

Научный журнал «Костюмология» / Journal of Clothing Science <https://kostumologiya.ru>

2025, Том 10, № 1 / 2025, Vol. 10, Iss. 1 <https://kostumologiya.ru/issue-1-2025.html>

URL статьи: <https://kostumologiya.ru/PDF/19TLKL125.pdf>

2.6.16. Технология производства изделий текстильной и легкой промышленности (технические науки)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Шакамалова, М. Д. Разработка цифровой коллекции одежды с использованием нейронной сети и 3D-моделирования / М. Д. Шакамалова, С. С. Юхин // Костюмология. — 2025. — Т. 10. — № 1. — URL: <https://kostumologiya.ru/PDF/19TLKL125.pdf>.

For citation:

Shakamalova M.D., Ykhin S.S. Designing a digital clothing collection using Neural Networks and 3D-modeling. *Journal of Clothing Science*. 2025;10(1): 19TLKL125. Available at: <https://kostumologiya.ru/PDF/19TLKL125.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.).

УДК 687.01:004.94

Шакамалова Мария Дамировна

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва, Россия
Аспирант

E-mail: Shakamalovamaria@gmail.com

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1290654

Юхин Сергей Семенович

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва, Россия
Заведующий кафедрой «Проектирования и художественного оформления текстильных изделий»

Доктор технических наук, профессор

E-mail: sergeyyukhin@yandex.ru

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=488023

Разработка цифровой коллекции одежды с использованием нейронной сети и 3D-моделирования

Аннотация. В данной статье показано применение генеративной искусственной сети Stable Diffusion для проектирования орнамента для разработки коллекций одежды, а также применение навыков в составлении алгоритма для разработки промта.

Целью исследования является анализ инновационных подходов использования нейронных сетей в создании коллекций одежды. Объект исследования — нейронная сеть Stable Diffusion. Проанализирован алгоритм и формирование структурного промта, который улучшает взаимодействие с нейронной сетью, и ускоряет результат получения генераций по заданному запросу.

В работе продемонстрирован промт, который был составлен для генерации способом преобразования текста в изображение. Представлены новые возможности для разработки дизайна принтов, дизайна тканей и декоративных элементов.

Был создан цифровой проект в программе трехмерного моделирования Style3D и проведена разработка коллекции одежды макетным способом. Практической значимостью проекта является внедрение и трансформация полученных результатов генерации в трехмерную среду и получение коллекции одежды с новым дизайном.

Эксперимент, проведенный в ходе исследования, подчеркивает эффективность использования навыков проектирования дизайна в программе Style3D и применения структур, сгенерированных при помощи Stable Diffusion для реализации цифровых проектов.

Важность этого исследования заключается в перспективном взаимодействии инновационных подходов и объединение их с возможными методами проектирования, используя визуализацию структур орнаментов, визуализацию образов коллекции одежды.

В ближайшем будущем такие способы исследования нейронных моделей могут считаться актуальными и востребованными для создания дизайн-проектов. Предлагается пересмотреть существующие способы проектирования и использовать инновационные технологии способные расширить взгляд на перспективы будущего развития.

Ключевые слова: нейронные сети; проектирования орнамента; метод генерации text-to-image; промт; Stable Diffusion; 3D-проектирование; Style3D

Введение

На фоне глобальной цифровизации происходит развитие интеграции использования нейронных сетей и 3D-проектирования, это ведет к изменению традиционных подходов создания продукции в легкой промышленности и в модной индустрии. Интеграция таких инструментов в промышленность, искусство и другие сферы деятельности человека ведет за собой повышение эффективности, решает ранее недоступные задачи и становится основой для инновационных прорывов [1].

В настоящее время современные ИИ-системы охватили многие сферы человеческой деятельности. К одному из типов ИИ-систем относятся нейросети, они принимают информацию, обрабатывают ее и выдают необходимый результат.

Эффективное взаимодействие с нейронными сетями подразумевает, что для этого становится возможным применение структурного формулирования запросов.

Алгоритм создания становится помощником человека в проектировании текстовых запросов (промтов), направленных на управление и корректирование выходных результатов, полученных через модели нейронных сетей для генерации изображений [2].

В работе представлены результаты эксперимента проведенного на кафедре проектирования и художественного оформления текстильных изделий в РГУ имени А.Н. Косыгина.

В качестве исследования будет проведен эксперимент при помощи: Stable Diffusion, Style 3D.

Синтаксическое оформление промтов и использование специальных символов в Stable Diffusion

Для генерации изображений использован метод генерации text-to-image — это метод, который строится на основе преобразования текстового запроса в изображение [3]. В представленной работе предлагается проанализировать синтаксические особенности для формирования исходных данных, которые лягут в основу составления промта в нейронной сети в Stable Diffusion.¹

¹ Stable Diffusion [Электронный ресурс] URL: <https://stability.ai/stable-image/> (Дата обращения 02.12.2024).

Промт — это текстовый запрос, который участвует в генерации при помощи нейронных сетей [4].

При написании собственного авторского промта можно получить разнообразные результаты, и они будут зависеть только от личных особенностей автора, и его предпочтений для генераций. Можно использовать различные речевые конструкции, но соблюдая при этом синтаксическое оформление текстовых подсказок.

Синтаксис промта — будет включать ряд рекомендаций для оформления текстового запроса. Например, расстановка пробелов будет влиять на качество генерации. Лишние пробелы будут нарушать токенизацию.²

Промт состоит из токенов. Токены — это основные строительные блоки для ввода текстовых исходных данных, которые генеративная нейронная сеть использует для анализа и итерации текстового запроса. Токен может быть словом, частью слова, и может включать в себя короткое сочетание слов или даже целое предложение, а также знаком препинания или даже пробелом.

Токенизация представляет собой этап разработки промта, при котором текст делится на составные логические смысловые единицы. Этот этап позволяет генеративной модели определить приоритетные элементы, например, если выделить словосочетания заключая их в скобки.

Скобки для составления текстовой подсказки бывают двух видов круглые () и квадратные [].

Круглые скобки используются для увеличения веса токена, а также для добавления дополнительных пояснений или указания альтернативных или дополнительных деталей.

Например, при использовании круглых скобок вес токена увеличивается в 1,1 раза. Чем больше скобок, тем выше приоритет токена.

Квадратные скобки — используются для уменьшения веса токена. Так же квадратные скобки могут использоваться для чередования токенов в запросе. Например, при использовании квадратных скобок вес токена снижается в 0,9 раза.

Прогрессия весовых коэффициентов будет зависеть количества скобок. То есть числовой коэффициент может увеличиваться, при увеличении количества скобок.³

Влияние символов на весовые коэффициенты токенов представлено в таблице 1. Информация касательно изменения веса токенов изучается в процессе использования, является не до конца изученной областью и основывается на личном опыте сообществ разработчиков.

Таблица 1

Влияние синтаксиса на генерации

№	Символ	Эффект
1	()	Увеличивает вес токена в 1,1 раза
2	[]	Снижает вес токена в 0,9 раза
3	,	Разделение элементов без изменения веса

Составлено автором Шакамаловой М.Д.

² Stable Diffusion WebUI Documentation Раздел: "Prompt Editing" — URL: <https://github.com/AUTOMATIC1111/stable-diffusion-webui/wiki/Features#prompt-editing> (дата обращения: 10.12.2024).

³ Все о написании промптов для Stable Diffusion (Automatic1111 / Forge / Fooocus): Полное руководство — URL: <https://boosty.to/nevskiyart/posts/a24cee77-249c-4063-8a54-cd652ac84f85> (дата обращения: 12.12.2024).

Анализ технических особенностей нейронной сети Stable Diffusion

Stable Diffusion — это генеративная искусственная нейронная сеть, обученная на большом массиве данных, с открытым исходным кодом, созданная Stability Ai⁴, которая демонстрирует уникальные способности в создании орнаментов.

На рисунке 1 представлено изображение веб-интерфейса искусственной нейронной сети Stable Diffusion с открытым исходным кодом, который представлен для общего скачивания на сайте Github.⁵ Анализ интерфейса нейронной сети показывает, что для получения оптимальных результатов необходимо выставить ключевые настройки, такие как:

- Sampling method;
- Sampling steps;
- Denoising straight;
- CGF scale.

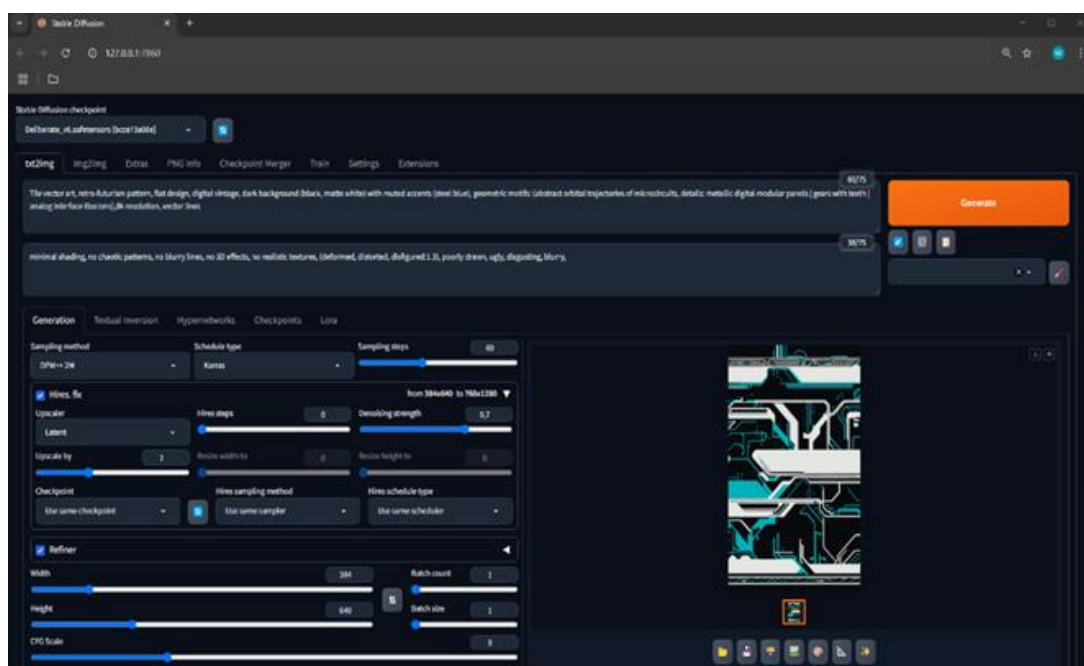


Рисунок 1. Веб-интерфейс нейронной сети Stable Diffusion

Sampling method — станет определять метод семплирования, это алгоритм, который определяет, как нейронная сеть будет составлять изображение на каждом этапе генерации.

Sampling steps — будет влиять на качество и скорость детализации. При стандартном варианте выставленных настроек будет стоять 20 шагов для итераций. Для приближения к максимальной детализации рекомендуется выставлять 40–50 шагов.

CGF scale — будет отвечать за соответствие текстового запроса к составляемому изображению, рекомендуемый диапазон будет варьироваться от 7 до 15, где соответствие будет означать:

7–12 — стандартный запрос;

⁴ Stability Ai [Электронный ресурс] — URL: <https://stability.ai/> (Дата обращения 09.12.2024).

⁵ Github [Электронный ресурс] — URL: <https://huggingface.co/stabilityai/stable-diffusion-3.5-medium/> (Дата обращения 20.12.2024).

5–7 — абстрактные и художественные запросы, где возможно больше вариативности;

12–15 — будет означать более близкое следования промту без излишней детализации.

Denoising straight — сила шумоподавления, это параметр который будет регулировать уровень изменения изображения и влияет на степень детализации.⁶

Анализ семантических свойств для генераций

Семантический анализ направлен на точное получение готового варианта генераций изображений. От однозначности интерпретации семантического анализа будет зависеть отображение свойств объектов, который нужен при генерации. Необходимо произвести уточнение параметров, избегать двусмысленности, четко формулировать цель запроса.

Семантическая точность выражает соответствие приближения текстового описания к желаемому результату. Для этого необходимо включать конкретные дескрипты, то есть можно вносить уточнения для соответствия техническим требованиям. При составлении запроса необходимо уточнить наличие текстовых компонентов, например можно сформулировать требования с определенным количеством цветов, или наоборот возможно исключение ненужных эффектов, которые могут усложнять дальнейшую работу с изображением [5].

В таблице 2 предоставлен разработанный алгоритм для генерации ретро-футуристичного паттерна, сформулированные требования смогут повысить семантический контроль и получить наиболее подходящие результаты.

Таблица 2

Алгоритм для формирования промта ретро-футуристичного паттерна

№	Компонент промта	Функция	Подготовка данных для текстового описания	Влияние на генерацию
1	Основа стиля и ключевые элементы	Определение эстетики и стиля	vector art, retro-futurism pattern, flat design, digital vintage	Задаёт визуальную семантическую связь, которая будет задавать общую тематическую стилистику генерации
2	Цветовая схема	Создание цветовых решений и передача настроения	Dark background (black, matte white) with muted accents (steel blue)	Создаёт иерархию цветов, необходимо расставить акценты
3	Структурные составляющие паттерна	Организация композиции	Tile, geometric motifs: (abstract orbital trajectories of microcircuits	Мотивы, концентрация повторяющихся элементов. Например, бесшовный паттерн без разрывов
5	Детализация	Добавление элементов для глубины восприятия	details: metallic digital modular panels gears with teeth analog interface illusions	Акценты, подчеркивающие общую стилизацию, усиление отдельных внешних свойств
6	Технические параметры	Обеспечение производственной приемлемости	8k resolution, vector lines	Совместимость с требуемыми стандартами для той или ной текстильной области, или обусловленные использованием определенных программ
7	Негативный промт	Корректирование полученных результатов в процессе генерации	minimal shading, no chaotic patterns, no blurry lines, no 3D effects, no realistic textures, (deformed, distorted, disfigured: 1.3), poorly drawn, ugly, disgusting, blurry	Исключение ненужных эффектов, контроль качества, уточнение деталей

Разработано автором Шакамаловой М.Д.

⁶ Как настроить Stable Diffusion под себя и получать крутые работы [Электронный ресурс] — URL: <https://smirnov.school/blog/characters/nastroiky-stable-diffusion/> (Дата обращения 23.12.2024).

Таким образом, в результате анализа был составлен промт и на основе подготовки данных для текстового описания получен текст на английском языке, который имеет следующий вид:

- *tile vector art, retro-futurism pattern, flat design, digital vintage. Dark background (((black, matte white: 1.5))) with muted accents (steel blue: 0.25), geometric motifs: (abstract orbital trajectories of microcircuits, details: metallic digital modular panels | gears with teeth | analog interface illusions), 8k resolution, vector lines.*

Для использования негативного промта, необходимо использовать отдельные поля для ввода. Это позволит корректировать нежелательные результаты и контролировать их в процессе генерации в заданных параметрах. В таблице 2 под пунктом 7 представлен анализ для формирования негативного промта, который выглядит следующим образом:

- *minimal shading, no chaotic patterns, no blurry lines, no 3D effects, no realistic textures, (deformed, distorted, disfigured: 1.3), poorly drawn, ugly, disgusting, blurry.*

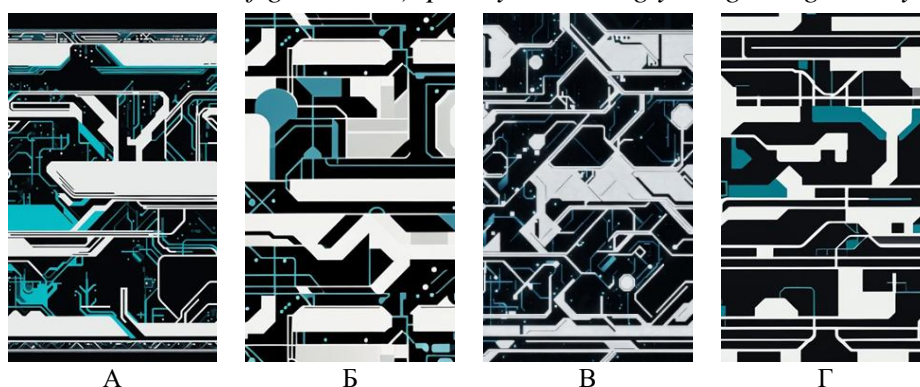


Рисунок 2. Примеры генерации бесшовных орнаментов в нейронной сети Stable Diffusion (Разработано автором Шакамаловой Марией)

Разработка цифровых моделей в программе Style3D

Эффективное использование нейронных сетей активно трансформирует подходы к созданию изделий в текстильной промышленности и модной индустрии [6; 7]. Особый интерес представляет возможность синтезировать нестандартные графические решения, полученные при помощи нейронной сети и возможностей программы 3D-моделирования таких как Style3D.⁷

Style3D — это цифровая платформа для 3D-моделирования и проектирования визуализаций одежды и представляет собой инструмент создания цифровых коллекций [8].

В процессе работы над статьей было проведено исследование функциональных возможностей генерации изображений при помощи Stable Diffusion в ходе чего один из полученных орнаментов был применен при проектировании цифровых моделей одежды. В данном случае для визуализации конструкции был применен макетный способ проектирования, который сочетает использование готовых прототипов при помощи базовых лекал стандартных конструкций, взятых из библиотеки, через инструменты редактирования в программе Style3D реализуется корректировка посадки на виртуальном манекене, так же возможна корректировка физических свойств материалов [9]. Такой способ сокращает процесс и исключает создание лекал с нуля [10]. Особенности проектирования такого метода будет считаться, что лекала изменяются в 2D-окне, и за счет автоматической синхронизации все внесенные изменения отображаются затем на трехмерном манекене.

⁷ Style3D [Электронный ресурс] URL: <https://www.style3d.com/> (Дата обращения 22.12.2024).

На рисунках 3, 4 продемонстрированы цифровые модели коллекции одежды, для которых был использован один мотив сгенерированного изображения, который смотрится по-разному за счет изменений свойств тканей и цвета за счет инструментов программы 3D-моделирования.

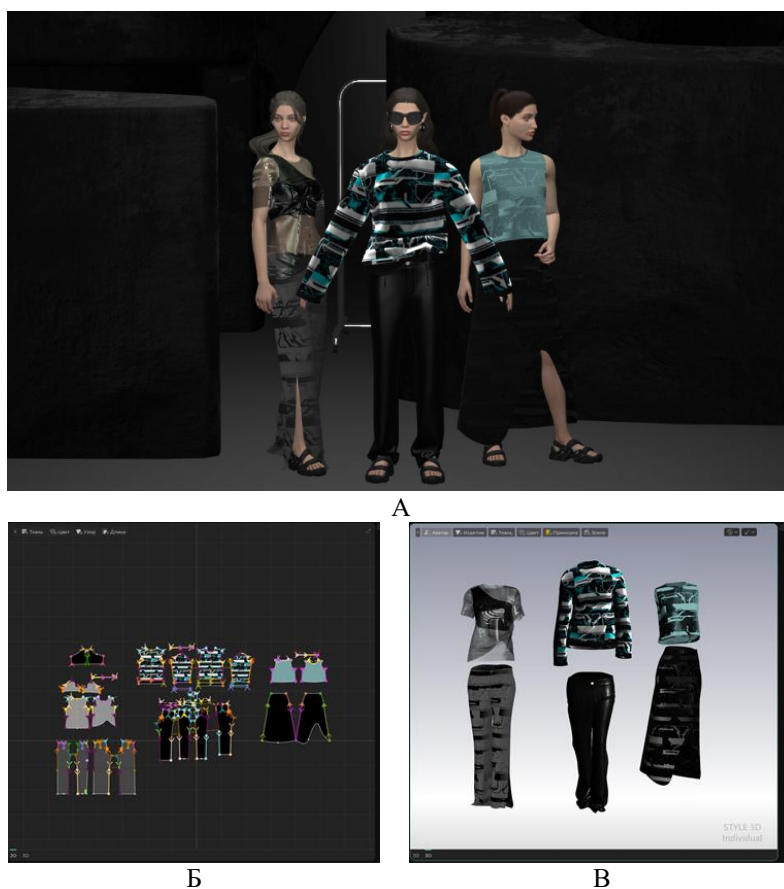


Рисунок 3. Цифровая коллекция моделей в программе Style3D:
А — Цифровая коллекция одежды на аватарах в динамичных позах; Б — 2D — окно программы Style3D; В — Цифровые модели коллекции одежды без аватара (разработано автором Шакамаловой Марией)



Рисунок 4. Цифровые модели в программе Style3D: А — Образ 1 — вид спереди; Б — Образ 1 — вид сзади; В — Образ 2 — вид спереди; Г — Образ 2 — вид сзади; Д — Образ 3 — вид спереди; Е — Образ 3 — вид сзади (разработано автором Шакамаловой Марией)

Вывод

В результате исследования был проведен анализ семантических особенностей для написания промта, что позволило оптимизировать взаимодействие с генеративной нейронной сетью и сократить количество итераций.

Был разработан алгоритм для создания бесшовного паттерна при помощи Stable Diffusion, который был применен при проектировании дизайна коллекции женской одежды. Для генерации нескольких разных орнаментов был составлен авторский промт, на основе полученных генераций был сделан выбор наиболее подходящего изображения.

Полученный орнамент был применен для визуализации трехмерной коллекции женской одежды в программе Style3D. Были разработаны цифровые 3D-модели коллекции женской одежды в ретро-футуристическом стиле, которые были дополнены нейро-принтами с реалистичной симуляцией тканей.

Связь творческой идеи с анализом семантических свойств позволит оптимизировать процесс генераций изображений и является перспективным направлением в настоящее время.

В заключении хотелось бы отметить, что эффективное использование нейронных сетей активно трансформирует подходы к созданию изделий в текстильной промышленности и модной индустрии, в которых открываются новые возможности для разработки дизайна, а 3D моделирование позволяет получить качественную визуализацию цифровых проектов в короткие сроки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Туханова, В.Ю. Исследование способов проектирования и презентации коллекций одежды в цифровой среде / В.Ю. Туханова, Е.Г. Андреева, А.Ж. Канкулов, В.А. Хуснутдинов // Костюмология. — 2024. — Т. 9. — № 1. — URL: <https://kostumologiya.ru/PDF/11TLKL124.pdf> (дата обращения: 07.10.2024).
2. Рыжкова, А.Д. Генерация паттернов для текстильной продукции с помощью нейронной сети «Recraft» / А.Д. Рыжкова, Н.Ю. Казакова // Костюмология. — 2023. — Т. 8. — № 4. — URL: <https://kostumologiya.ru/PDF/12IVKL423.pdf> (дата обращения: 12.11.2024).
3. Minshuo Chen, Song Mei, Jianqing Fan, Mengdi Wang An Overview of Diffusion Models: Applications, Guided Generation, Statistical Rates and Optimization // 2UC Berkeley: Princeton University — 2024 — URL: <https://arxiv.org/pdf/2404.07771> (дата обращения: 17.11.2024).
4. Алексеева, Л.Г., Алексеев, П.С. Язык промптов, или особенности формулирования запросов к генеративным нейросетям для создания изображений // Verba. Северо-Западный лингвистический журнал — 2024 — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/yazyk-promptov-ili-osobennosti-formulirovaniya-zaprosov-k-generativnym-neyrosetyam-dlya-sozdaniya-izobrazheniy/viewer> (дата обращения: 23.11.2024).
5. Robin Rombach, Andreas Blattmann, Dominik Lorenz, Patrick Esser, Björn Ommer High-Resolution Image Synthesis with Latent Diffusion Models // Computer Vision and Pattern Recognition. — 2022 — URL: <https://arxiv.org/abs/2112.10752> (дата обращения: 23.12.2024).

6. Добровольская, Т.А. Современные технологии при проектировании изделий легкой промышленности с внедрением культурных символов Курского региона / Т.А. Добровольская, Л.С. Аболмасова, А.А. Маслова, А.Е. Агеева, М.В. Фурсова // Костюмология. — 2024. — Т. 9. — № 4. — URL: <https://kostumologiya.ru/PDF/29IVKL424.pdf> (дата обращения: 24.12.2024).
7. Богмацера, Д.В. Отражение культурно-исторического наследия Курской области в дизайне одежды: создание авторских принтов с элементами кода быстрого отклика / Д.В. Богмацера, А.А. Маслова, А.Г. Хмелевская // Костюмология. — 2023. — Т. 8. — № 2. — URL: <https://kostumologiya.ru/PDF/22TLKL223.pdf> (дата обращения: 25.12.2024).
8. Коробцева, Н.А. Метавселенная как среда для развития цифровой моды / Н.А. Коробцева, М.В. Романов // Костюмология. — 2023. — Т. 8. — № 3. — URL: <https://kostumologiya.ru/PDF/23IVKL323.pdf> (дата обращения: 27.12.2024).
9. Слабоусова, Д.А. Дизайн-проектирование коллекции одежды на стыке творчества и инновационных технологий / Д.А. Слабоусова, М.И. Алибекова, Ю.Ю. Фирсова, Л.Ю. Колташова // Костюмология. — 2023. — Т. 8. — № 3. — URL: <https://kostumologiya.ru/PDF/01IVKL323.pdf> (дата обращения: 28.12.2024).
10. Добровольская, Т.А. Исследование способов художественного проектирования одежды в цифровой среде с использованием программы Stylist3D / Т.А. Добровольская, А.А. Маслова // Костюмология. — 2024. — Т. 9. — № 2. — URL: <https://kostumologiya.ru/PDF/20TLKL224.pdf> (дата обращения: 29.12.2024).

Shakamalova Maria Damirovna

Russian State University named A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art), Moscow, Russia
E-mail: Shakamalovamaria@gmail.com
RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1290654

Ykhin Sergey Semennovich

Russian State University named A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art), Moscow, Russia
E-mail: sergeyyukhin@yandex.ru
RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=488023

Designing a digital clothing collection using Neural Networks and 3D-modeling

Abstract. This article explores the application of the generative artificial intelligence model Stable Diffusion in designing patterns for clothing collections, alongside the development of algorithms for prompt engineering to optimize interactions with neural networks. The research aims to analyze innovative approaches to integrating neural networks into fashion design, with a focus on the Stable Diffusion model. The study examines the formulation of structured prompts, which enhance the efficiency and precision of text-to-image generation processes, and demonstrates their role in accelerating design outcomes.

A custom-engineered prompt for text-to-image generation is presented, highlighting its utility in creating fabric prints, textile designs, and decorative elements. A digital clothing collection was developed using the 3D modeling software Style3D, employing an adaptive layout method to integrate AI-generated patterns into garment designs. The practical significance of this work lies in the successful adaptation of AI-generated outputs into a 3D environment, yielding a collection with novel design solutions.

An experiment conducted during the study underscores the effectiveness of combining Stable Diffusion-generated structures with Style3D's design capabilities, demonstrating their synergy in realizing digital fashion projects. The significance of this research lies in its pioneering integration of cutting-edge technologies with traditional design methodologies, leveraging the visualization of ornamental patterns and clothing concepts to redefine creative workflows.

The findings suggest that neural network-based approaches will increasingly become vital tools for design projects, urging a reevaluation of conventional methodologies in favor of innovative technologies. Such advancements are poised to expand perspectives on the future of fashion design, emphasizing efficiency, creativity, and interdisciplinary collaboration.

Keywords: Stable Diffusion; neural networks; ornament design; 3D modeling; prompt engineering; digital fashion design; generative AI; textile patterns