

DOI: 10.18721/JE.13510
УДК 658.5

ФОРМИРОВАНИЕ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫМ БИЗНЕСОМ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Устинова Л.Н., Роман Н.П.

Российская государственная академия интеллектуальной собственности,
Москва, Российская Федерация

С помощью цифровых технологий можно повысить эффективность строительного сектора — одного из важнейших для экономики Российской Федерации. Создание системы управления бизнесом с учетом особенностей ее применения в строительной индустрии с использованием строительных норм, стандартов, цифровых технологий и новых подходов к управлению особенно актуально. Взаимодействие участников строительного рынка с помощью информационных систем позволяет формировать качественную управленческую стратегию. В современном мире, с учетом постоянно развивающейся и углубляющейся информатизации строительной сферы, постоянно повышаются требования к процессу проектирования, строительства и эксплуатации объектов капитального строительства. В связи с этим одну из важнейших ролей играет информационная модель проекта сооружения. В статье раскрываются принципы эффективного управления и использования информационной цифровой модели в проектной компании, а также предложена экономико-математическая модель управления информационного моделирования в проектной деятельности отечественных компаний на основе анализа их экономико-технологических показателей.

Ключевые слова: управление, цифровая модель, информационное моделирование зданий (BIM), цифровизация, жизненный цикл, строительство

Ссылка при цитировании: Устинова Л.Н., Роман Н.П. Формирование модели управления строительным бизнесом на основе цифровых технологий // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2020. Т. 13, № 5. С. 136–144. DOI: 10.18721/JE.13510

Это статья открытого доступа, распространяемая по лицензии CC BY-NC 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

ORGANIZATION OF A CIVIL ENGINEERING BUSINESS MANAGEMENT SYSTEM BASED ON DIGITAL TECHNOLOGIES

L.N. Ustinova, N.P. Roman

Russian State Academy of Intellectual Property,
Moscow, Russian Federation

It is possible to increase efficiency in the civil engineering sector, one of the most important sectors of Russian economy, with digital technologies. The need to create a business management system taking into account the aspects of its usage in civil engineering and applying civil engineering standards, digital technologies and innovative management approach is as relevant as ever. The interactions between the market participants via information systems help to create a qualitative management strategy. Nowadays, the developing and deepening computerization of civil engineering forms constant increasing standards of planning, design, construction and maintenance of civil engineering objects. Therefore, the information model of a project becomes one of the most important parts of the design stage. This article shows the principles of effective management and information model usage in a civil engineering project company. It presents a mathematical economic model of information modeling management for domestic companies based on analyses of their technical and economic indices.

Keywords: management, digital model, building information modeling (BIM), digitalization, life cycle, civil engineering

Citation: L.N. Ustinova, N.P. Roman, Organization of a civil engineering business management system based on digital technologies, St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics, 13 (5) (2020) 136–144. DOI: 10.18721/JE.13510

This is an open access article under the CC BY-NC 4.0 license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

Введение

В современных условиях цифровой экономики в сфере строительства требуется уже не просто проект возводимого здания, а содержащая всю необходимую информацию модель объекта, которая может быть востребована в течение всего периода его существования. Это виртуальная копия здания с количественными геометрическими и технологическими характеристиками конструкций, материалов и оборудования.

Технология информационного моделирования позволяет в десятки раз ускорить проектирование зданий, кварталов и даже районов города, сделать строительство проще и безопаснее.

Государственное строительство в современных условиях стало возможным осуществлять с применением технологий цифрового моделирования (BIM, Building Information Model).

Технологии информационного моделирования зданий и сооружений являются ключевыми. Цифровая трансформация — это не только использование новых мобильных цифровых технологий, но и процесс перехода организации к новым способам мышления и работы. Такая трансформация включает в себя изменения в стиле руководства, в принятии новых бизнес-моделей для улучшения технологий строительства и качества работы сотрудников организации.

Обоснованность управленческих решений на всех стадиях производственного цикла является необходимым условием поддержания успешности бизнеса в настоящее время, когда мир вокруг стремительно и радикально меняется. Настройка бизнеса на работу в условиях неопределенности, непрерывный мониторинг его состояния, своевременная адаптация стратегии и тактики под постоянно изменяющуюся внешнюю среду на основе актуальных и достоверных данных — это жесткие требования времени.

Для развития строительной отрасли необходимо применять новые технологии, совершенствовать бизнес-процессы и искать новые решения для повышения конкурентоспособности предприятия. Качественно новый уровень управления инновационным строительным бизнесом по всем ключевым направлениям должен соответствовать: современным стандартам, опираться на современные достижения цифровой экономики, иметь гибкие сценарии, сквозные процессы, удобный интерфейс.

BIM-технологии позволяют выполнить точное построение инженерных систем здания, осуществлять более быстрый и простой процесс подбора требуемого оборудования, дают точную спецификацию и ведомость за счет автоматизации. Основные экономические и экологические характеристики здания определяются уже на стадии эскизного проекта, что позволяет заранее внести изменения в проект, если требуется. У проектировщиков зданий и сооружений появились новые задачи, к ним предъявляются совершенно иные, ранее не возникавшие требования.

В качестве объекта исследования рассмотрен строительный бизнес в современных условиях цифровой экономики. Предметом исследования являются модели, технические решения нового класса задач в управлении строительным бизнесом на основе цифровых данных.

Цель исследования заключается в разработке модели управления строительством, основываясь на использовании цифровых моделей и технологий информационного моделирования.

Для достижения данной цели сформулированы следующие задачи:

- 1) проанализировать имеющуюся международную и отечественную законодательную и правовую документацию, методические и нормативные базы, связанные с внедрением технологий информационного моделирования;
- 2) сформулировать принципы эффективного управления и использования информационной цифровой модели в проектной компании;
- 3) предложить модель управления строительной организации на базе анализа ее технико-экономических показателей при использовании технологий информационного моделирования;
- 4) разработать стратегии эффективного перехода на BIM-технологий для строительных компаний.

Методы исследования

В качестве теоретической основы использованы труды и подходы ведущих отечественных и зарубежных исследователей к управлению экономикой и промышленностью в цифровой форме, а также методы формирования и использования цифровых информационных моделей в строительном бизнесе. Основой исследования являются российские и международные исследования в области информационного моделирования зданий и сооружений (BIM), нормативно правовые акты РФ, своды правил (СП), государственные стандарты (ГОСТ) и другие документы, необходимые для выполнения строительных проектов при применении комплексов информационного моделирования.

Результаты исследования

Информационные технологии позволяют контролировать и управлять удаленными строительными проектами в регионах России, повышая их экономический потенциал. Информационная модель работает по стандартизированным параметрам. Во время проектирования выполняется работа с геометрией и параметрами, автоматизируется создание планов, спецификаций и оценок. Кроме того, объектная информационная модель позволяет выявлять столкновения и конфликты взаимного расположения элементов, что позволяет устранить их уже на стадии проектирования.

С целью совершенствования систем управления в строительной отрасли преобладает внедрение специализированных решений и модулей по проектному учету. Компании ориентируются на эффективное и профессиональное управление проектами с расчетом на растущий бизнес, а это требует соответствующего методологического и программного инструмента. На сегодняшний день компании, работающие в сфере промышленного и гражданского строительства, при выполнении архитектурно-проектных работ наиболее сосредоточены на ускорении процессов не только по непосредственной разработке проектной, рабочей документации, но и для распространения разработанной цифровой модели объектов капитального строительства. Следовательно, цифровая модель, сформированная на этапе проектных работ, передается на разработку рабочей документации и далее детализируется. Тем самым сокращаются затраты на проектирование на величину до 30%¹. Информационное моделирование BIM — создание цифровой объектно-ориентированной модели в процессе проектирования, строительства и эксплуатации здания и сооружений [1].

На рис. 1 представлена структурная модель управления строительным бизнесом с использованием BIM.

BIM — информационная модель (или моделирование) зданий и сооружений, под которыми в широком смысле понимают любые объекты инфраструктуры.

¹ Технологии информационного моделирования позволяют экономить до 20% при строительстве зданий // Официальный сайт Минстроя России. 15.07.2016. URL: <https://minstroyrf.gov.ru/press/tekhnologii-informatsionnogo-modelirovaniya-pozvolyat-ekonomit-do-20-pri-stroitelstve-zdaniy/>. (дата обращения: 01.10.2020)



Рис. 1. Структурная модель управления строительным бизнесом
 Fig. 1. Structural model of construction business management

Принятие общей цифровой модели позволяет улучшить цепочку строительных процессов (проектирование, производство и эксплуатация), посредством концепции управления жизненным циклом, с рассмотрением связи ключевых процессов из информационной базы, охватывая сложные технические объекты. Каждой стадии соответствует некоторая модель, которая отображает объем обработанной на этот момент информации (архитектурной, конструкторской, технологической, экономической) о сооружении, к которой имеют доступ все заинтересованные лица [2].

Подготовка архитектурно-строительных проектов в среде BIM — совокупность взаимосвязанных процессов по созданию информационной модели на основе требований заказчика. Технология проектирования, возведения и эксплуатации объекта в BIM рассматривается в разрезе жизненного цикла (от англ. productlifecycle, PLM) изделия, в данном случае, объекта строительства или сооружения. Информационная модель (ИМ), являясь цифровым аналогом, также переживает все стадии ЖЦ: от идеи создания объекта до его реконструкции/демонтажа. На рис. 2 показан поэтапный процесс по формированию рабочей документации при использовании информационной модели.

При BIM-проектировании создается параметрическая модель, которая затем используется для автоматического получения необходимых для документации чертежей. Такой подход усиливает методологию документирования проекта, позволяя не только выполнять полностью согласованные чертежи, но и рассчитывать освещенность, энергопотребление, расход материалов. Информационное моделирование в капитальном строительстве с целью управления жизненным циклом капитального сооружения включает программные продукты PLM (управление жизненным циклом изделия), на данный момент это моделирование нашло свое место в отрасли автоматизированного проектирования (CAD) и находится в основе промышленного производства [3, 4].



Рис. 2. Общие этапы формирования рабочей документации объекта капитального строительства на базе информационной модели

Fig. 2. General stages of the formation of working documentation for a capital construction object based on the information model

Ключевые задачи, решаемые благодаря технологиям управления жизненным циклом:

- 1) управление информацией об объекте;
- 2) управление жизненным циклом;
- 3) полная поддержка жизненного цикла;
- 4) контроль качества.

Цифровизация является центральным элементом современной инновационной и промышленной политики и порождает существенные изменения в различных видах экономической деятельности. Трансформация отраслей на основе информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) приводит к реорганизации самого производства [5–7]².

В сфере промышленного и гражданского строительства при выполнении архитектурно-проектных работ для объектов капитального строительства компании наиболее сосредоточены на ускорении процессов и получении высокого качества проектной документации. Цифровая модель, сформированная на этапе проектных работ, передается на разработку рабочей документации и далее детализируется. На рис. 3 показана цифровая модель взаимодействия процессов проектирования и производства.

В частности, еще до непосредственного исполнения отдел комплектации может открыть цифровой проект, найти спецификации материалов, направить запросы поставщикам, забронировать материал на складе, запланировать использование производственных мощностей, спланировать логистику, сообщить об отсутствии того или иного материала и попросить внести изменения в модель.

Технические решения по проекту прорабатываются комплексно целым этапом, в который погружены все специалисты, они могут внести изменения в свой раздел модели; автоматически изменения произойдут у всех участников, и в случае выявления проблемы или коллизии будут

² Официальный сайт Минстроя России. URL: <http://www.minstroyrf.ru>; О применении инновационных технологий в строительстве. 4.03.2014 // Официальный сайт Правительства Российской Федерации. URL: <http://government.ru/news/10883/> (дата обращения: 15.03.2020)

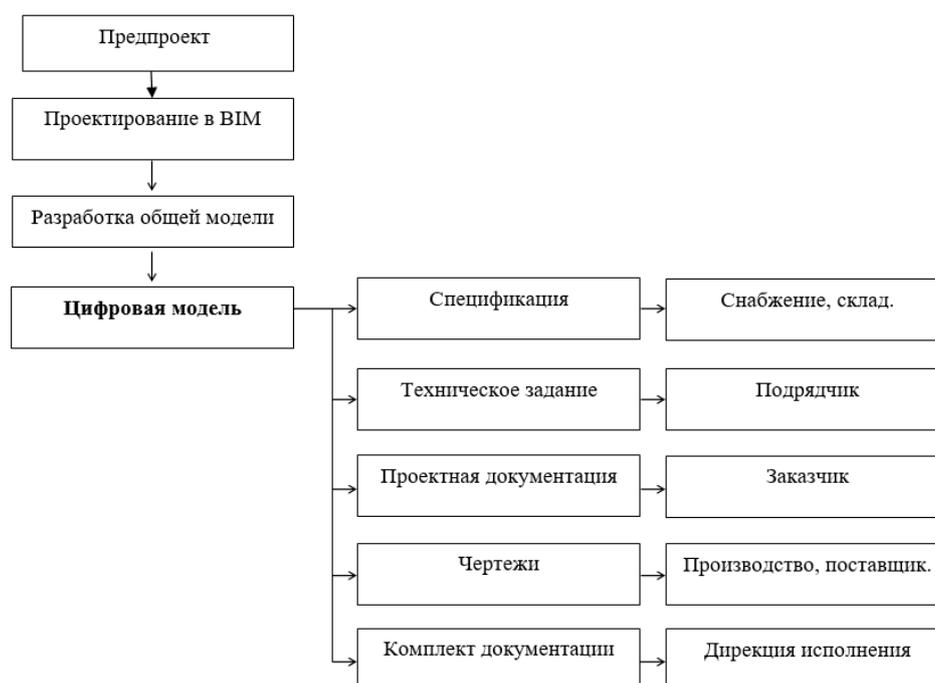


Рис. 3. Модель взаимодействия процессов проектирования и производства

Fig. 3. Model of interaction of design and production processes

предложены новые решения. Исчезает необходимость поэтапного согласования и возврата к переработке проектной документации [8]³.

Технологии BIM как современный тренд в сфере разработки программного обеспечения для строительства включают различные программные продукты, инструменты с возможностью объединения функциональных, экономических, технологических характеристик объектов для экспертной оценки и взаимодействия участников. Тем самым использование технологий BIM напрямую влияет на формирование организационно-управленческие процессы. Конструкторская документация детализирована и преобразована в информационную модель объекта капитального строительства [9].

В информационной модели все элементы проекта скоординированы между собой, в случае выявления недостатков необходимо внести корректировки на конкретный участок модели, где эти недостатки были выявлены. Исправление локальных недостатков будет автоматически отражено во всей модели, это приведет к автоматическому перерасчету стоимости. Спецификации, чертежи и узлы, имеющиеся в модели, тоже будут изменены. Таким образом, существенно сокращаются затраты на разработку документации, улучшаются финансовые показатели проекта, сокращаются временные затраты.

При анализе технико-экономических показателей, необходимо отметить, что в строительном секторе формируется тенденция к развитию систем, снижающих риски строительных объектов и позволяющих за приемлемые сроки реализовать качественные технические решения [10, 11].

BIM- технологии позволяют выполнить точное построение инженерных систем здания, упрощают процесс подбора требуемого оборудования.

³ Проект Концепции внедрения системы управления жизненным циклом объектов капитального строительства с использованием технологии информационного моделирования. Первая редакция // Официальный сайт Национального объединения изыскателей и проектировщиков (НОПИЗ). URL: <http://nopriz.ru/upload/iblock/b6f/Kontseptsiya-BIM-pervaya-redaktsiya.pdf>; Vim-технологии (рынок России) // Tadviser. 17.09.2020. URL: [http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:VIM-технологии_\(рынок_России\)](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:VIM-технологии_(рынок_России)); Проведение государственной экспертизы BIM-модели // Официальный сайт ГАУ г. Москвы «Московская государственная экспертиза». URL: <https://exp.mos.ru/> (дата обращения: 30.09.2020)

Перераспределение ресурсной базы при формировании технологической карты проектирования по принципу стратегий смешанного типа позволяет выявить наиболее оптимальные соотношения в дифференциации ресурсов строительной компании, определить управленческую стратегию, которая будет сосредоточена на раскрытии технико-экономического потенциала компании. Рост экономических показателей возможен лишь при условии малой или очень большой производственной вовлеченности в систему САД. Т.е. организация, выбравшая путь внедрения процессной цепочки информационного моделирования, должна свести к минимуму количество САД-проектов [12, 13].

Заключение

Информационное моделирование зданий на основе Building Information Model (BIM), включая проектирование, строительство, эксплуатацию, позволяет эффективно управлять всем процессом, достигая высокого качества работ. Внедрение информационного моделирования позволяет сократить временные и денежные затраты на протяжении всего жизненного цикла зданий и сооружений, а концепция единой информационной модели позволяет управлять производственными процессами на всех этапах.

Полученные результаты исследования:

- 1) раскрыты основные направления цифровизации методов управления сферой строительства, связанные с оцифровкой проектной и рабочей процессами ведения строительства;
- 2) разработана модель управления строительным бизнесом на основе цифровых технологий;
- 3) предложена классификация стратегий внедрения технологий BIM на основе критерия использования ресурсов в процессах информационных технологий;
- 4) разработаны инструменты, способствующие эффективному переходу к информационному моделированию в проектной компании;
- 5) раскрыт процесс реорганизации бизнес-процессов компаний, осуществляющих реализацию объектов капитального строительства с использованием BIM-технологий.

В качестве *направлений дальнейшего исследования* авторы рассматривают анализ практического применения модели управления строительным бизнесом на основе цифровых технологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Коровина М.Д.** Сложности перехода к BIM проектированию // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 12–3. С. 124–127.
2. **Формирование цифровой экономики и промышленности: новые вызовы** / Под ред. А.В. Бабкина. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2018. 660 с.
3. **Савченко Р.Н.** Сложности внедрения BIM в строительстве // Вопросы науки и образования. 2018. № 3.
4. **Turovets Yu.V., Vishnevskiy K.O.** Standardization in digital manufacturing: Implications for Russia and the EAEU. Business Informatics, 2019, no. 13–3, pp. 78–96. DOI: 10.17323/1998-0663.2019.3.78.96
5. **Талапов В.В.** Технология BIM: суть и основы внедрения информационного моделирования зданий. М.: ДМК Пресс, 2015. 410 с.
6. **Гелисханов И.З., Юдина Т.Н., Бабкин А.В.** Цифровые платформы в экономике: сущность, модели, тенденции развития // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2018. № 6. С. 22–36. DOI: 10.18721/JE.11602
7. **Устинова Л.Н.** Технологическое развитие промышленности на основе продвижения результатов интеллектуальной деятельности // Большая Евразия: Развитие, безопасность, сотрудничество. М.: ИНИОН РАН, 2020. С. 559–564.
8. **Нестеров И.В.** Информационное моделирование в строительстве // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2014. № 2(3). С. 33–36.

9. **Вишневская А.И., Аблязов Т.Х.** Особенности концепции цифровой трансформации инвестиционно-строительной сферы // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2019. № 3–2. С. 28–37.
10. **Роман Н.П., Брянский И.А.** Обзор внедрения BIM в различных странах мира с законодательной и практической стороны // Экономика и предпринимательство. 2020. № 7.
11. **Талапов В.В., Таныгина Е.А.** Об общей схеме информационной модели объекта строительства // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2017. № 1(689). С. 91–97.
12. **Скрипкин К.Г.** Экономическая эффективность информационных систем в России. М.: МАКС Пресс, 2014. 156 с.
13. **Султанова И.П.** Анализ методов планирования, управления и разработки организационно-технологических решений в проектах капитального строительства // Вестник МГСУ. 2015. № 7.

REFERENCES

1. **M.D. Korovina**, Slozhnosti perekhoda k BIM proyektirovaniyu [Difficulties of transition to BIM design]. Aktualnye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk, 2016, no. 12–3, pp. 124–127. (rus)
2. **A.V. Babkin (Ed.)**, Formirovaniye tsifrovoy ekonomiki i promyshlennosti: novyye vyzovy [Formation of the digital economy and industry: New challenges]. St. Petersburg, SPbPU, 2018. 660 p. (rus)
3. **R.N. Savchenko**, Slozhnosti vnedreniya BIM v stroitelstve [Difficulties in implementing BIM in construction]. Voprosy nauki i obrazovaniya, 2018, no. 3. (rus)
4. **Yu.V. Turovets, K.O. Vishnevskiy**, Standardization in digital manufacturing: Implications for Russia and the EAEU. Business Informatics, 2019, no. 13–3, pp. 78–96. DOI: 10.17323/1998-0663.2019.3.78.96
5. **V.V. Talapov**, Tekhnologiya BIM: sut i osnovy vnedreniya informatsionnogo modelirovaniya zdaniy [BIM technology: The essence and fundamentals of building information modeling]. Moscow, DMK Press, 2015. 412 p. (rus)
6. **I.Z. Geliskhanov, T.N. Yudina, A.V. Babkin**, Digital platforms in economics: essence, models, development trends. St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics, 2018, no. 6, pp. 22–36. (rus). DOI: 10.18721/JE.11602
7. **L.N. Ustinova**, Tekhnologicheskoye razvitiye promyshlennosti na osnove prodvizheniya rezultatov intellektualnoy deyatel'nosti [Industrial technological development based on the promotion of the results of intellectual activity]. Bolshaya Evraziya: Razvitie, bezopasnost, sotrudnichestvo. Moscow, INION RAN, 2020, pp. 559–564. (rus)
8. **I.V. Nesterov**, Informatsionnoye modelirovaniye v stroitelstve [Building information modeling]. SAPR i GIS avtomobilnykh dorog, 2014, no. 2(3), pp. 33–36. (rus)
9. **A.I. Vishnivetskaya, T.Kh. Ablyazov**, Osobennosti kontseptsii tsifrovoy transformatsii investitsionno-stroitel'noy sfery [Features of the concept of digital transformation of the investment and construction sector]. Vestnik Altayskoy akademii ekonomiki i prava, 2019, no. 3–2, pp. 28–37. (rus)
10. **N.P. Roman, I.A. Bryanskyy**, Obzor vnedreniya BIM v razlichnykh stranakh mira s zakonodatel'noy i prakticheskoy storony [Overview of BIM implementation in different countries of the world from the legislative and practical side]. Journal of Economy and entrepreneurship, 2020, no. 7. (rus)
11. **V.V. Talapov, E.A. Tanygina**, About the general chart of informative model of object of the real estate. News of higher educational institutions. Construction, 2017, no. 1(689), pp. 91–97. (rus)
12. **K.G. Skripkin**, Ekonomicheskaya effektivnost informatsionnykh sistem v Rossii [Economic efficiency of information systems in Russia]. Moscow, MAKS Press, 2014. 156 p. (rus)
13. **I.P. Sultanova**, Analysis of planning, management and development methods of organizational and technological solutions in infrastructure projects. Vestnik MGSU, 2015, no. 7, pp. 127–136. (rus)

Статья поступила в редакцию 07.08.2020.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / THE AUTHORS

УСТИНОВА Лилия Николаевна

E-mail: liliia-ustinova@mail.ru

USTINOVA Liliya N.

E-mail: liliia-ustinova@mail.ru

РОМАН Николай Павлович

E-mail: nicolasroman@yandex.ru

ROMAN Nikolay P.

E-mail: nicolasroman@yandex.ru

© Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2020