

УДК 721.02:004.032.26

АРХИТЕКТУРНАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОСЕТЕЙ

Симакова Александра Александровна, студент, направление подготовки 07.03.01 Архитектура, Оренбургский государственный университет, Оренбург
e-mail: aleksasimakova3234@gmail.com

Научный руководитель: **Токмаков Александр Александрович**, старший преподаватель кафедры архитектуры, Оренбургский государственный университет, Оренбург
e-mail: alex03a@mail.ru

Аннотация. В этой статье исследуется преобразующая роль нейронных сетей в архитектурной визуализации, подчеркивается их способность ускорять процессы проектирования, повышать реалистичность и открывать новые творческие возможности. В ней рассматриваются ключевые технологии, такие как генеративные состязательные сети (*GAN*) и диффузионные модели, которые позволяют создавать статичные изображения и динамическую анимацию. Хотя нейронные сети обладают значительными преимуществами, такими как экономия времени и доступность, остаются такие проблемы, как ограничения точности и этические соображения. Статья завершается описанием будущего, в котором нейронные сети интегрируются с виртуальной реальностью и дополненной реальностью (*VR/AR*), персонализируют визуализацию и автоматизируют рутинные задачи, а также призывает архитекторов использовать эти инструменты, критически оценивая результаты своей работы.

Ключевые слова: архитектурная визуализация, нейронные сети, генеративные состязательные сети (*GAN*), диффузионные модели, рендеринг с использованием искусственного интеллекта, генерация статических изображений, динамичная анимация, быстрое прототипирование, этичный искусственный интеллект в архитектуре.

Для цитирования: Симакова А. А. Архитектурная визуализация с помощью нейросетей // Шаг в науку. – 2025. – № 4. – С. 50–55.

ARCHITECTURAL VISUALIZATION USING NEURAL NETWORKS

Simakova Alexandra Alexandrovna, student, training program 07.03.01 Architecture, Orenburg State University, Orenburg
e-mail: aleksasimakova3234@gmail.com

Research advisor: **Tokmakov Alexander Alexandrovich**, Senior Lecturer of the Department of Architecture, Orenburg State University, Orenburg
e-mail: alex03a@mail.ru

Abstract. This article explores the transformative role of neural networks in architectural visualization, emphasizing their ability to accelerate design processes, increase realism, and open up new creative possibilities. It examines key technologies such as generative adversarial networks (*GAN*) and diffusion models, which enable the creation of static images and dynamic animations. Although neural networks have significant advantages such as time savings and accessibility, issues such as accuracy limitations and ethical considerations remain. The article concludes with a description of the future in which neural networks integrate with virtual reality and augmented reality (*VR/AR*), personalize visualization and automate routine tasks, as well as a call for architects to use these tools, critically evaluating the results of their work.

Key words: architectural visualization, neural networks, generative adversarial networks (*GAN*), diffusion models, rendering using artificial intelligence, static image generation, dynamic animation, rapid prototyping, ethical artificial intelligence in architecture.

Cite as: Simakova, A. A. (2025) [Architectural visualization using neural networks]. *Shag v nauku* [Step into science]. Vol. 4, pp. 50–55.



Введение

За последние несколько лет произошли значительные изменения в возможностях и применении нейронных сетей. Из инструментов, синтезирующих тексты по шаблонным запросам, они эволюционировали в сложные системы, трансформирующие профессиональные ландшафты – от архитектуры до медиапроизводства [10]. Их роль расширилась от простой автоматизации рутинных операций до активного участия в креативных процессах, что позволяет высвободить человеческий потенциал для решения стратегических и концептуальных задач.

Основные принципы работы нейронных сетей

Нейронная сеть (также искусственная нейронная сеть, ИНС, ИИ) представляет собой математическую модель, а также её программное или аппаратное воплощение, построенное по принципу организации биологических нейронных сетей – сетей нервных клеток живого организма [4]. В контексте архитектурной визуализации наибольшее применение нашли три ключевых направления:

1. Генеративные состязательные сети (GAN) состоят из двух нейронных сетей: генератора (G), создающего выборки, и дискриминатора (D), оценивающего их подлинность. В процессе итеративного обучения генератор совершенствует свою способность создавать реалистичные выходные данные, в то время как дискриминатор улучшает навыки различения реальных и синтетических данных [6].

2. Диффузионные модели осуществляют генерацию изображений путем итеративного преобразования

случайного шума в связные визуальные результаты. Процесс включает два этапа: 1) прямая диффузия: обучающие данные постепенно искажаются путем добавления гауссовского шума; 2) обратный процесс: нейронная сеть учится восстанавливать исходное изображение путем постепенного уменьшения шума [12].

3. Нейросетевые видеолгоритмы трансформируют текстовые и графические входные данные в векторные последовательности, которые декодируются в высокодетализированные видеокадры.

Современное состояние разработки нейросетевых технологий

Развитие нейросетей для создания изображений приобрело характер глобальной технологической гонки, в которой участвуют ведущие страны мира, рассмотренные на рисунке 1:

- Соединенные Штаты демонстрируют лидерство благодаря таким инновациям, как DALL-E, Imagen и усовершенствованные модели генерации видео [13];
- китайские компании, включая Baidu и Tencent, добиваются значительных успехов в создании видео на основе искусственного интеллекта;
- европейские разработчики, в частности британская компания Stability AI, создали Stable Diffusion [14] – решение, отличающееся доступностью и низкими требованиями к аппаратному обеспечению;
- российские компании, такие как Сбербанк (GigaChat, Kandinsky), Яндекс (YandexGPT) и VK, активно развиваются собственные нейросетевые технологии.

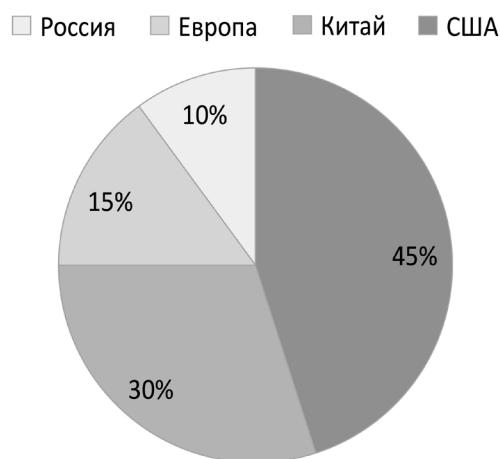


Рисунок 1. Круговая диаграмма: доля стран в разработке нейросетей
Источник: разработано автором

Глобальная конкуренция в сфере разработки нейросетевых технологий стимулирует инновационный прогресс, способствуя созданию более мощных, эффективных и доступных инструментов искусственного интеллекта. Однако наблюдается увеличивающийся дисбаланс между технологическими возможностями нейронных сетей и уровнем их практической реализации в профессиональных областях, включая архитектуру, дизайн и медиапроизводство [1].

Следует подчеркнуть принципиально важный аспект: нейронные сети представляют собой исключительно инструментальное средство. Они не способны заменить творческий потенциал человека, его уникальное видение и профессиональную экспертизу в создании комфортной среды.

Оптимальная стратегия заключается не в противопоставлении, а в интеграции ИИ-инструментов в профессиональную деятельность. Нейросети могут: автоматизировать рутинные процессы; ускорять реализацию сложных проектов; расширять творческие возможности. При этом ключевая роль сохраняется за специалистом-творцом, который формулирует концепцию и конечные цели, тогда как нейросети выступают в качестве эффективного вспомогательного инструмента [2].

Применение нейронных сетей в генерации видео

Современные технологии генерации визуального контента с помощью ИИ достигли значительного про-

гресса. Если изначально нейросети могли создавать лишь статичные изображения, то сегодня фокус сместился на генерацию реалистичного видео и анимации.

Всего несколько лет назад нейросетевые видео hatten экспериментальный характер, но современные системы научились создавать контент, практически неотличимый от реальной съемки. Это обусловило рост профессионального интереса к данной технологии со стороны различных отраслей [8; 9]. Среди ключевых областей применения можно выделить производство рекламного контента, кинематографическую индустрию, деятельность компаний, занимающихся созданием визуального контента с использованием компьютерной графики (CGI-студий), а также профессиональную деятельность архитекторов и дизайнеров [11].

Эволюционное развитие нейросетевых алгоритмов видеогенерации позволило достичь следующих значимых результатов:

- стабильный визуальный ряд без артефактов;
- увеличение продолжительности роликов;
- гибкое управление параметрами сцены (движение камеры, динамика объектов);
- сохранение анатомической точности в динамике;
- преобразование статичных изображений в видео;
- повышение разрешения и детализации кадров.

На рисунке 2 показана эволюция качества ИИ видео.



Рисунок 2. Эволюция качества ИИ видео

Источник: разработано автором на основе данных исследований [7; 8]

Сравнительный анализ инструментов для генерации видео

Современные платформы для ИИ-генерации видео предлагают различные подходы к созданию контента. RunwayML Gen-2 остается флагманским решением, предлагая комплексный набор функций от текстовой генерации видео до продвинутых инструментов мон-

тажа. Его технология оживления неподвижных изображений – Motion Brush позволяет точно анимировать элементы изображения, хотя профессиональное использование требует платной подписки.

Pika Labs выделяется на фоне конкурентов способностью создавать особенно плавные и естественные анимации при относительно простом ин-

терфейсе. В специализированных нишах работают Kaiber AI, ориентированный на музыкальные клипы, и Synthesia с ее цифровыми аватарами для корпоративного сектора.

Отдельного внимания заслуживают 3D-решения вроде DeepMotion Animate 3D, преобразующие обычное видео в анимированных 3D-персонажей. Китайский рынок представлен платформой Hailuo AI с акцентом на инструменты постобработки.

Несмотря на различия, все современные системы сталкиваются с общими технологическими ограничениями. Процесс генерации остается ресурсоемким, а бесплатные версии обычно имеют существенные функциональные ограничения. Это создает барьеры для массового внедрения, особенно среди индивидуальных создателей и небольших студий. Однако постоянное совершенствование алгоритмов и оптимизация вычислений позволяют ожидать постепенного улучшения ситуации в ближайшие годы.

Технология NeRF в 3D-моделировании

Современные достижения в области искусственного интеллекта приводят к трансформации методологических подходов в трехмерном моделировании архитектурных объектов [5]. Особый научный и практический интерес представляет технология Neural Radiance Fields (также поле нейронного излучения или NeRF), основанная на принципиально новых методах компьютерного зрения и машинного обучения.

Суть технологии заключается в использовании глубоких нейронных сетей, которые анализируют множество двумерных изображений объекта и строят его непрерывное объемное представление. Такой подход полностью исключает необходимость в дорогостоящем 3D-сканировании и кропотливом ручном моделировании, автоматизируя процесс создания фотorealистичных моделей с точной передачей материалов и освещения.

На практике технология NeRF уже реализована в ряде специализированных решений. Платформа Luma AI ориентирована на оперативное создание 3D-моделей, в то время как RealityCapture предлагает профессиональные инструменты для архитекторов и дизайнеров. Для исследовательских целей доступна открытая платформа Nerfstudio, позволяющая адаптировать технологический процесс под специфические задачи.

Особую ценность NeRF представляет для работы со сложными архитектурными пространствами, где требуется максимально точное воспроизведение реальных характеристик объекта. Технология не только ускоряет процесс моделирования, но и обеспечивает новый уровень детализации, открывая перспективы

для цифровой документации исторических памятников и создания иммерсивных виртуальных сред.

Ключевые преимущества применения NeRF в архитектурном проектировании включают: сокращение временных затрат на этапе концептуального проектирования; быстрое генерирование и сравнение альтернативных проектных решений; автоматизацию процессов создания базовых геометрических форм; повышение точности визуализации световых характеристик и материалов.

Однако следует отметить существующие технологические ограничения: качество реконструкции сложных форм пока неидеально, а результаты зависят от исходных изображений и требуют доработки в профессиональных программах.

Перспективы связаны с интеграцией NeRF в системы автоматизированного проектирования (САПР), что позволит создать гибридные инструменты для архитекторов. Развитие алгоритмов и вычислительных мощностей открывает путь к точному моделированию сложных архитектурных комплексов и городской среды.

Анализ преимуществ и ограничений нейросетевых технологий в профессиональной деятельности

Преимущества применения нейронных сетей:

1. Оптимизация временных и материальных ресурсов.

Современные нейросетевые решения значительно сокращают временные затраты на выполнение рутинных операций, делая профессиональные инструменты визуализации доступными для широкого круга пользователей, включая студентов и малые проектные бюро. Это демократизирует доступ к высококачественным средствам проектирования и визуализации.

2. Стимулирование креативного процесса.

Нейросетевые алгоритмы предоставляют уникальную возможность быстрого генерирования альтернативных решений, что способствует расширению творческих горизонтов и экспериментам с нестандартными концепциями. Данная особенность особенно ценна на начальных этапах проектирования.

Ограничения и проблемные аспекты:

1. Технические ограничения точности. Наблюдаются существенные проблемы с соблюдением точных пропорций и масштабов, что особенно критично в архитектурном проектировании. Например, алгоритмы часто допускают ошибки при воспроизведении размеров оконных проемов или других архитектурных элементов.

2. Этические и правовые вопросы. Актуальной остается проблема определения авторства контента, созданного с применением ИИ-технологий [3]. Также

существует вопрос доверия к результатам, полученным нейросетевыми методами, особенно в профессиональных областях, требующих высокой ответственности.

3. Зависимость от исходных данных. Эффективность работы нейросетевых алгоритмов напрямую коррелирует с качеством входных данных. Недостаточно точные или неполные исходные параметры приводят к существенному снижению качества выходных результатов.

4. Технико-экономические ограничения. Большинство современных систем видеогенерации требуют значительных вычислительных ресурсов, что обуславливает необходимость использования платных сервисов, ограничивает доступность технологий для индивидуальных пользователей, создает барьеры для широкого внедрения в профессиональную практику.

Перспективы развития: ожидается, что в ближайшей перспективе дальнейшая оптимизация алгоритмов и развитие аппаратных решений позволит преодолеть многие из существующих ограничений. Однако даже при условии технологического прогресса останется актуальным вопрос необходимости критической оценки и профессиональной верификации результатов, полученных нейросетевыми методами.

Данный анализ свидетельствует о необходимости взвешенного подхода к интеграции нейросетевых технологий в профессиональную деятельность, учитываяющего как их значительный потенциал, так и существующие ограничения.

Перспективы развития нейросетевых технологий в архитектурной практике

Ключевые тенденции и прогнозы:

1. Оптимизация проектных процессов. Дальнейшее развитие нейросетевых алгоритмов приведет к радикальному сокращению временных затрат на визуализацию и концептуальный поиск. Это трансформирует традиционные рабочие процессы, позволяя архитекторам сосредоточиться на творческих и стратегических аспектах проектирования.

2. Интеграция с иммерсивными технологиями. Конвергенция нейросетевых решений с VR/AR-технологиями создаст принципиально новые возможности для проектирования с эффектом полного погружения. Это позволит: осуществлять интерактивное мо-

делирование пространств; проводить реалистичные симуляции пользовательского опыта; оптимизировать процесс согласования с заказчиками

3. Персонализация проектных решений. Ожидается массовый переход к адаптивным системам визуализации, способным автоматически подстраиваться под индивидуальные предпочтения клиентов, специфические требования проектного задания, региональные архитектурные традиции

4. Автоматизация рутинных операций. Стандартизованные процессы, такие как генерация технических чертежей на основе концептуальных решений, будут полностью автоматизированы. Это потребует пересмотра традиционных рабочих процессов и системы профессионального образования.

Системные вызовы внедрения: основной барьер заключается не в технологических ограничениях, а в отсутствии методологически обоснованных подходов к интеграции ИИ в проектные процессы, адаптированных образовательных программ, четкой нормативно-правовой базы.

Ключевой парадигмой должно стать понимание нейросетей как инструмента расширения профессиональных возможностей, а не замены экспертного знания. Эффективное внедрение требует комплексной трансформации: организации проектной деятельности; системы профессиональной подготовки; нормативного регулирования.

Заключение

Нейросетевые технологии уже сегодня становятся неотъемлемым компонентом современной архитектурной практики, предлагая беспрецедентные возможности в области: скорости обработки проектных данных, креативного концептуального поиска, фотоrealистичной визуализации [2; 5].

Однако их применение требует критического осмысления получаемых результатов, постоянного профессионального развития, ответственного подхода к вопросам авторства и этики.

Перспективы развития отрасли связаны с гармоничным сочетанием технологических возможностей ИИ с экспертной компетенцией архитекторов. Будущее проектной культуры лежит в плоскости синергии человеческого творческого потенциала и вычислительных возможностей искусственного интеллекта.

Литература

1. Бенджамин Р. Искусственный интеллект в творческих профессиях. – М. : Альпина Паблишер, 2022. – 280 с.
2. Браун Т., Дали А. Применение диффузионных моделей в архитектурной визуализации // Компьютерная графика и дизайн. – 2023. – № 4. – С. 45–52.
3. Гарсия П. Этика и ИИ: вызовы и решения. – М. : Эксмо, 2023. – 320 с.

4. Гудфеллоу Я., Бенджио И., Курвиль А. Глубокое обучение. – М. : ДМК Пресс, 2022. – 652 с.
5. Ким Ю. Применение NeRF в архитектурной визуализации // Журнал виртуальных сред. – 2023. – Т. 5, № 1. – С. 12–30.
6. Лекун Я. Применение нейронных сетей в компьютерном зрении // Журнал искусственного интеллекта. – 2020. – Т. 15, № 3. – С. 112–130.
7. Маккорник К. Нейронные сети и глубокое обучение. – Санкт-Петербург : Питер, 2021. – 480 с.
8. Оксман Р. Цифровой дизайн и развитие искусственного интеллекта в архитектуре // Исследования в области дизайна. – 2017. – № 52. – С. 1–38.
9. Робертс М. Интерактивные инструменты для архитекторов // Журнал архитектурных технологий. – 2021. – Т. 9, № 3. – С. 45–67.
10. Солнцева О. Г. Аспекты применения технологий искусственного интеллекта // E-Management. – 2018. – Т. 1, № 1. – С. 43–51. – <https://doi.org/10.26425/2658-3445-2018-1-43-51>.
11. Фернандес Л. ИИ и устойчивая архитектура // Журнал экологического дизайна. – 2022. – Т. 14, № 2. – С. 89–104.
12. Чжан Л. Диффузионные модели для генерации изображений // Журнал компьютерной графики. – 2022. – № 18 (1). – С. 67–89.
13. DALL-E: Creating Images from Text. OpenAI. Available at: <https://openai.com/research/dall-e> (accessed: 05.04.2025) (In Eng.).
14. Stable Diffusion: High-Resolution Image Synthesis with Latent Diffusion Models. Available at: <https://github.com/Stability-AI/stablediffusion> (accessed: 06.04.2025) (In Eng.).

Статья поступила в редакцию: 28.04.2025; принята в печать: 13.10.2025.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.