

**Доклад Малахова В.И. на тему «Проблемы внедрения ИИ в строительстве и пути их решения» на Научно-практической конференции: «Перспективы использования искусственного интеллекта в градостроительной деятельности» в НИИСФ.**

**Тезис-1. Исходные дефиниции для использования ИИ в строительстве.**

Несмотря на высокий уровень декларативной эффективности применения ИИ в экономике страны в целом, до сих пор не утихают споры и дискуссии о том, что из себя представляет ИИ и как правильно выстроить стратегическую парадигму его использования не только в экономике строительства, но и вообще в народном хозяйстве. Именно это коллизия говорит о том, что реальное подтверждение и доказательство эффективности ИИ до сих пор не получило никакого методологического и инвестиционного обоснования. В целях поиска наиболее полезной концепции ИИ для строительства, рассмотрим следующие подходы к пониманию ИИ:

**1. Концепция производительности труда.** Собственно, такой подход был когда-то заложен в исходные установки ИИ при возникновении самого термина. В данном случае ИИ воспринимается как аналог инструментария повышения производительности физического труда, но в отношении исключительно интеллектуальной деятельности. Хорошо известно, что увеличение **производительности физического труда** в параметрах превышения физиологических возможностей человек выражается в последовательной цепочке развития промышленных технологий: инструментальное оснащение, использование тяглового скота, гидро, аэро или гравитационная механизация, электрификация физического труда, автоматизация разных уровней и роботизация. Все этапы увеличения физической производительности труда практически до 20-го века никак не увеличивали **производительность интеллектуального труда**. Все расчеты, проектирование, сбор данных, аналитика и обработка информации производились исключительно в рамках естественных интеллектуальных возможностей конкретных людей. В рамках этой концепции, любые устройства, приспособления, механизмы и т.п. «счетные машинки», значительно ускоряющие, упрощающие, уточняющие результаты инженерных расчетов, калькулирование и обработку больших объёмов данных – это тоже **Искусственный Интеллект!** Развитие этой концепции продолжается и сегодня, пережив этапы активного использования механических, электрических и

электронных калькуляторов, человечество перешло к активному применению в этих же целях цифрового программного инструментария. В этой концепции **внедрение ИИ уже давно произошло** и сегодня только развивается, в т.ч. в формате специализированного машинно-аппаратного обеспечения строительной отрасли.

- 2. Концепция управления знаниями.** Эта концепция отражает другую интеллектуальную задачу человека – накопление знаний и обработка данных. Для решения интеллектуальных задач первого типа (см. п.1), требуется постоянная работа по накоплению и аудированию данных, аккумулярованию отобранной информации, формирования интеллектуальных аналитических платформ их обработки и выдачи результатов статистического наблюдения и мониторинга. Реально, но людей на эту работу иногда не хватает. Для развития этой концепции мы должны уточнить, что знания – это сведения об окружающем нас мире, пригодные для накопления, распознавания и передачи. А данные – это кирпичи знаний. Можно знать, что такое дождь, но для полезного использования этого знания нужна статистика осадков в той или иной местности по сезонам, годам и т.д. Это и есть данные. Для эффективного сбора данных требуются специальный интеллектуальный инструментарий по идентификации, классификации, когнитивному распознаванию и оценке волатильности, гибкости и изменчивости данных для формирования эффективных выводов. Это означает только одно: сегодня под ИИ понимают не только системы управления данными по установленным алгоритмам, но и системы автоматического сбора данных, автоматического пополнения баз данных и библиотек и автоматической оценке изменений в статистике по факту появления новых данных. Например, если установлена автоматическая система контроля ПДД, то такая система в рамках концепции ИИ должна уметь не только обнаруживать нарушения и выписывать штрафы, но и накапливать информацию о нарушениях конкретных автомобилей, пополнять базу контроля по статистике наиболее частых нарушений, учитывать автомобили без номеров со своими уникальными именами и затем сводить их реквизиты в информационный поток поиска. И много другое, на что человек, или целая команда тратила бы сотни и тысячи часов рабочего времени. Наивысшая точка развития ИИ в этом направлении – это запуск сбора данных по установленным требованиям и периодическая выдача требуемых аналитических параметров выборки по требуемым запросам. То есть полное освобождение человека от составления баз

данных. Данная концепция находится в развитии, эффективных инструментов ИИ пока нет.

3. **Концепция интеллектуального робота.** Наконец, последняя концепция является ответом на запрос творческого интеллекта. При этом часто такой запрос усиливается требованием наличия человеческих качеств: эмпатии, начитанности, грамотности, креативности и т.п. качеств, который мы ждем от интересного партнёра, а соответственно, часто требует и антропоморфной идентичности. Достижение такого результата невозможно без выполнения задач ИИ в первых двух пунктах, но требуется еще и генерация нестандартных идей, новаций, изобретений и рационализаторских способностей. Именно запрос на сверхчеловеческую креативность и стал причиной столь активного внедрения ИИ в экономической деятельности человека, особенно на фоне резкого падения инженерного потенциала страны. Является ли это панацеей от интеллектуального провала в целом – вопрос спорный, но в условиях резкого падения интеллектуального потенциала и роста сложности технических систем, упование на чудо ИИ становится единственной надеждой и убежищем непрофессионалов. С точки зрения методологии цифровизации именно искусственного творческого интеллекта (ИТИ), точкой преткновения является тождественность с человеческим интеллектом. Человек может выдать креативную находку и без обработки большого количества данных, без высокого уровня профессиональной готовности к открытию, просто на основании естественного природного таланта. В ИТИ природный талант внедрить НЕВОЗМОЖНО, а значит создание любых систем творческого ИИ сведется к проектированию т.н. «черных ящиков» генерации случайного набора данных на случайном наборе алгоритмов и переборе исходных ограничений. Безусловно, это может принести желаемый творческий результат... Но кто будет отвечать за нежелательный или откровенно опасный результат. А главное – кто и что будет мерилom опасности и оценщиком риска такого результата? Поэтому в настоящее время концепция интеллектуального антропоморфного робота ограничивается приветствием гостей конференций и приготовлением некачественного кофе. Нужно ли это направление в строительстве? – вопрос для дискуссии.

## **Тезис-2. Целеполагание для использования ИИ.**

Базовые цели внедрения ИИ в строительной отрасли должны однозначно и безусловно отражать как очевидное повышение эффективности

государственного управления, так и качественному повышению благосостояния и обеспеченностью услугами граждан в рамках задач строительной отрасли! Среди прочих, считаем следующие цели приоритетными для строительной отрасли:

1. Резкое, на протяжении ближайших 10 лет, качественное снижение стоимости владения и стоимости эксплуатации ОКС. Переход от парадигмы дешевого строительства к парадигме дешевого содержания и владения. Высвобождение средств от экономии на содержании в целях расширения базы объектов недвижимости и роста их качества. Здесь вопросы использования ИИ просто чрезвычайно важны, поскольку экономия от затрат на эксплуатацию ведет не просто к созданию дополнительных источников инвестиций, но и к обогащению населения, а значит росту инвестиционной активности нации в целом.
2. Значительное качественное изменение уровня обеспеченности населения объектами недвижимости. Цифровой показатель: количество кв. м. жилья на человека, стоимость содержания 1 кв. м. жилья, количество торговых, медицинских, образовательных, спортивно-рекреационных, санаторно-курортных площадей на 1 гражданина страны (зданий), количество объектов инфраструктуры (км дорог, точек сервиса, точек заправки, прочих сооружений и т.п.) на 1 гражданина страны. Рост обеспеченности при снижении стоимости 1 кв. м. на человека.
3. Системное повышение уровня безопасности и защищенности граждан во всех аспектах создания, изменения и использования объектов капитального строительства. Цифровые показатели по направлениям безопасности, безопасность труда, создания и изменения, безопасность проживания и пребывания, безопасность использования, безопасность влияния на будущие поколения, экологическая безопасность, ресурсная безопасность, энергетическая, военная безопасность, антитеррористическая и т.п. комплексная безопасность зданий и сооружений. Рост безопасности при снижении стоимости её обеспечения на человека.

Все прочие цели, так или иначе, являются или подцелями трёх главных, или производными от них направлениями деятельности, в т.ч. снижение энергетической себестоимости строительства, снижение доли добавленной себестоимости к строительной, снижение прироста стоимости материалов и ресурсов за отчетный период и т.п. Создание системы балансирования бюджета страны на основе агрегирования затрат на эксплуатацию с использованием ИИ – одна из приоритетных задач. Многие прекрасно

понимают основной макроэкономический разрыв: чем больше строишь за счет бюджета, тем дороже обходится содержание государственных активов, тем больше требуется налогов, тем быстрее падает предпринимательская активность и уровень жизни населения. Эта коллизия ведет к падению многих экономически развитых держав и спасение здесь может быть только в точном гибком расчете потребностей и возможностей страны и населения в целом. А для этого и требуется ИИ.

С другой стороны, сама цель внедрения ИИ предполагает резкое повышение эффективности системы управления объектами капитального строительства с учетом концепции непрерывной экономической целесообразности эксплуатации и минимизации затрат на содержание. Эта же причина требует при моделировании объектов капитального строительства искать не самое лучшее решение стартовый CAPEX-min, а минимизацию затрат на возможный реинжиниринг строительных объектов в будущем, поскольку строительство гибких трансформеров - это и есть решение по качественному снижению затрат на эксплуатацию. Здесь роль ИИ трудно переоценить.

Наконец, есть направления ИИ, которые уже сейчас могут приносить реальную выгоду, при относительно невысоком уровне затрат, в том числе:

1. Программные роботы (RPA). Позволяют заменить людей в рутинной работе, там, где не требуется принятие решений.
2. Автоматически собираемые базы данных и их ИИ-идентификация на основе алгоритмов классификации. В крупных строительных проектах тысячи классифицируемых позиций, а, с учетом изменений, объем работы увеличивается кратно.
3. Цифровые помощники (DA). Тому же проектировщику требуется знать содержание сотен нормативных документов, да еще и отслеживать их изменения.
4. Цифровые переводчики. В крупных проектах зачастую приходится общаться и вести документацию на нескольких языках.
5. Системы распознавания текстов, изображений и их привязка с действующим документам проектов или сопоставление с набором данных ИМ.

### **Тезис-3. Критические ограничения для использования ИИ в строительстве.**

1. **Проектная специфика отрасли.** Важнейшее отличие строительной отрасли от прочих отраслей народного хозяйства - это её коренная

проектная ориентированность. В проектной парадигме работают все - Заказчики, Застройщики, Инвесторы, тем более, Проектировщики, подрядчики или поставщики. Но это не значит, что им нужна идентичная линейка продуктов с использованием ИИ. Проектная парадигма обозначает, что финансовый результат бизнеса строится не на потоке продаж продукции, а на финансовом результате каждого проекта в отдельности на том или ином этапе его реализации. То есть нет стабильного потока выручки, требуется решение задачи оптимизации портфеля проектов. Проектная парадигма существенно влияет на цифровизацию строительства в целом, качественно позиционирует специфику цифровой составляющей строительной отрасли. Если ИТ-продукты для производства, для энергетики, для банковской сферы, медицины или образования, заранее предполагают длительное их использование в рамках установленных требований мануала, то строительное ПО не работает в рамках такой философии. Проекты могут быть короткие, среднесрочные и долгосрочные, могут быть из гражданского строительства, промышленного или инфраструктурного, могут быть проекты Заказчика и Подрядчика, проекты корпоративные, межкорпоративные, холдинговые и государственные. Иными словами, любое ПО в такой смешанной отрасли не отвечает полным требованиям пользователей. Требуется подбор уникального пакета ПО для конкретного проекта, способного резко повысить качество и экономические показатели проекта.

- 2. Инжиниринг жизненного цикла ОКС и стоимость владения им.** Каждый ОКС переживает на своём ЖЦ большое количество всевозможных проектов: проект создания, проекты капремонтов, реконструкций, переоснащений, реинжиниринга и реноваций, редевелопмента и расширения. И если их выстроить в ряд, то можно сформировать т.н. СПИРАЛЬ проектной трансформации ОКС на ЖЦ (Колодец ЖЦ ОКС). Эффективное экономическое планирование ОКСа (инжиниринг ЖЦ с минимальной стоимостью владения) возможно только тогда, когда информация со всех проектов на ЖЦ собирается в единую ИМ и используется при принятии решений на каждом следующем этапе ЖЦ. По сути, сейчас и раньше мы живем в методике бумажной ИМ в виде "снежного кома" бумажной документации. Каждый новый проект ОКС создает только новый пакет документации, которая закрывает предыдущие слои знаний и может навсегда их уничтожить, изъять из поля зрения будущих поколений реконструкторов. ИМ позволяет избежать

такой ситуации создавая внутри этого колодца или спирали - постоянный информационный сердечник, которые не просто содержат информацию, а дает аналитические и статистические инструменты для моделирования новых решений на основе прошлого опыта и новых требований времени. То есть ничто не теряется, а используется в решениях об изменениях ОКС. Каким образом здесь будет полезен ИИ – вопрос комплексной дискуссии на уровне отрасли.

#### **Тезис-4. Нужна классификация режимов внедрения ИИ в строительстве.**

Как показывает практика, в экспертном сообществе нет не только единого понимания сути ИИ, не говоря уже о его отраслевых особенностях, но и четкого представления о системе инструментального использования ИИ, включая соответствующие интерфейсы пользователей различного уровня. Строительство является не только принципиально отличной от прочих отраслю народного хозяйства с позиции экономического моделирования, но и самой насыщенной с точки зрения числа и видов участников и ролей в процессах создания или изменения ОКС.

Для построения эффективной методологии внедрения и использования ИИ в строительстве можно выделить следующие принципиальные сценарии инклюзивной имплементации компонентов ИИ в инфраструктуру реализации строительных проектов, в системы обслуживания и эксплуатации ОКС, ИМ и управления их ЖЦ:

1. Компонент ИИ как доработка, присоединяемая к существующим стандартным типовым ПО-продуктам в строительстве ИИ-опция (САД-программы, инженерно-расчетные сервисы, программы КСП, сметные программы, системы документооборота, ERP строительных функций, программы управления проектами, ИМ, ЖЦ ОКС, ЖЦ ИМ ОКС, BIM-платформы и т.д.), разработанные специализированными ИИ-вендорами.
2. Указанные выше программы, но уже с неотделяемыми ИИ-сервисами, разработанные совместными командами вендоров-партнеров или просто единым вендором с ИИ-компетенциями.
3. Отдельные ИИ-программы, повторяющие функционал существующих строительных продуктов, но уже под отдельным брендом, например, те или иные вербальные САДы, которые создают проектную документацию на основании общения с ИИ. Такие продукты уже становятся альтернативой используемым пакетам ПобезИИ-решений и формируют автономный канал внедрения, в т.ч. на единой нормативно-методологической основе.

4. Отдельные, но межпродуктовые ИИ-программные решения, которые выполняют функции помощников для принятия решений не только в пакете назначенных ПО-решений, но и в выборе ПО для состава этого пакета в ИМ. Это уже и будет та самая система мониторинга продуктов, их идентификации и классификации для использования в платформах создания ИМ с использованием ИИ.
5. Отдельные, ИИ-программные решения на комплексных BIM-платформах, объединяющих функционал управления проектами, управления ЖЦ ОКС и систем поддержки принятия решений по управлению ОКС с использованием ИМ.
6. И, наконец, BIM-платформы и иные надсистемные продукты с уже предустановленным ИИ-ядром, к которым можно подключать совершенно разные продукты, которые, благодаря ИИ, занимают свое место в общем информационном потоке для получения лучших управленческих решений.
7. Комплексные ИИ-решения для разработки механизмов создания распределенных ИМ и анализа используемости данных в ИМ в целях ускорения обработки данных. Для этого ИИ нужен категорически срочно.

Какими конкретно ИИ-продуктами заниматься сегодня, в каком порядке, какие приоритеты мы должны предлагать, для какого уровня клиентов в строительстве? – это и есть вопрос работы комитета по внедрению ИИ в строительстве. Критическое условие работы таких систем – минимизация объёмов ИМ и обсуживающих сервисов в целях снижения рисков информационных «цунами» в каналах передачи данных.

#### **Тезис-5. Требуется создавать блок сервисов работы с ИИ-продуктами для строительства.**

Критический вопрос внедрения ИИ – это что будет приоритетом строительной отрасли: Информационная модель ОКС и вся инфраструктура её создания, использования и поддержки вне зависимости от эффекта ИИ? Или обязательное использование ИИ во всех процессах строительной отрасли, с учетом приоритета ИИ-результатов перед прочими? Этот вопрос должен отодвинуть всю модную риторику об ИИ и внести системную ясность в определение полезности ИИ для тех или иных процессов в строительстве, без оголтелого и неуместного применения ИИ в самых примитивных и абсолютно бесполезных для отрасли сервисах. Поэтому. С позиции системной организации процессов внедрения ИИ в строительстве мы должны:

1. Разработать систему стандартизации деятельности ИИ-вендоров для строительства в рамках регламента и алгоритмов идентификации ИИ-продуктов в соответствие с представленной выше классификацией (это как пример, не догма);
2. Разработать программу имплементации ИИ-продуктов в действующие IT-сервисы, платформы, облачные и сетевые IT-системы с обеспечением гарантии недопущения рисков и дестабилизации отработанных технологических цепочек отрасли.
3. Разработать требования и правила создания комплексных интеграционных ИИ-продуктов для объединения на одной ИИ-платформе совершенно разных BIM-решений с возможностью вовлечения результатов их работы в обработку с использованием ИИ-инструментария, в т.ч. автоматическую.
4. Разработать блок требований и механизмов проверки, контроля. Тестирования и аудита работы ИИ-сервисов в строительстве, проведения операционного анализа экономической эффективности таких продуктов с обязательным пилотным апробированием в закрытых локальных IT-агрегациях, чтобы не нанести ущерб отрасли в целом.
5. Создание системы сервисов и услуг для поддержки и наладки ИИ-сервисов на удаленных строительных площадках, в т.ч. с обучением соответствующего персонала.

**Малахов В.И. к.э.н. DBA**

**Вице-президент Национальной Палаты Инженеров по строительному инжинирингу  
Президент БИСКИД – Бизнес-школы Инвестиционно-Строительного Инжиниринга,  
Консалтинга и Девелопмента.**



XV Академические чтения, посвященные памяти  
академика РААСН Осипова Г.Л.

Научно-практическая конференция «Перспективы использования  
искусственного интеллекта в градостроительной деятельности»,  
Москва, 2 – 3 июля 2024 г.

**Модераторы:**

Валерия Мозганова, Радиостанция Business FM, руководитель отдела  
«Недвижимость»

Евгений Карант, НИИСФ РААСН, ведущий инженер

Полный список докладов доступен на сайте ЦифраСтрой по ссылке

<https://cifrastroy.ru/news/buduschee-iskusstvennogo-intellekta-v-gradostroitelstve>