

КОМПАРАТИВНЫЙ АНАЛИЗ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА СОВРЕМЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

В. В. ШЕЛЮТО

*Научный руководитель – В. М. ПРАСОЛ (канд. техн. наук, доцент)
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Строительство объектов транспортной инфраструктуры (мостов, тоннелей, дорог, развязок) характеризуется высокой сложностью, значительными финансовыми рисками и необходимостью координации множества участников. Традиционные методы управления зачастую не обеспечивают требуемой точности и оперативности, что приводит к перерасходу бюджета и срыву сроков. Цифровая трансформация отрасли и, в частности, внедрение технологий искусственного интеллекта рассматриваются как ключевой фактор повышения производительности, качества и безопасности строительства [1–3].

Целью данного исследования является выявление наиболее эффективных направлений и инструментов внедрения ИИ в строительстве транспортной инфраструктуры на основе компаративного анализа существующих программных платформ.

В качестве методологической основы исследования использован компаративный анализ. Объектом анализа выступили современные программные платформы и технологии ИИ, применяемые на различных этапах жизненного цикла транспортных объектов. Анализ проводился по следующим ключевым направлениям: генеративное проектирование, BIM и автоматическая проверка коллизий, календарное планирование, сметное ценообразование, мониторинг площадки и безопасность, контроль качества, цифровые двойники, управление логистикой и цепочками поставок, прогнозное обслуживание, роботизация. Для каждого направления были оценены функциональность, точность, интеграционная способность (особенно с BIM), масштабируемость и ограничения ведущих мировых решений.

Проведенный анализ позволил систематизировать существующие решения и выбрать оптимальные программные продукты для каждого направления в контексте строительства сложных транспортных объектов. Результаты выбора с кратким обоснованием представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Рекомендуемые программные платформы ИИ для строительства транспортной инфраструктуры

Направление	Выбранная программа	Краткая причина выбора
Генеративное проектирование	Autodesk Generative Design (Revit + Dynamo)	Высокая точность, интеграция с BIM, масштабируемость
BIM / Clash detection	Solibri	Автоматизация проверок, точность выявления коллизий, гибкость правил
Календарное планирование	ALICE Technologies	Генерация альтернативных сценариев, интеграция с Primavera / MS Project
Takeoff / сметы	Togal.AI	Высокая точность распознавания чертежей, интеграция с ERP
Мониторинг площадки / безопасность	Spot.ai	Точная детекция объектов и нарушений, масштабируемость
QA / инспекции	Doxel	Автономное наблюдение, точность дефектов, интеграция с BIM
Digital Twin / визуализация	Autodesk Tandem	Полная интеграция с BIM, поддержка IoT, прогнозирование
Логистика / цепочка поставок	ERP + ML-интеграции	Прогнозирование потребности, масштабируемость, интеграция с корпоративными процессами
Predictive Maintenance	IBM Maximo	Комплексный мониторинг, интеграция с Digital Twin, прогноз отказов
Роботизация / автономная техника	Komatsu AHS	Высокая автономность, проверенная эффективность, интеграция с планами
Энергоэффективность / устойчивость	Специализированные ML решения	Оптимизация энергопотребления, анализ жизненного цикла материалов
Автоматизация документации / NLP	LLM + интеграции	Автоматическая обработка текстов, структурированные отчеты, ускорение работы

Как показывает анализ, наибольший эффект от внедрения ИИ достигается в задачах высокой сложности: проектирование мостовых переходов и тоннелей, координация инженерных систем на развязках, оптимизация графиков строительства протяженных объектов. Например, использование Autodesk Generative Design позволяет в сжатые сроки проработать десятки вариантов конструктивного решения моста, оптимизируя его по массе, стоимости и прочности. Внедрение Solibri для автоматической проверки BIM-

моделей сложного транспортного узла позволяет минимизировать количество коллизий на этапе проектирования, что предотвращает дорогостоящие переделки на стройплощадке.

Актуальность внедрения проанализированных технологий для Республики Беларусь обусловлена реализацией Государственной программы «Цифровое развитие Беларуси» на 2021–2025 годы [2]. В рамках программы заложены основы для внедрения BIM-технологий, дистанционного зондирования и интеллектуальных систем управления, что создает нормативную базу для использования ИИ.

Наиболее перспективными для первоочередного внедрения являются следующие направления:

1 Создание модулей автоматической оптимизации конструкций мостов и эстакад на основе критериев стоимости и безопасности.

2 Использование дронов и компьютерного зрения (аналоги Spot.ai) для контроля соблюдения технологий и выявления дефектов на таких объектах, как реконструкция МКАД.

3 Развертывание систем на базе цифровых двойников (Autodesk Tandem) и платформ прогнозного обслуживания (IBM Maximo) для мониторинга состояния уже эксплуатируемых мостовых сооружений.

Ключевыми факторами успеха станут поэтапное внедрение, starting с пилотных проектов, развитие цифровых компетенций инженерных кадров и адаптация международного опыта к национальным нормам и практике.

Проведенный компаративный анализ наглядно демонстрирует, что современные технологии искусственного интеллекта предлагают зрелые и эффективные решения для кардинального повышения эффективности строительства объектов транспортной инфраструктуры. Сформированная в результате исследования систематизированная таблица выбора программных платформ служит практическим инструментом для менеджеров проектов и специалистов по цифровизации, позволяя обоснованно выбирать технологии для конкретных задач.

Внедрение рассмотренных AI-решений в строительный комплекс Республики Беларусь, особенно в свете проводимой государственной цифровой политики, является стратегически важным направлением для снижения затрат, соблюдения сроков и повышения качества и безопасности возводимых транспортных объектов. Дальнейшие исследования целесообразно направить на разработку детальных дорожных карт внедрения конкретных платформ и оценку их экономического эффекта в условиях национальной строительной отрасли.

Список литературы

1 McKinsey Global Institute // McKinsey & Company. – URL: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/artificial-intelligence> (дата обращения: 23.11.2025).

2 О Государственной программе «Цифровое развитие Беларуси» на 2021–2025 годы : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 2 февр. 2021 г., № 66 //

Национальный правовой Интернет-портал Респ. Беларусь. – URL: <http://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22100066> (дата обращения: 23.11.2025).

3 Шелюто, В. В. Анализ целесообразности применения искусственного интеллекта в строительной отрасли / В. В. Шелюто, В. М. Прасол // Инновации в технико-экономических системах : сб. материалов IX науч.-практ. конф. магистрантов. – Гомель : БелГУТ, 2023. – С. 51–53.

УДК 658.284:69

МЕТОДИКА И ОЦЕНКА ВЫБОРА ПРОГРАММНЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

В. В. ШЕЛЮТО

*Научный руководитель – Т. В. ЯШИНА (канд. техн. наук, доцент)
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Календарное планирование остается одним из ключевых инструментов управления строительными проектами, определяющим их своевременность и экономическую эффективность. В условиях цифровой трансформации строительной отрасли Республики Беларусь, обусловленной реализацией государственных программ [1], актуальной задачей является переход от традиционных методов планирования (таких как MS Excel) к специализированным программным комплексам. Однако разнообразие представленных на рынке решений и субъективность их выбора создают потребность в разработке научно обоснованного инструмента для сравнительной оценки их эффективности [2, 3]. Целью данного исследования является разработка и апробация интегральной модели комплексной оценки эффективности программ календарного планирования для строительных организаций Республики Беларусь. В основу исследования положен комбинированный подход, интегрирующий квалитетический и статистический методы анализа. Для сбора данных применялись экспертные опросы, анкетирование и анализ архивных данных строительных организаций (ОАО «МАПИД», ОАО «Гомельский ДСК» и др.). Были проанализированы 11 программных продуктов, включая MS Project, Primavera P6, ProjectLibre, 1С:Проектирование и другие.

Разработанная интегральная модель оценки эффективности основана на вычислении взвешенного интегрального показателя

$$E_{int} = \frac{\sum_{i=1}^n w_i S_i}{\sum_{i=1}^n w_i},$$

где w_i – весовой коэффициент i -го критерия, определяемый методом обратных рангов; S_i – средняя экспертная оценка выполнения i -го критерия по 10-балльной шкале.