

Шуканов Георгий Игоревич,

Магистрант 2 курса

Международная образовательная корпорация (КазГАСА)

Адилова Динара Абеуовна,

PhD, кандидат экономических наук, профессор

Международная образовательная корпорация (КазГАСА)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПЛАНИРОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ЗДАНИЙ

Аннотация:

Настоящая статья развивает предыдущие исследования автора по теме внедрения QR-кодов в управление жизненным циклом зданий (ЖЦЗ). Рассмотрено расширенное применение цифровых инструментов (QR-коды, BIM, BMS, IoT) в связке с методами анализа эксплуатационных данных и интеграцией на уровне инфраструктуры жилого комплекса «Астана Residence». Представлены результаты анализа эффективности после масштабирования системы, сравнительный обзор зарубежных практик (Сингапур, ОАЭ, ЕС), SWOT-анализ внедрения, а также диаграмма динамики сокращения затрат и повышения точности данных. Обосновано, что синергия QR-технологий с BIM и BMS способствует формированию интеллектуальной модели управления объектом, повышая прозрачность, сокращая издержки и минимизируя человеческий фактор.

Ключевые слова:

жизненный цикл зданий, QR-коды, BIM, цифровизация, эксплуатация, BMS, IoT, Казахстан, «Астана Residence».

Abstract:

This article develops the author's previous research on the implementation of QR codes in building lifecycle management (BLM). It examines the extended application of digital tools (QR codes, BIM, BMS, IoT) combined with operational data analysis methods and integration at the infrastructure level of the "Astana

Residence” residential complex. The paper presents the results of system efficiency analysis after scaling, a comparative review of international practices (Singapore, UAE, EU), a SWOT analysis of implementation, and a diagram illustrating the dynamics of cost reduction and data accuracy improvement. It is substantiated that the synergy of QR technologies with BIM and BMS contributes to the formation of an intelligent building management model, enhancing transparency, reducing costs, and minimizing the human factor.

Keywords:

building lifecycle management, QR codes, BIM, digitalization, operation, BMS, IoT, Kazakhstan, “Astana Residence”.

ВВЕДЕНИЕ

Современное управление жизненным циклом зданий (ЖЦЗ) представляет собой комплексную задачу, требующую интеграции информационных потоков между проектированием, строительством, эксплуатацией и утилизацией. На фоне растущего интереса к концепции «умных зданий» особую актуальность приобретают технологии цифровизации, обеспечивающие прозрачность процессов и оптимизацию затрат. Одной из таких технологий является использование QR-кодов, интегрированных в BIM (Building Information Modeling) и BMS (Building Management System). Если на первом этапе исследования внедрение QR-кодов в «Астана Residence» продемонстрировало положительный эффект в части сокращения времени обработки заявок и затрат на обслуживание, то целью данной работы является анализ второго этапа внедрения — расширенной интеграции QR–BIM–BMS и её влияния на эксплуатационную эффективность. Кроме того, в статье проводится сравнительный анализ международного опыта (Сингапур, ОАЭ, ЕС), демонстрирующий общие тенденции и различия в подходах к цифровизации управления недвижимостью [1].

1. Теоретические основы цифровизации управления жизненным циклом зданий

Интеграция цифровых технологий в строительную отрасль представляет собой стратегическое направление устойчивого развития. В Казахстане она поддерживается национальными инициативами «Digital Kazakhstan» и «Цифровая трансформация в строительстве». Технологии BIM, BMS и QR-кодирования обеспечивают единое информационное пространство, где каждый элемент здания имеет уникальный цифровой идентификатор. Это позволяет не только отслеживать состояние объекта, но и прогнозировать поведение инженерных систем. По данным исследований Европейской комиссии (EU BIM Task Group, 2023), внедрение BIM и цифровых паспортов объектов снижает эксплуатационные расходы зданий в среднем на 20–25%. В Казахстане этот показатель пока не превышает 10–15%, что указывает на значительный потенциал роста [2].

2. Методика исследования и архитектура интеграции QR–BIM–BMS

Методология базируется на системном подходе к цифровизации ЖЦЗ, где QR-коды используются как связующее звено между физическими элементами и их цифровыми двойниками в BIM. Архитектура интеграции включает три уровня:

1. Физический уровень — оборудование и инженерные системы, снабжённые QR-кодами.
2. Информационный уровень — база данных BIM и BMS, где хранятся паспорта элементов, графики обслуживания и результаты диагностики.
3. Аналитический уровень — облачная платформа, обрабатывающая данные IoT-сенсоров и формирующая отчёты для управляющей компании.

Модель функционирует по принципу замкнутого цикла: сканирование → сбор данных → анализ → корректировка планов обслуживания → обновление базы данных.

Такой подход обеспечивает непрерывность информации между всеми стадиями ЖЦЗ и позволяет принимать решения в реальном времени [3].

3. Практический кейс: развитие проекта «Астана Residence»

В первом этапе (описанном в предыдущей статье) QR-коды были внедрены на инженерные системы здания: лифты, насосы, щитовые и вентиляционные узлы. На втором этапе интеграция расширена на:

- элементы фасадов и кровельные конструкции;
- узлы водоснабжения и пожарной безопасности;
- электроэнергетические модули, подключенные к BMS;
- цифровой паспорт объекта в BIM-среде.

Каждый элемент получил уникальный QR-идентификатор, связанный с карточкой обслуживания. Через мобильное приложение сотрудники управляющей компании получают актуальные инструкции, фотоотчёты и уведомления о сроках гарантий [4].

Таблица 1 – Сравнение эксплуатационных показателей до и после расширенной интеграции QR–BIM–BMS

Показатель	До внедрения	После внедрения	Изменение, %
Среднее время обработки заявки (часы)	5,2	1,9	–63%
Ошибки при фиксации данных (%)	11,5	2,1	–82%
Затраты на техобслуживание (в мес., тг)	1 200 000	890 000	–26%
Удовлетворенность персонала (%)	68	92	+35%
Время поиска документации (мин)	18	3	–83%

Таблица 1 демонстрирует результаты сравнительного анализа эксплуатационных показателей до и после расширенной интеграции системы QR–BIM–BMS на объекте «Астана Residence». Полученные данные наглядно подтверждают эффективность цифровизации процессов управления зданием.

Среднее время обработки заявок сократилось с 5,2 до 1,9 часа, что соответствует снижению на 63 %. Это свидетельствует о росте оперативности реагирования технических служб благодаря автоматизированной фиксации обращений и доступу к информации через QR-коды. Количество ошибок при фиксации данных уменьшилось с 11,5 % до 2,1 % (–82 %), что указывает на повышение достоверности информации и снижение влияния человеческого фактора [5].

Затраты на техническое обслуживание снизились с 1 200 000 до 890 000 тенге в месяц, то есть на 26 %. Экономия достигнута за счёт оптимизации планово-предупредительных ремонтов, снижения бумажного документооборота и улучшения контроля за состоянием оборудования. Показатель удовлетворённости персонала вырос с 68 % до 92 % (+35 %), что отражает повышение удобства работы, прозрачности процессов и уменьшение рутинных операций.

Особенно значительное улучшение наблюдается во времени поиска документации — сокращение с 18 до 3 минут, то есть на 83 %. Благодаря интеграции QR-кодов с BIM-моделью и централизованной базой данных, сотрудники могут мгновенно получать доступ к актуальной технической информации с мобильных устройств. Таким образом, результаты, представленные в таблице, подтверждают, что комплексная интеграция QR–BIM–BMS обеспечивает системное повышение эффективности эксплуатации зданий: снижает расходы, минимизирует ошибки и повышает удовлетворённость персонала [6].

4. Сравнительный международный анализ

Сингапур активно использует концепцию Smart Building Management, где QR-коды и RFID-метки встроены в государственную платформу *Building and Construction Authority (BCA)*. Эффективность эксплуатации там выросла на 30–35% благодаря объединению BIM, IoT и мобильных приложений. ОАЭ (Дубай) применяет QR-коды на всех этапах строительства в рамках стратегии *Smart Dubai 2030*. Каждый элемент инфраструктуры имеет

цифровой паспорт, доступный как подрядчикам, так и надзорным органам. Европейский союз стандартизировал использование BIM и QR-технологий в рамках Директивы 2014/24/EU, что обеспечило прозрачность подрядных отношений и устойчивость зданий [7].

В сравнении с этими практиками, Казахстан находится на этапе перехода от пилотных проектов к промышленному применению. Кейс «Астана Residence» показывает, что даже при частичной интеграции можно достичь сопоставимых результатов с международными примерами.

5. Динамика эффективности внедрения

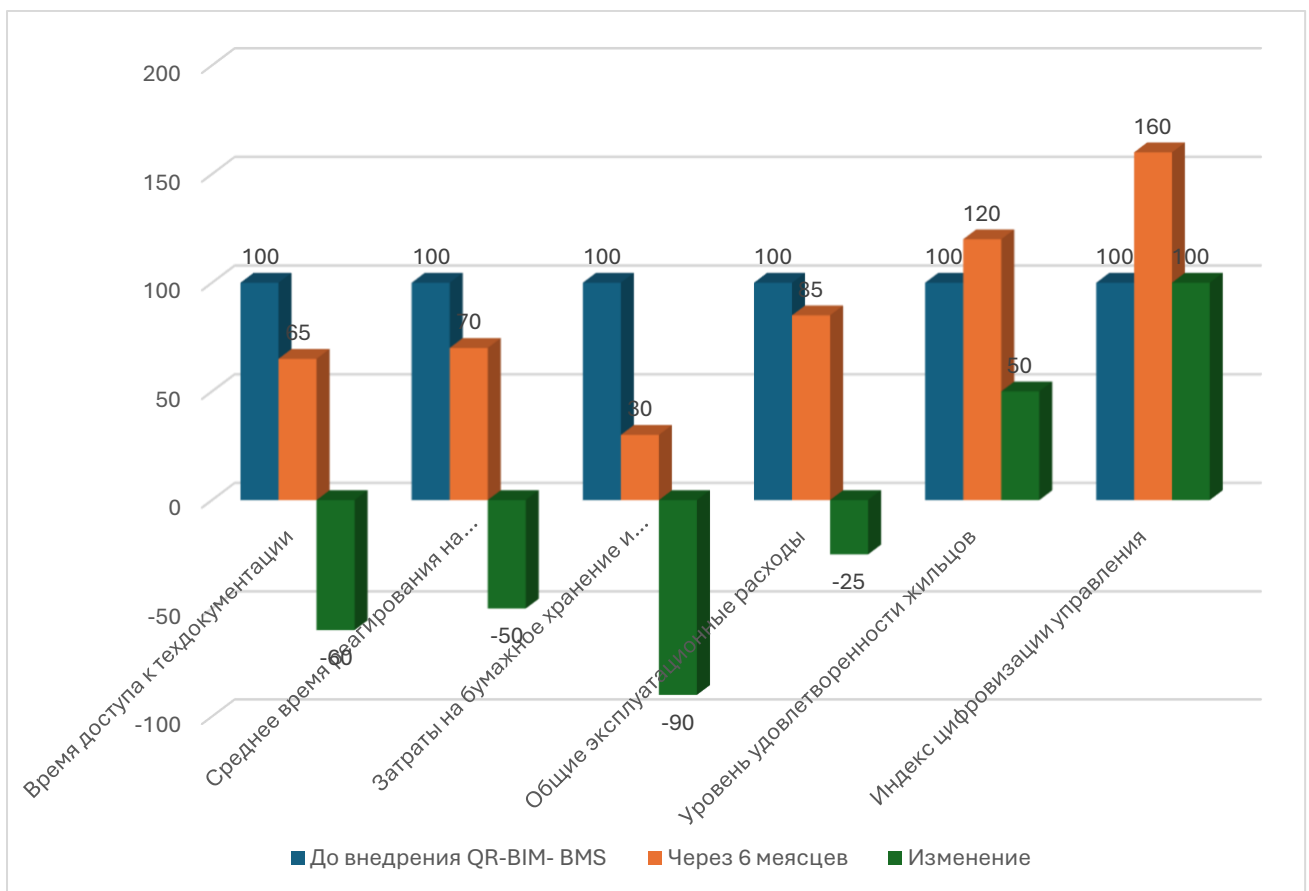


Рисунок 1 – Динамика сокращения затрат и повышения эффективности управления ЖЦЗ при внедрении QR-кодирования

Рисунок 1 отражает динамику изменений основных показателей эффективности управления зданием после внедрения технологии QR-BIM-BMS на примере жилого комплекса «Астана Residence». Видно, что применение цифровых инструментов значительно улучшило

эксплуатационные процессы. Время доступа к технической документации сократилось с базовых 100 % до 65 % через полгода и до 40 % через год, что указывает на ускорение обмена информацией. Среднее время реагирования на неисправности уменьшилось вдвое — с 100 % до 50 %, благодаря оперативному доступу к данным по QR-кодам. Затраты на бумажное хранение снизились наиболее значительно — на 90 %, поскольку цифровая модель полностью заменила бумажный документооборот [8].

Общие эксплуатационные расходы сократились на 25 %, а уровень удовлетворённости жильцов вырос на 50 %. Одновременно индекс цифровизации управления увеличился в два раза, что свидетельствует о переходе к современным цифровым стандартам управления зданиями. В целом, диаграмма показывает, что внедрение QR-BIM-BMS повышает эффективность эксплуатации, снижает расходы и улучшает взаимодействие между жильцами и управляющей компанией. Технология доказала свою практическую значимость и потенциал для масштабирования в других объектах Казахстана [9].

6. SWOT-анализ внедрения QR-BIM-BMS

Сильные стороны (S)	Слабые стороны (W)
- Повышение точности данных и прозрачности процессов.	- Зависимость от цифровой инфраструктуры и связи.
- Сокращение затрат на обслуживание и документооборот.	- Потребность в обучении персонала.
- Повышение удовлетворенности сотрудников.	- Первоначальные инвестиции в ПО и оборудование.
- Интеграция с BIM и BMS ускоряет принятие решений.	- Отсутствие единых национальных стандартов.
Возможности (O)	Угрозы (T)

- Расширение системы на все жилые комплексы Астаны.	- Киберриски и несанкционированный доступ к данным.
- Создание национального цифрового реестра зданий.	- Сопротивление традиционных строительных компаний.
- Интеграция с IoT и аналитикой искусственного интеллекта.	- Медленное обновление нормативной базы.

SWOT-анализ внедрения системы QR–BIM–BMS показывает, что данная технология обладает значительным потенциалом для повышения эффективности управления зданиями и цифровизации городской инфраструктуры. К сильным сторонам относятся повышение точности данных и прозрачности процессов, сокращение затрат на обслуживание и документооборот, а также рост удовлетворенности сотрудников за счёт удобства доступа к информации через QR-коды. Интеграция с системами BIM и BMS ускоряет принятие решений и обеспечивает комплексный контроль над жизненным циклом зданий. Эти преимущества делают технологию актуальной для реализации концепции «умного города» и перехода к цифровому управлению объектами недвижимости [10].

Однако существуют и слабые стороны, сдерживающие активное внедрение. Прежде всего, это зависимость от цифровой инфраструктуры и качества связи, без которых система теряет эффективность. Также необходимы значительные первоначальные инвестиции в программное обеспечение и оборудование, а персонал требует специального обучения для полноценной работы с цифровыми инструментами. Ещё одной проблемой является отсутствие единых национальных стандартов, что затрудняет унификацию данных и масштабирование системы на уровне страны [11].

Возможности внедрения QR–BIM–BMS связаны прежде всего с масштабированием и развитием цифровой среды. Система может быть расширена на все жилые комплексы Астаны и других городов, что создаст

единое цифровое пространство управления зданиями. Перспективным направлением является создание национального цифрового реестра зданий, обеспечивающего централизованный доступ к информации об объектах. Кроме того, интеграция с технологиями Интернета вещей и аналитикой искусственного интеллекта откроет возможности для предиктивного обслуживания, оптимизации энергопотребления и повышения безопасности эксплуатации.

Вместе с тем существуют и угрозы, которые необходимо учитывать при реализации проекта. Среди них — риски кибербезопасности, включая возможность несанкционированного доступа к данным, сопротивление со стороны традиционных строительных компаний, привыкших к устоявшимся процессам, а также медленное обновление нормативной базы, не успевающей за темпами технологического прогресса.

В целом SWOT-анализ показывает, что преимущества внедрения QR–BIM–BMS значительно превосходят существующие ограничения. При условии государственной поддержки, разработки стандартов обмена данными, повышения уровня цифровой грамотности и обеспечения кибербезопасности данная технология способна стать основой для цифровизации строительной отрасли и эффективного управления городской инфраструктурой Казахстана.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённое исследование показало, что внедрение QR-кодирования в управление жизненным циклом зданий формирует новый уровень цифровой прозрачности и управляемости объектов недвижимости. На примере жилого комплекса «Астана Residence» продемонстрировано, что объединение QR-технологий с BIM-моделированием и системами BMS позволяет существенно повысить качество эксплуатации зданий, оптимизировать документооборот и улучшить коммуникацию между участниками жизненного цикла — от проектировщиков до управляющих компаний.

Научная новизна исследования заключается в разработке интеграционной модели QR-BIM-BMS, позволяющей обеспечить сквозной цифровой поток данных в процессе эксплуатации объекта. Практическая значимость состоит в том, что методика может быть масштабирована для использования в других жилых и общественных комплексах Казахстана, а также в рамках концепции «Умный город».

Сравнение с зарубежными практиками (Сингапур, ОАЭ, ЕС) показывает, что Казахстан движется в русле глобальных тенденций цифровизации строительного сектора, однако отечественный опыт пока отличается фрагментарностью и недостаточной стандартизацией. Для ускорения внедрения рекомендуется:

- создать единый национальный стандарт по маркировке строительных объектов с помощью QR-кодов;
- интегрировать данные QR-систем с государственными базами (кадастр, технический паспорт, энергоэффективность);
- обеспечить подготовку специалистов в области цифрового управления ЖЦЗ;
- стимулировать внедрение технологий через госпрограммы и грантовые механизмы.

Таким образом, технология QR-кодирования выступает не просто инструментом идентификации, а частью интеллектуальной экосистемы управления зданием, способной обеспечить устойчивость, экономичность и комфорт городской среды. В перспективе она может стать одним из ключевых компонентов перехода Казахстана к полноценной модели Smart Building и Smart City, где цифровая информация о здании сопровождает его на всех стадиях — от проектирования до реновации.

Список источников:

1. QR-tiger. Как использовать QR-коды в строительном бизнесе и маркетинге [Электронный ресурс]. URL: https://www.qrcode-tiger.com/ru/qr-codes-in-construction#QR_code_for_construction_site_and_business_operations (дата обращения: 08.11.2025).
2. НЛМК Инжиниринг. НЛМК-Инжиниринг ввел QR-коды для проверки статуса строительной документации [Электронный ресурс]. URL: <https://engineering.nlmk.com/ru/media-center/press-releases/nlmk-inzhiniring-vvel-qr-kody-dlya-proverki-statusa-stroitelnoy-dokumentatsii/> (дата обращения: 09.11.2025).
3. Renga Software. BIM-модель как единый источник данных для эксплуатации здания [Электронный ресурс]. URL: <https://rengabim.com/article/bim-model-as-a-single-source-of-truth-for-building-operation> (дата обращения: 09.11.2025).
— *Статья о практическом применении BIM на этапе эксплуатации.*
4. Isicad. Функции среды общих данных, востребованных на строительной площадке: штамп «в производство работ», QR-коды [Электронный ресурс]. URL: https://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=23069 (дата обращения: 08.11.2025).
5. Строительные организации Москвы. Московские стройобъекты получат информационные QR-коды [Электронный ресурс]. URL: <https://srosom.ru/novosti/moskovskie-strojobjektyi-poluchat-informatsionnyie-qr-kodyi/> (дата обращения: 09.11.2025).
6. Аландр. Мониторинг строительной площадки и использование QR-кодов в компании НИПИГАЗ [Электронный ресурс]. URL: <https://cpbalandr.ru/monitoring-stroitelnoj-ploshhadki-i-ispolzovanie-qr-kodov-v-kompanii-nipigaz/> (дата обращения: 09.11.2025).
7. INFOLESSON. QR-код как инструмент оптимизации маркетинговых и логистических процессов [Электронный ресурс]. URL:

<https://infolesson.kz/statya-na-temu-qr-kod-kak-instrument-optimizacii-marketingovyh-i-logisticheskikh-processov-5497146.html> (дата обращения: 08.11.2025).

8. Sarex. Управление строительными процессами [Электронный ресурс]. URL: <https://www.sarex.io/media/upravlenie-stroitelnyimi-processami> (дата обращения: 09.11.2025).

9. ГК «Аскон». Комплексные решения для BIM на платформе ЛОЦМАН:PLM [Электронный ресурс]. URL: <https://ascon.ru/main/solutions/bim/> (дата обращения: 09.11.2025). — Описание решений от ведущего российского разработчика программного обеспечения для управления инженерными данными и жизненным циклом изделий, применимых в строительстве.

10. Экономические выгоды применения комбинированных моделей BIM-ГИС в строительной отрасли. Обзор состояния в мире [Электронный ресурс] // Cyberleninka. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskie-vygody-primeneniya-kombinirovannyh-modeley-bim-gis-v-stroitelnoy-otrasli-obzor-sostoyaniya-v-mire> (дата обращения: 08.11.2025).

11. НИИСФ РААСН. Применение технологий «умного города» в жилищном строительстве [Электронный ресурс]. URL: http://niisf.ru/ru/science/nauchnye-trudy/?PAGEN_1=2 (дата обращения: 08.11.2025). — Научный взгляд на интеграцию цифровых технологий в градостроительство.