

ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Тетерюков Артём Андреевич, Мухачёв Илья Борисович,
студенты 2-го курса кафедры «Робототехнические системы»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Лебедева Г.И., доцент)*

Искусственный интеллект в строительстве предполагает использование компьютерных систем и алгоритмов для вычисления трудоемких задач по строительству и управлению строительством. Ни для кого не секрет, что технологии искусственного интеллекта будут определять ветвь развития строительного ремесла в ближайшие годы. Так уже сейчас технологии искусственного интеллекта и машинного обучения достигает роботизированной кладки кирпича, сварки, заливки бетона и даже возведения всего здания с использованием технологии 3D-печати.

На данный момент идет активный анализ опубликованных исследований по использованию ИИ в автоматизации рутинных, но при этом не менее важных для строительного процесса задач по его управлению, для грамотного планирования таких задач, предотвращения всякого рода задержек поступающих компонентов, разрешения различного рода конфликтов и определение приоритетов соблюдения сроков сдачи объектов. Достаточно часто приводятся доводы о том, что с помощью ИИ организации могут выявлять и заниматься выявлением и устранением потенциальных проблем быстрее, чем с помощью человека. По статистике, руководители проектов предпочитают использовать именно ИИ для обработки и анализа значительных объемов данных. Поэтому достижения в сфере искусственного интеллекта и машинного обучения нацелены на основные проблемы в строительной отрасли.

В последнее время исследования искусственного интеллекта в строительном секторе были сосредоточены на разработке и внедрении различных методов: вероятностных, статистических и экономических методов, включая формальную логику, математическую оптимизацию, искусственные нейронные сети.

Анализ потребления основных материалов в гражданском строительстве очень важен на начальных этапах проекта. Его ценность выражается во влиянии количества материалов на изменение цены отдельных предметов, а значит, и на формирование общей стоимости проекта. Помимо вышесказанного,

строительные компании используют оценку количества материалов как основу для предложения на рынке. Достоверность предложений с учетом общих условий реализации бизнеса напрямую влияет на прибыль, которую такая компания способна получить от данного проекта. Из-за недостаточной производительности исходной математической модели, предложили использовать математическую модель предварительной стоимости строительно-монтажного объекта, основанную на усовершенствованном алгоритме нейронной сети. Так, первоначальная стоимость проекта сборочного строительства включает стоимость изготовления комплектующих, стоимость перевозки комплектующих до места строительства и стоимость монтажных комплектующих. По результатам оценки стоимости строится математическая модель предварительной сметы объекта быстровозводимого строительства с учетом задаваемых параметров проекта.

Данная математическая модель позволяет учитывать влияние множества переменных, как, например, сложность конструкции, географическое расположение объекта, сезон выполнения работы и текущие рыночные влияния. Для расчета подобных моделей применяются методы высшей математики, включая линейное программирование, регрессионный анализ и методы оптимизации.

Одним из примеров может служить математическая формула оценки стоимости строительства C , учитывающая затраты на материалы, рабочую силу и транспортировку:

$$C = \sum_{i=1}^n (M_i \cdot Q_i) + \sum_{j=1}^m (L_j \cdot T_j) + T,$$

где:

M_i – стоимость единицы материала i ,

Q_i – количество материала i ,

L_j – почасовая ставка работника j ,

T_j – общее время работы работника j ,

T – транспортные расходы.

Для оптимизации затрат используется метод линейного программирования, где цель — минимизация стоимости C при выполнении следующих ограничений:

1. Обеспечение минимального количества ресурсов, необходимых для завершения проекта:

$$\sum_{i=1}^n Q_i \geq R$$

где R - требуемый объем ресурсов.

2. Ограничения по времени:

где T_{max} – допустимый срок выполнения проекта.

$$\sum_{j=1}^m T_j \leq T_{max}$$

Для прогнозирования затрачиваемых средств и сроков завершения проекта могут применяться модели искусственных нейронных сетей (ИНС). Например, многослойный персептрон (MLP) используется для оценки начальной стоимости проекта на основе данных, полученных с предыдущих проектов. Пусть входные данные $X = \{x_1, x_2, \dots, x_k\}$ описывают ключевые параметры проекта (например, его занимаемая площадь, количество этажей, тип материалов), а выходное значение y у представляет собой стоимость.

Обучение модели заключается в минимизации функции ошибки:

$$E = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)^2,$$

где:

y_i – реальная стоимость i -го проекта,

\hat{y}_i – предсказанная моделью стоимость,

N – предсказанная моделью стоимость,

Это лишь небольшая часть методов, использующихся для оптимизации таких проектов. Так, ИИ рассчитывает и анализирует огромные для человека масштабы информации, которую впоследствии структурирует и выдает наименее затратный по времени и средствам путь реализации объекта. Конечно, это очень удобно и выгодно, но не стоит забывать и о недостатках, например, для работы с ИИ требуется высококвалифицированный специалист, который способен грамотно обозначить задачу и все ее переменные для корректной работы. В целом же в текущих реалиях оптимизировать скорость и стоимость жилищных проектов очень важно, так как многие мегаполисы, такие как Минск, страдают от недостатка и дороговизны жилья, что в свою очередь сказывается на упадке скорости урбанизации.