



Организации жилищного строительства: практические аспекты цифровой интеллектуальной поддержки (на примере ЖК «Авиатор», г. Иркутск)

А.В. Королёк^{1✉}, М.В. Матвеева², А.В. Пешков³

¹Группа компаний «Новый Город», г. Иркутск, Россия

^{1,2,3} Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия

Аннотация. Целью статьи является рассмотрение практических аспектов цифровой интеллектуальной поддержки организации жилищного строительства на примере организации строительства жилого комплекса «Авиатор» в г. Иркутске (застройщик – группа компаний «Новый город»). Цифровая интеллектуальная поддержка позволяет автоматизировать и дистанционно управлять процессами организации жилищного строительства посредством оперативного принятия наиболее эффективных решений, что позволяет повысить надежность системы организации жилищного строительства. В статье освещаются вопросы применения оптимизационных алгоритмов в организации жилищного строительства, где при интеграции системного анализа, организационного, информационного и математического моделирования появляется возможность оптимизации принимаемых решений по всем видам ресурсов, продолжительности по времени производственных процессов и строительства объекта в целом. Все это способствует совершенствованию системы управления организацией строительства жилого комплекса в аспектах качества, надежности и эффективности. Рассмотрены вопросы контроля за организацией и реализацией этапов и очередности в жилищном строительстве на примере жилого комплекса «Авиатор». В целом использование потенциала цифровой интеллектуальной поддержки отражается на результатах экономических показателей деятельности организации по исследуемому объекту на этапе собственно строительства.

Ключевые слова: жилой комплекс, жилищное строительство, организация, интеллектуальная поддержка, цифровизация, моделирование, автоматизация, надежность, экономические показатели

Для цитирования: Королёк А.В., Матвеева М.В., Пешков А.В. Организации жилищного строительства: практические аспекты цифровой интеллектуальной поддержки (на примере ЖК «Авиатор», г. Иркутск) // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2024. Т. 14. № 1. С. 70–81. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-1-70-81>. EDN: XBBLSJ.

Original article

Housing construction management: practical aspects of digital intelligent support (on the example of the Aviator housing development, Irkutsk)

Artem V. Korolek^{1✉}, Maria V. Matveeva², Artem V. Peshkov³

¹Group of companies "Novy Gorod", Irkutsk, Russia

^{1,2,3}Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

Abstract. The article considers the practical aspects of digital intelligent support for managing housing construction using the example of the construction management of the Aviator housing estate in Irkutsk (the developer is the Novy Gorod business group). Digital intelligent support enables one to automate and remotely manage the processes of organizing housing construction through taking the most effective decisions promptly. This gives an opportunity to increase the reliability of the housing construction management system. The article highlights the application of optimization algorithms to organizing housing construction. With the integration of systems analysis, organizational, information, and mathe-

mathematical modeling, it becomes possible to optimize decisions made for all resource types, the duration of production processes, and the construction of the entire object. All these enhance the management system for organizing housing estate construction in terms of quality, reliability, and efficiency. The article addresses the issues of control over the organization and implementation of housing construction stages and priorities using the example of the Aviator housing complex. In general, using the digital intelligent support potential impacts on the economic performance indicators of the organization for the object under study at the construction stage proper.

Keywords: residential complex, housing construction, organization, intellectual support, digitalization, modeling, automation, reliability, economic indicators

For citation: Korolek A.V., Matveeva M.V., Peshkov A.V. Housing construction management: practical aspects of digital intelligent support (on the example of the Aviator housing development, Irkutsk). *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost'* = *Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2024;14(1):70-81. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-1-70-81>. EDN: XBBSJ.

ВВЕДЕНИЕ

Строительство жилых зданий в г. Иркутске за период январь–август 2023 г. выросло на 17,7 % по сравнению с аналогичным периодом 2022 г. Это связано с возрастающей потребностью населения в жилых помещениях. Потребность в увеличении жилой площади в г. Иркутске стала актуальной темой для специализированных застройщиков, которые стремятся увеличить количество возведения многоквартирных домов (МКД), жилые помещения в которых будут иметь конкурентное качество и цену за квадратный метр жилья.

Обеспечение населения жильем – важнейшая проблема, решение которой осуществляется, в том числе в рамках национального проекта «Жилье и городская среда». Чтобы снизить уровень этой проблемы, застройщики направляют вектор своих целей на использование автоматизации и цифровизации в строительстве, а также на применение новых энергоресурсосберегающих технологий, что позволяет им иметь ряд преимуществ по сравнению с другими строительными организациями на строительном рынке [1]. Сегодня в основе жилищного строительства лежит комплексное развитие территорий. Строительство жилого комплекса «Авиатор» в г. Иркутске выполняет группа компаний «Новый город». Группа компаний «Новый Город» выполняет работы по строительству зданий и сооружений с 1996 г., на протяжении 18 лет ведет комплексное строительство жилых домов в г. Иркутске. В эксплуатацию введено более 550 000 м² жилой и нежилой площадей. Длительное время группа компаний «Новый Город» занимает лидирующие позиции на строительном рынке г. Иркутска с прочной репутацией и сильной конкурентной позицией. Имея большой опыт в организации возведения объектов недвижимости, группа компаний

«Новый Город» обращает особое внимание на сроки их сооружения и соблюдение утвержденных графиков производственных работ. Следует отметить, что эта информация общедоступна каждому потенциальному клиенту. Строительная деятельность группы компаний «Новый Город» подтверждается многочисленным количеством наград федерального значения. На сегодняшний день, помимо строительства, группа компаний «Новый Город» на собственном заводе производит более 100 видов строительных материалов – большой ассортимент тротуарной плитки, деталей колодцев, бортового камня, мостовых труб, бетонной смеси и т. д. Качество строительной продукции подтверждено не только лабораторными испытаниями, но и многочисленными отзывами клиентов. Группа компаний «Новый Город» предлагает жителям г. Иркутска эксклюзивные и классические материалы строительной продукции. Лидерство в Иркутской области достигнуто благодаря неустанному самосовершенствованию и внедрению новых технологий в строительном производстве.

Индивидуальный подход к клиенту позволяет создавать уникальные творения, которые радуют самым изысканным уровнем сервиса, ассортиментом и качеством готовой строительной продукции. Благодаря сильной команде профессионалов группа компаний «Новый Город» является застройщиком № 1 в Иркутской области.

Жилой комплекс «Авиатор» (ЖК «Авиатор») – полностью обустроенный микрорайон с собственной развитой инфраструктурой, дворовыми площадками, подземными автопарковками и помещениями для бизнеса (рис. 1). Квартиры от группы компаний «Новый Город» представляют собой надежность, комфорт и выгодное вложение капитала.



Рис. 1. Генеральный план жилого комплекса «Авиатор»
Fig. 1. General plan of the residential complex "Aviator"

Развитие жилищного строительства требует постоянных изменений и усовершенствования процесса возведения жилых зданий, ускорения работ с сохранением качества и снижением сроков выполняемых работ. В связи с этим возникает потребность использования интеллектуальной поддержки и применения цифровизации для принятия своевременных решений и оптимизации процессов управления и контроля в строительстве [2, 3].

Современные алгоритмы программного обеспечения позволяют обрабатывать большие объемы информации, полученные с объекта строительства. Использование программного обеспечения позволяет оптимизировать процессы организации и управления строительством [4].

Оптимизационные алгоритмы используются для построения оптимального плана технологической последовательности при организации жилищного строительства. Так как эти алгоритмы используют различные параметры и комбинации стратегий для выбора наилучшего решения проблем процесса строительного производства, то это ведет к снижению издержек и повышению эффектив-

ности организации производственных процессов [5].

Сценарии моделирования и имитации производственных процессов в строительстве делают простой и наглядной визуализацию строительного производства, с помощью которой руководители строительных организаций оценивают различные варианты строительных процессов. Такой подход обеспечивает возможность сравнений различных стратегий и помогает выбрать наиболее эффективные производственно-экономические решения [6].

Визуальные средства поддержки принятия решений – графические интерфейсы визуализации производства – упрощают информационный анализ, что способствует принятию обоснованного и рационального решения. Визуальные средства поддержки могут включать и интегрировать различные диаграммы (Ганта), графики, карты, 3D-планы и другие инструменты, облегчающие понимание структуры взаимосвязей производственных процессов.

Система управления интегрированными процессами происходит с помощью таких про-

граммных обеспечений, как 1С, Renga, Pilot BIM и Excel, что позволяет обеспечить связь между производственными процессами, техническим обслуживанием средств механизации и оборудованием модернизацией строительного производства, поставками материалов и оборудования на конкретном объекте строительства. За счет этого становится быстрее обмен данными между различными отделами и управляющими структурами и, как результат, повышение эффективности и оптимизации процесса строительного производства [7].

Цифровизация в строительстве – процесс перевода всех строительных процессов в цифровой формат, использование новейших технологий для увеличения качественно-количественных показателей строительного производства. Строительные организации, желая получить конкурентные преимущества и оптимизировать процессы строительного производства, активно внедряют автоматизи-

рованную разработку программного обеспечения [8]. С 2022 г. в строительной отрасли Российской Федерации внедряют BIM технологии – компьютерное моделирование объектов строительства. В проектах, при реализации которых используются привлеченные государственные бюджетные средства, применение BIM технологии считается обязательным требованием [9].

Вектор цели BIM технологий направлен на усовершенствование всех процедур реализации проекта и эффективное участие всех его участников (строительных организаций). Визуальные изображения зданий в виде макетов с помощью специальных программ позволяют увидеть более детальную картину объекта строительства, включая все процессы строительного производства, обеспечения и обслуживания. Такой современный подход разработки конструкций позволяет моделировать здания и сооружения в виртуально-цифровом формате (рис. 2).



Рис. 2. Создание эскиза, концептуальное проектирование
Fig. 2. Sketching, conceptual design

В связи с программой импортозамещения на рынке Российской Федерации был внедрен отечественный программный продукт Renga, который позволяет строительным организациям участвовать в реализации проектов с государственным финансированием. На сегодняшний день доступное объединение Renga с комплексной системой автоматизации строительства БИТ.СТРОИТЕЛЬСТВО обеспечивает интегрированную автоматизацию таких строительных процессов, как планирование, контроль, учет и управление строительным проектом. Преимущества комплексной системы автоматизации строительства

БИТ.СТРОИТЕЛЬСТВО представлено на рис. 3. Практика внедрения этого программного обеспечения показывает, что производительность труда в строительной организации вырастает на 10 %, благодаря чему возникает устойчивость такой строительной организации на рынке строительства по сравнению с другими строительными организациями. На выходе после реализации стратегии автоматизации строительных процессов сокращаются финансовые средства на создание объектов капитального строительства – жилых зданий на 20 %, сроки возведения жилых зданий сокращаются на 30 %.

БИТ.СТРОИТЕЛЬСТВО – комплексная система для автоматизации строительства. Решение входит в Реестр российского программного обеспечения и обладает всем необходимым функционалом для решения задач строительной организации.

БИТ.СТРОИТЕЛЬСТВО в комплексе автоматизирует:

- Бухгалтерию подрядных организаций и заказчиков-застройщиков;
- Управление финансами, консолидацию, МСФО, управленческий учет;
- Расчет заработной платы пообъектно;
- Подразделения продаж;
- Отделы материально-технического снабжения;
- Управление строительными машинами и механизмами.

Ключевые преимущества:

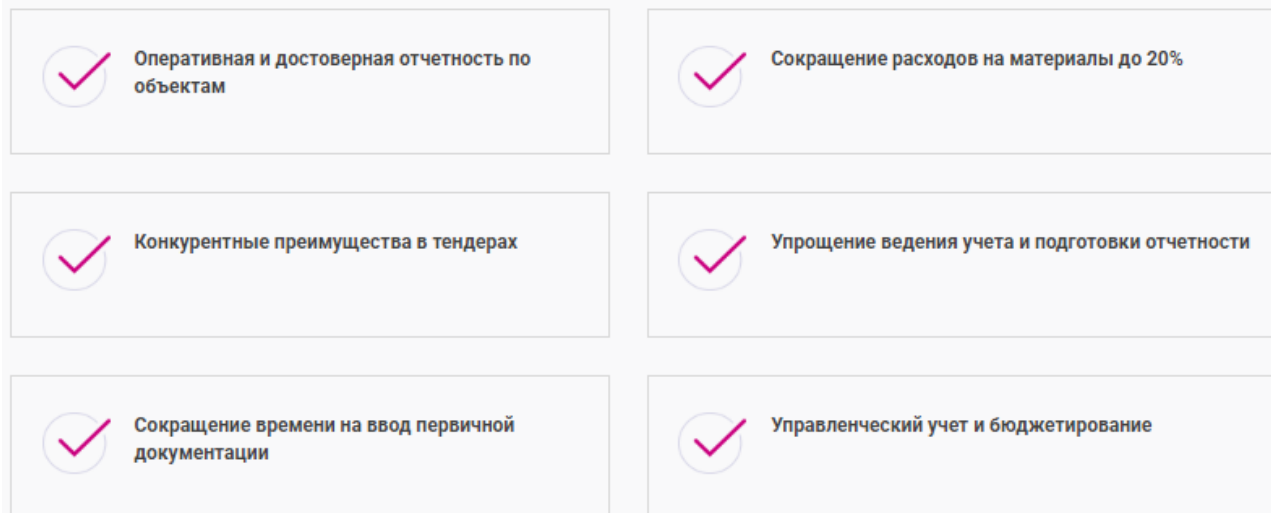


Рис. 3. Описание преимуществ системы БИТ.СТРОИТЕЛЬСТВО
Fig. 3. Description of the advantages of the BIT.CONSTRUCTION system

Своевременный переход в электронный цифровой формат дает возможность строительным организациям участвовать в реализации объектов строительства с государственным финансированием, а также экономить финансовые средства и повышать эффективность деятельности строительной организации.

МЕТОДЫ

Интеллектуальная поддержка в строительстве – поддержка в принятии решений по управлению производственными процессами в строительстве, в заблаговременном решении задач по своевременной поставке материалов и оборудования непосредственно на строительную площадку [10, 11].

В группе компаний «Новый Город» на объекте строительства ЖК «Авиатор» управление производственными процессами производится с помощью графиков производства работ, интегрированных с программной площадкой 1С в виде таблицы, в которой отображаются ежедневные объемы выполненных работ всеми подрядными организациями, которые входят в группу компаний «Новый Город» и участвуют в строительстве.

Распределение объемов работ между подрядными организациями происходит после анализа программой 1С объемов работ и временных затрат на их выполнение, формирования таблицы трудоемкости тех или иных работ.

С учетом направленности той или иной строительной организации руководство группы компаний «Новый Город» распределяет объемы работ между подрядными организациями, которые входят в контур ее управления.

Каждый подрядчик с помощью программы 1С видит закрепленные за ним объемы работ, регламентированное время их выполнения, необходимое количество материалов, инструментов, оборудования, машин и механизмов.

Благодаря этому подрядчик самостоятельно производит расчет срока, необходимого для выполнения закрепленных за ним объемов работ, количества человеко-часов, количества рабочих, необходимых для выполнения тех или иных работ, необходимого количества материалов, оборудования, машин и механизмов [12].

На сегодняшний день в группе компаний «Новый Город» автоматизация и цифровизация с использованием платформы 1С охвати-

ли такие процессы, как поставка материалов, контроль объемов выполненных работ и контроль за списанием материалов (рис. 4).

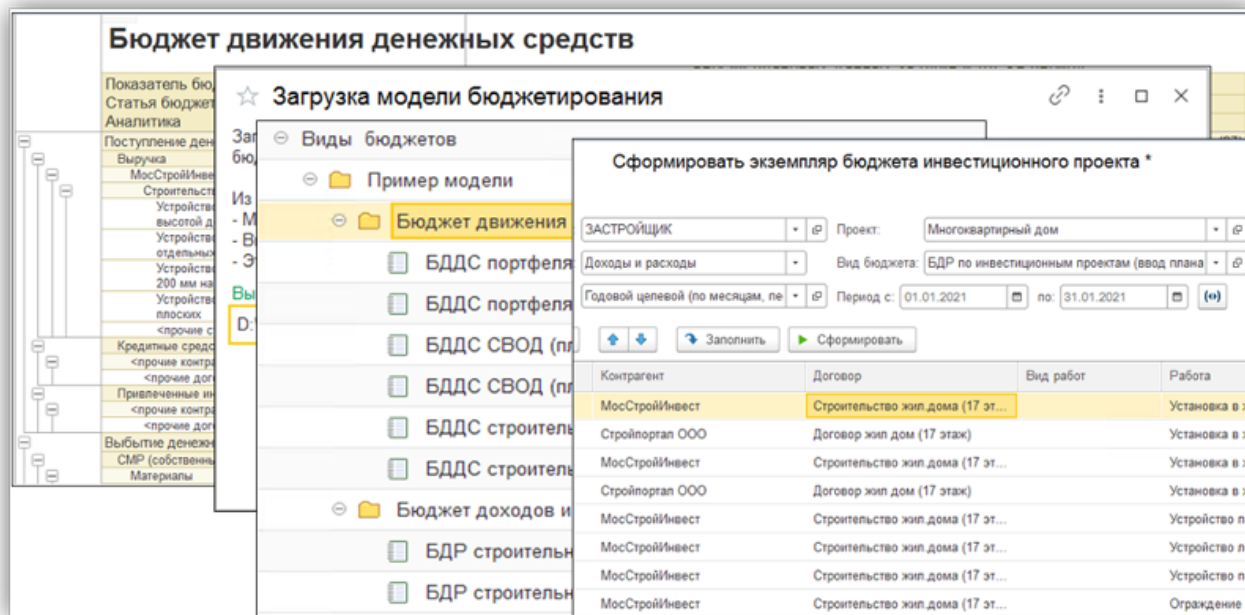


Рис. 4. Интерфейс программы 1С
Fig. 4. 1C program interface

Автоматизация и цифровизация платформы 1С значительно сокращает время на контроль объемов работ и обеспечивает своевременную поставку материалов и оборудования на строительную площадку. Программа 1С сама рассчитывает точку входа подрядчиков на объект, дату начала строительных работ, срок потребности в тех или иных материалах, подручных технических приспособлениях, оборудовании, машинах и механизмах.

Так, платформа 1С, учитывая сроки выполнения работ, рекомендует сроки поставки материалов, на основании чего строится график поставки материалов.

Все материалы поставляются на объект строительства централизованно и своевременно в необходимом количестве для каждой подрядной организации, т. к. программа сама сигнализирует отделу снабжения о необходимости тех или иных материалов на определенном объекте строительства.

Материалы доставляются на объект собственным или наемным автотранспортом. За поставку строительных материалов группа компаний «Новый Город» производит оплату авансом, что позволяет, не имея достаточных по площади собственных складских помещений, хранить строительные материалы у по-

ставщиков до даты доставки, а это экономит время и расходы на промежуточную транспортировку, ответственное хранение или аренду складских площадей, погрузку и выгрузку.

Первая стадия контроля за объемом выполненных работ заключается в том, что каждый день в программу вносится информация о фактическом объеме выполненных работ. Указанная информация заносится производителем работ в соответствующую графу по факту выполнения, а программа 1С сама вычитает выполненные объемы строительных работ и показывает сколько объемов работ осталось выполнить и в какие сроки.

Программа автоматически производит вертикальный анализ, выявляет пиковые значения и критические превышения. В производственно-техническом отделе (ПТО) показания по объемам выполненных работ снимаются, анализируются и передаются главному инженеру.

По результатам выполнения строительных работ в случае отставания от графика производства работ принимаются решения по принятию компенсационных мероприятий для соблюдения сроков по графику производства работ (рис. 5).

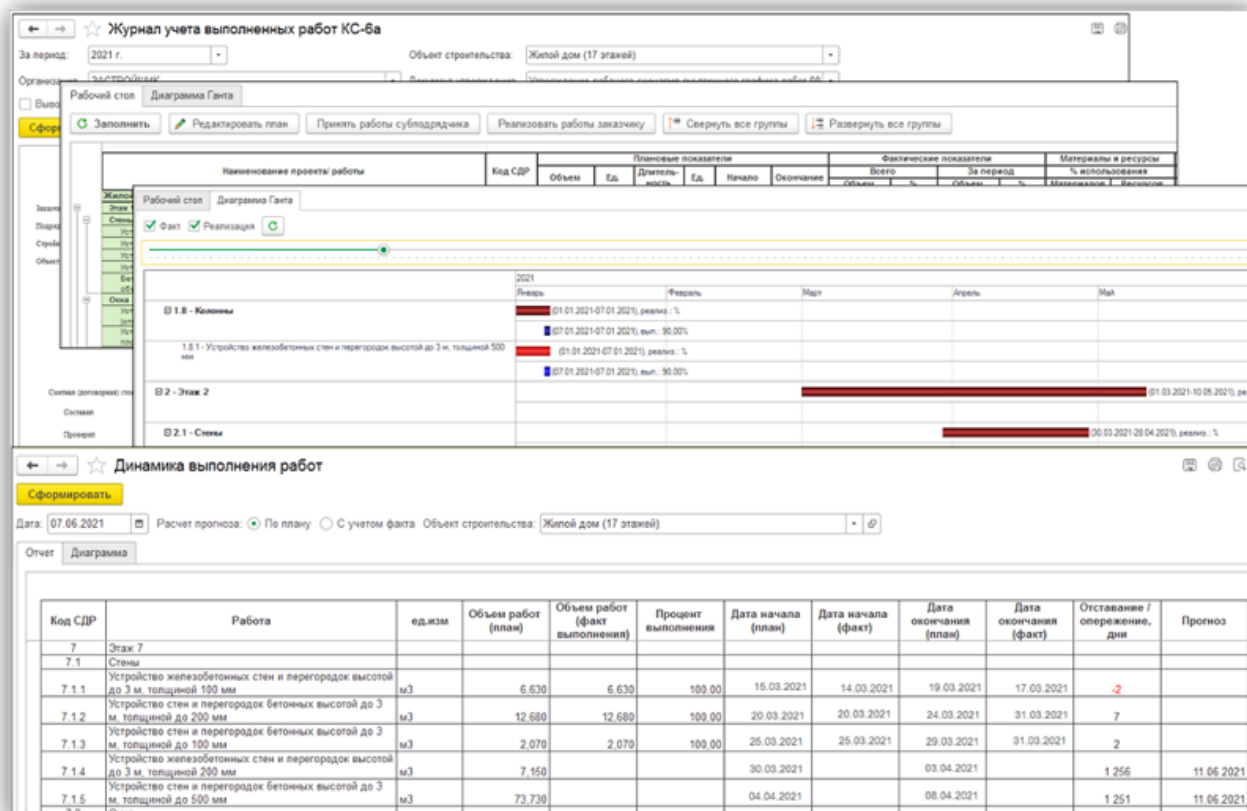


Рис. 5. Журнал учета выполненных работ в электронном виде
Fig. 5. Journal of work performed in electronic form

Как правило, решения по принятию компенсационных мероприятий принимаются в кратчайшие сроки с дачей письменных указаний по решению возникшей проблемы непосредственно в программе 1С. Подрядчик, отстающий от графика производства работ, попадает в поле наблюдения руководства группы компаний «Новый Город».

Как только подрядчик устраняет свое отставание в объемах выполнения работ по графику производства работ, то в таблице 1С исчезает информация об отставании этого подрядчика, выделенная красным цветом в таблице в соответствующей графе. Описанный выше механизм контроля является дистанционным и графическим.

Вторая стадия контроля заключается в контроле за списанием материалов. Списание производится только тех материалов, которые фактически получены подрядной строительной организацией для конкретного объекта строительства согласно проекту и смете. Списание производится по факту выполнения работ с применением соответствующих материалов и на основании подписанного акта приемки выполненных работ по форме № КС-2 (Акт по форме КС-2).

В случае, если подрядчик решит списать материалы, не предъявив работы к приемке, т. е. в отсутствие подписанного Акта по форме КС-2, то программа не позволит совершить эту операцию списания материалов. Если подрядчик решит списать материалы, которые не предусмотрены в этих видах и объемах строительных работ, то программа также не позволит ему этого сделать, а информацию о предпринятых и недоступных к совершению попытках действий передаст в ПТО. Закрытие выполненных строительных работ и списание материалов производится строго согласно видам и объемам работ, строительным материалам, предусмотренным для выполнения таких работ. Принятие работ производится строительным контролем с отметкой о выполнении в программе 1С.

Тем самым, с помощью цифровизации обеспечивается контроль за списанием материалов, используемых при строительстве жилых зданий [13].

Весь документооборот в группе компаний «Новый Город» ведется в электронном виде, что упрощает взаимодействие между структурными подразделениями и сотрудниками всех организаций, входящих в группу компа-

ний «Новый Город». Вся проектно-сметная, разрешительная, исполнительная и иная документация по каждому объекту строительства оцифрована и доступна в электронном виде в актуальной редакции. Документы пересылаются, согласовываются и подписываются в программе электронного документооборота, что облегчает работу и сокращает сроки по обмену информацией и проведению указанных выше процедур согласования и подписания документации [14].

Если возникают проблемные вопросы, то в большинстве случаев они разрешаются дистанционно и в кратчайшие сроки. Все необходимые документы (проектно-сметная, разрешительная, исполнительная и иная документация) доступны для поиска, ознакомления и анализа через внутреннюю программу электронного документооборота.

Описанная выше интеллектуальная поддержка производственных процессов в строительстве является системой второго поколения автоматизации и цифровизации, которая дает точную информацию по всему объекту строительства, анализирует проектно-сметную документацию. Система первого по-

коления включала в себя только данные, размещенные в таблицах на платформе 1С и являлась по своей сути всего лишь наглядным пособием по исходным данным [15].

На сегодняшний день внедряются новые технологии строительного производства. Так, в группе компаний «Новый Город» работает опытная группа с программой Renga, с помощью которой легко проектировать и моделировать различные здания и сооружения. В этом программном обеспечении одновременно над одним проектом могут работать инженеры-проектировщики, специализирующиеся по разным видам конструкций, при этом не мешая друг другу: каждый выполняет работу по своему направлению, что дает этому программному обеспечению преимущество по сравнению с другими программами [16].

Renga – это российская BIM система для комплексного проектирования с необходимой функциональностью, интуитивно понятным интерфейсом и доступной ценой. Созданная в программе документация соответствует используемой в России нормативно-технической документации. Информационная модель созданного объекта строительства используется на всем его жизненном цикле (рис. 6).

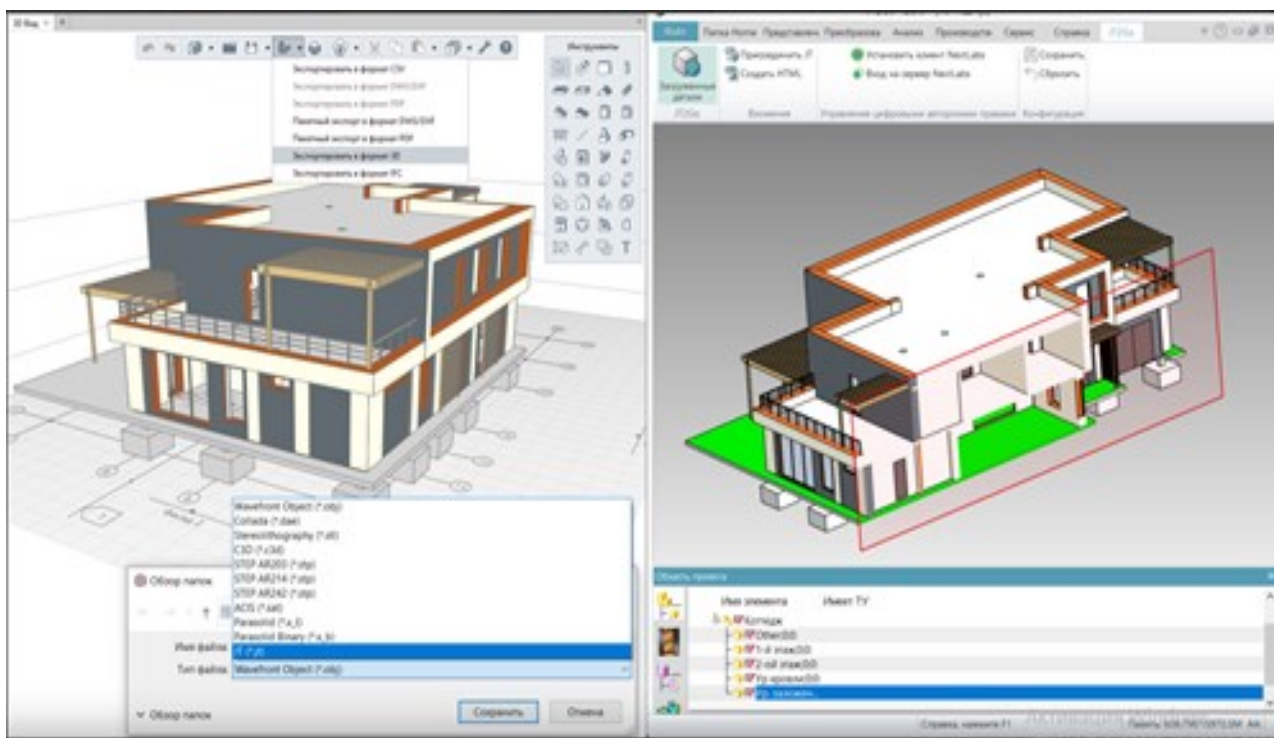


Рис. 6. Фрагмент комплексного проектирования с помощью программы Renga
Fig. 6. Fragment of complex design using the Renga program

Такая современная программа решает задачи не только по проектированию, но и хорошо взаимодействует с другими программ-

ными площадками, оптимизируя и упрощая работу как в области проектирования, так и в области моделирования с построениями гра-

фиков производства работ, контроля за выполнением работ, поставки материалов, оборудования, машин, механизмов и техники на строительную площадку [17].

Упрощение в процессах строительного производства дает возможность в будущем группе компаний «Новый Город» с теми же характеристиками по качеству строительства увеличить объемы производства, сократить сроки выполнения строительных работ, что в конечном результате сэкономит финансовые ресурсы группы компаний «Новый Город» и снизит цену на жилье.

Такой ход событий позволит конкурировать по строительству жилых зданий на рынке строительства со всеми строительными орга-

низациями города Иркутска, устойчиво развиваться и сохранять лидирующие позиции на строительном рынке на протяжении многих лет. В ближайшее время группой компаний «Новый Город» планируется закупить камеры видеонаблюдения с лазерными точками съемки объемов выполненных работ, что позволит улучшить и упростить контроль выполнения строительных работ. Видеокамеры такого типа позволяют с точностью до 70 % снимать и фиксировать выполнение объемов строительных работ, затененность (то, что не попадает в зону видимости камер видеонаблюдения) в размере оставшихся 30 % будет поступать с объекта строительства через площадку 1С в виде цифр и графиков (рис. 7).

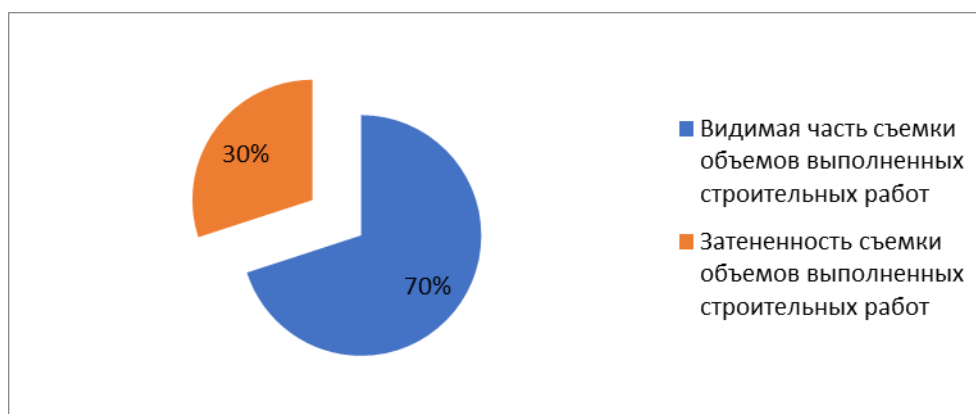


Рис. 7. Соотношение частей видимой и затененной съемки объемов выполненных строительных работ с помощью камер видеонаблюдения

Fig. 7. The ratio of the parts of visible and shaded filming of the volumes of construction work performed using CCTV cameras

Такое усовершенствование интеллектуальной поддержки процессов строительного производства на этапе строительства будет внедрено в группе компаний «Новый Город» в начале 2024 г.

В настоящее время происходит обучение специалистов по работе с этим программным обеспечением. Использование современных технологий увеличивает возможности строительной организации не только на строительном рынке Российской Федерации, но и на мировом рынке, что немаловажно и для строительной отрасли страны в целом [18].

ВЫВОДЫ

Рассмотрение практических аспектов цифровой интеллектуальной поддержки организации жилищного строительства на этапе строительства жилых зданий на примере ЖК «Авиатор» в г. Иркутске выявило новые возможности и преимущества такой поддержки в решении ряда задач, начиная от задач в области проектирования, в области сопровождения процессов строительного производства

непосредственно на строительной площадке и заканчивая вопросами подготовки и сдачи объекта в эксплуатацию. Особое значение, указанное приобретает при организации жилищного строительства в условиях комплексного развития территорий.

Практика применения площадки 1С и программы Renga на примере группы компаний «Новый Город» свидетельствует о позитивных изменениях в управлении процессами организации жилищного строительства.

Применение цифровой интеллектуальной поддержки, автоматизации и моделирования на этапе строительства позволяет принимать наиболее эффективные решения по повышению надежности системы организации жилищного строительства, что приводит к сокращению сроков строительства объектов.

Как показали исследования внедрение элементов цифровой интеллектуальной поддержки в группе компаний «Новый Город» при строительстве ЖК «Авиатор» позволило сократить сроки строительства в среднем на три

месяца и тем самым снизить себестоимость строительства.

Цифровая интеллектуальная поддержка организации жилищного строительства – основа потенциала развития группы компаний «Новый Город». Благодаря цифровой интеллектуальной поддержке и автоматизации на

этапе строительства жилых зданий решается большинство задач группы компаний «Новый Город» в области улучшения количественно-качественных показателей и сокращения временных рамок строительства, что влияет на результаты экономических показателей деятельности группы компаний в целом.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Куликова А.А. В регионе объемы ввода жилья за 8 месяцев превысили 1 миллион квадратных метров // СИБДОМ. Аналитика и прогнозы. 2023. Режим доступа: <https://irk.sibdom.ru/news/19713/> (дата обращения: 20.11.2023).
2. Артюшкин О.В., Плотникова Т.Н. Цифровизация строительной отрасли // Вестник Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова. 2021. № 1 (35). С. 35–39. EDN: ELWWJY.
3. Лосев Ю.Г., Лосев К.Ю. Строительные системы здорового дома // Современное строительство и архитектура. 2018. № 4 (12). С. 18–22. <https://doi.org/10.18454/mca.2018.12.1>. EDN: YNNEWT.
4. Черепанов К.А. О развитии застроенных территорий // Доступное и комфортное жилье: проблемы, поиски, решения: материалы экспертного семинара (г. Иркутск, 30–31 мая 2012 г.). Иркутск, 2012. С. 278–280. EDN: VAAPYT.
5. Быков И.А. Искусственный интеллект как источник политических суждений // Журнал политических исследований. 2020. Т. 4. № 2. С. 23–33. <https://doi.org/10.12737/2587-6295-2020-23-33>. EDN: FCGCZO.
6. Бачурина С.С. Информационное моделирование: методология использования цифровых моделей в процессе перехода к цифровому проектированию и строительству. Ч. 1: Цифровой проектный менеджмент полного цикла в градостроительстве. Теория. М.: ДМК Пресс, 2021. 112 с.
7. Романова Т.А., Потужная И.Р., Марковский И.Г. BIM-технологии: проектирование, строительство, эксплуатация // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. 2019. № 1. С. 156–164. EDN: YWTVNR.
8. Дудин М.Н., Шкодинский С.В. Тенденции, возможности и угрозы цифровизации национальной экономики в современных условиях // Экономика, предпринимательство и право. 2021. Т. 11. № 3. С. 689–714. <https://doi.org/10.18334/epp.11.3.111785>. EDN: NSOQAK.
9. Велесович С.А. Новые технологии, которые станут обязательными на рынке жилья 2020-х // РБК. 2019. Режим доступа: https://realty.rbc.ru/news/5dfa_257b9a79471754678a03 (дата обращения: 20.11.2023).
10. Юргайтис А.Ю. Алгоритмизация процессов формирования планов работ производственной программы строительной организации // Перспективы науки. 2019. № 12 (123). С. 135–138. EDN: NYOXCK.
11. Юргайтис А.Ю., Олейник П.П., Данилочкин М. Н., Гребенников А. Т. Оптимизация планов работ производственной программы строительной организации // Строительное производство. 2020. № 1. С. 33–37. https://doi.org/10.54950/26585340_2020_1_33. EDN: UUCNSL.
12. Фотин О.В. Система РКЦ «Иркутский каркас» многоэтажных зданий и сооружений // Жилищное строительство. 2015. № 5. С. 65–68. EDN: TTYICH.
13. Пешков В.В., Матвеева М.В., Безруких О.А., Рогов Д.С. Обеспечение процессов контроля качества на всех этапах жизненного цикла объектов капитального строительства в рамках концепции «Строительство 4.0» // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2022. Т. 12. № 1 (40). С. 90–97. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2022-1-90-97>. EDN: AINCLW.
14. Топчий Д.В., Юргайтис А.Ю., Юргайтис Ю.С., Попова А.Д. Оптимизация процессов планирования проектных работ и утверждения проектно-сметной документации объектов капитального строительства, реконструкции и перепрофилирования // Вестник гражданских инженеров. 2019. № 2 (73). С. 93–98. <https://doi.org/10.23968/1999-5571-2019-16-2-93-98>. EDN: MNJOOW.
15. Сычев С.А. Научные и инновационные технологические основы нейтрализации дестабилизирующих факторов в условиях Крайнего Севера и Арктики: монография. Санкт-Петербург: Медиапапир, 2019. 512 с.
16. Лосев Ю.Г., Лосев К.Ю. О новом технологическом укладе в строительстве // Наукоемкие технологии и инновации: сб. докладов Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова (г. Белгород, 29 апреля 2019 г.). Белгород, 2019. Ч. 2. С. 60–64. EDN: TNPIAS.
17. Матвеева М.В., Адегбола А.А.А. К вопросу организации процессов 4D-моделирования и управления ими в строительстве // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2022. Т. 12. № 2 (41). С. 190–195. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2022-2-190-195>. EDN: QVZRKL.

18. Светник Т.В. Корректировка стратегий строительства жилья в условиях кризиса // Известия Иркутской государственной экономической академии. 2015. Т. 25. № 6. С. 941–946. [https://doi.org/10.17150/1993-3541.2015.25\(6\).941-946](https://doi.org/10.17150/1993-3541.2015.25(6).941-946). EDN: VAWBWX.

REFERENCES

1. Kulikova A.A. In The Region, Housing Commissioning Volumes Exceeded 1 Million Square Meters In 8 Months. SIBDOM. Analytics and forecasts. Available from: <https://irk.sibdom.ru/news/19713/> [Accessed 20th November 2023]. (In Russ.).
2. Artyushkin O.V., Plotnikova T.N. Digitalization of The Construction Industry. *Vestnik Khakasskogo gosudarstvennogo universiteta im. N.F. Katanova* = *Bulletin of Khakass State University named after. N.F. Katanova*. 2021;1(35):35-39. (In Russ.). EDN: ELWWJY.
3. Losev Y.G., Losev K.Yu. Construction Systems of a Healthful House. *Sovremennoe stroitel'stvo i arkhitektura* = *Modern Construction and Architecture*. 2018;4 (12):18-22. (In Russ.). <https://doi.org/10.18454/mca.2018.12.1>. EDN: YNNEWT.
4. Cherepanov K. A. On the Development of Built-Up Areas. In: *Dostupnoe i komfortnoe zhil'e: problemy, poiski, resheniya: materialy ekspertnogo seminara* = *Affordable and Comfortable Housing: Problems, Searches, Solutions: Materials of the Expert Seminar*. 30-31 May 2012, Irkutsk. Irkutsk; 2012, p. 278-280. (In Russ.). EDN: VAAPYT.
5. Bykov I.A. Artificial Intelligence as A Source of Political Thinking. *Zhurnal politicheskikh issledovaniy* = *Journal of Political Research*. 2020;4;2:23-33. (In Russ.). <https://doi.org/10.12737/2587-6295-2020-23-33>. EDN: FCGCZO.
6. Bachurina S.S. *Information Modeling: A Methodology for Using Digital Models in The Transition to Digital Design and Construction. Part 1: Full-Cycle Digital Project Management in Urban Planning. Theory*. Moscow: DMK Press;2021. 112 p. (In Russ.).
7. Romanova T.A., Postuzhnaya I.R., Markovskii I.G. BIM-Technologies: Designing, Construction, Operation. *Nauchnye trudy Kubanskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta* = *Scientific Works of the Kuban State Technological University*. 2019;1:156-164. (In Russ.). EDN: YWTVNR.
8. Dudin M.N., Shkodinskiy S.V. Trends, Opportunities and Threats of Digitalization of the National Economy in Modern Conditions. *Ekonomika, predprinimatel'stvo i pravo* = *Journal of Economics, Entrepreneurship and Law*. 2021;11;3:689-714. (In Russ.). <https://doi.org/10.18334/epp.11.3.111785>. EDN: NSOQAK.
9. Velesovich S.A. New Technologies That Will Become Must-Haves in the 2020s Housing Market. RBC. Available from: <https://realty.rbc.ru/news/5dfa257b9a79471754678a03> [Accessed 20th November 2023]. (In Russ.).
10. Yurgaitis A.Yu. Algorithmization of Processes for the Formation of Production Scheduling For a Construction Organization. *Perspektivy nauki* = *Science Prospects*. 2019;12(123):135-138. (In Russ.). EDN: HYOXCK.
11. Oleynik P.P., Alexey Yu.P., Danilochkin M.N., Grebennikov A.T. Work Plans Optimization in Annual Production Program of a Construction Organization. *Stroitel'noe proizvodstvo* = *Construction production*. 2020;1:33-37. (In Russ.). https://doi.org/10.54950/26585340_2020_1_33. EDN: UUCNSL.
12. Fotin O.V. FBD "Irkutsk Frame" System for Multi-Storey Buildings and Structures. *Zhilishchnoe stroitel'stvo* = *Housing Construction*. 2015;5:65-68. (In Russ.). EDN: TTYICH.
13. Peshkov A.V., Matveeva M.V., Bezrukikh O.A., Rogov D.S. Ensuring Quality Control Processes at All Stages of the Life Cycle of Capital Construction Projects under the Construction 4.0 Concept. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost'* = *Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2022;12;1(40):90-97. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2022-1-90-97>. EDN: AIHCLW.
14. Topchiy D.V., Yurgaytis A.Yu., Yurgaytis Yu.S., Popova A.D. Optimization of Planning Processes for Project Works and Approval of Design Estimate Documentation of Objects of Capital Construction, Reconstruction and Reprofitting. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov* = *Bulletin of Civil Engineers*. 2019;2(73):93-98. (In Russ.). <https://doi.org/10.23968/1999-5571-2019-16-2-93-98>. EDN: MHJOOW.
15. Sychev S.A. *Scientific and Innovative Technological Foundations for Neutralizing Destabilizing Factors in the Far North and Arctic: Monograph*. St. Petersburg: Mediapapier, 2019. 512 p. (In Russ.).
16. Losev Y.G., Losev K.Yu. About The New Technological Way in Construction. In: *Naukoemkie tekhnologii i innovatsii: sbornik dokladov Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi 65-letiyu Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V.G. Shukhova* = *High Technology and Innovation: Collection of Reports of the International Scientific and Practical Conference Dedicated to The 65th Anniversary of The Belgorod State Technological University Named After. V.G. Shukhova*. 29 April 2019, Belgorod. Belgorod; 2019, Part 2, p. 60-64. (In Russ.). EDN: TNPIAS.
17. Matveeva M.V., Adegbola A.A.A. Organization and Management of 4D-Modelling Processes in Construction. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost'* = *Proceedings of Universities. Investment. Con-*

struction. Real estate. 2022;12;2(41):190-195. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2022-2-190-195>. EDN: QVZRKL.

18. Svetnik T.V. Adjusting Housing Construction Strategies under the Housing Crisis. *Izvestiya Irkutskoi gosudarstvennoi ekonomicheskoi akademii = Bulletin of Baikal State University.* 2015;25;6:941-946. (In Russ.). [https://doi.org/10.17150/1993-3541.2015.25\(6\).941-946](https://doi.org/10.17150/1993-3541.2015.25(6).941-946). EDN: VAWBWX.

Информация об авторах

Королёк Артём Васильевич,

магистрант,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Россия,
✉e-mail: artyom-korolyok@yandex.by
<https://orcid.org/0009-0005-0718-3246>

Матвеева Мария Витальевна,

д.э.н., профессор,
профессор кафедры экспертизы и управления
недвижимостью,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Россия,
e-mail: expertiza@istu.edu
<https://orcid.org/0000-0002-9390-5444>
Autor ID: 505831

Пешков Артём Витальевич,

к.э.н., доцент,
доцент кафедры строительного производства,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Россия,
e-mail: expertiza@istu.edu
<https://orcid.org/0000-0002-5027-5120>
Autor ID: 670943

Information about the authors

Artem V. Korolek,

Master's Student,
Irkutsk National Research
Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russia,
✉e-mail: artyom-korolyok@yandex.by
<https://orcid.org/0009-0005-0718-3246>

Maria V. Matveeva,

Dr. Sci. (Econ.), Professor,
Professor of the Department
of Real Estate Expertise and Management,
Irkutsk National Research
Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russia,
e-mail: expertiza@istu.edu
<https://orcid.org/0000-0002-9390-5444>
Autor ID: 505831

Artem V. Peshkov,

Cand. Sci. (Econ.), Associate Professor,
Associate Professor of the Department
of Building Production,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russia,
e-mail: expertiza@istu.edu
<https://orcid.org/0000-0002-5027-5120>
Autor ID: 670943

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в
подготовку публикации.

Contribution of the authors

The authors contributed equally to this article.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта ин-
тересов.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests regard-
ing the publication of this article.

Все авторы прочитали и одобрили окончатель-
ный вариант рукописи.

The final manuscript has been read and ap-proved
by all the co-authors.

Информация о статье

Статья поступила в редакцию 11.01.2024.
Одобрена после рецензирования 29.01.2024.
Принята к публикации 30.01.2024.

Information about the article

The article was submitted 11.01.2024.
Approved after reviewing 29.01.2024.
Accepted for publication 30.01.2024.