

## ОЦЕНКА ВНЕДРЕНИЯ НАИБОЛЕЕ АКТУАЛЬНЫХ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЖКХ

А.В. Крутских, Е.И. Корнеева

© Крутских А.В., Корнеева Е.И., 2024

**Аннотация.** В статье рассмотрен вопрос цифровой трансформации в области строительства и ЖКХ. Проведен анализ текущего состояния, основных проблем, задач и критериев использования цифровых технологий на примерах из области строительства и ЖКХ. Рассмотрена качественная оценка внедрения *bim*-проектов, технологий обработки анализа данных с ИИ и др.

**Ключевые слова:** BIM-технологии, 3D-печать зданий, машинное обучение, большие данные, цифровая трансформация.

Строительную отрасль и ЖКХ можно отнести к достаточно консервативным сферам: изменения в них не являются глобальными, внедряются медленно, а кроме того, используется большое количество ручного труда при выполнении технологических и эксплуатационных операций. В распоряжении Правительства РФ [1] имеются основные стратегические направления для цифровой трансформации строительной отрасли, городского хозяйства и ЖКХ. Стратегическая политика до 2030 г. также предписывает применение цифровых технологий для формирования графика строительства, использование их при работе с реестром нормативно-технических документов, проведении строительного надзора и строительного контроля и др.

В качестве показателей успешной реализации цифровой политики рассматриваются:

- формирование перечня и сокращение числа строительных процедур;
- переход с процедуры заполнения документов вручную на электронный документооборот;
- сокращение сроков реализации проекта до семи дней (от идеи до выхода на строительную площадку);
- стандарт, основанный на отечественных продуктах в сфере интернета вещей, сквозных технологий (в том числе искусственного интеллекта (ИИ));
- проявление инициативы и поддержка граждан в сфере ЖКХ.

В указе президента [2] строительная сфера и сфера ЖКХ входят в стратегию развития ИИ до 2030 г. В докладе [3] указано внедрение

цифровых технологий в капитальное строительство на этапах предпроектном, проектирования, экспертизы, строительства, эксплуатации.

Рассмотрим ряд цифровых технологий в сфере строительства и ЖКХ и оценим их с точки зрения доступности, сокращения трудозатрат, показателя квалификационной готовности.

### 1. Информационное моделирование.

Технологии информационного моделирования зданий (BIM) позволяют построить цифровую модель строящегося объекта, в которой отражены вид и объем строительных материалов, сметные стоимости, графики производства работ. По завершении строительства BIM передается в эксплуатирующую организацию для отслеживания замены инженерного оборудования, текущих и капитальных ремонтов. Пример объекта с использованием технологии – ГБДОУ № 63 общеразвивающего вида на 160 мест, находящееся в Калининском районе г. Санкт-Петербурга (застройщик – АО «Эталон ЛенСпецСМУ»). Согласно постановлению [4], все государственные строительные заказы с 01.01.2022 проектируются с применением BIM. Пример модели приведен на рис. 1.

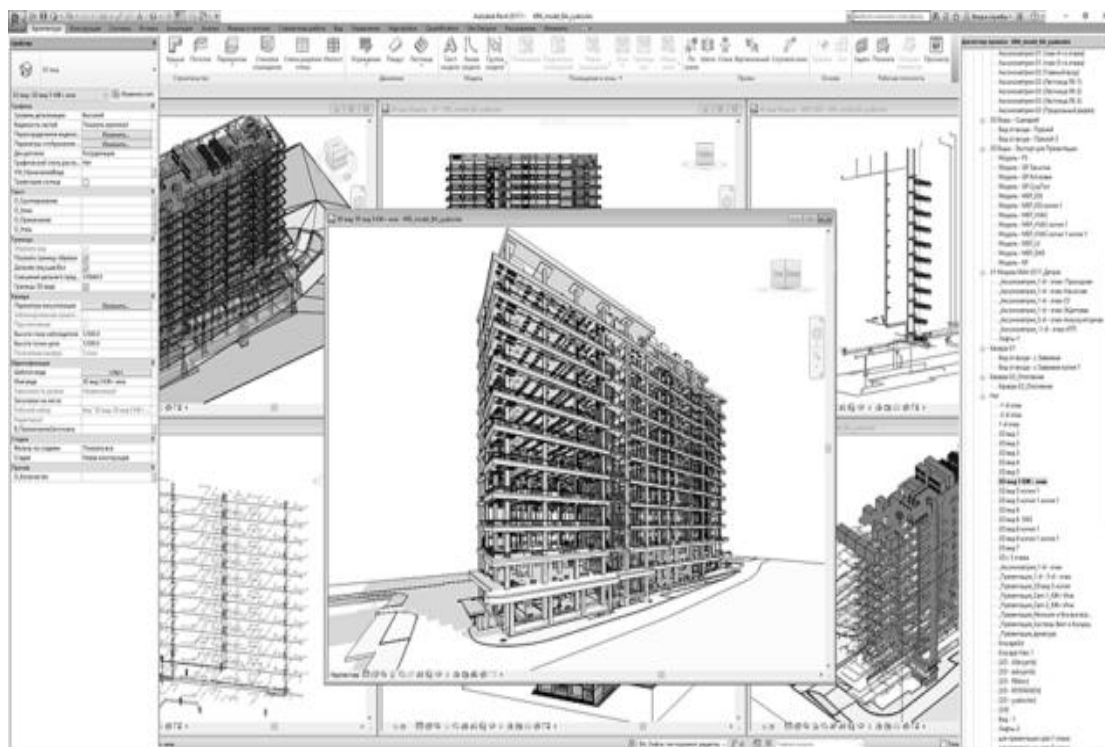


Рис. 1. BIM-модель здания со всеми элементами [5]

Причины, препятствующие распространению технологии, связаны с инфраструктурными проблемами: недостатком нормативной базы; отсутствием единого государственного стандарта реализации строительных проектов с применением BIM; дефицитом квалифицированных кадров.

## 2. Применение беспилотных аппаратов.

С помощью дронов (беспилотных аппаратов) проводится осмотр состояния строений при эксплуатации, контролируется качество работ в труднодоступных местах (например, на высоте). Собранные данные могут быть интегрированы в BIM-систему для, в частности, топографической съемки и аэромониторинга с георадарами, зондирования подземных конструкций и коммуникаций. В 2019 г. Министерство юстиции РФ рекомендовало использовать модели георадара «Лоза» [6] для проведения судебных строительно-технических экспертиз. Здесь также есть своя проблематика применения: возможные помехи в работе георадаров; быстрый расход заряда батареи дрона (15–20 мин); высокие первоначальные затраты, а также большая стоимость ремонта оборудования; потенциальная потеря рабочих мест.

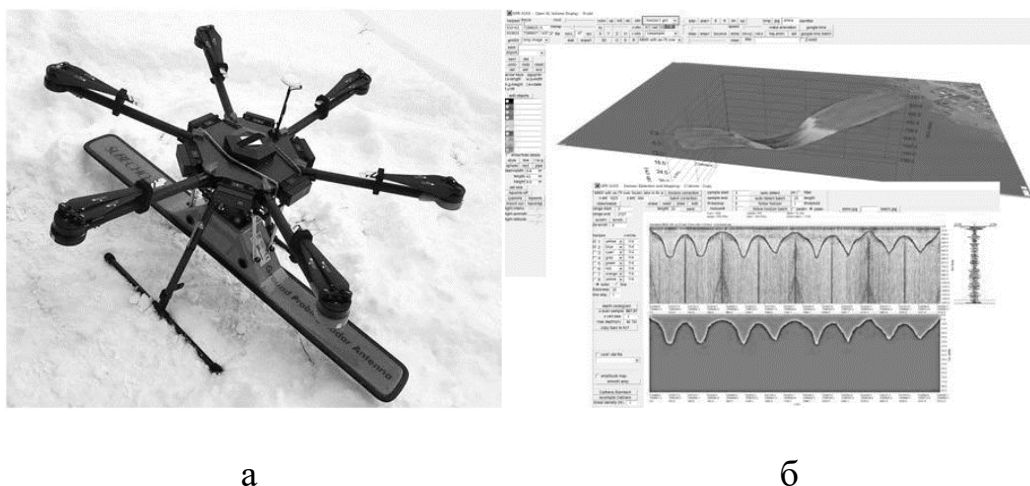


Рис. 2. Система «георадар-дрон» (DJI M600 Pro) (а) и результаты профилирования замерзшего озера (б) [7]

## 3. Технологии 3D-печати.

Печать 3D-объектов и лазерное 3D-сканирование применяются в строительной сфере. В специальную машину (строительный принтер) загружают готовую смесь, прежде всего бетонную, а затем послойно по цифровой модели здания или отдельной конструкции производится возведение (печать) ее прямо на площадке строительства.

Пример проекта российской компании, распечатанного на 3D-принтере, – здание площадью 640 м<sup>2</sup> и общей высотой 9,5 м (рис. 3). Здание возвела в г. Дубае компания Apis Cor, и оно попало в Книгу рекордов Гиннеса.

Лазерное 3D-сканирование зданий более распространено на сегодняшний день, поскольку его стоимость значительно ниже. Применение лазерного 3D-сканирования имеет ряд ограничений. Среди них большие

финансовые затраты на покупку и обслуживание 3D-оборудования, невозможность выполнять строения большой этажности (свыше 20 м), а также недостаточное количество сотрудников, обученных работе с технологией.



а



б

Рис. 3. Возведение стен здания с помощью 3D-принтера (а) и фасад здания (б) [8]

#### 4. Обработка больших данных и машинное обучение.

Сбор данных и их консолидация осуществляется:

- 1) для организации облачных платформ в целях управления строительными проектами;
- 2) при выборе поставщиков и систем для анализа данных;
- 3) при внедрении средств анализа и визуализации в витрины данных или BIM-проекты.

Данные могут быть закрыты или размещаться в открытом доступе. В частности, на рис. 4 представлена витрина данных «Yandex DataLens».

Аварийные объекты ЖКХ». Фильтры на витрине настроены на Тверскую область.

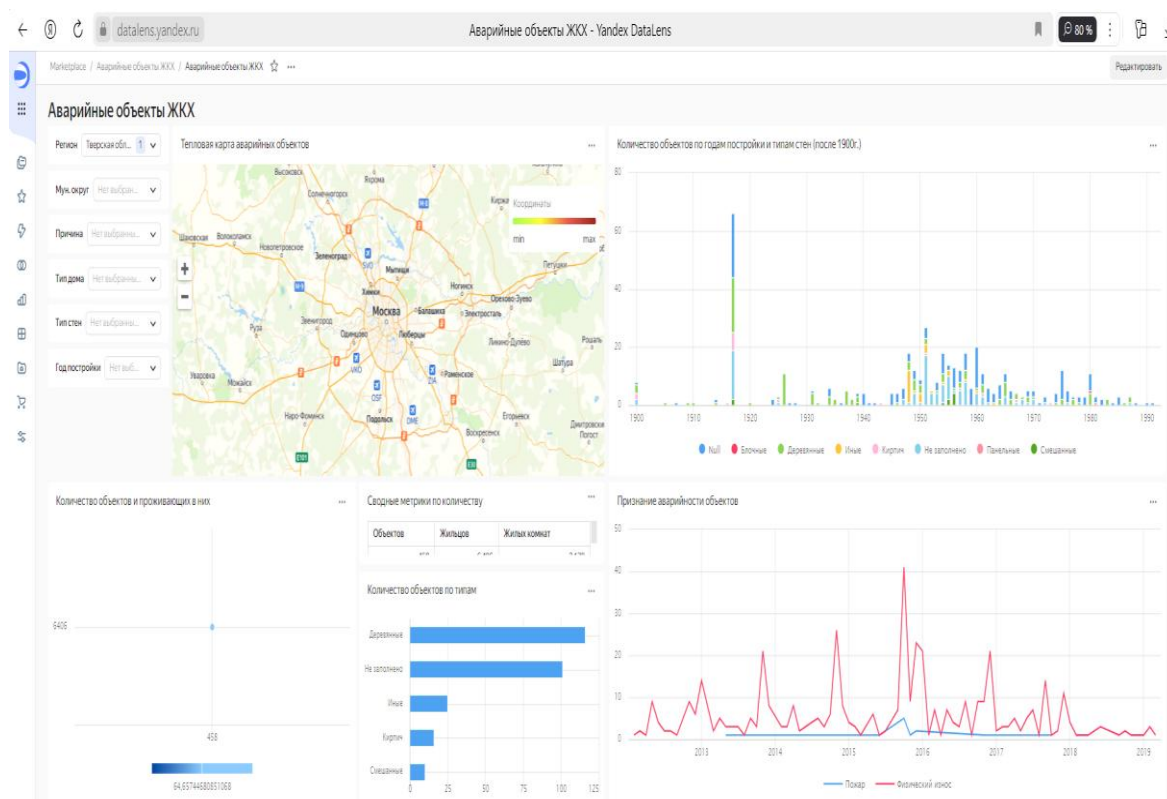


Рис. 4. Пример «Yandex DataLens.  
Аварийные объекты ЖКХ» в Тверской области [9]

Перечислим, с какими большими данными работают специалисты в сфере строительства и ЖКХ. Это данные в локальных хранилищах и на бумаге; закрытые данные, размещенные в локальных хранилищах и заполненные вручную на объектах; файлы выгрузки из автоматизированного ПО, непрозрачные по формату.

Большие данные — сквозная технология, которая используется в области строительства как внутри BIM-проектов, так и на витринах с аналитикой данных. Машинное обучение как часть ИИ включает в себя алгоритмы классификации, кластеризации, регрессии, прогнозирования временных рядов, ассоциативных правил, нейронных сетей (в том числе компьютерного зрения). Алгоритмы используются как отдельные программные системы, чат-боты, модули программ и модули дронов.

Согласно оценке Национального центра развития ИИ [10], около 3 % строительных компаний в России используют машинное обучение в сферах строительства и ЖКХ. Например, группа компаний «СКАНЭКС» применяет алгоритмы машинного обучения для формирования проектов инженерных коммуникаций и генерации рекомендаций оптимальных проектов. Еще одним примером является технологическое партнерство

компаний BIMDATA и VisionLabs [11] в целях интеграции машинного обучения. Планируется использование алгоритмов компьютерного зрения при решении задач распознавания средств индивидуальной защиты на стройплощадках в целях снижения уровня производственного травматизма и классифицирования работников для детекции посторонних лиц на объекте.

Трудностями во внедрении машинного обучения являются трудоемкость сбора достаточных данных для обучения модели; недостаточное количество информации об ИИ; необходимость дополнительного внедрения модулей в существующее оборудование и др.

Согласно стратегии цифровой трансформации строительной отрасли «Строительство, городское хозяйство и ЖКХ» Минстроя, цифровая трансформация ЖКХ и строительной отрасли в России обойдется в 393 млрд рублей до 2030 г., из которых большая часть (375 млрд рублей) придется на ЖКХ [3].

Проанализируем данные из открытых источников [3, 12], а именно опрос экспертного сообщества и отчеты государственных и коммерческих организаций за 10 лет. На рис. 5 показана гистограмма, отображающая список качественных изменений после включения в работу цифровых технологий.

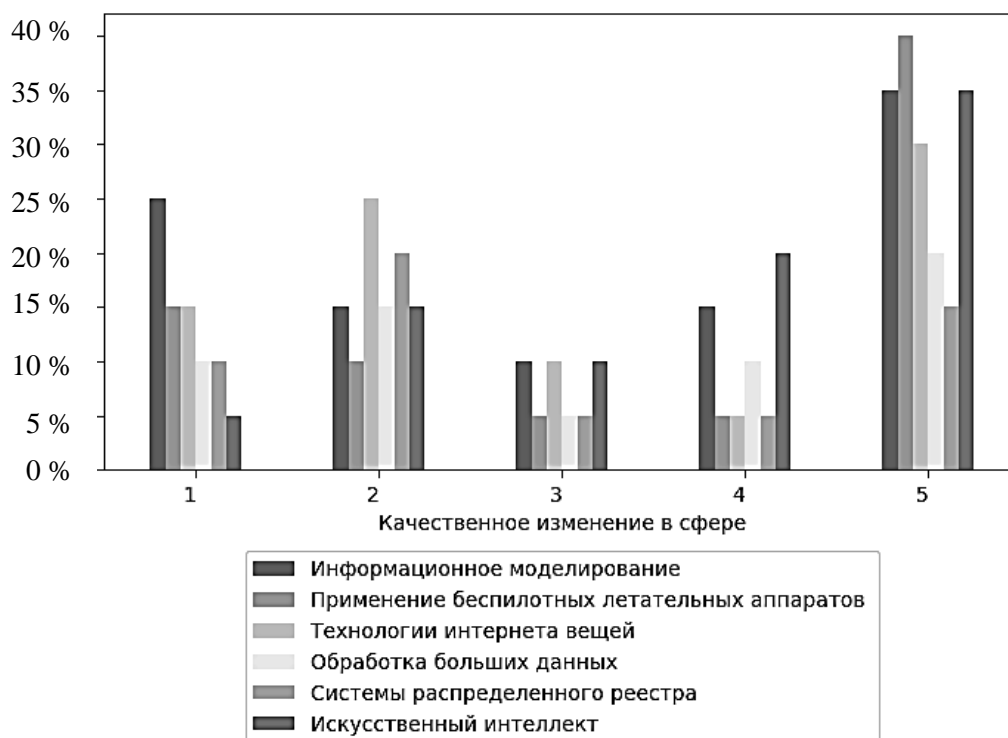


Рис. 5. Гистограмма распределения изменений в сфере строительства (составлено авторами по материалам [3, 12]):

- 1 – повышение производительности труда;
- 2 – снижение финансовых затрат; 3 – сокращение сроков строительства;
- 4 – сокращение сроков окупаемости; 5 – повышение автоматизации

Путей внедрения цифровых технологий в строительство и ЖКХ довольно много, и эти сферы достаточно активно цифровизируются, что дает возможность увидеть положительные изменения уже сегодня. Однако при этом люди сталкиваются с серьезными вызовами цифровой трансформации, которыми, как правило, являются:

- низкий уровень «цифровой зрелости»;
- отсутствие отечественных комплексных программных решений для всех этапов жизненного цикла объектов капитального строительства;
- отсутствие необходимой нормативно-технической базы;
- низкая материально-техническая и кадровая готовность.

### **Библиографический список**

1. О стратегическом направлении в области цифровой трансформации строительной отрасли: распоряжение Правительства РФ от 27.12.2021 № 3883-р (в ред. от 13.10.2022). URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_405274/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_405274/) (дата обращения: 09.03.2024)

2. О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации: указ Президента РФ от 10.10.2019 № 490 (в ред. от 15.02.2024). URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_335184/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_335184/) (дата обращения: 09.03.2024)

3. Михайлик К.А. Цифровая трансформация строительной отрасли и ЖКХ: задачи и перспективы. URL: <https://mas.avо.ru/documents/1105446/7837820/> Цифровая+трансформация+строительной+отрасли+и+жкх.pdf (дата обращения: 09.03.2024).

4. Об установлении случаев, при которых застройщиком, техническим заказчиком, лицом, обеспечивающим или осуществляющим подготовку обоснования инвестиций, и (или) лицом, ответственным за эксплуатацию объекта капитального строительства, обеспечиваются формирование и ведение информационной модели объекта капитального строительства (с изменениями и дополнениями): постановление Правительства РФ от 05.03.2021 № 331 (в ред. от 20.12.2022). URL: <https://base.garant.ru/400424628/> (дата обращения: 09.03.2024).

5. BIM: как мы строим строителей на стройке // Habr. URL: <https://habr.com/ru/companies/croc/articles/335808/> (дата обращения: 10.03.2024).

6. Общие технические характеристики георадаров ЛОЗА // Гео-прибор Expert. URL: [https://georadarloza.ru/page\\_68233\\_cору/](https://georadarloza.ru/page_68233_cору/) (дата обращения: 12.03.2024).

7. Дрон-технологии в строительстве – современные решения и возможности / И.В. Носков [и др.] // Вестник Евразийской науки. 2020. № 5. URL: <https://esj.today/PDF/37SAVN520.pdf> (дата обращения: 12.03.2024).

8. В России напечатали первый жилой дом из бетона за 594 000 руб. // Habr. URL: <https://habr.com/ru/articles/402107/> (дата обращения: 14.03.2024).

9. Аварийные объекты ЖКХ // Yandex Cloud Marketplace. URL: <https://datalens.yandex.ru/marketplace/f2et4tfh2mko0gtju10e> (дата обращения: 14.03.2024).

10. Нейросеть на стройке. Как ИИ помогает в строительстве и ЖКХ // СберПро. Цифровое развитие. Кейсы лидеров бизнеса. URL: <https://sber.pro/digital/publication/nejroset-na-strojke-kak-ii-pomogaet-v-stroitelstve-i-zh-kh/> (дата обращения: 14.03.2024).

11. Технологическое партнерство с VISION LABS // Новости BIMDATA. URL: <https://bimdata.ru/tpost/d01e51zui1-tehnologicheskoe-partnerstvo-s-vision-la> (дата обращения: 11.03.2024).

12. Кисель Т.Н., Прохорова Ю.С. Исследование уровня цифровизации на российских предприятиях инвестиционно-строительной сферы: монография. М.: МИСИ – МГСУ, 2023. URL: <https://mgsu.ru/resources/izdattelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkr-dostupa/> (дата обращения: 03.03.2024).

## ASSESSMENT OF THE IMPLEMENTATION OF THE MOST RELEVANT DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE CONSTRUCTION AND HOUSING SECTORS

A.V. Krutskikh, Y.I. Korneeva

**Abstract.** The article considers the issue of digital transformation in the field of construction and housing and communal services. The article analyzes the current state, main problems, challenges and criteria for the use of digital technologies using examples from the field of construction and housing and communal services. The qualitative assessment of the implementation of bim-projects, data analysis processing technologies with AI, etc. is considered.

**Keywords:** BIM, 3D printing of buildings, machine learning, big data, digital transformation.

*Об авторах:*

Крутских Андрей Викторович – старший преподаватель кафедры конструкций и сооружений, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: [mister.krutskih@mail.ru](mailto:mister.krutskih@mail.ru)

Корнеева Елена Игоревна – старший преподаватель кафедры программного обеспечения, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: [yelena.korneeva@yandex.ru](mailto:yelena.korneeva@yandex.ru)

*About the authors:*

Krutskikh Andrey Viktorovich – Senior Lecturer of Structures and Constructions Department, Tver State Technical University, Tver. E-mail: [mister.krutskih@mail.ru](mailto:mister.krutskih@mail.ru)



Korneeva Yelena Igorevna – Senior Lecturer of Software Engineering Department, Tver State Technical University, Tver. E-mail: yelena.korneeva@yandex.ru

*УДК 331.45*

## **ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ТРУДА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Н.Г. Марилов, Л.В. Козырева, В.В. Лебедев**

© Марилов Н.Г., Козырева Л.В.,  
Лебедев В.В., 2024

**Аннотация.** В статье рассмотрен вопрос о том, что цифровизация в сфере охраны труда играет ключевую роль в развивающемся мире, где безопасность и здоровье работников становятся приоритетом для любого предприятия. Отмечено, что стремительное развитие технологий дает уникальные возможности для улучшения условий труда и снижения воздействия производственных рисков.

**Ключевые слова:** охрана труда, цифровизация, риск-менеджмент, обучение по охране труда, видеоконтроль, мониторинг охраны труда.

Цифровая трансформация была выбрана в качестве одной из национальных целей развития до 2030 г. и утверждена Указом Президента РФ № 474 от 21.07.2020 [1]. В широком понимании термин «цифровизация» подразумевает под собой процесс создания цифрового эквивалента любого вида деятельности, будь то механические операции, социальные взаимодействия и пр. Для реализации этой концепции необходимо грамотное разделение процесса на отдельные компоненты с присвоением им соответствующих наименований. Далее формируется синтез этих компонентов в логическую последовательность с четко определенными точками входа и выхода. Таким образом, цифровая репрезентация процесса в максимальной степени отражает его реальное функционирование в жизни. Процедура последующего запуска и наладки цифрового процесса предусматривает тщательный контроль над каждым аспектом реального решения задач (с возможностью корректировки цифрового образа по мере необходимости). Важно отметить, что этот подход к цифровизации способствует более эффективному управлению процессами, повышению качества решения задач и сокращению временных затрат.