее разработаны три уровня критериев, которые позволяют произвести оценку посадки стана (C_B), формы рукава и согласованности системы «рука – рукав» (C_C), объёмно-силуэтных форм пальто с рукавом реглан (C_V). Методика их формирования основана на анализе реальных фотографий, 3D-сканировании и виртуальной примерке и является научно обоснованной и статистически подтверждённой.

На основе системы проекционных параметров и критериев оценки автором разработан стандартизированный мультимодальный протокол ИИ-генерации системы «фигура + пальто», который обеспечивает управляемость, сопоставимость и измеримость ИИ-сгенерированных изображений в единых условиях.

В третьей главе представлены результаты совершенствования технологии параметрического проектирования мужских пальто покроя реглан. Автором осуществлен выбор и усовершенствование базового прототипа стана с учётом морфологических особенностей различных типов телосложения, используя графоаналитические методы локализации плечевых точек и корректировки положения бокового шва. Сравнительный анализ трёх прототипов рукава реглан (одношовного, двухшовного и трёхшовного) позволил обоснованно выбрать трёхшовную конструкцию как наиболее соответствующую естественной морфологии руки. С помощью корреляционного и регрессионного анализов соискателем выявлены ключевые конструктивные параметры, влияющие на форму пальто, и установлены их эффективные диапазоны. В главе разработана параметризованная система управления процессом проектирования, связывающая плоские лекала с пространственной формой изделия. Это качественно меняет процесс проектирования, придавая процессу количественно управляемый характер на основе математически установленных зависимостей.

В четвертой главе представлены результаты разработки технологии цифрового проектирования мужских пальто покроя реглан с использованием инструментов искусственного интеллекта. Соискателем разработана мультимодальная стратегия промптинга для генерации высокоточных изображений фигуры человека и пальто с использованием нейронной сети Grok 3. Разработана система количественной оценки изображений, полученных различными цифровыми методами, что позволило сопоставлять реальные образцы, результаты трехмерного моделирования и изображения, сформированные средствами искусственного интеллекта, в рамках единого измерительного пространства. Разработан комплементарный алгоритм «3D-симуляция + ИИ-генерация», в котором 3D-симуляция обеспечивает структурный ориентир, а ИИ повышает точность воспроизведения силуэта. Экспериментально подтверждена возможность диагностики и устранения дефектов посадки в ИИ-сгенерированных изображениях.

В пятой главе осуществлена экспериментальная проверка разработанной технологии и оценка возможности ее промышленного применения. Автором выполнена комплексная верификация предложенных решений посредством прямого и обратного проектирования мужских пальто покроя реглан средствами трехмерной виртуальной примерки, изготовлением физических образцов изделий и количественным сравнением их характеристик с использованием разработанной системы критериев оценки. Сравнительная оценка традиционного и предложенного методов показала сокращение количества примерок с двух до одной, снижение общего времени разработки на 51,16% и оценочной стоимости первого образца на 37,5%. Результаты подтверждены промышленной проверкой на двух предприятиях Китая и России.

В заключении сформулированы основные выводы по работе, приложения включают акты внедрения результатов исследования и содержат достаточную информацию для валидации основных результатов и выводов.

Таким образом, все научные положения, выводы и рекомендации диссертации являются обоснованными и подкреплены экспериментальными данными.

Характеристика содержания и оформления диссертации.

Диссертационная работа Цзя Шуан «Совершенствование технологии проектирования мужских пальто покроя реглан» оформлена в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.11–2011. Материал диссертационного исследования изложен научным языком, текст логичен и обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты.

Автореферат полностью отражает содержание материала диссертации. Выводы и положения, выносимые на защиту, имеют научно-практическое обоснование и соответствуют поставленной цели и задачам. Основные положения работы изложены в 6 публикациях.

Диссертационная работа Цзя Шуан соответствует следующим направлениям исследований, изложенным в паспорте научной специальности 2.6.16. «Технология производства изделий текстильной и легкой промышленности»:

- п. 8 «Технологии имитационного моделирования цифровых двойников волокон, нитей, материалов, изделий легкой промышленности и человеческих фигур», поскольку в работе разработаны и верифицированы цифровые двойники мужских фигур и пальто покроя реглан, проведена количественная оценка их точности.

- п. 12 «Антропобиомеханические основы и закономерности в антропометрических данных для построения рациональной внутренней, внешней форм и деталей конструкции при проектировании ИТЛП в цифровой и реальной среде», поскольку разработаны критерии оценки формы пальто на основе антропометрических параметров и установлены регрессионные зависимости между параметрами фигуры, чертежей и формы изделия.

- п. 17 «Разработка методов автоматизации и оптимизации производств материалов и ИТЛП на основе научного прогнозирования, применения математических методов, нейронных сетей, искусственного интеллекта», поскольку работа включает разработку стандартизированного мультимодального протокола генерации изображений с помощью нейронных сетей, регрессионных моделей для автоматизированной коррекции чертежей и алгоритмов прямого и обратного проектирования.

Вместе с тем, необходимо отметить ряд вопросов и **замечаний**:

1. На с. 27-28 автор описывает проблемы применения ИИ (обобщаемость, структурная согласованность, динамическая адаптивность), в том числе выделяет, что *«Существующие модели обычно хорошо работают в статических условиях, однако при динамических условиях или значительных изменениях позы они часто генерируют складки, смещения или неестественные формы»*. При этом в экспериментальной части работы применение ИИ также показано применительно к статическим условиям системы «фигура-пальто». Целесообразно было бы продемонстрировать результаты ИИ-генерации верхней одежды с рукавом реглан на фигуре, находящейся в динамическом состоянии.

2. На рис. 1.20 (с. 47) представлена структура разрабатываемой цифровой технологии проектирования пальто покроя. Не вполне ясно на каком этапе технологии задаются и учитываются показатели свойств используемого материала.

3. При выборе объектов исследования (с. 49-54) автор ограничивается базовыми прототипами стана и рукава реглан, разработанными по китайским методикам конструирования одежды. Не вполне ясно, почему не рассмотрены российские методики, применяемые в отечественной практике, например, МГУДТ, ЦНИИШП, ЕМКО СЭВ. Это снижает универсальность выводов для российских предприятий, на которые, в том числе согласно актам внедрения, ориентировано исследование.

4. В разделе 2.4.2 «Критерии формы рукава» автор проводит сравнительный анализ виртуальных и реальных образцов на предмет определения параметра согласованности кривизны рукава по критерию $|d_A - d_E|$. На рис. 2.14 (с. 79) визуальное неразличимо была ли

применена накладка руки на физический манекен при проведении примерки реального образца, наличие которой оказывает существенное влияние на пространственную форму рукава и достоверность ее анализа.

5. В разделе 2.4.3 «Группировка объемно-силуэтных форм пальто реглан» при отборе 230 фотографий учитывался ли размеро-рост моделей и изделий для установления единых параметров группировки, а также не совсем понятно каким образом *«установлено соответствие между контуром рукава на реальных фотографиях и его чертежом»*, если для анализа использовались только фотографии, и каким образом согласовываются параметры в разных формах представления – фотофиксация формы в объеме, чертеж на плоскости.

6. На рис. 2.18 (с. 85) визуализирован процесс определения групп объемно-силуэтной формы пальто реглан, в том числе включающий поперечные сечения 3D-виртуальных изделий на уровне локтя. Однако в описании рабочего процесса не раскрывается их назначение в системе группировки объемно-силуэтных форм пальто реглан.

7. В разделе 3.2.2 автор сравнивает модифицированные двухшовный (Р6m) и трёхшовный (Р7) рукава реглан. Прототип трёхшовного рукава показал значительное преимущество по всем критериям оценки. Однако в промышленных изделиях трёхшовные рукава реглан используются ограниченно ввиду особенностей внешнего вида, усложнения технологии изготовления и большего расхода материалов, а также представленные в работе модели ИИ-генерации не визуализируют данные особенности покроя рукава.

8. При разработке регрессионной модели в разделе 3.3.4 в качестве предикторов выбраны четыре параметра лекала (X_4 , X_7 , X_{10} , X_{11}). Однако в процессе конструирования существуют и другие параметры, которые могут влиять на форму, например, прибавки по талии и бедрам, соотношения их распределения между конструктивными участками, глубина проймы и т.п., а также выделенный автором параметр X_3 , отвечающий за конфигурацию «рукав–рука». Следовало бы пояснить выбор и достаточность именно этих параметров.

9. В табл. 4.1 (с. 140) представлены количественные значения проверки посадки пальто АИС. Показатель $(d_F + d_B)/2$ для АИС составляет 3,0 см, что превышает верхнюю границу установленного интервала $[0, 2]$ см. Автор отмечает это как незначительное отклонение. Однако для пальто это существенный дефект передне-заднего баланса, который может указывать на «заломы» по линии низа.

10. Из описания алгоритма обратного проектирования (раздел 5.2.2.) не вполне ясно в каких программных средах реализуются расчетные маршруты А и В для реконструкции чертежей и требует пояснения.

11. Одним из наиболее интересных результатов исследования является интеграция параметрического конструирования, трехмерной виртуальной примерки и генеративных моделей искусственного интеллекта в единую технологическую схему проектирования. Вместе с тем в диссертации практически не рассмотрены вопросы устойчивости предложенного алгоритма при использовании различных генеративных моделей искусственного интеллекта. Поскольку развитие подобных моделей происходит чрезвычайно быстро, представляет интерес сравнение воспроизводимости результатов при использовании нескольких современных генеративных платформ.

Приведенные замечания не носят принципиального характера, не снижают научную новизну и практическую значимость работы и не влияют на общую высокую положительную оценку выполненного исследования. Напротив, могут рассматриваться как отдельные аспекты дальнейших исследований.

Заключение по диссертационной работе.

Диссертационная работа Цзя Шуан соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям (п.9 положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24

сентября 2013 г. с изм. и доп. от 25.01.2024 № 62), является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно-обоснованные технологические решения актуальной научной задачи – совершенствование проектирования мужских пальто покрова реглан на основе интеграции параметрического конструирования, 3D-виртуальной примерки и генерации ИИ-изображений в рамках единой системы количественных проекционных параметров.

Цзя Шуан заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.16. Технология производства изделий текстильной и легкой промышленности.

Официальный оппонент,
кандидат технических наук,
ассистент кафедры
конструирования одежды и обуви
ФГБОУ ВО «КНИТУ»

Suleymanova

Сулейманова Елена
Александровна

«25» 08 2026 года

Сулейманова Елена Александровна, кандидат технических наук (2.6.16. Технология производства изделий текстильной и легкой промышленности), федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», ассистент кафедры «Конструирование одежды и обуви», 420015, Российская Федерация, г. Казань, ул. Карла Маркса, дом 68; тел. 8(843)231-41-96; e-mail: elena.a.suleymanova@gmail.com



Подпись *Сулейманова Е.А.*
удостоверяю.
Начальник управления
организационного
и кадрового развития
ФГБОУ ВО «КНИТУ»
И.Ш. Харисов
«27» 08 2026 г.