

В диссертационный совет Д212.144.01  
при ФГБОУ ВПО «Московский  
государственный университет дизайна  
и технологии»:  
117997 г. Москва, ул. Садовническая,  
д. 33, стр.1.

## **ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**

доктора технических наук Черуновой И.В. на диссертационную работу  
Мэнна ГО (MengNa GUO) на тему «РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ  
ВИРТУАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОДЕЖДЫ С ЭЛЕМЕНТАМИ  
СИМУЛЯЦИИ КОМФОРТНОСТИ», представленную на соискание ученой  
степени кандидата технических наук по специальности 05.19.04 -  
«Технология швейных изделий»

### **Актуальность темы диссертационной работы**

Интенсивное развитие САПР одежды сформировало новую ступень истории индустрии моды, где значительную часть проектных работ инженеры могут выполнять, опираясь на автоматизированные системы и средства, получая при этом ряд конкретных инженерных решений, обоснованных исключительно физическими моделями и расчетами. В основе таких моделей, зачастую геометрических, лежат унифицированные параметры и переменные, чаще всего ограниченные традиционным механистическим подходом к их формализации. При этом основной потребитель результатов проектирования в сфере индустрии моды – это человек, который представляет собой самую сложную систему в природе по взаимодействию количественных и качественных параметров, формирующих определенную степень сбалансированности работы организма человека с точки зрения его физиологического и психофизического баланса. Одежда – неотъемлемая часть обеспечения этого баланса в сложной системе «Человек-Среда». При этом важно отметить то, что до сих пор качество одежды рассматривалось как совокупность признаков, большей частью определяемых в количественных показателях, где понятие комфорта представлялось категорией совокупного значения отдельных количественных измерений одежды, а учет качественных показателей остается несколько оторванным от процесса проектирования и требует продолжения развития и более тесной интеграции в виртуальное проектирование. Качество одежды и ее, в первую очередь, комфорт – это не только точность кроя, общая эстетика, гигиеничность и удобство в движении в целом и на отдельных участках, но и собственное ощущение человека от

совокупного воздействия одежды на его тело как с точки зрения ощущений комфорта соприкосновения с материалами одежды, так и ощущение, возникающее при динамическом контакте и определенных механических воздействиях одежды. Такие аспекты взаимодействия в системе «Человек-Одежда» недостаточно учитывались до настоящего времени даже в самых передовых системах автоматизированного проектирования и представляют собой большой интерес для совершенствования средств САПР и развития такого важного направления, как гуманизация принятия проектных решений. Таким образом, работа, посвященная созданию новых подходов и методов проектирования одежды с обеспечением условия гуманизации проектных решений является актуальной и решает важные научные и практические задачи.

### **Цели и задачи исследований**

Целью работы является разработка метода проектирования женских платьев с прогнозируемым уровнем комфортности.

Для достижения цели поставлены и решены следующие задачи:

- исследованы конструктивные параметры чертежей женских платьев с разными объемно-силуэтными формами и структурой;
- разработана новая методика измерения давления одежды на мягкие ткани женских фигур с использованием нового инструментария;
- исследовано влияние конструктивных и структурных параметров платьев, влияющих на возникновение давления на поверхности тела;
- исследованы показатели физико-механических свойств тканей в условиях, воспроизводящих их деформированное состояние в женских платьях в разных эргономических позах;
- исследовано влияние конструктивных параметров платьев и показателей свойств текстильных материалов на формообразование текстильной оболочки вокруг фигуры, распределение давления в системах «фигура-платье» и субъективные ощущения носчиков в статической и динамической позах;
- разработаны математические модели для прогнозирования объема платьев и возникающего под их действием давления на тело человека;
- разработан алгоритм симуляции давления в виртуальных системах «фигура-одежда».

**Значимость представленной работы для науки** заключается в следующих важных научных результатах:

1. Предложены новые комплексные показатели : положение плоскости проймы и объемные конструктивные прибавки, необходимые для согласования параметров плоских чертежей с показателями трехмерной формы готовой одежды и оценки комфортности.

2. Разработаны цифровые шкалы для взаимного перевода значений компрессионного давления одежды на тело и рангов его субъективного восприятия.

3. Разработаны базы данных и математические модели, объединяющие одинаковые показатели свойств текстильных материалов, ответственные за изменение объемно-пространственной формы и комфортности систем «фигура-одежда».

4. Разработан алгоритм метода виртуальной симуляции давления в системах «фигура-платье» с моделированием эргономических поз, позволивший ввести новую органолептическую базу данных для гуманизации результатов автоматизированного проектирования.

При этом следует отметить, что одним из важных итогов работы является предложенный и разработанный автором метод проектирования чертежей конструкций женских платьев включающий системы математических уравнений для прогнозирования объемно-пространственной формы швейного изделия (платья) и вызываемого им давления в системе «фигура-одежда».

**Значимость полученных результатов для практики** является очевидной и заключается в создании и апробации нового уровня гуманистического проектирования женской одежды, позволяющего непосредственно конструктору на производстве управлять будущим уровнем комфортности одежды посредством визуальных и легко анализируемых показателей прогнозируемого качества конструкции одежды. Такой инструмент виртуального проектирования представляет собой существенное расширение возможностей современных производственных предприятий, работающих в сфере индустрии моды. При этом следует отметить такие важные для практики достижения автора, как разработка рекомендаций по выбору конструктивных параметров женских платьев в зависимости от показателей свойств применяемых материалов, обеспечивающих требуемый уровень их комфортности; формирование содержания и расширенных баз данных для разработки новых модулей гуманистически-ориентированных и реалистичных САПР для трехмерного проектирования.

### **Оценка новизны и достоверности полученных результатов**

Научная новизна работы состоит в установлении механизма возникновения компрессионного давления в статических и динамических системах «женская фигура-платье» под влиянием конструктивных параметров чертежей и показателей свойств текстильных материалов.

Достоверность полученных результатов и выводов обеспечена результатами экспериментальных исследований, применением современных средств измерений с доверительным уровнем точности измерений; опорой в решении поставленных задач на требования и условия международных стандартов нескольких стран мира, учитывая, что работа выполнена учетом

проверенных высоких критериев научной деятельности на кафедре конструирования швейных изделий Текстильного института ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет», с использованием ресурсов лаборатории механики текстильных материалов Университета Верхнего Эльзаса (Haute-Alsace University, Mulhouse, Франция), ресурсов научных школ Уханьского текстильного университета (Wuhan Textile University, Китай) и Университета Jiang Nan (Wuhan, Китай).

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

При этом следует отметить широкую апробацию полученных автором результатов работы на научно-профессиональных площадках мира, в том числе на конференции молодых ученых, аспирантов и студентов «ПОИСК» (г.Иваново, РФ, 2007, 2011, 2012, 2014); международной научно-практической конференции ПРОГРЕСС (г.Иваново, РФ, 2013); международных конференциях AUTEX World Textile Conference (г.Задар, Хорватия, 2012; г.Дрезден, Германия, 2013; г.Бурса, Турция, 2014); третьей международной конференции AMT Advanced Measurement and Test (г.Сиамень, Китай, 2013); пятой международной конференции 3D Body Scanning Technologies HOMETRICA (г.Лугано, Швейцария, 2014), всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Чтения, посвященные памяти заслуженного деятеля науки РФ Фукина Виталия Александровича» (МГУДТ, Москва, 2014), что также подтверждает авторитетную степень достоверности полученных автором результатов.

### **Краткий анализ содержания работы**

Представленная диссертационная работа состоит из пяти глав, выводов по каждой главе, общих выводов по работе и списка цитируемой литературы (183 ссылки, включая иностранные и отечественные издания). Работа изложена на 215 страницах, содержит 39 таблиц, 76 рисунков, 8 приложений.

На первичном этапе 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 исследовано современное состояние проектирования одежды с желаемым уровнем комфорта, в рамках чего установлены конструктивные прибавки для проектирования системы «фигура-человек»; исследовано и систематизировано влияние свойств материалов на эту систему; сформировано представление природы и роли давления одежды на поверхность тела человека и взаимосвязь такого воздействия с общим

уровнем комфорта людей, опираясь на систематизированные данные многочисленных источников информации о чувствительности кожных покровов и других особенностях формирования человеческих тактильных ощущений, обозначенных также зависимыми от свойств материалов, где последние напрямую определяют особенности принятия решений в системах виртуальной симуляции давления одежды.

Интересным подходом является обращение автора к технологиям китайской медицины при обосновании участков поверхности женской фигуры для проектирования комфортной одежды. Итогом работы над первой главой стали формулировки подробных целей и задач дальнейших исследований.

Вторая глава посвящена художественно-конструктивному анализу женских платьев в Китае, опирающемся на ретроспективный подход. Автор представил анализ модных платьев, их силуэтных форм и соответствующих чертежей конструкции с анализом роли вытачек в конструкции на формообразование изделия. При этом автором были получены с помощью 3D-,бодисканеров оригинальные результаты в виде аватаров, которые представляют собой визуальный центр виртуального анализа проектирования. Автором были параметризованы 363 чертежа женских платьев и установлены интервалы изменения параметров по линии груди, талии и бедер, включая распределение прибавок, а также были вычислены интервалы изменения прибавок для деталей платья на других антропометрических уровнях. Важно то, что автору удалось установить особенности проектирования прибавок: они не имеют единых закономерностей при оперировании средними значениями. В результате автор разработал номенклатуру параметров параметризации возможных особенностей проектирования талиевых вытачек с позиций частоты применения способов формообразования одежды в области талии.

Третья глава содержит исследование влияния конструкции женских платьев на компрессионное давление в системе «женская фигура-платье», где автор представил анализ и обоснование выбранных методов и средств экспериментальных исследований материалов, обоснование предельных значений компрессионного давления одежды на поверхность тела человека и определил нормативные ограничения для проведения экспериментальных исследований, а также непосредственное влияние конструктивных параметров платьев на компрессионное давление. На данном этапе разработаны комплексные показатели для установления конструктивных прибавок для женских платьев. Автор обосновал и предложил методику проведения оценки субъективных ощущений человека при воздействии на

него одежды с определенным давлением на отдельные участки, опираясь на трехуровневую модель ранжирования с введением категорий: комфортно, удовлетворительно, некомфортно. Следует отметить то, что полученные данные о распределении наиболее приоритетных зон чувствительности к давлению одежды на поверхность тела человека сохранили закономерности, определенные условиями Китайской медицины в части принадлежности к выделенным меридианам сосредоточения точек измерений. Интересными результатами, полученными автором в третьей главе работы, являются распределение чувствительности различных областей на поверхности женской фигуры на разных антропометрических уровнях к компрессионному сжатию и подтверждение закономерности между величинами основных прибавок к полуобхватам груди и талии и возникающим под их влиянием давлением в области углов подмышечных впадин и по периметрам линий обхватов груди и талии, установив обратные линейные зависимости между давлением  $P$ , возникающим под действием конструктивных прибавок. С использованием ранее разработанной шкалы согласованности ощущений носчиков со значениями давления, оказываемого одеждой, автору удалось определить уровни комфортности исследованных платьев. В завершение работы по третьей главе автор доказал влияние длины рукава и сочетаний конструктивных прибавок по линии груди и талии на комфортность платьев. При этом установлено, что начиная с некоторых значений составляющих некоторых прибавок они перестают оказывать влияние на возрастание компрессионного давления, а при их комбинации одежда воспринимается экспертами как комфортная. Итогом данного этапа работы стали предложения новых комплексных показателей для получения реалистичных виртуальных моделей систем «фигура-платье».

В четвертой главе исследовано влияние показателей свойств текстильных материалов на компрессионное давление в системе «фигура-платье». Выполнено обоснование и выбор методов исследования, созданы возможности для прогнозирования объема платья и давления в системе «фигура-платье» для средств САПР. Считаю целесообразным выделить такой полученный автором результат, как установление зависимости для группы показателей растяжения – линейность кривой «нагрузка-растяжение/отдых» (LT) в виде среднего по основе и утку, где выявлено: чем ниже значение LT, тем труднее изменить форму оболочки и тем больше будет компрессионное давление под одеждой. Научную и практическую значимость несут полученные математические зависимости по теме исследования, в том числе уравнение прогнозирования давления и комфортности. Считаю одним из важных результатов, полученных автором (

в частности в рамках 4-й главы), разработанный алгоритм выбора адаптивных показателей и их использование для описания реальных процессов в одежде. Выполненные работы и корреляционный анализ соотношения показателей растяжения материалов и компрессионного давления платьев на мягкие ткани позволил подтвердить целесообразность использования показателей, адаптированных к реальным условиям эксплуатации аналогов, измеренных при малых нагрузках. Автор разработал две группы математических уравнений для прогнозирования компрессионного давления платьев на мягкие ткани тела человека в зависимости от объема платья и показателей свойств текстильных материалов.

В пятой главе, посвященной проектированию систем «женская фигура-платье» с элементами прогнозирования комфортности, выполнены работы по созданию архитектуры системы виртуального проектирования обозначенных систем с использованием результатов исследований, для чего разработаны основные элементы такой архитектуры САПР и алгоритм виртуальной симуляции. При этом гуманистическое проектирование базируется на более глубоких знаниях о формировании системы «фигура-одежда» и возникновении компрессионного давления в ней под влиянием конструктивных параметров 2D-чертежей, показателей свойств текстильных материалов и субъективном их восприятии на сенсорном уровне. Новый подход для виртуальной симуляции и анализа выполняемых проектных работ, предложенный автором, при отображении результирующего давления основывается на двух взаимосвязанных шкалах компрессионного давления под одеждой и его субъективным восприятием. На базе полученных результатов разработаны интерфейсы для отображения в виртуальных системах содержания новых баз данных, параметров талиевых выточек и свойств материалов.

Далее автором представлены выводы и рекомендации по работе, список литературы и ряд актуальных приложений.

## **Публикации**

Основные результаты работы опубликованы в 17 работах, включая три статьи в российских журналах из перечня ВАК («Швейная промышленность», «Известия вузов. Технология текстильной промышленности»), две статьи в англоязычном журнале «AUTEX Research Journal», входящим в базу Web of Science, 11 тезисах и материалах 10 конференций, общий объем которых составляет 5 п.л. (личный вклад 3 п.л.).

В целом, рассматриваемая диссертационная работа решает ряд научных и прикладных задач, актуальных и значимых, как для развития технологий компьютерного проектирования одежды, так и для отдельных научных аспектов технологии швейных изделий с целью развития гуманистических принципов в инженерном проектировании и повышения качества выпускаемой продукции и уровня удовлетворенности ею потребителем.

Автореферат отражает содержание диссертационной работы. Научные публикации по теме диссертации включают ряд статей в журналах, в том числе в рекомендованных ВАК и в международной научной печати, индексируемой в Web of Science, что позволяет сделать вывод о полноте, завершенности и публичной апробации результатов исследований по теме диссертации. Представленные экспериментальные и теоретические материалы имеют достоверную степень обоснованности выдвинутых диссертантом положений, выводов и рекомендаций.

### **Замечания по работе**

Несмотря на общее положительное впечатление, которое оставляет научная работа Мэнна ГО, при ее прочтении возник ряд замечаний и вопросов:

1. При разработке методики проведения экспериментальных исследований давления на поверхность тела человека автор разработал методику, где использовал «вкладыш из пластика, в котором размещали сенсор и который крепили над антропометрическими точками» (стр.95). Из этой информации осталось не ясно, что представляет собой вкладыш, какие он имеет размеры и конструкцию и, если он имеет две стороны полимерных стенок, между которыми размещается сенсор, то необходимо уточнить, что это за полимер, как были выбраны размеры этого вкладыша относительно размеров сенсора и как обеспечено отсутствие избыточных погрешностей, которые может формировать сам полимер со своими упругими и другими физическими свойствами при получении данных о давлении с сенсора, размещенного в таком вкладыше.
2. При выборе методов исследований давления на поверхность тела человека (п.3.1) автор представил краткое обоснование, где коротко отметил, что альтернативные использованным в работе устройства измерения давления, основанные, в частности, на эластичных волокнистых сенсорах, пока нуждаются в совершенствовании, как и эластические манекены, остановившись на выборе сенсора, основанного на изменении электрического сопротивления проводника при деформации (FlexiForce). При этом складывается впечатление, что автор недостаточно подробно представил анализ ряда альтернативных принципов и соответствующих приборов для фиксирования давления

под одеждой, таких как оптоэлектронные, магнитные, ёмкостные, пьезоэлектрические, пьезорезонансные, что было бы целесообразно. В частности, высокочувствительные сенсорные устройства с гибким тонким корпусом, которые в настоящее время применяют для анализа давления на тело человека со стороны элементов протезирования (например, марки Blatchford) не нашли отражения в обосновании принятия решений автором на этом этапе работы, что требует дополнительного пояснения.

3. В ряде проведенных автором ключевых исследований была использована ткань с обозначенным составом (ХЛ-20%, ПЭ-80%), что недостаточно обосновано в работе и требует пояснений, как автор пришел к установлению данного материала как приоритетного для получения запланированных результатов работы. Кроме того, хотелось бы отметить, что для данного материала в работе не присутствует информация о его толщине.
4. Анализ данных табл. 2.6 показывает, что такой параметр, как длина перпендикуляра из конца плечевой линии до средней линии детали переда варьируется в диапазоне 17 см, что вызывает вопрос, сохранялся ли для всех участков измерений единый предложенный размер одежды и чем объясняется столь существенный размах измеряемых величин на одинаковом участке конструкции?
5. В главе 2 (табл.2.1) автор приводит анализ измерений чертежей женских платьев, опираясь, в частности, на направления моды 1989 года. В табл. 2.8 рассчитан удельный вес определенных женских платьев в разные периоды (с 1987 по 2013 годы). Требуется пояснение, чем обоснован выбор модельного ряда женской одежды 1989 года и отсутствие анализа соответствующих данных за 2014 год? При этом упомянутая табл.2.8 содержит данные, полностью представленные на рис.2.16, что приводит к неактуальности одного из способов визуализации этих данных.
6. Для проведения исследований по ряду поставленных задач автор опирается на типовую фигуру с размерной характеристикой 160-84-90, определив ее как опорный эталон. При этом в работе на стр.78 представлен сравнительный анализ типовых фигур женщин разных стран и стандартов, откуда следует вывод, что все представленные страны имеют определенную популяцию женского населения, фигура которого соответствует указанной типовой фигуре по стандарту Китая. Требуется внести разъяснения, какие автор принял допуски (интервалы безразличия) для принятия решений о соответствии или несоответствии фигур из различных стандартов предложенной фигуре-эталону с учетом включения стандарта на женские фигуры Германии с разницей по ростовым характеристикам от принятого эталона на 8 см?
7. Существуют некоторые неточности при представлении результатов или промежуточных этапов работ в рисунках и таблицах, в частности соответствие точек на рис.3.4 и 3.10; сведения в табл 3.13 со ссылкой

на рис.2.12, а также ряд досадных опечаток (стр. 60 82, 114, 117), а также считаю несколько неудачными выражения при использовании нестандартизированной терминологии, в частности «безрукавное платье» (стр.117) и некоторые другие.

8. Есть замечания по оформлению библиографического списка с учетом требований стандартов на оформление научных работ.

Вместе с тем следует отметить, что высказанные замечания и вопросы не умаляют обоснованность, научную новизну и практическую значимость работы, не снижают общего положительного впечатления.

### **Заключение**

В целом, диссертация Мэнна ГО (MengNa GUO) представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную автором самостоятельно на высоком научном уровне, в которой изложены научно-обоснованные технические и технологические решения задач, имеющих существенное значение для проектирования женских платьев с прогнозируемым уровнем комфортности, и, в более общем плане, для технологии швейных изделий. Полученные автором результаты, выводы и рекомендации обоснованы.

По актуальности изученной проблемы, научной новизне, практической и теоретической значимости полученных результатов, их достоверности и обоснованности выводов работа «РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОДЕЖДЫ С ЭЛЕМЕНТАМИ СИМУЛЯЦИИ КОМФОРТНОСТИ» соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, в том числе п.9., и паспорту специальности 05.19.04 «Технология швейных изделий» в части:

п. 1. «Разработка теоретических основ и установление общих закономерностей проектирования одежды и технологии изготовления швейных изделий на фигуры типового и нетипового телосложения»,

п. 3. «Разработка математического и информационного обеспечения систем автоматизированного проектирования и раскроя деталей одежды»,

п. 5. «Совершенствование методов оценки качества и проектирование одежды с заданными потребительскими и технико-экономическими показателями»,

а ее автор Мэнна ГО (MengNa GUO) заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.19.04 «Технология швейных изделий».

Отзыв рассмотрен на заседании кафедры «Моделирование,

конструирование и дизайн» Института сферы обслуживания и предпринимательства (филиала) ФГБОУ ВПО «Донской государственной технический университет» 15 мая 2015 года, протокол № 9.

Декан факультета «Сервис и технологии»,  
д.т.н., профессор



И.В.Черунова

Контактная информация:

Адрес: ул.Ворошилова, д.37, кв.55, г.Шахты, Ростовская область, РФ.

Телефон: +7-928-9056619

E-mail: [i\\_sch@mail.ru](mailto:i_sch@mail.ru)

