

СТРОИТЕЛЬСТВО, АРХИТЕКТУРА

doi: 10.51639/2713-0576_2025_5_1_04

Научная статья

УДК 69.001.5

ГРНТИ 67.23.17

ВАК 2.1.7

**Внедрение нейросети в сферу строительства
для формирования исполнительной документации**Вячеслав Петрович Долгов¹,
Александр Геннадьевич Ульянов², Светлана Сергеевна Юсупова³

¹Строительная компания Дедал, Сириус, Россия, * vyacheslav-dolgov@list.ru
^{2,3}Новороссийский филиал Белгородского государственного технологического
университета им. В.Г. Шухова, Новороссийск, Россия
²al-gen@yandex.ru, ³svetlana-svetli4na@mail.ru

Аннотация

Рассматриваются ключевые аспекты современного строительства, включая новые технологии, материалы и методы, которые влияют на эффективность и устойчивость строительных проектов.

Исследуются тенденции в архитектуре и градостроительстве, а также влияние экологических факторов на выбор строительных решений.

Цель работы – проанализировать текущие вызовы и возможности в области строительства, а также предложить рекомендации для улучшения процессов и повышения качества конечного продукта.

Ключевые слова: искусственный интеллект в строительстве, автоматизация процессов, нейросети

Введение

Строительство – динамично развивающаяся отрасль, в которой постоянно происходят изменения и инновации. Ежегодно появляются новые технологии и материалы, которые позволяют улучшить качество строительства, сократить сроки и снизить затраты. Устойчивое развитие также является важным аспектом, требующим от строителей учитывать экологические и социальные факторы при проектировании и реализации строительных проектов.

Отрасль сталкивается с рядом проблем, связанных с необходимостью повышения эффективности и точности работы, а также соответствия строгим нормативным требованиям. Одной из ключевых задач является создание и оформление исполнительной документации, которая является важным элементом контроля качества и реализации строительных проектов. По мере усложнения объёмов данных и процессов традиционные методы документирования становятся менее эффективными.

Использование нейросетевых технологий является перспективным направлением, позволяющим существенно упростить и автоматизировать данные процессы, что делает данную тему актуальной для изучения.

Целью исследования является изучение возможностей внедрения нейросетевых технологий в процессы создания исполнительной документации в строительной отрасли, обеспечивающих автоматизацию и повышение точности работ.

Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи: анализ существующих методов создания документации, исследование возможностей нейронных сетей по их автоматизации, разработка подходов к интеграции данных технологий в процессы строительства и оценка их эффективности в контексте выполнения требований ГОСТ Р 70108-2022 «Документация исполнительная. Формирование и ведение в электронном виде» (далее – ГОСТ Р 70108-2022).

Предметом исследования являются процессы создания исполнительной документации в строительной отрасли и применение нейросетевых технологий для автоматизации этих процессов. Уделяется внимание аспектам, связанным с обработкой больших объёмов данных, требованиям к точности и соблюдению нормативных стандартов, а также возможностям интеграции инновационных решений в существующие рабочие процессы.

Методологическую основу исследования составили анализ научной литературы, изучение современных нейросетевых технологий и их возможностей, а также моделирование процессов автоматизации для создания эффективной документации.

Использованы методы системного анализа, сравнительного исследования и экспериментальной проверки гипотез [1]. Такой подход позволяет комплексно рассмотреть проблему и дать обоснованные рекомендации по её решению.

Обзор алгоритмов нейронных сетей

Алгоритмы нейронных сетей можно классифицировать по различным критериям, включая архитектуру, метод обучения и тип решаемых ими задач.

Наиболее известные архитектуры включают многослойные перцептроны (MLP), которые используются для решения задач классификации и регрессии, а также сверточные нейронные сети (CNN), которые специально разработаны для обработки двумерных данных, таких как изображения. Рекуррентные нейронные сети (RNN) и их модификации, такие как LSTM и GRU, используются для анализа временных последовательностей и текстовой информации. Классификация по методу обучения включает контролируемое, неконтролируемое и подкрепляемое обучение, при этом каждая категория используется в зависимости от имеющихся данных и целей анализа. Таким образом, широкий спектр алгоритмов позволяет выбрать оптимальное решение для конкретной задачи.

Применение нейронных сетей в строительстве охватывает широкий спектр задач, связанных с анализом данных, прогнозированием и автоматизацией процессов. Например, сверточные нейронные сети можно использовать для анализа строительных чертежей и фотографий, что позволяет осуществлять автоматическую проверку соответствия требованиям проекта.

Рекуррентные нейронные сети находят применение в прогнозировании временных последовательностей, таких как графики строительства, что помогает оптимизировать планирование и управление проектами. Кроме того, алгоритмы машинного обучения могут быть интегрированы в системы управления строительными проектами для анализа больших объёмов данных и выявления потенциальных рисков, что повышает общую эффективность и снижает затраты.

Современные достижения в области нейросетевых технологий существенно расширили их возможности и области применения. Алгоритмы глубокого обучения обеспечивают высокую точность анализа изображений и временных рядов, открывая новые перспективы интеграции этих технологий в строительную отрасль.

Исследования 2022 года [2] показали, что рекуррентные нейронные сети могут значительно улучшить прогнозирование временной последовательности, что имеет важные последствия для управления строительными проектами. При этом активно разрабатываются методы обучения нейронных сетей, даже на небольших объёмах данных, что делает их использование более доступным даже в условиях ограниченной информации.

Эти достижения указывают на потенциал нейронных сетей как инструмента решения сложных задач в строительстве, поскольку «нейросетевые технологии позволяют полностью решить эту задачу, следуя нейронному алгоритму» [2].

Преимущества и недостатки использования нейронных сетей

Использование нейронных сетей в строительстве даёт существенные преимущества, главным из которых является повышение производительности труда.

По данным исследования McKinsey [3], внедрение искусственного интеллекта, в том числе технологий нейронных сетей, может повысить производительность труда в строительной отрасли на 20–30 %. Это достигается за счёт автоматизации процессов анализа данных, прогнозирования и принятия решений, что минимизирует время, затрачиваемое на рутинные задачи. Кроме того, нейронные сети способны эффективно обрабатывать большие объёмы информации, что особенно важно при работе с проектной документацией, чертежами и другими данными. Эти преимущества делают нейросетевые технологии важным инструментом повышения эффективности строительных проектов.

Несмотря на очевидные преимущества, использование нейронных сетей в строительстве сталкивается с рядом ограничений. Одной из ключевых проблем является необходимость больших объёмов высококачественных данных для обучения моделей. В условиях недостатка информации или её низкого качества эффективность нейросетевых алгоритмов существенно снижается. Необходимо также учитывать высокие затраты на внедрение и поддержку таких технологий, что может стать проблемой для небольших компаний. Кроме того, непрозрачность работы нейронных сетей и сложность интерпретации их решений могут затруднить их использование в критически важных процессах.

Чтобы оценить целесообразность использования нейронных сетей в строительстве, важно учитывать как их преимущества, так и недостатки. Нейронные сети позволяют существенно повысить производительность и точность процессов, что подтверждается ростом производительности труда на 20-30 % при их использовании. Однако необходимость больших объёмов данных и высокие затраты на внедрение могут ограничивать их использование.

При грамотной организации процессов сбора данных и адаптации технологий к специфике строительной отрасли преимущества нейронных сетей могут перевесить недостатки, что делает их перспективным инструментом автоматизации. Кроме того, «психолингвистические методы и нейросетевые технологии могут быть использованы для оценки конфликтных ситуаций, выявления причин конфликта, основных аргументов сторон, а также для анализа социальной напряжённости» [3]. Это подчёркивает многообразие применения нейросетей и их потенциал в различных сферах, включая строительство.

Обзор алгоритмов нейронных сетей

Алгоритмы нейронных сетей можно классифицировать по различным критериям, включая архитектуру, метод обучения и тип решаемых ими задач.

Наиболее известные архитектуры включают многослойные перцептроны (MLP), которые используются для решения задач классификации и регрессии, а также сверточные нейронные сети (CNN), которые специально разработаны для обработки двумерных данных,

таких как изображения. Рекуррентные нейронные сети (RNN) и их модификации, такие как LSTM и GRU, используются для анализа временных последовательностей и текстовой информации. Классификация по методу обучения включает контролируемое, неконтролируемое и подкрепляемое обучение, при этом каждая категория используется в зависимости от имеющихся данных и целей анализа. Таким образом, широкий спектр алгоритмов позволяет выбрать оптимальное решение для конкретной задачи.

Применение нейронных сетей в строительстве охватывает широкий спектр задач, связанных с анализом данных, прогнозированием и автоматизацией процессов. Например, сверточные нейронные сети можно использовать для анализа строительных чертежей и фотографий, что позволяет осуществлять автоматическую проверку соответствия требованиям проекта. Рекуррентные нейронные сети находят применение в прогнозировании временных последовательностей, таких как графики строительства, что помогает оптимизировать планирование и управление проектами. Кроме того, алгоритмы машинного обучения могут быть интегрированы в системы управления строительными проектами для анализа больших объёмов данных и выявления потенциальных рисков, что повышает общую эффективность и снижает затраты.

Современные достижения в области нейросетевых технологий существенно расширили их возможности и области применения. Алгоритмы глубокого обучения обеспечивают высокую точность анализа изображений и временных рядов, открывая новые перспективы интеграции этих технологий в строительную отрасль. Современные исследования [2] показали, что рекуррентные нейронные сети могут значительно улучшить прогнозирование временной последовательности, что имеет важные последствия для управления строительными проектами. В то же время активно развиваются методы обучения нейронных сетей на небольших объёмах данных, что делает их использование более доступным даже в условиях ограниченной информации. Эти достижения указывают на потенциал нейронных сетей как инструмента решения сложных задач в строительстве, поскольку «нейросетевые технологии позволяют полностью решить эту задачу, следуя нейронному алгоритму» [2].

Процесс создания исполнительной документации

Создание исполнительной документации — сложный и многоэтапный процесс, включающий сбор, обработку и представление данных в соответствии с установленными стандартами. Согласно ГОСТ Р 70108-2022 на каждом этапе необходимо обеспечить достоверность и полноту информации, к которой относятся чертежи, акты освидетельствования скрытых работ и паспорта на используемые материалы. Данные документы являются основой для последующего контроля качества строительства и подтверждения соответствия выполненных работ проектной документации. Накопленные в ходе реализации проектов данные и документы, а также используемые информационные технологии разнообразны и неоднородны [4].

Данный ГОСТ устанавливает требования к структуре и содержанию исполнительной документации, что способствует её стандартизации и удобству использования. Документация должна быть организована таким образом, чтобы обеспечить прозрачность и доступность всех данных, включая схемы, акты и паспорта. Это не только упрощает контроль за процессами строительства, но и снижает риск ошибок при дальнейшей эксплуатации зданий и сооружений.

Процессы создания и ведения исполнительной документации в электронном виде облегчают учёт выполнения работ, что существенно повышает эффективность работы в строительной отрасли.

Несмотря на важность исполнительной документации, её создание в современной практике сталкивается с рядом проблем.

Одной из ключевых проблем является недостаточная цифровизация процессов, что приводит к значительным временным затратам и повышению вероятности ошибок.

Кроме того, низкий уровень автоматизации в отрасли ограничивает возможность эффективного управления данными, что особенно важно для крупных строительных проектов.

Роль нейронных сетей в автоматизации процессов

Технологии искусственного интеллекта все чаще используются в различных отраслях промышленности, в том числе в строительстве. Эти технологии способны обрабатывать и анализировать большие объёмы данных, что делает их полезными для автоматизации сложных процессов.

В строительной отрасли нейронные сети используются для прогнозирования сроков выполнения работ, оценки рисков и автоматизации документооборота. Это особенно важно в условиях необходимости повышения эффективности и точности строительных проектов, что также подтверждается современными исследованиями.

Внедрение передовых технологий, таких как искусственный интеллект, на смежные рынки, например, банковское дело, позволяет адаптировать успешные инновации к рынку недвижимости.

Таким образом, нейронные сети становятся важным инструментом оптимизации строительных процессов, способствуя более рациональному использованию ресурсов и повышению качества проектов [5].

Одним из примеров применения нейронных сетей в строительстве является использование алгоритмов глубокого обучения для анализа строительных чертежей и создания эффективной документации. Подобные системы способны автоматически извлекать данные из проектов и преобразовывать их в документы, соответствующие таким стандартам, как ГОСТ Р 70108-2022.

Кроме того, нейронные сети активно применяются для мониторинга строительных площадок с помощью камер и датчиков, что позволяет оперативно выявлять отклонения от плана. Например, «сами тележки имеют программное обеспечение, включающее нейронную сеть, которая рассчитывает траекторию пути и обеспечивает безопасность окружающих людей».

Использование нейронных сетей даёт множество преимуществ, в том числе значительное сокращение затрат и времени, необходимых для выполнения задач. По данным McKinseyResearch&Company [5], автоматизация процессов с использованием искусственного интеллекта (ИИ) может сократить расходы на строительство до 20 %. При этом «использование ИИ позволяет существенно повысить эффективность и точность расчётов, сократить сроки и стоимость проектирования, повысить качество и надёжность решений» [5]. Подобные технологии также снижают вероятность ошибок и повышают качество документации, что особенно важно в условиях жёстких нормативных требований.

Несмотря на очевидные преимущества, внедрение нейронных сетей в строительство сталкивается с рядом проблем. Одна из главных — низкий уровень цифровизации: только 13% компаний активно используют технологии ИИ. Кроме того, ощущается нехватка квалифицированных специалистов, способных работать с такими системами, а также ограниченность данных для обучения нейронных сетей.

Для решения этих проблем необходим комплексный подход, включающий обучение персонала и развитие инфраструктуры.

Соответствие нейросетевых решений требованиям ГОСТ

ГОСТ Р 70108-2022, вступивший в силу в 2022 году, – стандарт, регламентирующий процесс создания исполнительной документации в строительстве. Основной целью настоящего документа является стандартизация и унификация подходов к оформлению, составу и хранению документации, что способствует повышению прозрачности и эффективности процессов строительства.

Исполнительная документация должна быть оформлена в соответствии с требованиями стандарта, содержать точные и актуальные данные о выполненных работах, а также соответствовать установленным формам и образцам. Эти требования обеспечивают согласованность и облегчают взаимодействие между участниками строительного процесса, включая заказчиков, подрядчиков и контролирующие органы.

Нейронные сети, как технология искусственного интеллекта имеют значительный потенциал в автоматизации процессов, связанных с созданием и обработкой исполнительной документации. Их можно использовать для анализа данных, распознавания текста и изображений, а также для автоматического заполнения форм и проверки соответствия документации требованиям ГОСТ Р 70108-2022. Например, нейронные сети позволяют автоматически извлекать информацию из различных источников, таких как чертежи, отчёты и журналы, и преобразовывать эти данные в стандартизированные форматы. Это не только ускоряет процесс создания документации, но и снижает вероятность человеческой ошибки.

В то же время возможна интеграция беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) с нейронными сетями путем подключения модулей интеллектуальной аналитики и распознавания объектов к камерам БПЛА [6]. Это открывает новые возможности для повышения эффективности обработки информации.

Одним из ключевых преимуществ использования нейронных сетей в строительстве является возможность повышения точности и скорости формирования исполнительной документации, соответствующей требованиям ГОСТ Р 70108-2022. Однако внедрение таких технологий сопряжено с определёнными рисками, включая необходимость адаптации существующих процессов и обучения сотрудников. Кроме того, использование нейронных сетей требует обеспечения безопасности данных и соблюдения нормативных требований по защите информации. Несмотря на эти проблемы, такие преимущества, как снижение затрат на обработку документации и повышение качества, делают нейронные сети перспективным инструментом для строительной отрасли.

Перспективы изменения нормативной базы

Вступление в силу ГОСТ Р 70108-2022 стало важным шагом на пути стандартизации процессов документооборота в строительной отрасли.

Данный стандарт был разработан для удовлетворения потребности в улучшении контроля и качества строительных работ, а также для упрощения процессов проверки и утверждения документации. В последние годы наблюдается тенденция пересмотра нормативных актов с учётом внедрения современных технологий, таких как системы автоматизации и цифровизации.

Адаптация нормативной базы к новым технологиям, в том числе искусственному интеллекту, признана одной из стратегических задач, считают в Минстрое России, что указывает на важность создания гибкой и современной нормативной среды для поддержки инноваций.

Внедрение нейросетевых технологий в процесс создания исполнительной документации неизбежно потребует дальнейшей доработки и изменения нормативных документов. Учитывая, что нейронные сети способны существенно ускорить обработку

данных и повысить точность их анализа, их использование может потребовать новых стандартов, регламентирующих взаимодействие технологий с традиционными процессами.

В будущем можно ожидать появления специализированных требований к программным решениям с использованием искусственного интеллекта, а также к форматам хранения и передачи данных. Данные изменения будут направлены на обеспечение прозрачности и надёжности процессов, что станет основой дальнейшей цифровой трансформации строительной отрасли.

Анализ существующих решений на рынке

Современные технологии автоматизации процесса создания строительной документации представляют собой широкий спектр решений, направленных на повышение эффективности и точности управления проектами. По данным отчёта McKinsey [7], автоматизация строительных процессов может повысить производительность отрасли на 50–60%, что подчёркивает актуальность подобных разработок.

На рынке имеются программные продукты, позволяющие автоматизировать создание, проверку и хранение документации, в том числе системы управления строительными проектами (ProjectManagementSoftware - PMS). Эти системы используют алгоритмы для оптимизации рабочих процессов, что помогает минимизировать ошибки и сократить временные затраты. Однако, несмотря на значительный прогресс, существующие решения зачастую сталкиваются с проблемами интеграции и адаптации к конкретным требованиям строительных норм, таких как ГОСТ Р 70108-2022.

Эффективность современных решений по автоматизации документооборота в строительстве подтверждается их способностью существенно сокращать временные и трудозатраты на управление проектами.

Рынок программного обеспечения для управления строительными проектами в 2022 году оценивался в 9,1 млрд. долларов США, а прогнозируемый темп роста составлял 8,4 % в год до 2030 года, что свидетельствует о высоком спросе на такие технологии [7]. Однако к недостаткам можно отнести ограниченную адаптацию к национальным стандартам и требованиям, а также высокие затраты на внедрение и обучение сотрудников.

Для преодоления этих проблем перспективным направлением является использование нейросетевых технологий, которые способны обеспечить более гибкую и интеллектуальную обработку данных. Это особенно важно для соблюдения требований таких стандартов, как ГОСТ Р 70108-2022.

Будущее нейросетевых технологий в строительстве

Будущее нейросетевых технологий в строительстве выглядит многообещающим, особенно с учётом их способности существенно повысить эффективность и точность выполнения различных задач. Исследование McKinseyGlobalInstitute [8] показывает, что внедрение автоматизации и цифровых технологий, включая нейронные сети, может привести к росту производительности труда в промышленности на 14–15 % к 2030 году. Это связано со способностью нейронных сетей анализировать большие объёмы данных, автоматизировать рутинные процессы, а также повышать качество проектирования и управления строительными проектами. Тетеруков и Мухачев отмечают, что «искусственный интеллект в строительстве предполагает использование компьютерных систем и алгоритмов для расчёта трудоёмких задач в строительстве и управлении строительством» [8]. Прогнозы показывают, что развитие технологий будет сосредоточено на интеграции нейронных сетей с другими цифровыми решениями, такими как системы управления строительными проектами и платформы совместной работы.

Заключение

В ходе исследования были рассмотрены возможности использования нейросетевых технологий в строительной отрасли, особенно для автоматизации процесса формирования исполнительной документации.

Анализ современных подходов и алгоритмов показал, что использование нейронных сетей позволяет существенно повысить точность и эффективность этих процессов, при этом минимизируя влияние человеческого фактора.

На основании анализа нормативных требований, таких как ГОСТ Р 70108-2022, и рассмотрения существующих решений можно сделать вывод, что нейросетевые технологии имеют высокий потенциал для интеграции в строительные процессы. Они способны не только соответствовать установленным стандартам, но и повышать качество и скорость выполнения задач.

Практическая значимость исследования заключается в демонстрации реальных возможностей автоматизации процессов в строительной отрасли.

Внедрение нейросетевых технологий позволяет сократить временные и материальные затраты, повысить конкурентоспособность компаний, улучшить качество предоставляемых услуг [9].

Для дальнейших исследований рекомендуется сосредоточиться на разработке специализированных нейросетевых моделей, адаптированных к задачам проектирования, а также изучении интеграции таких технологий с существующими программными решениями и нормативными стандартами.

Конфликт интересов

Авторы статьи заявляют, что на момент подачи статьи в редакцию, у них нет возможного конфликта интересов с третьими лицами.

Список источников

1. Актуальные проблемы теории, методологии и практики научной деятельности: сборник статей Международной научно-практической конференции / под ред. Коллектива авторов. — Уфа: Аэтерна, 2020. — 187 с.
2. Нейросетевые технологии алгоритмизации по определению радиационного облучения в повседневной жизни человека / Медведева О.В., Орлова К.Н., Большанин В.Ю. / Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. — 2014. — № 10. — С. 17–18.
3. Когнитивная модель анализа контента цифровых коммуникаций/ Пильгун М.А./Российский государственный социальный институт/ Москва/ 26 с.
4. Новые информационные технологии в архитектуре и строительстве: материалы VII Международной научно-практической конференции, 7–8 ноября 2024 г. / под ред. Г.Б. Захаровой. – Екатеринбург: Уральский государственный архитектурно-художественный университет имени Н.С. Алфёрова, 2024 – 106 с.
5. Основные тенденции и направления применения искусственного интеллекта в строительном секторе национального хозяйства: организационные и экономические аспекты / Секисов А.Н., Коженко Н.В., Папоян А.А., Кристя Н.Г., Прозорова А.С. / Экономика: вчера, сегодня, завтра. — 2023. — Том 13. — № 10А. — С. 357-366.
6. Система дистанционного управления мобильным роботом. Василюк Е.В. /УДК 681.5, 004.415.25.

7. Применение искусственного интеллекта в сфере строительства / Дроздова Е.С. Саврас А.Р. Карнейчик В.В. / Белорусский государственный университет транспорта/ ст. 129-136.
8. Применение высшей математики и искусственного интеллекта при строительстве / Тетерюков А.А., Мухачёв И.Б. / г. Минск, 3 ст.
9. Атлас искусственного интеллекта для бизнеса и власти: учебное пособие / А.И. Соснило. — Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2022. — 101 с.

Implementation of neural networks in the construction industry for the formation of executive documentation

Vyacheslav Petrovich Dolgov*¹,
Alexander Gennadievich Ulyanov², Svetlana Sergeevna Yusupova³

¹Dedalus Construction Company, Sirius, Russia, * vyacheslav-dolgov@list.ru

^{2,3}Novorossiysk Branch of Belgorod State Technological University
named after V.G. Shukhov, Novorossiysk, Russia
²al-gen@yandex.ru, ³svetlana-svetli4na@mail.ru

Abstract

This article examines key aspects of modern construction, including new technologies, materials and methods that affect the efficiency and sustainability of construction projects. Trends in architecture and urban planning are discussed, as well as the influence of environmental factors on the choice of construction solutions. The article aims to analyze current challenges and opportunities in the field of construction, and to offer recommendations for improving processes and enhancing the quality of the final product.

Keywords: artificial intelligence in construction, process automation, neural networks