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 Чэн Чжэ на тему
"Совершенствование процесса проектирования мужского белья",
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.19.04 - Технология швейных изделий

Актуальность темы диссертационного исследования

Глобализация рынка швейной промышленности и тенденция кастомизации продукции в соответствии с потребительскими предпочтениями актуализируют формирование новых подходов к проектированию одежды. Применение передовых компьютерных технологий, таких, как 3D сканирование, физически-корректная симуляция тканей и мягких объектов в комбинированных системах, автоматизированное построение разверток поверхностей сложных пространственных форм, 3D печать, физически корректный рендеринг, расширяет традиционный инструментарий инженера-конструктора одежды. Благодаря новым технологиям стало возможным проектирование одежды в виртуальном пространстве, повышение эффективности и точности выполнения проектно-конструкторских работ и обеспечение высоких потребительских показателей качества выпускаемой продукции.

Реализация возможностей современного технологического базиса в высокоточном проектировании белья с заданными показателями качества требует разработки новых научно обоснованных методов и баз данных, обеспечивающих взаимосвязь между современными способами компьютерного представления фигуры человека, физическими моделями текстильных материалов и автоматизированными алгоритмами построения чертежей одежды. Поэтому диссертация Чэн Чжэ на тему "Совершенствование процесса проектирования мужского белья", выполненная в рамках государственного задания НИР № 2.2425.2017/4.6 на тему "Разработка программного обеспечения для виртуального

проектирования статичных и динамичных систем "фигура-одежда" и проведения виртуальных примерок одежды FashionNet", содержащая новые методы проектирования и исследования реальных и виртуальных мужских бельевых изделий с использованием новых массивов экспериментальных данных в областях антропометрии и текстильного материаловедения, является актуальной.

Краткий анализ содержания работы

Текст диссертации изложен на 248 страницах, состоит из общей характеристики работы, пяти глав, выводов и рекомендаций, списка литературы, семи приложений, включает 102 рисунка и 25 таблиц.

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 и практическая значимость полученных результатов, приведены сведения об их апробации.

Глава 1 содержит разносторонний анализ современных концепций дизайн-проектирования мужского белья, его научно-методического, математического, программного и информационного обеспечения. Автором представлена классификация мужского белья, определены перспективные направления в развитии эргономичного дизайна. Систематизированы результаты современных исследований в областях антропометрии, конструирования одежды и оценки ее качества, а также текстильного материаловедения. Показаны значительные возможности совершенствования процесса проектирования мужского белья с заданными потребительскими показателями качества, реализуемые за счет применения современных методов анализа и проектирования реальных и виртуальных систем "фигура-одежда".

В **главе 2** изложены методика и результаты анализа потребительских предпочтений относительно одежды рассматриваемого ассортимента. Выполнен художественно-конструктивный анализ распространенных моделей белья и установлены их модельные особенности. Выполнен опрос потребителей и обработаны его результаты. Установлены предпочтения мужчин из Российской Федерации, Китая, Франции и Бангладеш различных возрастных групп относительно широкого диапазона характеристик белья. Обоснован выбор самого популярного вида белья "боксеры" для последующего углубленного изучения.

Глава 3 содержит описание основных этапов разработки новой антропометрической базы данных, обеспечивающей широкие возможности высокоточного проектирования белья. Автором обоснована необходимость учета анатомического строения фигур в эргономичном проектировании и выборе рациональных художественно-конструктивных решений белья, показаны ограниченные возможности описания формы и размеров

подкорпусной части фигур на основе традиционного перечня контактных измерений. С применением высокоточного 3D сканера VITUS Smart XXL получены виртуальные копии фигур 133 мужчин из различных стран и проведено их антропометрическое исследование. Для этого алгоритм автоматизированного определения положения основных антропометрических точек на поверхности аватара, реализованный в программном обеспечении Anthroscan, был дополнен новым алгоритмом нахождения точки промежности, имеющей важное значение для параметризации формы сагиттальных сечений фигуры в контексте проектирования белья. Выполнен анализ сагиттальных сечений аватаров фигур на основе сопоставления геометрических параметров формы этих сечений. Предложен ряд новых дуговых измерений фигур для высокоточного описания морфологии фигур мужчин, актуальный для серийного и индивидуального производств.

Глава 4 содержит результаты анализа механических свойств трикотажных материалов, применяющихся для изготовления современного белья, и новую методику определения их компрессионной способности. Автор обосновывает необходимость учета свойств текстильных материалов в проектировании компрессионной одежды рассматриваемого ассортимента и формирует выборку из 18 трикотажных материалов, произведенных в Китае и Российской Федерации. На первом этапе исследования измерено давление, оказываемое лентами из трикотажных материалов на деформируемый манекен и фигуру человека с применением высокочувствительных датчиков. На втором этапе исследования выполнено тестирование образцов материалов на оборудовании, входящем в систему KES (Kawabata Evaluation System), определены величины показателей их геометрических и механических свойств. На третьем этапе исследования установлена взаимосвязь между компрессионной способностью и механическими свойствами рассматриваемых материалов, разработана математическая модель для прогнозирования давления трикотажных материалов в системах "фигура-одежда" и показана ее точность.

В **главе 5** разработано новое методическое обеспечение для конструирования мужского белья с учетом морфологии фигур и показателей свойств материалов. Автор усовершенствовал традиционные алгоритмы расчётно-графических методик построения чертежей брюк и предложил новую методику построения базовой конструкции чертежей бельевых изделий, а также схему ее градации. В среде 3D САПР выполнен анализ компрессионного воздействия, которое оказывают бельевые изделия на фигуру человека, и предложена методика имитации этого воздействия, основанная на модификации твердотельных аватаров MakeHuman в программе 3DSMax. Изготовлены опытные образцы изделий, измерены объективные и субъективные показатели их качества.

В разделе **"Выводы и рекомендации"** 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 следующем:

1. С применением 3D сканирования выполнено антропометрическое исследование фигур мужчин и с высокой точностью описаны форма и размеры подкорпусной части стана на основе параметров сечений трехмерных аватаров, ряда новых дуговых и проекционных измерений.
2. Составлена классификация подкорпусной части стана мужских фигур на основе традиционных и новых размерных признаков, применимая в обработке данных антропометрических исследований и разработке прогрессивных методов проектирования мужской поясной одежды.
3. Изучена пластика мягких тканей мужских фигур, представлен метод качественной и количественной оценки их деформации под воздействием компрессионных изделий из трикотажа.
4. Предложен новый показатель, характеризующий воздействие трикотажных материалов на фигуру человека в компрессионных изделиях - "показатель компрессионной способности". Разработан специальный математический аппарат для прогнозирования компрессионного давления швейных изделий из трикотажных материалов.

Практическая значимость результатов исследования заключается в новом методе проектирования белья с учетом параметров морфологии фигур мужчин и совокупности показателей свойств современных трикотажных материалов в среде 2D и 3D САПР, который обеспечивает высокие потребительские показатели качества изделий.

1. Сформулированы потребительские предпочтения и определены перспективные направления в развитии методов дизайн-проектирования мужского белья.
2. Предложены новые размерные признаки для высокоточного описания формы и размеров подкорпусной части стана мужских фигур.

3. Предложен способ учета показателей механических свойств трикотажных материалов в конструировании бельевых изделий.

4. Разработана новая методика конструирования, обеспечивающая взаимосвязь между чертежами белья, антропометрическими данными, показателями свойств материалов и возникновением эффектов компрессии или коррекции.

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 сканер VITUSSmartXXL, приборов KES-FB1, KES-FB3 и KES-FB4 для определения величин показателей свойств текстильных материалов, входящих в систему Kawabata Evaluation System, портативных высокочувствительных датчиков давления Tekscan® FlexiForce® A201), программного обеспечения для компьютерного моделирования и анализа систем "фигура-одежда" (MakeHuman, Clo3D, 3DSMax, Anthroscan, LabWindows/CVI) в решении задач диссертационного исследования.

Также достоверность результатов подтверждается их публичным обсуждением в рамках выполнения докладов на международных конференциях, включая "AUTEX World Textile Conference 2014, 2015, 2016, 2017", "International Conference on Computers&Industrial Engineering 2015", "International conference on 3D Bodyscanning technologies 2016", "International Conference on Advanced Materials Science and Technology 2016", "Информационная среда вуза 2016, 2017" и др.

Высокие показатели качества разработанных конструктивных решений белья подтверждаются успешной апробацией в серийном производстве на предприятии ZOZH.

Анализ публикаций по теме диссертационного исследования

Результаты диссертационного исследования отражены в 23 работах, в т. ч. шести статьях в журналах, входящих в перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук (перечень ВАК РФ). Отдельно следует отметить важность трех публикаций в журналах, индексируемых системой Web of Sciense (WoS, Clarivate Analytics): "AUTEX Research Journal", "Materials Science and Engineering" и "Textile Research Journal".

Количество и качество публикаций свидетельствуют о том, что результаты различных этапов исследования прошли публичную апробацию и широко освещены в научной печати.

Замечания по диссертационной работе

При прочтении диссертации возник ряд замечаний и вопросов, относящихся к выбранным методам исследования и используемой автором терминологии.

1. Автор указывает, что "В начале 18 века, до начала Европейской промышленной революции, мужское нижнее белье в основном называли «набедренной повязкой»" (стр. 15). Необходимо уточнить источник, из которого получена данная информация, поскольку термин «набедренная повязка» (англ. "loincloth") традиционно используют в контексте описания одежды Древнего мира и Средневековья. В указанный автором период (1700-1770 гг.) были распространены рейтузы (англ. "breeches"), панталоны, подштанники, исподние штаны (англ. "drawers"), кальсоны (англ. "long johns").
2. На стр. 15 указано: "В 19 веке нижнее белье «Джонс бокс» (John`s boxing underwear) (облегающие брюки) имело форму современного нижнего белья." [*орфография и пунктуация автора*]. На стр. 22 упомянуто, что "В. Брокс [214] спроектировал «современное» нижнее белье" в 1995 г. Также на стр. 24 указано, что "Основной вид современного мужского белья появился в Китае в 1970-1980-е гг. в крупных торговых центрах". Хронологические границы появления современного ассортимента нижнего белья требуют уточнений, поскольку, согласно Б. Рётцелю, современный ассортимент мужского нижнего белья сформировался в 1930-е гг. (Рётцель, Б. Джентельмен: Путеводитель по стилю и моде для мужчин. – М.: Астрель, 2010. - стр. 42)
3. На стр. 18 представлена классификация ассортимента мужского белья. Автор упоминает "более 10 категорий", но в последующем перечне описано только 8 из них, а на рисунке 1.2 проиллюстрировано 7 моделей. Также автор не уточняет, на основе каких классификационных признаков выполнено разделение моделей белья на "категории". В связи с этим непонятно, почему "Боксеры-шорты" и "Боксеры-брифы", которые являются разновидностью модели "Боксеры", находятся с ней на одной ступени классификации.
4. Автор приводит среднестатистические расходы китайских мужчин на потребление белья (стр. 24) и выделяет три группы мужчин (39%, 19,3% и 11,6% от общего количества респондентов) которые в сумме не составляют 100% от общего количества респондентов.
5. В работе указано, что система KES (Kawabata Evaluation System) выбрана для тестирования образцов материалов в связи с ее популярностью (стр. 38). Однако популярность не может выступать единственным критерием для обоснования выбора оборудования. Также в тексте не поясняется, имеет ли в контексте данного исследования система KES преимущества перед другими системами, например, FAST (Fabric Assurance by Simple Testing).

6. Автор многократно упоминает о влиянии различных моделей белья на здоровье мужчин: "укрепление здоровья" (стр. 20), "элементы улучшения здоровья" (стр. 24), "лечебный эффект" (стр. 46 и 122), "функции здоровья" (стр. 49). Ссылки на результаты соответствующих медицинских исследований помогли бы обосновать данные утверждения.

7. На стр. 16 указано, что "Мужское белье отличается от женского … что требует дифференцированного подхода к его конструированию." Несмотря на это, автор систематически сравнивает мужское и женское белье (стр. 19, 22, 34, 48 и 122), сопоставляет строение таза мужчин и женщин (стр. 73-74), а также приводит величины компрессионного давления материалов для мужских и женских фигур (стр. 138). Поскольку результаты этих сравнений не используются для решения задач диссертационного исследования, необходимость в их выполнении не очевидна.

8. На стр. 75. автор упоминает, что "Талия самая тонкая часть тела." Данная формулировка требует уточнения.

9. Стр. 79 представлена фотография системы для 3D сканирования. Однако 3D сканер на фотографии не виден, поскольку закрыт пологом.

10. На стр. 79 указано, что для антропометрического исследования "Было выбрано 115 китайских, 7 бангладешских и 38 русских юношей … (общее количество 133 фигуры)." Сумма фигур из трех групп не соответствует общему количеству фигур.

11. Автор выполнил антропометрическое исследование фигур мужчин с помощью 3D сканирования. Затем были измерены параметры сечений фигур, в т. ч. "Положение пикового уровня гениталий", "Выпуклость гениталий" и "Положение ягодичной точки" (стр. 87). Величины измерения данных параметров зависят от конструкции белья. Однако из текста работы непонятно, предъявлялись ли требования к модели или конструкции белья при выполнении 3D сканирования.

12. После выполнения антропометрических исследований (стр. 78-87) автор предлагает ряд дополнительных дуговых измерений (стр. 88-91). В тексте работы не поясняется, для чего был осуществлён переход от 3d аватара к традиционным контактным дуговым измерениям и почему для последующего проектирования бельевых изделий не были использованы непосредственно параметры сечений 3d сканов, которые предоставляют больше информации о форме и размерах фигуры.

13. В главе 5 автор предлагает новую методику конструирования мужских бельевых изделий. По каким причинам за основу были взяты традиционные расчётно-графические системы построения чертежей брюк, а не более современные методы компьютерного построения разверток сложных пространственных форм, которые позволяют с высокой точностью генерировать чертежи непосредственно на основе результатов 3D сканирования? Например, ряд методов 3D -2D проектирования изложен в следующих публикациях: In Hwan Sul, Tae Jin Kang, (2006) "Interactive

garment pattern design using virtual scissoring method", International Journal of Clothing Science and Technology, Vol. 18 Issue: 1, pp.31-42; Hein Daanen, Sung-Ae Hong, (2008) "Made-to-measure pattern development based on 3D whole body scans", International Journal of Clothing Science and Technology, Vol. 20 Issue: 1, pp.15-25; Yang Yunchu, Zhang Weiyuan, (2007) "Prototype garment pattern flattening based on individual 3D virtual dummy", International Journal of Clothing Science and Technology, Vol. 19 Issue: 5, pp.334-348.

14. На стр. 158 представлен перечень новых размерных признаков. Из текста непонятно, существуют ли различия между измерением "CL – дуга через паховую область", предложенным автором, и измерением "77 - дуга через паховую область" (ГОСТ Р 31400-2009 Классификация типовых фигур мужчин особо больших размеров), а также между измерением "NWG – обхват торса ниже уровня талии на уровне пояса" и измерениями "Bdu – Обхват талии на уровне пояса" (Мюллер и Сын. Мужская одежда от А до Я. Техника кроя, М.: Эдипресс-Конлига, 2010, стр. 52) и "D – Обхват талии для брюк" (У. Алдрич. Мужская одежда. Английский метод конструирования и моделирования, М.: Эдипресс-Конлига, 2009, стр. 13).

15. В качестве цели экспериментального моделирования систем "фигура-одежда" в программе Clo3D (стр. 167) автор указывает "преобразование твердотельного аватара в мягкотельный" [*терминология автора*]. Однако, проектирование деформируемых аватаров, как и их применение для виртуальных примерок, в данной программе затруднительно, поскольку аватар участвует в физической симуляции исключительно как твердотельный объект (англ. "collision object"). Возможна имитация деформаций твердотельных объектов в ручном режиме на основе полигонального моделирования, что и предлагает автор на стр. 177-180.

16. В тексте работы не указано, какие параметры симуляции были выбраны в программе Clo3D (стр. 167-181), в частности, параметры деталей кроя ("particle distance", "collision thickness", "mesh type") и параметры аватара ("skin offset", "static friction"), оказывающие значительное влияние на форму получаемых трехмерных моделей и их точность. Также автор не уточняет, использовались ли специальные функции программы, контролирующие симуляцию текстильных материалов ("bond", "skive", "pressure") и срезов деталей кроя ("elastic", "seam taping").

17. Из текста работы не ясно, рассматривал ли автор параметры эластичных поясов и свойства материалов, из которых они изготавливаются. Например, рисунок 5.22 (стр. 175), иллюстрирует распределение давления в компьютерных моделях белья. Из рисунка видно, что наибольшее давление на фигуру оказывает пояс. Однако в тексте не поясняется, какой виртуальный материал был использован для его симуляции.

18. В таблице III.1 (стр. 223) представлен перечень трикотажных материалов. Для материала Т9 не указан волокнистый состав. Верно ли указаны единицы измерения поверхностной плотности – г/см^2?

19. На рисунке V.3 (стр. 242) представлены фотографии изделий, выполненных в материале. На видах спереди и сзади заметны значительные деформации мягких тканей, вызванные избыточным давление пояса. Возможно, это объясняется несоответствием длины пояса изделия и величины измерения обхвата талии фигуры?

20. Ряд терминов, используемых в работе, затрудняет понимание ее содержания. В частности: "быстрая трудовая деятельность" (стр. 15), "ранние времена" (стр. 15, возможно имеется в виду исторический период «Древний мир» или «Средние века»), "элементы улучшения здоровья" (стр. 24), "ездовой спорт" (стр. 29), "«push-up» ощущения" (стр. 62), "степень растрескивания" (стр. 151).

21. Работа содержит несколько неточностей в оформлении, в частности, отсутствуют интервалы между заголовками и текстом (стр. 6, 34, 192), в тексте отсутствует ссылка на рис. 1.1 (стр. 17), издания на английском языке расположены перед изданиями на русском языке в списке литературы (стр. 194-214), некорректно оформлены ссылки на интернет ресурсы (стр. 198), на стр. 21-23 часть фамилий исследователей представлена на русском языке, часть – на английском языке.

Данные замечания не снижают общего 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 научной задачи.

Заключение

Диссертация Чэн Чжэ на тему "Совершенствование процесса проектирования мужского белья" является завершенной научно-квалификационной работой в которой изложены новые методы и базы данных, обеспечивающие высокоточное компьютерное проектирование мужских бельевых изделий с учетом морфологического строения фигур и показателей свойств современных трикотажных материалов, 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" и п. 5 "Совершенствование методов оценки и проектирование одежды с заданными потребительскими и технико-экономическими показателями" паспорта научной специальности 05.19.04 - Технология швейных изделий.

Диссертационная работа Чэн Чжэ на тему "Совершенствование процесса проектирования мужского белья" 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

03.06.2019
дата

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

Подпись Москвина А.Ю.
ЗАВЕРЯЮ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»