

Опыт применения искусственного интеллекта в строительной экспертизе рабочей документации «Конструкции металлические» и «Конструкции металлические детализовочные»

О.Г. Присс, Ю.С. Димитрюк

Невинномысский государственный гуманитарно-технический институт

Аннотация: В работе рассмотрен опыт применения нейросетей в строительстве. Широкое освещение успехов искусственного интеллекта (ИИ) в различных областях строительства обусловило рост интереса бизнеса и общества к успешному внедрению ИИ в различные строительные сферы. Приведены примеры использования нейросетей в строительной экспертизе рабочей документации «Конструкции металлические» и «Конструкции металлические детализовочные». Описан процесс решения поставленных задач экспертом-строителем в сравнении с ответами полученными нейросетью. Дан сравнительный анализ качества полученных результатов эксперта-строителя и искусственного интеллекта. В рамках данного исследования были проанализированы основные алгоритмы обучения нейронных сетей, которые являются применимыми для решения поставленной задачи. Особое внимание уделено алгоритмам, способным эффективно обрабатывать вариации параметров и новые конфигурации, не представленные в тренировочном наборе данных. Применение данных алгоритмов обеспечит повышенную точность при масштабировании решения. Приведен нейросетевой прогноз для данной области строительной экспертизы.

Ключевые слова: нейросеть, строительство, строительная экспертиза, эксперт-строитель, сравнительный анализ, обучающая выборка, нейросетевой прогноз.

Широкое освещение успехов искусственного интеллекта (ИИ) в различных областях строительства, в научных статьях произошло не сразу в несколько этапов. Если ранние публикации были преимущественно теоретическими, то современная научная литература акцентируется на практических применениях, этических и социальных вопросах [1]. Идет развитие глубокого обучения и появление более мощных вычислительных ресурсов. Появилась возможность обучать модели на больших массивах данных, включая распознавание изображений, голосовых ассистентов. Рост интереса бизнеса и общества проявляется в осознании потенциала ИИ для повышения эффективности, создания новых продуктов и услуг. Сейчас

можно сказать, что мы живем в эпоху "золотого века" ИИ, и это активно отражается в академическом мире [2,3].

Интеграция систем искусственного интеллекта (ИИ) в строительную индустрию, в частности, применение чат-ботов в сфере клиентского обслуживания, демонстрирует значительный потенциал для оптимизации процессов взаимодействия. Данные системы, функционируя в режиме реального времени, обеспечивают оперативное реагирование на запросы, что приводит к существенному сокращению временных затрат на получение обратной связи. Это, в свою очередь, способствует повышению уровня удовлетворенности клиентов и высвобождению кадровых ресурсов от выполнения монотонных задач, позволяя им концентрироваться на более сложных и творчески ориентированных аспектах профессиональной деятельности.

Внедрение ИИ в процессы генерации инженерных решений, основанных на заданных параметрах, позволяет существенно интенсифицировать процедуру поиска и отбора нормативно-технической документации и проектных спецификаций. Это приводит к повышению качества и общей эффективности рабочих процессов.

Применение нейронных сетей для анализа больших массивов данных обеспечивает возможность принятия решений, основанных на объективном анализе существующих проектов и рыночных тенденций. Данный подход открывает новые перспективы для креативного решения задач, позволяя специалистам сфокусироваться на наиболее значимых аспектах их работы.

Искусственный интеллект представляет собой не просто технологический инструмент, а мощный катализатор парадигмальных изменений в профессиональной сфере. Неспособность адаптироваться к этим трансформациям может иметь негативные последствия для конкурентоспособности организации.

Несмотря на все преимущества, ответственность за конечный результат по-прежнему лежит на человеке. Это подчеркивает необходимость синергии между творческим подходом и технологическими решениями. Активное использование нейронных сетей и других технологий ИИ является важным фактором не только для повышения эффективности, но и для стимулирования инноваций в строительной отрасли.

Рассмотрим, как нейросеть справится со строительной экспертизой рабочей документации по сравнению с экспертом-строителем в этой области. Мы использовали Chat GPT для словесного запроса и Midjourney для генерации изображения. Перед экспертом и нейронной сетью ставились одинаковые вопросы: соответствует ли рабочая документация КМД рабочей документации КМ1, исходно-разрешительной документации, нормативно-правовым и нормативно-техническим актам в области архитектурно-строительного проектирования, специальным техническим условиям, в части:

- отсутствия технологических отверстий на листах КМД на отметке +6,850 в/о Г-Д/9-10, Д-Е/9-10, В-Г/9-10, Б-В/9-10;
- отсутствия технологических отверстий на листах КМД на отметке +11,650 в/о Г-Д/9-10, Д-Е/9-10;
- наличие технологического отверстия на листах КМД на отметке +11,650 в/о Д-Е/9-10 не отраженного на листах КМ1.

В случае выявления несоответствий в рабочей документации указать, в чем они выражаются, и требуется ли замена материала. Являются ли выявленные несоответствия существенными.

Исходными данными послужили следующие материалы:

1. Рабочая документация «Конструкции металлические. Конструктивные решения» - КМ1.

2. Рабочая документация «Конструкции металлические детализированные» - КМД.

В результате рассмотрения экспертом чертежей КМ1 установлено было следующее:

на отметке +6,850 в/о Г-Д/9-10, Д-Е/9-10, В-Г/9-10, Б-В/9-10 указаны проемы в конструкции перекрытия из металлических балок которые указаны на Листе 6 чертежей КМ1 (рис.1);

на отметке +11,650 в/о Г-Д/9-10, Д-Е/9-10 указаны проемы в конструкции перекрытия из металлических балок которые указаны на Листе 7 чертежей КМ1(рис.2).

В результате рассмотрения чертежей КМД Лист 5 на рис. 3 экспертом выявлены следующие несоответствия:

на отметке +6,850 в/о Г-Д/9-10, Д-Е/9-10, В-Г/9-10, Б-В/9-10 в чертежах КМД не указаны проемы в конструкции перекрытия из металлических балок которые указаны на Листе 6 чертежей КМ1;

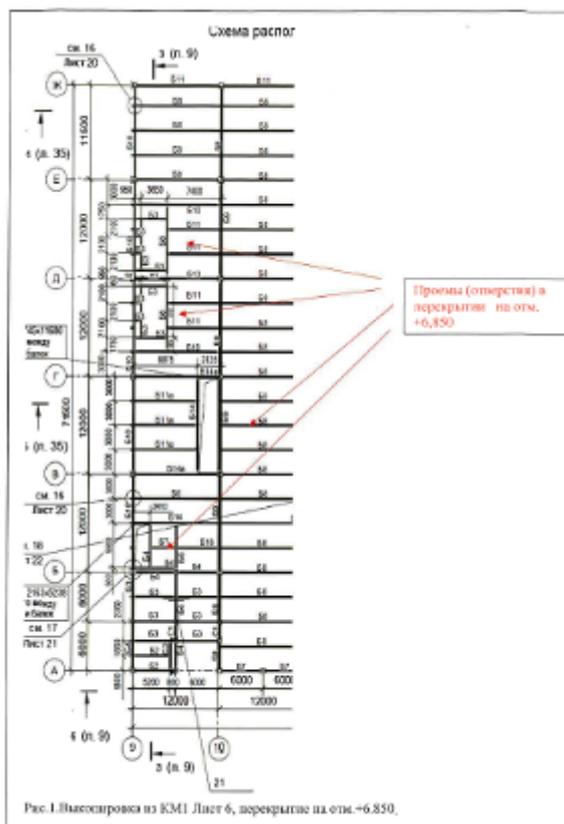


Рис. 1. Выноска из КМ1 Лист 6, перекрытие на отм. +6.850.

Рис. 1. – Лист 6, перекрытие на отметке +6,850

на отметке +11,650 в/о Г-Д/9-10, Д-Е/9-10 в чертежах КМД не указаны проемы в конструкции перекрытия из металлических балок которые указаны на Листе 7 на рис.4 чертежей КМ1.

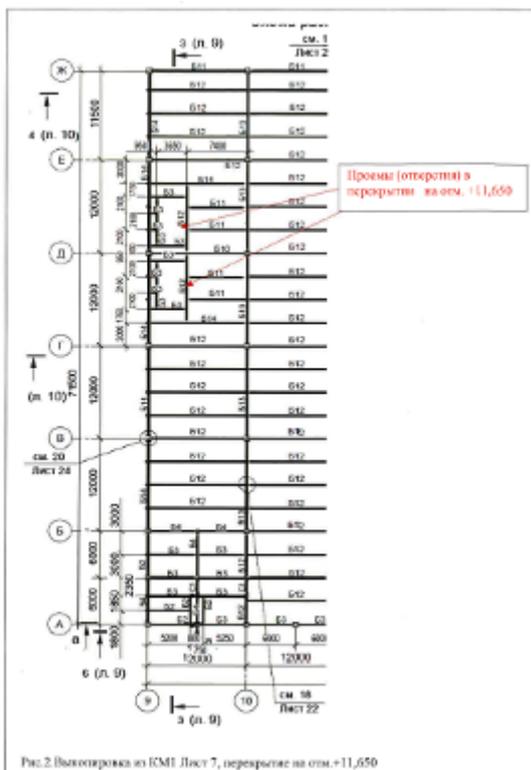


Рис. 2. – Лист 7, перекрытие на отметке +11,650

Следовательно, в рабочей документации КМД имеется три несоответствия чертежам марки КМД1.

Несоответствие 1 – заключается в том, что на Листе 5 КМД на отметке +6,850:

- в/о Г-Д/9-10 – указаны балки Б2-105 длиной 12000 мм вместо балок (указанных в КМ1) Б3 длиной 4600 мм, Б8 длиной 9000 мм.
- в/о Д-Е/9-10 – указаны балки Б2 -105 длиной 12000 мм вместо балок (указанных в КМ1) Б3 длиной 4600 мм, Б8 длиной 9000 мм.
- в/о В-Г/9-10 - указаны балки Б2 -105 длиной 12000 мм вместо балок (указанных в КМ1) Б11а длиной 8875 мм, Б14 длиной 12000 мм.

- в/о Б-В/9-10 - указаны балки Б2 -105 длиной 12000 мм вместо балок (указанных в КМ1) Б4 длиной 5500 мм, Б7 длиной 3590 мм, Б6 длиной 5500 мм, Б16 длиной 6000 мм.

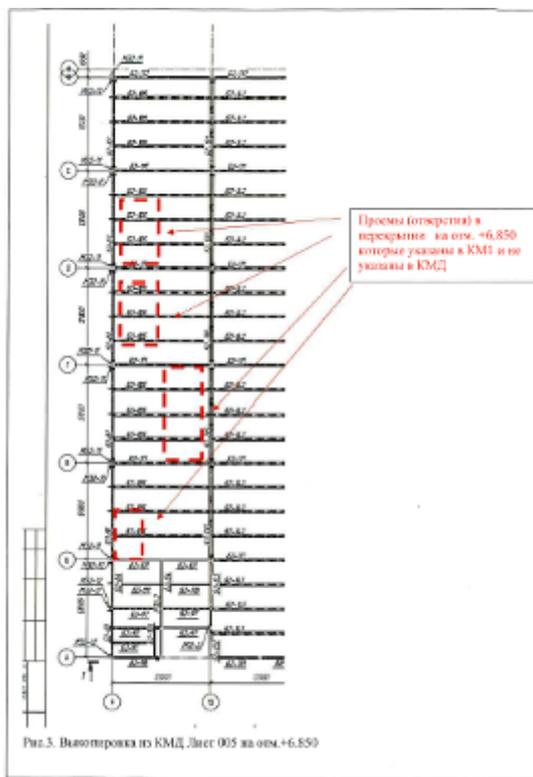


Рис. 3. – Лист 5 КМД на отметке +6,850

Несоответствие 2 - заключается в том, что на Листе 7 КМД на отметке +11,650:

- в/о Г-Д/9-10 – указаны балки Б2-108 длиной 12000 мм вместо балок (указанных в КМ1) Б3 длиной 6300 мм, Б12 длиной 9000 мм, Б11 длиной 7400 мм.

- в/о Д-Е/9-10 - указаны балки Б2-116 длиной 9523 мм, Б2-90 длиной 7592 мм вместо балок (указанных в КМ1) Б11 длиной 7400 мм, Б12 длиной 9000 мм.

Несоответствие 3 – заключается в том, что на листе КМД рис.5 на отметке +11,650 в/о Д-Е/9-10 – указано отверстие обрамленное балками Б2-88, Б2-90, Б2-106, Б2-107, размерами в плане 1811 мм х 7592 мм, вместо указанного на Листе 7 КМ размерами 3650 мм х 6300 мм.

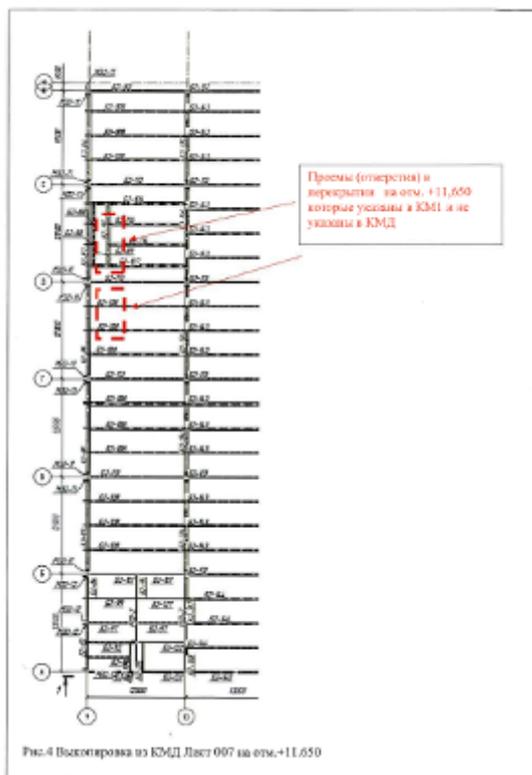


Рис. 4. – Лист 7 КМД на отметке + 11,650

Так как размеры и расположение балок указанные в КМД не совпадают с размерами и расположением балок указанными в КМ1 и указанными недостатками 1-3, то согласно п.4.1.1 СП 16 13330.2017 «Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*» уже изготовленные балки на основании КМД не подлежат использованию и соответственно должны быть заменены. Требуется полная замена балок указанных в КМД на отметке +6,850 в/о Г-Д/9-10, Д-Е/9-10, В-Г/9-10, Б-В/9-10 и на на отметке +11,650 в/о Г-Д/9-10, Д-Е/9-10.

Эксперт выявил, что длины и конфигурация балок в чертежах КМД существенно отличаются от указанных в КМ1. Также меняется схема нагрузки балок указанных в КМД на отметке +6,850 в/о Г-Д/9-10, Д-Е/9-10, В-Г/9-10, Б-В/9-10 и на на отметке +11,650 в/о Г-Д/9-10, Д-Е/9-10 по сравнению с балками указанными на отметках и осях в чертежах КМ1. Вследствие этого необходимо провести полную переработку проекта КМД.

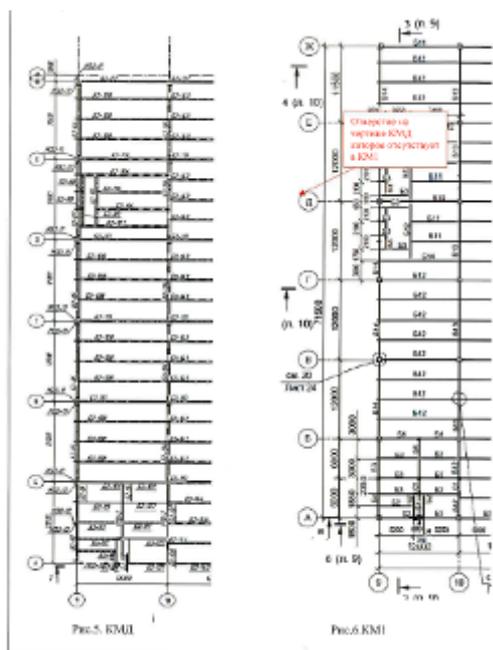


Рис. 5. – Лист КМД и КМ 1

Следовательно, выявленные недостатки являются существенными и неустранимыми, так как для их устранения потребуется переработка всего раздела КМД и изготовления новых балок [5,6].

Нейронная сеть дает такой ответ, представленный на рис.6.

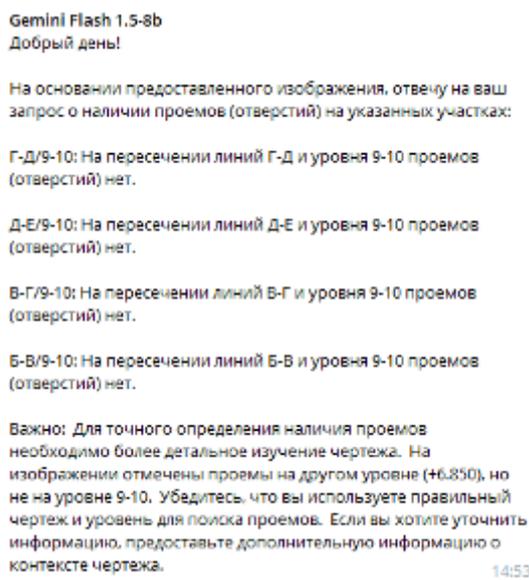


Рис.6. –Фото ответа нейросети

Структура ответа нейросети, приведена на рис.7.



Рис.7. – Структура ответа нейросети

На следующие вопросы нейросеть дает ответы:

- на основе проведенного анализа, несоответствий в размерах, указанных на чертеже, не обнаружено;
- все размеры по вертикали и горизонтали, а также внутренние размеры между осями, соответствуют друг другу;
- чертеж выглядит согласованным с точки зрения указанных размеров;
- все размеры, которые можно проверить, соответствуют друг другу.

Нейросеть дает неверный ответ.

Любая работа, представленная соответствующей нейросетью, требует верификации, проверки со стороны сотрудников [7]. Учитывая, что может, был не правильно сформирован запрос, допущена опечатка, ее предобучение не имело подобной информации или ее количество было недостаточным [8].

Можно предположить, когда это справочная информация СП или ГОСТ – то есть используются языковые модели, то вероятно можно доверять, если выдает пошаговую инструкцию, которая может помочь специалисту выбрать правильное решение и поиск информации на основе рекомендаций

СП, и не нанесет вреда. В нашем случае нужны прямые генеративные алгоритмы. На вопрос ИИ ответила неверно и критично опасно.

Таким образом, необходимо постоянно работать над актуализацией базы данных, обучать, чтобы работа ИИ была максимально корректна. Доверять ИИ и рекомендовать мы пока не можем, в данном направлении она не работоспособна. Необходимо создание автоматизированной системы, которая сможет использовать большую языковую модель для автоматической оценки проектной документации установленным требованиям в области строительства объектов капитального строительства [9,10]. Искать задачи, которые безошибочно решит ИИ.

Литература

1. Максимова О.М. Развитие и применение нейросетевых технологий для задач механики и строительных конструкций // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2013. – № 8(79). – С. 81-89. EDN RASWYX.
2. Карпович М.А. Нейросетевые методы оценки затрат на научно-исследовательские и проектно-изыскательские работы // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий – 2014 – № 1(59). – С. 235-240. EDN: SDHBLJ.
3. Бородин Д.В., Рябова С.С. Возможности применения нейронных сетей в строительном материаловедении // Инженерные исследования. – 2022. – №5 (10). – С. 3-11. EDN: BMLSFT
4. Присс О.Г., Димитрюк Ю.С. Информационная модель как результат инженерных изысканий // Успехи современного естествознания. – 2022. – № 4. URL: natural-sciences.ru/ru/article/view?id=37816. – С. 98-103.

5. Присс О.Г., Овчинникова С.В. Судебная строительная экспертиза в Российской Федерации // Инженерный вестник Дона. – 2014. - №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2014/2505/.

6. Шеина С.Г., Аль-Згуль И.Х. Особенности проведения судебной строительно-технической экспертизы в соответствии с принципом единства формы и содержания. // Инженерный вестник Дона. – 2023. – № 6. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2023/8461.

7. Крылов М.А., Китаева Д.А. Правовое обеспечение и проведение экспертизы проектной документации при производстве строительно-технической экспертизы. // Актуальные проблемы науки и практики. – 2023. – № 3 (32). – С. 30-36.

8. Виноградова Е.В., Вяхирева А.А. Тенденция развития судебной строительно-технической экспертизы // Инженерный вестник Дона. – 2018. – № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/5395.

9. Hussamadinu Raafat., Jansson Gustav, Mukkavaara Jani. Digital Quality Control System—A Tool for Reliable On-Site Inspection and Documentation // Luleå University of Technology. Sweden Buildings. – 2023. – 13(2). – 358 p; URL: doi.org/10.3390/buildings13020358.

10. Garkin I.N., Garkina I.A. System approach to technical expertise construction of building and facilities // Contemporary Engineering Sciences. – 2015. – Vol.8. №5. – pp.213-217.

References

1. Maksimova O.M. Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2013. № 8(79). pp. 81-89. EDN RASWYX.

2. Karpovich M.A. Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernyh tekhnologij. 2014. № 1(59). pp. 235-240. EDN: SDHBLJ.

3. Borodin D.V., Ryabova S.S. Inzhenernye issledovaniya. 2022. №. 5 (10). pp. 3-11. EDN: BMLSFT.



4. Priss O.G., Dimitryuk YU.S. Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. 2022. № 4. pp. 98-103.
5. Priss O.G., Ovchinnikova S.V. Inzhenernyj vestnik Dona. 2014. №. 3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2014/2505/.
6. Sheina S.G., Al-Zgul I.Kh. Inzhenernyj vestnik Dona. 2023. № 6. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2023/8461.
7. Krylov M.A., Kitaeva D.A. Aktual'nye problemy nauki i praktiki. 2023. № 3 (32). pp. 30-36.
8. Vinogradova E.V., Vyahireva A.A. Inzhenernyj vestnik Dona. 2018. № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/5395.
9. Hussamadinyu Raafat., Jansson Gustav, Mukkavaara Jani. Luleå University of Technology. Sweden Buildings 2023. 13(2). 358 p. URL: doi.org/10.3390/buildings13020358
10. Garkin I.N., Garkina I.A. Contemporary Engineering Sciences. 2015. Vol.8. №5. pp.213-217.

Дата поступления: 23.12.2024

Дата публикации: 5.02.2025