

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

2026, Том 11, № 2 / 2026, Vol. 11, Iss. 2 <https://kostumologiya.ru/issue-2-2026.html>

URL статьи: <https://kostumologiya.ru/PDF/02IVKL226.pdf>

5.10.3. Виды искусства (с указанием конкретного искусства) (искусствоведение)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Обетковская, М. А. Итеративный метод проектирования цифрового костюма на основе физической симуляции в среде CLO 3D / М. А. Обетковская, Н. А. Коробцева, С. М. Арефьева, Н. Ю. Казакова // Костюмология. — 2026. — Т. 11. — № 2. — URL: <https://kostumologiya.ru/PDF/02IVKL226.pdf>.

For citation:

Obetkovskaya M.A., Korobtseva N.A., Arefieva S.M., Kazakova N.Yu. Iterative design method for digital costumes based on physical simulation in the CLO 3D environment. *Journal of Clothing Science*. 2026;11(2): 02IVKL226. Available at: <https://kostumologiya.ru/PDF/02IVKL226.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.).

УДК 687.016:004.94

Обетковская Мария Андреевна

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

Аспирант

E-mail: mara.obetkovskaya@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-4656-3669>

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1158007

Коробцева Надежда Алексеевна

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

Профессор кафедры «Информационных технологий и компьютерного дизайна»

Доктор технических наук, профессор

E-mail: rrr-home@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9895-6761>

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=351679

Арефьева Светлана Муллануровна

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

Заведующий кафедрой «Искусствоведения», доцент кафедры «Искусствоведения»

Кандидат педагогических наук

E-mail: arefeva-sveta@mail.ru

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1059633

Казакова Наталья Юрьевна

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

Профессор кафедры «Системного дизайна»

Доктор искусствоведения, доцент

E-mail: Kazakova-nu@rguk.ru

Итеративный метод проектирования цифрового костюма на основе физической симуляции в среде CLO 3D

Аннотация. В статье предлагается метод циклического проектирования цифрового костюма, основанный на итеративном взаимодействии генеративных нейросетей и физической симуляции в виртуальной среде CLO 3D.

В отличие от линейных подходов, где ИИ используется преимущественно для создания эскизов, а симуляция лишь для их визуализации, в предлагаемом методе между дизайнером, алгоритмом и виртуальной средой формируется циклический процесс взаимодействия. Вводится понятие цифрового костюма, форма которого возникает в процессе диалога между дизайнером, нейросетью и физической симуляцией. Описаны пять этапов метода: формулировка замысла в виде текстового описания, создание исходных деталей с помощью нейросети, формирование объемной формы под воздействием симуляции в CLO 3D, анализ непреднамеренных, но эстетических ценных эффектов (складок, провисаний, деформаций) и превращение этих эффектов в новый текстовый запрос для следующего цикла. Предложена классификация возможных путей развития формы: конвергентная, дивергентная, осциллирующая. Для обозначения наиболее выразительных эффектов, возникающих в симуляции и служащих источником новых идей, вводится термин «эстетически значимые артефакты». Метод открывает перспективы для создания инновационных форм, недостижимых при традиционном проектировании.

Ключевые слова: цифровой костюм; генеративные нейросети; CLO 3D; метод проектирования; итеративный дизайн

Введение

В современной научной литературе вопросам применения искусственного интеллекта в дизайне одежды уделяется значительное внимание [1]. В своей работе Демидов М. Д. и Рыков Е. С. анализируют возможности ИИ в индустрии моды, а также специфику машинного обучения, рассматривают этапы деятельности дизайнера с применением ИИ-инструментов [2]. Наряду с этим, исследователи активно изучают конкретные инструменты на разных этапах проектирования. Так, в работе Шакамаловой М. Д. и Юхина С. С. продемонстрирована возможность генерации орнамента в нейросети Midjourney с последующим нанесением его на 3D-модель одежды в программе CLO 3D [3]. Также Мочалина Д. Р. и Синева О. В. рассматривают использование нейросетей для разработки коллекций одежды, включая генерацию эскизов, орнаментов и визуализацию в 3D-среде [4], а Слабоусова Д. А. с другими соавторами анализируют дизайн-проектирование коллекций одежды на стыке творческих подходов и инновационных технологий, подчеркивая роль цифровых инструментов в современном дизайне [5]. Несмотря на наличие отдельных исследований по генерации образов и возможностей CLO 3D, комплексная методология, объединяющая итеративный цикл генерации, симуляции и обратной связи с использованием эстетически значимых артефактов до сих пор не была предложена.

Цифровые технологии радикально трансформируют процесс проектирования в индустрии моды. Генеративные нейросети¹, такие как Midjourney, DALL-E и специализированные инструменты для создания лекал, позволяют дизайнеру получать визуальные образы и даже готовые выкройки по текстовому описанию.

Параллельно развиваются программы трехмерного моделирования одежды, кроме которых ключевую роль играет CLO 3D², обеспечивающая высокореалистичную симуляцию физического поведения тканей [6–8].

¹ Генеративные нейросети: искусственные нейронные сети, способные создавать изображения по текстовому описанию (промпт).

² Среда CLO 3D: программа для трехмерного моделирования одежды, позволяющая создавать виртуальные лекала и симулировать их поведения на фигуре.

Однако анализ современной практики показывает, что интеграция этих инструментов носит преимущественно линейный характер: нейросеть генерирует эскиз или лекала, а дизайнер затем вручную адаптирует их в трехмерной среде [9]. Физическая симуляция³ при этом используется лишь как средство финальной визуализации, а ее потенциал как активного агента формообразования остается невостребованным. Возникающие в процессе симуляции непреднамеренные эффекты (складки, деформации, провисания) традиционно рассматриваются как ошибки, подлежащие устранению, а не как источник новых проектных идей.

Таким образом, существует разрыв между генеративными возможностями ИИ и формообразующим потенциалом физической симуляции. Отсутствует методология, позволяющая выстроить итеративный диалог между этими инструментами, где результаты симуляции становились бы входными данными для нового цикла генерации. Это ограничивает творческие возможности цифрового дизайна и не позволяет использовать непредсказуемость симуляции как ресурс для создания принципиально новых форм.

Цель данной работы — разработать и теоретически обосновать итеративный метод проектирования цифрового костюма⁴, в котором непредсказуемые эффекты, возникающие при симуляции в цифровой среде CLO 3D, используется как творческий ресурс для создания новых форм. Объектом исследования выступает цифровой костюм как результат проектной деятельности, предметом — метод его проектирования, основанный на взаимодействии генеративных нейросетей и физической симуляции, где результаты симуляции служат основой для следующего цикла генерации.

Научная новизна исследования:

1. Впервые предложен подход к проектированию цифрового костюма, в котором непреднамеренные эффекты физической симуляции рассматриваются не как ошибки, подлежащие устранению, а как творческий ресурс для генерации новых форм.
2. Разработан оригинальный метод итеративного проектирования, включающий пять последовательных этапов и основанный на циклическом взаимодействии генеративных нейросетей и симуляционной среды CLO 3D.
3. Введено и обосновано понятие «эстетически значимые артефакты», фиксирующее переход от понимания симулятивных эффектов⁵ как случайности к их трактовке как источника проектных идей.
4. Предложена классификация возможных путей развития формы в итеративном процессе, позволяющая дизайнеру целенаправленно управлять степенью новизны результата.

Теоретическая значимость работы заключается в развитии представлений о творческом процессе в условиях цифровой трансформации дизайна. Практическая значимость определяется возможностью применения метода в дизайн-практике для создания инновационных форм, недостижимых при традиционном подходе. Исследование базируется на системном анализе, теоретическом моделировании и мысленном экспериментировании. В качестве платформы для симуляции рассматривается CLO 3D, для генерации изображений современные открытые нейросети, для векторизации онлайн-инструмент трассировки.

³ Физическая симуляция: расчет поведения ткани под действием физических законов в виртуальной среде.

⁴ Итеративный метод проектирования: способ создания формы, при котором процесс повторяется по циклу, и результат каждого шага становится основой для следующего.

⁵ Симулятивный эффект: явления или визуальные/смысловые характеристики, создающие видимость чего-либо.

Основная часть

От линейной генерации к циклическому диалогу

Традиционный подход к использованию искусственного интеллекта в дизайне костюма строится на линейной схеме: промпт⁶, генерация изображения или лекал, ручное 3D-моделирование, визуализация. Эта модель закрепляет за ИИ роль инструмента предварительного эскизирования, а за симуляцией роль средства финальной презентации [10]. Такой подход ускоряет отдельные этапы работы, но не меняет принципиально характер проектного мышления: дизайнер остается единственным субъектом, принимающим решения, а случайные эффекты (непредсказуемые складки, деформации и провисания) рассматриваются как артефакты, подлежащие устранению.

Современные нейросети и программы симуляции ткани позволяют перейти к новой, циклической модели проектирования. В этой модели результат симуляции не завершает работу, а становится отправной точкой для нового цикла генерации. Процесс превращается из линейного в итеративный диалог трех равноправных участников: дизайнера, нейросети и виртуальной среды.

В основе предлагаемого подхода лежит идея формы, которая возникает естественным путем, а не создается напрямую дизайнером. В науке это называется самоорганизацией — способностью системы самостоятельно создавать упорядоченные структуры за счет внутренних взаимодействий, без внешнего управления [11].

Применительно к цифровому костюму это означает, что итоговая форма не вычерчивается дизайнером вручную, а рождается в процессе взаимодействия трех элементов: исходных деталей (лекал), законов физики, заложенных в программу CLO 3D, и правил, которые нейросеть получила из текстового описания.

В предлагаемом подходе симуляция выступает не просто инструментом для визуализации готовой идеи, а полноправным участником создания формы. Найденные решения могут быть не менее ценными, чем те, что сознательно придумал дизайнер. Симуляция не показывает заранее известный результат, а порождает новую, часто неожиданную форму благодаря сложному взаимодействию множества акторов. Наиболее выразительные из таких неожиданных результатов мы называем «эстетически значимыми артефактами», они и становятся источником новых идей для следующего цикла проектирования.

Метод итеративного проектирования цифрового костюма

Предлагаемый метод реализуется как последовательность пяти этапов, образующих замкнутый цикл.

Этап 1. Формулировка замысла. Дизайнер формулирует абстрактный образ, не связанный напрямую с одеждой, записывая в виде текстового описания. Важно, что промпт не содержит прямых указаний на тип одежды, а описывает только характер линий, симметрия или ассиметрия, степень фрагментации. По сути, это задание правил, по которым будет развиваться форма [12; 13].

Этап 2. Создание деталей нейросетью. Промпт передается генеративной нейросетью, которая создает плоские изображения в техническом стиле. На выходе получается набор графических элементов, напоминающих разложенные детали выкройки, но имеющих нетрадиционную, зачастую причудливую геометрию. Полученное растровое изображение преобразуется в векторный формат (SVG) для импорта в CLO 3D.

⁶ Промпт: текстовое описание, которое отправляется нейросети для генерации изображения.

Этап 3. Формирование объемной формы в симуляции. Векторные детали импортируются в CLO 3D и размещаются вокруг виртуального аватара. Дизайнер задает свойства ткани, специально выбирая параметры, которые могут усилить непредсказуемость: высокая плотность или аномальная легкость, нестандартные коэффициенты трения. Запускается физическая симуляция. Под действием гравитации, соприкосновения с телом и взаимодействия деталей друг с другом плоские элементы превращаются в объемную форму. Возникают складки, провисания, неожиданные драпировки — эффекты симуляции [13].

Этап 4. Поиск интересных результатов. Дизайнер рассматривает получившуюся трехмерную форму и находит фрагменты, которые выглядят выразительно и могут быть использованы для дальнейшей работы. Это могут быть отдельные складки, необычные сочетания объемов, линии перегибов. Важно, что эти элементы возникли сами собой, непреднамеренно, как результат взаимодействия исходных лекал (деталей) и физики, а не были заранее спроектированы. Такие фрагменты мы называем «эстетически значимыми артефактами», они становятся источником новых идей.

Этап 5. Создание нового описания. Найденный интересный фрагмент описывается словами и это описание становится новым текстовым запросом для следующего цикла. Новое описание снова поступает в нейросеть и цикл повторяется. После нескольких таких циклов форма обогащается, усложняется и приобретает черты, которые невозможно получить за один раз [14].

Таким образом, метод реализует не линейное, а циклическое проектирование, где каждый шаг опирается на результаты предыдущего, а случайные эффекты становятся полноправными участниками творческого процесса.

Варианты развития формы в процессе итераций

Применение описанного метода позволяет выделить несколько типичных сценариев того, как форма меняется от цикла к циклу.

Конвергентная траектория⁷ (стабилизация формы): после нескольких итераций форма перестает сильно меняться и переходит к устойчивому состоянию. Это происходит, когда на каждом шаге дизайнер выбирает близкие по характеру эстетические значимые артефакты, которые лишь уточняют уже найденное решение. Такой сценарий характерен для случаев, когда исходные промпт был достаточно конкретен и задавал узкие рамки.

Дивергентная траектория⁸ (усложнение формы): с каждой итерацией форма становится сложнее и неожиданнее, удаляясь от исходного образа. Это происходит, когда на каждом шаге дизайнер выбирает наиболее необычные артефакты и превращает их в новые текстовые описания, усиливающие необычность. Такой сценарий ведет к созданию наиболее инновационных, иногда даже гротескных форм, максимально использующих креативные потенциал метода.

Осциллирующая траектория⁹ (колебание формы): форма колеблется между двумя или несколькими состояниями, не приходя к устойчивому варианту, но и не уходя в бесконечное усложнение. Это может быть связано с тем, что исходные правила задавали противоположные качества, и на каждой итерации дизайнер переключается между этими полюсами. Такая траектория полезна для исследования контрастов и поиска баланса [15].

⁷ Конвергентная траектория: форма перестает сильно меняться и приходит к устойчивому состоянию.

⁸ Дивергентная траектория: форма становится все сложнее и неожиданнее с каждой итерацией.

⁹ Осциллирующая траектория: форма переключается между двумя или несколькими состояниями.

Понимание этих траекторий позволяет дизайнеру сознательно управлять процессом: при необходимости стабилизировать форму или, наоборот, провоцировать ее усложнение.

Границы и перспективы метода

Предложенный метод имеет ряд ограничений, о которых важно знать. Современные нейросети не всегда способны точно следовать абстрактным промптам и часто «соскальзывают» в привычные шаблоны. Это требует ручной корректировки или многократных попыток генерации. Кроме того, существующие модели обучались преимущественно на изображениях реальной одежды, что затрудняет получение принципиально новых форм. Качество симуляции в CLO 3D зависит от множества параметров (свойства ткани, параметры сетки, шаг расчета) и для получения стабильных и одновременно неожиданных результатов требуется тонкая настройка и опыт.

Несмотря на это, метод открывает широкие возможности. Он применяется в дизайн костюма, аксессуаров, обуви, а также в архитектуре текстиля. Внедрение метода в образование позволит формировать у студентов новое проектное мышление, основанное на диалоге с цифровой средой. Дальнейшее развитие метода связано с созданием специализированного ПО, объединяющего генерацию и симуляцию в единый цикл, а также с разработкой автоматических систем, которые сами распознают эстетически значимые артефакты.

Результаты и заключение

В статье предложен и теоретически обоснован метод итеративного проектирования цифрового костюма, в котором генеративные нейросети и физическая симуляция в среде CLO 3D выступают равноправными участниками формообразования. В отличие от существующих линейных подходов, где ИИ используется для создания эскизов, а симуляция для финальной визуализации, разработанный метод выстраивает итеративный диалог между человеком, алгоритмом и виртуальной физической средой. Этот диалог позволяет получать формы, невозможные при традиционном проектировании.

Основные научные результаты заключаются в следующем:

1. Разработан метод итеративного проектирования, включающий пять последовательных этапов: формулировка замысла в виде текста, создание деталей нейросетью, формирование объемной формы в симуляции, анализ возникших эффектов и превращение наиболее интересных из них в новый текстовый запрос. Повторение этих этапов позволяет на каждом шаге обогащать форму, используя неожиданные результаты симуляции как источник новых идей.
2. Введено понятие «эстетически значимые артефакты симуляции», так названы неожиданные, но выразительные эффекты (складки, провисания, деформация), которые возникают в процессе физической симуляции и могут стать основой для новых решений.
3. Предложена классификация возможных путей развития формы в процессе итераций: форма может постепенно усложняться, стабилизироваться или колебаться между разными состояниями. Эта классификация помогает дизайнеру сознательно управлять и выбирать нужную степень новизны результата.

Метод открывает перспективы для создания инновационных форм, недостижимых при традиционном проектировании. Дальнейшие исследования могут быть направлены на автоматизацию выделения эстетически значимых артефактов, дообучение нейросетей на абстрактных данных и интеграцию метода в образовательный процесс.

ЛИТЕРАТУРА

1. Искусственный интеллект как инструмент в процессе дизайн-проектирования коллекции молодёжной одежды / С. К. Бикчурина, А. В. Голованева, А. Н. Серикова, М. И. Алибекова // Костюмология. — 2023. — Т. 8, № 3. — EDN DEOABO.
2. Демидова, М. Д. Применение современных технологий искусственного интеллекта в индустрии моды / М. Д. Демидова, Е. С. Рыкова // Материалы и технологии. — 2024. — № 2(14). — С. 61–67. — DOI 10.24412/2617-149X-2024-2-61-67. — EDN CYJCRQ.
3. Шакамалова, М. Д. Разработка орнамента трикотажных изделий при помощи нейронной сети и современных технологий / М. Д. Шакамалова, С. С. Юхин // Костюмология. — 2024. — Т. 9, № 4. — EDN DJHTXF.
4. Мочалина, Д. Р. Использование нейросетей в разработке коллекций легкой промышленности / Д. Р. Мочалина, О. В. Синева // Костюмология. — 2024. — Т. 9, № 2. — EDN HALHFU.
5. 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. — EDN BFKJAM.
6. Художественное проектирование цифровой одежды средствами редактора Clo3D / Л. Б. Каршакова, Г. И. Борзунов, М. А. Груздева, М. А. Обетковская // Костюмология. — 2022. — Т. 7, № 3. — EDN SFDPCF.
7. Особенности проектирования одежды в цифровой среде / Г. И. Борзунов, Л. Б. Каршакова, М. А. Груздева [и др.] // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. — 2022. — № 2(398). — С. 183–191. — DOI 10.47367/0021-3497_2022_2_183. — EDN KJNYLI.
8. Коробцева, Н. А. Методика разработки цифрового показа / Н. А. Коробцева, Л. Б. Каршакова, М. А. Обетковская // Бюллетень науки и практики. — 2024. — Т. 10, № 5. — С. 408–416. — DOI 10.33619/2414-2948/102/51. — EDN PWRHYZ.
9. Бурова, М. Д. Генеративный искусственный интеллект как помощник дизайнера: пример проектирования коллекции на основе оренбургского пухового платка / М. Д. Бурова, М. Е. Ершова, Е. С. Рыкова // Костюмология. — 2024. — Т. 9, № 2. — EDN CXYNEF.
10. Обетковская, М. А. Элегантность в пикселях: современные тенденции в компьютерном проектировании орнаментов / М. А. Обетковская, Н. А. Коробцева // Бюллетень науки и практики. — 2023. — Т. 9, № 11. — С. 296–304. — DOI 10.33619/2414-2948/96/38. — EDN DZSGOW.
11. Design of Customized Garments Towards Sustainable Fashion Using 3D Digital Simulation and Machine Learning-Supported Human–Product Interactions / Zh. Wang, X. Tao, X. Zeng [et al.] // International Journal of Computational Intelligence Systems. — 2023. — Vol. 16, No. 1. — P. 16. — DOI 10.1007/s44196-023-00189-7. — EDN BFIVVL.
12. Мочалина, Д. Р. Использование нейросетей в разработке коллекций легкой промышленности / Д. Р. Мочалина, О. В. Синева // Костюмология. — 2024. — Т. 9, № 2. — EDN HALHFU.

13. 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. — EDN PDXJJ.
14. Калайкова, Ю. В. Итерационное дизайн-проектирование в виртуальной информационной среде / Ю. В. Калайкова // Совершенствование гуманитарных технологий в образовательном пространстве вуза: факторы, проблемы, перспективы: Материалы Всероссийского (с международным участием) научно-методического семинара. 30 лет кафедре культурологии и дизайна УрФУ, Екатеринбург, 17–19 марта 2021 года. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, 2021. — С. 57–62. — EDN ZNPTSP.
15. Лола, Г. Н. Дизайн перемен: метод Transscript / Г. Н. Лола, А. Д. Соколова, Т. И. Александрова // Terra Artis. Искусство и дизайн. — 2024. — № 3. — С. 11–19. — DOI 10.53273/27128768_2024_3_11. — EDN UHKSAX.

Obetkovskaya Maria Andreevna

Russian State University named A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art), Moscow, Russia

E-mail: mara.obetkovskaya@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-4656-3669>

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1158007

Korobtseva Nadezhda Alekseevna

Russian State University named A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art), Moscow, Russia

E-mail: rrr-home@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9895-6761>

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=351679

Arefieva Svetlana Mullanurovna

Russian State University named A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art), Moscow, Russia

E-mail: arefeva-sveta@mail.ru

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1059633

Kazakova Natalya Yurievna

Russian State University named A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art), Moscow, Russia

E-mail: Kazakova-nu@rguk.ru

Iterative design method for digital costumes based on physical simulation in the CLO 3D environment

Abstract. The article proposes a method for the cyclical design of digital clothing based on the iterative interaction of generative neural networks and physical simulation in the CLO 3D virtual environment. Unlike linear approaches, where AI is used primarily to create sketches and simulation is used only to visualize them, the proposed method establishes a cyclical process of interaction between the designer, the algorithm, and the virtual environment. The concept of a digital costume is introduced, the form of which arises in the process of dialogue between the designer, the neural network, and physical simulation. Five stages of the method are described: formulation of the idea in the form of a text description, creation of initial details using a neural network, formation of a three-dimensional shape under the influence of simulation in CLO 3D, analysis of unintended but aesthetically valuable effects (folds, sagging, deformations) and transformation of these effects into a new text query for the next cycle. A classification of possible ways of developing a form is proposed: convergent, divergent, oscillating. To denote the most expressive effects that arise in simulation and serve as a source of new ideas, the term «aesthetically significant artifacts» is introduced. The method opens up prospects for the creation of innovative forms that are unattainable in traditional design.

Keywords: digital suit; generative neural networks; CLO 3D; design method; iterative design