Irina B. Volkodaeva
Doctor of Art History,
Professor, Head of the Department of Environment Design
The Kosygin State University of Russia
e-mail: volkodaeva-ib@rguk.ru
Moscow, Russia

Elena Yu. Orlova
PhD in Art History,
Docent of the Department of Environment Design,
The Kosygin State University of Russia
e-mail: orlova-eyu@rguk.ru
Moscow, Russia

Anna A. Zhukulova
Graduate Student
The Kosygin State University of Russia
e-mail: azhukulova@mail.ru
Moscow, Russia

DOI: 10.36340/2071-6818-2025-21-6-10-23

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN LIGHTING TECHNOLOGIES BY THE EXAMPLE OF DESIGNING URBAN STREET LIGHTING IN PERESLAVL-ZALESSKY

Summary: The article examines examples of artificial intelligence implementation in urban lighting and at the stage of developing lighting devices, including lighting scenarios designing. A concept for lighting urban areas of Pereslavl-Zalessky is developed using neural networks as a tool. The potential of neural network services for their implementation in the development of a city's light image is analyzed.

Keywords: *environmental design, urban lighting, neural networks, artificial intelligence, design, lighting scenarios*

Artificial intelligence (AI) and neural networks are spreading fast through design and technology, opening up new possibilities for urban lighting design. Street lighting in modern cities not only ensures dark time safety but also creates a comfortable atmosphere due to user scenarios programming. AI-based technologies allow to optimize resource consumption and effectively manage lighting scenarios based on user needs.

Artificial intelligence may be integrated into lighting design in different ways. This article examines some examples of AI applications in urban lighting, primarily for flexible customization suitable for current user mood, or for saving energy and resources. The article also explores the implementation of AI technologies during development of lighting fixtures or designing lighting scenarios. Furthermore, neural networks which allow to vary the lightning on the image quickly to visualize the needful lightning scenario are examined. Finally, an urban lighting concept for Pereslavl-Zalessky town is developed by using neural networks as a tool.

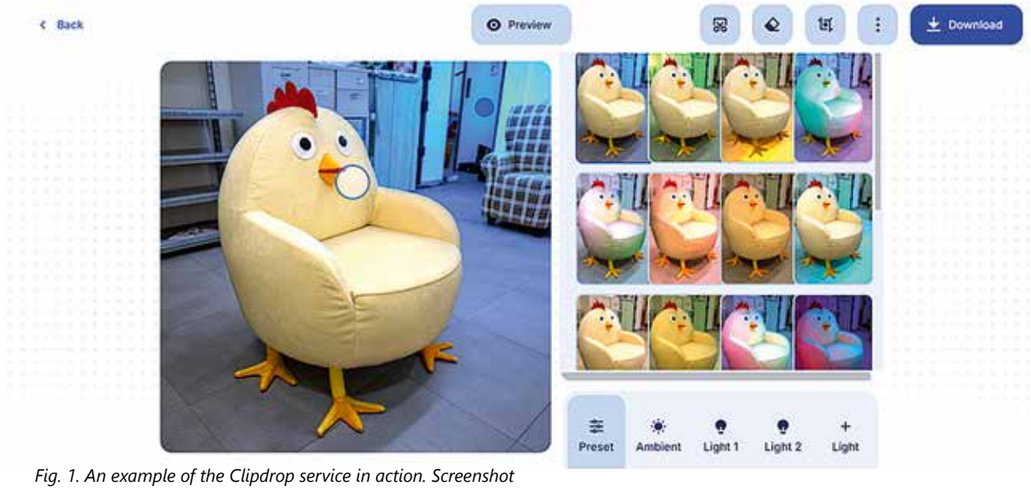


Fig. 1. An example of the Clipdrop service in action. Screenshot

Innovative technologies implementing into the lighting industry are strictly regulated by relevant documents. Street lighting is regulated by SNiP (transliteration of Russian normative document with construction standards and regulations) 23-05-95 "Natural and Artificial Lighting" [11]. This SNiP contains requirements for the safety and power of light sources, for the level of illumination and brightness of road surfaces, and the lighting requirements for industrial premises and residential, public and administrative buildings. The document also outlines the highly important indicator of horizontal illumination of roads and streets, which is determined by traffic intensity and illumination category.

Intelligent lighting systems use data from motion sensors, video cameras and other sources to regulate light intensity [9], allowing them not only to respond to immediate changes, such as increasing or decreasing traffic, but also to analyze traffic data per day, per week or per season to predict and optimize lighting in advance. AI usage in lighting control significantly improves energy efficiency. Such systems can automatically reduce or increase lighting power based on demands, what allows to reduce energy consumption and to make lighting network maintenance cheaper. Thanks to the ability of intelligent lighting systems to adapt to environmental conditions, they help to improve road safety and to provide comfortable atmosphere in urban areas. The lighting might be enhanced in high-traffic areas or in low-visibility conditions, in order to prevent traffic accidents and to improve the overall safety of urban environment.

Artificial intelligence technologies are being actively implemented in lighting control systems. For example, in November 2022, scientists from ITMO University presented a neural network that could adjust room lighting to any user's mood [7]. The neural network determines the user's mood by tone-of-voice of his messages to a digital assistant or other people, and adjusts the room lighting, such as color temperature and luminosity level to improve the user's mood. Approximately 3–5 messages are required to conduct the analysis. The algorithms also consider geographic location and current daylight hours. As a result, this device combines the functionality of a digital assistant with an adaptive lighting system. The developers believe that this neural network can reduce user fatigue by up to 15 %; moreover, this device may be also used to distinguish work and rest hours to support work-life balance.

Neural networks automate processes in many areas. For example, smart air conditioning systems with self-learning mechanism based on neural networks have appeared [2]. Neural networks analyze large volumes of data, such as the presence and number of people in a building, time of the day and season, outdoor and indoor temperatures, carbon dioxide concentration and glazing area, and all this obtained data is used to make the temperature comfortable. Such optimization allows to reduce the load on heating and air conditioning systems.

Neural networks are also used in marketing analysis of retail lighting to calculate how retail lighting affects traffic, dwell time and sales [6], what is especially important when in-store visits are becom-

ing less necessary due to the online marketplaces and delivery services. Based on these user reactions, lighting scenarios mostly preferred by different groups were developed.

AI-based lighting control systems are actively developing and implementing in global markets. Many retailers are already implementing pilot versions of technological systems based on facial recognition [6]. This allows not only to target the audience by groups and select preferred lighting scenarios for different groups, but also to recognize and track customer emotions when interacting with products, consultants and even their reactions to price offers. Neuromarketing in retail spaces is becoming an effective technology for traffic and conversion increasing by creating a comfortable atmosphere for shoppers, maximizing their purchase decisions.

Some new neural networks allow to change lighting on images. The Beeble AI service separates an uploaded image into a background and foreground, converting the foreground into a 3D model [1], allowing flexible adjustment of the foreground subject's illumination by selecting the type of light source, its position, brightness and other parameters. Another service called Clipdrop offers a similar solution for changing lighting on images, offering the ability to select a new lighting solution through ready-made presets or flexible adjustment of one or more light sources [3]. This service does not create any 3D model during the process, performing transformations only at the 2D graphics level. However, the selected lighting settings affect both the main subject and the background of the image (Fig. 1).

Furthermore, scientists from the University of Surrey have developed an artificial intelligence for video games that is able to modify lighting for different character body types and clothing without using complicated 3D models [4]. Modern AI technologies for lighting modifying often require the creation of 3D models made of triangle meshes or point clouds to apply shadows in a properly way. However, the new development works with 2D images, eliminating the costly and complicated modeling process. The results were published in the Eurographics Association journal. Farshad Einabadi, a senior research fellow at the University of Surrey's Centre for Vision, Speech, and Signal Processing, noted that the AI4ME project demonstrates how AI can make compositing in film and TV more accessible and realistic by training computer models to recognize different body types, movements, and clothing under different lighting conditions. This will significantly reduce the time and cost of image rendering, especially for green screen shoots.

In April 2022, developers from Apple, Adobe and University London College presented the neural network called OutCast, which helps to manage natural lighting on images in real time [5]. The researchers note that methods for modifying light sources on images already exist, but all of these algorithms require multiple shots of the location made from different points. Then, the system can build an accurate map of objects. The new algorithm requires only one photo. The algorithm determines the light sources on the original image by analyzing the photograph using various filters. In addition, it also identifies objects casting shadows and calculates the length of the shadows. After these steps, the system can draw new shadows and highlights based on the position of the light source (Fig. 2).

Input *Output*

Fig. 2. Comparison of the original image and the result made in OutCast [8]

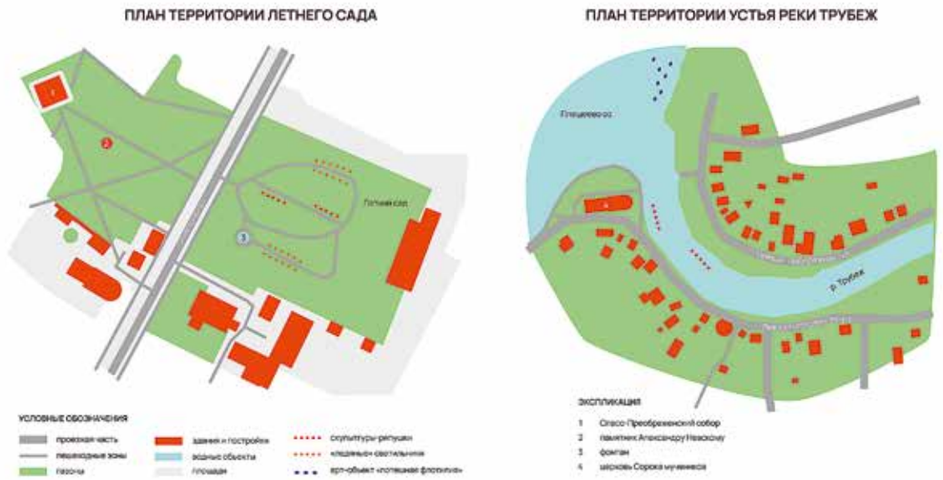


Fig. 3. Plan of selected locations in the territory of Pereslavl-Zalessky

The authors of the article [5] note that the algorithm handles large objects fairly well, but ignores or inaccurately reproduces shadows of small objects. It also doesn't take into account shadows under objects or the physics of transparent materials, which makes the cars in the images appear worse than they could.

Artificial intelligence technologies are used to detect malfunctions in street lighting systems. Artificial intelligence detected over 10,000 lighting defects in the Moscow region during fall of 2024 [12]. Artificial intelligence, using video cameras from the "Safe Region" system, helps operatively detect malfunctions in streetlights, and all detected malfunctions are transmitted to utility services and resource supply organizations for review. Thus, during the fall, 10,812 defects in outdoor lighting systems were recorded in Mytishchi, Krasnogorsk, Leninsky, Lyubertsy and Podolsk.

Chester Thompson, vice president assistant of WSP and head of a lighting design studio in San Francisco, believes that AI lacks the human expertise which is necessary for lighting projects [10]. For example, in a luxury restaurant, dim lighting with red and orange hues overhead evokes memories of cozy evenings around a campfire. It's a thoughtful response to human experience that designers can bring to the process, unlike artificial intelligence, which lacks experience, as Thompson argues.

In order to explore the possibility of using neural networks directly in the process of developing a lighting image of a territory and designing lighting fixtures, a design project was developed. The project was made with sequential use of several neural networks to create a concept for urban street lighting of parks and natural rest areas. Specifically, a lighting plan for several spaces in Pereslavl-Zalessky was proposed, involving neural networks in the design process.

The choice of this city for exploring design methods using neural networks was deliberate. Pereslavl-Zalessky is a small town with a rich history. Its example provides a useful example not only of the technical feasibility of the proposed solutions, but also the example of how the neural network preserves the given style, local symbolism and cultural context — in other words, the art historical aspect of the issue. An equally interesting aspect is the ability of various neural networks to render ancient Russian and Slavic motifs, as it is unlikely that foreign services were trained on such images.

When developing a lighting concept for a historical town, several aspects must be considered. It's important to reflect the town's local cultural identity, to highlight the uniqueness of historical events and to stylize cultural symbols of Pereslavl. At the same time, it's important to preserve the town's image by ensuring that decorative lighting elements don't destroy the historic character of the area.

During the pre-project stage, a stylistic, historical and cultural analysis of the area was conducted, and the DeepSeek neural network was used to develop a preliminary lighting design concept and gather potential ideas for implementation. The text

a)

b)

c)

d)

Fig. 4. Visualizations made by Midjourney: a) art object "funny flotilla"; b) sculptural group "Ryapushki" (which means "Vendaces"); c) decorative "ice" lamps; d) illuminated fountain in the shape of Lake Pleshcheyevo

output from DeepSeek was carefully checked for semantic errors and historical inaccuracies. Many ideas proposed by DeepSeek were rejected as a result of the analysis, as they were unrealistic in terms of material implementation or did not correspond to the request for an outdoor lighting format (for example, concepts for interior table and floor home lamps were proposed) or to local characteristics (the neural network proposed motifs of ancient Russian wooden architecture in general, as well as motifs for the city of Yaroslavl — possibly because of Pereslavl-Zalessky is located in the Yaroslavl region).

The following concepts were accepted for the further development:

— light installations in the form of boats, a reference to Peter the Great's toy flotilla located on Lake Pleshcheyevo in Pereslavl;

— decorative illuminated art objects in the shape of fish, to be placed on the water's surface as a symbol of the famous Pereslavl fish called vendace ("ryapushka" in Russian);

— light projections onto park paths featuring local ornaments and embroidery patterns;

— decorative "ice" lamps in minimalistic design, to be placed in historical sites in such way that the lamps do not distract from the architectural monuments;

— an illuminated fountain with an irregularly shaped pool, reminiscent of the silhouette of Lake Pleshcheyevo.

It was decided not to implement the proposed ideas related to the memory of Alexander Nevsky in this design project, as the city already has a landmark monument in his honor. The same applies to the legends of the mythical Blue Stone located near Pleshcheyevo lake due to their pagan traditions and poor reference data besides the stone's shape.

Two locations have been selected on the Pereslavl city map for the proposed light installations: the Summer Garden on Sovetskaya Street opposite the Alexander Nevsky monument and the Transfiguration Cathedral, and the mouth of the Trubezh River, where it flows into Lake Pleshcheyevo (Fig. 3). The choice of these locations is justified, on the one hand, by the absence of historical buildings and cultural heritage sites, and on the other, by their sufficient traffic and popularity among tourists and locals.

Based on the proposed concept elements, images were generated in Midjourney neural network, which served as references for the further development of light objects (Fig. 4).

For the decorative sculpture group "Ryapushki", 3D models were created using the Tripo AI service, as well as drawings in Chat GPT (Fig. 5).

The light objects placement was selected without the use of neural networks and is presented in plans on fig. 3. Based on neural network visualizations on fig. 4, video fly-throughs of the objects were generated using the PixVerse AI service.

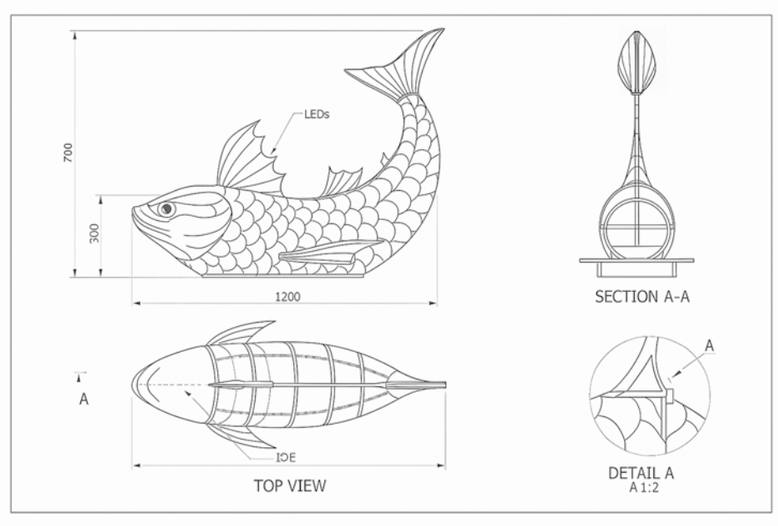
Furthermore, an attempt was made to visualize various lighting scenarios using neural networks. Water art objects with fish were selected for testing the method. The idea was to create new variations based on the original image, but with a different backlight color and a different time of day in the background. Midjourney offers various options for modifying existing images, such as Edit, Remix (creating similar variations based on the original image with the ability to adjust the prompt), Vary (creating similar variations without the ability to adjust the prompt) and Retexturize (selecting new image textures while preserving the structure of the original image) modes. The hypothesis was that the Retexturize tool would best handle the given recoloring task. However, the best results were obtained using the Edit tool, but they also contained numerous artifacts and inaccuracies, and the visual similarity of the luminaire shapes was disrupted in various lighting scenarios. After more than 50 generations, the neural network output still failed to meet the criteria for sufficient visual and semantic quality, so scenario modifications were developed manually using traditional methods.

Thus, five neural network services were sequentially used during the development of the lighting concept. Firstly, DeepSeek was used to generate ideas and create a lighting design concept with respect to local cultural identity, while thoroughly checking for semantic errors and historical inaccuracies. Secondly, Midjourney was used to generate images based on text prompts proposed by DeepSeek. The highest quality and most appropriate images were selected. Then, Tripo AI was used to create 3D models based on the images generated by Midjourney. The generated 3D models without shape and texture artifacts were selected. Chat GPT allowed for the creation of drawings based on the images generated by Midjourney. At this stage, it was necessary to define the product dimensions and check the rendering for the loss of important details. Finally, environmental video visualizations were created based on the images from Midjourney using the PixVerse AI service. Various lighting scenarios were developed manually, because of the output from the neural network contained too many inaccuracies.

In conclusion, it should be noted that despite the rapid development of artificial intelligence technologies, the creation of lighting concepts is still impossible without human intervention. Even the operation of advanced AI services must be monitored at every stage, manually filtering out defective output and correcting artifacts through repeated generations or independently in graphic editors. Furthermore, there is no single service for creating a complete design project for environmental objects. Therefore, it is necessary to develop algorithms for the sequential application of multiple neural networks to obtain various design concept elements, such as drawings, sketches, 3D models and visualizations [13, 14]. It is also necessary to consider the ethical and legal aspects of using neural network services by studying their user agreements, because of exclusive rights to images do not always belong to the user, but may also belong to the neural network developers [15], which may have consequences in the real design process based on generated references.

a)

b)



c)

Fig. 5. The illuminated water art object "Ryapushki": a) visualization by Midjourney; b) 3D model by Tripo AI in various angles; c) drawing by Chat GPT

REFERENCES

1. Beeble AI, available at: https://beeble.ai/ (Accessed 6 April 2025).
2. Brodach, M.M. and Shilkin, N.V. 2020. "Optimal control of a heating system using neural network-based self-learning" [Optimal'noe upravlenie sistemoj otoplenija s ispol'zovaniem samoobuchenija na osnove nejrosetej], *Science, education and experimental design [Nauka, obrazovanie i jeksperimental'noe proektirovanie]*, no. 1, available at: https://cyberleninka.ru/article/n/optimalnoe-upravlenie-sistemoy-otopleniya-s-ispolzovaniem-samoobucheniya-na-osnove-neyrosetey (Accessed 6 April 2025).
3. Clipdrop. Relight, available at: https://clipdrop.co/relight (Accessed 6 April 2025).
4. Ferra. 2024. "AI has learned to change lighting in movies and games without 3D modeling" [Il nauchilsja menjat' osveshhenie v kino i igrah bez 3D-modelirovanija], available at: https://www.ferra.ru/amp/news/techlife/ii-nauchilsya-menyat-osveshenie-v-kino-i-igrakh-bez-3d-modelirovaniya-14-11-2024.htm (Accessed 6 April 2025).
5. Habr. 2022. "Apple and Adobe engineers unveiled a neural network for controlling lighting in photographs" [Inzhenery Apple i Adobe predstavili nejroset' dlja upravlenija osveshheniem na fotografijah], available at: https://habr.com/ru/news/662361/ (Accessed 6 April 2025).
6. RBK Kompanii. 2024. "How Neuromarketing and AI Are Used in Retail Lighting" [Kak nejromarketing i AI primenjajutsja v osveshhenii torgovyh prostranstv], available at: https://companies.rbc.ru/news/0gtXD52D5m/kak-nejromarketing-i-ai-primenyayutsya-v-osveschenii-torgovyih-prostranstv/ (Accessed 6 April 2025).
7. TASS. Nauka. 2022. "A neural network provides advice on adjusting room lighting to a person's mood" [Nejroset' nauchili podstraivat' osveshhenie v komnate pod nastroenie cheloveka], available at: https://nauka.tass.ru/nauka/16270079 (Accessed 6 April 2025).
8. Vimeo. 2022. OutCast: Outdoor Single-image Relighting with Cast Shadows, available at: https://vimeo.com/700545587 (Accessed 6 April 2025).
9. Povnyj, A. "Artificial intelligence in city street lighting: prospects and challenges" [Iskusstvennyj intellekt v osveshhenii gorodskih ulic: perspektivy i vyzovy], available at: https://electricalschool.info/main/lighting/2995-iskusstvennyy-intellekt-v-osveschenii-gorodskih-ulic.html (Accessed 6 April 2025).
10. Thompson, C. 2024. "Searching for the Future of Artificial Intelligence within Lighting Design", available at: https://www.wsp.com/en-us/insights/2024-artificial-intelligence-for-lighting-design (Accessed 6 April 2025).
11. Electronic fund of legal and regulatory documents. SNiP 23–05–95. Natural and artificial lighting. Date of introduction: 01.01.1996, available at: https://docs.cntd.ru/document/871001026 (Accessed 6 April 2025).
12. VKontakte community of the Ministry of Territory Maintenance and State Housing Inspectorate of the Moscow region. 2024. "Artificial intelligence detected over 10,000 lighting defects in the Moscow region this fall" [Svyshe 10 tys. defektov osveshhenija vyjavil iskusstvennyj intellekt v Podmoskov'e za osen'], available at: https://vk.com/wall-211630947_27031 (Accessed 6 April 2025).
13. Volkodaeva, I.B., Petushkova G.I., and Zhukulova, A.A. 2024. "Specifics of the application of neural networks in the design of environmental objects" [Specifika primenenija nejronnyh setej pri proektirovanii sredovyh objektov], *Decorative Art and Environment. Gerald of the RGHPU [Dekorativnoe iskusstvo i predmetno-prostranstvennaja sreda. Vestnik RGHPU]*, no. 1, Part 2, pp. 209–219. DOI: 10.37485/1997-4663_2024_1_2_209_219
14. Zhukulova, A.A. and Solov'eva, N.V. 2023. "Features of the functionality of neural networks applicable to solving environmental design problems", *Vserossijskaja nauchno-prakticheskaja konferencija "DISK-2023": sbornik materialov [Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference "DISK-2023"]*, Part 2, Moscow, Russia, pp. 67–70.
15. Zhukulova, A.A., Volkodaeva, I.B., and Petushkova, G.I. 2024."Ethical aspects of using neural networks to generate ideas in design and fine arts", *Sbornik nauchnyh statej po itogam raboty Mezhdunarodnogo nauchnogo foruma "Nauka i innovacii — sovremennye koncepcii" [Collection of scientific articles based on the results of the International Scientific Forum "Science and Innovation — Modern Concepts"]*, vol. 2, pp. 77–81.

Ирина Борисовна Волкодаева
Доктор искусствоведения,
заведующая кафедрой «Дизайн среды»,
профессор кафедры «Дизайн среды»
Российский государственный университет
им. А. Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)
e-mail: volkodaeva-ib@rguk.ru
Москва, Россия

Елена Юрьевна Орлова
Кандидат искусствоведения,
доцент кафедры «Дизайн среды»,
Российский государственный университет
им. А. Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)
e-mail: orlova-eyu@rguk.ru
Москва, Россия

Анна Андреевна Жукулова
Аспирант
Российский государственный университет
им. А. Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)
e-mail: azhukulova@mail.ru
Москва, Россия

DOI: 10.36340/2071-6818-2025-21-6-10-23

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СВЕТОВЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ НА ПРИМЕРЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГОРОДСКОГО УЛИЧНОГО ОСВЕЩЕНИЯ ПЕРЕСЛАВЛЯ-ЗАЛЕССКОГО

Аннотация: В статье рассмотрены примеры применения искусственного интеллекта в работе городского освещения и внедрение технологий искусственного интеллекта на этапе разработки осветительных приборов, при проектировании сценариев освещения. Разработана концепция освещения городских территорий Переславля-Залесского с применением нейронных сетей в качестве инструментария. Проанализирован потенциал нейросетевых сервисов для их внедрения в разработку светового образа города.

Ключевые слова: *дизайн среды, городское освещение, нейронные сети, искусственный интеллект, проектирование, сценарии освещения*

Искусственный интеллект (ИИ) и нейронные сети пронизывают все больше сфер дизайна и технологий, открывая новые возможности для проектирования городского освещения. Уличное освещение в современных городах позволяет не только обеспечивать безопасность в вечернее и ночное время суток, но также создавать комфортную атмосферу с программированием пользовательских сценариев. Технологии на основе искусственного интеллекта способны оптимизировать затраты ресурсов и эффективнее управлять сценариями освещения на основе анализа потребностей пользователей.

Искусственный интеллект может быть внедрен в проектирование световых объектов различными способами. В данной статье рассматриваются примеры применения искусственного интеллекта непосредственно в работе городского освещения, в частности, для его гибкой настройки под настроение пользователя или для экономии ресурсов и общей энергоэффективности. Также рассмотрено внедрение технологий искусственного интеллекта на этапе разработки и проектирования самого устройства освещения или сценариев освещения. Кроме того, рассмотрены нейросетевые сервисы, позволяющие варьировать освещение для быстрой визуализации нужного сценария. Наконец, разработана концепция освещения городских территорий Переславля-Залесского с использованием нейросетей в качестве инструментария.

Инновационные технологии, внедряющиеся в индустрию световых разработок, строго регламентируются соответствующими нормативными документами. Работа уличного освещения регламентирована СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» [11]. СНиП содержит в себе требования к безопасности и мощности источников света, уровню освещенности и яркости дорожных покрытий, требования к освещению помещений промышленных предприятий, жилых, общественных и административно-бытовых зданий. В документе также обозначен важнейший показатель горизонтальной освещенности дорог и улиц, который определяется интенсивностью движения и категорией освещенности.

Интеллектуальные системы освещения используют данные с датчиков движения, видеокамер и других источников информации для регулирования интенсивности света [9], что позволяет им не только реагировать на непосредственные изменения, такие как увеличение или уменьшение трафика, но и анализировать данные о движении в течение дня, недели или сезона, чтобы прогнозировать и оптимизировать освещение заранее. Применение ИИ в управлении освещением значительно повышает энергоэффективность. Системы могут автоматически уменьшать или увеличивать мощность света в зависимости от потребности, что приводит к снижению энергопотребления и экономии средств на содержание осветительных сетей. Благодаря способности интеллектуальных систем освещения адаптироваться к условиям окружающей среды, они способствуют повышению безопасности на дорогах и созданию комфортной атмосферы в городских районах. Освещение может быть усилено в местах с высокой активностью или в условиях плохой видимости, что помогает предотвратить дорожно-транспортные происшествия и улучшает общую безопасность городской среды.

Технологии искусственного интеллекта активно внедряются в системы управления освещенностью пространств. Например, в ноябре 2022 года ученые из Университета ИТМО представили нейросеть, которую научили подстраивать освещение в комнате под настроение человека [8]. Нейросеть определяет настроение пользователя по тону его сообщений в переписке с цифровым помощником и с другими людьми, и в зависимости от этого изменяет освещение в комнате. Система меняет цветовую температуру и уровень освещенности помещения для улучшения настроения человека. Для проведения анализа нейросети нужно около 3–5 сообщений. Также алгоритмы учитывают географическое положение пользователя и текущую длину светового дня. В итоге полученная разработка объединяет функционал цифрового ассистента и систему адаптивного освещения. Разработчики считают, что данная нейросеть может снизить усталость пользователя до 15 %, а также использоваться как устройство, разграничивающее режимы работы и отдыха.

Для автоматизации процессов нейронные сети применяются во многих сферах. Например, предложены умные системы климатизации с использованием самообучения на основе нейросетей [1]. Нейросети анализируют большие объемы данных, такие как присутствие людей в здании и количество человек, время суток и время года, уличную температуру и температуру в помещении, концентрацию углекислого газа, площадь остекления, и с помощью полученных данных температура доводится до комфортных показателей. Подобная оптимизация дает возможность снизить нагрузку на системы отопления и кондиционирования.

Нейросети также используются для маркетингового анализа в освещении торговых пространств и вычисляют, как освещение в торговом пространстве влияет на трафик, время пребывания в магазине и объем продаж [7], что особенно важно в эпоху, когда посещение магазинов перестает быть необходимостью ввиду появления слаженно работающих онлайн-маркетплейсов и сервисов доставки. На основании этих реакций были сформулированы сценарии освещения, наиболее предпочтительные для различных групп.

Системы управления освещением на основе ИИ уже активно разрабатываются и внедряются на глобальных рынках. Многие сети уже внедряют пилотные проекты технологических комплексов на основе распознавания лиц посетителей [7]. Это позволяет не только типировать целевую аудиторию по группам и подбирать для различных групп наиболее предпочтительные сценарии освещения, но и распознавать и отслеживать эмоции покупателей при взаимодействии с товарами, консультантами, и даже реакцию на ценовое предложение. Нейромаркетинг становится эффективной технологией повышения трафика и конверсии в торговом пространстве за счет создания комфортной атмосферы для покупателя, максимально располагающей к принятию решения о покупке.

Появились нейросети, которые позволяют менять освещение на фотографии. Сервис Beeble AI разделяет загруженное изображение на фон и на передний план, преобразуя передний план в 3D-модель [12], что позволяет гибко настраивать освещенность объекта, выбирая тип источника света и настраивая его расположение, яркость и другие показатели. Аналогичную задачу изменения освещения на фотографии решает сервис Clipdrop, предоставляя пользователю возможность выбора нового решения по освещению через готовые пресеты или гибкую настройку одного или нескольких источников света [13]. Сервис не создает дополнительной 3D-модели, совершая преобразования лишь на уровне 2D-графики, однако выбранные настройки освещения затрагивают и основной объект на фотографии, и фон (рис. 1).

Кроме того, ученые из Университета Суррея разработали искусственный интеллект для видеоигр, который может изменить освещение для разных типов телосложения персонажей и одежды без использования сложных 3D-моделей [5]. Современные технологии ИИ для изменения освещения часто требуют создания 3D-моделей в виде треугольных сеток или облаков точек, чтобы корректно наложить тени. Однако новая разработка работает с 2D-изображениями людей и изменениями освещения, что позволяет избежать затратного и трудоемкого процесса моделирования. Результаты работы были опубликованы в журнале Eurographics Association. Фаршад Эйнабади, старший научный сотрудник Центра зрения, речи и обработки сигналов Университета Суррея, отметил, что проект AI4ME демонстрирует, как ИИ может сделать композитинг в кино и ТВ более доступным и реалистичным, обучив компьютерные модели распознавать различные типы телосложения, движения и одежду при разном освещении. Это позволит значительно сократить время и затраты на рендеринг изображений, особенно для съемок с использованием зеленого экрана.

В апреле 2022 г. разработчики из Apple, Adobe и Университетского колледжа Лондона представили нейросеть OutCast, помогающую в реальном времени управлять естественным освещением на фотографиях [6]. Исследователи отмечают, что уже существуют методы для изменения источников освещения на фотографиях, но для работы всех этих алгоритмов необходимо несколько фотографий местности с нескольких точек. Тогда система может построить точную карту объектов. Для работы нового алгоритма нужна только одна фотография. Алгоритм определяет источники света на оригинальном снимке путем анализа фотографии с помощью различных фильтров. Кроме источников света определяются и объекты, отбрасывающие тени, рассчитывается длина теней. После этих действий система может рисовать новые тени и блики, основываясь на положении источника освещения (рис. 2).

Авторы статьи [6] отмечают, что алгоритм достаточно хорошо справляется с крупными объектами, но игнорирует или неточно воспроизводит тени мелких объектов. Также не учитываются тени под объектами и физика прозрачных материалов, из-за этого автомобили на снимках выглядят хуже, чем могли бы.

С помощью технологий искусственного интеллекта выявляются нарушения в работе уличного освещения. Свыше 10 тыс. дефектов освещения выявил искусственный интеллект в Подмосковье за осень 2024 года [10]. Искусственный интеллект через видеокамеры системы «Безопасный регион» помогает оперативно обнаруживать неисправности в работе уличных светильников, и все зафиксированные нарушения передаются на отработку коммунальным службам и ресурсоснабжающим организациям. Так, в осенний период в городских округах Мытищи, Красногорск, Ленинский, Люберцы и Подольск было зафиксировано 10 812 дефектов в системе наружного освещения.

Честер Томпсон, помощник вице-президента WSP и руководитель студии светодизайна в Сан-Франциско, считает, что ИИ не хватает человеческого опыта, который необходим для проектов в области освещения [15]. Например, в элитном ресторане при тусклом освещении с красными и оранжевыми оттенками над головой это навевает воспоминания об уютных вечерах у костра. Это продуманная реакция на человеческий опыт, которую дизайнеры могут привнести в процесс, в отличие от искусственного интеллекта, не обладающего опытом, утверждает Томпсон.

С целью исследования возможности применения нейронных сетей непосредственно в процессе разработки светового образа территории и проектирования осветительных приборов выполнен собственный дизайн-проект с последовательным использованием нескольких нейросетей для создания концепции городского уличного освещения парковых и природных пространств, а именно предложен план освещения нескольких пространств Переславля-Залесского с участием нейросетей в процессе проектирования.

Данный город для исследования способов проектирования с использованием нейросетей выбран не случайно. Переславль-Залесский — небольшой город с богатой историей. На его примере удобно рассмотреть не только степень технической реализуемости предлагаемых решений, как нейронная сеть справляется с сохранением заданной стилистики, местной символики и культурного контекста, т. е. искусствоведческую сторону вопроса. Не менее интересным аспектом станет и способность различных нейросетей к отрисовке древнерусских и славянских мотивов, поскольку маловероятно, что зарубежные ресурсы обучались на подобных изображениях.

При разработке концепции освещения исторического города необходимо учесть несколько аспектов. Стоит отразить местную культурную идентичность города, подчеркнуть уникальность исторических событий и стилизовать культурные символы Переславля. В то же время важно сохранить образ города, чтобы декоративные световые элементы не нарушали исторический облик местности.

На предпроектном этапе был проведен стилистический, исторический и культурный анализ местности, а также использована нейросеть DeepSeek для создания первичной концепции проекта освещения и сбора возможных идей для реализации. Выдача текстовых результатов нейросети DeepSeek тщательно проверялась на наличие смысловых ошибок и исторических неточностей. Многие идеи, предложенные нейросетью, были отвергнуты в результате анализа, поскольку были нереалистичными с точки зрения воплощения в материале или не соответствовали запросу на наружный формат освещения (например, предлагались концепции интерьерных настольных и напольных светильников) и на местные особенности (нейросетью предлагались мотивы древнерусского деревянного зодчества в целом, а также мотивы для города Ярославля — возможно, поскольку Переславль-Залесский находится в Ярославской области).

Из принятых к дальнейшей проработке элементов концепций выбраны следующие идеи:

— световые инсталляции в виде ладей как отсылка к потешной флотилии Петра I, размещавшейся на Плещеевом озере;

— декоративные светящиеся арт-объекты в форме рыб для размещения на поверхности воды как символ знаменитой переславской рябушки;

— световые проекции на парковые дорожки с местными орнаментами и узорами местных вышивок;

— декоративные «ледяные» светильники в минималистичном дизайне для расположения в исторических местах, чтобы светильники не отвлекали внимание от памятников архитектуры;

— подсвечивающийся фонтан с бассейном неправильной формы, напоминающей силуэт Плещеева озера.

Решено не воплощать в данном дизайн-проекте предложенные идеи, относящиеся к памяти Александра Невского, поскольку в городе уже имеется знаковый памятник в его честь, а также идеи, связанные с легендами о Синем камне ввиду их языческих традиций и скудности опорных данных помимо формы камня.

На карте города Переславля выбраны две территории для размещения предложенных световых объектов: это Летний сад на ул. Советская напротив памятника Александру Невскому и Спасо-Преображенского собора и устье реки Трубеж, где она впадает в Плещеево озеро (рис. 3). Выбор данных локаций обоснован, с одной стороны, отсутствием на них исторических зданий и памятников культурного наследия, а с другой стороны, достаточной проходимостью и популярностью среди туристов и местных жителей.

На основе предложенных элементов концепций сгенерированы изображения в Midjourney, послужившие референсами для дальнейшей разработки световых объектов (рис. 4).

Для декоративной скульптурной группы «Рябушки» созданы 3D-модели с помощью сервиса Tripo AI, а также чертежи в Chat GPT (рис. 5).

Расположение световых объектов выбрано без участия нейросетей и представлено на планах (рис. 3). На основе нейросетевых визуализаций (рис. 4) также получены видео-облеты объектов с помощью ИИ-сервиса PixVerse.

Кроме того, предпринята попытка визуализации различных световых сценариев с помощью нейросетей. Для тестирования метода выбраны водные арт-объекты с рыбами, предполагалось получить на основе их исходного изображения новые вариации, но с другим цветом подсветки и другим временем суток на фоне. Сервис Midjourney предлагает различные возможности модификации существующего изображения, такие как Edit (редактирование), Remix (создание похожих вариаций на основе исходного изображения с возможностью корректировки промпта), Vary (создание похожих вариаций без возможности корректировки промпта) и Retexturize (подбор новых текстур изображения при сохранении структуры исходного изображения). Гипотеза заключалась в том, что инструмент Retexturize наилучшим образом справится с поставленной задачи перекраски. Однако, наилучшие результаты получены с помощью инструмента Edit, но и они содержали множество артефактов и неточностей, нарушалось внешнее сходство формы светильников в различных сценариях подсветки. После более чем 50 генераций выдача нейросетевого контента так и не смогла удовлетворить критериям достаточного визуального и смыслового качества, поэтому модификации сценариев были разработаны вручную традиционным способом.

Таким образом, в процессе разработки световой концепции было последовательно задействовано пять нейросетевых сервисов. DeepSeek применялся для генерации идей и создания концепции светодизайна с учетом местной культурной идентичности, при этом проводилась тщательная проверка на наличие смысловых ошибок и исторических неточностей. Сервис Midjourney использовался для генерации изображений на основе текстовых запросов из предложенных нейросетью DeepSeek концепций. Осуществлялся выбор наилучших по качеству и наиболее подходящих по стилю изображений. Затем с помощью сервиса Tripo AI были созданы 3D-модели на основе сгенерированных в Midjourney изображений. Проведен отбор сгенерированных 3D-моделей для проекта без артефактов формы и с корректными текстурами. Сервис Chat GPT позволил создать чертежи на основе сгенерированных в Midjourney изображений. На данном этапе потребовались задание габаритов изделия и проверка отрисовки на предмет потери важных деталей. Наконец, были созданы видео-визуализации в среде на основе изображений из Midjourney с помощью ИИ-сервиса PixVerse. Различные сценарии освещения разработаны вручную, поскольку выдача из нейросети содержала чрезмерно много неточностей.

Подводя итоги, необходимо отметить, что несмотря на стремительное развитие технологий искусственного интеллекта создание концепций световых решений пока невозможно без участия человека, поскольку даже работу продвинутых ИИ-сервисов важно контролировать на каждом этапе, вручную отсеивая бракованные результаты выдачи и исправляя артефакты повторными генерациями или самостоятельно в графических редакторах. Кроме того, не существует единого сервиса для создания полноценного дизайн-проекта средовых объектов, поэтому необходимо разрабатывать алгоритмы последовательного применения нескольких нейросетей для получения разнообразных элементов дизайн-концепций, таких как чертежи, эскизы, 3D-модели и визуализации [2, 4]. Необходимо также учитывать этические и юридические аспекты использования нейросетевых сервисов, изучая их пользовательские соглашения, поскольку исключительные права на изображения не всегда остаются за пользователем, а могут также принадлежать разработчику нейросети [3], что может иметь последствия в случае реального проектирования изделия по сгенерированным референсам.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Бродач М.М., Шилкин Н.В. Оптимальное управление системой отопления с использованием самообучения на основе нейросетей // Наука, образование и экспериментальное проектирование. — 2020. — № 1. — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/optimalnoe-upravlenie-sistemoy-otopleniya-s-ispolzovaniem-samoobucheniya-na-osnove-neyrosetey (дата обращения: 06.04.2025).
2. Волкодаева И.Б., Петушкова Г.И., Жукулова А.А. Специфика применения нейронных сетей при проектировании средовых объектов // Декоративное искусство и предметно-пространственная среда. Вестник РГХПУ им. С.Г. Строганова. — 2024. — № 1. Часть 2. — С. 209–219. DOI: 10.37485/1997-4663_2024_1_2_209_219
3. Жукулова А.А., Волкодаева И.Б., Петушкова Г.И. Этические аспекты применения нейронных сетей для генерации идей в дизайне и в изобразительном искусстве // Сборник научных статей по итогам работы Международного научного форума «Наука и инновации — современные концепции». Том 2. — М.: Издательство Инфинити, 2024. — С. 77–81.
4. Жукулова А.А., Соловьева Н.В. Особенности функционала нейросетей, применимых к решению задач средового дизайна // Всероссийская научно-практическая конференция «ДИСК-2023»: сборник материалов. Часть 2. — М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2023. — С. 67–70.
5. ИИ научился менять освещение в кино и играх без 3D-моделирования // Ferra. URL: https://www.ferra.ru/amp/news/techlife/ii-nauchilsya-menyat-osveshenie-v-kino-i-igrakh-bez-3d-modelirovaniya-14-11-2024.htm (дата обращения: 06.04.2025).
6. Инженеры Apple и Adobe представили нейросеть для управления освещением на фотографиях // Хабр. URL: https://habr.com/ru/news/662361/ (дата обращения: 06.04.2025).
7. Как нейромаркетинг и AI применяются в освещении торговых пространств // РБК Компании. URL: https://companies.rbc.ru/news/0gtXD52D5m/kak-nejromarketing-i-ai-primenyayutsya-v-osveshenii-torgovyih-prostranstv/ (дата обращения: 06.04.2025).
8. Нейросеть научили подстраивать освещение в комнате под настроение человека // ТАСС. Наука. URL: https://nauka.tass.ru/nauka/16270079 (дата обращения: 06.04.2025).
9. Повный А. Искусственный интеллект в освещении городских улиц: перспективы и вызовы // Школа для электрика. URL: https://electricalschool.info/main/lighting/2995-iskusstvennyy-intellekt-v-osvesheniigorodskih-ulic.html (дата обращения: 06.04.2025).
10. Свыше 10 тыс. дефектов освещения выявил искусственный интеллект в Подмосковье за осень // Сообщество ВКонтакте Министерства по содержанию территорий и ГЖН МО. URL: https://vk.com/wall-211630947_27031 (дата обращения: 06.04.2025).
11. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. Дата введения: 01.01.1996. // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. URL: https://docs.cntd.ru/document/871001026 (дата обращения: 06.04.2025).
12. Beeble AI. URL: https://beeble.ai/ (дата обращения: 06.04.2025).
13. Clipdrop. Relight. URL: https://clipdrop.co/relight (дата обращения: 06.04.2025).
14. OutCast: Outdoor Single-image Relighting with Cast Shadows // Vimeo. URL: https://vimeo.com/700545587 (дата обращения: 06.04.2025).
15. Searching for the Future of Artificial Intelligence within Lighting Design // WSP. URL: https://www.wsp.com/en-us/insights/2024-artificial-intelligence-for-lighting-design (дата обращения: 06.04.2025).