

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕЙ В АРХИТЕКТУРНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

Белаш Евгения Вадимовна,

магистрант института архитектуры, градостроительства и дизайна,
Тихоокеанский государственный университет,
Россия, Хабаровск,
e-mail: keisysmail@gmail.com

Научный руководитель: Ким Антон Андреевич,
кандидат архитектуры, доцент высшей школы архитектуры и градостроительства,
Тихоокеанский государственный университет,
ORCID: 0000-0002-3739-5048,
Россия, Хабаровск,
e-mail: ant.kim@mail.ru

УДК: 72.02:004.032.26

Шифр научной специальности: 2.1.11

DOI: 10.47055/19904126_2024_1(85)_1

Аннотация

В статье рассмотрена актуальная тема нейронных сетей, а также методы их применения в архитектуры. Проанализирована история разработки и развития нейросетей, а также создания первых прототипов, функционально приближенных к современным. Определены сферы применения машинного обучения на основе нейронных сетей в сфере архитектурного проектирования, а также рассмотрен ряд наиболее широко распространенных методов их применения. Рассмотрены уже внедренные и относительно широко распространенные в проектных организациях методики использования машинного обучения для алгоритмизации архитектурного проектирования.

Ключевые слова:

нейронные сети, нейросети, архитектура, архитектурное проектирование, машинное обучение

APPLICATION OF NEURAL NETWORKS IN ARCHITECTURAL DESIGN

Belash Evgeniya V.,

Master degree student, Institute of Architecture, Urban Planning and Design,
Research supervisor: A.A.Kim, PhD (Architecture),
Pacific National University,
Russia, Khabarovsk,
e-mail: keisysmail@gmail.com

Kim Anton A.

PhD (Architecture), Associate Professor, School of Architecture and Urban Planning,
Pacific National University,
ORCID: 0000-0002-3739-5048,
Russia, Khabarovsk,
e-mail: ant.kim@mail.ru

УДК: 72.02:004.032.26

Шифр научной специальности: 2.1.11

DOI: 10.47055/19904126_2024_1(85)_1

Abstract

The article discusses the currently topical issue of neural networks and their applications in architecture. The history of emergence and development of neural networks is overviewed, and the creation of the first prototypes that are functionally close to modern ones is analyzed. The applications of machine learning based on neural networks in the field of architectural design are identified, and a number of the most widely used methods of their use are considered. In conclusion, the methods of using machine learning for algorithmizing architectural design that have already been implemented and are relatively widespread in design consultancies are considered in more detail.

Keywords:

neural networks, neuronetworks, architecture, architectural design, machine learning

Введение

Одной из наиболее актуальных тем современного этапа развития науки и техники стало использование нейросетей в различных сферах деятельности, в том числе и в архитектурном проектировании, где роль человека-творца до недавнего времени считалась неоспоримой. Цель данной статьи – анализ применения нейросетей в качестве вспомогательного элемента, призванного помочь, но не заменить деятельность профессиональных архитекторов.

Нейронные сети или «нейросети» – это сложная математическая модель искусственного интеллекта, основанная на принципах взаимодействия соединенных между собой нейронов (процессоров). Нейронной сетью названа благодаря схожести своих процессов с работой биологических нейронов и их связей в мозге [1].

Несмотря на то, что нейронная сеть математически представляет собой алгоритм действий, она отличается от него возможностью обучаться – находить и обобщать зависимости между входными и выходными данными. Вместе же несколько сетей таких процессоров могут выполнять сложные вычислительные задачи, в том числе в области машинной графики.

В архитектуре и дизайне нейросети получили широкое применение – они способны улучшить качество и доработать детали фотографий, чертежа; с их помощью разрабатывают плагины для профессиональных программ, а также при заданных условиях они могут предложить готовый проект, выполненный в виде трехмерной модели.

Появление нейросетей в повседневной жизни человека

Первое упоминание использования искусственных нейросетей относится к 1943 г., где они рассматривались в статье Уолтера Питтса и Уоррена Мак-Каллока «Логическое исчисление идей, относящихся к нервной активности». В работе были рассмотрены процессы взаимодействия нейронов и выведены некоторые математические схемы их работы, которые позднее были доказаны в теоремах [1].

Теории Питтса и Мак-Каллока. Питтс и Мак-Каллок предлагают теорию о том, что работа нейронов человека схожа с математической моделью (они приводят в пример импульс, который провоцирует нейроны на реакцию), что поможет спрогнозировать результат при грамот-

ной сортировке входных данных. Авторы подчеркивают, что полученные данные отличаются от действительности и являются субъективными – «как записи отличаются от реальных событий и фактов», а также не дают сведений о прошлом [1].

Системы нейронов – грамотно подобранный набор входных данных, реагирующих на разницу полученных значений и уменьшающих это различие, что позволяет обнаружить целевое поведение (прогнозируемый результат). В математической биофизике эта теория доставляет некоторый способ строгой символической трактовки известных сетей и легкий метод конструирования гипотетических сетей с требуемыми свойствами. Надо отметить, что результат является непредсказуемым, а достоверность полученных данных основана только на входных данных. Таким образом, эта теория дала начало для прототипа модели современных нейросетей.

Нейронные сети в наше время. На современном этапе развития нейронные сети основаны на созданном человеком коде. Код пишется в основном на языке программирования C# и Python. За основу будущей сети берутся математические формулы. Рассмотрим логику построения нейронной сети. За основу берется формула искусственного нейрона. Искусственный нейрон – это сумма векторных значений входных элементов. Для получения N количества выходных значений нейроны взаимодействуют друг с другом и создают так называемый «нейрослой» [2]. Если описать работу нейрослоя математической формулой, то она представляет собой умножение матрицы на вектор. Но полученные значения не конечны, чтобы получить итоговый результат, в промежуточные значения нужно добавить нелинейную функцию, благодаря чему нейроны подстраиваются и выдают более точный результат. Тем самым значения нейрослоев получаются с большей вероятностью верными и отвечающими изначальному запросу. Последовательность нейрослоев применяют для более глубокого обучения нейросети [3].

Обучение нейросети

Специалист прописывает алгоритм и создает нейросеть, способную выводить результат, но полученные данные являются непредсказуемыми, случайными, которые могут не соответствовать поставленной задаче, поэтому ее дополнительно «обучают». Такой процесс называется «машинным обучением». Он может проходить: с учителем, без учителя, с частичным участием учителя и с подкреплением [4].

В данной статье будут описаны некоторые виды обучения, которые чаще всего используются в сфере изобразительного искусства, архитектуры и дизайна. Наибольшее внимание отдается двум типам обучения – с учителем и без. Машинное обучение – ветвь искусственного интеллекта, алгоритмы которого учатся на основе наблюдения и опыта, поэтому полученные выходные данные носят вероятностный характер.

Метод обучения с учителем. В методе машинного обучения с учителем в качестве учителя выступает оператор – человек, который задает параметры для корректировки финального результата. Человек задает определенный набор параметров (отсортированных входных данных) и количество данных, которые можно будет изменять в процессе работы нейросети, либо дополнять новыми значениями.

При таком методе оператор вручную находит общее для всех данных, сортирует их и приводит к единому параметру (формату). К примеру, в качестве входных данных используются габариты объекта, которые приводятся к единой системе координат. Затем к этим данным можно будет добавить новые наборы данных, такие как площадь, объем и т. д. При таком типе обучения нейросеть полагается только на входные данные и ищет алгоритм с наибольшим процентом соответствия прогнозируемому результату (отклонения от эталонного значения). На

практическом опыте данный процент достигает показателя в 70–80 %. Данный процент также показывает, насколько полученные данные отличаются от исходных.

Такой метод получения данных прост и легок в использовании, так как в основе лежит математический алгоритм действий. К существенному недостатку относится то, что человек не может внести в программу множество входных данных или их категорий, поэтому при таком подходе возможно получение ограниченного количества данных. Машинное обучение без учителя.

Машинное обучение без учителя представляет собой алгоритм, анализирующий входные данные и данные, полученные в ходе предварительного просчета, целью которого является поиск схожих параметров, общих закономерностей и установление определенного поведения. Структура нейросети состоит из нескольких входных, выходных и скрытых слоев, каждый из которых содержит единицы, преобразующие входные данные в сведения, которые следующий слой может использовать для определенной задачи прогнозирования.

По результатам анализ данных программа производит категоризацию полученных значений (производит типизацию или, по-другому, сортирует по категориям), а также корректирует весовые коэффициенты, приводя их к началу алгоритма. В таком методе компьютер может обучаться с помощью собственной обработки данных.

Этот алгоритм широко используется для различных целей в разных сферах. Например, в строительстве нейросеть может дать анализ, кто потенциальный покупатель недвижимости, какие у него предпочтения, состав семьи и другую информацию. Чем детальнее запрос, тем больше значений нейросеть ищет – она способна анализировать информацию с различных источников, интернет-ресурсов и объединять в группы по схожим параметрам.

Глубокое обучение представляет собой более сложную архитектуру построения, где входная информация проходит через множество нейрослоев (нелинейных преобразований). Отличием от обычной нейросети является новый метод получения данных – применение обратных вызовов для воздействия на модель в ходе обучения [3].

Это может быть: фиксирование состояния модели в контрольных точках; ранняя остановка алгоритма для сохранения наилучшего варианта, если выходные данные не соответствуют прогнозируемым; динамическая корректировка значений параметров; журналирование оценок для обучающего и проверочного наборов [5].

Таким образом, можно использовать сразу несколько различных методов, либо же, использовать потенциал двух нейросетей: одна собирает и анализирует данные, вторая корректирует значения и работу первой.

Появление нейросетей в архитектуре

Ранее был рассмотрен период появления нейронных сетей как понятия и инструмента, но для понимания возможностей использования нейросети для решения задач в сфере архитектуры и дизайна сегодня стоит обратиться к истории появления и применения их в проектировании. Е.Н. Горбачевская и С.С. Краснов в статье «История развития нейронных сетей» выделяют несколько этапов развития нейросетей. Первым этапом был период формирования теорий и концепций работы искусственного нейрона на основе математических алгоритмов (с начала 1940-х до 1960 г.). Вторым стал этап (с 1960 г. до 1980 г.) пессимизма – выявленные недостатки, ограниченность функционала, а также неспособность нейросетей решать простые задачи (однослойные сети), что стало причиной снижения интереса исследователей [6].

С 1980-х гг. начался этап оптимизма, благодаря открытию систематического метода для обучения многослойных сетей (однослойные сети заменили многослойными для создания более сложных алгоритмов). Далее специалисты выявляли новые проблемы и ошибки, тестировали работу и пришли к появлению алгоритмов глубокого обучения многослойных сетей.

Впервые об автоматизации в архитектуре заговорил архитектор Вальтер Гропиус, который в 1920 г. специально для школы Баухаус разработал модульную сетку «Baukasten» – систематизированную таблицу-решетку размерностей, которая упрощала работу специалистов и сохраняла строгие правила построения архитектуры. Годом позже Ле Корбюзье повторил данную систематизацию, выпустив «Modulor». А в 1946 г. он предложил целостную концепцию, где в качестве «модуля» используется человек [7].

Идея модульности пространства со временем перерастет в идею интеграции строительных систем в модуль. Таким образом в 1930 г. был построен объект «Dymaxion house». Слово «Dymaxion» было получено путем соединения трех слов: динамика, максимум и напряжение. Позже по тому же принципу в 1933 г. был построен Дом Уинслоу – самый большой сборный модульный дом в мире, расположенный в Нью-Лондоне.

В 1960-х гг. идея модульности также затрагивает городское планирование. Проект «Plug-in City» представляет собой гипотетическую модель города, состоящую из модульных жилых единиц, подключаемых к центральной инфраструктурной машине. Город в проекте был постоянно изменяемым организмом, содержащим в себе все необходимые удобства (транспорт, жилые помещения), которые могли перемещаться за счет гигантских кранов. В данном проекте все подчинялось модулям, четко просчитанным структурам и логическим цепочкам.

В 1959 г. профессор Патрик Хэнратти разработал PRONTO – первый прототип CAD (Computer Assisted Drawing), который соединял мощность вычислительных машин и возможности программного обеспечения [8, 9]. Открытие технологии CAD подняло ряд дискуссий в архитектурных кругах.

Уже в 1964–1968 гг. Кристофер Александр выпускает ряд теоретических работ об использовании потенциала компьютера для проектирования различных форм. Принципы, рассматриваемые в его работах (рекурсии, объектно-ориентированное программирование и т. д.), легли в основу современной разработки программного обеспечения. Так появилось новое направление исследований – вычислительный дизайн (Computational Design) [8].

В 1970-х гг. поднимался вопрос о влиянии вычислительных машин на процесс проектирования и создания архитектуры. Группа исследователей из Массачусетского технологического института, возглавляемая профессором Николасом Негропonte, представила проекты URBAN II и URBAN V, демонстрирующие потенциал CAD для проектирования. Разработка специализированного программного обеспечения вдохновила последователей, что позже вкупе с ростом технологического прогресса и увеличением мощности и емкости (объема памяти) вычислительных машин дало возможность развить отрасль компьютерного проектирования. Архитекторы выделили ряд преимуществ использования компьютерных технологий вместо традиционных инструментов: легкость в использовании; контроль рабочего процесса, включая достоверность полученных результатов; возможность совершенствования и усложнения архитектуры (форма, техническое исполнение); больше возможностей для проектирования, чем при создании вручную.

Рассматривая первые шаги использования нейросетей в архитектуре, стоит отдельно отметить проект «URBAN V», который является более поздней версией проекта «URBAN II». Пользователь проектирует на модульной сетке, в то время как машина оптимизирует отображение проекта и примыкание объектов на экране. Оптимизация достигается путем представления ма-

шиной комнат как блоков. Размерность и общее вычисление в URBAN – это набор параметров, которые делятся на два типа: заданные пользователем и сгенерированные машиной (неявные параметры). В случае, когда машина находит неточности или различия в наборе параметров, она пишет текст-предупреждение для настройки неявных параметров. К примеру, машина выдает предупреждение о неправильно расположенных комнатах. Одновременно с этим возникали проблемы – машина не могла «думать», она решала лишь ограниченный перечень задач [7].

Это было лишь началом исследования возможностей искусственного интеллекта. Новые информационные системы и способы (механизмы) вывода данных в 1980-х гг. заново открыли интерес к изучению нейросетей. Система новых машин позволяла с помощью условных операторов и заданного набора правил «размышлять».

Позднее появился «Cyc Project», разработанный Дугласом Ленатом. «Cyc Project» был примечателен тем, что использовал обширную базу истинных утверждений (библиотеку данных), и при выводе результата сравнивал полученные данные с ней (логический вывод).

В 1990-х гг. благодаря математизации появилась новая модель нейронных сетей, что дало два новых направления: многослойные сети и машинное обучение.

На сегодняшний день в России искусственный интеллект все чаще используют в сфере проектирования – от планирования инженерных сетей и коммуникаций, до разработки внутренних пространств. Нейросети в коммерческой среде повсеместно используются как вспомогательный инструмент для создания модели BIM.

«Прирост в строительной области за счет использования решений на основе искусственного интеллекта (ИИ) может достигнуть 2,5 % внутреннего валового продукта в год», – заявил главы Минстроя России Константин Михайлик на заседании, посвященном внедрению искусственного интеллекта в строительстве. Он также отметил два перспективных направления для изучения и внедрения искусственного интеллекта: комплексное развитие территорий (анализ территорий с помощью нейросетей); использование искусственного интеллекта в работе Главгосэкспертизы (анализ результатов инженерных изысканий) [10].

Использование нейросетей в творческой среде

Работа нейросетей помогает не только достигнуть полученного результата по заданным условиям, но и дает возможность быстрее собрать большой объем данных и информации, найти общие параметры и сгруппировать их.

Решение творческих задач. В мире используется огромное количество нейросетей для выполнения различных задач. Есть тенденция к разработке фирмами своих собственных нейросетей для решения поставленных задач. Самые знаменитые, которые чаще всего упоминают в творческой среде, – это DALL-E, Stable Diffusion, Midjourney.

Они работают по принципу «text-to-image» – человек вводит текстовый запрос, состоящий из набора слов, расположенных в иерархическом порядке, описывая результат, который хочет получить [11]. Чем больше и детальнее объем написанного, тем точнее результат получается на выходе. В качестве полученных данных – изображение с заранее заданными параметрами (качество, разрешение и прочие настройки). Это изображение впоследствии можно доработать, добавив новые параметры для визуализации или изменив описание.

Stable Diffusion. Рассмотрим одну из популярных нейросетей с открытым доступом – Stable Diffusion. Данная нейросеть доступна всем пользователям, она широко распространяется для использования в творческих сферах от архитектуры до дизайна и айдентики, для поиска вдохновения, создания референса или наброска.

В основе лежит принцип машинного обучения с учителем – человек или группа людей загружают изображения с метаданными и формируют большой набор входных данных. Stable Diffusion использует подмножества набора изображений LAION-5B, которые представляют собой подборку из 5 миллиардов общедоступных графических материалов в интернете (в том числе таких источников, как открытые интернет-галереи известных художников). Далее модель обучается на основе данных изображения, используя мощности графических процессоров. В процессе обучения модель связывает слова с изображениями, благодаря методике CLIP, изобретенной компанией OpenAI [12].

С помощью скрытой диффузии изучается положение пикселей каждого изображения и их взаимосвязи. После завершения процесса обучения модель никогда не повторяется и не дублирует изображения, а создает новые, в том числе добавляя новые стилистические особенности на основе изученного материала.

Нейронные сети в архитектуре и дизайне

Разработчик Станислас Шайю – выпускник Федеральной политехнической школы Лозанны и Гарвардской школы дизайна – использовал технологию нейросетей «image-to-image» (pix2pix), чтобы получить готовые концепты планов помещений. В рамках своей магистерской диссертации он разработал трехступенчатую модель создания планов. В своей работе и в предпроектном анализе он рассуждает о модульности, принципах построения архитектуры и параметрике [13]. Автор выделяет пятно на местности, соответствующее форме здания и его предполагаемому плану (рис. 1). Он сравнивает полученное пятно с образом отпечатка следа на земле. Далее, после нахождения пятна, используется информационная база Бостона, где есть данные о каждой постройке в выделенной области. Исходя из полученных данных, пятно приобретает информацию о функциональном назначении здания (дом, резиденция и т. д.).

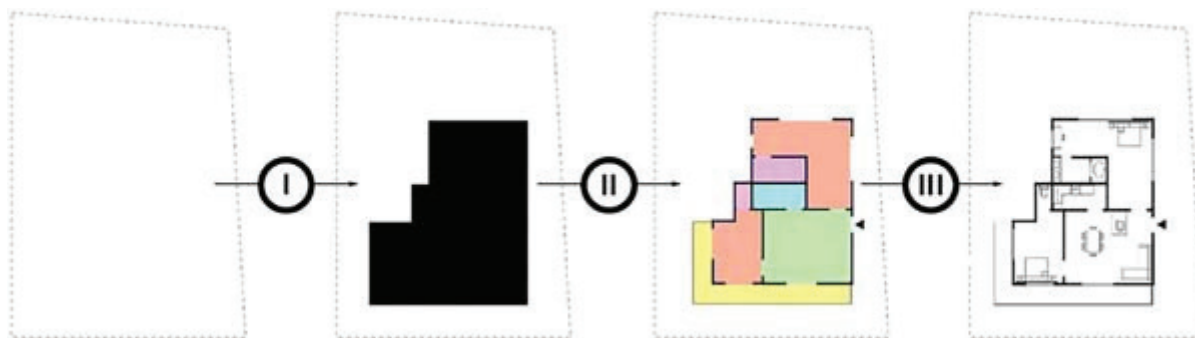


Рис. 1. Алгоритм разработки. Источник: <http://stanislaschaillou.com/articles.html>

Для каждого типа здания было выбрано девять выполненных в одном масштабе образцов, обладавших характерными стилистическими особенностями, на основе которых обучили нейросеть. Следующим шагом стало обучение функциональному зонированию на основе выборки из 700 различных планов зданий, в которых были выделены цветом зоны – зона кухни, спальни, санузла и т. д. На завершающем третьем шаге нейросеть получила данные о принципах расположения мебели и ее привязки к функциональным зонам. Нейросеть совмещала данные о размерах комнат и сопоставляла с размерами элементов наполнения, но, к сожалению, даже при ручной настройке происходила коллизия геометрии мебели и ограждающих конструкций.

После получения исходных данных и их обработки обученная нейросеть начинает рендеринг помещений, добавляя детали и повышая качество выходного изображения. Таким образом,

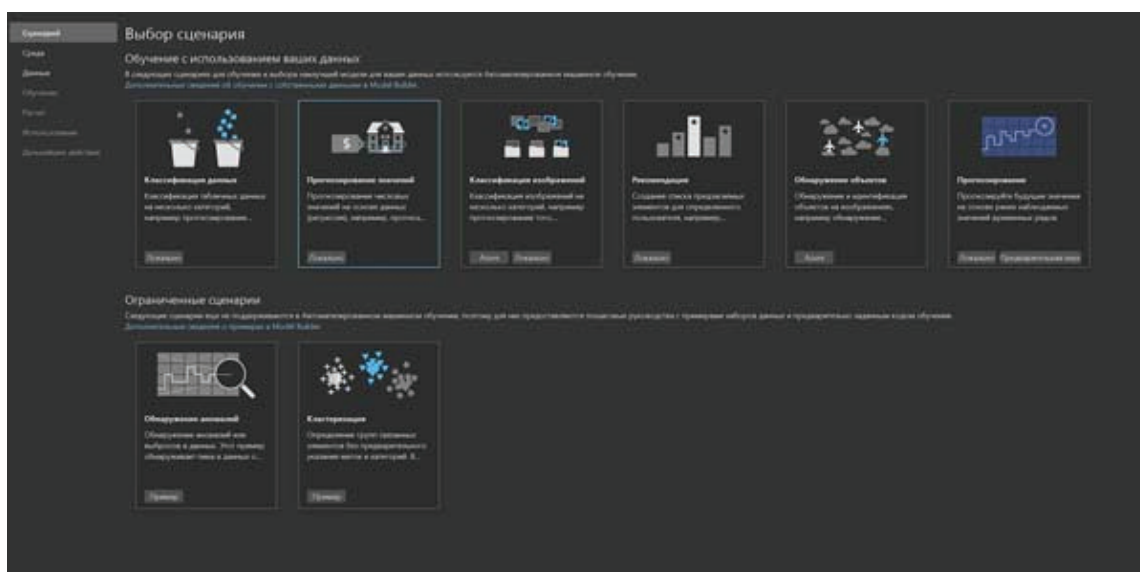
автор показывает, что при любой конфигурации (даже круглой или овальной), нейронная сеть в конце трехступенчатого обучения уже могла самостоятельно распознавать границы здания, разрабатывать план и осуществлять меблировку [13].

Нейросети как дополнительный инструмент. Множество фирм в России уже используют нейронные сети как инструмент для создания референсов (концептуальных изображений), на основе которых создаются рабочие модели и чертежи, а также для разработки и дополнения программного обеспечения рабочих компьютеров.

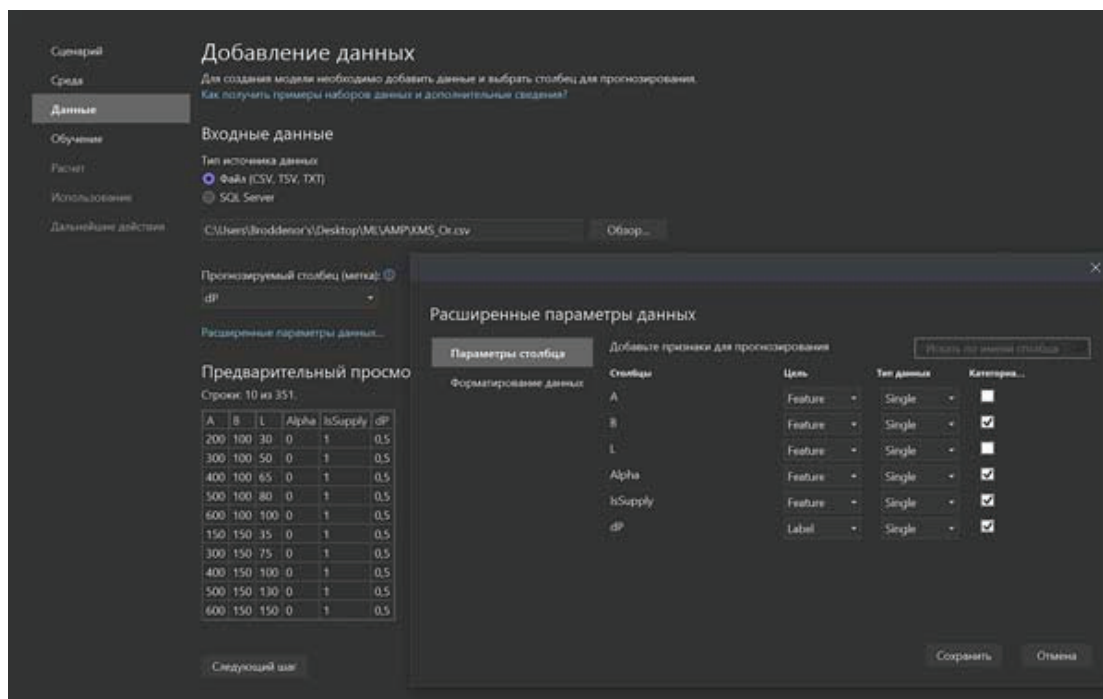
В связи с тем что BIM фактически стал стандартом проектирования крупных зданий, возрастает потребность в адаптации его возможностей под задачи конкретных проектных решений, зачастую выходящих за границы базовых возможностей программы. Одним из наиболее известных примеров программы для создания общей среды является Autodesk Revit. Функционал программы обширен, однако недостаточен, поэтому программисты пишут специальные плагины, которые позволяют расширить использование, либо доработать инструменты. В целом для каждой страны компания-разработчик Autodesk представляет набор параметров и моделей, в соответствии с местным законодательством. Как пример частного использования, многие компании по производству облицовки фасадов, фирмы-изготовители материалов предоставляют пользователям готовые BIM-модели с заданными параметрами, которые при текстовом изменении могут подстроиться и изменить свою геометрию, размеры и т. д. Но не всегда есть вся таблица встроенных технических характеристик, тогда программисты используют потенциал нейронных сетей для поиска недостающих значений.

Использование нейросетей в современном проектировании

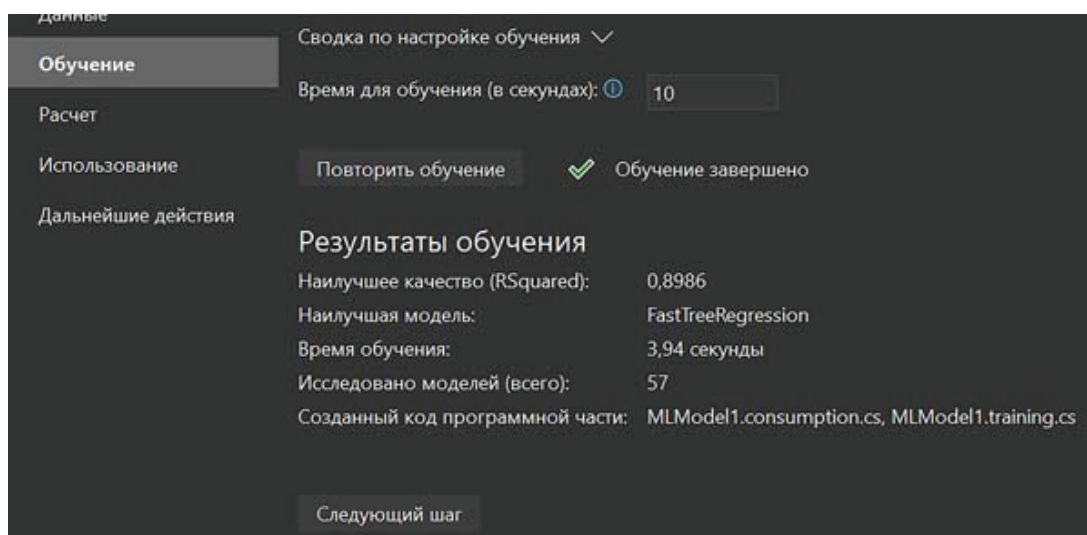
Наиболее распространенной моделью использования нейросетей в проектировании является подбор промежуточных значений на основе табличных значений нормативной или типовой проектной документации. Данный подход позволяет отказаться от сложных расчетов многолинейной интерполяции, которая в любом случае будет уступать в точности квадратичным и кубическим моделям. Для обучения нейросети в подобных случаях закладывают входные значения и вариативность параметра. После предварительного просчета нейросеть показывает прогнозируемые значения при заданном коэффициенте. В итоге получается сводная таблица значений (таблица выбора), которая подгружается в Revit (рис. 2).



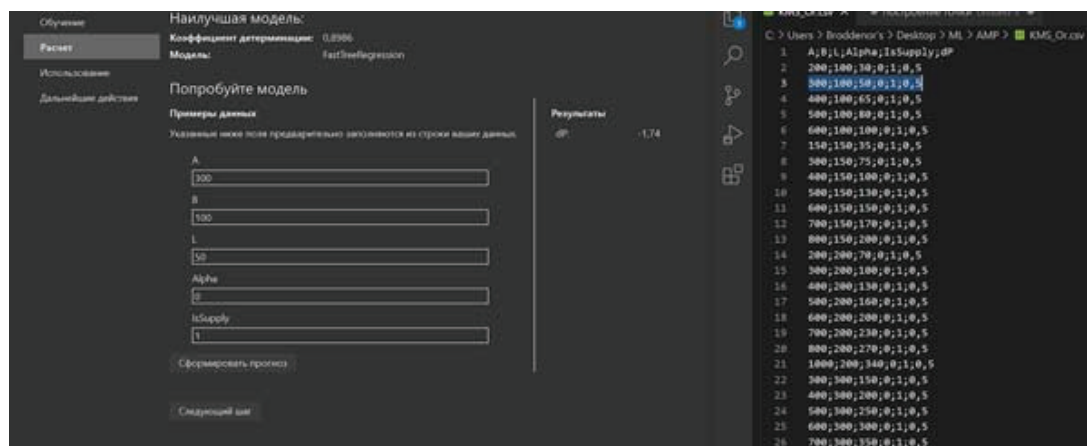
а – выбор алгоритма



б – добавление значений (обучение нейросети)



в – предварительный результат обучения



г – результат (получение модели)

Рис. 2. Использование нейросетей для поиска недостающих значений (на примере расчета воздуховода, ООО «ДВПИ», программист О. В. Рашов

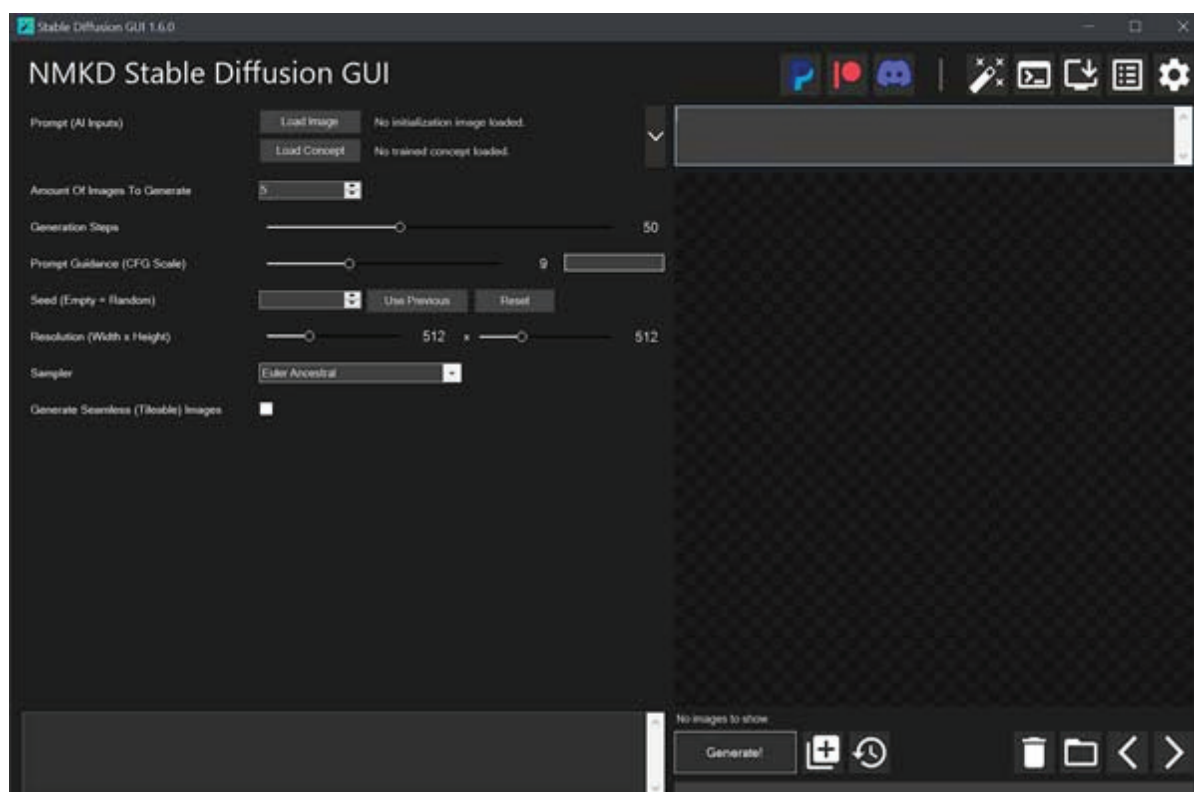
Второй способ реального использования – обучение нейросети для построения элементов или геометрии, которые не может сделать стандартный набор инструментов программы. Например: развертка помещений; детализовка фрагментов крыши здания; разбиение единого пола на фрагменты (для раскладки плитки); автоматическое выделение зонирования и внедрение последующей информации ТЭП. С помощью данной нейросети можно спрогнозировать, выполнить анализ и сформировать график или модель.

Третий вариант использования – создание картинки на основе текстовой (описательной) части и приложенного примера. Это позволяет создать изображение для последующей работы или использовать его в качестве референса.

Для примера была взята программа Stable Diffusion. В диалоговом окне слева прописываются основные настройки, такие как качество изображения, добавление картинки в качестве примера, процент схожести с загруженной картинкой и другие (рис. 3а). Справа находится пустое окно, куда пользователь пишет ключевые слова для создания картинки (рис. 3а). В зависимости от количества слов (входных данных) и от местоположения слов по отношению к друг другу (слова расположены в порядке убывания приоритета) можно получить разнообразные результаты.

Таким образом, при одинаковых заданных условиях (одинаковому набору слов и загруженному концепту), но различных настройках получаются совершенно разные изображения (рис. 3б, в). Пользователь может выбрать требуемое количество результатов (результаты тоже различны, повторов нет). Это помогает не только для создания архитектурных примеров, но и для разработки дизайн-среды (рис. 3г).

В настоящее время крупнейшие российские проектные бюро и институты используют для своей работы плагины собственного производства на основе нейронных сетей для решения многих задач (пример, группа компаний ПИК) [14].



а – выбор алгоритма



б – результат при равных значениях (входных данных), но разной настройке (процент схожести с загруженным примером)



в – результат при равных значениях (входных данных), но разной настройке (процент схожести с загруженным примером)



г – пример выполнения интерьера

Рис. 3. Нейросеть Stable Diffusion

Опыт автора. Для решения различных рабочих задач существует большое количество различных сервисов по использованию нейронных сетей. Для быстрого результата возможно использовать сразу несколько, что сокращает время на поиск идей и референсов. Рассмотрим опыт использования на примере создания концепции здания. Требуется создать оболочку здания (его внешний вид), который будет иметь свое отражение на будущих планах. Для презентации заказчику необходимо разработать фирменный стиль, состоящий из названия и логотипа.

Сначала используется первичная нейросеть (одна из известных – ChatGPT), которая делает подборку специальных слов (промт). Для лучшего результата потребуется несколько итераций. Далее полученные слова (теги) загружаются в следующую нейронную сеть, которая формирует визуальный образ (картинки). В зависимости от использованного сервиса, можно загрузить желаемое изображение, схожест с которым настраивается с клавиатуры (таким сервисом может быть Microsoft BingAI, либо Stable Diffusion). Далее получается изображение, параметры которого можно настроить до просчета (размер получаемого изображения; схожест с оригиналом, если было использовано изображение; посмотреть предварительный результат). Результат какое-то время будет формироваться, после этого появится несколько вариантов готовой картинки. Пользователю останется выбрать желаемый результат либо доработать, добавив или убрав часть промта. Для улучшения качества картинки можно использовать третий сервис для автоматической интеллектуальной коррекции изображения, увеличения размера или его формата (из прямоугольной в квадратную, либо наоборот).



а)



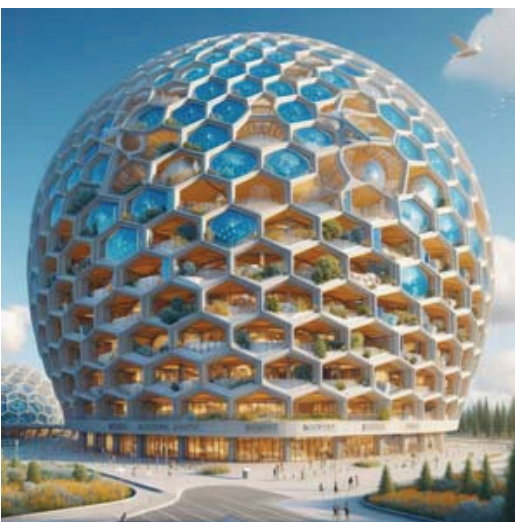
б)



в)



г)



д)



е)

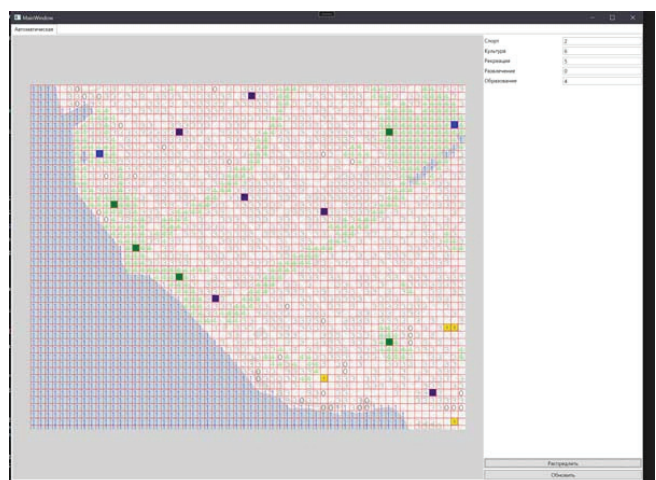
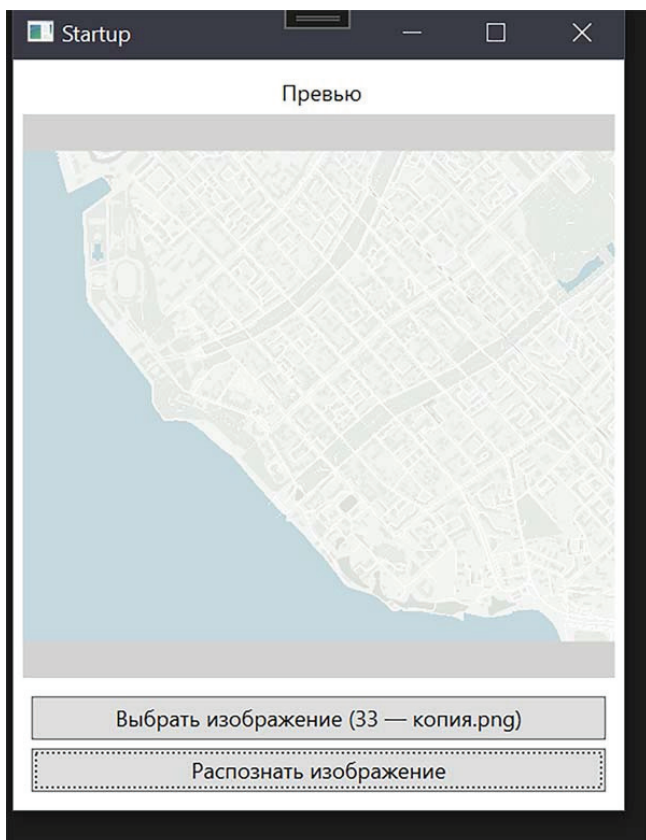
Рис. 4. Нейросеть Microsoft BingAI: а, б – несколько вариаций результата; в – запрос на расположение полученного здания в городской среде (использовались изображения а, б для обучения нейросети); г – запрос на план здания на основе изображений а, б; д – второй результат после изменения промта; е – запрос на получение плана на основе изображения д

По тому же принципу формируется образ логотипа: нейросеть подбирает шрифт и внешний вид, а также само название, и, более того — слоган для будущего здания.

Таким образом получаются готовые материалы для презентации первичной идеи автора заказчику (рис. 4). а) б) в) г) д) е)

Вторым примером использования нейросетей как инструмента может быть ее обучение. В данном примере она используется «послойно»: с помощью сразу нескольких нейронных сетей. Результатом работы станет не только графическое изображение, но и анализ, дальнейшее самообучение и прогнозирование на основе вводимых данных. В результате пользователь получает сложную цепочку взаимосвязанных данных.

Для примера был выбран участок набережной Хабаровска. Карта была взята из открытых источников, загружена при помощи Open CV (библиотека для работы с изображениями, используется совместно с Emgu.CV) в нейросеть, написанную на языке C# (рис. 5а). С помощью прописанного с клавиатуры запроса изображение масштабируется — задаются единицы измерения, оно становится единым модулем для дальнейшей работы. Далее, оно разбивается на равные квадраты (в данном примере — квадрат со стороной 50 пикс.). Нейросеть анализирует содержимое квадрата, и от этого начинает присваивать ему номер (1 — «вода», 2 — «дорожно-транспортная сеть», 3 — «здания», 4 — «рекреация», 0 — «не определено»). Всем квадратам присваивается значение x , y , z , благодаря чему они фиксируют свое положение на плоскости. На основе значений x , y анализируются типы смежных квадратов. После этого полученные значения загружаются в нейросеть, и там же составляется новый запрос на получение данных о том, какого типа квадраты возможно расположить на соседней позиции в зависимости от прописанных условий (рис. 5б). С клавиатуры прописываются новые возможные типы квадратов и их условия размещения (например, «образование» не может располагаться рядом или вдоль с квадратами «вода»). Последняя нейросеть берет значения x , y и закрашивает новые типы квадратов с заданными условиями (может предложить несколько выходных значений).



а — загрузка карты в нейронную сеть

б — запрос на расстановку новых объектов с клавиатуры

Рис. 5. Работа нейросети с картой

Общая цепочка действий представляет собой: 9 входных значений; 5 выходных значений с тремя промежуточными слоями; все коэффициенты для формул подбирались через обратное распространение ошибки. Таким образом, было получено изображение с первичным анализом и функциональным зонированием, а также с предположительной расстановкой новых объектов (рис. 6).

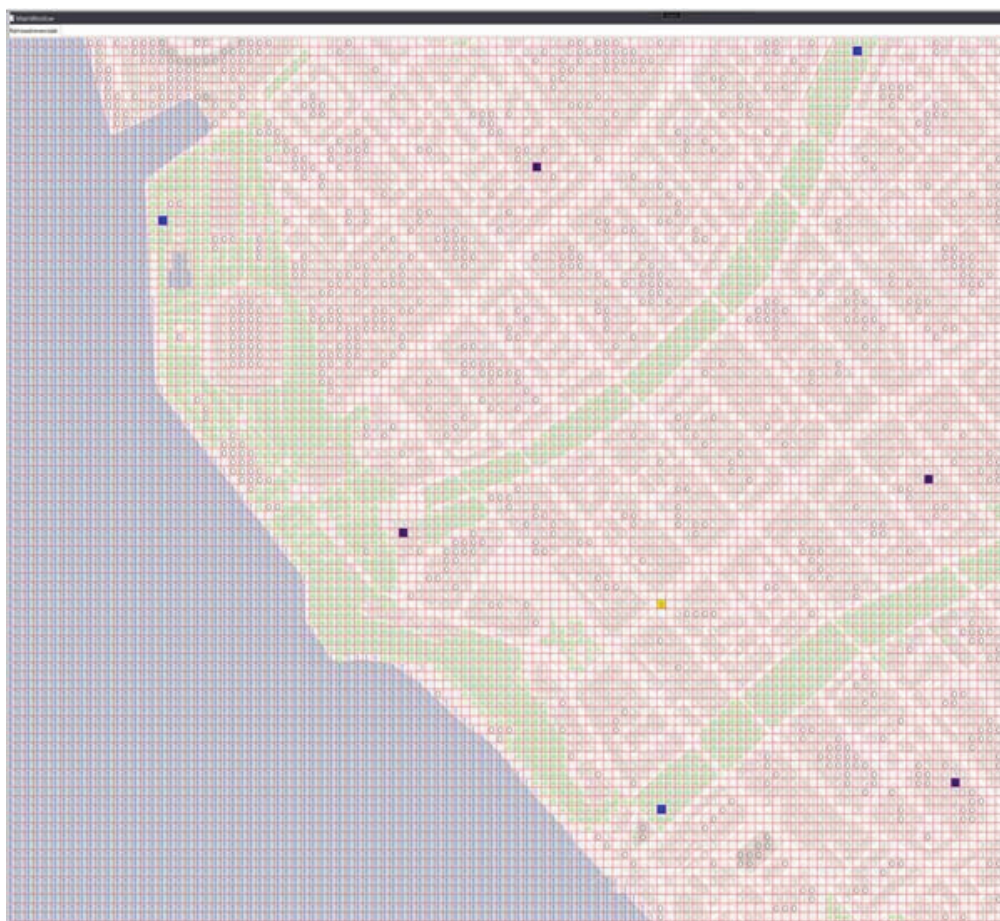


Рис. 6. Полученный результат работы нейронной сети

Юридические проблемы. Использование нейросетей значительно облегчает поиск идей для проектов и формирования первичного образа. Новые алгоритмы также могут помочь в создании планов и даже 3D-моделей. Множество разработчиков предлагают широкое использование своих инструментов в разных сферах, но их лицензии не позволяют использовать полученные результаты в коммерческих целях.

В соответствии со ст. 1228 ГК РФ автором результата (правообладателем) интеллектуальной деятельности является гражданин (человек), им нейронная сеть являться не может [15]. Данная проблема вызывает ряд дискуссий в профессиональных кругах – так А.С. Кулаков в статье «Об интеллектуальных правах на результат деятельности нейросети» предлагает разделять характер и содержание интеллектуальных прав по степени вовлеченности человека в получение результата [15, 16].

Нейронные сети, совмещая в себе информацию из множества открытых источников, не берут разрешения на использование фотографий, рисунков и других материалов у их авторов. Единственный способ использовать полученный благодаря нейросети результат в коммерческих целях – это создавать вручную базу данных работ, принадлежащих самому автору нейросети [17].

Выводы

Подводя итоги, можно утверждать, что современная жизнь тесно связана с новейшими технологиями, в том числе с работой нейросетей. Рутинная работа человека заменяется работой программы, сложные алгоритмы которой помогают найти недостающие значения, обработать огромные массивы данных и найти скрытые закономерности.

В этом есть и обратная сторона – множество ошибок, которые человек не допустит, машина может не учесть, а результат может иметь исключительно прогнозируемый субъективный характер. Нейронная сеть не может придумать что-либо сама, не может создать совершенно новое; она работает только по принципу алгоритма. Таким образом, без вмешательства человека обособленная работа нейронных сетей пока кажется невозможной, однако тенденция к подобной алгоритмизации в проектной деятельности в скором времени может сократить потребность в линейных специалистах и повысить требования к подготовке ведущих и главных архитекторов и инженеров.

Библиография

1. McCulloch, W. S., Pitts W. A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity // Bulletin of Mathematics Biophysics. 1943. Vol. 5. P. 115–133.
2. Van Veen, F., Leijnen, S. The neural network zoo / The Asimov Institute. – URL : <https://www.asimovinstitute.org/neural-network-zoo>
3. Глубокое обучение и машинное обучение в Машинном обучении Azure / Microsoft Learn. – URL: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/azure/machine-learning/concept-deep-learning-vs-machine-learning>
4. Машинное обучение для людей // Вастрик. – URL: https://vas3k.ru/blog/machine_learning/
5. Шолле, Ф. Глубокое обучение на Python. СПб., 2018. 400 с.
6. Горбачевская, Е.Н., Краснов, С.С. История развития нейронных сетей // Вестник Волжского университета им. В. Н. Татищева. – 2015. – № 1(23). – С. 52–56.
7. Chaillou, S. The Advent of Architectural AI. – URL: <https://towardsdatascience.com/the-advent-of-architectural-ai-706046960140>
8. Beck, A. 60 Years of CAD Infographic: The History of CAD since 1957. – URL: <https://partsolutions.com/60-years-of-cad-infographic-the-history-of-cad-since-1957/>
9. Waurzyniak, P. Masters of Manufacturing: Patrick J. Hanratty. – URL : <https://www.sme.org/technologies/articles/2010/masters-of-manufacturing-patrick-j.-hanratty>
10. Бевза, Д. Что мешает развитию искусственного интеллекта в строительной отрасли. – URL: <https://rg.ru/2023/02/27/virtualizaciia-kotlovana.html>
11. Пешкова, Н. Хайп мирового масштаба от исследователя NASA. Кто придумал нейросеть Midjourney и отберет ли она работу у живых художников и дизайнеров. – URL: <https://incrussia.ru/understand/midjourney-creator/>
12. Stable Diffusion. Самая впечатляющая нейросеть. Как пользоваться новым инструментом ИИ? / ITSALIVE. – URL: <https://vc.ru/future/506283-stable-diffusion-samaya-vpechatlyayushchaya-neyroset-kak-polzovatsya-novym-instrumentom-ii>
13. Chaillou, S. IA & ARCHITECTURE. – Paris, 2020. – 48 p.
14. Ильинова, В.В., Мицевич В. Д. Международный опыт использования BIM-технологий в строительстве // Российский внешнеэкономический вестник. – 2021. – № 6. – С. 79–93.
15. Черничкина, Г.Н. Интеллектуальные права в гражданском праве: в законодательстве и науке // Актуальные проблемы науки гражданского права на современном этапе / под общ. ред. В.В. Кулакова, М.В. Ульяновой. – М., 2021. – С. 113–130.

16. Кулаков, А.С. О интеллектуальных правах на результат деятельности нейросети // Скиф. Вопросы студенческой науки. – 2023. – № 4(80).– С. 194–197.
17. Лаптев, В.А. Понятие искусственного интеллекта и юридическая ответственность за его работу // Право. Журнал Высшей школы экономики.– 2019.– № 2. С.– 79–102.

References

1. McCulloch, W.S. and Pitts, W. (1993). A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. *Bulletin of Mathematics Biophysics*, 5, pp. 115–33.
2. Van Veen, F. and Leijnen, S. (2016). The neural network zoo [online]. The Asimov Institute. Available at: <https://www.asimovinstitute.org/neural-network-zoo> .
3. Microsoft Learn (2023). Deep learning vs. machine learning in Azure Machine Learning [online]. Microsoft. Available at: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/azure/machine-learning/concept-deep-learning-vs-machine-learning> (in Russian)
4. Vas3k (2018). Machine Learning for Everyone. vas3k's blog [blog] Available at: https://vas3k.ru/blog/machine_learning/ . (in Russian)
5. Chollet, F. (2018). Deep Learning with Python. Translated by A.N.Kiselev. Saint Petersburg: Piter. (in Russian)
6. Gorbachevskaya, E.N. and Krasnov S.S. (2015). The history of neural networks. *Vestnik of Volzhsky University named after V. N. Tatishchev*, No. 1(23), pp. 52–56. (in Russian)
7. Chaillou, S. (2019). The Advent of Architectural AI [online]. *Towards Data Science*. Available at: <https://towardsdatascience.com/the-advent-of-architectural-ai-706046960140>
8. Beck, A. (2019). 60 Years of CAD Infographic: The History of CAD since 1957 [online]. PARTsolutions. Available at: <https://partsolutions.com/60-years-of-cad-infographic-the-history-of-cad-since-1957/> .
9. Waurzyniak, P. (2010) Masters of Manufacturing: Patrick J. Hanratty [online]. SME. Available at: <https://www.sme.org/technologies/articles/2010/masters-of-manufacturing-patrick-j.-hanratty> .
10. Bevza, D. (2023). What hinders the development of artificial intelligence in the construction industry. *Rossiyskaya Gazeta* [online]. 27 February. Available at: <https://rg.ru/2023/02/27/virtualizaciia-kotlovana.html> (in Russian)
11. Peshkova, N. (2022). A world-class hype from a NASA researcher. Who invented the Midjourney neural network, and will it take away work from living artists and designers [online]. Inc. Available at: <https://incrussia.ru/understand/midjourney-creator> . (in Russian)
12. ITSALIVE (2022). Stable Diffusion. Stable Diffusion. The most impressive neural network. How to use the new AI tool? [online]. VC.RU. Available at: <https://vc.ru/future/506283-stable-diffusion-samaya-vpechatlyayushchaya-neyroset-kak-polzovatsya-novym-instrumentom-ii>
13. Chaillou, S. (2020). *IA & ARCHITECTURE*. Paris: Pavillon de l'Arsenal.
14. Ilinova, V.V. and Mitsevich V.D. International experience of using BIM technologies in construction (2021). *Russian Foreign Economic Journal*, 6, pp. 79–93. (in Russian)
15. Chernichkina, G.N. (2001). Intellectual rights in civil law: in legislation and science. In V.V Kulakova and M. V. Ulianova (eds.) 2001. *Current issues in science of civil law at the present stage*. Moscow: Prospect, pp. 113–30. (in Russian)
16. Kulakov, A.S. (2023). About intellectual rights to the result of neural network activity. *Skif. Voprosy studencheskoj nauki*, 4(80), pp. 194–197. (in Russian)
17. Laptev, V.A. (2019). Artificial Intelligence and Liability for its Work. *Pravo. Zhurnal Vysshey Shkoly Ekonomiki*, 2, pp. 79–102. (in Russian)

ССЫЛКА ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ СТАТЬИ

Белаш, Е.В., Ким, А.А. Применение нейросетей в архитектурном проектировании / Е.В. Белаш, А.А. Ким // Архитектон: известия вузов. – 2024. – №1(85). – URL: http://archvuz.ru/2024_1/1/ – doi: 10.47055/19904126_2024_1(85)_1

© Белаш Е.В., Ким А.А., 2024



Лицензия Creative Commons

Это произведение доступно по лицензии Creative Commons «Attribution-ShareAlike» («Атрибуция - на тех же условиях»).
4.0 Всемирная

Дата поступления: 28.11.2023