

*Гочияева Л.А.,
кандидат экономических наук, доцент,
доцент кафедры «Строительство и управление недвижимостью»*

Северо-Кавказская государственная академия

Россия, г. Черкесск

Текеева А.Ш.,

магистрант,

3 курс, направление подготовки «Строительство»

Северо-Кавказская государственная академия

Россия, г. Черкесск

ВНЕДРЕНИЕ ЦИФРОВОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ

***Аннотация:** Статья посвящена исследованию особенностей внедрение цифрового управления проектами строительства и эксплуатации энергоэффективных жилых домов, которые играют решающую роль в обеспечении развития ЖКХ нашей страны. Жилищно-коммунальное хозяйство – одна из наиболее влиятельных сфер, где внедрению информационных технологий принадлежит главная роль в развитии всей отрасли. Здесь под воздействием современных и вновь появляющихся цифровых информационных технологий происходят существенные изменения в управлении и эксплуатации.*

***Ключевые слова:** застройка, энергоэффективность, реконструкция, модернизация, расширение, цифровое управление, жилищно-коммунальное хозяйство, жилищный фонд.*

Abstract: *The article is devoted to the study of the features of the introduction of digital management of construction and operation projects of energy-efficient residential buildings, which play a crucial role in ensuring the development of the housing and communal services sector in our country. The housing and communal services sector is one of the most influential areas where the introduction of information technologies plays a key role in the development of the entire industry. Here, significant changes in management and operation are taking place under the influence of modern and emerging digital information technologies.*

Keywords: *development, energy efficiency, reconstruction, modernization, expansion, digital management, housing and communal services, housing stock.*

В современной рыночной ситуации цифровая трансформация всех отраслей экономики, в том числе сферы жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ), неизбежна. Для этого единым цифровым пространством должны быть охвачены все партнеры и участники определенного вида деятельности. Сегодня «умные» технологии в строительстве и эксплуатации жилых домов – это грамотное вложение денежных средств, снижающее расходы на проживание, а также экономящее финансы при использовании различных инженерных систем, повышающих комфорт проживания и сокращающих затраты на управление всеми возможностями жилого дома.

В ближайшие десять лет одно из основных направлений национальной политики – создание и развитие цифровой экономики. Разумеется, внедрение инноваций затронет абсолютно все сектора экономики. Даже если рассматривать только отрасль строительства и сферу коммунального хозяйства, то переход на цифровые технологии управления – это уже новые возможности.

На основе анализа мирового опыта применения цифровых технологий в строительстве и сфере ЖКХ можно сделать вывод, что в странах, лидирующих по уровню использования таких технологий, наблюдается эффективность их

внедрения в количественных и качественных значениях. Таким образом, путем применения информационных сервисов в данных областях можно добиться роста прибыли, повышения производительности, показателей рентабельности, сокращения производимых затрат.

В исследовании использовали компьютерную модель жилого микрорайона, которая представлена в виде структуры системы управления жилищно-коммунальным хозяйством микрорайона, а также технологической схемой процессов управления. Это дает возможность опробовать различные принципы внедрения цифровых технологий в управление эксплуатацией жилых зданий. В строительной сфере ведущих стран мира внедрение технологий информационного моделирования Building Information Modeling (BIM) происходит активно и достаточно масштабно. Это объясняется выгодами, которые приобретаются на разных этапах реализации проекта и на различных уровнях – государства, отрасли, отдельного предприятия.

Жилищно-коммунальное хозяйство – одна из наиболее влиятельных сфер, где внедрению информационных технологий принадлежит главная роль в развитии всей отрасли. Здесь под воздействием современных и вновь появляющихся цифровых информационных технологий происходят существенные изменения в управлении и эксплуатации. На рис. 1 представлена классификация моделей управления многоквартирными жилыми домами (МКД), действующих сегодня на территории Российской Федерации.



Рисунок 1. Классификация моделей управления многоквартирными жилыми домами

С каждым годом все большая часть населения предпочитает использовать дополнительные информационные сервисы, где возможно напрямую задавать вопросы руководителям городских управлений, управляющих компаний, товариществ собственников жилья (ТСЖ). Следовательно, одной из наиболее важных задач развития сферы ЖКХ является создание многофункциональных информационных сервисов, позволяющих жителям быстро и без проблем получить ту или иную услугу. Приведем сильные и слабые стороны каждой из моделей управления МКД (табл. 1).

Таблица 1.

Сильные и слабые стороны моделей управления многоквартирными жилыми домами

Наименование модели управления многоквартирными жилыми домами	Характеристика модели управления	Стороны модели управления	
		Сильные	Слабые
1	2	3	4
Классическая	Автоматизация рабочего места технических специалистов для	Небольшая цена. Легкое техническое обслуживание сети. Присутствует	Непрозрачность бизнеса. Необходимость в посредниках при

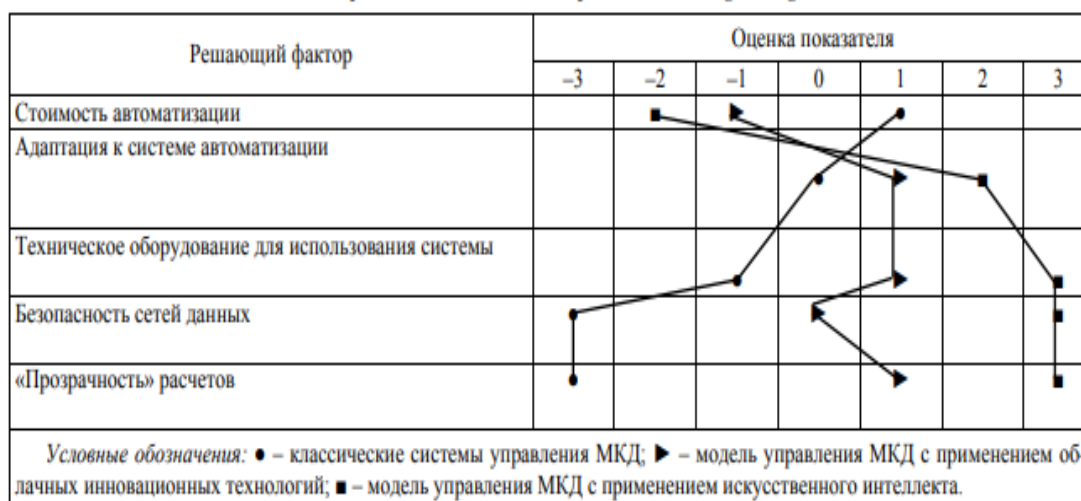
	удобства расчета и ведения дел управляющих компаний и ТСЖ	управляющий орган, ответственный за развитие технологии. Среднее потребление количества электроэнергии	транзакциях. Нет гарантии безопасности сети данных. Расходы на администрирование сетей. Недоступность к сети данных в любое время. Нет возможности создания общей электронной базы данных. Плохая адаптация как технических специалистов, так и жильцов МКД
На базе облачных инновационных технологий	Для региональных и муниципальных органов власти, управляющих организаций, расчетно-кассовых центров. Основная цель – удобство работы с абонентами	Легкое техническое обслуживание сети данных. Присутствует управляющий орган, ответственный за развитие технологии. Легкая адаптация как технических специалистов, так и жильцов МКД. Доступность к сети данных в любое время. Создание общей электронной базы данных. Легкая адаптация жильцов МКД. Отсутствие необходимости в посредниках при транзакциях	Непрозрачность бизнеса. Нет гарантии безопасности сети данных. Расходы на администрирование сетей. Необходимость создания серверов для хранения данных. Дороговизна внедрения. Плохая адаптация технических специалистов. Потребление большого количества электроэнергии
С применением искусственного интеллекта	ПО «АБРИС» тесно связано с технологией «Умный дом», а именно: информация, собранная с различных по специфике работы специальных датчиков	Безопасность сетей данных. Снижение накладных расходов на администрирование сетей. Возможность фиксации времени размещения любых документов. Отсутствие необходимости в	Дороговизна внедрения. Плохая адаптация технических специалистов. Отсутствие управляющего органа, ответственного за развитие технологии.

	технологии «Умный дом», установленных в жилых зданиях для сбора информации, будет формироваться в независимую базу данных в рамках технологии блокчейн	посредниках при транзакциях. Прозрачность бизнеса. Нет необходимости создания серверов	Потребление большого количества электроэнергии
--	--	--	--

Оценка показателей сильных и слабых сторон действующих в настоящее время моделей управления МКД представлена в табл. 2.

Таблица 2.

Оценка показателей конкурентоспособности моделей управления многоквартирными жилыми домами



Проанализировав сильные и слабые стороны конкурентов, отметим, что основным недостатком систем управления МКД с применением искусственного интеллекта является высокая стоимость автоматизации системы, поскольку для этого необходимо заново создавать платформу для работы. Сильные стороны таких систем – «прозрачность» расчетов коммунальных услуг, а также иных правовых документов, необходимых для функционирования системы ЖКХ, и безопасность сетей данных, что гарантирует невозможность перезаписи.



Рисунок 3. Модель управления жилищным фондом управляющей компанией

При управлении строительным объектом с использованием BIM-технологий появляется возможность объединения информационной модели сооружения на этапе реализации проекта, плановых и фактических показателей. Кроме того, в режиме реального времени можно контролировать настоящую картину состояния объектов строительства и получать управленческую информацию. Для качественного выполнения данных функций к технологиям информационного моделирования необходимо создавать дополнительные технологии, программные продукты, чтобы развивать и повышать их потенциал в строительстве и эксплуатации жилых домов. Программа «АБРИС» будет использоваться в сфере ЖКХ для оптимизации и отслеживания расхода ресурсов, жизненно необходимых для комфортного проживания населения. Применение «АБРИС» позволяет добиться таких преимуществ, как: – внедрение автоматизированных систем сбора данных на основе искусственного интеллекта, позволяющих наблюдать, корректировать, а также поддерживать жилые дома в надлежащем для проживания состоянии; – защита информации за счет применения технологии блокчейн – так собранная информация хранится на множестве компьютеров одновременно, что не позволяет ее повредить; – экономия времени и денежных средств; – финансовая составляющая – уменьшение затрат на электроэнергию, что актуально при постоянно растущих тарифах. Для

создания программного обеспечения «АБРИС» привлечена технология блокчейн. Блокчейн – распределенная база данных, у которой устройства хранения данных не подключены к общему серверу.

Эта база хранит постоянно растущий список упорядоченных записей, называемых блоками. Каждый блок содержит метку времени и ссылку на предыдущий блок. Главные преимущества использования блокчейна – прозрачность проводимых операций и копирование этих операций таким образом, что у всех участников процесса всегда есть оперативная информация о каждом шаге партнеров. Но при этом у участников разный доступ к данным файлам.

Программа «АБРИС» связана с технологией «Умный дом» таким образом, что информация, собранная с различных по специфике работы специальных датчиков технологии «Умный дом», установленных в жилых зданиях для сбора информации, будет формироваться в независимую базу данных в рамках технологии блокчейн. Следовательно, такая база позволяет решить проблему непрозрачности начисления платы за коммунальные услуги: «АБРИС» позволит наблюдать за начислениями платы даже со смартфонов с помощью специального программного обеспечения.

Основная задача построения оптимизационных моделей управления заключается в нахождении экстремума функций при заданных ограничениях в виде систем уравнений и неравенств. Благодаря использованию этих моделей можно найти решения по повышению эффективности деятельности такого хозяйствующего субъекта. Оптимизационные модели управления предназначены для выявления наилучшего решения при соблюдении заранее заданных, определенных и конкретизированных условий и ограничений. Методика создания оптимизационной модели управления, как фактора повышения эффективности деятельности современного хозяйствующего субъекта, представлена на рис. 4.

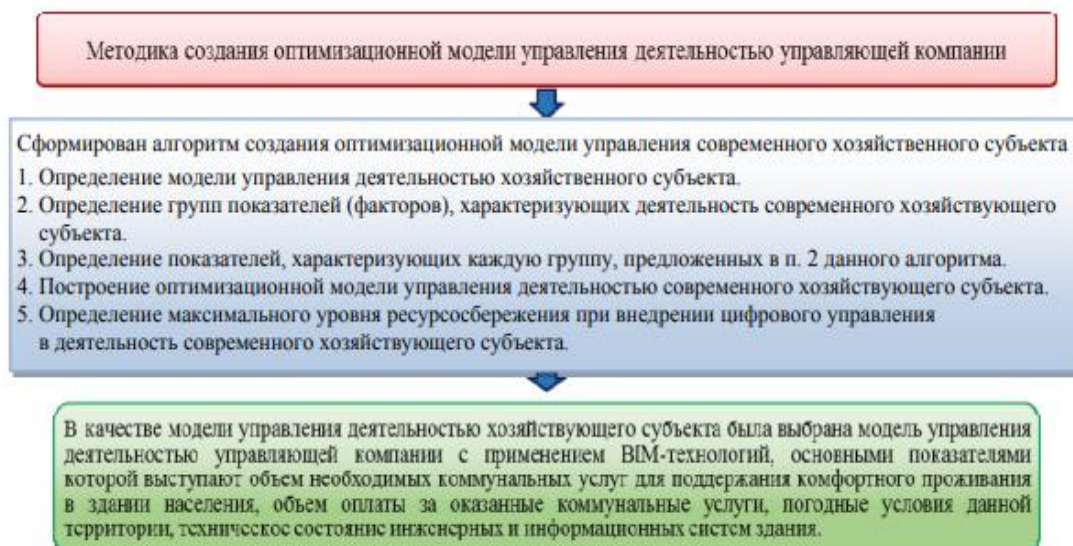


Рисунок 4. Методика создания оптимизационной модели

Определим цель оптимизации модели управления деятельностью управляющей компании, как улучшение показателей моделируемой системы деятельности управляющей компании, путем подбора – выбора некоторых параметров системы. Параметрами системы обозначим повышение эффективности деятельности управляющей компании. За критерий оптимизации примем функцию $F(x)$ и назовем ее функцией повышения эффективности деятельности управляющей компании, как деятельности современного хозяйствующего субъекта, которая будет являться целевой функцией. Зависимость оптимизируемого показателя от отдельных параметров x , значения которых можно изменять, выражает целевая функция. Такие параметры называются управляемыми

$$x_{i,j} = 1, 2, \dots, n. \quad (1)$$

Управляемые параметры x_i независимы друг от друга и могут изменяться в существующих пределах допустимой области Dx в процессе оптимизации. Аналитически область допустимых значений может задаваться в виде набора функций

$$f_k(x_1, x_2, \dots, x_n) = 0. \quad (2)$$

Сформулируем задачу оптимизации в общем виде: с учетом ограничений на управляемые переменные минимизировать либо максимизировать целевую функцию. Под минимизацией или максимизацией функции n переменных на заданном множестве Dx будем считать определение самого высокого минимума либо максимума этой функции

$$F(x) = F(x_1, x_2, \dots, x_n). \quad (3)$$

Поскольку минимизация целевой функции эквивалентна максимизации противоположной величины, рассмотрим максимизацию целевой функции

$$F(x) \rightarrow \max. \quad (4)$$

Рассмотрим повышение эффективности деятельности управляющей компании как функцию, зависящую от объема необходимых коммунальных услуг для поддержания комфортного проживания в здании населения (x_1), от объема оплаты за оказанные коммунальные услуги (вовлеченность населения в деятельность управляющей компании) (x_2), погодных условий данной территории (x_3), от технического состояния инженерных и информационных систем здания (x_4). Таким образом, функцию ресурсосбережения при хозяйственной деятельности управляющей компании можно представить в виде

$$F(x) = F(x_1, x_2, x_3, x_4). \quad (5)$$

Определим область Dx как функцию ограничений в виде

$$B(x) = B(x_1, x_2, \dots, x_n), \quad (6)$$

где B – компьютерная модель комплекса зданий, созданная на основе BIM-технологий. Таким образом, оптимизационная модель, приводящая к максимизации ресурсосбережения хозяйственной деятельности управляющей компании, будет иметь следующий вид:

$$\begin{aligned} F(x) = F(x_1, x_2, x_3, x_4) &\rightarrow \max \\ \text{при } B(x) = \varphi k(x_1, x_2, \dots, x_n) &= 0. \end{aligned} \quad (7)$$

В случае точного определения условий, при которых действует данная экономико-математическая модель, ее оптимизация с помощью построения оптимизационной модели приводит к эффективной работе всей системы, а именно – к повышению эффективности улучшенных процессов деятельности управляющей компании, совмещая в себе все достижения передовых цифровых технологий. Схема предполагаемой совместной работы оптимизационной модели и цифровых технологий показана на рис. 5.

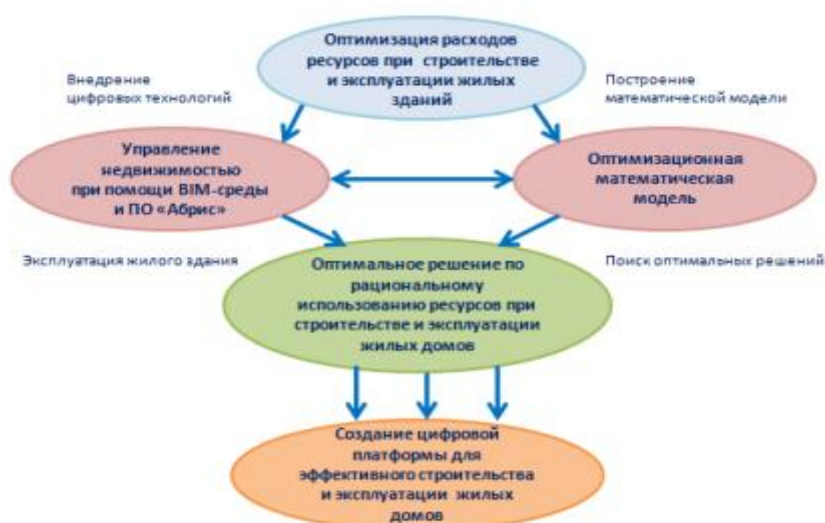


Рисунок 5. Схема совместной работы оптимизационной модели и цифровых технологий

Внедрение системы «Умный дом» с целью энергосбережения эффективно при правильном выборе качественных показателей. Если учесть определения коэффициента учета качественных показателей и относительно длительный срок окупаемости системы, то можно сделать вывод, что чем больше применено функций в системе «Умный дом», тем больше будет годовой экономический эффект от внедрения.

Таким образом, при переходе к цифровой модели наблюдаются новые качественные изменения социально-экономических отношений – это происходит и в бизнес-структурах, и в государстве. Процесс цифровизации

несет в себе как новые возможности, так и новые проблемы. Например, по расчетам аналитиков компании Gartner, к 2025 г. цифровая трансформация коснется абсолютно всех сфер общества. Для того чтобы внедрение цифровой экономики было эффективно, необходимо разработать единые для всех методики. Учитывая поставленные цели и задачи, оцениваются результаты, которые должны быть просчитаны с осознанием социально-экономической пользы.

Список литературы:

1. Коваленко, А. Г. Оптимизация электроснабжения в жилых зданиях / А. Г. Коваленко // Журнал «Энергетика и строительство». — 2023.
2. Ларина, М.В. Современные подходы к электроснабжению и энергоэффективности в реконструкции / М.В. Ларина // Паровое отопление зданий и сооружений: сб. научн. тр., 2024.
3. Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности...» (с изм. и доп. на 2024 г.).
4. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 25.12.2023).
5. Шеина С.Г. Концепция управления городским хозяйством на основе информационно-аналитической системы // Материалы IV Международной научно-практической конференции «ГИС для муниципального и регионального управления». – Таганрог: РГТУ, 2021.