

## Использование нейронных сетей в сфере кадастра недвижимости

*Д. Е. Семенова<sup>1\*</sup>, И. А. Гиниятов<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск,  
Российская Федерация

\* e-mail: [dariaivnv@yandex.ru](mailto:dariaivnv@yandex.ru)

**Аннотация.** В работе выполнен краткий обзор источников литературы, посвященной использованию одного из направлений искусственного интеллекта – нейронных сетей в сфере кадастра недвижимости. При этом рассмотрены основные понятия нейронных сетей, их применение в различных сферах человеческой деятельности и основные результаты использования нейронных сетей в кадастре недвижимости. Выявлена положительная динамика использования нейронных сетей в кадастре.

**Ключевые слова:** объект недвижимости, кадастр недвижимости, нейронные сети, машинное обучение, беспилотные летательные технологии, кадастровый учет, регистрация прав, кадастровая оценка

## The use of neural networks in the field of real estate

*D. E. Semenova<sup>1\*</sup>, I. A. Giniyatov<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

\* e-mail: [dariaivnv@yandex.ru](mailto:dariaivnv@yandex.ru)

**Abstract.** The paper provides a brief review of literature sources on the use of artificial intelligence in the form of neural networks in the field of real estate. At the same time, the basic concepts of neural networks, their application in various fields of human activity and the main results of using neural networks in the real estate are considered. The positive dynamics of the use of neural networks in the cadastre is revealed.

**Keywords:** real estate, real estate cadastre, neural networks, machine learning, unmanned aerial technologies, cadastral registration, registration of rights, cadastral valuation

### *Введение*

Единый государственный реестр недвижимости (ЕГРН) в его сегодняшнем представлении претерпевает целый ряд трудностей. В качестве основных проблем можно выделить отсутствие порядка 10 % данных об объектах недвижимости, значительное количество реестровых ошибок, необходимость уточнения границ земельных участков, а также нарушения земельного законодательства землепользователями, которое находит свое выражение, в наибольшей степени, в самовольном захвате земель [1]. Помимо этого, на невысоком уровне остается интенсивность наполнения ЕГРН сведениями о пространственных данных [2].

На решение этих проблем направлено создание Единого информационного ресурса о земле и недвижимости (ЕИРЗН) [3], который позволит сократить сроки выполнения государственного кадастрового учета (ГКУ) и государственной регистрации прав на недвижимость (ГРПН), осуществлять доступ к данным в ре-

жине реального времени. В совокупности все это приведет к оздоровлению экономики страны, увеличению количества рабочих мест, современных производств с более качественными характеристиками. В конечном итоге процессы в сфере кадастра недвижимости достигнут «цифровой зрелости», а качество государственных услуг и сервисов, предоставляемых им, повысится [1].

Национальная система пространственных данных (НСПД), включающая в себя не только пространственные данные, но и данные об объектах недвижимости, сведения о правах на недвижимое имущество и о государственной кадастровой оценке имеет важное значение для каждого россиянина, включая органы государственной и муниципальной власти, физических и юридических лиц. Очевидно, что заявленные интересы требуют постоянного совершенствования и развития системы НСПД, включая ГКУ, ГРПН и инфраструктуру пространственных данных (ИПД), что, в свою очередь, предполагает использование возможностей национальной системы управления данными, а также технологий искусственного интеллекта [2].

На сегодняшний день использование технологий искусственного интеллекта в сфере кадастра недвижимости реализуется в форме внедрения нейронных сетей. Принято считать, что функционирование искусственной нейронной сети похоже на процессы, происходящие в человеческом мозге. Отдельные искусственные нейроны, составляющие нейросеть, являются упрощенным подобием биологических нейронов, представляя их математическую модель [4].

Исходя из вышеизложенного можно сформулировать цель, которую поставили перед собой авторы: выполнить краткий обзор литературных источников, посвященных использованию искусственного интеллекта в сфере кадастра недвижимости, включая основные понятия нейронных сетей, их применение в различных сферах человеческой деятельности и основные результаты использования нейронных сетей в кадастре недвижимости.

### ***Результаты***

*Нейронные сети или искусственный интеллект.* Человеческий мозг состоит из нейронов, которые передают между собой электрохимические импульсы. Нейросеть также состоит из нейронов, только искусственных, представляющих собой вычислительные элементы, созданные по модели биологического нейрона [5]. Любое классическое машинное обучение, как правило, осуществляется с помощью сложных алгоритмических процедур, основанных на исходных обучающих данных. И нейросеть тоже состоит из сложных алгоритмических процедур, работающих по принципу человеческого мозга, постоянно обучаясь на сырых данных внешнего мира.

Структура нейрона в нейросети создается при помощи кода. Основная часть нейрона – это ячейка, которая хранит в себе ограниченный диапазон значений. Вся информация об изменениях внутри нейрона хранится в виде математических формул и чисел. Нейроны оперируют числами в диапазоне  $[0,1]$  или  $[-1,1]$ . Связь между нейронами тоже происходит с помощью программы. Один из них передает другому на вход какую-либо вычисленную информацию, тот получает ее,

обрабатывает, и затем передает результат уже своих вычислений дальше. Таким образом, информация распространяется по сети, числовые коэффициенты внутри нейронов меняются — происходит процесс обучения нейросети [6].

Нейронные сети обладают рядом важных особенностей.

Нейросети закрыты. Для успешного обучения нейронов, нейросеть должна поглощать большой объем информации из баз данных. Обучение нейронов происходит автоматически. Задача разработчика только создать правильную структуру и задать необходимые формулы. Разработчик загружает данные и эталонные правильные ответы для них, по которым нейросети необходимо сделать выбор и предсказать дальнейшие действия по отношению к этим данным. Это называется обучающей выборкой. Считается, что информации для успешного обучения нейросети должно быть как минимум в десять раз больше, чем количество нейронов в сети. Данные загружаются не с помощью слов, а с помощью числовых коэффициентов. Например, если предложить нейросети определить кто изображен на картинке собака или кошка, при том, что изображение собаки имеет коэффициент «1», а изображение кошки – коэффициент «0». Нейросеть сделает выбор в пользу собаки, если результат выборки скорее всего будет равен – 0,67, что означает «Скорее всего на изображении собака». Нейросеть не способна дать абсолютно точных ответов, только вероятность [6].

Нейроны в сетях независимы. Если один нейрон выйдет из строя, его смогут заменить другие нейроны, это плюс в бесперебойности работы нейросети. Но есть и минус. Так как нейроны независимы, некоторые задачи, поставленные перед нейросетью, становятся многоступенчатыми, а решения приобретают неожиданные и хаотичные результаты.

Нейросеть – гибкая. Применить нейросеть можно в любой области. Нейросети могут решать большой спектр задач и адаптироваться практически к любым обстоятельствам.

Нейросети приблизительны и могут ошибаться. «Искусственный интеллект» уступает биологическому мозгу человека. Организм человека содержит около 86 миллиардов нейронов, тогда как максимальная мощность нейросети составляет примерно 10 миллиардов нейронов. У биологических нейронных сетей тоже бывают ошибки, но ошибки нейронных сетей значительно более выражены, потому что структура искусственных нейронных связей сильно упрощена по сравнению с человеческим мозгом [6].

Нейросети сегодня уже получили широкое распространение в человеческой жизни: они классифицируют информацию (распределяют данные по параметрам), распознают образы (лица, изображения), прогнозируют процессы (рост и падение акций) и, самое сложное, генерируют новую информацию (сочиняют стихи, конструируют образ человека). В данный момент времени нейронные сети могут самостоятельно решать многие аналитические задачи, которые имеют однообразные действия, например, работа с базами данных [6].

Очевидно, что нейросети не могут полностью заменить работу человека, цена ошибки нейросети может быть крайне велика, но она вполне может стать прекрасным помощником в работе человека.

### *Использование нейронных сетей в сфере кадастра недвижимости.*

Нейросеть нашла свое применение в области распознавания пространственных данных, под которыми принято понимать данные о пространственных объектах и их наборах. При этом, пространственный объект представляет собой цифровую модель материального или виртуального объекта с указанием его идентификатора, координатных и атрибутивных данных [7].

Программы, созданные на основе нейросетевых алгоритмов, могут динамически модифицировать слои электронной карты, изменять характеристики существующих объектов, создавать новые объекты. В результате обработки массива имеющихся данных могут создаваться новые слои карты, в то время как существующие слои будут приобретать динамические свойства [8].

Процедура обследования земельных участков дистанционными способами была внедрена в практику Росреестра в 2015 году. А в 2019 году начал работать центр использования технологий беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для осуществления государственного земельного надзора (ГЗН). Снимки и ортофотопланы, полученные с помощью БПЛА, находят применение для определения фактического использования земельных участков и установления координат характерных точек границ земельных участков. Полученная таким образом информация сравнивается со сведениями, содержащимися в ЕГРН, для выявления признаков нарушений требований земельного законодательства.

Росреестр осуществляет ГЗН с целью защитить законные права и интересы правообладателей от действий нарушителей земельного законодательства. На сегодняшний день наиболее частыми нарушениями являются самовольное занятие земельного участка, его неиспользование либо использование не по назначению [9].

Следует отметить, что уточнение границ земельных участков с помощью БПЛА является довольно дорогостоящим и трудозатратным процессом. Уменьшить стоимость и время для проведения подобных работ можно используя специально обученную нейронную сеть. Помощь нейросети в работе беспилотников будет заключаться в отрисовке территории, то есть построении (дополнении) слоя при помощи «искусственного интеллекта», обученного базами данных ЕГРН.

Основные задачи для нейросети – это:

- построение слоя, а именно заполнение недостающих его частей по информации, имеющейся в других слоях;
- восстановление легенды слоя (генерация объектов слоя по заданным классификационным правилам). Например, поиск полезных ископаемых по косвенным признакам, полученных с уже изученных территорий;
- районирование и типология, то есть построение новых зон, ранее не существовавших. Например, выделение зон градостроительной ценности территорий, зон экологического риска, построение зон обслуживания поликлиник;
- создание моделей поверхности. Например, создание модели трехмерной визуализации. Расчет производится по численным характеристиками, содержащимся в базах данных;
- интерполяция и прогнозное картирование. Извлечение максимума информации из набора данных, учитывая возможные ошибки измерений, неравномерную плотность сетки мониторинга встречающиеся при реальных измерениях;

– временной анализ. Сравнение снимков разной давности для того, чтобы оценить динамику произошедших изменений;

– выбор значимых признаков. Нейросеть строит слой, выбирая из других слоев доминирующие (значимые) признаки, то есть решается задача нахождения оптимального набора исходных показателей, которые полностью описывают изучаемые явления [10].

На сегодняшний день Росреестр разработал и запустил сервис «Умный кадастр», для использования которого нейросеть предварительно обучили пространственному анализу территорий [11].

Сервис «Умный кадастр» получает данные с БПЛА, классифицирует выявленные объекты и формирует блоки данных, например, по категориям земель, определяет наличие данных об объекте в ЕГРН и определяет нахождение объекта в разрешенной и запрещенной зонах. Применение «Умного кадастра» позволяет перейти от трудоемкого «ручного» процесса к использованию новых технологий для защиты прав граждан, выявления, вовлечения в оборот земельных участков, объектов капитального строительства и исправления ошибок в сведениях ЕГРН [12].

Еще одна цель Росреестра – это оптимизация и автоматизация с помощью «искусственного интеллекта» процедур ГКУ и ГРПН. Оптимизация работы предполагает уменьшение «ручного» труда и, как следствие, исключение ошибок, связанных с человеческим фактором, а также увеличение скорости оказания профильных услуг Росреестра для рядовых граждан. Для этого необходимо создать интеллектуальную систему поддержки принятия решений людьми с использованием нейросетевых технологий.

Задачи, которые необходимо решить модульной системе машинного обучения:

– классификация поступающих документов и точная ориентация изображений отсканированных документов;

– применение нейросетевых методов обработки естественного языка (проведение анализа документов, выделение основных данных, например паспорт, кадастровый номер);

– фильтрация данных о субъектах учётно – регистрационных действий и объектах недвижимости, условиях сделки;

– реализация механизма для проверки документа на читаемость, наличие печатей, подписей и помарок;

– сравнительный анализ поступивших документов с данными ЕГРН [13].

Помимо этого, нейронные сети нашли свое применение в кадастровой оценке недвижимости с целью повышения эффективности в части финансовых затрат и временных ресурсов. Нейросеть имеет возможность с большой скоростью анализировать множество входных данных и получать наиболее точный расчет кадастровой стоимости земельных участков с учетом индивидуальных особенностей объекта [14].

В начале XXI века бразильские исследователи уже видели перспективу успешного использования нейронных сетей в кадастре недвижимости. Они утверждали, что нейронные сети способны прогнозировать рынок недвижимости

и определять кадастровую оценку недвижимости, опираясь на ценообразующие и другие факторы [15–17].

В настоящее время государственное бюджетное учреждение Московской области «Центр кадастровой оценки» занимается разработкой машинного обучения с использованием нейронных сетей. На основе нейронных сетей была создана система кодирования земельных участков, которую интегрировали с используемым программным обеспечением, а также система кодирования объектов-аналогов по тексту объявлений, что положило начало «умному» подходу к накоплению базы объектов-аналогов, необходимой как для текущей работы, так и для проведения государственной кадастровой оценки в будущем. Внедрение машинного обучения в ближайшей перспективе поможет автоматизировать систему кадастровой оценки недвижимости и проводить контроль всего процесса определения кадастровой оценки [18].

### *Заключение*

Таким образом, в данной статье мы выполнили краткий обзор источников литературы, посвященной использованию одного из направлений искусственного интеллекта – нейронных сетей в сфере кадастра недвижимости, который позволяет сделать некоторые выводы.

На сегодняшний день использование нейросетей уже продемонстрировало положительный эффект, нашедший свое отражение в вовлечении земельных участков и ОКС в экономический оборот, уменьшении издержек контрольно-надзорных мероприятий, исправлении сведений ЕГРН, предотвращении негативного воздействия и помощи регионам и муниципалитетам [12].

Однако, нужно отметить, что несмотря на вышеозначенные результаты, перед нейросетями открыты широкие просторы для использования их в сфере кадастра недвижимости и, прежде всего, в работе с пространственными данными и их применения для эффективного и сбалансированного комплексного развития территорий нашей страны.

Хотелось бы отметить еще один важный, на наш взгляд, момент: для достижения «цифровой зрелости» будущих специалистов в области кадастра недвижимости, необходимо внести соответствующие изменения в обучение студентов вузов в сфере государственного кадастрового учета и регистрации прав на недвижимость, для чего необходимо знакомить их с основами цифровых технологий и работой с нейронными сетями, что будет всемерно способствовать дальнейшей цифровой трансформации отрасли кадастра недвижимости и обеспечит единый устойчивый подход к созданию инфраструктуры пространственных данных и единого информационного ресурса о земле и недвижимости.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. В Дагестане состоялось совместное заседание коллегий Росреестра и Госкомимущества РБ [Электронный ресурс]. URL: [https://rosreestr.gov.ru/press/archive/v-dagestane-sostoyalos-sovmestnoe-zasedanie-kollegiy-rosreestra-i-goskomimushchestva-rb/?sphrase\\_id=2454120](https://rosreestr.gov.ru/press/archive/v-dagestane-sostoyalos-sovmestnoe-zasedanie-kollegiy-rosreestra-i-goskomimushchestva-rb/?sphrase_id=2454120)

2. Постановление Правительства РФ от 01.12.2021 N 2148 (ред. от 29.04.2022) "Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Национальная система пространственных данных" [Электронный ресурс]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_402555/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_402555/)
3. Постановление Правительства РФ от 31 декабря 2020 г. № 2429 "О проведении в 2021 году эксперимента по созданию Единого информационного ресурса о земле и недвижимости" [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400070452/>
4. Кадастровая оценка и нейронные сети [Электронный ресурс]. URL: <https://кадастр.москва/news/498>
5. Что такое нейросеть. Объясняем простыми словами [Электронный ресурс]. URL: <https://secretmag.ru/enciklopediya/chto-takoe-neiroset-obyasnyаем-prostymi-slovami.htm>
6. Как работает нейронная сеть: разбираемся с основами [Электронный ресурс]. URL: <https://blog.skillfactory.ru/kak-rabotaet-nejronnaya-set-razbiraemsya-s-osnovami/>
7. ГОСТ Р 52438-2005. Географические информационные системы. Термины и определения [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200044680>
8. Е. Г. Капралов, А. В. Кошкарев, В. С. Тикунов. Геоинформатика: учеб. пособие. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. — 480 с.
9. Росреестр развивает проект по использованию беспилотных летательных аппаратов с целью земельного надзора [Электронный ресурс]. URL: <https://rosreestr.gov.ru/press/archive/rosreestr-razvivaet-proekt-po-ispolzovaniyu-bespilotnykh-letatelnykh-apparatov-s-tselyu-zemel'nogo-na/>
10. А.А. Питенко. Нейросетевой анализ в геоинформационных системах: учеб. пособие. – М.: Красноярск, 2000 – 97 с.
11. Росреестр создал нейросеть для защиты имущественных прав граждан [Электронный ресурс]. URL: <https://digital-build.ru/news/rosreestr-sozdal-nejroset-dlya-zashhity-imushhestvennyh-prav-grazhdan/>
12. Росреестр рассказал о применении искусственного интеллекта в сервисах для людей и бизнеса [Электронный ресурс]. URL: <https://rosreestr.gov.ru/press/archive/rosreestr-rasskazal-o-primenenii-iskusstvennogo-intellekta-v-servisakh-dlya-lyudey-i-biznesa/>
13. Регистрацией недвижимости россияне займутся ИИ и нейросети на отечественном и открытом ПО [Электронный ресурс]. URL: [https://www.cnews.ru/news/top/2021-09-23\\_k\\_gosregistratsii\\_nedvizhimosti](https://www.cnews.ru/news/top/2021-09-23_k_gosregistratsii_nedvizhimosti)
14. Н. О. Митрофанова, Е. Н. Лосева. О применении искусственных нейронных сетей при государственной кадастровой оценке земельных участков. Вестник СГУГиТ, Том 26, No 5, 2021 (стр. 180-190) [Электронный ресурс]. URL: <http://vestnik.ssga.ru/wp-content/uploads/2021/12/180-190.pdf>
15. BRAGA, A. P. CARVALHO, A. P. L. F., LUDERMIR, T. B. Redes Neurais Artificiais: Teoria e Aplicações. Rio de Janeiro: RJ – Livros Técnicos e Científicos, 2000.
16. HAYKIN, S. Rede Neural: Princípios e Prática. 2. ED. Porto Alegre: Bookman, 2001.
17. GONZÁLEZ, M. A. S. Descubre o conhecimento de avaliação de imóveis de aplicativos de banco de dados e inteligência artificial. Tese (Doutor em Engenharia Civil) – Programa de pós-graduação em engenharia civil, UFRGS, Porto Alegre, 2002.
18. Искусственный интеллект поможет кадастровой оценке недвижимости в Московской области [Электронный ресурс]. URL: <https://mio.mosreg.ru/sobytiya/novosti-ministerstva/08-10-2020-15-54-57-iskusstvennyu-intellekt-pomozhet-kadastrovoy-otsen>

© Д. Е. Семенова, И. А. Гиниятов, 2023