

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ИНДУСТРИИ МОДЫ*

THE APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN FASHION INDUSTRY

В.Е. КУЗЬМИЧЕВ², ШУАН ЦЗЯ², ЧЖИДУАНЬ ИНЬ¹

V.E. KUZMICHEV², JIA SHUANG², YIN ZHIDUAN¹

(¹Академия изящных искусств, Хэбэй, Китай,
²Ивановский государственный политехнический университет)

(¹Hebei Academy of Fine Art, China,
²Ivanovo State Polytechnic University, Russian Federation)

E-mail: wkd37@list.ru

Выполнен обзор возможностей нейронных сетей в генерации изображений и показана их роль в трансформации процесса проектирования одежды. Приведены структуры промптов для генерации различных изображений. Показаны пути устранения существующих проблем при генерации изображений. Рассмотрен принцип согласования цифровой информации, относящейся к одним и тем же объектам, в изображениях 2D (эскиз, технический рисунок, фотография) – 2,5D (комбинация фронтального и профильного видов) – 3D форматов с использованием результатов бодисканирования и программ 3D-моделирования. Особое внимание уделено перспективам применения комбинированных словесно-цифровых промптов для генерации нейронными сетями высокоточных изображений человеческих фигур, одежды и систем "фигура+одежда". Приведены примеры использования нейронных сетей Grok3, ChatGPT, LeonardoAI, Шедеврум при выполнении научно-исследовательских работ на кафедре конструирования швейных изделий.

A review of the neural networks capabilities in image generation has been conducted, highlighting their role in transforming the fashion design process. Structures of prompts for generating various images have been presented. Ways to address existing problems in image generation have been demonstrated. The principle of coordinating digital information related to the same objects in 2D images (sketch, technical drawing, photograph) - 2.5D (combination of front and profile views) - 3D formats using body scanning results and 3D modeling software has been examined. Special attention has been paid to the prospects of using combined verbal-digital prompts for generating highly accurate images of human bodies, clothing, and "body+clothing" systems with neural networks. Examples of using Grok3, ChatGPT, LeonardoAI, Shedevroom neural networks in performing research work at the Department of Garment Design are given.

Ключевые слова: нейронные сети, одежда, фигура человека, бодисканирование, фотография, доверие, промпт.

Keywords: neural networks, clothing, human body, body scanning, photography, trust, prompt.

* Работа выполнена при поддержке Organization Department of Hebei Provincial Communist Party Committee, project 2023HBQZYSCXY013, P.R.C.

Введение

Стремительное развитие искусственного интеллекта (ИИ) стимулирует потенциальных пользователей к освоению уже наработанных практик применения и разработке собственных путей согласно профессиональной направленности. Для индустрии моды самыми значимыми направлениями является генерация изображений эскизов, технических рисунков, чертежей деталей, человеческих фигур, одежды и их анализ. Генерация изображений с использованием ИИ является одной из самых актуальных задач в области компьютерной графики, дизайна и ритейла. С развитием нейросетей Midjourney, StableDiffusion и DALL-E и появлением новых продуктов Grok3 возможности создания визуального контента значительно расширяются, что повышает уровень доверия к результатам генерации, поскольку именно он является ключевым понятием для оценки работы ИИ.

Вместе с тем еще присутствует и неудовлетворенность генеративными изображениями. Причин неудовлетворенности несколько. Во-первых, состав обучающих выборок для нейронных сетей пока не отвечает требованиям достаточности ввиду их постоянного дополнения и добавления фотографических изображений [1...3]. Во-вторых, обучающие выборки не имеют достаточного объема информации в виде узкоспециализированных профессиональных знаний. Такие знания накоплены многолетней практикой антропометрических исследований, формообразования одежды и достижения требуемых условий ее посадки на фигуру и не в полном объеме присут-

ствуют в интернете. В-третьих, "скормленные" нейронным сетям фотографии содержат конечное и не видимое пользователям достигнутое ранее согласование между собой различных параметров. Поэтому формализация и введение профессиональных знаний в процесс обучения нейронных сетей, а в последующем и в структуру промптов является самой важной проблемой эффективного применения ИИ в индустрии моды.

Целью данного исследования является анализ проблем, возникающих при генерации изображений, обоснование способов их устранения и иллюстрация новых возможностей применения ИИ в процессе проектирования новых моделей одежды.

Методы и средства исследования

При написании обзора использованы следующие объекты, полученные авторами с помощью компьютерных программ: сканеры (программа ScanWorx автоматического бодисканера Human Solutions), аватары и изображения одежды (программы 3D симуляции Style3D и Clo3D). Генерирование изображений выполняли с помощью нейронных сетей Grok3, ChatGPT, LeonardoAI, Шедевр. Валидацию сгенерированных изображений проводили с помощью линейных измерений и визуально.

1. Анализ возможностей ИИ в генерации непараметризованных изображений

Нынешний спектр возможностей работы ИИ с изображениями исключительно широкий и определяется теми функциями, которые востребованы пользователем. На рис. 1 показаны возможности, реализуемые ИИ при работе с уже созданными или вновь создаваемыми изображениями.

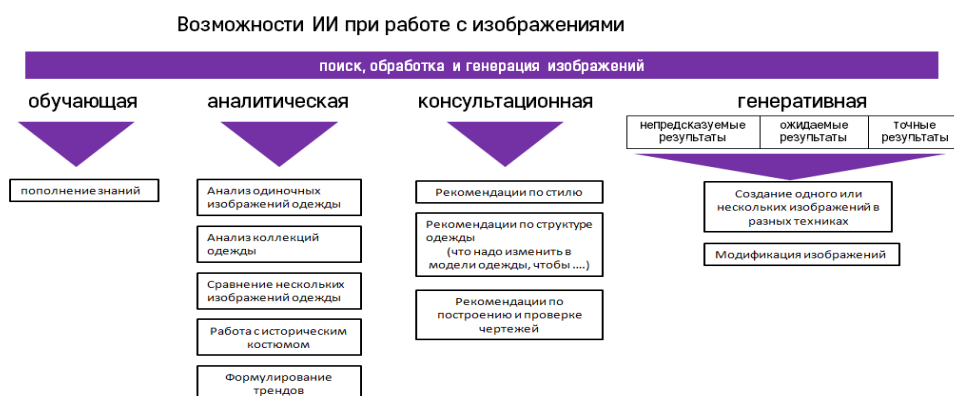


Рис. 1

Помимо традиционной генеративной функции нейронные сети могут выполнять следующие дополнительные:

- обучающую (в виде ответов на поставленные вопросы);
- аналитическую (требующую размышлений, сравнения и выводов);
- консультативную (в виде формулирования рекомендаций различного содержания).

Нейронные сети DeepSeek и Grok3 благодаря новым опциям "Размышление" (Thinking) и "Поиск в интернете" (Search) могут привлекать новую информацию, постоянно обновляемую в интернете, а не только ту, на которой они обучались.

Результаты генерации изображений могут быть разными: непредсказуемыми и неожиданными, что иногда важно для активации творческого процесса пользователя; ожидаемыми (с точки зрения пользователя); высокоточными (которые могут быть оценены не только пользователем, но и независимыми экспертами). Как видно, генерируемые результаты достаточно разнообразны, а их перечень зависит от задач в структуре промпта, который формулирует пользователь [4]. На рис. 2 приведены составы промптов для генерации изображений и перечислены получаемые конечные результаты.

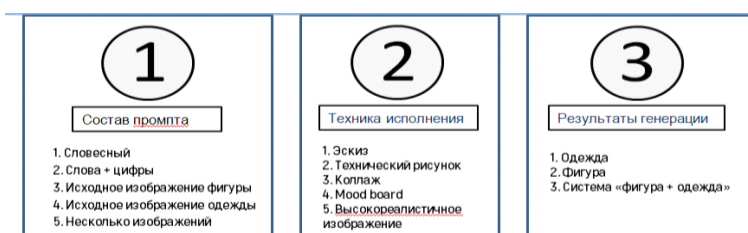


Рис. 2

Важно, что ИИ может работать с промптами разного содержания, отражающего уровень профессионализма пользователя: словесными; визуальными (в виде изображений фигур или одежды); комбинированными, состоящими из словесного запроса, цифровых величин и изображений. Для некоторых нейронных сетей возможна одновременная загрузка нескольких изображений.

Первое направление использования ИИ – сбор и аналитика информации. Этому предшествует работа с большим массивом визуальной информации для поиска источ-

ников творчества, анализа работ других дизайнеров, нахождения художественно-конструктивных приемов. Такая аналитическая работа всегда требует конкретных выводов не только в виде мудборда, но и словесных рекомендаций, которые в дальнейшем будут использованы маркетологами для продвижения продукции. Аналитические возможности ИИ при работе с ранее созданными изображениями просто огромны. На рис. 3 показаны возможные варианты ответов ИИ при загрузке анализируемого изображения и содержания промпта.

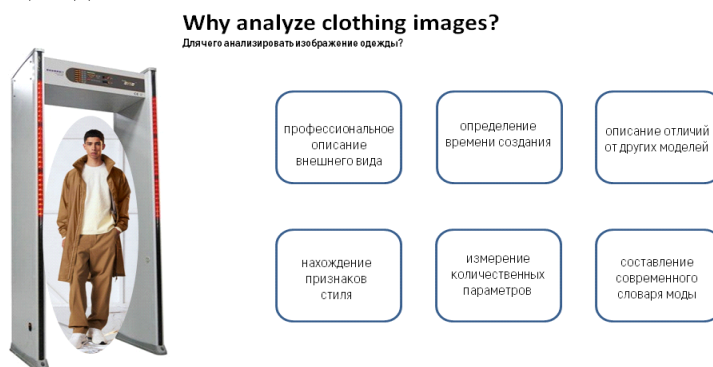


Рис. 3

Как видно из рис. 3, ответы ИИ охватывают самые разные аспекты:

- культурологические, связанные с историей костюма и тенденциями его развития (определение времени создания модели одежды, описание ее стилистических особенностей [5]);

- узкопрофессиональные (полное описание внешнего вида по схеме художественно-конструкторского решения: форма, силуэт, пропорции, ритм, детали, отделка, материал; параметризация путем

измерения длин участков, деталей или вычисления пропорций; нахождение отличий от других моделей);

- составление современного словаря моды благодаря доступу ИИ к изданиям на разных языках.

Вторым направлением работы ИИ является генерация новых изображений [6]. На рис. 4 показаны варианты изображений, сгенерированных ИИ с помощью разных промптов.

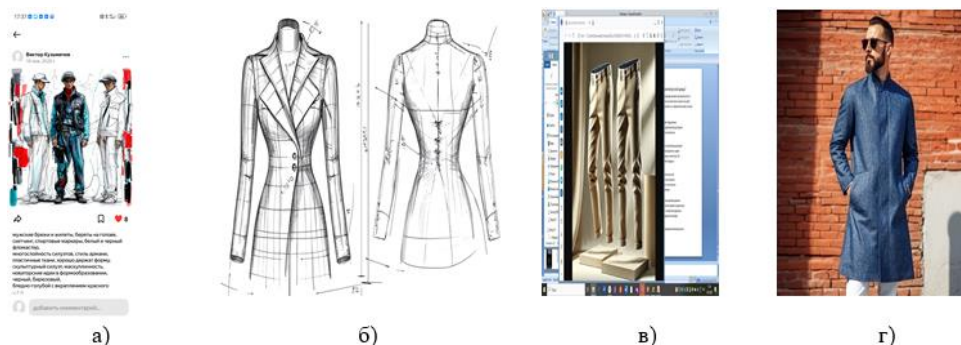


Рис. 4

Для генерации эскиза (рис. 4, а) можно указывать любую технику исполнения (карандаш, уголь, масляная живопись, спиртовые фломастеры и др.) и цветовую гамму.

Для генерации технического эскиза (рис. 4, б) необходимо указывать вид и стиль одежды, тип конструктивного решения, структуру одежды, конструктивные линии, геометрические параметры и фон изображения.

Для генерации одежды (рис. 4, в) необходимо указывать тип одежды, ключевые параметры (длина, ширина, объем, силуэт), цвета и декор, фактуру материала, стиль или период истории (если модель должна иметь признаки ранее существовавшего стиля), технические параметры ИИ (например, формат изображения).

Для генерации системы "одежда + фигура" (рис. 4, г) необходимо указывать фигуру (гендер, ведущие размерные признаки, позу), вид одежды, силуэт, детали конструкции, материал, цвет и декор, размеры или пропорции одежды по отношению к фигуре.

Возможности существующих нейронных сетей таковы, что генерируемые ими

изображения соответствуют или даже превосходят результаты работы среднего дизайнера с компьютерными программами типа CorelDraw, PhotoShop и подобными. Наличие доступа к информации, полученной ИИ при обучении и находящейся сейчас в интернете, значительно активизирует процесс создания новых изображений. При синтезе возможностей ИИ и указанных программ качество и смысловое содержание изображений становятся другими.

На рис. 5 показана схема взаимодействия ИИ с компьютерными программами общего и специального назначения.



Рис. 5

Можно уверенно сказать, что ИИ стал серьезным конкурентом графических программ, что видно из рис. 4. Интересная ситуация складывается со специализированными САПР. Зная алгоритмы работы и опции САПР, ИИ можно использовать как эксперта для анализа созданных чертежей, написания алгоритма работы САПР (речь идет, разумеется, о распространенных САПР с долгой историей и широко распространенных типа Grafis, Investronica, Lectra) и получения консультаций по приемам конструктивного моделирования чертежей.

2. Анализ возможностей ИИ в генерации высокоточных изображений

Генерация высокоточных изображений человеческих фигур и одежды с использованием ИИ является одной из самых актуальных задач для совершенствования процесса дизайн-проектирования, решение которой лежит в области компьютерной графики, дизайна одежды и антропометрии [7...10]. Для достижения высокой точности изображений необходимо решить ряд проблем научно-исследовательского и прикладного характера, вызванных недостаточной детализацией данных, на которых были обучены нейронные сети, отсутствием проекционных измерений (для генерации видов спереди, сбоку и сзади), ограничениями текущих моделей генерации и сложностью составления промптов. Поэтому генерация обоих изображений – одежды и фигуры человека с заданными

точными проекционными размерами (так называемая параметрическая генерация) – это сложная задача, связанная с множеством антропометрических, конструкторских, технических и методологических проблем и требующая решения комплексных задач в областях компьютерного зрения, машинного обучения, трехмерного и физического моделирования [11, 12].

Довольно успешно с этой задачей справляются существующие программы 3D-моделирования, которые генерируют реалистичные 3D-изображения аватаров человеческих фигур и одежды, учитывают показатели свойств материалов, используют алгоритмы примерки одежды в виртуальной реальности. Совмещение ИИ с программами трехмерного моделирования Style3D, с одной стороны, значительно улучшило результаты, но, с другой стороны, выявило еще множество нерешенных вопросов для новых направлений исследований.

Исключительно перспективным направлением является генерация высокоточных изображений одежды и фигур именно на первых этапах дизайн-проектирования только с помощью ИИ по целому ряду очевидных преимуществ: повышение производительности, экономия интеллектуальных затрат и привлечение множества новых данных. На рис. 6 показаны две схемы процессов – традиционная и формирующаяся в настоящее время.

Цифровое единство процесса проектирования и производства с помощью ИИ

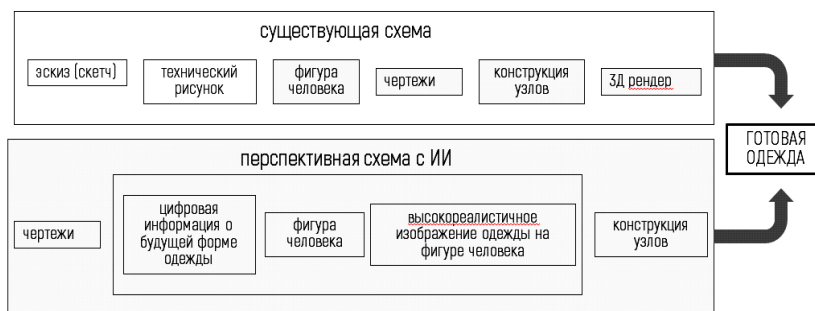


Рис. 6

Из рис. 6 видно, что по сравнению с традиционной схемой процесс проектирования на основе ИИ имеет другую последовательность. Во-первых, он становится полностью цифровым. Во-вторых, он основан

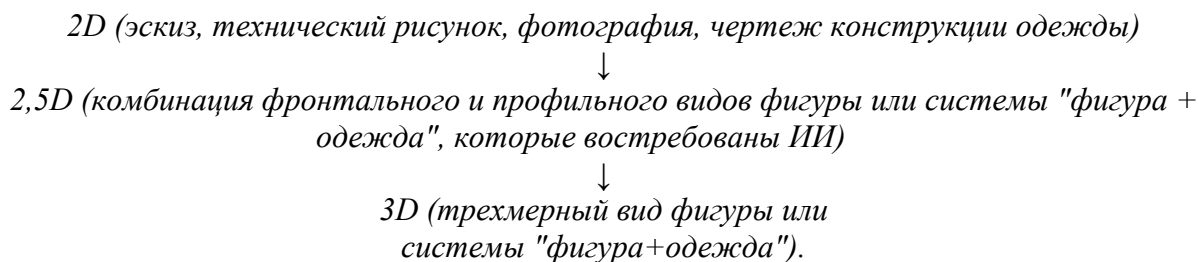
на качественно ином составе исходных данных, необходимых для разработки новых изображений: в него можно включать цифровую информацию, относящуюся к человеческим фигурам, чертежам, характери-

стикам объемно-силуэтной формы будущей одежды, ее внутренней структуре и показателям посадки одежды на фигуре. В-третьих, отпадает необходимость в генерации рендера одежды, для которого следует предварительно разработать чертежи деталей.

Все перечисленные на рис. 6 составляющие новой базы данных могут быть сформулированы еще до начала разработки новой модели одежды с привлечением про-

фессионального опыта художника, конструктора, технолога. Такие возможности для формирования новой базы открывает варьируемый состав промптов, которые показаны на рис. 2.

Однако генерация изображений в новой схеме дизайн-процесса с помощью ИИ сталкивается с проблемой правильного преобразования информации об одних и тех же плоских и трехмерных объектах по схеме:



Отсутствие данных о проекционных измерениях усложняет генерацию детализированных текстур и анатомически корректных форм. Для реализации 2,5D-схемы, информация из которой необходима для написания промптов и исключения появления ошибок в морфологии фигур и объемно-си-

луэтной форме одежды, нужна новая исходная база данных в виде проекционных измерений фигур, одежды и воздушных зазоров между ними в системе "фигура + одежда". В табл. 1 представлен комплекс проблем, возникающих при генерации, и возможные способы их решения.

Т а б л и ц а 1

Требования к объекту генерации	Проблемы генерации	Способы решения
Объект генерации – человеческая фигура		
<p>1. Фотореализм и антропоморфная точность.</p> <p>2. Соответствие параметрам типовых или индивидуальных фигур.</p> <p>3. Повторение в сгенерированном изображении численных параметров фигуры из промпта.</p> <p>Достигается при использовании параметров, таких как `--ag` (соотношение сторон) и `--sw` (перенос характеристик персонажа).</p>	<p>1. Недостаток данных в виде проекционных измерений (вид спереди и сбоку) в обучающих наборах.</p> <p>2. Ограниченная способность нейросетей интерпретировать сложные антропоморфологические особенности.</p> <p>3. Большинство моделей обучены на ограниченных данных (стандартные позы, усредненные параметры), что приводит к неточностям изображений, если они должны быть в других ракурсах.</p> <p>4. Недостаток открытых данных 3D-сканирования для тренировки ИИ.</p> <p>5. Существующие датасеты [7, 10] содержат линейные измерения, но не проекционные параметры фронтального и бокового видов.</p>	<p>1. Использование параметров `--cref` (перенос персонажа) для сохранения анатомических черт при генерации новых изображений.</p> <p>2. Разработка новых более детализированных форматов промптов, включающих числовые данные, такие как рост, пропорции тела, возраст и этнические особенности, и обучение нейросетей на таких данных. Например, использование параметра `--cref` для передачи числовых характеристик.</p> <p>3. Комбинирование нейронных сетей с другими инструментами, такими как 3D-моделирование (Blender, Style 3D, Clo3D), для создания базовых моделей с точными измерениями, которые затем будут доработаны нейросетью.</p> <p>4. Использование негативных промптов (`--no`) для исключения ошибок.</p> <p>5. Разработка структуры метаданных для промптов, которые могут содержать стандартизированные описания морфологических черт (например, "slim build, broad shoulders").</p>

Объект генерации – одежда		
1. Генерация стиливых особенностей одежды. 2. Генерация исторических особенностей, особенно при указании эпохи. 3. Повторение в сгенерированном изображении численных параметров одежды из промпта. 4. Воспроизведение текстур и внешнего вида материалов одежды	1. Отсутствие данных о проекционных измерениях 3D одежды в обучающих наборах.	1. Использование параметра `--cw` для сохранения деталей одежды при изменении позы или фона. 2. Применение негативных промптов (`--no`) для исключения нежелательных элементов. 3. Интеграция с инструментами компьютерного моделирования одежды (например, CLO 3D) для создания базовых моделей, которые затем обрабатываются нейросетью. 4. Разработка структуры метаданных для промптов, которые могут содержать стандартизированные описания стилей одежды (например, уличный стиль 1960-х гг., Balenciaga puffer jacket).
Объект генерации – система "фигура + одежда"		
1. Достижение требуемых показателей посадки одежды на фигуре. 2. Сохранение пропорциональных соотношений в системе.	1. Нейросети часто генерируют нереалистичную посадку одежды, игнорируя морфологию фигуры. 2. Сложность передачи текстур и материалов (например, шелк, кожа) при недостаточной детализации промпта.	1. Параметризация обоих объектов – фигуры и одежды – перед генерацией объединенной системы. 2. Наличие баз данных, согласовывающих идентичные измерения фигуры и одежды через систему проекционных зазоров на фронтальной и профильной проекциях. 3. Разработка библиотеки метаданных для промптов.

2.1. Фигура

Современные ИИ-модели, такие как AnthroNet, способны генерировать разнообразные формы и позы человеческих тел на основе антропометрических данных [13]. AnthroNet использует глубокую генеративную архитектуру, обученную на синтетически сгенерированных антропоцентрических данных, что позволяет точно моделировать человеческие фигуры в различных позах. Модель обучена на наборе данных из 100 000 процедурно сгенерированных человеческих фигур в разных позах и соответствующих антропометрических измерениях.

Создание новых антропометрических баз данных, синтезирующих результаты 3D-сканирования тел и одежды, проекционные измерения (вид спереди и сбоку), возрастные и этнические особенности, является важным направлением научных исследований для решения ряда проблем [14...17].

Из-за высокой вариативности человеческих тел воплощение одежды на плоском изображении фигуры человека требует точного повторения всех пластических особенностей контуров тел из-за их большой вариативности, уникальных пропорций и осанки. Даже небольшие отклонения от существу-

ющих пропорций, особенно на опорных поверхностях фигуры, на которых одежда контактирует с телом, могут существенно изменять восприятие изображения и сделать результат генерации недостоверным.

Необходимость мультимодального обучения нейронных сетей требует использования фотографических изображений, текстовых описаний и данных о размерах человека в одном запросе. Однако в случае использования фотографий фигур (и одежды тоже) необходимо иметь в виду, что предыдущее обучение нейронных сетей происходило с помощью фотографических изображений, которые имели деформации из-за перспективы изображения. Любая фотография в отличие от сканатара представляет человеческое тело в определенной перспективе и под углом, что искажает его реальную форму и размеры. На рис. 7 приведены фотография фигуры подростка и изображения его цифровых двойников, построенных путем задания размерных признаков с использованием двух подходов: 3D-моделирования и нейронных сетей. В программе Clo3D были задействованы обхваты, высоты, дуги, а в LeonardoAI – только проекционные измерения.

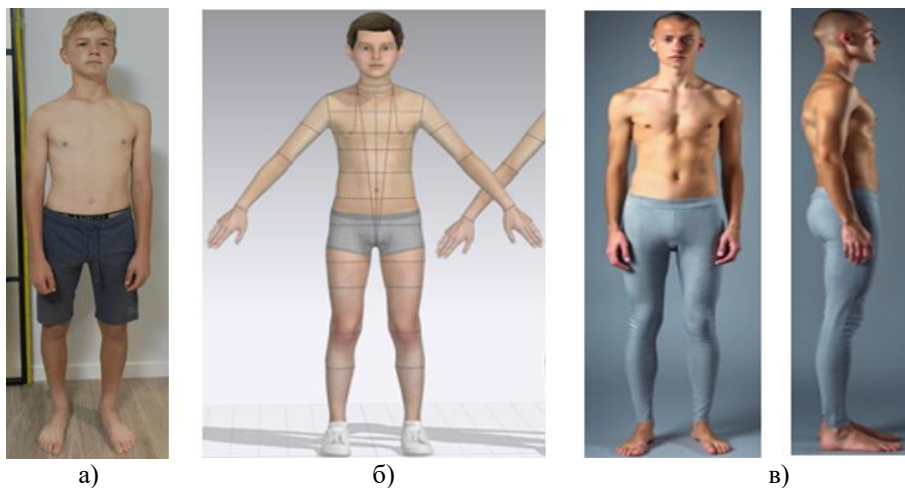


Рис. 7

Видно, что оба сгенерированных изображения отличаются по пропорциям от исходной фотографии. Сгенерированные изображения выглядят более пропорциональными, а реалистичность изображения LeonardoAI не вызывает сомнений.

Комплексная анимация и симуляция движений необходима для генерации изображений человека в движении. При движении человека и перемещении различных частей тела одежда должна правильно взаимодействовать с телом, образовывать естественные складки и адаптироваться к различным частям тела в их новых положениях. Без данных динамической антропометрии генерация реалистичных изображений невозможна.

Таким образом, снижение точности генерации вызвано недостаточной информацией, которой располагают нейронные сети.

Наиболее простым и точным представляется вариант формирования новой базы данных для человеческих фигур – типовых или индивидуальных – на основе результатов бодисканирования. На рис. 8 показан фрагмент антропометрического анализа сканатора фигуры, в результате которого может быть получен набор проекционных размерных признаков, измеряемых внутри фигуры между контурными линиями (показаны сплошными линиями) и вне фигуры относительно выбранных вертикалей (показаны пунктирными линиями).

На рис. 8 в качестве примера показаны только три пары размерных признаков "обхват - поперечный диаметр - переднезадний диаметр" и расстояния от двух вертикалей.

Расстояния от вертикалей необходимы для правильной постановки фигуры в декартовой системе координат. Для построения абрисов фигур количество проекционных размерных признаков должно быть необходимым и достаточным, чтобы ИИ сгенерировал оба абриса. Как правило, расстояние между горизонтальными сечениями должно быть не более 2 см для повторения пластики контуров.

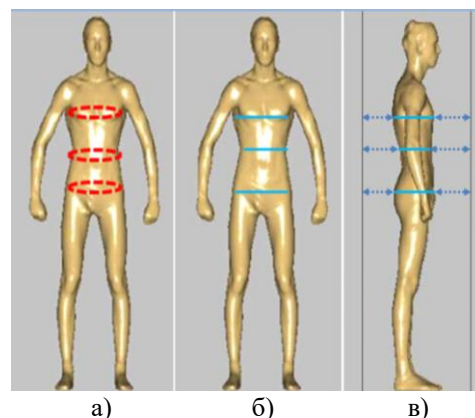


Рис. 8

Точность генерации изображения фигуры можно значительно повысить, если вместе со словесно-цифровым промптом загружать подобное изображение фигуры в нужной проекции, например профильной. Для этого можно использовать промпт вместе с недостаточно точным изображением из программы 3D-моделирования. На рис. 9 показан результат генерации в Grok3 изображения мужской фигуры по такой схеме: к промпту было добавлено изображение из Style3D.

1. Рост 182 см
2. Обхваты: груди 100 см, талии 84 см, шеи 40,4 см, бедра 57,4 см, колена 39,7 см, плеча (бицепс) 32,2 см, запястья 18 см, предплечья 26,9 см, кисти 21,5 см.
3. Ширина плеч 48,9 см.
4. Длины: руки до локтя 34,2 см, предплечья 25,8 см, руки 60 см, ноги по внутренней поверхности 85,8 см.
5. Передне-задние диаметры: шеи 10 см, груди 26,3 см, талии 22,3 см, бедер 26,7 см, плеча 11,2 см, локтя 8,9 см, запястья 5,9 см.
6. Наклон плеча 21,4°.
7. Телосложение нормальное, пропорциональное.



а

б

в

Рис. 9

Из рис. 9 видно, что окончательный вариант является высокоточным: ошибка генерации проекционных размерных признаков не превышает $\pm 1,1$ см.

2.2. Одежда

Исследованиями в области анализа изображений одежды и извлечения конструктивных параметров, которые могут быть использованы в генерации новых изображений, занимаются крупные технологические компании (Google, Amazon, Meta, NVIDIA, Adobe) и исследовательские группы университетов (MIT Media Lab, Cornell University, Stanford University, Carnegie Mellon University и ETH Zurich).

Сейчас не существует проблем с воспроизведением колористического и декоративного оформления тканей, но сохраняется сложность воспроизведения их особых характеристик: эластичности, способности драпироваться, плотности и других показателей физико-механических свойств, которые влияют на поведение одежды на теле. Создание точных цифровых моделей ткани, которые имитируют физические свойства реальных материалов (особенно в зависимости от размеров и параметров), требует использования сложных физических моделей и алгоритмов. Для решения этой задачи активно применяют методы компьютерного зрения и анализа изображений, трехмерного моделирования. Основные подходы к повышению реалистичности изображений одежды:

1. Глубокое обучение с помощью сверточных нейронных сетей (CNN) для распознавания элементов одежды на изображе-

ниях. Они позволяют обнаружить ключевые точки, которые могут соответствовать швам или конструктивным линиям. Дополнительно можно использовать модели, обученные на данных с известными размерами, чтобы предсказать размеры или прибавки.

2. Параметрические описания или параметризация моделей одежды – это один из ключевых методов, которые помогают привязать визуальные данные ранее созданных фотографий к реальным параметрам генерируемых ИИ изображений. Параметрические описания одежды можно создать с учетом стандартных прибавок и размеров. Основы корректировки фотографических изображений с учетом условий и ракурса съемки заложены в работе [5].

3. Физическое моделирование необходимо для имитации поведения тканей в зависимости от их свойств при воспроизведении особенностей посадки одежды на виртуальной фигуре. Этот метод особенно полезен для вычисления конструктивных прибавок и воздушных зазоров в зависимости от вида ткани, объемно-силуэтной формы одежды и условий ее взаимодействия с телом. Поэтому важны алгоритмы, которые помогут оценивать свойства ткани (жесткость, эластичность, сминаемость) по изображению [18]. Современные ИИ могут различать тип материала и его физические характеристики, чтобы учитывать их при генерации изображений.

4. Разработка алгоритмов коррекции фотографических изображений необходима для более точного извлечения параметров одежды, которые позволяют корректиро-

вать искажения с учетом перспективы и масштабировать изображения с сохранением пропорций [5].

5. Создание параметризованных библиотек с параметризованными моделями типовой одежды может упростить задачу распознавания и вычисления конструктивных параметров. Эти библиотеки могли бы выступать в роли "эталонов", помогая быстро определить, например, длину швов и размеры прибавок.

6. Модели на основе глубокого обучения для автоматического извлечения конструктивных линий. Создание специализированных нейронных сетей, которые будут обучены на больших массивах данных, включающих чертежи деталей с известными параметрами, может значительно улучшить точность генерации ИИ изображений.

2.3. Фигура + одежда

Моделирование одежды на фигуре представляет собой сложную задачу из-за разнообразия материалов, форм и особенностей взаимодействия с телом. Проект 3DPeople предлагает обширный синтетический датасет с 2,5 миллионами фотографий различной одежды на фигурах в различных позах, использованных для обучения моделей и генерации изображений с предсказуемыми параметрами формы [19]. 3D-форму человеческой фигуры представляют в виде параметрической модели, учитывающей три фундаментальных аспекта: набор данных, алгоритм параметризации формы и сквозную глубокую генеративную сеть для прогнозирования форм.

Новый синтетический набор данных включает 2,5 миллиона фотореалистичных

изображений 80 субъектов, выполняющих 70 действий в разнообразной одежде. Для параметризации 3D-формы и ее перевода в 2D-изображения использованы данные стереофотограмметрии с сохранением площади изображения. Глубокая генеративная сеть на основе входного изображения одетого человека предсказывает форму новой одежды с сохранением параметров фигуры.

На любом фотоизображении человека в одежде видны деформации ткани, вызванные ее особенностями, движением тела и освещением. Поэтому для извлечения точных конструктивных параметров необходима обязательная корректировка этих искажений. На фотографиях отсутствуют данные о показателях свойств материалов одежды.

Конструктивные прибавки к объему и длине одежды – это другой ключевой аспект, который часто затруднительно извлечь из 3D-изображения. Прибавки зависят от стиля, дизайна и типа одежды, что добавляет еще один уровень сложности. Поэтому воспроизведение ИИ конструктивных параметров одежды, таких как длина швов и прибавки на свободу облегания, по фотографии ранее созданных изображений – это сложная задача, которая требует развития методов компьютерного зрения, 3D-реконструкции, физического моделирования, глубокого обучения и анализа параметрических данных [20...22].

На рис. 10 смоделирован процесс одевания женского жакета на манекен торса фигуры.

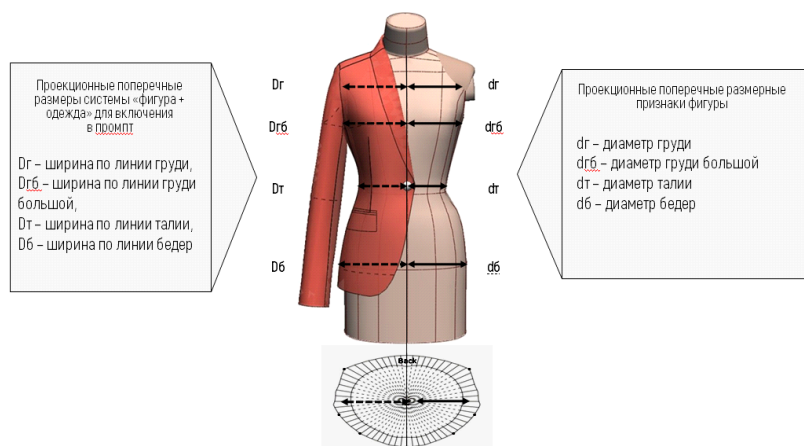


Рис. 10

Из рис. 10 видно, что процесс одевания основан на согласовании проекционных параметров жакета и фигуры на аналогичных антропометрических и конструктивных уровнях. Для одежды из тканей проекционные параметры больше аналогичных параметров фигуры для возникновения воздушных проекционных зазоров. С помощью таких зазоров можно изменять контуры одежды, ориентируясь на контуры фигуры [21].

Для увеличения объема одежды необходимо прибегать к корректировке величин воздушных зазоров на тех уровнях, которые формируют силуэт. В качестве примера приведем пример генерации двух систем "мужская фигура + костюм": с исходными минимально необходимыми величинами воздушных зазоров и увеличенными значениями. Исходный промпт для генерации изображения имел следующее словесно-цифровое содержание: *"Мужская фигура во весь рост 182 см, нормальное телосложение, фронтальный вид на фигуру спереди, босиком, основная антропометрическая поза, руки вдоль туловища, ноги на ширине плеч. Голова бритая, без волос. Ткань светло-серого цвета. Силуэт прилегающий: ширина плеч 54,4 см, ширина груди 43,4 см, ширина талии 33,7 см, ширина бедер 39,8 см. Рукав малообъемный: ширина рукава 14,3 см, длина рукава 64,7 см. Пиджак длиной ниже линии бедер. Длина пиджака на 5 см длиннее рукава. Пиджак имеет боковые карманы с клапанами. Пиджак застегнут на две пуговицы"*.

Внешний вид сгенерированного изображения показан на рис. 11, а.

Для генерации второго изображения (рис. 11, б) использованы увеличенные воздушные зазоры по линии груди, талии и бедер по 5 см с каждой стороны (соответственно ширины груди, талии, бедер увеличены на 10 см). По линии обхвата плеча воздушный зазор увеличен на 4 см (ширина рукава увеличена на 8 см).

Рис. 11 наглядно демонстрирует восприимчивость ИИ к подобной форме генерации реалистично выглядящих систем "фигура + одежда".



Рис. 11

ВЫВОДЫ

На основании изученных публикаций и накопленного собственного опыта применения ИИ для решения самых разных задач можно выделить основные направления будущих исследований:

1. Создание гибких алгоритмов адаптации изображений одежды к изображениям различных фигур с разной морфологией.
2. Моделирование физико-механических свойств материалов в одежде.
3. Оптимизация алгоритмов нейросетей для точной работы с размерами и пропорциями объединяемых в одно изображение фигуры и одежды.
4. Разработка алгоритмов коррекции искажений, присутствующих в фотографиях и используемых для обучения нейронных сетей.
5. Улучшение параметризации формы и внутреннего строения одежды.
6. Разработка специализированных сетей для идентификации художественно-конструктивных особенностей одежды.
7. Создание новых антропометрических баз данных, включающих проекционные измерения фигур и результаты 3D-сканирования.
8. Поиск способов интеграции числовых данных в метаданные для промптов.
9. Комбинирование ИИ с 3D-моделированием.

Выполнение этих исследований позволит перевести узкоспециализированные профессиональные знания, относящиеся к области проектирования одежды, в цифровую форму и начать активно применять ИИ для полной цифровизации процесса дизайн-проектирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://github.com/Suresh-Ragireddy/DeepFashion> (дата обращения 25.03.2025)
2. <https://www.kaggle.com/datasets/paramagarwal/fashion-product-images-small> (дата обращения 25.03.2025)
3. Bertiche H., Madadi M., Escalera S. CLOTH3D: Clothed 3D Humans. In: Vedaldi, A., Bischof, H., Brox, T., Frahm, JM. (eds) Computer Vision – ECCV 2020. ECCV 2020. Lecture Notes in Computer Science, 2020, vol 12365. Springer, Cham. – https://doi.org/10.1007/978-3-030-58565-5_21
4. <https://arxiv.org/pdf/2208.11253> (дата обращения 25.03.2025)
5. Е Хунгуан. Разработка метода компьютерного распознавания плечевой одежды костюмной группы: дис. ... канд. техн. наук. Иваново: ИГТА, 2009. 323 с.
6. Карасев Д.Д., Разин И.Б., Карасева А.И. и др. Особенности использования технологий искусственного интеллекта в художественном проектировании изделий легкой промышленности // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2024. 6(414). С. 272...277.
7. <https://www.di.ens.fr/willow/research/surreal/> (дата обращения 25.03.2025)
8. <https://www.unrealengine.com/en-US/metahuman> (дата обращения 25.03.2025)
9. <https://www.kaggle.com/datasets/seshadrikolluri/ansur-ii/data> (дата обращения 25.03.2025)
10. <https://humanshape.org/CAESAR/> (дата обращения 25.03.2025)
11. Digital Twins: Basics and Applications. Editors: Zhihan Lv, Elena Fersman. Springer, 2022. – DOI: 10.1007/978-3-031-11401-4
12. Anthropometry, Apparel Sizing and Design (Second Edition), Edited by Norsaadah Zakaria and Deepti Gupta The Textile Institute Book Series. Duxford, United Kingdom, Cambridge, United States, Kidlington, United Kingdom, Woodhead Publishing, 2020, 415 p. – <https://www.textileinstitute.org/product/anthropometry-apparel-sizing-and-design-2nd-edition/>
13. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2309.03812> (дата обращения 25.03.2025)
14. Allen B., Curlless B., Popovic Z. The space of human body shapes: reconstruction and parameterization from range scans // ACM transactions on graphics (TOG), 2003, 22(3): p. 587...594.
15. Aslam M, Rajbdad F, Khattak S, Azmat S. Automatic measurement of anthropometric dimensions using

frontal and lateral silhouettes // IET Computer Vision. 2017. 11(6). P. 434...447.

16. Hyncik L., Cechova H., Bonkowski T. etc. Personalization of a human body model using subject-specific dimensions for designing clothing patterns // Applied Sciences. 2012, 11(21): 10138.

17. Yan Song, Wirta J, Kamarainen J-K. Anthropometric clothing measurements from 3d body scans // Machine Vision and Applications. 2020, 31(1). P. 1...11.

18. Ван Суда. Разработка технологии виртуального проектирования узла "пройма-рукав" женских жакетов: дис. ... канд. техн. наук. Иваново: ИВГПУ, 2022. 237 с.

19. <https://3dpeople.com/en/> (дата обращения 25.03.2025)

20. У Цзюнь. Разработка методики системного графоаналитического проектирования брюк. Иваново: ИВГПУ, 2002. 212 с.

21. Ло Юнь. Конструктивное обоснование трехмерного проектирования виртуальных систем «фигура-одежда»: дис. ... канд. техн. наук. Иваново: ИГТА, 2011. 215 с.

22. Ся Пен. Разработка методики прогнозирования внешнего вида женских блузок: дис. ... канд. техн. наук. Иваново: ИВГПУ, 2022. 204 с.

REFERENCES

1. <https://github.com/Suresh-Ragireddy/DeepFashion> (data obrascheniya 25.03.2025)
2. <https://www.kaggle.com/datasets/paramagarwal/fashion-product-images-small> (data obrascheniya 25.03.2025)
3. Bertiche H., Madadi M., Escalera S. CLOTH3D: Clothed 3D Humans. In: Vedaldi A., Bischof H., Brox T., Frahm JM. (eds) Computer Vision – ECCV 2020. ECCV 2020. Lecture Notes in Computer Science, 2020, vol 12365. Springer, Cham. – https://doi.org/10.1007/978-3-030-58565-5_21
4. <https://arxiv.org/pdf/2208.11253> (data obrascheniya 25.03.2025)
5. E Hunguan. Razrabotka metoda kompyuternogo raspoznavaniya plechevoi odejdi kostyumnoi gruppi: dis. ... kand. tehn. nauk. Ivanovo: IGTA, 2009. 323 s.
6. Karasev D.D., Razin I.B., Karaseva A.I. etc. Features of using artificial intelligence technologies in the artistic design of light industry products // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. 2024, 6(414). P. 272...277.
7. <https://www.di.ens.fr/willow/research/surreal/> (data obrascheniya 25.03.2025)
8. <https://www.unrealengine.com/en-US/metahuman> (data obrascheniya 25.03.2025)
9. <https://www.kaggle.com/datasets/seshadrikolluri/ansur-ii/data> (data obrascheniya 25.03.2025)
10. <https://humanshape.org/CAESAR/> (data obrascheniya 25.03.2025)
11. Digital Twins: Basics and Applications. Editors: Zhihan Lv, Elena Fersman. Springer, 2022. – DOI: 10.1007/978-3-031-11401-4

12. Anthropometry, Apparel Sizing and Design (Second Edition), Edited by Norsaadah Zakaria and Deepti Gupta The Textile Institute Book Series. Duxford, United Kingdom, Cambridge, United States, Kidlington, United Kingdom, Woodhead Publishing, 2020, 415 p. – <https://www.textileinstitute.org/product/anthropometry-apparel-sizing-and-design-2nd-edition/>
13. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2309.03812> (data obrascheniya 25.03.2025)
14. Allen B., Curless B., Popovic Z. The space of human body shapes: reconstruction and parameterization from range scans // ACM transactions on graphics (TOG), 2003, 22(3): p. 587...594.
15. Aslam M, Rajbdad F, Khattak S, Azmat S. Automatic measurement of anthropometric dimensions using frontal and lateral silhouettes // IET Computer Vision. 2017. 11(6). P. 434...447.
16. Hyncik L., Cechova H., Bonkowski T. etc. Personalization of a human body model using subject-specific dimensions for designing clothing patterns // Applied Sciences. 2012, 11(21): 10138.
17. Yan Song, Wirta J, Kamarainen J-K. Anthropometric clothing measurements from 3d body scans // Machine Vision and Applications. 2020, 31(1). P. 1...11.
18. Van Sida. Razrabotka tehnologii virtualnogo proektirovaniya uzla "proima_rukav" jenskih jaketov: dis. ... kand. tehn. nauk. Ivanovo: IVGPU, 2022. 237 с.
19. <https://3dpeople.com/en/> (data obrascheniya 25.03.2025)
20. U Czyn. Razrabotka metodiki sistemnogo grafoanaliticheskogo proektirovaniya bryuk: dis. ... kand. tehn. nauk. Ivanovo: IVGPU, 2002. 212с.
21. Lo Yun. Konstruktivnoe obosnovanie trehmernogo proektirovaniya virtualnih sistem «figura-odejda»: dis. ... kand. tehn. nauk. Ivanovo: IVGPU, 2011. 215 с.
22. Sya Pen. Razrabotka metodiki prognozirovaniya vneshnego vida jenskih bluzok: dis. ... kand. tehn. nauk. Ivanovo: IVGPU, 2022. 204 с.

Рекомендована кафедрой конструирования швейных изделий ИВГПУ. Поступила 25.03.25.