

<https://doi.org/10.21122/2227-1031-2021-20-1-66-74>

УДК 69.003.13

Внедрение цифрового управления проектами строительства и эксплуатации энергоэффективных жилых домов

Доктора экон. наук, профессора В. П. Грахов¹, А. Л. Кузнецов¹,
канд. пед. наук, доц. Ю. Г. Кислякова¹, У. Ф. Симакова¹, асп. Я. О. Князева¹

¹Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова (Ижевск, Российская Федерация)

© Белорусский национальный технический университет, 2021
Belarusian National Technical University, 2021

Реферат. Рассмотрен вопрос о переходе на цифровые технологии управления в сфере строительства и жилищно-коммунального хозяйства в России, а также в других странах. Разработана оптимизационная методика применения цифровой экономики на примере существующей системы управления недвижимостью – в микрорайоне «Столичный» города Ижевска (Удмуртская Республика, Российская Федерация). Описаны существующие и разработаны новые проекты цифровых технологий, внедрение которых повысит эффективность реализации строительства и эксплуатации жилых домов. Сформирована методика создания оптимизационной математической модели управления проектами строительства и эксплуатации энергоэффективных жилых домов. Даны предпосылки и схема совместного внедрения данной модели и цифровых технологий для улучшения качества строительства и эксплуатации жилых домов. В рамках национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» предложена поэтапная методика внедрения цифровых технологий в градостроительную деятельность, а также в сферу жилищно-коммунального хозяйства. Рассмотрены преимущества использования технологии блокчейн в управлении проектами строительства и эксплуатации энергоэффективных жилых домов. Применение разработанных методик, удовлетворяющих запросам участников строительной деятельности и сферы жилищно-коммунального хозяйства, позволит повысить эффективность не только системы управления строительством и эксплуатацией энергоэффективных жилых домов, но и общую эффективность внедрения цифрового управления в сферу недвижимости. Предложенное программное обеспечение «АБРИС» может использоваться в жилищно-коммунальном хозяйстве для оптимизации и отслеживания расхода ресурсов, жизненно необходимых для комфортного проживания населения.

Ключевые слова: цифровая экономика, жилищно-коммунальное хозяйство, строительство, цифровизация, энергоэффективные жилые дома, цифровые технологии, управление эксплуатацией жилых зданий, BIM-технологии, облачные технологии, программное обеспечение «АБРИС»

Для цитирования: Внедрение цифрового управления проектами строительства и эксплуатации энергоэффективных жилых домов / В. П. Грахов [и др.] // *Наука и техника*. 2021. Т. 20, № 1. С. 66–74. <https://doi.org/10.21122/2227-1031-2021-20-1-66-74>

Implementation of Digital Project Management for Construction and Operation of Energy-Efficient Residential Buildings

V. P. Grakhov¹, A. L. Kuznecov¹, Yu. G. Kislyakova¹, U. F. Simakova¹, Y. O. Knyazeva¹

¹Kalashnikov Izhevsk State Technical University (Izhevsk, Russian Federation)

Abstract. The paper considers an issue of transition to digital management technologies in the field of construction and housing and communal services in Russia, as well as in other countries. An optimization methodology for the application of the digital economy has been developed using the example of the existing real estate management system in the Stolichny

Адрес для переписки

Грахов Валерий Павлович
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова
ул. Студенческая, 42,
426069, г. Ижевск, Российская Федерация
Тел.: +7 3412 77-20-22
rector@istu.ru

Address for correspondence

Grakhov Valerii P.
Kalashnikov Izhevsk State
Technical University
42, Studencheskaya str.,
426069, Izhevsk, Russian Federation
Tel.: +7 3412 77-20-22
rector@istu.ru

Microdistrict of Izhevsk city (Udmurt Republic, Russian Federation). The existing and developed new projects of digital technologies are described, the introduction of which will increase the efficiency of the construction and operation of residential buildings. A methodology has been formed for creating an optimization mathematical model for managing construction and operation projects of energy-efficient residential buildings. Prerequisites and a scheme for the joint implementation of this model and digital technologies are given to improve the quality of construction and operation of residential buildings. The paper proposes a phased methodology for the introduction of digital technologies in urban planning, as well as in the field of housing and communal services within the framework of the national program “Digital Economy of the Russian Federation”. The advantages of using block-chain technology in the management of projects for the construction and operation of energy-efficient residential buildings have been studied in the paper. The application of the developed methods that meet the needs of participants in construction activities, as well as the housing and utilities sector, will improve the efficiency of not only the management system for the construction and operation of energy-efficient residential buildings, but also the overall effectiveness of the introduction of digital management in real estate. The proposed ABRIS software can be used in housing and communal services to optimize and track the expenditure of resources vital for a comfortable living of the population.

Keywords: digital economy, housing and communal services, construction, digitalization, energy-efficient residential buildings, digital technologies, management of residential building operation, BIM-technologies, cloud technologies, ABRIS software

For citation: Grakhov V. P., Kuznecov A. L., Kislyakova Yu. G., Simakova U. F., Knyazeva Y. O. (2021) Implementation of Digital Project Management for Construction and Operation of Energy-Efficient Residential Buildings. *Science and Technique*. 20 (1), 66–74. <https://doi.org/10.21122/2227-1031-2021-20-1-66-74> (in Russian)

Введение

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 [1].

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 [2].

В исследовании авторы статьи использовали компьютерную модель жилого микрорайона «Столичный» в городе Ижевске (Удмуртская Республика, Российская Федерация), 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 [3].

Цифровая экономика в управлении проектами строительства

Жилищно-коммунальное хозяйство – одна из наиболее влиятельных сфер, где внедрению ин-

формационных 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 [4].

На рис. 1 представлена классификация моделей управления многоквартирными жилыми домами (МКД), действующих сегодня на территории Российской Федерации.

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 [6].

Приведем сильные и слабые стороны каждой из моделей управления МКД (табл. 1).

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



Рис. 1. Классификация моделей управления многоквартирными жилыми домами [5]

Fig. 1. Classification of apartment building management models [5]

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.

Таблица 1

Сильные и слабые стороны моделей управления многоквартирными жилыми домами

Advantages and disadvantages of apartment building management models

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 удобства расчета и ведения дел управляющих компаний и ТСЖ	Небольшая цена. Легкое техническое обслуживание сети. Присутствует управляющий орган, ответственный за развитие технологии. Среднее потребление количества электроэнергии	Непрозрачность бизнеса. Необходимость в посредниках при 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

Окончание табл. 1

1	2	3	4
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 технологии «Умный дом», установленных в жилых зданиях для сбора информации, будет формироваться в независимую базу данных в рамках технологии блокчейн	Безопасность сетей данных. Снижение накладных расходов на администрирование сетей. Возможность фиксации времени размещения любых документов. Отсутствие необходимости в посредниках при транзакциях. Прозрачность бизнеса. Нет необходимости создания серверов	Дороговизна внедрения. Плохая адаптация технических специалистов. Отсутствие управляющего органа, ответственного за развитие технологии. Потребление большого количества электроэнергии

Таблица 2

Оценка показателей конкурентоспособности моделей управления многоквартирными жилыми домами

Assessment of competitiveness indicators of apartment building management models

Решающий фактор	Оценка показателя						
	-3	-2	-1	0	1	2	3
Стоимость автоматизации		■	▶		●		
Адаптация к системе автоматизации						■	
Техническое оборудование для использования системы							■
Безопасность сетей данных	●		●		▶		■
«Прозрачность» расчетов					▶		■

Условные обозначения: ● – классические системы управления МКД; ▶ – модель управления МКД с применением облачных инновационных технологий; ■ – модель управления МКД с применением искусственного интеллекта.

Инновационные методы в сфере использования энергоресурсов – это ключ к решению проблемы нерационального их применения в процессе строительства и эксплуатации зданий. Для оптимизации параметров энергоэффективности сооружений необходимо сосредоточиться на разработке методологий измерений и принципах организации цифровых систем зданий [7].

Модель управления строительством жилого дома и взаимосвязь в ней участников строительства показаны на рис. 2.

Рассмотрим модель управления строительством и эксплуатацией жилых домов на примере микрорайона «Столичный» Ижевска. Микрорайон «Столичный» – это участок земли площадью 93,7 га, высота зданий – от 10 до 25 этажей, общая площадь квартир – 650 тыс. м², что может обеспечить проживание около 25,5 тыс. человек.

В микрорайоне действует одна управляющая компания ЖКУ № 826 ФГУП «ГВСУ № 8». Представим систему управления многоквартирным жилищным фондом как трехуровневую (рис. 3).



Рис. 2. Модель управления строительством многоквартирного жилого дома

Fig. 2. Multi-apartment residential construction management model

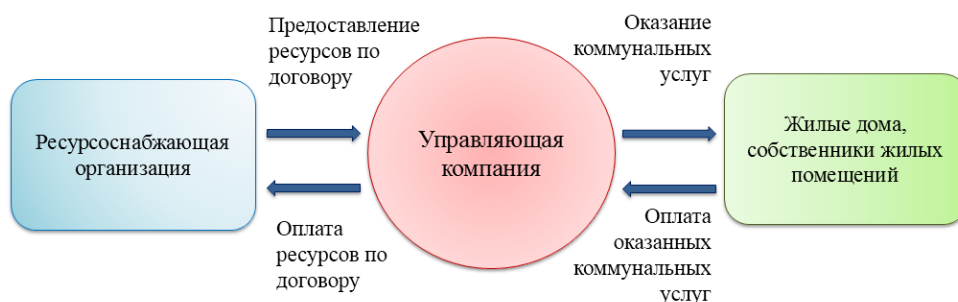


Рис. 3. Модель управления жилищным фондом управляющей компанией

Fig. 3. Housing management model of management company

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 ко-

торой устройства хранения данных не подключены к общему серверу [8]. 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 [9].

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.

Создание оптимизационной методики применения цифровой экономики в управлении недвижимостью

Основная задача построения оптимизационных моделей управления заключается в нахождении экстремума функций при заданных ограни-

чениях 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.

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 [10].

Зависимость оптимизируемого показателя от отдельных параметров x , значения которых можно изменять, выражает целевая функция. Такие параметры называются управляемыми

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

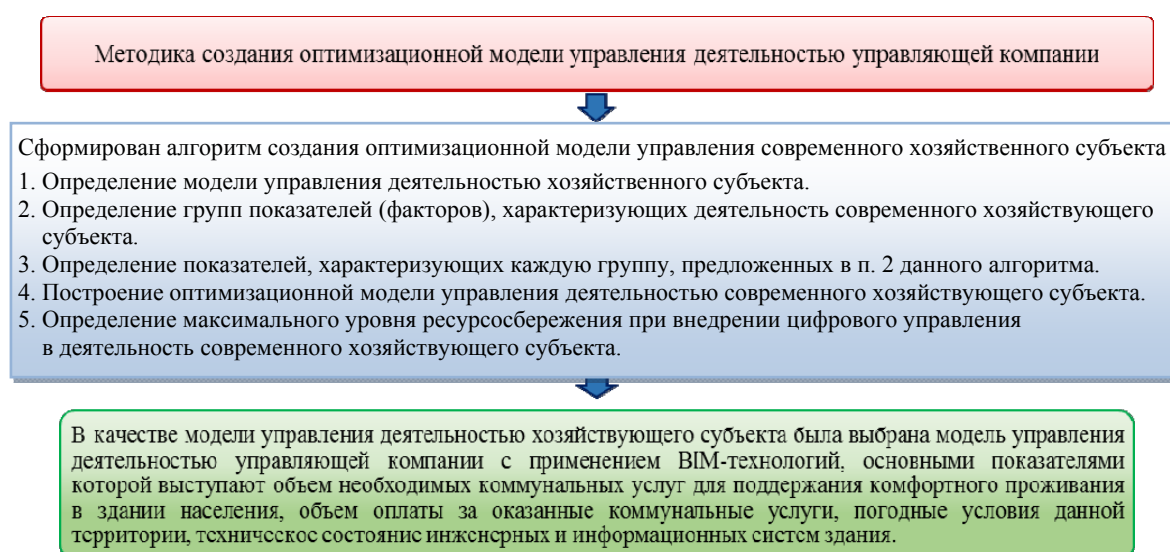


Рис. 4. Методика создания оптимизационной модели

Fig. 4. Methodology for creating optimization model

Управляемые параметры x_i независимы друг от друга и могут изменяться в существующих пределах допустимой области D_x в процессе оптимизации.

Аналитически область допустимых значений может задаваться в виде набора функций

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

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 D_x 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 техническо-

го 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 D_x 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:

$$F(x) = F(x_1, x_2, x_3, x_4) \rightarrow \max$$

при $B(x) = \varphi k(x_1, x_2, \dots, x_n) = 0. \quad (7)$

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.

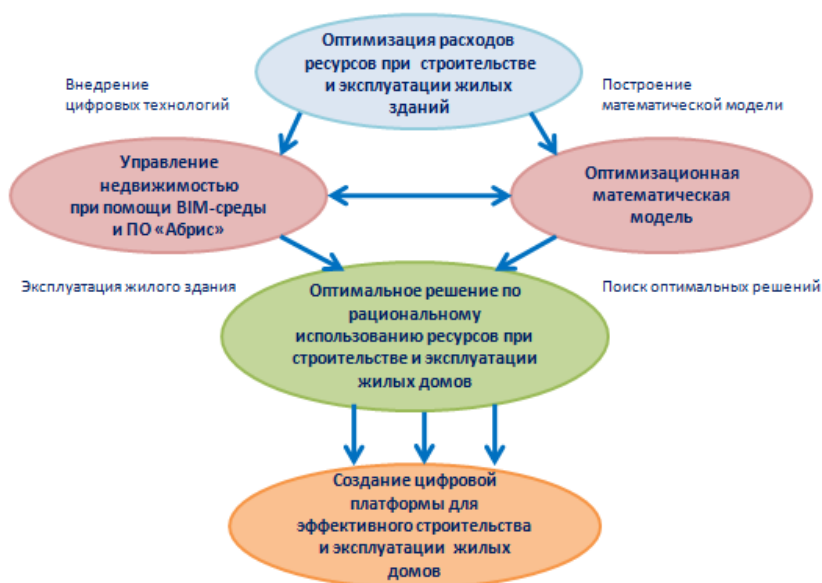


Рис. 5. Схема совместной работы оптимизационной модели и цифровых технологий

Fig. 5. Collaboration scheme of optimization model and digital technologies

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.

ВЫВОДЫ

1. Инновационные методы в сфере использования энергоресурсов – это ключ к решению проблемы нерационального их применения в процессе строительства и эксплуатации зданий. Для оптимизации параметров энергоэффективности сооружений необходимо сосредоточиться на разработке методологий измерений и принципах организации цифровых систем зданий [11].

2. Как и любой другой процесс, внедрение цифровых технологий проходит ряд последовательных стадий. Управление данным процессом помогает четко понять последовательность реализации внедрения и для каждого этапа определить цели и задачи.

3. Предложенное программное обеспечение «АБРИС» может использоваться в сфере жилищно-коммунального хозяйства с целью оптимизации и отслеживания расхода ресурсов, жизненно необходимых для комфортного проживания населения. Применение «АБРИС» позволит 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 одновременно хранится на множестве компьютеров, что не позволяет ее повредить;

- экономия времени и денежных средств;

- финансовая составляющая – уменьшение затрат на электроэнергию, что актуально при постоянно растущих тарифах.

4. Для реального перехода к цифровым технологиям управления, в частности в сфере жилищно-коммунального хозяйства, необходимо:

- усилить:

- роль государства в период интенсивного развития цифровой экономики, а также цифровизации сферы строительства и жилищно-коммунального хозяйства;

- работу по развитию единого информационно-аналитического пространства в области мониторинга, контроля и надзора;

- работу по использованию технологии блокчейн путем создания инфраструктуры для сбора и хранения информации;

- провести:

- анализ и дать оценку потенциала и возможностей рынка жилищно-коммунального хозяйства;

- работу, чтобы повысить готовность товариществ собственников жилья, управляющих компаний к внедрению и дальнейшему использованию цифровых технологий.

6. 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 [12]. 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.

ЛИТЕРАТУРА

1. Осипов, С. Н. Некоторые особенности ресурсосбережения в строительстве / С. Н. Осипов, А. В. Захаренко, Д. А. Поздняков // Наука и техника. 2018. Т. 17, № 2. С. 114–122. <https://doi.org/10.21122/2227-1031-2018-17-2-114-122>.
2. К вопросу развития жилищного строительства с минимальным потреблением энергоресурсов / Б. М. Хрусталев [и др.] // Энергетика. Известия высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ. 2014. № 5. С. 45–60.
3. Sowing the Seeds of the Future: Policies for Financing Tomorrow's Innovations / L. Grillia [et al.] // Technological Forecasting and Social Change. 2018. Vol. 127. P. 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.10.021>.

4. Горбачев, Д. В. Обзор современных информационных технологий автоматизации деятельности в сфере ЖКХ / Д. В. Горбачев, Э. Г. Хакимова // Молодой ученый. 2015. Т. 93, № 13. С. 33–35.
 5. Оптимизационная модель деятельности управляющей компании / В. П. Грахов [и др.] // Вестник Челябинского государственного университета. Экономические науки. 2019. Т. 425, № 3. С. 168–177.
 6. Куприяновский, В. П. BIM – цифровая экономика. Как достигли успеха? Практический подход к теоретической концепции. Часть I. Подходы и основные преимущества BIM / В. П. Куприяновский, С. А. Синягов, А. П. Добрынин // International Journal of Open Information Technologies. 2016. Т. 4, № 3. С. 1–8.
 7. Грахов, В. П. Эффективность энергосберегающих мероприятий в жилищном строительстве / В. П. Грахов, С. А. Мохначев, В. Г. Егорова // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2. С. 273–275.
 8. Volkonska, E. Блокчейн – что это понятным языком [Электронный ресурс] / E. Volkonska. Режим доступа: <http://bestinvestpro.com/blokchejn-chto-eto-ponyatnym-yazykom>. Дата доступа: 09.09.2019.
 9. Kakavand, H. The Blockchain Revolution: an Analysis of Regulation and Technology Related to Distributed Ledger Technologies / H. Kakavand, N. Kost De Serves, B. Chilton. SSRN Electronic Journal. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2849251>.
 10. Тептин, Г. М. Математическое моделирование / Г. М. Тептин, О. Г. Хуторова, А. А. Журавлев. Казань, 2009. 19 с.
 11. Швайба, Д. Н. Системный анализ показателей социально-экономической безопасности / Д. Н. Швайба // Наука и техника. 2018. Т. 17, № 4. С. 338–343. <https://doi.org/10.21122/2227-1031-2018-17-4-338-343>.
 12. Ленчук, Е. Б. Формирование цифровой экономики в России: проблемы, риски, перспективы / Е. Б. Ленчук, Г. А. Власкин // Вестник Института экономики Российской академии наук. 2018. № 5. С. 9–21.
- Поступила 17.12.2019
Подписана в печать 13.03.2020
Опубликована онлайн 29.01.2021
- REFERENCES
1. Osipov S. N., Zakharenko A. V., Pozdnyakov D. A. (2018) Some Specific Features of Resource Saving in Construction. *Nauka i Tekhnika = Science and Technique*, 17 (2), 114–122 (in Russian). <https://doi.org/10.21122/2227-1031-2018-17-2-114-122>.
 2. Khroustalev B. M., Pilipenko V. M., Danilevsky L. N., Nguyen T. (2014) On Problem in Development of House Building Construction with Minimum Power Resources Consumption. *Energetika. Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii i Energeticheskikh Ob'edinenii SNG = Energetika. Proceedings of the CIS Higher Education Institutions and Power Engineering Associations*, (5), 45–60 (in Russian).
 3. Grilli L., Mazzucato M., Meoli M., Scellato G. (2018) Sowing the Seeds of the Future: Policies for Financing Tomorrow's Innovations. *Technological Forecasting and Social Change*, 127, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.10.021>.
 4. Gorbachev D. V., Khakimova E. G. (2015) Overview of Modern Information Technologies for the Automation of Housing and Communal Services. *Molodoy Uchionyi [Young Scientist]*, 93 (13), 33–35 (in Russian).
 5. Grakhov V. P., Kislyakova Yu. G., Simchenko O. L., Simakova U. F., Chazov E. L., Knyazeva Ya. O. (2019) Optimization Model of Management Company. *Vestnik Chelyabinskogo Gosudarstvennogo Universiteta. Ekonomicheskie Nauki [Bulletin of Chelyabinsk State University. Economic Sciences]*, 425 (3), 168–177 (in Russian).
 6. Kupriyanovskii V. P., Sinyagov S. A., Dobrynin A. P. (2016) BIM – Digital Economics. How Did you Succeed? Practical Approach to Theoretical Concept. Part I. Approaches and Key Benefits of BIM. *International Journal of Open Information Technologies*, 4 (3), 1–8 (in Russian).
 7. Grakhov V. P., Mokhnachev S. A., Egorova V. G. (2015) Efficiency of Energy-Saving Measures in Housing. *Sovremennye Problemy Nauki i Obrazovaniya = Modern Problems of Science and Education*, (2), 273–275 (in Russian).
 8. Volkonska E. (2017) Blockchain – What it Means in Plain Language. Available at: <http://bestinvestpro.com/blokchejn-chto-eto-ponyatnym-yazykom>. (Accessed 9 September 2019) (in Russian).
 9. Kakavand H., Kost De Serves N., Chilton B. (2016) The Blockchain Revolution: an Analysis of Regulation and Technology Related to Distributed Ledger Technologies. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2849251>.
 10. Teptin G. M., Khutorova O. G., Zhuravlev A. A. (2009) *Mathematical Modeling*. Kazan. 19 (in Russian).
 11. Shvaiba D. N. (2018) Systematic Analysis of Indicators for Socio-Economic Security. *Nauka i Tekhnika = Science and Technique*, 17 (4), 338–343 (in Russian). <https://doi.org/10.21122/2227-1031-2018-17-4-338-343>.
 12. Lenchuk E. B., Vlaskin G. A. (2018) Formation of Digital Economy in Russia: Problems, Risks, Prospects. *Vestnik Instituta Ekonomiki Rossiyskoy Akademii Nauk = The Bulletin of the Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences*, (5), 9–21 (in Russian).
- Received: 17.12.2019
Accepted: 13.03.2020
Published online: 29.01.2021