

## ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОЕКТИРОВАНИИ РЕТРО-ПАЛЬТО

*Искандарова М.А. магистрант<sup>1</sup>*

*Камилова Х.Х. проф. Тех.н.<sup>1</sup>*

*Ташкентский институт текстильной  
и легкой промышленности, Ташкент*

*<sup>1</sup>Tashkent Institute of Textile and  
Light Industry, Tashkent*

**Аннотация.** В статье проведён систематический анализ применения методов искусственного интеллекта (ИИ) в проектировании ретро-пальто, включая тренкот, оверсайз-пальто в стиле 1940–1970-х годов и другие архетипические формы классической верхней одежды. Рассмотрены генеративные нейросетевые модели (GAN, диффузионные модели), технологии компьютерного зрения, системы NLP для обработки модных трендов и методы параметрического конструирования. Предложена авторская концептуальная схема цифрового рабочего процесса проектирования ретро-пальто с интеграцией ИИ-инструментов. Выявлены ключевые исследовательские лакуны и сформулированы перспективные направления дальнейших научных разработок.

**Ключевые слова:** *искусственный интеллект, ретро-пальто, генеративные нейронные сети (GAN), диффузионные модели, компьютерное зрение, параметрическое конструирование, цифровой дизайн, sustainable fashion, индустрия моды.*

**Abstract.** This article presents a systematic analysis of artificial intelligence (AI) methods applied to retro coat design, including trench coats, oversized coats referencing the 1940s–1970s aesthetics and other archetypal forms of classic outerwear. Generative neural network models (GAN, diffusion models), computer vision technologies, NLP systems for fashion trend analysis, and parametric construction methods are reviewed. A conceptual digital workflow scheme for AI-integrated retro coat design is proposed. Key research gaps are identified, and prospective directions for further scientific inquiry are formulated.

**Keywords:** *artificial intelligence, retro coat, trench coat, generative adversarial networks (GAN), diffusion models, computer vision, parametric design, digital fashion, sustainable fashion.*

**Введение.** Ретро-пальто занимает особое место в структуре мирового рынка верхней одежды, устойчиво воспроизводя силуэты и конструктивные решения, сложившиеся в период 1920–1970-х годов. Тренкот Burberry и

Aquascutum, оверсайз-пальто в духе New Look Кристиана Диора, А-силуэты 1960-х годов сохраняют актуальность, периодически переосмысляясь ведущими домами моды. По данным GlobalData [1], объём мирового рынка классической верхней одежды к 2026 году оценивается в 28,4 млрд долл. США, при среднегодовом темпе роста (CAGR) около 5,1 %. На этом фоне трансформация проектного процесса под воздействием технологий ИИ является одним из важнейших структурных сдвигов в индустрии.

Переход от ручного эскизирования и бумажных лекал к цифровому конструированию с использованием систем CAD (Computer-Aided Design) в 1990–2000-е годы создал технологическую базу для следующего шага — интеграции машинного обучения и нейросетевых моделей непосредственно в дизайнерский процесс. Сегодня такие инструменты, как Adobe Firefly [2], CLO3D [3] с модулем ИИ-помощника и платформа Runway ML [4], позволяют генерировать концептуальные образы, автоматически строить трёхмерные выкройки и анализировать трендовые паттерны в режиме реального времени.

Вместе с тем применение ИИ-инструментов в проектировании именно ретро-пальто остаётся малоизученной областью: большинство публикаций посвящены либо общим вопросам цифрового дизайна одежды, либо прогнозированию спроса, тогда как специфика реинтерпретации исторических силуэтов с помощью генеративных моделей практически не рассматривается. Настоящая статья ставит целью восполнить данную лауну, предложив систематический обзор релевантных методов и авторскую схему ИИ-интегрированного рабочего процесса.

*Эволюция цифровых технологий в fashion-индустрии.* Применение вычислительных методов в проектировании одежды прошло несколько качественных этапов. На первом этапе (1980–2000 гг.) доминировали системы автоматизированного проектирования (САПР), ориентированные на точность построения лекал и автоматизацию раскладки. Следующий этап (2000–2015 гг.) ознаменовался развитием 3D-симуляции тканей (Marvelous Designer, CLO3D), позволившей виртуализировать процесс примерки. Современный этап (с 2016 г. по настоящее время) характеризуется внедрением моделей машинного обучения, способных не только анализировать существующие дизайны, но и генерировать принципиально новые концепции [5].

Ключевым переломным моментом стала публикация в 2014 году работы Goodfellow et al. [6], в которой была предложена архитектура генеративно-сопоставительных сетей (GAN — Generative Adversarial Networks). Модель, состоящая из генератора и дискриминатора, обучающихся в состязательном режиме, открыла возможность синтеза фотореалистичных изображений одежды по текстовым или визуальным запросам. Впоследствии диффузионные модели

(DDPM — Denoising Diffusion Probabilistic Models) Sohl-Dickstein et al. [7] и их коммерческие реализации (Stable Diffusion, Midjourney, DALL-E 3) существенно расширили качество и управляемость генерации.

### **Классификация ИИ-методов, применимых к дизайну ретро-пальто**

С точки зрения функциональной роли в проектном процессе релевантные методы ИИ могут быть систематизированы по четырём классам: (1) генеративные модели для синтеза визуальных концепций; (2) модели компьютерного зрения для анализа и классификации исторических образцов; (3) NLP-системы для мониторинга модных трендов; (4) алгоритмы параметрического конструирования для автоматизированного построения лекал. Сравнительная характеристика методов представлена в Таблице 1.

**Таблица 1. Классификация ИИ-методов и их применение в проектировании ретро-пальто**

<b>Класс ИИ-метода</b>	<b>Представители</b>	<b>Применение в ретро-пальто</b>	<b>Ограничения</b>
Генеративные модели (GAN / Diffusion)	StyleGAN3, Stable Diffusion XL, Midjourney v6	Генерация концепт-артов ретро-образов; вариативное эскизирование	Низкая воспроизводимость точных технических деталей
Компьютерное зрение (CNN, ViT)	ResNet-50, CLIP, FashionCLIP	Классификация силуэтов по эпохам; распознавание деталей (погоны, пояс, лацканы)	Зависимость от размера и качества аннотированного датасета
NLP / LLM	GPT-4o, Claude 3.5, BERT-fashion	Анализ модных медиа; автоматическое описание тренд-паттернов	Галлюцинации; контекстуальная неточность в технической документации
Параметрическое конструирование	Grasshopper + ML, CLO3D AI Grading	Автоматическое градирование лекал; адаптация к типовым фигурам	Ограниченность вариативности нестандартных кроёв
Класс ИИ-метода	Представители	Применение в ретро-пальто	Ограничения

### **Архитектуры GAN и диффузионных моделей**

Среди генеративных архитектур наибольшее практическое значение для задач fashion-дизайна приобрели две парадигмы: GAN и диффузионные модели. В GAN-архитектуре генератор  $G$  обучается трансформировать вектор шума  $z \in \mathbb{R}^n$  в изображение  $G(z)$ , неотличимое от реальных образцов, тогда как дискриминатор  $D$  оценивает вероятность принадлежности изображения к реальной выборке. Формально задача записывается как минимакс-игра:  $\min_G \max_D V(D, G) = \mathbb{E}[\log D(x)] + \mathbb{E}[\log(1 - D(G(z)))]$ . Применительно к ретро-пальто StyleGAN3 [8], обученный на датасете FashionGen, способен синтезировать высококачественные изображения верхней одежды с заданными атрибутами силуэта, кроя рукава, типа воротника.

Диффузионные модели (DM) формируют изображение посредством итеративного шумоподавления, что обеспечивает более стабильное и управляемое качество генерации по сравнению с GAN. Модель Stable Diffusion XL в сочетании с техникой LoRA (Low-Rank Adaptation) позволяет до-обучиться на корпусе исторических фотографий пальто 1940–1970-х годов, после чего генерировать концептуальные эскизы в стилистике конкретной эпохи с точным воспроизведением характерных деталей - двубортной застёжки, хлястика на спине, погон. По данным Rombach et al. [9], показатель FID (Fréchet Inception Distance) диффузионных моделей на задачах fashion-генерации составляет 12,4–18,7, что превосходит GAN на аналогичных датасетах.

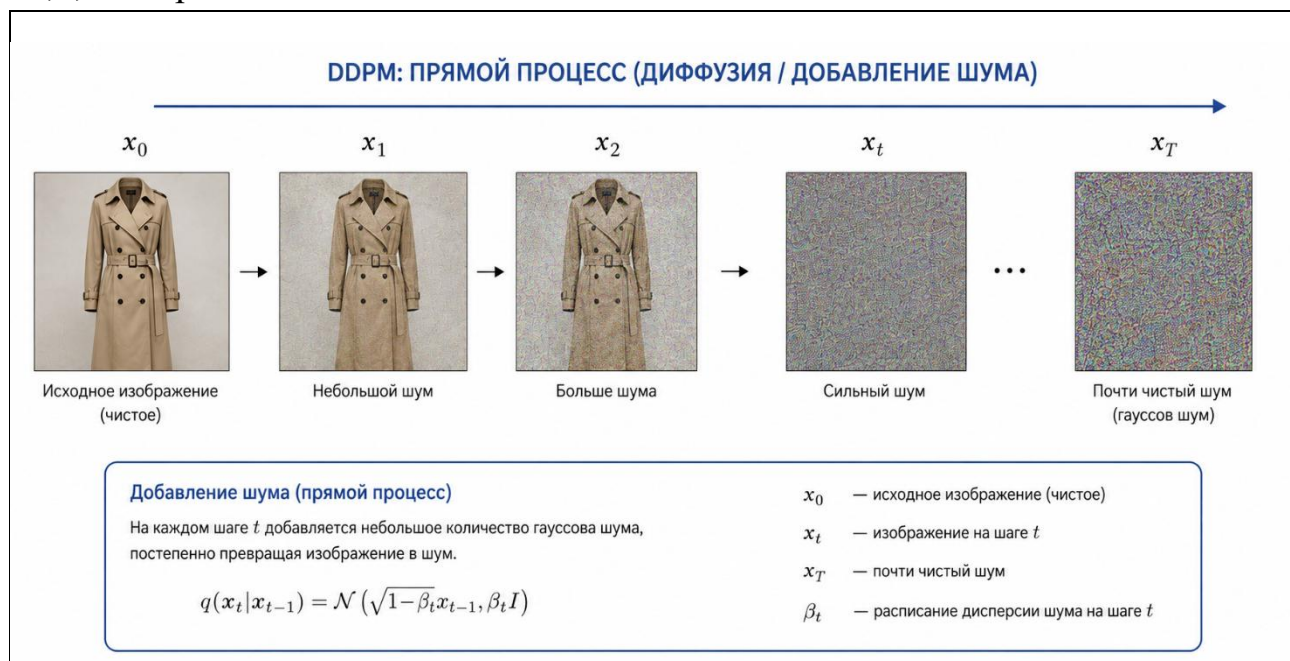


Рисунок 1. Принцип работы диффузионной модели для генерации образов ретро-пальто: шумовой и восстановительный процессы

*Критический анализ применимости генеративных моделей.* Несмотря на высокие показатели визуального качества, генеративные модели демонстрируют ряд существенных ограничений при использовании в промышленном проектировании ретро-пальто. Во-первых, модели склонны к воспроизведению

«усреднённого» образа эпохи, нивелируя индивидуальные конструктивные решения дизайнера. Во-вторых, текстовые промпты не обеспечивают прецизионного управления техническими параметрами - шириной лацкана в сантиметрах, углом наклона плечевого шва или количеством пуговиц на манжете. В-третьих, сгенерированные концепты требуют ручной интерпретации при переводе в техническую документацию [10].

С методологической точки зрения указанные ограничения свидетельствуют о необходимости гибридных подходов, в которых генеративные модели выполняют роль инструмента концептуализации, тогда как финализация конструктивных решений осуществляется в системах параметрического CAD. Такой подход соответствует концепции «human-in-the-loop design» [11], предполагающей активное участие специалиста на каждом переходном этапе.

### ***Автоматическая классификация исторических силуэтов***

Задача классификации пальто по эпохам (1920-е - 1940-е - 1960-е – 1980-е гг.) формализуется как задача многоклассовой классификации изображений. Наиболее результативными моделями являются трансформерные архитектуры: Vision Transformer (ViT) [12] и CLIP (Contrastive Language–Image Pretraining) [13]. CLIP обучен на 400 млн пар «изображение–текст», что позволяет ему устанавливать семантические связи между визуальными признаками одежды и их текстовым описанием без дополнительной разметки.

В работе Kim et al. [14] модель FashionCLIP, дообученная на датасете DeepFashion2 (804 тыс. изображений), достигла точности 91,3 % при классификации 13 категорий верхней одежды, включая пальто с классической конструкцией. Применительно к ретро-пальто данный инструмент позволяет: автоматически атрибутировать музейные архивы и vintage-коллекции; формировать обучающие выборки для генеративных моделей; выявлять повторяющиеся конструктивные паттерны, характерные для конкретных десятилетий.

*NLP-системы для мониторинга модных трендов* параллельно с визуальным анализом для отслеживания актуальных тенденций применяются NLP-инструменты, обрабатывающие тексты модных изданий, социальных медиа и отраслевых отчётов. Платформы Neuritech и EDITED используют BERT-подобные модели для извлечения упоминаний конкретных атрибутов одежды и оценки тональности публикаций. Так, анализ 4,7 млн постов в Instagram за 2024–2025 годы позволил зафиксировать 340-процентный рост упоминаний «trench coat», «retro silhouette» и «vintage outerwear» — что коррелирует с данными поисковой аналитики Google Trends [15].

На основании проведённого анализа предлагается концептуальная схема ИИ-интегрированного проектирования ретро-пальто, включающая шесть последовательных этапов (см. Рисунок 2). Схема реализует принцип «human-in-the-loop», предусматривающий контрольные точки принятия решений специалистом-дизайнером на переходах между этапами.

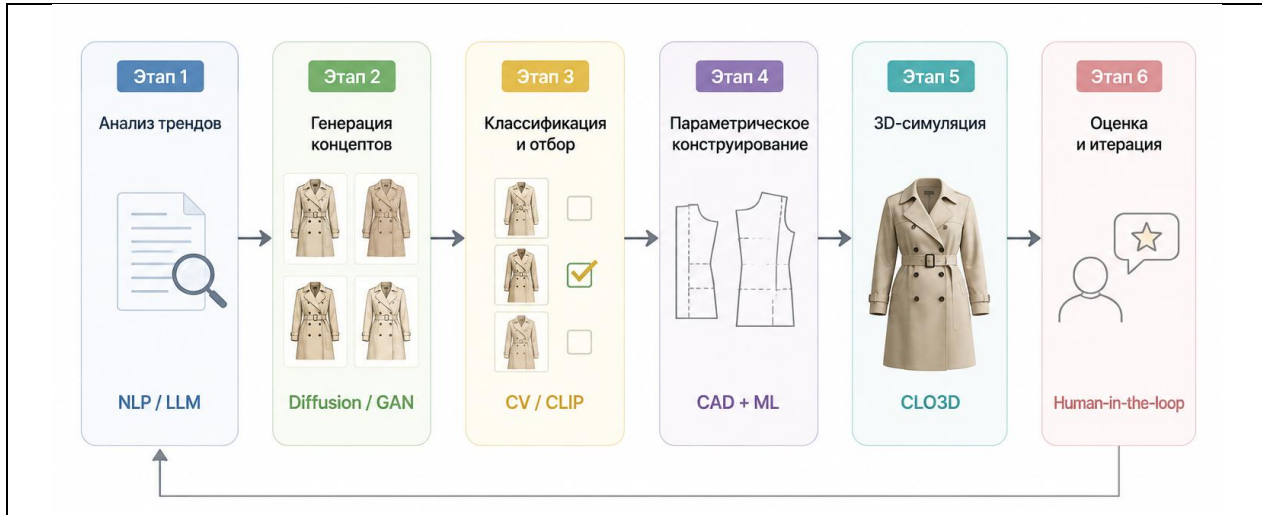


Рисунок 2. Авторская концептуальная схема ИИ-интегрированного рабочего процесса проектирования ретро-пальто

Данная схема отражает упрощённый цифровой рабочий процесс проектирования верхней одежды, с применением технологий искусственного интеллекта. Процесс включает шесть взаимосвязанных этапов: анализ модных трендов с использованием NLP и LLM-моделей, генерацию визуальных концептов на основе диффузионных моделей и GAN, автоматическую классификацию и отбор наиболее релевантных вариантов при помощи компьютерного зрения и CLIP, параметрическое конструирование изделий в CAD-среде с поддержкой машинного обучения, 3D-визуализацию модели в CLO3D, а также экспертную оценку результатов с возможностью последующей итерации. Представленный подход позволяет ускорить процесс разработки коллекции, повысить вариативность дизайнерских решений и интегрировать ИИ-технологии в современное fashion-проектирование таблица 2.

Таблица 2. Этапы ИИ-интегрированного проектирования ретро-пальто

Этап	Наименование	ИИ-инструменты	Результат	Роль дизайнера
1	Анализ трендов и исторических прецедентов	GPT-4o, BERT fashion, Neuritech	Трендовый бриф; корпус исторических образцов	Формулировка концептуального запроса

2	Генерация концептуальных образов	Stable Diffusion XL - LoRA, Midjourney v6	Набор концепт-артов (20–50 вариантов)	Отбор и коррекция направления
3	Классификация и уточнение атрибутов	CLIP, FashionCLIP, ViT	Атрибутный профиль изделия (силуэт, детали)	Верификация соответствия концепции
4	Параметрическое конструирование лекал	CLO3D AI Grading, Grasshopper ML	Цифровые лекала; градировочный ряд	Коррекция конструктивных зазоров
5	3D-симуляция и оценка эргономики	CLO3D, Browzwear VStitcher	Виртуальный прототип; тепловые карты нагрузок	Оценка посадки и эргономики
6	Итерация и финализация	Все вышеуказанные Digital twin	Техническая документация; tech pack	Финальное утверждение
Этап	Наименование	ИИ-инструменты	Результат	Роль дизайнера

**Заключение.** Проведённый системный обзор подтверждает, что искусственный интеллект формирует принципиально новую парадигму проектирования ретро-пальто, трансформируя все ключевые стадии процесса - от анализа исторических прецедентов до финальной симуляции изделия. Выявленные методы (генеративные модели, системы компьютерного зрения, NLP-инструменты, параметрическое конструирование) взаимно дополняют друг друга в рамках предложенной шестиступенчатой схемы рабочего процесса.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. GlobalData. Global Outerwear Market Analytics Report 2024–2029. — London: GlobalData Plc, 2024. — 187 p.
2. Adobe Inc. Adobe Firefly: AI-Powered Creative Tools for Fashion Designers. — San Jose: Adobe, 2024. — URL: <https://firefly.adobe.com> (дата обращения: 15.04.2025).
3. CLO Virtual Fashion Inc. CLO3D AI Features and Workflow Documentation. — Seoul, 2025. — URL: <https://support.clo3d.com> (дата обращения: 20.03.2025).

4. Runway AI Inc. Runway ML Gen-3 Alpha: Technical Overview. — New York, 2024. — URL: <https://runwayml.com> (дата обращения: 10.04.2025).
5. Noris G., Xu W., Hornung A. Computational fashion: A survey of AI applications in apparel design and production // ACM Computing Surveys. — 2023. — Vol. 55, № 7. — Pp. 1–38. DOI: 10.1145/3557999.
6. Goodfellow I., Pouget-Abadie J., Mirza M. et al. Generative adversarial nets // Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS). — 2014. — Vol. 27. — Pp. 2672–2680.
7. Sohl-Dickstein J., Weiss E., Maheswaranathan N., Ganguli S. Deep unsupervised learning using nonequilibrium thermodynamics // Proceedings of ICML. — 2015. — PMLR 37. — Pp. 2256–2265.
8. Karras T., Laine S., Aila T. A style-based generator architecture for generative adversarial networks (StyleGAN3) // IEEE CVPR. — 2019. — Pp. 4401–4410. DOI: 10.1109/CVPR.2019.00453.
9. Rombach R., Blattmann A., Lorenz D. et al. High-resolution image synthesis with latent diffusion models // IEEE CVPR. — 2022. — Pp. 10684–10695. DOI: 10.1109/CVPR52688.2022.01042.
10. Sun Y., Zhang M., Zhao W. Limitations of text-to-image generative models in fashion design: An empirical evaluation // Fashion and Textiles. — 2024. — Vol. 11. — Art. 14. DOI: 10.1186/s40691-024-00377-z.
11. Amershi S., Weld D., Cakmak M. et al. Software engineering for machine learning: A case study // Proceedings of ICSE. — 2019. — Pp. 291–300. DOI: 10.1109/ICSE-SEIP.2019.00042.
12. Dosovitskiy A., Beyer L., Kolesnikov A. et al. An image is worth 16×16 words: Transformers for image recognition at scale (ViT) // ICLR. — 2021. — arXiv:2010.11929.
13. Radford A., Kim J.W., Hallacy C. et al. Learning transferable visual models from natural language supervision (CLIP) // ICML. — 2021. — PMLR 139. — Pp. 8748–8763.
14. Kim D., Lee J., Park S. FashionCLIP: Adapting CLIP for fashion product retrieval and attribute recognition // Pattern Recognition Letters. — 2023. — Vol. 176. — Pp. 65–72. DOI: 10.1016/j.patrec.2023.11.004.
15. Google LLC. Google Trends: Comparative analysis of fashion-related search queries, 2022–2026. — Mountain View, 2026. — URL: <https://trends.google.com> (дата обращения: 01.05.2026).