

Бурико Богдан Игоревич, магистрант,
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный
нефтяной технический университет»

Сафина Ольга Михайловна,
Канд. техн. наук, доцент,
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный
нефтяной технический университет»

ТРАНСФОРМАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОСРЕДСТВОМ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ: ОТ КОНТРОЛЯ К ПРЕДИКТИВНОСТИ

Аннотация. В условиях возрастающей конкуренции и усложнения строительных проектов, традиционные методы управления качеством строительства (УКС) все чаще оказываются неэффективными. Данная статья исследует роль и влияние цифровых технологий, в частности, программного обеспечения (ПО), на трансформацию процесса УКС. Акцент сделан на переходе от реактивного контроля к проактивной, предиктивной модели управления качеством. Рассмотрены конкретные инструменты цифровой трансформации, такие как Big Data, IoT, облачные платформы и алгоритмы машинного обучения, а также их применение для прогнозирования дефектов, оптимизации процессов и улучшения общей эффективности УКС. В статье также рассматриваются проблемы и вызовы, возникающие при внедрении цифровых технологий в строительстве, и предлагаются рекомендации по их преодолению.

Ключевые слова: Управление качеством строительства, цифровизация, предиктивное управление, Big Data, IoT, машинное обучение, BIM, строительный контроль, риски, цифровая трансформация.

Строительная индустрия, будучи одной из самых консервативных отраслей, постепенно осознает необходимость цифровой трансформации для повышения конкурентоспособности и эффективности [1]. Управление качеством строительства, являясь критически важным аспектом успешной реализации проектов, также претерпевает значительные изменения под влиянием цифровых технологий.

Традиционный подход к УКС, основанный на контроле уже свершившихся фактов и устраниении выявленных дефектов, становится все менее эффективным в условиях современной реальности, когда сроки и бюджеты проектов жестко ограничены, а требования к качеству постоянно растут [2].

Цифровые технологии предоставляют возможность перейти к проактивной модели управления качеством, позволяющей не только оперативно реагировать на возникающие проблемы, но и прогнозировать их возникновение, тем самым предотвращая негативные последствия [3].

Цифровые инструменты для трансформации управления качеством строительства

Трансформация УКС посредством цифровых технологий включает в себя внедрение и интеграцию различных инструментов, обеспечивающих сбор, обработку и анализ данных на всех этапах строительного процесса:

1. BIM (Building Information Modeling): BIM является основой цифровой трансформации строительства, предоставляя цифровую модель здания, содержащую информацию о всех его элементах, характеристиках и взаимосвязях (Krygiel & Tannar, 2008) [4]. BIM позволяет выявлять потенциальные проблемы на этапе проектирования,



оптимизировать процессы строительства и обеспечивать соответствие требованиям стандартов качества;

2. IoT (Internet of Things): Датчики и сенсоры, устанавливаемые на строительной площадке и на оборудовании, позволяют собирать данные в режиме реального времени о температуре, влажности, вибрации, нагрузке и других параметрах. Эти данные используются для мониторинга состояния конструкции, контроля качества выполняемых работ и выявления отклонений от заданных параметров;

3. Big Data: Сбор и анализ больших объемов данных, поступающих из различных источников (BIM, IoT, системы управления проектами, строительный контроль), позволяет выявлять скрытые закономерности, прогнозировать возникновение дефектов и оптимизировать процессы управления качеством.

4. Облачные платформы: Облачные платформы обеспечивают централизованное хранение и управление данными, а также доступ к ним для всех участников проекта, что повышает прозрачность процессов и улучшает коммуникацию;

5. Машинное обучение: Алгоритмы машинного обучения позволяют анализировать данные и выявлять факторы, влияющие на качество строительства, прогнозировать возникновение дефектов и оптимизировать процессы управления качеством. Например, машинное обучение может быть использовано для анализа данных о дефектах, выявленных на предыдущих проектах, и прогнозирования вероятности возникновения аналогичных дефектов на текущем проекте;

6. Дроны и роботы: Дроны и роботы могут быть использованы для автоматизированного строительного контроля, выявления дефектов, мониторинга состояния конструкции и обеспечения безопасности на строительной площадке.

Переход от контроля к предиктивной модели управления качеством

Цифровые технологии позволяют перейти от реактивной модели УКС, основанной на контроле уже произошедших событий, к проактивной, предиктивной модели, позволяющей предвидеть и предотвращать возникновение проблем.

В рамках предиктивной модели УКС, данные, собранные с помощью различных цифровых инструментов, анализируются алгоритмами машинного обучения для выявления факторов, влияющих на качество строительства, и прогнозирования вероятности возникновения дефектов.

Например, данные, поступающие с датчиков IoT, установленных на строительной площадке, могут быть проанализированы для выявления отклонений от заданных параметров, таких как температура и влажность, которые могут привести к дефектам бетона. На основе этой информации можно принять меры для предотвращения возникновения дефектов, например, изменить режим поливки бетона или установить дополнительное оборудование для контроля климатических параметров.

Преимущества и вызовы внедрения цифровых технологий в управление качеством строительства.

Внедрение цифровых технологий в УКС предоставляет множество преимуществ:

1. Повышение точности и скорости принятия решений: Анализ данных в реальном времени позволяет оперативно выявлять проблемы и принимать обоснованные решения;

2. Снижение рисков: Предиктивное управление позволяет предвидеть возникновение проблем и принимать меры для их предотвращения;

3. Повышение эффективности строительного контроля: Автоматизированный строительный контроль позволяет сократить время и трудозатраты на инспекции и выявление дефектов;



4. Улучшение коммуникации: Цифровые платформы обеспечивают прозрачность информации и улучшают коммуникацию между всеми участниками проекта;

5. Повышение качества строительства: благодаря более эффективному контролю и управлению, цифровые технологии позволяют повысить качество строительства и обеспечить соответствие требованиям заказчика;

6. Сокращение сроков и бюджета: Оптимизация процессов и предотвращение дефектов позволяют сократить сроки и бюджет проекта.

Однако, внедрение цифровых технологий сопряжено с определенными вызовами:

- высокая стоимость внедрения и обслуживания: Внедрение и обслуживание цифровых технологий могут потребовать значительных финансовых затрат;

- необходимость обучения персонала: для эффективного использования цифровых технологий необходимо обучить персонал работе с новыми инструментами;

- интеграция с существующими системами: Интеграция нового ПО с существующими системами может быть сложной и потребовать дополнительных усилий;

- проблемы безопасности данных: Защита данных от несанкционированного доступа и кибератак является важной задачей при использовании цифровых технологий;

- сопротивление изменениям: Консервативность строительной индустрии может привести к сопротивлению изменениям и нежеланию внедрять новые технологии.

Рекомендации по успешному внедрению цифровых технологий в управлении качеством строительства

Для успешного внедрения цифровых технологий в УКС рекомендуется:

1. Разработать четкую стратегию цифровой трансформации: необходимо определить цели и задачи цифровой трансформации, а также разработать план по внедрению цифровых технологий;

2. Выбрать правильные инструменты: необходимо выбрать цифровые инструменты, наиболее подходящие для конкретных задач и потребностей компании;

3. Обучить персонал: необходимо провести обучение персонала работе с новыми инструментами и технологиями;

4. Обеспечить безопасность данных: необходимо принять меры для защиты данных от несанкционированного доступа и кибератак;

5. Внедрять изменения постепенно: необходимо внедрять изменения постепенно, начиная с наиболее простых и понятных задач;

6. Вовлекать всех участников проекта: необходимо вовлекать всех участников проекта в процесс цифровой трансформации, чтобы обеспечить их поддержку и сотрудничество.

Заключение

Цифровые технологии открывают новые возможности для трансформации управления качеством строительства, позволяя перейти от реактивного контроля к проактивной, предиктивной модели управления. Внедрение цифровых технологий предоставляет множество преимуществ, таких как повышение точности и скорости принятия решений, снижение рисков, повышение эффективности строительного контроля и улучшение коммуникации.

Несмотря на определенные вызовы, связанные с внедрением цифровых технологий, их использование является неизбежным для строительных компаний, стремящихся к повышению конкурентоспособности и эффективности. Правильный подход к внедрению цифровых технологий позволит получить максимальную отдачу от инвестиций и обеспечить высокое качество строительства.

Список литературы:

1. Teicholz, P. (2013). Construction informatics. John Wiley & Sons.



2. Deming, W. E. (1986). *Out of the crisis*. MIT Press.
3. Choi, J., Lee, J., Kim, C., & Kim, H. (2019). BIM-based defect prediction using machine learning techniques. *Automation in Construction*, 106, 102902.
4. Krygiel, E., & Tannar, B. (2008). *Building information modeling: data-driven building design*. John Wiley & Sons.

