

# Подход к внедрению цифровых технологий в практику работы проектных организаций

УДК 721

**Постнов Константин Владимирович**

Старший преподаватель кафедры «Информационные системы, технологии и автоматизация в строительстве» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), г. Москва, Россия;  
e-mail: kovpost@gmail.com

**Аннотация:** Специфика цифровой трансформации проектных компаний связана с определением объекта и субъекта управления, особенностями выполнения основных производственных бизнес-процессов, идентификацией взаимосвязей с внешней средой.

В работе рассматривается в общем виде подход к управлению цифровой трансформацией проектных организаций отрасли строительства с применением инструментария сквозных цифровых технологий, дается общая характеристика процесса цифровизации, анализируется возможность использования технологий цифровой трансформации (цифровые двойники, технологии распределенного реестра, машинного обучения, логико-лингвистические и фрейм-модели) для повышения эффективности основных производственных и управленческих процессов.

**Ключевые слова:** проектная организация, объект управления, цифровая трансформация, цифровой двойник, сквозная технология, фреймы, логико-лингвистические модели, онтологические модели

## Актуальность работы

Внедрение современных цифровых технологий, цифровая трансформация предприятий и

организаций является одной из приоритетных стратегических задач развития экономики РФ на период до 2030 г. [1, 2]. Цифровая трансформация проектных организаций отрасли строительства связана с процессом интеграции сквозных цифровых интеллектуальных технологий в систему управления и бизнес-модели предприятия строительной отрасли с помощью широкомасштабного использования сквозных цифровых для повышения качества управления. Решение этой задачи потребует создания современной цифровой инфраструктуры, IT-обеспечения, эффективного механизма внедрения программ опережающего обучения на базе интеллектуальных технологий управления.

Целью работы является разработка принципиальной модели цифровых двойников и сквозных технологий управления в цифровой трансформации проектной организации.

## Формулировка задачи

Необходимо сформулировать определение цифровой проектной организации и определить набор инструментов и схем цифровой трансформации традиционных проектных компаний в цифровые.

## APPROACH TO IMPLEMENTATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE PRACTICE OF WORK OF PROJECT ORGANIZATIONS

**Postnov Konstantin Vladimirovich**

Lecturer of the Department «Information Systems, Technologies and Automation in Construction» of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «National Research Moscow State University of Civil Engineering» (NIU MGSU), Moscow, Russia; e-mail: kovpost@gmail.com

**Abstract:** The specificity of the digital transformation of design companies is associated with the definition of the object and subject of management, the peculiarities of performing the main production business processes, the identification of interrelations with the

external environment.

The paper considers in general an approach to managing the digital transformation of design organizations of the construction industry using the tools of end-to-end digital technologies, gives a general description of the digitalization process, analyzes the possibility of using digital transformation technologies (digital twins, distributed ledger technologies, machine learning, logical-linguistic and frame models) to improve the efficiency of the main production and management Processes.

**Keywords:** design organization, control object, digital transformation, digital twin, end-to-end technology, frames, logical and linguistic models, ontological models

## Подход к решению задачи

С точки зрения теории систем, проектная организация может быть представлена как сложная производственная система, представляющая совокупность функционирующих элементов и связей между ними [6], интегрированных в систему федерального строительного комплекса, поддерживающих собственную систему управления рисками, которая направлена на выпуск проектной продукции и оказание сопутствующих услуг.

Стратегию цифровой трансформации для проектных организаций можно определить как сложную информационно-логическую модель функционирования субъекта управления на базе информационно-технологических, кадровых и нормативно-технических ресурсов организации, предназначенных для достижения стратегических целей функционирования.

Цифровая проектная (проектно-изыскательская) организация – это организация, использующая сквозные информационно-коммуникативные технологии, имеющая свой цифровой двойник, определяющий ее конкурентные преимущества не только на каждом этапе выпуска проектно-сметной документации, но и на всем жизненном цикле существования спроектированного и возведенного строитель-

ного объекта, а также применяющая интеллектуальные системы поддержки принятия решений в процессе разработки ПСД.

Сквозные технологии управления цифровой трансформацией проектных организаций отрасли строительства можно идентифицировать как программно-технические комплексы, разрабатываемые на базе интеллектуальных динамических решений по предвидению и разрешению стратегических проблемных ситуаций в процессе ведения производственной и управленческой деятельности, а также в ходе реализации ключевых функций управления (планирование, организация, координация, контроль) в управляющей структуре организации.

Стратегия цифровой трансформации проектной компании должна стать рискозащищенной за счет учета влияния постоянно меняющейся среды, учета лиц, ответственных за принятие решения, конфликтов интересов (заказчик – проектировщик, проектировщик – строительная компания) и т.д. Подобные стратегии уже были реализованы в нескольких отечественных разработках [7].

Модель цифровой трансформации субъекта и объекта управления проектной организации на базе применения цифровых двойников и сквозных технологий управления представлена на рис. 1. К цифровому

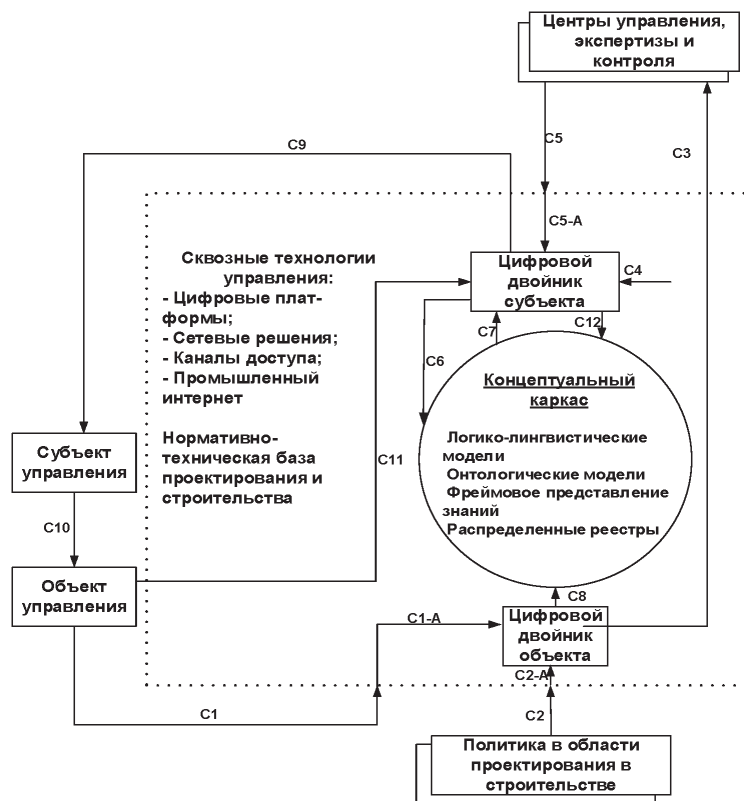


Рис. 1. Модель цифровой трансформации субъекта и объекта управления проектной организации на базе применения цифровых двойников и сквозных технологий управления

двойнику объекта управления можно отнести не только модель работы команды проектировщиков в рамках реализации конкретного проекта, но и саму BIM-модель проектируемого объекта. Таким образом, двойник объекта будет включать детальное моделирование конфигураций физических параметров и динамическое моделирование изменений проектной продукции, но и организационно-технических процессов и ресурсов (прежде всего кадровых) в процессе выпуска ПСД. Цифровой двойник субъекта управления представляет собой совокупность ЛПР, взаимодействующие между собой по определенным нормативным установкам, которые имеют цифровой прототип.

Основными взаимосвязями между объектом и субъектом управления проектной организации, возникающими в процессе цифровизации и внедрения цифровых двойников и сквозных технологий, являются следующие: С1 – сообщения, характеризующие объект управления; С1-А – сообщения, характеризующие объект управления после формализации (BIM-модель объекта строительства + полный комплект ПСД + онтологическая модель бизнес-процессов); С2 – информационный поток определяемый государственными и муниципальными решениями в строительной отрасли; С2-А – информационный поток развития строительного комплекса после формализации; С3 – передача данных для мониторинга состояния объекта во внешние центры управления, экспертизы и контроля с целью управления рисками; С4 – передача данных для мониторинга состояния объекта цифровому двойнику субъекта; С5 – сообщения о концептуальных решениях на основании данных мониторинга состояния; С5' – сообщения о концептуальных решениях на основании данных мониторинга состояния после формализации;

С6 – запросы к базам знаний, содержащим решения проблемных ситуаций; С7 – формирование перечня альтернативных вариантов решения проблемной ситуации; С8 – пополнение базы знаний о проблемных ситуациях; С9 – формирование списка наиболее подходящих решений проблемной ситуации; С10 – фактическое выполнение решения; С11 – результаты фактически выполненного решения; С12 – пополнение базы знаний о результатах связи «проблемная ситуация – решение».

К перспективным технологиям цифровой трансформации проектных компаний («концептуальный каркас» на рис. 1) можно отнести следующие.

1. Технология распределенного реестра (Distributed Ledger Technology, DLT) – это распределенная между несколькими сетевыми узлами электронная система баз данных [3]. Применение такого механизма позволяет получать независимый доступ разных участников процесса проектирования (заказчик – экспертирующие организации – исполнители) к информации, касающейся проектируемого объекта (BIM-модель и ее параметры), так и предоставляет возможность записи и хранения любой децентрализованной информации в сети (при этом узлы взаимосвязаны и взаимодействуют между собой).

2. Машинное обучение (Machine Learning, ML) – это методики анализа данных, которые позволяют аналитической системе обучаться в ходе решения множества сходных задач. Одна из перспективных технологий искусственного интеллекта для внедрения в работу проектных организаций. Перечень решаемых задач – от подбора оптимального состава проектной группы для реализации конкретного проекта, с учетом его специфики и личностно-производственных характеристик отдельных исполнителей, до выбора проектных решений в процессе проектирования отдельных объектов.

3. Фреймовое представление знаний – это некоторая структура, которая при ее заполнении соответствующими значениями превращается в описание конкретного факта, события или ситуации. Модель основана на принципе кластеризации (фрагментация) знаний.

Модель фрейма является универсальной, т.к. позволяет отобразить все знание об объекте (здание или сооружение) или процессе (проектирования) через фреймы-структуры, фреймы-роли, фреймы-сценарии и фреймы-ситуации.

4. Логико-лингвистический инструментарий [11] – это совокупность средств обработки семантической информации. с использованием ЭВМ. Центральное место в комплексе логико-лингвистических моделей отводится тезаурусу, который определяет предметную сферу, информация о которой заносится в базу знаний и обеспечивает взаимосвязь понятий. Удобный для обработки семантической информации, необходимой для полного описания подготовки, разработки и проведения авторского надзора по отдельным проектам и соответствующей ПСД.

5. Онтологические модели – инструмент описания и хранения слабоструктурируемых знаний в едином информационном пространстве. Целесообразно использовать для моделирования бизнес-процессов.

Определяются классы (понятия) области проектирования, их отношения (связи) между собой и иерархии классов, задаются и заполняются слоты с ограничениями по допустимым значениям. Например, классами бизнес процессов управления проектными работами могут выступать система планирования проектных работ, система поиска заказчиков и подготовки договоров, система расчетов и инженерного анализа, система конструкторского проектирования, систем координации проектных работ, система диспетчеризации проектных работ, система управления взаимоотношениями с заказчиком, и т.д.

Цифровая трансформация с применением сквозных технологий управления позволяет моделировать и визуализировать плановые, организационно-технические, проектные решения путем когнитивного динамического нормирования в реальном времени на основе фреймового представления знаний о проблемных ситуациях [7]. Например, процесс принятия решения о формировании договорной цены на разработку ПСД с учетом текущей ситуации на рынке проектных услуг может применяться незамедлительно, с проработкой альтернативных вариантов развития ситуации в конкурентной среде, с учетом привлечения потенциальных субподрядчиков и возможностью текущего пересмотра отдельных проектных решений.

Следует заметить, что при внедрении цифрового двойника может возникнуть целый ряд проблем.

Одна из ключевых проблем, которая возникает на многих предприятиях — оторванность исполнителя от бизнес-задач. При разработке цифрового двойника зачастую теряются ключевые показатели, которые он должен воспроизводить, и упускаются процессы, которые нужно обязательно мониторить.

Ещё одна проблема — слабая оценка заказчиком экономической эффективности цифрового двойника. Обычно не анализируются затраты на поддержку двойника, а учитываются только начальные инвестиции.

Излишняя сложность создаваемых моделей также может стать определенной проблемой. Разработчики делают модели с излишней детализацией, «про запас», не задумываясь о сложностях и дополнительных затратах, которые неизбежно возникнут в процессе поддержки и обновления модели.

Назначение ответственного за цифрового двойника структурного подразделения также является сложной задачей. Кто-то должен принять модель «на баланс», актуализировать и поддерживать ее. Если мы говорим о ЦД проектной организации, то оптимальной является ситуация, при которой цифровой двойник находился бы в совместной ответственности службы главного инженера или бюро ГИПов и IT-подразделения.

## Выводы

1. Предложенная модель цифровой трансформации субъекта и объекта управления проектной организации на базе применения цифровых двойников и сквозных технологий управления является одним из вариантов перспективного развития предприятий и организаций строительного комплекса в условиях цифровизации экономики всей страны.

2. Цифровая трансформация проектных организаций отрасли строительства требует разработки нового методического обеспечения всей системы управления, системы принятия решений на основе лингвистического моделирования семантических структур баз знаний, развития когнитивных аспектов теории управления для формирования обобщенной онтологии модели знаний.

3. Детальные алгоритмы и отдельные решения в области цифровой трансформации проектных организаций будут приведены далее в последующих изданиях.

## Литература

1. Указ Президента Российской Федерации Путина В.В. от 09.05.2017 № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 - 2030 годы»
2. Указ Президента Российской Федерации Путина В.В. 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года»
3. Поспелов Д.А. Логико-лингвистическое моделирование в системах управления риском организации. - М.: Энергоиздат, 1981. — 222 с.
4. Болотова Л.С. Системы поддержки принятия решений. / В 2 ч. Часть 1: учебник и практикум для академического бакалавриата. Серия: Бакалавр. Академический курс-е изд. - М.: Издательство Юрайт, 2017. — 264 с.
5. Вайл Питер, Ворнер Стефани. Цифровая трансформация бизнеса. Изменение бизнес-модели для организации нового поколения // Альпина Паблишер — М.: 2019. - 259 с.
6. Антонов А.В. Системный анализ // Высшая школа — 2008. - 456 с.
7. Яковлева Е.А., Толочко И.А. Инструменты и методы цифровой трансформации // Вопросы инновационной экономики. — 2021. — № 2, том 11 — с. 415-430.
8. Флейшман Б.С. Основы системологии. - М: Радио и связь, 1982. — 368 с.

9. Волкова В.Н., Емельянов А.А. Теория систем и системный анализ в управлении организации. / Справочник: Учеб. пособие. - Москва: «Финансы и статистика», 2006. – 848 с.
10. Яковлева Е.А., Гаджиев Р.М., Катермина Т.С. Активизация промышленной политики на основе технологии интеллектуальной обработки больших данных // Вопросы инновационной экономики. – 2019. – № 2. – с. 317-326.
11. Яковлева Е.А., Трошин Д.В. Модели и методы разработки стратегии предприятия // Вертикальные связи в стратегическом управлении: рискозащищенные когнитивные технологии в формировании продуктово-производственной вертикали: Сборник докладов участников секционных заседаний XXI Всероссийского симпозиума Москва. 10–11 ноября. 2020. – с. 329-331.
12. Клименков Г.В., Кукор Б.Л. Экспертные системы и системы ситуационного управления на базе логико-лингвистических моделей // Вестник УГНТУ. Наука, образование, экономика. Серия: Экономика. – 2017. – № 1 (19). – с. 7-19.
13. Кукор Б.Л., Куршев Е.П., Виноградов А.Н. Сборник докладов участников секционных заседаний XXI Всероссийского симпозиума. / Разработка динамического когнитивного сценария функционирования предприятия и производственных комплексов в процессе управления экономикой. - М., 2020. – 98-101 с.