

ЦИФРОВОЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ: ПОДХОДЫ И ИНСТРУМЕНТЫ ВНЕДРЕНИЯ

DIGITAL QUALITY CONTROL IN CONSTRUCTION: APPROACHES AND IMPLEMENTATION TOOLS

Пелешок А. А., аспирант, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-исследовательский центр информатизации Министерства иностранных дел Российской Федерации» (Москва, Россия)

Peleshok A.A., Postgraduate Student, Federal State Budgetary Institution «Research Center for Informatization of the Ministry of Foreign Affairs of the Russian Federation» (Moscow, Russia)

В условиях цифровизации строительной отрасли контроль качества приобретает новое содержание, переходя от традиционного инспекционного подхода к интеграции цифровых решений, основанных на данных. В статье рассматриваются современные подходы к цифровому контролю качества в строительстве, включая использование BIM-технологий, нейросетей, дронов, цифровых двойников и блокчейна. Цель исследования – обосновать значимость цифрового контроля качества в строительстве, классифицировать ключевые цифровые инструменты и обозначить пути их эффективного внедрения в российских условиях. Описаны ключевые инструменты, применяемые на этапах проектирования, строительства и эксплуатации объектов. Особое внимание уделено вопросам нормативного обеспечения, экономической эффективности и проблемам внедрения. На основе анализа практических кейсов предложены рекомендации по поэтапному переходу к цифровой системе управления качеством.

Ключевые слова: цифровизация, контроль качества, строительство, BIM, цифровой двойник, блокчейн, автоматизация.

Для цитирования: Пелешок А.А. Цифровой контроль качества в строительстве: подходы и инструменты внедрения // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2026. № 4(91). С. 47–51.

In the context of digital transformation of the construction industry, quality control is shifting from traditional inspection-based approaches to data-driven digital solutions. This paper explores current approaches to digital quality control in construction, including the use of BIM technologies, neural networks, drones, digital twins, and blockchain. The purpose of the study is to substantiate the importance of digital quality control in construction, classify key digital tools and identify ways to effectively implement them in Russian conditions. It outlines the key tools used at the design, construction, and operation stages. Special attention is given to regulatory support, economic efficiency, and implementation challenges. Based on case studies, recommendations for a phased transition to a digital quality management system are proposed.

Keywords: digitalization, quality control, construction, BIM, digital twin, blockchain, automation.

For citation: Peleshok A.A. Digital quality control in construction: approaches and implementation tools. Information and economic aspects of standardization and technical regulation. 2026; 4(91): 47–51. (In Russ.).

ВВЕДЕНИЕ

Современное строительство сталкивается с растущими требованиями к качеству, безопасности и скорости реализации проектов. На этом фоне цифровой контроль качества становится не просто вспомогательной функцией, а ключевым элементом стратегического управления строительным процессом.

Традиционные методы контроля, основанные на выборочных проверках и бумажной документации, уже не соответствуют требованиям современной отрасли. Ошибки, допущенные на ранних этапах, часто обнаруживаются слишком поздно, что приводит к дорогостоящей переделке. Цифровой контроль качества, напротив, позволяет интегрировать инструменты предиктивной аналитики и непрерывного мониторинга, снижая риски и повышая управляемость.

Цель статьи – обосновать значимость цифрового контроля качества в строительстве, классифицировать ключевые цифровые инструменты и обозначить пути их эффективного внедрения в российских условиях.

МОДЕЛИ И МЕТОДЫ

Методы исследования: системный анализ, кейс-метод, нормативный анализ, экспертная оценка. Цифровой контроль качества представляет собой систему управления, основанную на использовании цифровых технологий для обеспечения соответствия всех этапов строительства установленным нормам, стандартам и проектным параметрам.

Основные принципы цифрового контроля включают:

- сбор и анализ данных в режиме реального времени;
- минимизацию человеческого фактора;

– автоматическое выявление и документирование отклонений;

– сквозную прослеживаемость всех операций.

Ключевыми концепциями цифровизации контроля являются [1]:

1. Информационное моделирование зданий (BIM¹) – цифровая модель объекта, объединяющая геометрию, технико-экономические параметры и технологические процессы;
2. Цифровой двойник – динамически обновляемая модель, отражающая текущее состояние объекта на основе сенсорных данных;
3. LCM (жизненный цикл объекта) – интеграция всех этапов строительства, от замысла до утилизации, в единую цифровую платформу;
4. Единая среда данных (CDE) – система хранения и управления проектной документацией с обеспечением единой версии информации для всех участников.

Таким образом, цифровой контроль качества представляет собой не просто инструмент, а новую парадигму управления в строительной отрасли.

Технология BIM обеспечивает моделирование на этапах проектирования, в том числе автоматическую проверку на коллизии, соответствие нормативам и контроль исполнения проектных решений [2]. Связка с графиками (4D), бюджетом (5D) и эксплуатационными характеристиками (6D) превращает BIM в ядро цифровой экосистемы проекта. Цифровой двойник – следующий шаг развития BIM. Он позволяет получать в режиме реального времени данные о состоянии объекта (вибрации, температура, деформации) и проводить предиктивный анализ. ИИ используется для автоматического анализа изображений и видео с камер и дронов [3]. Он способен выявлять дефекты (трещины, отклонения геометрии, нарушение укладки) с высокой точностью. Нейросети обучаются на базе исторических данных, что позволяет прогнозировать потенциальные зоны риска еще до возникновения дефектов.

Дроны с камерами высокого разрешения применяются для съемки труднодоступных участков, контроля высотных объектов, мониторинга хода строительства [4]. С применением фотограмметрии создаются 3D-модели, позволяющие сравнивать проект и фактическое исполнение.

Блокчейн обеспечивает надежное хранение информации о поставках материалов, их проверке, результатах контроля, актах скрытых работ. Это позволяет исключить подлог и заменить бумажные сертификаты

на электронные, юридически значимые реестры. Примером служит использование блокчейна в ряде стран ЕС для инфраструктурных проектов. Российские строительные нормы (СП, ГОСТы) еще не в полной мере адаптированы под цифровую модель управления качеством. BIM обязателен лишь для части объектов, финансируемых из бюджета [5]. Блокчейн и цифровой двойник пока не признаны официальными инструментами в правоприменительной практике. Одной из серьезнейших проблем в реализации цифрового контроля качества в строительстве является отсутствие единой интеграционной платформы, объединяющей все этапы жизненного цикла объекта. В настоящее время на рынке используются десятки различных программных продуктов, зачастую не совместимых между собой [6]:

– одни применяются для проектирования (Autodesk Revit, ArchiCAD);

– другие для управления строительством (Primavera, 1С: Проектное управление);

– третьи для документооборота и контроля качества (Aconex, Glodon, Bentley iTwin).

Появление первых стандартов по выработке требований к Единой системе информационного моделирования как системе взаимосвязанных общетехнических и организационно-методических стандартов призвано заложить основы для формирования и ведения информационных моделей для целей градостроительной деятельности (см. ГОСТ Р 10.00.00.00–2023)².

В Москве в качестве реального шага к созданию единой цифровой среды активно внедряется и используется электронная платформа EXON. Данная платформа выходит за рамки электронного документооборота и позиционируется как централизованная экосистема, объединяющая всех участников инвестиционно-строительного процесса: заказчиков, проектировщиков, подрядчиков, надзорные органы и будущие эксплуатирующие организации.

Технологии Интернета Вещей (IoT) открывают новые горизонты в обеспечении качества на стройплощадке. Благодаря размещению датчиков и сенсоров на ключевых элементах объекта можно в реальном времени отслеживать:

– влажность и температуру бетона в период набора прочности;

– вибрации конструкций при монтаже и испытаниях;

– параметры окружающей среды (влажность, давление, скорость ветра) при проведении фасадных работ;

– перемещения и нагрузки на несущие конструкции в процессе эксплуатации.

¹ От англ. BIM – Building Information Model, однако если рассматривается процесс, то в российском законодательстве используют понятие ТИМ (технология информационного моделирования) (см. ГОСТ Р 56891.2–2016).

² ГОСТ Р 10.00.00.00–2023 Единая система информационного моделирования. Основные положения. – М.: Российский институт стандартизации, 2023. (Введ.: 2023-07-01).

Данные с датчиков поступают в облачные хранилища, где проходят обработку и визуализацию через специализированные интерфейсы. В случае выхода параметров за пределы допустимых значений система автоматически уведомляет ответственных специалистов и фиксирует событие в цифровом журнале [2]. Таким образом, предотвращается разрушение конструкций, упрощается приемка и исключается «человеческий фактор».

Пример: внедрение IoT-мониторинга при строительстве объектов транспортной инфраструктуры в Москве (например, МЦД-3) позволило отслеживать деформации мостов и тоннелей в режиме 24/7, включая автоматическую сверку с проектными нагрузками.

Для повседневной работы инженеров строительного контроля и технического заказчика активно применяются мобильные приложения, позволяющие вести [6]:

- цифровые журналы работ;
- фотофиксацию отклонений и замечаний;
- формирование и подписание актов безбумажным способом;
- маршрутизацию обращений и задач (workflow);
- интеграцию с системами ERP, BIM и CDE.

Цифровые чек-листы позволяют стандартизировать контрольные процедуры и сократить время на осмотры. Кроме того, автоматически создается архив всех проверок с возможностью экспорта данных для экспертизы или предъявления в суде [2].

Среди популярных решений: PlanRadar, Autodesk Construction Cloud, Sablono, 1C: Управление строительством, EXON.

Преимущества цифровых приложений:

- исключение потерь данных при передаче;
- повышение скорости согласования принимаемых решений;
- прозрачность ответственности всех участников;
- формирование доказательной базы при спорах.

Такая фрагментация затрудняет обмен данными между участниками, приводит к дублированию информации и снижает эффективность. Особенно остро эта проблема проявляется при передаче данных между проектными организациями и подрядчиками. Кроме того, отсутствует единый государственный стандарт для цифрового формата исполнительной документации, что тормозит развитие электронного архива контроля качества.

Для преодоления этой проблемы необходимо:

- внедрение единой среды общих данных (CDE);
- создание национального цифрового контура в строительстве, аналогичного системам «ГосТех» или «ЕГРЗ»;

– унификация форматов на основе международных стандартов IFC (Industry Foundation Classes).

Внедрение цифрового контроля требует от подрядчиков дополнительных усилий, затрат времени и ресурсов, при этом прямых стимулов к такому переходу зачастую нет [1]. Особенно это характерно для малых и средних строительных организаций, ориентированных на выполнение краткосрочных проектов с минимальными издержками. Факторы отсутствия мотивации включают:

- отсутствие требований заказчика к цифровому контролю;
- ориентацию на минимальную цену при конкурсных процедурах, а не на качество;
- страх перед «цифровой прозрачностью», так как выявление несоответствий может повлечь штрафные санкции.

Выходом может стать трансформация системы госзакупок и технического надзора, где цифровой контроль качества будет выступать как обязательное условие участия в тендерах и как гарантия снижения рисков для заказчиков. Также возможны механизмы субсидирования внедрения цифровых решений (например, через Фонд содействия инновациям) или создание реестра аккредитованных цифровых платформ с типовыми решениями.

Большинство строительных организаций не располагают:

- специалистами, способными работать с цифровыми инструментами;
- необходимыми программными и аппаратными средствами;
- методической поддержкой по внедрению новых систем.

Внедрение цифровых решений требует начальных затрат, однако дает устойчивый эффект:

- сокращение дефектов на 25–30%;
- уменьшение времени приемки и сдачи на 10–15%;
- снижение числа судебных споров между подрядчиком и заказчиком.

Пример: при строительстве Лахта Центра (Санкт-Петербург) использование BIM и цифрового контроля позволило выявить и устранить более 1800 несоответствий еще до завершения монтажа.

Цифровой контроль качества — это не просто технологическая инновация, а стратегический инструмент повышения эффективности, надежности и прозрачности строительства. Он трансформирует не только методы контроля, но и саму логику управления проектами [1].

На сегодняшний день в российской правовой системе отсутствует прямое указание на обязательное применение цифрового контроля качества при строительстве объектов, за исключением отдельных требований к BIM-проектированию при реализации федеральных проектов. При этом:

- действующие строительные нормы (СП 48.13330.2019, СП 70.13330.2012) ориентированы на бумажную модель приемки;
- цифровые формы актов, чек-листов и исполнительной документации не имеют однозначного юридического статуса;
- электронная подпись не всегда признается при взаимодействии между частными субъектами.

Это создает ситуацию нормативного вакуума: строительные компании, даже желающие перейти на цифровой контроль, не уверены в его правовой значимости в случае претензионной работы или судебных разбирательств.

Решение данной проблемы требует [2]:

- официального признания электронных форм контроля качества и цифровой документации в Градостроительном кодексе РФ;
- включения цифрового контроля в состав обязательных требований техрегламентов и нормативов;
- создания единого реестра программных решений, признанных допустимыми для ведения строительного контроля.

Несмотря на примеры успешного внедрения цифровых технологий в Москве, Санкт-Петербурге, Казани и ряде других городов, подавляющее большинство регионов России остаются в положении цифрового отставания.

Основные причины регионального разрыва:

- отсутствие региональных программ цифровизации строительной отрасли;
- слабая телекоммуникационная инфраструктура (высокая стоимость подключения к CDE, нестабильный интернет);
- ограниченный доступ к обучающим программам и квалифицированным ИТ-кадрам.

Малые подрядчики в регионах зачастую ограничиваются минимальным уровнем автоматизации и работают преимущественно в оффлайн-среде. Это усиливает разрыв в производительности и снижает конкурентоспособность региональных компаний.

Для преодоления этих диспропорций необходимы:

- федеральные субсидии и гранты на цифровизацию строительства в регионах;
- внедрение типовых цифровых решений на уровне СРО;
- организация цифровых кластеров в рамках национальных проектов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Внедрение цифрового контроля невозможно без активной позиции заказчика, особенно технического заказчика. Однако на практике именно заказчики зачастую выступают консервативной стороной, стремящейся минимизировать затраты и сроки, что противоречит логике внедрения циф-

ровых решений, предполагающих первичные инвестиции в инфраструктуру, обучение и лицензии.

Причины пассивности заказчиков:

- неосведомленность о преимуществах цифрового контроля;
- отсутствие обязательных требований со стороны экспертизы и надзора;
- стремление ограничить ответственность путем минимизации зафиксированных отклонений.

В результате проектная документация, даже если выполнена в BIM, на стадии реализации переводится в бумажную форму, а системы цифрового мониторинга не используются.

Решение:

- включение требований цифрового контроля в состав технических заданий на строительство;
- подготовка методических рекомендаций Минстроя РФ по цифровому взаимодействию заказчиков и подрядчиков;
- обучение государственных и частных заказчиков принципам и выгодам цифрового проектного управления.

Однако в условиях России требуется:

- нормативное закрепление новых подходов;
- развитие образовательных программ для подготовки специалистов;
- финансовая и методическая поддержка пилотных проектов;
- интеграция российских решений в международную систему цифровых стандартов.

Переход к цифровому контролю качества – ключ к устойчивому развитию отрасли в XXI веке. Цифровой контроль качества становится неотъемлемой частью современного строительного процесса, обеспечивая кардинальное улучшение прозрачности, точности и оперативности контроля на всех стадиях жизненного цикла объекта.

Цифровой контроль качества способен не только повысить конкурентоспособность строительной отрасли, но и стать основой устойчивого, технологически развитого и социально ответственного строительства в Российской Федерации. Его внедрение требует политической воли, межотраслевого взаимодействия и системной государственной поддержки: только в этом случае цифровизация принесет устойчивые, воспроизводимые результаты.

Список литературы

1. Москвичев М.А. Цифровая трансформация строительных организаций // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2023. Т. 13, № 3А. С. 294–304.
2. Матросов В.В. Применение цифровых двойников в строительстве и реконструкции промышленных объектов // Инструменты, механизмы и технологии современного. 2025. С. 58.
3. Лукиянов М.Е., Терехова О.П. Реализация информационной модели управления качеством строительства с использованием современных компьютерных технологий // Вестник науки. 2023. Т. 3, №. 6 (63). С. 1147–1158.
4. Бурый А.С., Шевкунов М.А. Беспилотная система проактивного мониторинга распределенных объектов // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 5(86). С. 75–82.
5. Хамидов Б.С. Современные возможности искусственного интеллекта в строительной отрасли // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2023. Т. 13, № 3-1. С. 257–266.
6. Тихомирова С.Р. Совершенствование методов минимизации коррупционных рисков в строительной отрасли // Вестник Академии знаний. 2025. № 3 (68). С. 436–440.

References

1. Moskvichev M.A. Digital transformation of construction organizations. Economics: Yesterday, Today, Tomorrow. 2023, vol. 13, no 3A, pp. 294–304. (In Russ.).
2. Matrosov V.V. Application of digital twins in construction and reconstruction of industrial facilities // Instruments, Mechanisms and Technologies of Modern. – 2025. – P. 58. (In Russ.).
3. Lukiyanov M. E., Terekhova O. P. Implementation of an information model for construction quality management using modern computer technologies. Bulletin of Science. 2023, vol. 3, no. 6(63), pp. 1147–1158. (In Russ.).
4. Buryi A.S., Shevkunov M.A. An unmanned proactive monitoring system for distributed facilities. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2025, no. 5 (86), pp. 75–82. (In Russ.).
5. Khamidov B.S. Modern possibilities of artificial intelligence in the construction industry. Economics: Yesterday, Today, Tomorrow. 2023, vol. 13, no. 3-1, pp. 257–266. (In Russ.).
6. Tikhomirova S.R. Improving methods for minimizing corruption risks in the construction industry. Bulletin of the Academy of Knowledge. 2025, no. 3(68), pp. 436–440. (In Russ.).