

RU

Применение генеративных нейросетей в инклюзивном дизайне веб-инфографики для пользователей с нарушениями зрения

Лиховцов Д. Д., Коробцева Н. А.

Аннотация. Цель исследования – определить возможности и перспективы применения генеративных нейронных сетей в инклюзивном дизайне веб-инфографики для пользователей с нарушениями зрения. В статье рассматриваются принципы инклюзивного дизайна с учётом требований WCAG 2.1 (SC 1.3.1, 1.4.3, 1.4.11) (W3C) и ГОСТ Р 52872-2019, предлагаются рекомендации, описываются риски и перспективы использования генеративных нейронных сетей. Эксперимент проведён на 30 инфографиках, сгенерированных с инклюзивным промптом и без него, оценка выполнена по критериям WCAG. Научная новизна заключается в выявлении ограниченного влияния инклюзивного промпта на параметры доступности веб-инфографики при её создании в генеративных нейронных сетях. В результате установлено, что генеративные нейронные сети обеспечивают высокий контраст текст/фон, но не гарантируют соответствия WCAG по контрасту иконок при дальтонизме. Применение инклюзивного промпта не показывает стабильного преимущества по всем критериям доступности, в некоторых случаях отмечено ухудшение показателей, что обосновывает необходимость участия дизайнера в оценке результатов.

EN

The application of generative neural networks in the inclusive design of web infographics for users with visual impairments

D. D. Likhovtsov, N. A. Korobtseva

Abstract. The aim of the study is to determine the possibilities and prospects of using generative neural networks in the inclusive design of web infographics for users with visual impairments. The article examines the principles of inclusive design, taking into account the requirements of WCAG 2.1 – specifically, Success Criteria 1.3.1, 1.4.3, and 1.4.11 (W3C) – and GOST R 52872-2019. The work also provides recommendations and describes the risks and prospects associated with the use of generative neural networks. The experiment was conducted on 30 infographics generated with and without an inclusive prompt. The results were evaluated according to WCAG criteria. The study's scientific novelty lies in identifying the limited effect of an inclusive prompt on the accessibility parameters of web infographics created using generative neural networks. The results demonstrate that generative neural networks provide high text-to-background contrast but do not guarantee compliance with WCAG requirements for icon contrast in cases involving color vision deficiency. The use of an inclusive prompt does not provide a consistent advantage across all accessibility criteria; in some cases, a deterioration in performance was observed. This finding supports the need for a designer to participate in evaluating the generated results.

Введение

Актуальность исследования обусловлена развитием генеративных нейронных сетей и потребностью в создании доступной веб-инфографики для пользователей с нарушениями зрения. Инклюзивный дизайн учитывает особенности всех пользователей, включая людей с ограниченными возможностями.

В России около 456 тысяч человек с нарушениями зрения (Президент ВОО назвал..., 2024). Нарушения цветовосприятия встречаются у 9,2% российских мужчин (Almustanyir, 2025), среди женщин – около 0,5%

(Шабанов, 2013), что в общей сложности составляет примерно 6,64 млн человек (4,54% населения). Целевая аудитория – пользователи с нарушениями зрения и цветовосприятия – насчитывает около 7,1 млн человек.

Цифровая среда остаётся труднодоступной, поскольку в интерфейсах не всегда учитываются их потребности. В современных исследованиях инклюзивность рассматривается как неотъемлемая часть дизайна (Волкова, 2025; Campoverde-Molina, Lujan-Mora, 2026; Moreno Martinez, Piorno, Escribano Otero et al., 2023). Веб-инфографика – визуальное представление данных на веб-страницах – должна быть понятна всем пользователям независимо от ограничений. Это требует контраста, читаемого шрифта, альтернативного текста и простой навигации.

Задачи исследования:

- систематизировать принципы инклюзивного дизайна для веб-инфографики с учётом WCAG 2.1 (W3C) и ГОСТ Р 52872-2019;
- определить механизмы применения генеративных нейросетей для создания доступной веб-инфографики;
- выявить возможности и ограничения генеративных нейросетей в обеспечении доступности посредством сравнительного анализа генераций с инклюзивным промптом и без него.

Методами исследования стали классификация и систематизация принципов, сравнительный анализ нормативных требований, экспериментально-аналитический метод оценки параметров WCAG (W3C).

В качестве гипотезы выдвинуто предположение, что применение инклюзивного промпта при генерации веб-инфографики обеспечивает более высокое соответствие критериям доступности WCAG (W3C) по сравнению с генерацией без инклюзивных параметров.

Теоретическую базу исследования составляют актуальные публикации по генеративным нейросетям, инклюзивному дизайну и доступности цифрового контента. А. А. Волкова (2025) отмечает, что инклюзивный дизайн должен учитывать конкретные потребности пользователей через иерархию текста, интерлиньяж и контрастность, но единый универсальный метод невозможен. М. Campoverde-Molina и S. Lujan-Mora (2026) показывают, что ИИ применяется для проверки доступности, но не заменяет профессиональную оценку. Т. Chandrasekera, Z. Hosseini и U. Perera (2024) подтверждают эффективность генеративного ИИ на ранних этапах проектирования. E. Gutflaish с соавторами (Gutflaish, Kachlon, Zisman et al., 2025) демонстрируют зависимость результата от структуры промпта. С. Moreno Martinez с коллегами (Moreno Martinez, Piorno, Escribano Otero et al., 2023) обосновывают циклический подход с участием пользователей. Ещё один коллектив авторов (Shen, Zhang, Shen et al., 2025) предоставил описание автоматизации создания альтернативного текста. N. Srivatsan, S. Samaniego, O. Florez и T. Berg-Kirkpatrick (2024) показывают, что качество генерации растёт при добавлении контекста. Т. Zhang с соавторами (Zhang, Wang, Lu Li et al., 2025) указывают на трудности генерации текста в изображениях. М. Anshütz, T. Sylaj и G. Groh (2024) сравнивают семь моделей и приходят к выводу о необходимости контроля человеком. А. Е. Gurita и R. D. Vatavu (2025) на 50 интерфейсах подтверждают, что инклюзивный промпт не гарантирует улучшения. С. Miranda-Pena, A. Reeson, C. Paris, J. Poon, J. K. Kummerfeld (2024) выделяют аспекты доступности на основе WCAG 1.4.1, 1.4.3 и 1.4.6 (W3C).

Практическая значимость исследования – получение возможности применения материалов для создания инклюзивной веб-инфографики и методических рекомендаций по исследуемой теме.

Ограничения в ходе исследования: использовались три модели нейросетей (ChatGPT, Gemini, Grok), генерировалось 30 примеров инфографики, отсутствовала расширенная статистическая обработка, что могло привести к частичной субъективности оценки результатов.

Обсуждение и результаты

Инклюзивный дизайн – методология, ориентированная на широкий круг пользователей независимо от их особенностей (ISO 9241-210:2019). В отличие от адаптивного дизайна, он стремится к универсальности с самого начала проектирования. Для веб-инфографики это особенно важно, поскольку она является визуальным средством коммуникации.

По классификации Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), нарушения зрения разделяются на умеренное и тяжёлое снижение остроты, слепоту и нарушение поля зрения (WHO, 2019). Слабовидящие используют экранное увеличение, незрячие – программы чтения с экрана (NVDA, JAWS, VoiceOver), для которых инфографика недоступна без текстовых альтернатив. Пользователи с дальтонизмом испытывают трудности при передаче смысла только через цвет.

На основе WCAG 2.1 и ГОСТ Р 52872-2019 выделены **шесть принципов** инклюзивного дизайна веб-инфографики:

1. **Читаемость и масштабирование** – при масштабировании до 200% текст должен оставаться разборчивым. Рекомендуются гротески (Roboto, Montserrat), размер не менее 16 пикселей, интерлиньяж в 1,5 раза больше кегля. Основные данные дублируются в HTML-тексте, не ограничиваясь надписями на изображении.
2. **Иерархия** – структурирование через заголовки и смысловые блоки обеспечивает последовательность восприятия. Нейросеть предлагает варианты композиции, дизайнер контролирует результат.
3. **Контраст** – не менее 4,5:1 для текста и 3:1 для крупных заголовков. Проверка в сервисе WebAIM. Оптимальны сочетания тёмного текста на светлом фоне и наоборот, низкая разница яркости неприемлема. Сервисы симуляции дальтонизма (Coblis, <https://www.color-blindness.com/coblis-color-blindness-simulator/>; Whocanuse, <https://www.whocanuse.com>) помогают при подборе цветов, но нейросеть не гарантирует их соответствия стандарту.

4. **Дублирование цветовых акцентов другими средствами** – цвет не должен быть единственным способом передачи смысла. Диаграммы и графики дополняются иконками, паттернами или текстом. При этом нейросеть не анализирует понятность для пользователей с нарушением цветовосприятия.

5. **Дополнительный текст** – вся инфографика снабжается текстовым пояснением, читаемым программами озвучивания. Нейросети могут генерировать описания, распознав текст на картинке (Shen, Zhang, Shen et al., 2025; Srivatsan, Samaniego, Florez et al., 2024), но оно может быть не точным.

6. **Оптимизация анимации** – для пользователей, чувствительных к мерцанию и быстрым изменениям изображения, снижается интенсивность и частота кадров. Без паузы длительность не более 5 секунд, мерцание не чаще 1 раза в секунду.

Эти принципы служат системой критериев оценки качества генерируемых решений. В рамках исследования была сформирована подборка существующих примеров веб-инфографики, соответствующих требованиям WCAG, доступная по ссылке (Дизайн инфографик..., 2026).

Инструменты проверки доступности: Siteimprove (<https://www.siteimprove.com>) сканирует структуру, контраст и альтернативные тексты; Stark (плагин для Figma) (<https://www.figma.com/community/plugin/732603254453395948/stark-contrast-accessibility-ai-checker>) проверяет контраст и симулирует нарушения цветовосприятия; Deque Axe (<https://www.deque.com/axe>) анализирует соответствие WCAG и предлагает рекомендации. Инструменты автоматизируют выявление проблем, но окончательная оценка остаётся за дизайнером.

В рамках эксперимента создана инфографика формата 800×1200 пикселей на фиксированную тему для сопоставимости. Условия: 1 – эталонные значения WCAG, 2 – генерация без инклюзивного промпта, 3 – генерация с инклюзивным промптом. Использованы нейросети: ChatGPT (GPT-4o) (<https://chatgpt.com>), Gemini (Imagen) (<https://gemini.google.com>), Grok (Imagine) (<https://grok.com/imagine>). Промпты приведены в Таблице 1 (см. Приложение).

Критерии оценки

1. Контраст текст/фон (WebAIM, <https://webaim.org/resources/contrastchecker>; Stark, <https://www.figma.com/community/plugin/732603254453395948/stark-contrast-accessibility-ai-checker>) – $\geq 4,5:1$ для текста, $\geq 3:1$ для крупного.

2. Контраст иконка/фон (Stark, <https://www.figma.com/community/plugin/732603254453395948/stark-contrast-accessibility-ai-checker>) – $\geq 3:1$.

3. Визуальная иерархия текста – соотношение размеров H1/H2: $< 1,2$ – нет; 1,2–1,5 – слабая; 1,5–2,0 – нормальная; 2,0–3,0 – сильная; $> 3,0$ – слишком высокое.

4. Восприятие цвета иконок при дальтонизме (WhoCanUse, <https://www.whocanuse.com>).

5. Восприятие цвета шрифта при дальтонизме (WhoCanUse, <https://www.whocanuse.com>).

Результаты сведены в Таблицы 3 и 4 (см. Приложение).

Анализ результатов

ChatGPT: инклюзивный промпт не приводит к системному повышению доступности. Контраст текст/фон стабильно высокий ($\geq 15:1$) в обоих условиях. Контраст иконок ухудшается в одном случае из пяти. Соотношение размеров текста снижается во всех вариантах, но остаётся в норме или выше. Восприятие цвета иконок улучшается в одном случае, ухудшается в двух. Промпт задаёт общие требования, но не определяет конкретные цветовые параметры.

Gemini: наиболее выраженные изменения. Контраст иконок снижается ниже 3:1 в четырёх из пяти инфографик после применения промпта – нейросеть отдаёт предпочтение визуальному стилю перед контрастом. Соотношение размеров текста имеет неопределённую динамику. Восприятие цвета в трёх случаях остаётся на прежнем уровне, в одном ухудшается, в одном улучшается. Для Gemini характерно более частое ухудшение графических параметров.

Grok: контраст текста в большинстве вариантов остаётся на прежнем уровне, ухудшение в двух случаях. Восприятие цвета иконок улучшается в трёх из пяти. Соотношение размеров текста снижается во всех пяти вариантах, но сохраняется на рекомендуемом уровне ($\geq 1,5$). Восприятие цвета текста стабильно на уровне AAA во всех случаях. Промпт не всегда приводит к улучшению.

Общие выводы по эксперименту: инклюзивный промпт не даёт стабильного преимущества по всем критериям доступности. Результат зависит от особенностей нейросети и исходного композиционного решения. Наиболее устойчивый показатель – восприятие текста (сохраняет высокий уровень доступности). У Gemini – наиболее частое снижение контраста иконок, у Grok – положительная динамика восприятия цвета иконок, у ChatGPT – неоднородные изменения. Снижение соотношения размеров текста у ChatGPT и Grok объясняется буквальным пониманием числовых параметров. Промпт следует рассматривать как инструмент, способный изменять отдельные характеристики дизайна, но эффективность варьируется между моделями.

Риски и ограничения генеративных нейросетей

1. **Генерация без учёта инклюзивности** – модели обучаются на данных, где доступность не приоритетна. Требуется проверка человеком.

2. **Культурная предвзятость** – например, в Stable Diffusion > 80% изображений по запросу «заклочённый» содержали темнокожих людей (Nicoletti, Bass, Whiteaker et al., 2023). Дизайнер оценивает контекст.

3. **Технические ограничения** – искажение геометрии, смысловые ошибки, недоработка деталей, трудности с генерацией текста (Gutflaish, Kachlon, Zisman et al., 2025; Zhang, Wang, Lu Li et al., 2025). Шрифт может исказиться, цвета подобраны неверно (Anschütz, Sylaj, Groh, 2024). Для инфографики это критично – искажение чисел ведёт к дезинформации.

4. **Генерация некорректных данных** – несуществующие значения на графиках, неправильные метки, нарушенные пропорции. Проверка дизайнером обязательна (Moreno Martinez, Piorno, Escibano Otero et al., 2023).

5. **Этические проблемы** – обучающие данные редко включают доступную инфографику, модели воспроизводят паттерны недоступного дизайна (мелкий текст, низкий контраст, близкие цвета). Необходимо дообучение на датасетах доступной инфографики.

6. **Юридические риски** – нейросети это лишь инструмент, ответственность за авторские права лежит на дизайнере. Через генерацию изображений возможно ненамеренное заимствование стиля. В настоящее время в рамках российского законодательства отсутствует специальное правовое регулирование авторства изображений, созданных с использованием генеративных нейросетей (ГК РФ, 2006). Это приводит к неопределённости в отношении правовой защиты материалов.

Преимущество нейросетей – не только автоматизация, но и ускорение генерации идей и вариантов дизайна (Chandrasekera, Hosseini, Perera, 2024). В инклюзивном дизайне возможна интеграция параметров ГОСТ и WCAG как ограничений (Miranda-Pena, Reeson, Paris et al., 2024). Сервисы позволяют загружать макет и сохранять области при генерации. На этапе анализа нейросеть может отбирать лучшие варианты, но финальная оценка – за дизайнером. Тестирование с реальными пользователями выявляет ошибки, невидимые алгоритмам.

Рекомендации для дизайнеров:

- на этапе постановки задачи: определить целевую аудиторию, типы нарушений зрения, стандарты доступности, тип инфографики;
- на этапе генерации: создавать множество вариантов, применять инструменты с управлением контрастом и читаемостью, сохранять успешные промпты в библиотеку;
- на этапе проверки: использовать Siteimprove (<https://www.siteimprove.com>), Stark (<https://www.figma.com/community/plugin/732603254453395948/stark-contrast-accessibility-ai-checker>), Deque Axe (<https://www.deque.com/axe>); симулировать нарушения зрения; тестировать с NVDA/VoiceOver; привлекать пользователей с нарушениями; документировать изменения.

Заключение

В результате исследования гипотеза опровергнута: применение инклюзивного промпта не обеспечивает более высокого соответствия критериям WCAG. Эффект специфичен для модели: у Grok – улучшение по контрасту и восприятию цвета иконок, у Gemini – ухудшение контраста и восприятия, у ChatGPT – минимальный и местами негативный эффект. Результат определяется не формулировкой запроса, а архитектурой и обучением модели. Инклюзивный промпт не может быть самостоятельным способом обеспечения доступности.

Ограничения: малая выборка (30 инфографик), 3 генеративные модели, отсутствие статистической обработки, описательный характер различий. Выводы предварительные, требуют проверки на более широком материале.

Генеративные нейросети – перспективный инструмент для инклюзивного дизайна. Они расширяют количество вариантов и упрощают адаптацию. Шесть рассмотренных нами принципов (читаемость, иерархия, контраст, дублирование акцентов, текстовые альтернативы, оптимизация анимации) в сочетании с инструментами проверки формируют рабочий процесс.

Перспективное направление – создание модели, обученной на инфографике, соответствующей ГОСТ Р 52872 (2019) или WCAG, с обратной связью от инструментов проверки. Однако навыки дизайнера остаются решающими: профессиональная экспертиза позволяет оценить инклюзивность с учётом контекста. Нейросети расширяют возможности, но не заменяют человека. Создание инклюзивной веб-инфографики – задача дизайнера, в которой автоматизация является одним из средств проектирования.

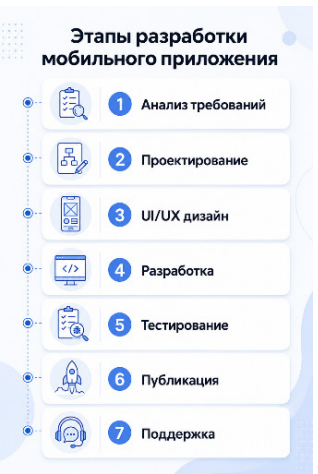
Приложение

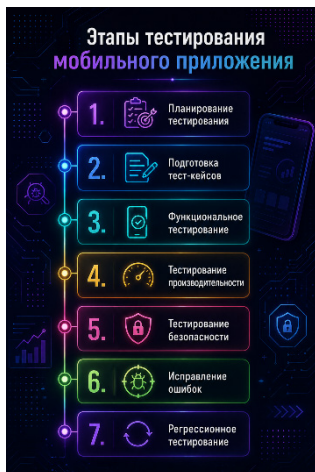
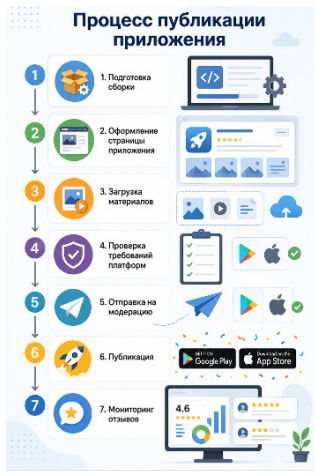
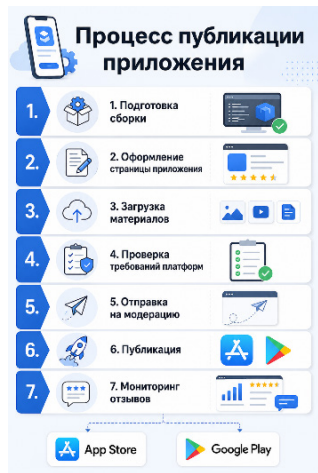
Таблица 1. Промпты для генерации

Промпты для условия 2 – нейронная сеть без инклюзивного промпта	
Название инфографики	Промпт
1. Инфографика «Этапы разработки мобильного приложения»	HTML infographic 800×1200px, vertical layout, mobile app development process, modern tech style, blue and white palette, schematic flow with arrows and icons, decorative background elements, visually rich composition, text content exactly: 1. Анализ требований 2. Проектирование 3. UI/UX дизайн 4. Разработка 5. Тестирование 6. Публикация 7. Поддержка, text in infographic: «Этапы разработки мобильного приложения»
2. Инфографика «Этапы тестирования мобильного приложения»	HTML infographic 800×1200px, vertical layout, mobile app testing process, dark modern theme with neon accents, timeline structure, slightly complex background patterns, stacked process blocks, text content exactly: 1. Планирование тестирования 2. Подготовка тест-кейсов 3. Функциональное тестирование 4. Тестирование производительности 5. Тестирование безопасности 6. Исправление ошибок 7. Регрессионное тестирование, text in infographic: «Этапы тестирования мобильного приложения»
3. Инфографика «Процесс публикации приложения в App Store и Google Play»	HTML infographic 800×1200px, vertical layout, app publishing workflow, clean corporate style, light background with accent colors, store icons, step-by-step flow, moderate visual complexity, text content exactly: 1. Подготовка сборки 2. Оформление страницы приложения 3. Загрузка материалов 4. Проверка требований платформ 5. Отправка на модерацию 6. Публикация 7. Мониторинг отзывов, text in infographic: «Процесс публикации приложения»

Промпты для условия 2 – нейронная сеть без инклюзивного промпта	
Название инфографики	Промпт
4. Инфографика «Жизненный цикл мобильного приложения после релиза»	HTML infographic 800×1200px, vertical layout, post-launch lifecycle, gradient background, circular or loop diagram, dynamic composition, text content exactly: 1. Запуск 2. Сбор пользовательской обратной связи 3. Анализ метрик 4. Исправление ошибок 5. Выпуск обновлений 6. Оптимизация продукта 7. Завершение поддержки, text in infographic: «Жизненный цикл мобильного приложения после релиза»
5. Инфографика «Этапы создания интерфейсов»	HTML infographic 800×1200px, vertical layout, UI/UX design process, minimalist tech aesthetic, warm neutral tones, wireframes and prototype visuals, structured layout, text content exactly: 1. Исследование пользователей 2. Анализ сценариев использования 3. Создание вайрфреймов 4. Прототипирование 5. Визуальный дизайн 6. Юзабилити-тестирование 7. Финальная доработка, text in infographic: «Этапы создания интерфейсов»
Промпты для условия 3 – нейросеть с инклюзивным промптом	
Название инфографики	Промпт
1. Инфографика «Этапы разработки мобильного приложения»	HTML infographic 800×1200px, vertical layout, modern 2024 UI design, clean tech aesthetic, subtle gradients allowed, accessibility-compliant structure, WCAG 2.1 AA contrast (minimum 4,5:1 for text), scalable sans-serif typography minimum 24px, clear visual hierarchy (title – stages – sublabels), step-based layout with structured cards, non-color-dependent information encoding (icons + labels + spacing), readable grid system, no text placed over complex image areas, balanced whitespace, text content exactly: 1. Анализ требований 2. Проектирование 3. UI/UX дизайн 4. Разработка 5. Тестирование 6. Публикация 7. Поддержка, text in infographic: «Этапы разработки мобильного приложения»
2. Инфографика «Этапы тестирования мобильного приложения»	HTML infographic 800×1200px, vertical layout, modern interface design with technical aesthetic, structured timeline layout, subtle background elements allowed, accessibility-focused typography, WCAG AA contrast minimum 4,5:1, large readable sans-serif font minimum 24px, clear segmentation of testing phases into distinct visual blocks, consistent spacing system, no reliance on color alone for meaning, icons used as supplementary cues, clean but visually engaging composition, text content exactly: 1. Планирование тестирования 2. Подготовка тест-кейсов 3. Функциональное тестирование 4. Тестирование производительности 5. Тестирование безопасности 6. Исправление ошибок 7. Регрессионное тестирование, text in infographic: «Этапы тестирования мобильного приложения»
3. Инфографика «Процесс публикации приложения в App Store и Google Play»	HTML infographic 800×1200px, vertical layout, modern product publishing workflow, clean corporate UI style, subtle gradients and soft shadows allowed, accessibility-compliant layout design, WCAG 2.1 AA contrast minimum 4,5:1, large sans-serif font minimum 24px, clear step-by-step publishing pipeline, structured cards with consistent alignment, icons for App Store and Google Play as visual anchors, no information conveyed by color alone, strong hierarchy from preparation to publication, text content exactly: 1. Подготовка сборки 2. Оформление страницы приложения 3. Загрузка материалов 4. Проверка требований платформ 5. Отправка на модерацию 6. Публикация 7. Мониторинг отзывов, text in infographic: «Процесс публикации приложения»
4. Инфографика «Жизненный цикл мобильного приложения после релиза»	HTML infographic 800×1200px, vertical layout, modern lifecycle visualization, contemporary SaaS-style UI, circular or iterative flow representation, subtle gradients and soft UI depth allowed, accessibility-first design principles, WCAG AA contrast minimum 4,5:1 for all text, large readable sans-serif typography minimum 24px, clearly separated lifecycle stages with consistent visual structure, non-color-based state differentiation, balanced whitespace and alignment grid, text content exactly: 1. Запуск 2. Сбор пользовательской обратной связи 3. Анализ метрик 4. Исправление ошибок 5. Выпуск обновлений 6. Оптимизация продукта 7. Завершение поддержки, text in infographic: «Жизненный цикл мобильного приложения после релиза»
5. Инфографика «Этапы создания интерфейсов»	HTML infographic 800×1200px, vertical layout, modern UI/UX design process visualization, clean design-system aesthetic, wireframe-inspired visual elements, subtle gradients and modern shadows allowed, accessibility-compliant structure, WCAG 2.1 AA contrast minimum 4,5:1, large sans-serif font minimum 24px, clear hierarchy from research to final UI, modular card-based layout, no information encoded by color alone, consistent spacing system, readable and structured composition, text content exactly: 1. Исследование пользователей 2. Анализ сценариев использования 3. Создание вайрфреймов 4. Прототипирование 5. Визуальный дизайн 6. Юзабилити-тестирование 7. Финальная доработка, text in infographic: «Этапы создания интерфейсов»

Таблица 2. Сравнение веб-инфографики ChatGPT (GPT-4o)

Название инфографики			Дизайн инфографики без инклюзивного промпта	Дизайн инфографики с инклюзивным промптом
№ 1 Инфографика «Этапы разработки мобильного приложения»				
			Рисунок 1. Инфографика 1	Рисунок 2. Инфографика 1.1
Критерий	Инструмент проверки	Норматив WCAG	Генеративная нейронная сеть без инклюзивного промпта	Генеративная нейронная сеть с инклюзивным промптом
Контраст текст/фон	Webaim/Stark	SC 1.4.3: AA ≥ 4,5:1, AAA ≥ 7:1	15,97:1/16,08:1	18,44:1/19:1
Контраст иконка/фон	Stark	SC 1.4.11: AA ≥ 3:1	5,94:1	3,32:1
Структура заголовков (H1-H6)	Измерение соотношения размера текста	Рекомендуется ≥ 1,5. На основе SC 1.3.1	2,44	1,46
Восприятие цвета иконок при нарушениях зрения	Whocanuse	SC 1.4.11	AAA	Не пройден. Ахроматопсия – AA (пройден)
Восприятие цвета текста при нарушениях зрения		SC 1.4.3	AAA	AAA

Название инфографики			Дизайн инфографики без инклюзивного промпта	Дизайн инфографики с инклюзивным промптом
№ 2 Инфографика «Этапы тестирования мобильного приложения»				
			Рисунок 3. Инфографика 2	Рисунок 4. Инфографика 2.1
Критерий	Инструмент проверки	Норматив WCAG	Генеративная нейронная сеть без инклюзивного промпта	Генеративная нейронная сеть с инклюзивным промптом
Контраст текст/фон	Webaim/Stark	SC 1.4.3: AA ≥ 4,5:1, AAA ≥ 7:1	18,97:1/17,92:1	17,54:1/15,42:1
Контраст иконка/фон	Stark	SC 1.4.11: AA ≥ 3:1	7,67:1	14,65:1
Структура заголовков (H1-H6)	Измерение соотношения размера текста	Рекомендуется ≥ 1,5. На основе SC 1.3.1	2,18	1,93
Восприятие цвета иконок при нарушениях зрения	Whocanuse	SC 1.4.11	AA	AAA
Восприятие цвета текста при нарушениях зрения		SC 1.4.3	AAA	AAA
№ 3 Инфографика «Процесс публикации приложения в App Store и Google Play»				
			Рисунок 5. Инфографика 3	Рисунок 6. Инфографика 3.1
Критерий	Инструмент проверки	Норматив WCAG	Генеративная нейронная сеть без инклюзивного промпта	Генеративная нейронная сеть с инклюзивным промптом
Контраст текст/фон	Webaim/Stark	SC 1.4.3: AA ≥ 4,5:1, AAA ≥ 7:1	19,73:1/14,26:1	18,27:1/17,65:1
Контраст иконка/фон	Stark	SC 1.4.11: AA ≥ 3:1	3,19:1	3,37:1
Структура заголовков (H1-H6)	Измерение соотношения размера текста	Рекомендуется ≥ 1,5. На основе SC 1.3.1	2,22	2,11
Восприятие цвета иконок при нарушениях зрения	Whocanuse	SC 1.4.11	AA	AA
Восприятие цвета текста при нарушениях зрения		SC 1.4.3	AAA	AAA

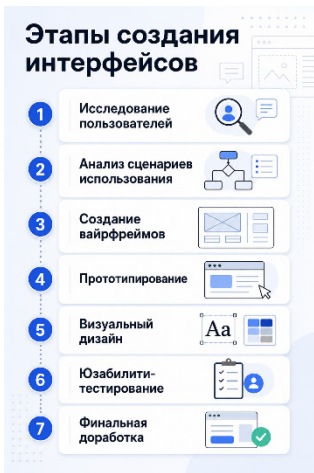
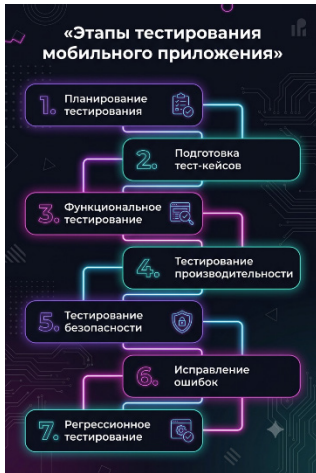
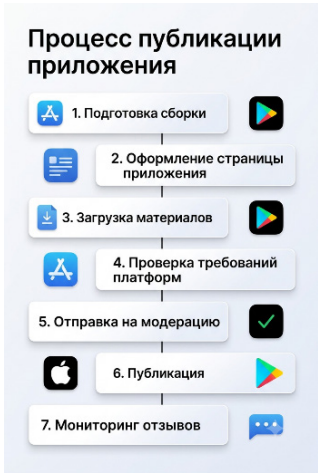
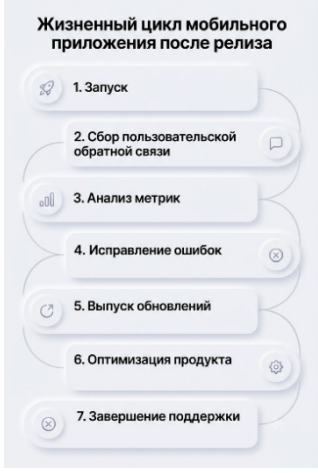
Название инфографики			Дизайн инфографики без инклюзивного промпта	Дизайн инфографики с инклюзивным промптом
№ 4 Инфографика «Жизненный цикл мобильного приложения после релиза»				
			Рисунок 7. Инфографика 4	Рисунок 8. Инфографика 4.1
Критерий	Инструмент проверки	Норматив WCAG	Генеративная нейронная сеть без инклюзивного промпта	Генеративная нейронная сеть с инклюзивным промптом
Контраст текст/фон	Webaim/Stark	SC 1.4.3: AA ≥ 4,5:1, AAA ≥ 7:1	9,05:1/10,18:1	19,71:1/16,34:1
Контраст иконка/фон	Stark	SC 1.4.11: AA ≥ 3:1	4,65:1	6,08:1
Структура заголовков (H1-H6)	Измерение соотношения размера текста	Рекомендуется ≥ 1,5. На основе SC 1.3.1	2,3	2,1
Восприятие цвета иконок при нарушениях зрения	Whocanuse	SC 1.4.11	AAA	AAA
Восприятие цвета текста при нарушениях зрения		SC 1.4.3	AAA. Катаракта, низкое зрение – AA (пройден)	AAA
№ 5 Инфографика «Этапы создания интерфейсов»				
			Рисунок 9. Инфографика 5	Рисунок 10. Инфографика 5.1
Критерий	Инструмент проверки	Норматив WCAG	Генеративная нейронная сеть без инклюзивного промпта	Генеративная нейронная сеть с инклюзивным промптом
Контраст текст/фон	Webaim/Stark	SC 1.4.3: AA ≥ 4,5:1, AAA ≥ 7:1	18,74:1/13,54:1	18,56:1/17,75:1
Контраст иконка/фон	Stark	SC 1.4.11: AA ≥ 3:1	1,24:1	2,11:1
Структура заголовков (H1-H6)	Измерение соотношения размера текста	Рекомендуется ≥ 1,5. На основе SC 1.3.1	2,17	2,05
Восприятие цвета иконок при нарушениях зрения	Whocanuse	SC 1.4.11	AAA	AA
Восприятие цвета текста при нарушениях зрения	Whocanuse	SC 1.4.3	AAA	AAA

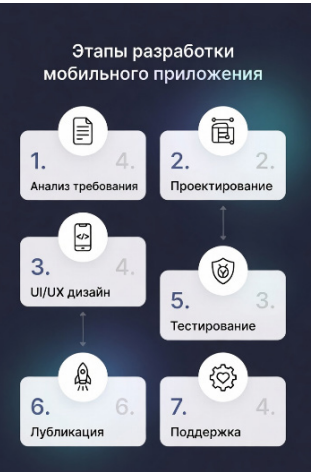
Таблица 3. Сравнение веб-инфографики Gemini (Imagen)

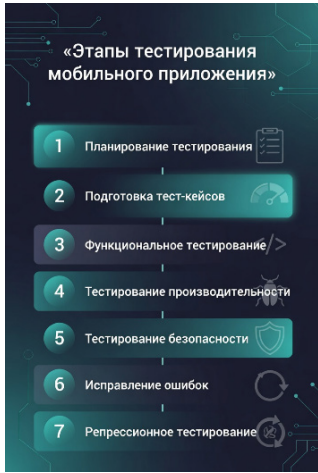
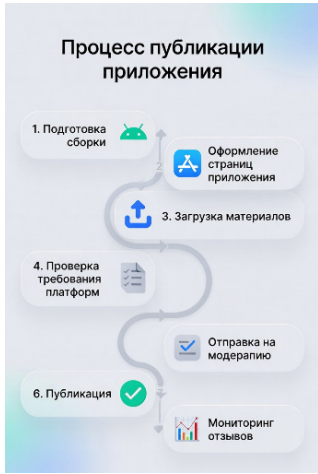
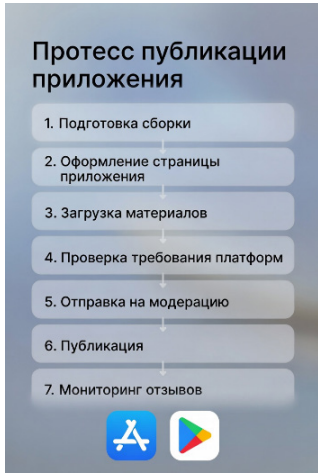
Название инфографики			Дизайн инфографики без инклюзивного промпта	Дизайн инфографики с инклюзивным промптом
№ 1 Инфографика «Этапы разработки мобильного приложения»				
			Рисунок 11. Инфографика 6	Рисунок 12. Инфографика 6.1
Критерий	Инструмент проверки	Норматив WCAG	Генеративная нейронная сеть без инклюзивного промпта	Генеративная нейронная сеть с инклюзивным промптом
Контраст текст/фон	Webaim/Stark	SC 1.4.3: AA ≥ 4,5:1, AAA ≥ 7:1	15,78:1/14,35:1	18,43:1/4,48:1
Контраст иконка/фон	Stark	SC 1.4.11: AA ≥ 3:1	3,48:1	1,47:1
Структура заголовков (H1-H6)	Измерение соотношения размера текста	Рекомендуется ≥ 1,5. На основе SC 1.3.1	1,6	1,5
Восприятие цвета иконок при нарушениях зрения	Whocanuse	SC 1.4.11	Не пройден. Ахроматомалия, ахроматопсия – AA (пройден)	AAA
Восприятие цвета текста при нарушениях зрения		SC 1.4.3	AA	AAA
№ 2 Инфографика «Этапы тестирования мобильного приложения»				
			Рисунок 13. Инфографика 7	Рисунок 14. Инфографика 7.1
Критерий	Инструмент проверки	Норматив WCAG	Генеративная нейронная сеть без инклюзивного промпта	Генеративная нейронная сеть с инклюзивным промптом
Контраст текст/фон	Webaim/Stark	SC 1.4.3: AA ≥ 4,5:1, AAA ≥ 7:1	18,07:1/18,23:1	17,94:1/14,37:1
Контраст иконка/фон	Stark	SC 1.4.11: AA ≥ 3:1	8,57:1	1,16:1
Структура заголовков (H1-H6)	Измерение соотношения размера текста	Рекомендуется ≥ 1,5. На основе SC 1.3.1	1,65	1,48
Восприятие цвета иконок при нарушениях зрения	Whocanuse	SC 1.4.11	AAA	AAA
Восприятие цвета текста при нарушениях зрения		SC 1.4.3	AAA	AAA

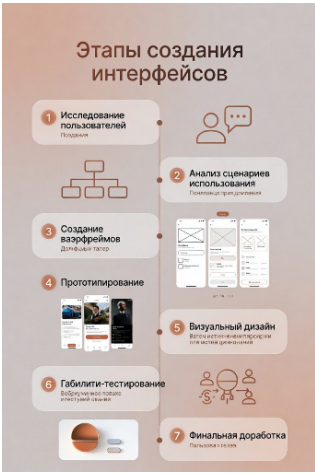
Название инфографики			Дизайн инфографики без инклюзивного промпта	Дизайн инфографики с инклюзивным промптом
№ 3 Инфографика «Процесс публикации приложения в App Store и Google Play»				
			Рисунок 15. Инфографика 8	Рисунок 16. Инфографика 8.1
Критерий	Инструмент проверки	Норматив WCAG	Генеративная нейронная сеть без инклюзивного промпта	Генеративная нейронная сеть с инклюзивным промптом
Контраст текст/фон	Webaim/Stark	SC 1.4.3: AA ≥ 4,5:1, AAA ≥ 7:1	21:1/10:1	19,72:1/4,37:1
Контраст иконка/фон	Stark	SC 1.4.11: AA ≥ 3:1	2,6	4,55:1
Структура заголовков (H1-H6)	Измерение соотношения размера текста	Рекомендуется ≥ 1,5. На основе SC 1.3.1	1,7	1,8
Восприятие цвета иконок при нарушениях зрения	Whocanuse	SC 1.4.11	Не пройден	Не пройден
Восприятие цвета текста при нарушениях зрения		SC 1.4.3	AAA	AAA
№ 4 Инфографика «Жизненный цикл мобильного приложения после релиза»				
			Рисунок 17. Инфографика 9	Рисунок 18. Инфографика 9.1
Критерий	Инструмент проверки	Норматив WCAG	Генеративная нейронная сеть без инклюзивного промпта	Генеративная нейронная сеть с инклюзивным промптом
Контраст текст/фон	Webaim/Stark	SC 1.4.3: AA ≥ 4,5:1, AAA ≥ 7:1	6,52:1/5,3:1	18,22:1/15,22:1
Контраст иконка/фон	Stark	SC 1.4.11: AA ≥ 3:1	9,15:1	2,55:1
Структура заголовков (H1-H6)	Измерение соотношения размера текста	Рекомендуется ≥ 1,5. На основе SC 1.3.1	2,3	1,27
Восприятие цвета иконок при нарушениях зрения	Whocanuse	SC 1.4.11	AAA	AAA
Восприятие цвета текста при нарушениях зрения		SC 1.4.3	AAA	Не пройден

Название инфографики			Дизайн инфографики без инклюзивного промпта	Дизайн инфографики с инклюзивным промптом
№ 5 Инфографика «Этапы создания интерфейсов»			 Рисунок 19. Инфографика 10	 Рисунок 20. Инфографика 10.1
Критерий	Инструмент проверки	Норматив WCAG	Генеративная нейронная сеть без инклюзивного промпта	Генеративная нейронная сеть с инклюзивным промптом
Контраст текст/фон	Webaim/Stark	SC 1.4.3: AA ≥ 4,5:1, AAA ≥ 7:1	18,34:1/15,79:1	19,12:1/16,96:1
Контраст иконка/фон	Stark	SC 1.4.11: AA ≥ 3:1	1,8:1	1,59:1
Структура заголовков (H1-H6)	Измерение соотношения размера текста	Рекомендуется ≥ 1,5. На основе SC 1.3.1	1,8	2,1
Восприятие цвета иконок при нарушениях зрения	Whocanuse	SC 1.4.11	Не пройден	Не пройден
Восприятие цвета текста при нарушениях зрения		SC 1.4.3	AAA	AAA

Таблица 4. Сравнение веб-инфографики Grok (Imagine) (<https://grok.com/imagine>)

Название инфографики			Дизайн инфографики без инклюзивного промпта	Дизайн инфографики с инклюзивным промптом
№ 1 Инфографика «Этапы разработки мобильного приложения»			 Рисунок 21. Инфографика 11	 Рисунок 22. Инфографика 11.1
Критерий	Инструмент проверки	Норматив WCAG	Генеративная нейронная сеть без инклюзивного промпта	Генеративная нейронная сеть с инклюзивным промптом
Контраст текст/фон	Webaim/Stark	SC 1.4.3: AA ≥ 4,5:1, AAA ≥ 7:1	17,74:1/12,92:1	17,13:1/12,8:1
Контраст иконка/фон	Stark	SC 1.4.11: AA ≥ 3:1	1,96:1	15,91:1
Структура заголовков (H1-H6)	Измерение соотношения размера текста	Рекомендуется ≥ 1,5. На основе SC 1.3.1	1,96	1,53
Восприятие цвета иконок при нарушениях зрения	Whocanuse	SC 1.4.11	AA	AAA
Восприятие цвета текста при нарушениях зрения		SC 1.4.3	AAA	AAA

Название инфографики			Дизайн инфографики без инклюзивного промпта	Дизайн инфографики с инклюзивным промптом
№ 2 Инфографика «Этапы тестирования мобильного приложения»				
			Рисунок 23. Инфографика 12	Рисунок 24. Инфографика 12.1
Критерий	Инструмент проверки	Норматив WCAG	Генеративная нейронная сеть без инклюзивного промпта	Генеративная нейронная сеть с инклюзивным промптом
Контраст текст/фон	Webaim/Stark	SC 1.4.3: AA ≥ 4,5:1, AAA ≥ 7:1	16,7:1/16,03:1	13,2:1/14,3:1
Контраст иконка/фон	Stark	SC 1.4.11: AA ≥ 3:1	1,8:1	2,13:1
Структура заголовков (H1-H6)	Измерение соотношения размера текста	Рекомендуется ≥ 1,5. На основе SC 1.3.1	2,32	1,6
Восприятие цвета иконок при нарушениях зрения	Whocanuse	SC 1.4.11	Не пройден	AA
Восприятие цвета текста при нарушениях зрения		SC 1.4.3	AAA	AAA
№ 3 Инфографика «Процесс публикации приложения в App Store и Google Play»				
			Рисунок 25. Инфографика 13	Рисунок 26. Инфографика 13.1
Критерий	Инструмент проверки	Норматив WCAG	Генеративная нейронная сеть без инклюзивного промпта	Генеративная нейронная сеть с инклюзивным промптом
Контраст текст/фон	Webaim/Stark	SC 1.4.3: AA ≥ 4,5:1, AAA ≥ 7:1	16,79:1/17,29:1	12,89:1/12,31:1
Контраст иконка/фон	Stark	SC 1.4.11: AA ≥ 3:1	2,4:1	1,3:1
Структура заголовков (H1-H6)	Измерение соотношения размера текста	Рекомендуется ≥ 1,5. На основе SC 1.3.1	1,85	1,71
Восприятие цвета иконок при нарушениях зрения	Whocanuse	SC 1.4.11	Не пройден	AA
Восприятие цвета текста при нарушениях зрения		SC 1.4.3	AAA	AAA

Название инфографики			Дизайн инфографики без инклюзивного промпта	Дизайн инфографики с инклюзивным промптом
№ 4 Инфографика «Жизненный цикл мобильного приложения после релиза»				
			Рисунок 27. Инфографика 14	Рисунок 28. Инфографика 14.1
Критерий	Инструмент проверки	Норматив WCAG	Генеративная нейронная сеть без инклюзивного промпта	Генеративная нейронная сеть с инклюзивным промптом
Контраст текст/фон	Webaim/Stark	SC 1.4.3: AA ≥ 4,5:1, AAA ≥ 7:1	12,5:1/9,3:1	12,7:1/12,2:1
Контраст иконка/фон	Stark	SC 1.4.11: AA ≥ 3:1	8,9:1	3,85:1
Структура заголовков (H1-H6)	Измерение соотношения размера текста	Рекомендуется ≥ 1,5. На основе SC 1.3.1	1,93	1,81
Восприятие цвета иконок при нарушениях зрения	Whocanuse	SC 1.4.11	AAA	AA
Восприятие цвета текста при нарушениях зрения		SC 1.4.3	AAA	AAA
5. Инфографика «Этапы создания интерфейсов»				
			Рисунок 29. Инфографика 15	Рисунок 30. Инфографика 15.1
Критерий	Инструмент проверки	Норматив WCAG	Генеративная нейронная сеть без инклюзивного промпта	Генеративная нейронная сеть с инклюзивным промптом
Контраст текст/фон	Webaim/Stark	SC 1.4.3: AA ≥ 4,5:1, AAA ≥ 7:1	14,46:1/14,44:1	14,5:1/15,53:1
Контраст иконка/фон	Stark	SC 1.4.11: AA ≥ 3:1	2,02:1	3,2:1
Структура заголовков (H1-H6)	Измерение соотношения размера текста	Рекомендуется ≥ 1,5. На основе SC 1.3.1	2,3	1,54
Восприятие цвета иконок при нарушениях зрения	Whocanuse	SC 1.4.11	Не пройден	AA
Восприятие цвета текста при нарушениях зрения		SC 1.4.3	AAA	AAA

Материалы исследования | Research materials

1. ГК РФ – Гражданский кодекс Российской Федерации (часть четвертая) от 18.12.2006 № 230-ФЗ. Статья 1228. Автор результата интеллектуальной деятельности. 2006. https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64629/61d6709b930465436b5adb0943843ed28ff5dd8e
2. ГОСТ Р 52872-2019. Интернет-ресурсы и другая информация, представленная в электронно-цифровой форме. М.: Стандартинформ, 2019. <https://docs.cntd.ru/document/1200167693>
3. Дизайн инфографик: материалы исследования. 2026. <https://disk.yandex.ru/d/67fbOxqn686ewg>
4. Президент ВОО назвал число россиян с нарушениями зрения // Известия. 13.11.2024. <https://iz.ru/1789996/2024-11-13/prezident-vos-nazval-cislo-rossian-s-naruseniami-zrenia>
5. Шабанов Б. И. Актуальные аспекты формирования современных информационных образовательных сред для обучения детей с болезнями глаза и его придаточного аппарата // Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена. 2013. № 158.
6. Almstanyir A. A Global Perspective of Color Vision Deficiency: Awareness, Diagnosis, and Lived Experiences // Healthcare. 2025. Vol. 13. No. 16.
7. ChatGPT (GPT-4o). <https://chatgpt.com>
8. Coblis – Color Blindness Simulator. <https://www.color-blindness.com/coblis-color-blindness-simulator>
9. Deque Axe. <https://www.deque.com/axe>
10. Gemini (Imagen). <https://gemini.google.com>
11. Grok (Imagine). <https://grok.com/imagine>
12. ISO 9241-210:2019. Ergonomics of human-system interaction – Part 210: Human-centred design for interactive systems. Geneva: International Organization for Standardization. 2019. <https://www.iso.org/standard/77520.html>.
13. Nicoletti L., Bass D., Whiteaker C., Ward J. Humans Are Biased. Generative AI Is Even Worse // Bloomberg. 2023. 9 June. <https://www.bloomberg.com/graphics/2023-generative-ai-bias>
14. Siteimprove. <https://www.siteimprove.com>
15. Stark – Contrast & Accessibility Checker. <https://www.figma.com/community/plugin/732603254453395948/stark-contrast-accessibility-ai-checker>
16. W3C Web Accessibility Initiative. Introduction to Web Accessibility. <https://www.w3.org/WAI/fundamentals/accessibility-intro>
17. WebAIM Contrast Checker. <https://webaim.org/resources/contrastchecker>.
18. Whocanuse. <https://www.whocanuse.com>
19. WHO – World Health Organization. World report on vision. 2019. https://www.who.int/docs/default-source/documents/publications/world-vision-report-accessible.pdf?sfvrsn=223f9bf7_2%2F

Источники | References

1. Волкова А. А. Влияние методов инклюзивного проектирования цифровых интерфейсов на пользователя // Будущее экономики в эпоху технологических изменений: роль искусственного интеллекта и инноваций. Актуальные практики бизнес-трансформации: технологические и управленческие аспекты: сборник тезисов докладов XIV Конгресса молодых ученых (г. Санкт-Петербург, 07-11 апреля 2025 г.). СПб.: Университет Информационных технологий, механики и оптики, 2025.
2. Anschütz M., Sylaj T., Groh G. Images Speak Volumes: User-Centric Assessment of Image Generation for Accessible Communication // Proceedings of the Third Workshop on Text Simplification, Accessibility and Readability (TSAR 2024) (Miami, November, 2024). Miami: Association for Computational Linguistics, 2024. <https://doi.org/10.18653/v1/2024.tsar-1.4>
3. Campoverde-Molina M., Lujan-Mora S. Artificial intelligence in web accessibility: A systematic mapping study // Computer Standards & Interfaces. 2026. T. 96. Art. 104248.
4. Chandrasekera T., Hosseini Z., Perera U. Can artificial intelligence support creativity in early design processes? // International Journal of Architectural Computing. 2024. Vol. 23. No. 1.
5. Gurita A. E., Vatavu R. D. Insights and Implications of Evaluating Accessibility Compliance in AI-Generated Web Interfaces // Companion Proceedings of the ACM Web Conference 2025 (Sydney, April, 28 – May 2, 2025). N. Y.: Association of Computing Machinery, 2025. <https://doi.org/10.1145/3701716.3715552>
6. Gutflaish E., Kachlon E., Zisman H., Hacham T., Sarid N., Vishner A., Huberman S., Davidi G., Bukchin G., Goldberg K., Mokady R. Generating an Image From 1,000 Words: Enhancing Text-to-Image With Structured Captions // arXiv. 2025. November 10. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2511.06876>
7. Miranda-Pena C., Reeson A., Paris C., Poon J., Kummerfeld J. K. Do LLMs Generate Creative and Visually Accessible Data Visualisations? // Proceedings of the 22nd Annual Workshop of the Australasian Language Technology Association (Canberra, December, 02-04, 2024). Canberra: Association for Computational Linguistics, 2024.
8. Moreno Martinez C., Pioro J. R., Escibano Otero J. J., Guijarro Mata-Garcia M. Responsive inclusive design (RiD): a new model for inclusive software development // Universal Access in the Information Society. 2023. Vol. 22.

9. Shen Y., Zhang H., Shen Y., Wang L., Shi C., Du S., Tao Y. AltGen: AI-Driven Alt Text Generation for Enhancing EPUB Accessibility // AICI 25: Proceedings of the 2025 International Conference on Artificial Intelligence and Computational Intelligence (Kuala Lumpur, February 14-16, 2025). N. Y.: Association for Computing Machinery, 2025. <https://doi.org/10.1145/3730436.3730449>
10. Srivatsan N., Samaniego S., Florez O., Berg-Kirkpatrick T. Alt-Text with Context: Improving Accessibility for Images on Twitter // Proceeding of the International Conference on Learning Representations (ICLR) (Vienna, May 7, 2024). Vienna, 2024. <https://arxiv.org/html/2305.14779v3>
11. Zhang T., Wang X., Lu Li, Tai Z., Chi J., Tian J., He H., Wang S. STRICT: Stress Test of Rendering Images Containing Text // Proceedings of the 2025 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (Suzhou, 2025). Suzhou: Association for Computational Linguistics, 2025. <https://doi.org/10.18653/v1/2025.emnlp-main.1070>

Информация об авторах | Author information

RU

Лиховцов Данила Денисович¹

Коробцева Надежда Алексеевна², д. техн. н., проф.

^{1,2} Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), г. Москва

EN

Danila Denisovich Likhovtsov¹

Nadezhda Alekseevna Korobtseva², Dr

^{1,2} The Kosygin State University of Russia, Moscow

¹ lihovcoff@yandex.ru, ² rrr-home@yandex.ru

Информация о статье | About this article

Дата поступления рукописи (received): 16.07.2026; опубликовано online (published online): 12.10.2026.

Ключевые слова (keywords): инклюзивный дизайн веб-инфографики; нейросети для веб-инфографики; пользователи с нарушениями зрения; принципы инклюзивного дизайна веб-инфографики; inclusive design of web infographics; neural networks for web infographics; users with visual impairments; principles of inclusive design of web infographics.