

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Чэнь Чэнюй**
**«Имитационное моделирование цифровых двойников женских платьев
складчатой формы»,**

представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук
по научной специальности 2.6.16 «Технология производства изделий
текстильной и лёгкой промышленности»

Диссертационная работа Чэнь Чэнюй посвящена разработке методов имитационного моделирования цифровых двойников тканей и женских платьев складчатой формы с применением технологий трёхмерного проектирования, компьютерного зрения и нейронных сетей.

Актуальность темы исследования обусловлена активным внедрением цифровых технологий в процессы проектирования и производства одежды. Создание достоверных цифровых двойников изделий лёгкой промышленности требует точного воспроизведения физико-механических свойств тканей, оказывающих влияние на форму, силуэт и характер складчатой поверхности одежды.

Традиционные методы определения драпируемости тканей основаны преимущественно на испытании плоских проб и не в полной мере воспроизводят условия взаимодействия материала с поверхностью тела человека, конструкцией изделия и ниточными швами. Кроме того, получение полного набора характеристик материала для трёхмерной симуляции требует применения специального оборудования и значительных временных затрат. Поэтому разработка доступных методов оценки свойств тканей и прогнозирования складчатой формы одежды представляет собой актуальную научно-техническую задачу.

Целью диссертационного исследования является сокращение продолжительности процесса имитационного моделирования женских платьев складчатой формы. Для достижения поставленной цели автором решён комплекс задач, охватывающих анализ существующих методов определения драпируемости, разработку нового метода и реализующего его устройства, исследование закономерностей формообразования платьев, создание инструментов генерации цифровых двойников тканей с использованием нейронных сетей, а также валидацию разработанных методов путём сопоставления виртуальных и физических образцов.

Научная новизна работы состоит в разработке методологии имитационного моделирования цифровых двойников женских платьев со складчатой поверхностью.

Одним из наиболее значимых результатов исследования является предложенный антропоморфный метод оценки драпируемости тканей. В отличие от известных методов, он воспроизводит условия взаимодействия материала с поверхностью, морфологически приближенной к плечевому

поясу женской фигуры, и учитывает особенности конструкции плечевой одежды.

Для реализации нового метода разработано специальное устройство, рабочая поверхность которого построена на основании анализа парасагиттальных сечений типовых женских фигур. Конструкция устройства получена с применением трёхмерного моделирования и технологии фотополимерной печати. Для испытаний автором предложена двухкомпонентная проба трапецевидной формы, приближенная к плечевым участкам полочки и спинки изделия.

Введённый антропоморфный коэффициент драпируемости позволяет количественно оценивать изменение формы пробы ткани после её размещения на антропоморфной поверхности. В ходе многофакторного эксперимента определены рациональные геометрические параметры пробы, а также установлено влияние типа соединительного шва, направления раскроя, ширины и конфигурации соединяемых срезов на результаты испытаний.

Сопоставление нового метода с классическим методом Кьюзика и методами, применяемыми в программах трёхмерной симуляции, показало его более высокую способность дифференцировать ткани с различными свойствами. Возможность применения предложенного метода как в физической, так и в виртуальной среде расширяет перспективы его использования при разработке цифровых двойников материалов и одежды.

Заслуживает внимания предложенная автором концепция применения нейронных сетей в качестве средства бесконтактного определения показателей физико-механических свойств тканей по стандартизированным фотографическим изображениям. Разработанный протокол предусматривает использование изображений ткани в плоском и деформированном состояниях и позволяет получать значения растяжимости, жёсткости при изгибе, толщины, поверхностной плотности и драпируемости.

Автором проведено сравнение нескольких мультимодальных нейросетевых моделей и предложена гибридная стратегия, при которой отдельные группы параметров определяются моделями, показавшими наибольшую точность по соответствующим показателям. Для проверки результатов цифровые двойники тканей, созданные на основании инструментальных и бесконтактных измерений, использованы при виртуальном моделировании одежды.

Важным результатом является разработка метода количественного анализа складчатой поверхности женского платья с использованием компьютерного зрения. Изображение изделия преобразуется в полутоновую шкалу, после чего оценивается соотношение светлых и тёмных областей, формируемых вершинами складок, освещёнными участками и тенями.

Установленные регрессионные зависимости связывают антропоморфный коэффициент драпируемости, морфологические характеристики складчатой поверхности и величину конического разведения деталей конструкции. Это позволяет корректировать чертежи модельных конструкций в зависимости от свойств выбранной ткани и получать

визуально подобную складчатую форму при использовании материалов с различной драпируемостью.

В работе сформирован последовательный процесс проектирования: от определения свойств ткани и анализа визуальной морфологии складчатой поверхности до расчёта параметров конструктивного моделирования чертежей. Такой подход способствует развитию морфологически ориентированного проектирования одежды и позволяет уменьшить зависимость результата от субъективной визуальной оценки специалиста.

Достоверность результатов исследования обеспечивается сочетанием физических и виртуальных экспериментов, применением стандартизированных методов определения свойств текстильных материалов, использованием поверенного лабораторного оборудования, методов корреляционного и регрессионного анализа, дисперсионного анализа и современных показателей оценки сходства изображений.

При валидации цифровых двойников применены метрики IoU, SSIM и коэффициент Dice. Полученные значения подтверждают высокую степень сходства виртуальных изделий, сформированных на основании результатов инструментальных и бесконтактных измерений. Морфологическое подобие складчатых поверхностей прототипа и контрольного платья также подтверждено количественными показателями.

Практическая значимость работы заключается в создании доступного инструментария для получения цифровых двойников тканей и женских платьев без обязательного использования комплекса дорогостоящего испытательного оборудования. Результаты исследования могут применяться на предприятиях лёгкой промышленности, в организациях, занимающихся разработкой и цифровой визуализацией одежды, а также в образовательном процессе при подготовке специалистов по конструированию и технологии изделий лёгкой промышленности.

Основные результаты диссертационного исследования прошли апробацию на национальных и международных научных конференциях. По теме работы опубликованы статьи в рецензируемых научных изданиях, публикация в издании, индексируемом в международной базе Scopus, а также материалы научных конференций.

Автореферат отражает основное содержание диссертации, её структуру, научную новизну, теоретическую и практическую значимость полученных результатов. Поставленные в работе задачи соответствуют сформулированной цели, а представленные выводы основаны на результатах проведённых исследований.

В качестве замечания можно отметить следующее, что экспериментальные исследования проведены на трёх типах тканей. Представляет интерес проверка разработанных методов на более широкой группе материалов, в том числе на трикотажных полотнах, высокоэластичных и многослойных материалах. Это позволило бы уточнить область применимости полученных зависимостей.

Диссертация Чэнь Чэнюй «Имитационное моделирование цифровых двойников женских платьев складчатой формы» представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, содержащую новые научно обоснованные технические и технологические решения, имеющие значение для развития цифрового проектирования изделий лёгкой промышленности.

Содержание автореферата свидетельствует о том, что диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Чэнь Чэнюй заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по научной специальности 2.6.16 «Технология производства изделий текстильной и лёгкой промышленности».

ФГБОУ ВО

«Донской государственный технический университет»

доцент Института креативных индустрий,

кандидат технических наук, доцент

Рукавишникова Анна Сергеевна

01.09.2026.

Подпись А.С. Рукавишниковой заверяю,

Ученый секретарь Ученого совета ДГТУ

Анисимов Владимир Николаевич



Сведения об организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет»

Адрес: 344003, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1

Сайт: <https://donstu.ru/>

Телефон: 8(863)273-85-25