

# СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

---

УДК 69.003.13  
DOI 10.52684/2312-3702-2021-37-3-5-9

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫМ ПРОЕКТИРОВАНИЕМ НА БАЗЕ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ

*А. Д. Вилисова*

*Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина,  
г. Екатеринбург, Россия*

В статье рассматривается применение в строительной отрасли облачных технологий, позволяющих реализовать технологические подходы к цифровизации. Цель исследования – разработка теоретических основ облачной информационно-проектировочной среды (ОИПС), предполагающей управление процессом взаимодействия участников инвестиционно-строительных проектов на базе облачных технологий. Приводится обобщенная семантическая модель «сущность – связь» для рассматриваемой предметной области. Конкретизированы факторы, определяющие функционирование облачной информационно-проектировочной среды. Практическая ценность исследования заключается в том, что теоретические основы облачной среды могут быть использованы при разработке соответствующего программного обеспечения, реализация которого в проектной деятельности позволит оптимизировать управление в системе взаимодействия участников инвестиционно-строительных проектов.

**Ключевые слова:** экономика строительства, управление в строительной отрасли, облачные технологии, информационное моделирование, цифровой обмен данными, цифровизация строительной отрасли.

## IMPROVING CONSTRUCTION DESIGN MANAGEMENT BASED ON CLOUD TECHNOLOGIES IN THE CONTEXT OF ECONOMY DIGITALIZATION

*A. D. Vilisova*

*Ural Federal University named after the First President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia*

The article devoted to the use of cloud technologies in the construction industry. The purpose of the article is to develop the theoretical foundations of the cloud information and design environment, which involves managing the process of interaction between participants of investment and construction projects based on cloud technologies. The article presents a generalized semantic model «entity – relationship» for the subject area of research. The factors determining the functioning of the cloud information and design environment are specified. The practical value of the research lies in the fact that the theoretical foundations of the cloud information and design environment can be used in the development of appropriate software, the implementation of which in project activities will optimize management in the system of interaction of participants in investment and construction projects.

**Keywords:** construction economics, management in the construction industry, cloud technologies, information modeling, digital data exchange, digitalization of the construction industry.

### Введение

В настоящее время в России число незатронутых цифровыми технологиями областей экономики с каждым годом сокращается, что объясняется быстрым развитием информационных и коммуникационных технологий. При этом экономические изменения, произошедшие в России за последние двадцать лет, привели к тому, что в сфере строительства сейчас назревает серьёзный кризис, связанный с недостаточной степенью цифровизации отрасли [1, 2].

Строительный сектор является одним из ключевых для развития мировой экономики. На его долю приходится 6 % мирового валового внутреннего продукта (ВВП). Цифровизация играет существенную роль в развитии сферы строительства, поскольку возможности, которые она предлагает, помогают изменять и оптимизировать строительный бизнес [3]. Однако современное состояние строительного сектора в России свидетельствует о том, что его развитие происходит недостаточно интенсивными темпами. Все это не позволяет отрасли адекватно и

оперативно обновляться в условиях бурных изменений в обществе, политике и бизнесе.

Использование средств информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) в строительной сфере не носит системного характера, что приводит к следующим проблемам в проектной деятельности:

- отсутствию удобных каналов связи для интерактивного взаимодействия участников инвестиционно-строительных проектов,
- возможности своевременной актуализации проектной информации,
- нехватке вычислительных мощностей персональных компьютеров в проектных организациях, необходимых для выполнения операций по проектированию строительных объектов.

Актуальность темы статьи определяется тем, что ИКТ, используемые в настоящее время в строительстве, не обеспечивают необходимой эффективности, не способствуют решению существующих проблем проектной деятельности, что требует в условиях цифровизации строительной отрасли перехода к новым, более удоб-

ным вариантам взаимодействия всех участников инвестиционно-строительных проектов. Один из способов такого взаимодействия может быть реализован на базе облачных технологий.

*Цель статьи* – на основе анализа современного применения средств ИКТ в строительной отрасли разработать теоретические основы создания облачной информационно-проектировочной среды (ОИПС).

**Обзор литературы**

Сфера строительства в России обладает достаточно высоким потенциалом для цифровизации и прочих инноваций. Так, внедрение новых цифровых технологий и платформ позволяет менеджменту предприятий сокращать транзакционные издержки взаимодействия, более эффективно с экономической точки зрения осуществлять деятельность и более тесно контактировать с хозяйствующими объектами и государственными структурами, что представлено в исследованиях П. А. Минакира [4], Б. Н. Паньшина [5], Т. Н. Юдиной [6], А. А. Волковой, В. А. Плотникова, М. В. Рукинова [7].

Облачные технологии, как одна из разновидностей цифровых технологий, находят широкое применение в различных областях человеческой деятельности: госсекторе (работа Е. С. Сударкиной [8]), обучении (Е. В. Давыдовой, А. Г. Ерохина, Е. А. Фроловой [9], Л. И. Мироновой, И. А. Язовцева [10, 11]), науке, медицине (А. Н. Редько и др. [12]) и т. п.

Труды Р. Н. Ярулина [13], Е. И. Насонова, С. Н. Петровой [14], А. Н. Марченко [15] посвящены применению облачных технологий в строительстве.

В результате анализа научных публикаций по теме исследования было выявлено, что в области строительства имеется значительный потенциал для внедрения цифровых технологий вообще и облачных технологий в частности. При этом в России в настоящее время облачные технологии в строительстве используются в недостаточной степени, что требует разработки теоретических основ их применения в строительной отрасли.

**Метод и методология исследования**

*Методологической основой* исследования является теория информационно-образовательной среды И. В. Роберт [16, 17]. Сущность предложенного в статье понятия «облачная информационно-проектировочная среда» в общем виде раскрывается в более широком понятии «информационно-проектировочная среда», частью которой является ОИПС.

В рамках статьи проведен анализ современного применения ИКТ в проектировании. Для достижения цели исследования использован общенаучный метод.

**Результаты исследования**

Одним из основных направлений применения ИКТ в строительстве является проектирование с использованием систем автоматизированного проектирования (САПР). Сравним наиболее популярные САПР-продукты, используемые проектными предприятиями полного цикла, по варианту хранения проектных данных и возможности совместной работы над проектами для проектировщиков (табл.).

Таблица 1

**Сравнение систем автоматизированного проектирования по варианту хранения проектных данных и возможности совместной работы над проектами**

Название САПР	Разработчик	Хранение данных	Возможность работы над проектом для нескольких специалистов одновременно
Allplan	Nemetschek Allplan Systems GmbH	Локальный сервер / Облако	Да
NanoCAD	Нанософт	Локальный сервер	Нет
T-FLEX CAD	ООО «Топ Системы»	Локальный сервер / Облако	Да
AutoCAD	Autodesk	Локальный сервер	Нет
3DS MAX	Autodesk	Локальный сервер	Нет
Revit	Autodesk	Локальный сервер / Облако	Да
BIM 360	Autodesk	Облако	Да

Как видим из таблицы 1, среди всех перечисленных САПР четыре системы представляют возможность совместной работы над проектами строительных объектов и позволяют хранить проектные данные в облаке (Allplan, T-FLEX CAD, Revit, BIM 360).

К недостаткам существующих САПР можно отнести формализованность, разделение процессов на утилитарные (рутинные) и экспертные («продвинутые»), дополнительные трудозатраты по кодировке сведений для возможности их компьютерной обработки [18].

Очевидно, что в современных реалиях ведущие проектные компании и разработчики программного обеспечения стоят на пороге информационной революции в связи с переносом всех данных и процессов в облачную среду. Внедрение технологий «Программного обеспечения как услуги» (SaaS), распространение строительного программного обеспечения и услуг через интернет открывает массу новых возможностей.

В публикации [19] идет речь о том, что облачные вычисления играют значительную роль в строительстве. Сменяемость рабочих

кадров и создание новых рабочих мест требует доступа к данным в любое время и в любом месте так же, как и доступа к необходимому программному обеспечению.

В рамках проведенного исследования предлагается объединить возможности САПР и преимущества облачных технологий для создания *облачной информационно-проектировочной среды (ОИПС)* по аналогии с информационно-образовательной средой И. В. Роберт [16, 17]. При этом под *облачной информационно-проектировочной средой* будем понимать совокупность целенаправленно создаваемых условий взаимодействия всех участников процесса проектирования (инвестора, заказчика, застройщика, проектировщика, подрядчика), обеспечивающих организацию проектной деятельности с интерактивным информационным ресурсом и взаимодействующих с ним как с субъектом проектного процесса, ответственных за разработку и использование результатов информационного моделирования объектов строительства на базе облачных технологий.

В общем виде типовая работа над инвестиционно-строительным проектом делится на пять стадий: предпроектная, проект, рабочая документация, строительство, управление и эксплуатация. При этом на разных этапах реализации проекта задействованы с разной степенью вовлеченности различные специалисты: инвестор – заказчик – застройщик – проектировщик – подрядчик. Все они имеют право знать, как осуществляется процесс проектирования.

Предлагаемая в статье облачная информационно-проектировочная среда позволит обеспечить доступ к проектной информации для всех участников инвестиционно-строительного проекта в любой момент времени. С помощью облачных сервисов контроль над процессом проектирования осуществляется на всех этапах в режиме реального времени. Это позволит избежать использования неактуальных данных и сократит сроки строительства. Проектные данные при этом будут сохранены в облаке.

Совершенствование управления строительным проектированием на базе облачных технологий подразумевает этап разработки структурной модели рассматриваемой предметной области (семантической модели). В процессе разработки ОИПС для построения семантической модели использована схема «сущность – связь» (ER-диаграмма) по аналогии с [20]. Основными понятиями модели являются категории: сущность, связь и атрибут.

К объектам рассматриваемой предметной области относятся инвестиционно-строительные проекты, файлы проектов, пользователи ОИПС (инвестор, заказчик, застройщик, проектировщик, подрядчик), права пользователей, сеансы доступа. Присутствие сущностей права пользователей и сеансы доступа необходимо для обеспе-

чения коллективного использования результатов работы над инвестиционно-строительными проектами.

Обобщенная ER-диаграмма сущностей и связей между ними для всех указанных объектов приведена на рисунке 1.



Рис. 1. Модель «сущность – связь» для облачной информационно-проектировочной среды

Облачная информационно-проектировочная среда обеспечивает взаимодействие всех участников инвестиционно-строительного объекта с:

- 1) множеством информационных объектов и связей между ними;
- 2) средствами и технологиями сбора, накопления, передачи (транслирования), обработки, продуцирования и распространения проектной информации;
- 3) организационными и юридическими структурами, поддерживающими информационные процессы в строительстве.

Участники инвестиционно-строительных проектов в условиях облачной информационно-проектировочной среды функционируют в ней, видоизменяют и совершенствуют ее.

Облачная информационно-проектировочная среда способствует:

- возникновению и развитию процессов информационного взаимодействия между участниками проектов и средствами ИКТ, при условии наполнения компонентов среды предметным содержанием;
- осуществлению процесса проектирования с помощью интерактивных средств ИКТ;
- информационному взаимодействию между участниками с помощью интерактивных средств ИКТ, взаимодействующих с пользователем как с субъектом информационного общения и личностью;
- интерактивному информационному взаимодействию между участниками инвестиционно-строительных проектов и объектами информационно-проектировочной среды.

Функционирование облачной информационно-проектировочной среды определяется следующими факторами:

- осуществлением информационного взаимодействия участников инвестиционно-строительных проектов (пользователей) как между собой (в рамках взаимодействий в процессе проектирования), так и экранными представлениями проектируемых объектов;

• возможностью работать в условиях реализации встроенных технологий проектирования.

Необходимые компоненты для разворачивания ОИПС: интернет, компьютер, веб-браузер, интернет-провайдер облачных сервисов. Деятельность в ОИПС поддерживается *ЗК-технологиями*: коммуникацией, коллаборацией и кооперацией [21].

При этом под *коммуникацией* будем понимать процесс обмена информацией между участниками инвестиционно-строительных проектов. Под *коллаборацией* подразумеваем процесс совместной деятельности участников проектов для достижения целей по реализации физических объектов (недвижимости), технологических процессов, технологической и организационной документации, материальных, финансовых, трудовых и иных ресурсов, а также управленческих решений и мероприятий по их выполнению [22]. Под *кооперацией* – сотрудничество, взаимосвязь участников в процессе выполнения трудовой деятельности.

В связи с разработкой теоретических основ ОИПС были уточнены понятия, связанные с проектированием в ней:

1. Под *проектной деятельностью, реализуемой в облачной информационно-проектировочной среде*, будем понимать деятельность, обеспечивающую условия взаимодействия между всеми участниками инвестиционно-строительных проектов и средствами ИКТ, направленную на достижение поставленных проектных целей.

2. Под *подготовкой кадров для проектной деятельности в облачной информационно-проектировочной среде* – научное направление и практическую деятельность, ориентированные на разработку содержания и методики подготовки кадров для проектной деятельности, работающих в условиях цифровизации строительной отрасли, компетентных как в области реализации основных направлений цифровизации строительства, так и применении средств ИКТ в проектной деятельности.

Управление инвестиционно-строительным проектированием в условиях облачной информационно-проектировочной среды позволяет получить следующие преимущества:

1) обеспечение компактности проектной информации, борьба с «замусориванием информационных моделей»;

2) «блокчейн» проектной информации и авторизация сведений в информационном моделировании, разработка «недорогих» технологических электронных подписей для информационного моделирования;

3) взаимосвязь разнородных данных, интероперабельность моделей – открытые форматы для моделей и результатов моделирования;

4) моделирование абстрактных понятий, отделение содержания данных от их визуального представления.

5) машинообрабатываемость информации, онтологии и «большие данные» [18].

Перечисленные преимущества позволяют надеяться, что грамотная реализация технологических решений, связанных с разработкой соответствующего программного обеспечения, позволит облачным технологиям стать эффективным инструментом в процессе цифровизации строительного проектирования.

На практике в современных реалиях наибольшую заинтересованность в цифровой трансформации бизнеса путем переноса инфраструктуры в облако, как правило, проявляют банки, предприятия в сфере розничной торговли и некоторые компании госсектора, те, для кого информационные технологии являются одним из основных инструментов оказания услуг.

Однако, в соответствии с [23], не выявлено ограничений к потреблению облачных сервисов, поскольку современные технологии позволяют перенести в облако любое приложение или бизнес-процесс, если это экономически оправдано. На практике уже наблюдается тенденция переноса отдельных проектирующих подсистем САПР в облако в случаях необходимости привлечения значительных вычислительных ресурсов [20]. Таким образом, не вызывает сомнений возможность реализации ОИПС в проектных предприятиях полного цикла для удобства коммуникации между участниками инвестиционных проектов и достижения поставленных проектных целей.

#### **Заключение**

В статье проведен анализ применения ИКТ в строительстве. Показаны возможности наиболее распространенных систем автоматизированного проектирования. Проведенный анализ позволяет констатировать, что среди используемых в проектных организациях САПР не все системы обеспечивают возможность хранения данных в облаке и не позволяют осуществлять совместную работу над проектами разным специалистам. При этом рассмотренные САПР обладают определенными недостатками.

Выявлено, что в условиях цифровизации строительной отрасли требуется новый подход к управлению процессом проектирования строительных объектов с возможностью хранения проектных данных в облачной среде. Кроме того, управление взаимодействием участников инвестиционно-строительных проектов должно носить системный характер. Теоретические основы облачной информационно-проектировочной среды, предлагаемые в статье, определяют направление технологического подхода для разработчиков соответствующего программного обеспечения, реализация которого должна стать современным инструментом в процессе цифровизации строительного проектирования.



**Список литературы**

1. Васильева Н. В. Проблемные аспекты цифровизации строительной отрасли / Н. В. Васильева, И. А. Бачуринская // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2018. – № 7. – С. 39–46.
2. Борисова Л. А. Проблемы цифровизации строительной отрасли / Л. А. Борисова, М. Х. Абидов // УЭПС: управление, экономика, политика, социология. – 2019. – № 3. – С. 53–58.
3. Parusheva S. Digitalization and digital transformation – benefits and challenges / S. Parusheva // Information and communication technologies in business and education : Proceedings of the International Conference dedicated to the 50th anniversary of the Department of Informatics of International Conference. – Varna, 2019.
4. Минакир П. А. Системные трансформации в экономике / П. А. Минакир. – Хабаровск, 2001. – 536 с.
5. Паньшин Б. Н. Цифровая экономика: особенности и тенденции развития / Б. Н. Паньшин // Наука и инновации. – 2016. – № 3 (157). – С. 17–20.
6. Юдина Т. Н. Осмысление цифровой экономики / Т. Н. Юдина // Теоретическая экономика. – 2016. – № 3 (33). – С. 12–16.
7. Волкова А. А. Цифровая экономика: сущность явления, проблемы и риски формирования и развития / А. А. Волкова, В. А. Плотноков, М. В. Рукинов // Управленческое консультирование. – 2019. – № 4. – С. 38–49. DOI 10.22394/1726-1139-2019-4-38-49.
8. Сударкина Е. С. Облачные технологии в госсекторе: преимущества и проблемы внедрения / Е. С. Сударкина // Электронный вестник Ростовского социально-экономического института. – 2015. – № 3–4. – С. 1017–1024.
9. Давыдова Е. В. Обучение облачным технологиям и применение облачных технологий в обучении студентов / Е. В. Давыдова, А. Г. Ерохин, Е. А. Фролова // Методические вопросы преподавания инфокоммуникаций в высшей школе. – 2017. – Т. 6, № 3. – С. 7–9.
10. Миронова Л. И. Стратегические вопросы создания образовательного облачного сервиса для триады взаимодействия «бизнес-власть-образование» / Л. И. Миронова, И. А. Язовцев // Известия Уральского государственного экономического университета. – 2012. – № 2 (40). – С. 147–152.
11. Миронова Л. И. Варианты управления облачной системой «вуз-работодатель» / Л. И. Миронова, И. А. Язовцев // Педагогическая информатика. – 2018. – № 4. – С. 117–126.
12. Редько А. Н., Облачные технологии в курсах «Медицинской информатики» и «Информационных технологий в науке и медицине» / А. Н. Редько, В. Я. Зобенко, С. В. Губарев, А. В. Зобенко // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 4–1. – С. 206–208.
13. Ярулин Р. Н. Применение облачных технологий при автоматизации учета и контроля отходов строительства / Р. Н. Ярулин // Вестник МГСУ. – 2011. – № 6. – С. 514–516.
14. Насонов Е. И., Петрова С. Н. Облачные технологии и возможность их применения в строительстве / Е. И. Насонов, С. Н. Петрова // Информационные системы, технологии и автоматизация в строительстве : сборник научных трудов кафедры ИСТАС НИУ МГСУ. – М., 2015. – С. 128–133.
15. Марченко А. Н. Инновации в строительной отрасли / А. Н. Марченко // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – 2019. – С. 363–366.
16. Роберт И. В. Теория и методика информатизации образования: психолого-педагогический и технологический аспекты / И. В. Роберт. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 398 с.
17. Роберт И. В. Характеристики информационно-образовательной среды и информационно-образовательного пространства / И. В. Роберт // Мир психологии. – 2019. – № 2 (98). – С. 110–120.
18. Грачев В. Ю. Исторический обзор возникновения и развития технологии информационного моделирования в строительстве / В. Ю. Грачев // Уральские ТИМ чтения. Технологии информационного моделирования зданий и территорий : материалы научно-практической Всероссийской конференции. – Екатеринбург, 2020.
19. Atanasova T. Main factors influencing digitization in construction companies / T. Atanasova // Information and communication technologies in business and education : Proceedings of the International Conference dedicated to the 50th anniversary of the Department of Informatics of International Conference. – Varna, 2019.
20. Лячек Ю. Т. Информационное обеспечение топологической САПР на основе облачных технологий / Ю. Т. Лячек, А. И. Ларисов, А. О. Мусаид // Кибернетика и программирование. 2017. № 6. С. 28–37.
21. Литвинова С. Г. Облачно ориентированная учебная среда школы: от кабинета до виртуальных методических предметных объединений учителей / С. Г. Литвинова // Образовательные технологии и общество. – 2014. – Т. 17, № 1. – С. 457–468.
22. Миронов Г. В. Инвестиционно-строительный менеджмент : справочник / Г. В. Миронов. – Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2005. – 225 с.
23. Хороших Д. Ограничений для переноса в облако нет / Д. Хороших // «ИКС» («ИнформКурьер-Связь»). – 2015. – № 1–2. – С. 42–43.

© А. Д. Вилисова

**Ссылка для цитирования:**

Вилисова А. Д. Совершенствование управления строительным проектированием на базе облачных технологий в условиях цифровизации экономики // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2021. № 3 (37). С. 5–9.