

В диссертационный совет Д 212.355.02
на базе федерального
государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего
образования "Ивановский
государственный политехнический
университет"

153000, г. Иваново, Шереметевский
пр., д. 21

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

кандидата технических наук Москвина Алексея Юрьевича
на диссертационную работу Янь Цзяци на тему
"Разработка технологии виртуального проектирования мужских сорочек
с прогнозируемым уровнем качества посадки",
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.19.04 - Технология швейных изделий

Актуальность темы диссертационного исследования

Цифровизация и массовая кастомизация является активно развивающимися тенденциями в швейной отрасли легкой промышленности. Компьютерные технологии значительно оптимизируют и расширяют возможности процессов проектирования одежды, повышают качество выпускаемой продукции. Благодаря компьютерной графике и САПР (системам автоматизированного проектирования), проектные задачи решаются в 2D и 3D виртуальной среде. Компьютерные симуляции заменяют макетирование и натурные испытания, а конечные результаты деятельности инженеров прогнозируются с высокой точностью для выбора оптимальных параметров проектирования.

Мужская одежда традиционно характеризуется высокими требованиями потребителей к качеству посадки изделий. Антропометрическое соответствие одежды фигуре может быть достигнуто за счет применения новых информационных технологий и программного обеспечения. Однако, модернизация процессов проектирования одежды должна быть обоснована новыми базами данных и базами знаний о морфологическом строении фигур, конструкции швейных изделий, физико-механических свойствах текстильных материалов, взаимосвязях между элементами систем «фигура-одежда». В связи с этим, диссертация Янь Цзяци на тему "Разработка технологии виртуального проектирования мужских сорочек с прогнозируемым уровнем качества посадки", в которой

изложены новые методы анализа и проектирования материальных и виртуальных систем «мужская фигура - сорочка» с высоким уровнем антропометрического соответствия, является своевременной и актуальной.

Краткий анализ содержания работы

Текст диссертации изложен на 238 страницах, состоит из вступления, пяти глав, заключения, итогов выполненного исследования, рекомендаций и перспектив дальнейшей разработки темы, списка литературы и пяти приложений, включает 72 рисунка и 39 таблиц. Также в работе представлены списки сокращений, таблиц и рисунков. Список литературы включает 171 источник.

В разделе **"Общая характеристика работы"** обоснованы актуальность и важность выбранного направления исследований, сформулирована его цель и решаемые задачи, описаны объекты, предмет и методы, сформулированы новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов, приведены сведения об их производственной апробации.

Глава 1 содержит анализ проблематики и передовых методов современного адресного проектирования одежды. Автором представлен обзор ключевых концепций проектирования швейных изделий: «ready-to-wear», «made-to-measure» и «bespoke». Выполнен аналитический обзор, посвященный развитию методов кастомизации продукции. Введен в научный оборот новый термин «e-bespoke», определяющий повышение уровня интеграции компьютерных технологий в процесс проектирования одежды. Представлена характеристика морфологического строения мужских фигур, методов его описания с применением контактных и бесконтактных измерений. Изучен и систематизирован ассортимент мужских сорочек и оценены возможности применения существующих методов контроля качества швейных изделий для оценки качества посадки одежды данного ассортимента в рамках концепции e-bespoke. В заключение главы 1 представлена краткая характеристика 2D и 3D систем автоматизированного проектирования одежды.

В **главе 2** изложены основные этапы формирования новой антропометрической базы данных. Автором выполнено 3D сканирование 156 мужских фигур с применением высокоточного 3D сканера VITUS Smart XXL (Human solutions GmbH, Германия). Обработка облаков точек выполнена в программном обеспечении Anthroscan. Предложен перечень размерных признаков фигур, применение величин которых способствует повышению уровня антропометрического соответствия мужских сорочек индивидуальным фигурам. Величины размерных признаков извлечены из 3D моделей в программе Rhinoceros. Выполнена статистическая обработка результатов и группировка фигур в зависимости от телосложения. Сформулированы особенности морфологического строения, актуальные в

рамках рассматриваемой выборки. Подробно рассмотрена 3D форма горловины, плечевого ската и стана фигуры на антропометрических уровнях груди, талии и бедер. Предложены геометрические модели для автоматизированного воспроизведения пространственной формы горловины и линии плечевого ската в среде САПР.

В главе 3 представлен новый перечень критериев для оценки качества посадки сорочек в виртуальной среде. С применением 3D моделирования, анализа фотографических материалов и макетирования установлены критерии для валидации антропометрического соответствия между фигурой и одеждой во взаимосвязи с причинами возникновения дефектов посадки, скрытыми в чертеже конструкции. Для оценки качества посадки предложено применение субъективных и объективных методов. Составлены схемы корректировки чертежей конструкции в зависимости от вида дефекта и степени его проявления.

Глава 4 посвящена разработке новой расчетно-аналитической методики конструирования мужских сорочек с учетом полиморфизма морфологического строения индивидуальных фигур. Формализованный алгоритм построения чертежа обеспечивает взаимосвязь между величинами размерных признаков фигуры, извлекаемых из 3D моделей, и конструктивными параметрами чертежей. Особенностью авторского подхода является то, что для разработки алгоритма выделено три группы конструктивных прибавок: нулевые, минимально-необходимые и прогнозируемые композиционные. Предложены способы точного определения величин прибавок каждой группы. Сопоставлены чертежи сорочек, построенные на условно- типовые и индивидуальные фигуры. В заключение главы 4 автором сформулирован ряд принципов прогнозирования качества посадки сорочек на основе чертежей конструкции.

В главе 5 представлена апробация элементов методического и информационного обеспечения, предложенных автором, в разработке виртуальных и материальных сорочек.

В программе Clo3D выполнено компьютерное моделирование ряда изделий трех силуэтных форм (приталенная, обычная и свободная) с применением физически-корректной компьютерной симуляции текстильных материалов. Инструментарий программного обеспечения применен для оценки качества 3D моделей. Определено влияние текстильных материалов на форму одежды и проявление дефектов посадки. В рамках производственной апробации изготовлены сорочки для восьми индивидуальных фигур и показан высокий уровень антропометрического соответствия по субъективным и объективным критериям.

В разделах «Итоги выполненного исследования» и «Рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы» обобщены результаты

исследования, сформулированы выводы по работе в целом, разработаны рекомендации к применению полученных результатов на практике, а также определены перспективные направления дальнейших исследований.

Диссертационная работа хорошо структурирована, текст изложен логично. Иллюстративный материал отличается высоким качеством. Табличные данные систематизированы и наглядны.

Оформление работы в целом соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. Содержание автореферата в полной мере соответствует диссертации, отражает методики исследований и полученные результаты.

Научная новизна и практическая значимость диссертации

Научная новизна результатов диссертационного исследования состоит в разработанных методах изучения реальных и виртуальных систем «мужская фигура - сорочка», базах данных, описывающих морфологическое строение индивидуальных мужских фигур, а также получаемых результатах компьютерного прогнозирования пространственной формы мужских сорочек с учетом расширенного перечня антропометрических параметров, условий их применения в 2D конструировании и показателей свойств текстильных материалов.

Практическая значимость результатов исследования заключается в новом методе проектирования сорочек, который включает 3D сканирование индивидуальных фигур, обработку 3D изображений, 2D автоматизированное конструирование изделий с применением расширенного перечня размерных признаков для учета морфологического строения фигуры, валидацию конструктивного решения посредством компьютерных симуляций и комплексную субъективную и объективную оценку качества посадки изделий, выполненных в материале, на основе новых критериев.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Достоверность результатов диссертационной работы обоснована корректным выбором совокупности методов теоретических и экспериментальных исследований, применением высокоточного оборудования (3D сканера VITUSSmartXXL для генерирования аватаров фигур, комплекса Kawabata Evaluation System для определения величин показателей физико-механических свойств текстильных материалов), программного обеспечения для компьютерного моделирования и анализа систем "фигура-одежда" (Anthroscan, Clo3D, Rhinoceros, Adobe Photoshop, Adobe Illustrator, Mixamo auto rigger) в решении задач диссертационного исследования.

Достоверность результатов подтверждается их публичным обсуждением в рамках выполнения докладов на международных конференциях, включая 16th World Textile Conference AUTEX 2016, 8-10 июня 2016 г. (Любляна, Словения); 7th International conference "3D Body scanning technologies", 30 ноября - 1 декабря 2016 г. (Лугано, Швейцария); Всероссийской научной студенческой конференции "Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности ИНТЕКС 2016", 5-6 апреля 2016 г. (Москва); 17th World Textile Conference AUTEX 2017 Textiles – Shaping the Future", июнь 2017 г. (Корфу, Греция); 18th World Textile Conference AUTEX 2018, 21-23 июня 2018 г. (Стамбул, Турция); Aegean International Textile and Advanced Engineering Conference AITAE 2018, 5-7 сентябрь 2018 г. (Митилини, Греция); Международной конференции "Техника, технологии и образование" (International Conference on Technics, Technologies and Education) ICTTE 2020, 5-6 ноября 2020 г. (Ямбол, Болгария).

Высокие показатели качества сорочек, сконструированных в соответствии с разработанным автором методом, подтверждаются успешными производственными испытаниями на предприятии ООО «Тексел».

Анализ публикаций по теме диссертационного исследования

Результаты диссертационного исследования отражены в 13 работах, шесть из которых опубликованы на английском языке в изданиях, индексируемых базами данных Web of Science и Scopus. Количество и содержание публикаций свидетельствуют о том, что результаты исследования прошли публичную апробацию и достаточно широко освещены в научной печати.

Замечания по диссертационной работе

При прочтении диссертации возник ряд замечаний и вопросов, относящихся к применяющейся автором методологии и терминологии.

1. Цель исследования сформулирована автором трижды, на стр. 18, стр. 24 и стр. 90. Формулировка цели работы, представленная на стр. 24, больше всего соответствует полученным результатам.

2. На рисунке 1.2 (стр. 32) автор указывает, что на этапе «Одобрение посадки» инженер или потребитель «одобряет посадку и масштабирование чертежа» одежды ready-to-wear. Масштабные системы конструирования одежды применялись в XIX в. В конце XIX - начале XX в. их заменили более точные расчетно-графические и расчетно-аналитические системы конструирования. Возможно, под «масштабированием чертежей» автор понимает «графикацию деталей»?

3. В разделах 2.1.2 и 2.1.3 описана методика 3D сканирования и измерения величин размерных признаков фигур. Для генерирования 3D моделей применено программное обеспечение Anthroscan. Затем величины размерных признаков измерены по 3D моделям в программном обеспечении Rhinoceros. Из текста данных разделов диссертации непонятно, зачем был осуществлен переход из программного обеспечения Anthroscan, которое позволяет автоматически извлекать величины размерных признаков из 3D модели, в Rhinoceros, где измерение величин размерных признаков в полуавтоматическом режиме требует больших временных затрат.

4. На рисунках 2.5 и 2.9 представлены «новые размерные признаки для описания морфологических особенностей пространственной формы и линии обхвата шеи». Однако, размерный признак $d_{шпоп}$ (поперечный диаметр шеи) широко применяется в швейной промышленности, представлен в ГОСТ 17521-72 и перечне измерений программного обеспечения Anthroscan. Размерные признаки $B_{штсб}$, $B_{штсп}$, $B_{штсз}$, $B_{штс}$ и $B_{штп}$, предлагаемые автором, представлены в ГОСТ 17521-72. Измерения, аналогичные $O_{г3п}$, $O_{г3з}$, $O_{тп}$, $O_{тз}$, $O_{бп}$ и $O_{бз}$, представлены в методике РОСЗИТЛП (см. подробнее: Ларькина Л.П., Шершнева Л.В. Конструирование одежды (Теория и практика). – М.:ФОРУМ: ИНФРА-М, 2006. – стр.89, рис.5.7.). Возможно, автор предлагает новый способ применения величин данных размерных признаков?

5. Все предлагаемые способы корректировки горловины (стр. 132) не учитывают возможное различное соотношение ширины горловины переда и спинки (например, см. способ корректировки дефекта посадки «напряженные складки на полочке, направленные от линии горловины к боковому шву» стр. 59 в работе Рахманов, Н. А., Стаханова С.И. Конструктивные дефекты одежды и способы их устранения. – М.: Легкая индустрия, 1979 г. – 128 с.). Возможно ли неравномерное изменение ширины горловины в рамках авторского подхода?

6. В работе рассмотрен дефект посадки «длинный рукав». Автор указывает «длину руки» в качестве размерного признака для контроля качества посадки в рамках данного дефекта (стр. 229). Однако, при одевании сорочки манжеты застегиваются, и избыточная длина рукава образует напуск материала над манжетой. Поэтому корректная длина рукава обеспечивается соответствием длины манжеты и обхвата запястья. Следовательно, схемы корректировки детали рукава, представленные автором на страницах 229 – 231, требуют уточнений. Кроме того, из текста работы непонятно, как оценивалась длина рукава по изображениям

сорочек с расстегнутыми манжетами (№1 и №2 в табл. Г.В и фотография в таблице 3.3 на стр. 133).

7. На стр. 160 автор указывает, что программа Adobe Illustrator была применена для «создания графиков». Необходимо пояснить, какие именно графики были разработаны в данном программном обеспечении и с какой целью векторный графический редактор был применен вместо традиционных программ, оптимизированных для графического представления данных (MS Excel, Mathlab, iWork Numbers, LibreOffice Calc, WPS Office Spreadsheets и др.).

8. На стр. 162 автор указывает: «Виртуальный клон VC является твердотельным, мало похож на виртуальную модель или аватар, чтобы его напрямую применить в CLO3D. Поэтому VC был экспортирован в Mixamo для генерации VTK с виртуальными скелетами и суставами (формат.fbx), которые поддерживали бы реальную морфологию фигуры и допускали изменение поз.» Однако, процедура создания скелета (англ. rigging) не изменяет морфологию аватара, а сам аватар после ее проведения остается твердотельным объектом. Кроме того, на всех изображениях в диссертационной работе аватары показаны в одной и той же позе. Возможно, создание скелета для 3D сканов выполнено для расширения перспектив дальнейших исследований или возможностей разработанного процесса проектирования?

9. В разделе 3.2.2. «База данных фотографий дефектов посадки» качество посадки сорочек оценивается по фотографическим изображениям. Необходимо пояснить, какие требования предъявлялись к фотоматериалам (поза фигуры, застегнутое/расстегнутое изделие, условия освещенности и т.п.)?

10. Если разрабатываемые автором методики относятся к концепции проектирования и технологии изготовления одежды bespoke, то остается неясным, почему в диссертации не представлены конструктивные решения сорочек bespoke, которые позволяют обеспечить высокое качество посадки. В частности, в сорочках выполняют вертикальный средний шов на кокетке спинки для компенсации асимметрии фигуры и эластичную ластовицу в нижней части бокового шва. Возможна ли интеграция данных конструктивных решений в разработанный алгоритм построения чертежа?

11. В рамках дистанционного адресного проектирования одежды величины размерных признаков не могут быть измерены высококвалифицированным специалистом, а фигура – отсканирована с применением высокоточного оборудования, т.к. заказчик и производитель одежды удалены друг от друга. Может ли автор пояснить, какие перспективные технологии и методы могут применяться для удаленного

получения величин размерных признаков индивидуальных фигур и как возможно обеспечить точность таких измерений?

12. Несмотря на большую работу по формированию перечня критериев качества посадки, автором не сформулирована окончательно формализованная процедура оценки качества: объект, метод, условия, средства контроля, признак, характеризующий качество изделия. Возможно, для выполнения оценки качества применима стандартная методика (например, изложенная в ГОСТ 4103-82 «Изделия швейные. Методы контроля качества»), дополненная новыми критериями?

13. В диссертации представлен ряд терминов и формулировок, которые затрудняют ее понимание и требуют уточнения, например: «эксклюзивная посадка одежды» (стр. 25, 26), «реальные размерные признаки» (стр. 25), «такие важные морфологии, как пропорции в переднезаднем направлении» (стр. 26), «многие потребители сообщили о негативном опыте посадки и монотонности» (стр. 27), «ручные размерные признаки» (стр. 27), «Вespoke выполнен в эксклюзивной манере» (стр. 28), «3D фигурный сканер» (стр. 29), «текстильные ткани» (стр. 29), «виртуальный клон» (стр. 31), «чертеж составление» (стр. 32, рис. 1.2), «конкретные измерения фигуры, которые все еще были получены из существующих базовых РП и ориентиров» (стр. 35), «локальные проблемы подгонки» (стр. 35), «интегральное определение сорочки» (стр. 54), «объему воздуха вокруг торса и руки» (стр. 56), «общая красота одежды» (стр. 68), «шейные линии» (стр. 105), «твердые ткани» (стр. 126), «скорость деформации сорочек» (рис. 5.7). Также работа содержит несколько опечаток: «нейро технологии» вместо «нейротехнологии» (стр. 19), «включая 72 рисунков и 39 таблицы» вместо «включая 72 рисунка и 39 таблиц» (стр. 22), «приложения» вместо «приложения» (стр. 34). Ряд заключений, выдвинутых автором, требует обоснования и пояснения, в частности: «Обычно процедура кастомизации выполняется вручную опытным конструктором или портным, что показывает свою трудоемкость и иногда неудовлетворительность.» (стр. 25) и «ЦД (цифровой двойник) - это дигитальное представление уникального актива, которое моделирует его свойства, состояние и поведение с помощью моделей, информации и данных» (стр. 53).

Изложенные выше замечания не снижают положительного впечатления о работе и не влияют на значимость полученных результатов, обоснованы отсутствием единой устоявшейся методологии данной области исследования и междисциплинарным подходом автора к решению научно-технической задачи.

Заключение

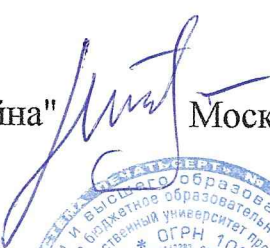
Диссертация Янь Цзяци на тему "Разработка технологии виртуального проектирования мужских сорочек с прогнозируемым уровнем качества посадки" является завершенной научно-квалификационной работой в которой изложены новые методы и базы данных, обеспечивающие решение научно-технической задачи проектирования мужских сорочек в виртуальной среде с прогнозируемым качеством посадки изделий и имеющие существенное значение для развития швейной отрасли лёгкой промышленности.

Диссертация соответствует п. 1 «Разработка теоретических основ и установление общих закономерностей проектирования одежды на фигуры типового и нетипового телосложения», п. 3 «Разработка математического и информационного обеспечения систем автоматизированного проектирования одежды» и п. 5 «Совершенствование методов оценки качества и проектирование одежды с заданными потребительскими и технико-экономическими показателями» паспорта научной специальности 05.19.04 - Технология швейных изделий.

Диссертационная работа Янь Цзяци на тему "Разработка технологии виртуального проектирования мужских сорочек с прогнозируемым уровнем качества посадки" отвечает требованиям, изложенным в п. 9-13 "Положения о порядке присуждения ученых степеней", утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

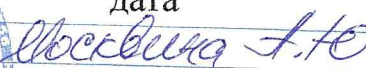
Официальный оппонент:

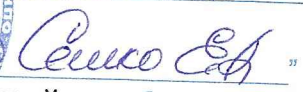
кандидат технических наук,
доцент кафедры конструирования
и технологии швейных изделий
ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский
государственный университет
промышленных технологий и дизайна"

 Москвин Алексей Юрьевич

дата

03.04.2017





Контактная информация:

ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский государственный университет
промышленных технологий и дизайна".

Адрес: Россия, 191186, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 18.

Телефон/факс: +7 (812) 315-75-25, +7 (812) 571-95-84.

Сайт: <http://sutd.ru/> E-mail: rector@sutd.ru, priemcom@sutd.ru