

Горбач Павел Сергеевич,
к.т.н., зав. каф. ПГС, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: gorbachps@mail.ru

Пилипенко Александр Николаевич,
студент гр. СТ-22, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: pgs@mail.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕРЕДОВЫХ АЛГОРИТМОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ КОНФЛИКТОВ ПРОЕКТНЫХ СТРАТЕГИЙ

Gorbach P.S., Pilipenko A.N.

USING ADVANCED ARTIFICIAL INTELLIGENCE ALGORITHMS INTELLIGENCE TO DETECT POTENTIAL CONFLICTS PROJECT STRATEGIES

Аннотация. Статья посвящена исследованию применения методов искусственного интеллекта (ИИ) для автоматизированного выявления коллизий и ранней оптимизации проектных решений в среде информационного моделирования зданий и сооружений (BIM).

Ключевые слова: искусственный интеллект, коллизии, оптимизация, BIM, конфликты, автоматизация, валидация, метрики, внедрение.

Abstract. The article is devoted to the study of the use of artificial intelligence (AI) methods for automated collision detection and early optimization of design solutions in the environment of information modeling of buildings and structures (BIM).

Keywords: artificial intelligence, collisions, optimization, BIM, conflicts, automation, validation, metrics, implementation.

Успешность современных строительных проектов в значительной степени зависит от своевременного обнаружения и нейтрализации конфликтов между инженерными системами и конструкциями. Столкновения, возникающие на поздних этапах проектирования или в процессе строительства, чреваты серьезными финансовыми убытками, задержками в графике и снижением качества готового объекта. Внедрение BIM-платформ способствовало систематическому подходу к координации различных дисциплин, однако традиционные методы проверки на коллизии часто ограничены жесткими правилами, сложной настройкой и неспособностью учесть вероятностный характер человеческого фактора и проектных допущений.

В этих условиях методы искусственного интеллекта, в частности машинное обучение, открывают перспективные возможности для автоматизации и улучшения процессов выявления коллизий, а также оптимизации проектных решений на ранних стадиях. Алгоритмы ИИ способны обрабатывать разнообразные данные (геометрические, семантические, временные, стоимостные), выявлять скрытые закономерности, классифицировать типы конфликтов и прогнозировать области с высокой вероятностью возникновения проблем. Кроме того, ИИ-методы оптимизации (эволюционные, градиентные, байесовские) позволяют формализовать и автоматизировать задачи ранней оптимизации ком-

поновки инженерных систем, учитывая ограничения по стоимости, пространству и эксплуатационным требованиям.

Исследование включает создание экспериментальной среды для сравнения классических и машинных методов выявления коллизий. Используются реальные BIM-проекты, синтетические модели и аннотированные выборки данных. Подготовка данных включает нормализацию геометрии, извлечение признаков (расстояния, пересечения, зазоры, соседство, принадлежность к системам), семантики (тип, назначение, материалы, атрибуты) и построение графовой структуры [1].

Компоненты ИИ, особенно в сочетании с базовыми системами, повышают точность обнаружения коллизий, ранжируют их и предлагают корректирующие действия, что ведет к сокращению переработок и снижению стоимости проектов. Однако для надежного применения необходимы системная подготовка данных, обеспечение интерпретируемости и интеграция в проектные процессы.

Для успешного промышленного внедрения рекомендуется следующее: создать стандартизованный процесс подготовки и валидации данных для тренировки моделей; применять гибридную архитектуру, объединяющую правила и обучаемые компоненты; реализовать механизмы обратной связи от экспертов и активного обучения; внедрять модули объяснимости и интерфейсы визуализации для облегчения принятия решений инженерами; проводить пилотные проекты с постепенным расширением масштаба и мониторингом экономической эффективности. В перспективе целесообразно исследовать применение более сложных методов оптимизации (многокритериальная оптимизация, оптимизация под ограничения безопасности и нормативов) и углублённое использование GNN и трансформных архитектур для учёта временной динамики изменений модели. Реализация потоков, в которых ИИ не заменяет, а дополняет экспертное знание, способна обеспечить существенное сокращение рисков и затрат, связанных с поздним выявлением коллизий, и повысить качество проектных решений на ранних стадиях жизненного цикла здания.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на устранение дисбаланса данных, расширение выборки через имитационное моделирование и активное обучение, изучение трансферного обучения между объектами и проектами, а также на оценку автоматической модификации проектных решений с учетом нормативных и эксплуатационных ограничений. Стандартизация представлений признаков и протоколов обмена важна для интеграции ИИ-инструментов в экосистему BIM.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коллизии в BIM-моделях: классификация конфликтов. Methodology for the Development of Industry Foundation Classes. (интернет ресурс) – researchgate.net.