

УДК 378.046.4

**С. Н. Торгашина, О. Г. Чеснокова, М. Д. Журбенко, В. И. Карапузов**

*Волгоградский государственный технический университет*

### **ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЙРОСЕТЕЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ В ОБЛАСТИ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ТВОРЧЕСКИХ КОНЦЕПЦИЙ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

В статье рассматривается влияние технологий нейросетей на разработку объекта в рамках обучения созданию графических элементов в творческих концепциях. Отсутствие традиционного программирования и настройка технического задания путем обучения проектировщиков работе с нейросетями позволяют создать новые подходы к традиционным способам проектирования. Использование самоконтролируемых искусственных нейронных сетей, обучающихся на потребностях пользователя, расширяет возможности аналитического проектирования.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, нейросеть, обратная связь, принятия решений, информационные технологии, однослойная нейронная сеть, система логических выражений.

Значительное влияние на качество жизни людей, состояние экономики, безопасность государства и интеллектуальный потенциал общества оказывает стремительно развивающийся процесс компьютеризации.

Корректное восприятие графического материала в области архитектурно-строительного проектирования прививается на начальном этапе обучения и идет в течение всего обучения студентов архитектурно-строительных специальностей. Традиционно обучение объемно-пространственному мышлению начиналось с начертательной геометрии. Эта дисциплина до сих пор остается лучшим инструментом для развития объемно-пространственного мышления. Техническое творчество немислимо без освоения методов и приемов начертательной геометрии. Аналогично без трехмерного визуального мышления и воображения невозможно ставить абстрактные задачи и создавать творческие концепции.

*Цели статьи:* эффективная интеграция современных информационных технологий (ИТ) в образование; описание дополнительных возможностей для интеграции с новыми способами проектирования, основанными на симбиозе человеческого и искусственного интеллекта (ИИ).

Интеграция традиционных способов проектирования и самообучаемых нейросетей требует тщательного соблюдения баланса между лучшими существующими на сегодняшний день методами обучения и новым пониманием самого процесса обучения путем внедрения возможностей, предоставленных нам нейросетями. Использование ИТ для углубления коммуникации, продвижения и обеспечения нового уровня образования повышает его качество.

При наличии множества программ геометрического трехмерного моделирования и графических редакторов появляется возможность совершенствования архитектурной концепции. И хотя они во многом конкурируют друг с другом, это мощная, гибкая, масштабируемая и адаптируемая система для

обеспечения максимальной производительности в архитектурно-строительном и концептуальном проектировании.

Современные системы компьютерной графики позволяют легко моделировать различные элементы и ситуации, в которых появляются объекты дизайна. Использование компьютера в качестве электронной чертежной машины упрощает многочисленные второстепенные технические задачи проектировщика, которые являются неотъемлемой частью процесса проектирования. Широко используемые графические редакторы позволяют получать высококачественные чертежи, не прибегая к ручной графической подготовке исполнителя. Кроме того, использование ИТ позволяет ускорить инженерные и финансовые сопутствующие расчеты, необходимые для перехода спроектированного объекта на стадию возведения. Это является преимуществом в процессе проектирования, ускоряет проектирование и создает значительные скоростные и временные преимущества при работе над проектами.

Значительное количество программ 3D-проектирования уже имеет возможность автоматизировано создавать чертежи на основе 3D. К примеру, Compass при подключении к электронной версии OCR, базе данных символов и обозначений машиностроения, стыковке с некоторыми правилами ЕСКД позволяет понять положение тела в пространстве, а также научиться различать типичные элементы и формы. Таким образом появляется ассистент, который берет на себя часть рутинной и механической работы над проектируемым объектом.

Влияние нейронных сетей на образование привнесло новые направления в развитие концептуального и инженерного проектирования. Одним из главных преимуществ использования нейронных сетей является персонализация обучения. Благодаря алгоритмам машинного обучения нейронная сеть способна адаптировать учебные материалы к конкретным потребностям каждого учащегося и определять уровень знаний и скорость обучения.

Нейронные сети также помогают создавать требуемые в каждом конкретном случае интерактивные обучающие платформы, которые могут предоставлять индивидуальные задания и обратную связь учащимся. Это значительно повышает эффективность обучения и позволяет учащимся лучше понимать материал.

Кроме того, нейронные сети можно использовать для анализа учебных данных и прогнозирования успеваемости учащихся, позволяя учителям лучше оценивать учащихся и оказывать дополнительную поддержку при необходимости.

Нейронные сети основаны на структуре биологического мозга, который может обрабатывать большие объемы данных, выявлять закономерности и предсказывать результаты.

Рассмотрим основные концепции и характеристики нейронных сетей, их роль в принятии решений и управлении, а также их применение в области начертательной геометрии, инженерной графики, архитектурного и инженерно-строительного проектирования.

Важнейшим преимуществом новых нейросетей является работа в них без предварительного программирования [1]. Управление задачей строится интуитивно, что близко к творчеству самого архитектора. Поиск зависимостей управления происходит в процессе работы с сетями. Нет прямой связи между

поставленной задачей, входными данными, промежуточными и конечными результатами. Как обучение самой сети, так и обучение управляющего задачей архитектора происходит путем итерационного движения и подбора направления действия. При этом нет необходимости в конкретных разработчиках для поставленной задачи или в технических исполнителях, помогающих выставить эту задачу. Даже если задача сформирована нечетко, неполно, противоречиво или искажены условия ее выполнения, нейросеть все равно может представить результат, который может задать направление дальнейшей мысли и поиску концептуального решения.

Нейросети могут реализоваться как программно, так и аппаратно. Аппаратное обеспечение нейросетей — это крупномасштабная интегральная схема или нейрокомпьютер с дополнительной нейронной платой или на основе нейронной сети.

Основные направления применения нейронных сетей на сегодняшний день: прогнозные характеристики, оценочные параметры вводных данных, автоматические рейтинги различных категорий, обобщение больших массивов данных различного характера, анализ данных по заданным направлениям, системы идентификации элементов, объектов, предметов или личности, распознавание широкого спектра изображений, множественная систематизация и оценка ресурсов, ассоциативный поиск информации, диагностика по заданным параметрам, оптимизация режимов на основе математического анализа, диагностика и визуализация в различных отраслях — от медицины до архитектурно-строительной отрасли.

Применение нейронных сетей проходит по следующим направлениям и этапам:

- 1) выбор и формирование объектов, для которых применяется нейронная сеть;
- 2) подготовка обучающих примеров, представляющих известные результаты решения задач, достигнутых без нейронной сети, и представление их нейронной сети;
- 3) представление конкретной ситуации сети, распознавание ее и, как следствие, решение поставленной задачи на основе представленных данных.

Модель нейронной сети строится с помощью рабочего подбора. Максимальное попадание происходит при наличии большого количества наиболее схожих примеров, что дает возможность нейросети точно распознавать требуемые абстракции.

Постепенное наполнение исходных данных приводит к обучению сети. Такой последовательный процесс может бесконечно расширять горизонты ее использования.

В существующей практике уже сложилось два основных подхода к обучению работе с нейросетями: с учителем и без него. В первом случае под руководством наставника ставится конкретная задача. К примеру, в поставленной задаче некоторая величина зависит от определенного набора характеристик. Необходимо обучить нейросеть распознавать конкретное определение из набора значений заданных характеристик. Педагогом готовится подборка из обучающих примеров. Они состоят из набора исходных данных и соответствующих им результирующих значений. Таким образом путем некоторого количества итераций возможно четко очертить контур требуемого результа-

та. Подается следующая задача, и процесс продолжается до тех пор, пока ошибка в реакции сети не станет наименьшей.

Рассмотрим применение нейронных сетей в области решения метрических задач, т. е. нахождения точки пересечения прямой с плоскостью. Задача состоит в том, чтобы определить метод или способ построения, который с точки зрения начертательной геометрии более практичен. В то же время известны еще как минимум 3 таких способа. Вначале необходимо определить, какой из используемых способов наиболее существенно влияет на точность и быстроту получения результата. Это можно сделать с помощью корреляционного анализа. Из рассмотрения необходимо удалить способы, которые дают более длинный и сложный путь и не рациональны по сути. Затем из оставшихся составляется направление развития и обучения нейросети конкретной поставленной задаче и, как следствие, решения схожих задач.

Сегодня нейронные сети широко используются и приобретают все большее значение в различных областях науки и техники, одной из которых является проектирование зданий и сооружений. Нейросети — удобные инструменты, позволяющие получить креативное исполнение поставленной задачи в короткие сроки [1].

С появлением новейших технологий машинного обучения и накопления данных нейронные сети приобретают все большее значение в процессе создания архитектурных концепций [2]. Такой подход позволяет архитекторам, дизайнерам и инженерам открывать новые перспективы для создания эффективных и уникальных проектов, отвечающих современным требованиям (рис. 1, 2).



Рис. 1. Сгенерированное изображение общественного здания в стиле ар-нуво. Нейросеть «Шедеврум»

Концептуальное проектирование базируется всегда на накопленном автором опыте, поэтому применение ИИ дает возможность наиболее широко охватить существующий опыт при создании новой концепции, вычлнить основное направление, подчинить ему мелкие детали, создав, таким образом, необходимый проектировщику «творческий гибрид».



Рис. 2. Сгенерированное изображение общественного здания.  
Нейросеть «Шедеврум»

Особенно актуален такой подход в связи с тем, что на стадии концепции задачи еще сформулированы нечетко, есть поле для широты взгляда. Это скорее исследование на тему, поиск направления, а не конкретное решение. Начало работы над объектом — это всегда расплывчатое представление о здании, о ее форме, дающее только общее понимание задачи. Получается, поиск формы наилучшим образом возможно проводить с применением именно ИИ. Архитектурный дизайн с помощью ИИ часто выдает неожиданные результаты, позволяющие архитекторам значительно расширить сферу воображения и получить новый взгляд на привычные формы.

Недостатками использования нейросетей в архитектурном проектировании являются:

- ограниченные возможности создания сложных объектов;
- значительные затраты на разработку и усовершенствование сетей для возможности реального их практического использования. Требуется обучение специалистов для результативного их применения [3].

Иногда результат сгенерированного объекта ценен не сам по себе, он дает повод архитектору взглянуть на задачу под другим углом, получить неожиданное направление для творческой мысли.

Ряд задач искусственный интеллект решает быстрее и эффективнее людей, они способны понимать контекст и проявлять творческий подход [4—6], например, делать здания в конкретном архитектурном стиле или в стиле конкретного архитектора (рис. 3).



Рис. 3. Сгенерированное изображение общественного здания в стиле архитектора Гауди. Нейросеть «Шедеврум»

Таким же важным направлением может стать исследование изменения существующего состояния конкретного объекта (здания) во времени, в процессе реконструкции. Нейросетью может быть проведен анализ возможного направления этих изменений под действием тех или иных тенденций в архитектурном творчестве. Аналогичным образом можно исследовать с помощью нейросети изменения группы объектов или города в целом [7—9]. В рамках поставленных исследовательских или практических задач возможно также внедрить конкретные условия, например энергоэффективность здания или города в целом, совершенствовать инженерные расчеты, связанные с объектом, или подключить возможности по автономному управлению. Таким, например, являются системы «умный город», уже внедряемые в нашей стране [6, 10].

Важнейшим направлением исследования является именно протяженный временной отрезок, возможность прогнозирования развития объекта (здания или города) во времени с учетом описанных факторов и воздействий.

Генерация готовых шаблонов или моделей со временем создаст полные библиотеки, которыми успешно смогут пользоваться проектировщики [11—13].

Нейросеть позволяет создавать обратную связь с проектировщиком, вводя уточняющие комментарии, подключая информацию о художественных стилях, временных рамках, описывая конкретную конструкцию или вводя необходимые отделочные материалы в художественную концепцию. Таким

образом появляется контролируемый автором объект, развивающийся по требованиям архитектора [7, 8]. Подробно можно задать также дополнительные параметры, такие как этажность объекта, рельеф, направление ландшафта, особые требования по ориентации по сторонам света, погодные условия, технические и экономические показатели [9, 14, 15].

Механизм работы большинства художественных генераторов построен на конкретном описании архитектурных задач, которые использует нейросеть для формирования итогового изображения. Таким образом, необходимо создавать подробные текстовые алгоритмы, приводящие к наиболее точному выполнению описанных параметров будущей модели. Такой подход может сделать генеративное моделирование более доступным для широкого круга архитекторов.

Параметрическое моделирование позволяет изменять по ходу корректировки задания требуемые параметры [16, 17]. Такое проектирование идет поэтапно:

1. Ввод основных параметров.
2. Создание базовой геометрии.
3. Введение диапазона значений для базовых параметров.
4. Создание связей между параметрами.
5. Тестирование и оптимизация.
6. Получение итогового требуемого модельного ряда.
7. Выбор оптимального вида объекта.

#### **Заключение**

Параметрическая система, моделируя объект, позволяет сужать поле поиска художественного решения, оптимизируя и конкретизируя поставленные задачи. Но ИИ на данном этапе никак не может заменить проектировщика, ставящего задачу, детально описывающего необходимые параметры, понимающего, что в итоге должно получиться. Постоянно обновляющиеся алгоритмы превосходят друг друга в решении конкретной задачи, но не владеют пока способом собрать воедино задумку проектировщика и довести проект до логического завершения.

#### **Выводы**

На современном этапе использования нейросетей в образовательном процессе необходимо учитывать следующие закономерности:

- алгоритм нейросети сам принимает решение о способах выполнения поставленных задач и сам формирует результат, не всегда предсказуемый, поэтому необходимо обучение пользованию нейросетями и составлению алгоритмов для получения наиболее точного результата;
- алгоритм нейросетей способствует большей результативности творческого процесса, ускорению работы и реализации собственных знаний студентов;
- алгоритм нейросетей ускоряет проверку поставленных задач.

Сегодня наблюдается значительный рост публикаций на тему применения ИИ при обучении проектировщиков, а также использования подобных методов в реальной проектной деятельности, но основные виды использования касаются эпизодических и конкретных задач, оптимизации детальных решений. Повышение роли ИИ в области методологических аспектов проектирования является задачей современных ученых и преподавателей архитектурных специальностей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ельчищева Т. Ф., Полохов М. С., Кольцова П. А.* Применение нейросетей в архитектурном проектировании и дизайне среды // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Разакова. 2023. № 3(67). С. 1243—1249. DOI: 10.56634/16948335.2023.3.1243-1249.
2. *Гуцин А. Н., Дивакова М. Н.* Возможности и перспективы применения нейросетей в архитектурном проектировании // Новые информационные технологии в архитектуре и строительстве: материалы VI междунар. науч.-практич. конф. 2023. Екатеринбург, 2023. С. 26.
3. *Левишуква К. М.* Формирование концептуального решения архитектурного проекта с применением нейросетей // International Journal of Professional Science. 2023. № 9. С. 20—29.
4. *Булаткина Н. В.* Нейросеть и архитектурное творчество // Историко-архитектурное наследие в пространстве современного города: материалы XV всероссийской науч.-практич. конф. 2023. Саратов, 2023. Рр. 27—35.
5. *Bengio Y.* Deep Learning in Architecture: Designing Sustainable Buildings with Neural Networks // Sustainability. 2018. Рр. 1—56.
6. *Neural Network-Based Building Energy Prediction: A Comparative Study* // University of Texas at Austin. 2019. С. 1—19.
7. *Игнатъев А. В., Игнатъев В. А., Галишиников И. А.* Проблема содержания терминов, используемых при информационном моделировании объектов строительства // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2023. Вып. 2(91). С. 256—262.
8. *Иванова Н. В., Ганжа О. А.* Планирование городских территорий с учетом развития системы велотрасс // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2023. Вып. 5(93). С. 203—213.
9. BIM-технологии в строительстве: функции, развитие и опыт применения / С. Г. Абрамян, О. В. Бурлаченко, О. В. Оганесян А. О. Бурлаченко, А. Р. Шаюнусов // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2021. Вып. 1(82). С. 323—332.
10. *Pittarello M.* Using Artificial Neural Networks to Optimize Building Envelope Design // Energy and Buildings. 2021. Рр. 1—9.
11. *Artificial Intelligence in Architecture: Generating New Designs Based on User Preferences* // Gdansk University of Technology. 2018. Рр. 1—9.
12. *Deep Learning for Architecture: A Review* // Automation in Construction. 2019. Рр. 1—29.
13. *Machairas V., Tsangrassoulis A., Axarli K.* Algorithms for optimization of building design. 2014. Рр. 101—112. DOI: 10.1016/j.rser.2013.11.036.
14. *Абрамян С. Г., Бурлаченко О. В., Оганесян О. В., Бурлаченко А. О.* Роль цифровых технологий при строительстве и повышении остаточного ресурса промышленной и строительной продукции // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2020. Вып. 4(81). С. 429—437.
15. *Дикарева Е. А., Сорокин А. М.* Применение инновационных технологий при ландшафтно-экологической реконструкции нарушенных территорий (на примере города Волгограда) // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2020. Вып. 2(79). С. 215—223.
16. *Акишов Э. А.* Использование вычислительного проектирования и искусственного интеллекта при моделировании архитектурных объектов // Архитектура и современные информационные технологии. 2023. № 2(63). С. 298—315. DOI: 10.24412/1998-4839-2023-2-298-315.
17. *Voyazaki M.* Architectural Materialisms: Nonhuman Creativity // Architectural Materialisms: Nonhuman Creativity. Edinburgh University Press, 2018. Рр. 1—45. DOI: 10.3366/edinburgh/9781474420570.003.0001.

© Торгашина С. Н., Чеснокова О. Г., Журбенко М. Д., Карапузов В. И., 2024

Поступила в редакцию  
в июне 2024 г.



*Ссылка для цитирования:*

*Торгашина С. Н., Чеснокова О. Г., Журбенко М. Д., Карпузов В. И.* Возможности использования нейросетей в образовательном процессе в области архитектурно-строительного проектирования и творческих концепций на основе искусственного интеллекта // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2024. Вып. 3(96). С. 292—300. DOI: 10.35211/18154360\_2024\_3\_292.

*Об авторах:*

**Торгашина Светлана Николаевна** — канд. техн. наук, доц., Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ). Россия, г. Волгоград, 400074, ул. Академическая, 1

**Чеснокова Оксана Геннадьевна** — доц. каф. архитектуры зданий и сооружений, Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; oxxxana72@yandex.ru

**Журбенко Марина Дмитриевна** — студентка, Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; marina970504@yandex.ru

**Карпузов Владислав Игоревич** — студент, Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; vladislovekrpz@yandex.ru

**Svetlana N. Torgashina, Oksana G. Chesnokova, Marina D. Zhurbenko,  
Vladislav I. Karapuzov**

*Volgograd State Technical University*

**THE POSSIBILITIES OF USING NEURAL NETWORKS IN THE EDUCATIONAL  
PROCESS IN THE FIELD OF ARCHITECTURAL AND CONSTRUCTION DESIGN  
AND CREATIVE CONCEPTS BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE**

This article examines the impact of neural network technologies on the development of an object as part of learning how to create graphic elements in creative concepts. The absence of traditional programming and the adjustment of the terms of reference by training designers to work with neural networks allows us to create new approaches to traditional design methods. The use of self-regulating artificial neural networks, which are trained according to the needs of the user, expands the possibilities of analytical design.

**Key words:** artificial intelligence, neural network, feedback, decision making, information technology, single-layer neural network, logical expression system.

*For citation:*

Torgashina S. N., Chesnokova O. G., Zhurbenko M. D., Karapuzov V. I. [The possibilities of using neural networks in the educational process in the field of architectural and construction design and creative concepts based on artificial intelligence]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2024, iss. 3, pp. 292—300. DOI: 10.35211/18154360\_2024\_3\_292.

*About authors:*

**Svetlana N. Torgashina** — Candidate of Engineering Sciences, Docent, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation

**Oksana G. Chesnokova** — Docent of Architecture of Buildings and Constructions Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; oxxxana72@yandex.ru

**Marina D. Zhurbenko** — Student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; marina970504@yandex.ru

**Vladislav I. Karapuzov** — Student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; vladislovekrpz@yandex.ru