



МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА

федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Научно-исследовательский институт строительной физики  
Российской академии архитектуры и строительных наук» (НИИСФ РААСН)  
**УНИВЕРСИТЕТ МИНСТРОЯ**

127238, г. Москва, Локомотивный проезд, д. 21, www.niisf.org, +7 (925) 5857320, E-mail: info@niisf.org

*Комитет по подготовке и аттестации кадров для ТИМ Национального объединения организаций  
в сфере технологий информационного моделирования (НОТИМ)*

**УЧЕБНО-ПРАКТИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ**

**ТЕХНИЧЕСКИЙ ЗАКАЗЧИК**

**В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ**

**СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ**



**Москва, 2023**

## Оглавление

Введение .....	4
<b>Технологии информационного моделирования и цифровая трансформация строительной отрасли и ЖКХ.....</b>	<b>6</b>
Цифровая трансформация строительной отрасли и ЖКХ: задачи и перспективы .....	6
Государственный и технический заказчик в условиях цифровой трансформации .....	9
Информационная модель ОКС. Актуальные требования и варианты развития.....	11
Управление службой технического заказчика при осуществлении государственных контрактов	17
Образ целевого состояния ТИМ в отрасли.....	17
ТИМ на этапе строительства .....	20
Нормативно-правовые акты Российской Федерации в области ТИМ.....	23
<b>Глава 1. Деятельность государственного заказчика в области развития городской инфраструктуры .....</b>	<b>28</b>
1.1. Управление развитием городской инфраструктуры. Роль инфраструктуры в современном развитии городов .....	28
1.2. Организация единого информационного пространства для участников градостроительной деятельности .....	35
<b>Глава 2. Управление проектами в инвестиционно-строительной сфере.....</b>	<b>85</b>
2.1. Общая организация ТИМ на инвестиционном строительном проекте .....	85
<b>Глава 3. Осуществление функций технического заказчика, в том числе с использованием технологий информационного моделирования .....</b>	<b>120</b>
3.1. Техническое задание на проектирование .....	120
3.2. Функции технического заказчика на этапе подготовки проектной документации	131
3.3. Проведение строительного контроля. Функции технического заказчика, лица, осуществляющего строительство, авторский надзор. Взаимодействие с органами государственного строительного надзора.....	140
3.4. Деятельность технического заказчика на этапе строительства, ввода объекта в эксплуатацию, реконструкции и капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства ...	168
3.5. Организация процессов взаимодействия участников реализации инвестиционно-строительного проекта с применением ТИМ.....	172
3.6. Система управления охраной труда. Переход на цифровые сервисы.....	179
<b>Глава 4. Осуществление функций технического заказчика, в том числе с использованием технологий информационного моделирования (организационно-управленческий блок) .</b>	<b>192</b>
4.1. Бизнес-планирование инвестиционно-строительных проектов. Инвестиционная оценка проектов строительства на этапах жизненного цикла. Обоснование инвестиций. Оценка стоимости объектов капитального строительства .....	192

<b>Глава 5. Управление инвестиционно-строительным проектом с применением современных цифровых инструментов</b> .....	200
5.1. Методика преобразования документации по инвестиционно-строительному проекту в цифровой формат для управления строительством.....	208
5.2. Создание информационной модели, паспорта и сводного календарного графика объекта капитального строительства .....	208
5.3. Экспертиза проектов, выполненных с применением технологий информационного моделирования. Анализ и проверка моделей.....	224
<b>Глава 6. Инструменты повышения эффективности деятельности организаций при реализации инвестиционно-строительных проектов</b> .....	239
6.1. Бережливое строительство .....	239
<b>Глава 7. Перспективные технологии строительного производства в условиях цифровой трансформации</b> .....	257
7.1. Цифровые технологии в строительстве. Общий взгляд .....	257
7.2. Аддитивное строительное производство .....	271
7.3. Перспективные информационные технологии работы с «Цифровыми двойниками» объектов капитального строительства (в том числе, технологии виртуальной и дополненной реальности) .....	300

## Введение

В поручениях Президента РФ неоднократно отмечалась проблема нехватки профессиональных отраслевых кадров, в том числе государственных и муниципальных служащих, которые владеют технологиями информационного моделирования на всех этапах жизненного цикла объектов капитального строительства. Востребованность в подготовке кадров по направлению цифровизации растет с каждым годом.

Цель данного пособия – способствовать выполнению федеральных и региональных программ в области цифровизации экономики, формированию отечественных экосистем подготовки кадров для строительной отрасли, развитию единого для профессионального сообщества, государства и бизнеса видения, подходов и понятийного аппарата в сфере развития и внедрения технологий информационного моделирования, создания и развития цифровых отечественных технологий и сервисов.

Материалы пособия могут использоваться для достижения целей и задач Распоряжения Правительства РФ от 27.12.21 г. № 3883-р «О стратегическом направлении в области цифровой трансформации строительной отрасли, городского и жилищно-коммунального хозяйства РФ до 2030г.», в соответствии с которым в 2023 году обучение в сфере цифровых технологий должны пройти 80 тысяч человек, в 2024 году 120 тысяч человек, и далее до 2030 года 500 тысяч человек.





Пособие составлено по материалам реализованных Университетом Минстроя НИИСФ РААСН в 2021-2022 гг. курсов повышения квалификации «Осуществление функций государственного заказчика при реализации инвестиционно-строительных проектов с использованием технологий информационного моделирования» и «Управление службой технического заказчика при осуществлении государственных контрактов в условиях цифровой трансформации».

Пособие представляет собой сборник материалов экспертов Университета Минстроя НИИСФ РААСН, участвующих в реализации программ повышения квалификации. Пособие дает возможность ознакомиться с мнением авторов и взглянуть на сложные, во многих аспектах дивергентные вопросы с разных точек зрения.



Обращаем ваше внимание на то, что материалы пособия подготовлены в первом квартале 2023, в период действия Постановления Правительства РФ №1431 от 15 сентября 2020 года, в котором утверждаются правила формирования и ведения информационной модели, а также состав включаемых в неё сведений. 1 марта 2023 года срок действия этого Постановления Правительства закончился. До выхода нового нормативного акта, регулирующего правила формирования и ведения информационной модели необходимо руководствоваться действующими нормативными актами. Данные изменения будут учтены в следующих редакциях пособия.

В большинстве разделов пособия есть ссылки на вопросы-ответы по теме, нормативно-правовые и нормативно-технические акты, видеозапись вебинара и тестирование:

-  Вопросы-ответы
-  Скачать НПА
-  Ссылка на видеозапись
-  Тестирование

Мы выражаем свою признательность всем авторам и участникам обучения, благодаря которым издание этого учебного пособия стало возможным. Также благодарим за поддержку Комитет по подготовке и аттестации кадров для ТИМ Национального объединения организаций в сфере технологий информационного моделирования (НОТИМ).

С уважением,

Команда Университета Минстроя НИИСФ РААСФ: Алина Постовалова, Александр Долматов, Елизавета Бровко, Анастасия Голикова, Алексей Постовалов, Татьяна Прудникова, Елизавета Паролова, Дарья Битюцкая, Ирина Махова, Вадим Степанов, Марина Паскина.

## **Технологии информационного моделирования и цифровая трансформация строительной отрасли и ЖКХ**

### **Цифровая трансформация строительной отрасли и ЖКХ: задачи и перспективы**

На базе реализованных Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации проектов управления строительством с применением технологии информационного моделирования (ТИМ), происходит построение цифровой вертикали органов Государственного строительного надзора и формирование информационной системы управления проектами заказчика.

Были приняты необходимые решения для обеспечения эффективной работы регионов по цифровизации путём создания единой цифровой среды управления жизненным циклом объекта капитального строительства (ОКС) на основании единых классификаторов и регламентов, которые доведены до регионов через инструментарию типовых решений.

Основная задача в работе для Минстроя России по цифровизации процессов стройкомплекса – это унификация и стандартизация, как в части применения строительных информационных систем, так и в формах документов протокола оперативных данных, которые в полной мере обеспечат взаимодействие между информационными системами различных структур. Были запущены несколько пилотных проектов, в которых формируются эти требования к созданию и развитию региональной информационной системы, по итогам пилотного проекта они будут тиражированы по регионам.

Существует 4 основных базовых системы. Система ГИСОГД «Стройкомплекс.РФ» (далее – ГИСОГД) собирает в себе данные и является источником данных для:

- Федеральной ГИСОГД РФ;
- ЭЦПЭ – единая цифровая платформа экспертизы, в которой формируются все данные по экспертным работам;
- Система Государственного строительного надзора (ИС ОГСН);
- Информационная система управления проектами Заказчика (ИСУП).

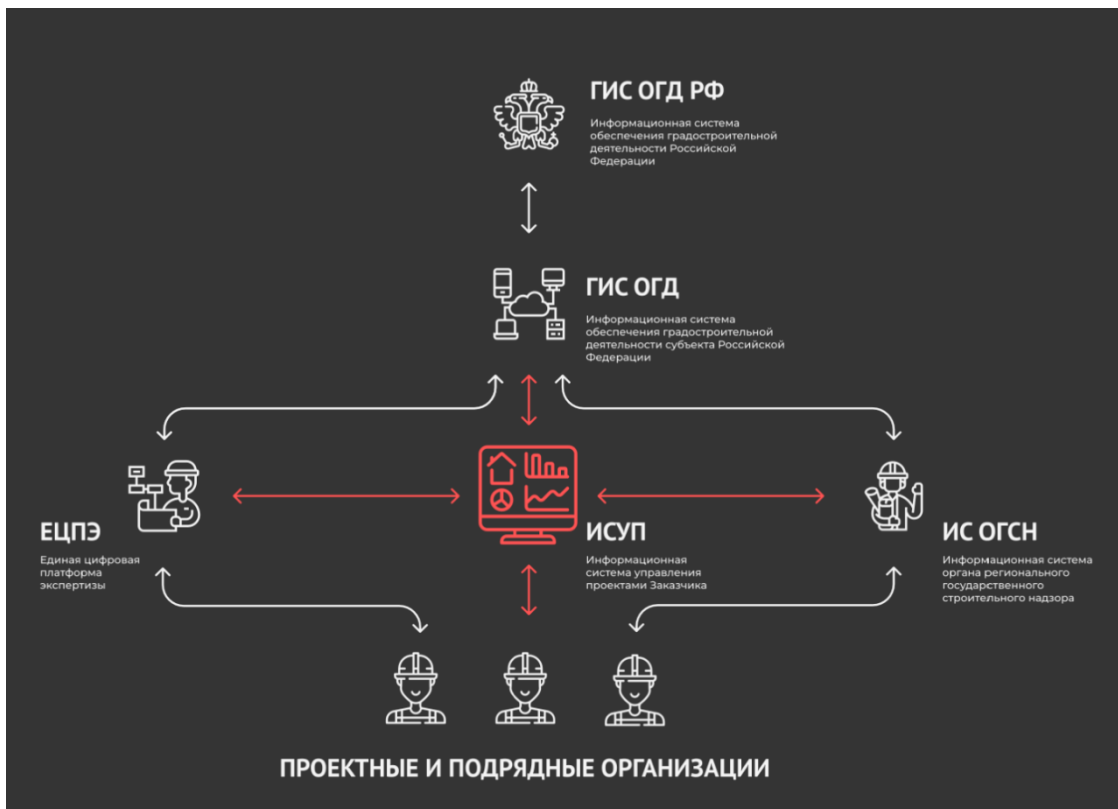


Рисунок 1. Основные системы

Наша цель – построить взаимодействие между этими системами. Основной элемент, который мы должны доработать это система управления проектами.

При формировании функциональных требований к этой системе мы руководствовались элементами экосистемы Минстроя России, которые постоянно работают в строительстве от этапа проектирования до этапа ввода объекта в эксплуатацию.

Соответственно, в ИСУП необходимо реализовать те модули, которые необходимы каждому Государственному заказчику, связанные с его закупками, финансовой деятельностью и проектным управлением. У каждого Государственного заказчика есть свои особенности, специфика и функциональность, поэтому в системе ИСУП заведены модуль работы с проектной и рабочей документацией, модуль строительного контроля, модуль работы с исполнительной документацией, модуль приемки и оплаты работ, при этом заказчику будет доступен конструктор бизнес-процессов, которые позволяет автоматизировать систему по своим реальным требованиям. Таким образом, ИСУП накапливает в себе машиночитаемые данные и становится основным инструментом ведения информационной модели.

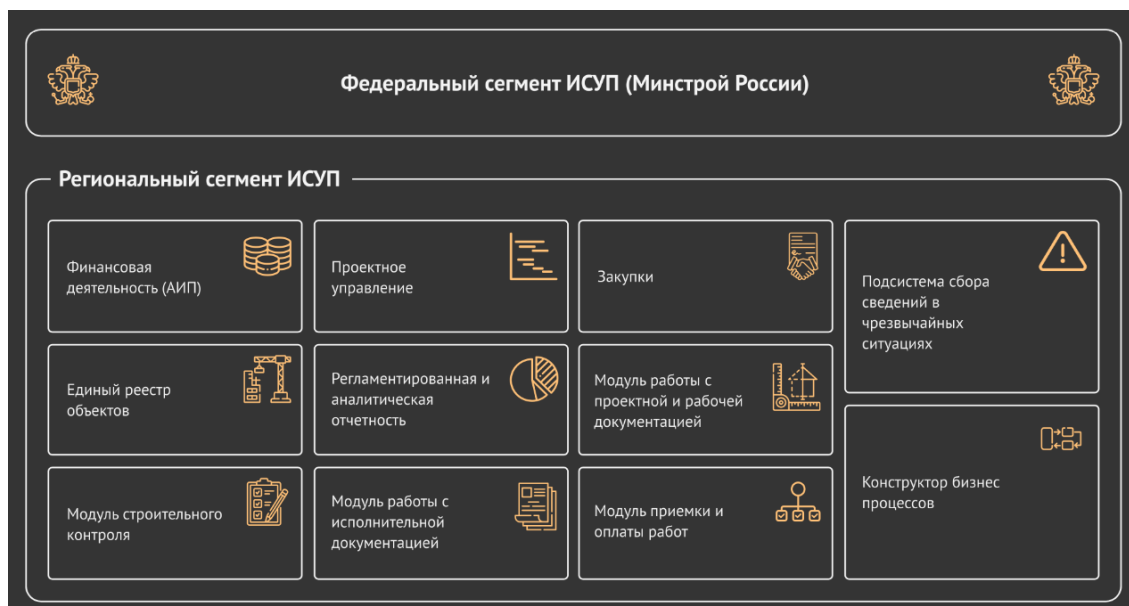


Рисунок 2. Информационная система управления проектами заказчика

Пилотный проект проходит в 14 регионах, по итогам которого 15 ноября 2022г. будет выгружен первый NVP в адрес крупных заказчиков и в декабре планируется завершить разработку РосСтройЗаказ 1.0, а с января 2023 г. начать тиражировать в регионы в формате безвозмездной передачи лицензий и последующей интеграции и обучения.

## Государственный и технический заказчик в условиях цифровой трансформации

В настоящее время Россия формирует отдельную технологическую самодостаточную позицию в части программного обеспечения (ПО). Необходимо отметить, что текущее представление информации сводится к следующему – на изменениях настаивает заказчик сверху. Именно заказчику необходима прозрачная картина, ежедневный контроль, цифровой контроль, который позволяет ему реально управлять процессом строительства.

В части, касающейся систем автоматического проектирования необходимо создавать свой особый продукт, который будет основан на Российском законодательстве, отвечать требованиям Российских СП и ГОСТ, требованиям Главгосэкспертизы. Стоит отметить, что в части платформ заказчика мы имеем абсолютно эксклюзивное положение, полное закрытие данными продуктами поможет замещение, на рисунке выделены три основных продукта.



Рисунок 3. Основные платформы заказчика

Основная задача не просто в продвижении отдельно взятых продуктов, а в первую очередь в их внедрении. На рисунке представлен частичный перечень российского ПО для ТИМ. Полный реестр российского ПО опубликован на ресурсах НОТИМ.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> <https://notim.ru/news/82/>



Рисунок 4. Частичный перечень российского ПО для ТИМ

## **Информационная модель ОКС. Актуальные требования и варианты развития**

В настоящее время строительный комплекс переживает этап цифровой трансформации, начавшийся в 2018 г. с поручения Президента Российской Федерации Правительству Российской Федерации № Пр-1235 от 19 июля 2018 г. За прошедший с этой даты период была создана нормативная база [1-7] применения технологий информационного моделирования (ТИМ) в проектировании, строительстве, эксплуатации, сносе и утилизации объектов капитального строительства.

Это сформировало как минимум 4 новые «цифровые» сущности, с которыми предстоит иметь дело большинству участников процессов на жизненном цикле объектов капитального строительства:

1. Информационная модель объекта капитального строительства
2. Государственная информационная система обеспечения градостроительной деятельности (с новыми функциями) и обеспечивающие ее функционирование XML-схемы
3. Классификатор строительной информации
4. Цифровая система требований

При этом, несмотря на проделанную огромную работу и формализацию названных сущностей, до сегодняшнего дня нигде не формализовано само понятие «система управления жизненным циклом объекта капитального строительства», хотя именно создание такой системы было обозначено как первая задача поручения Президента России. На рис. 5 представлен укрупненный вариант предлагаемой нами схемы системы управления жизненным циклом объекта капитального строительства.

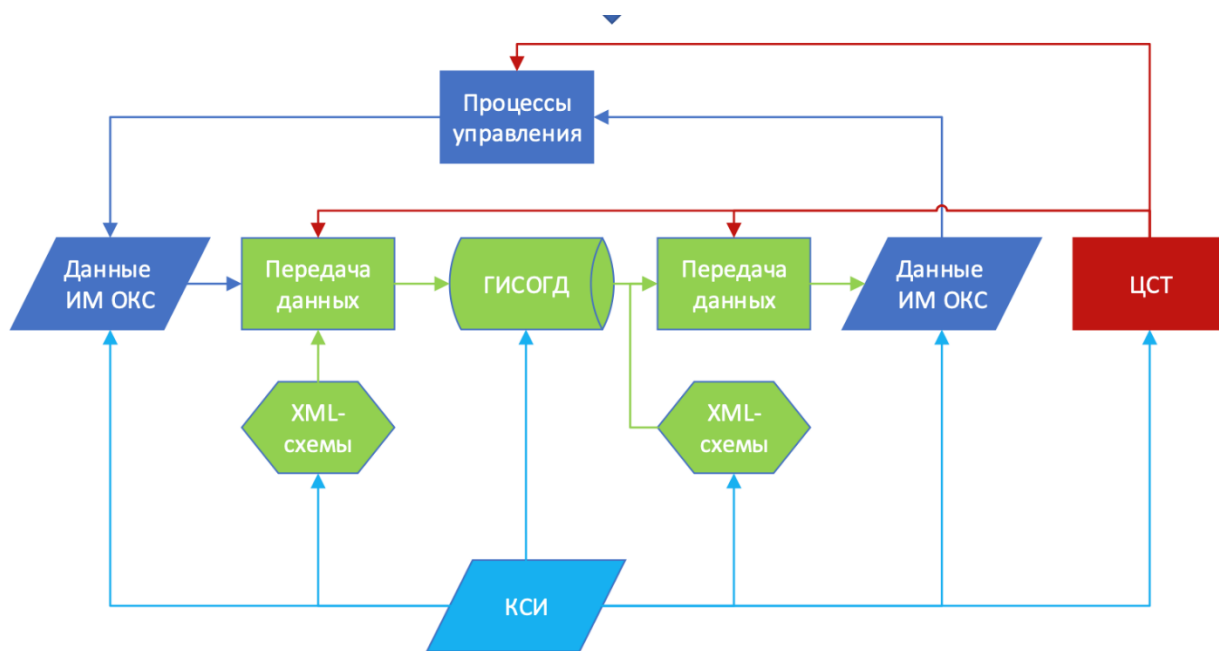


Рисунок 5. Схема система управления жизненным циклом объекта капитального строительства

Рассматриваемая система должна быть ориентирована на повышение качества принимаемых управленческих решений всех уровней, являясь фактически системой поддержки принятия решений. Ядро системы – ГИСОГД, в которой формируются и хранятся информационные модели объектов капитального строительства. Обмен данными с ГИСОГД происходит по утвержденным правилам (XML-схемам). Классификатор строительной информации обеспечивает однозначность идентификации всех параметров внутри системы управления и обеспечивает интерпретацию параметров внешних систем путем идентификации со сторонними классификаторами. Цифровая система требований обеспечивает контроль соответствия в автоматизированном, а в ряде случаев в автоматическом режиме. Ниже поговорим подробнее о перечисленных четырех сущностях.

Информационная модель объекта капитального строительства (ИМ ОКС) – это совокупность взаимосвязанных сведений, документов и материалов об объекте капитального строительства, формируемых в электронном виде на этапах выполнения инженерных изысканий, осуществления архитектурно-строительного проектирования, строительства, реконструкции, капитального ремонта, эксплуатации и (или) сноса объекта капитального строительства [1, ст. 1, п. 10.3]. Структура взаимосвязей яснее проявляется в объектно-ориентированной информационной



модели на основе классификатора строительной информации (далее – КСИ). Схематично представлено на рис. 6

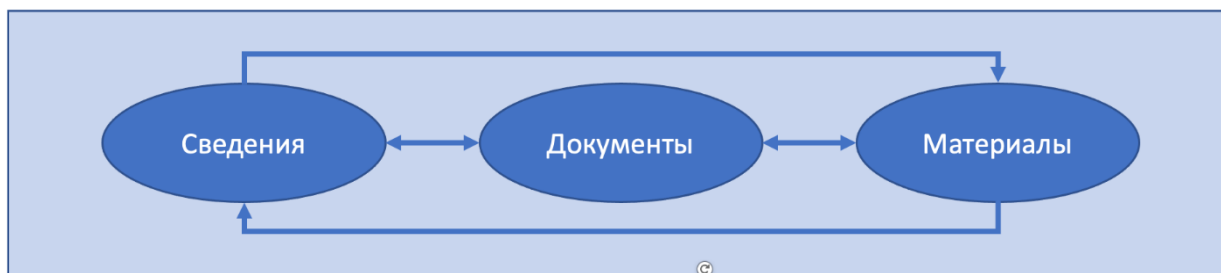


Рисунок 6. Схема информационной модели ОКС, согласно определению Градостроительного кодекса РФ

При этом, [2] предусматривает 2 варианта формирования и ведения ИМ ОКС:

1. После утверждения Минстроем России XML-схем – в формате XML (схема на рис. 7).
2. До утверждения Минстроем России XML-схем – в иных открытых форматах (схема на рис. 8).

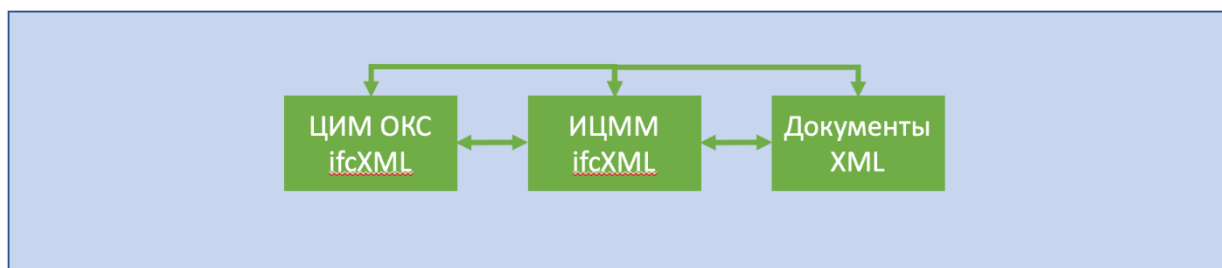


Рисунок 7. Схема информационной модели ОКС, формируемой в формате XML

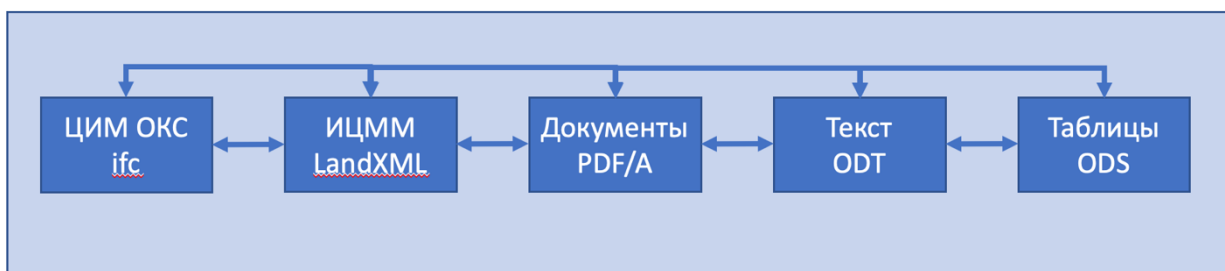


Рисунок 8. Схема информационной модели ОКС, формируемый в иных открытых форматах

К иным открытым форматам, согласно [2] относятся:

- ODT – для документов с текстовым содержанием, не включающих формулы (кроме смет);
- PDF/A – для документов с текстовым содержанием, в том числе включающих формулы и (или) графические изображения (кроме смет), а также для документов с графическим содержанием;
- ODS – для документов, содержащих сводки затрат, сводного сметного расчета стоимости строительства, объектных сметных расчетов (смет), локальных сметных расчетов (смет), а также для сметных расчетов на отдельные виды затрат;
- LandXML или иной формат данных с открытой спецификацией – для цифровой модели местности;
- IFC или иной формат данных с открытой спецификацией – для трехмерной модели.

Разумеется, переход к формированию и ведению ИМ ОКС в формате XML не произойдет в одно действие. Разрабатываемые XML-схемы должны опираться на нормативную базу (нормативно-правовые акты или нормативно-технические документы). Другими словами, они могут реализовывать прописанные правила, но не задавать их как таковые. При этом требования [9] распространяются на цифровую информационную модель ОКС (ЦИМ ОКС) и инженерную цифровую модель местности (ИЦММ), но не затрагивают данные, необходимые для выполнения обязательных процедур, согласно [6]. Предстоит достаточно большая работа по формированию сводной схемы данных, необходимой для выполнения обязательных процедур. После этого можно будет уточнить требования к информационной модели, которая станет инструментом выполнения обязательных процедур.

Следующий элемент системы управления жизненным циклом объектов капитального строительства, о котором следует сказать – это цифровая система требований, обеспечивающая автоматизацию контроля соответствия. Система требований включает в себя требования разных уровней и объекты нормирования – продукты, процессы, а также участников (схема приведена на рис. 9).

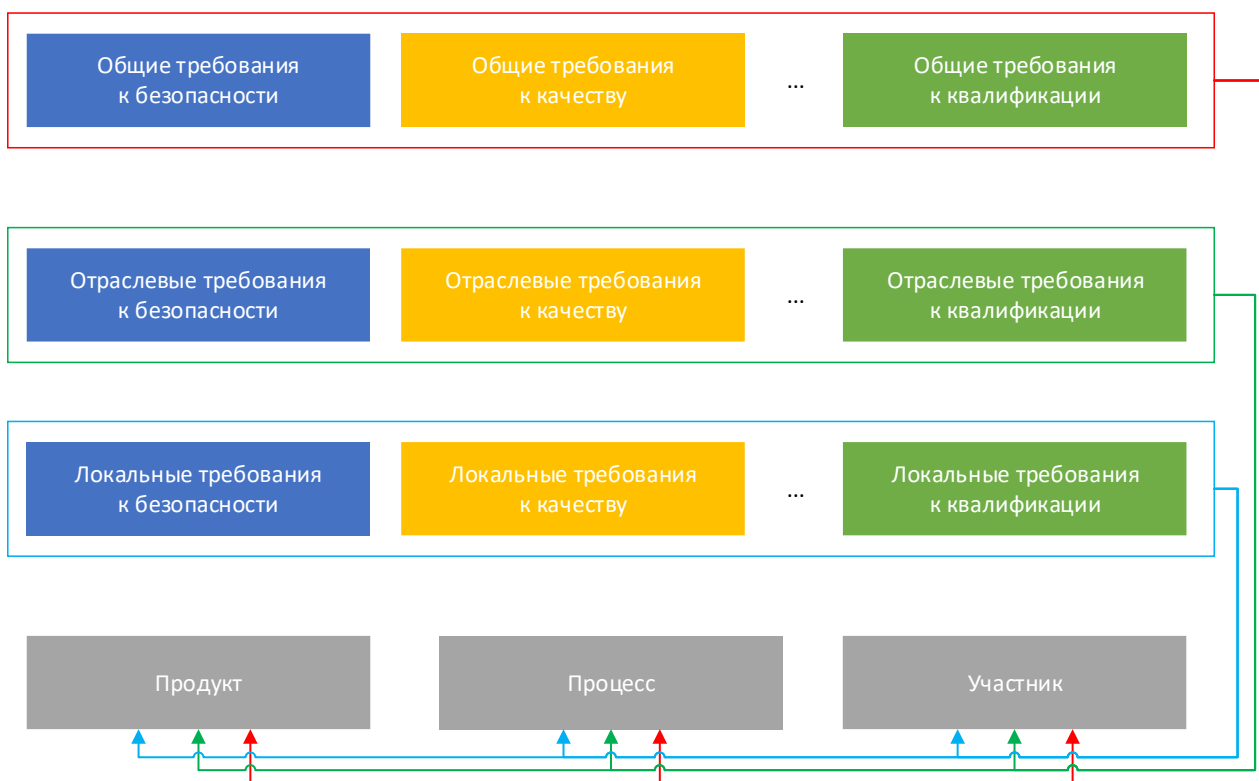


Рисунок 9. Схема системы требований

В 2021 г. АО «НИЦ «Строительство» по заказу ФАУ «ФЦС» выполнил проект по созданию первых пяти цифровых аналогов нормативно-технических документов (НТД), а именно:

- ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения»;
- СП 17.13330.2017 «СНиП II-26-76 Кровли»;
- СП 32.13330.2018 «СНиП 2.04.03-85 Канализация. Наружные сети и сооружения»;
- СП 105.13330.2012 «Здания и помещения для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции»;
- СП 118.13330.2012 «СНиП 31-06-2009 Общественные здания и сооружения».

Работа доказала практическую возможность реализации «цифровых» аналогов НТД и формирования цифровой информационной среды строительного комплекса, включающей систему требований.

Цифровизация системы требований позволит достичь эффектов по пяти направлениям:

1. Выявление и анализ вертикальных коллизий в системе требований. То есть гармонизация разноуровневых требований.
2. Выявление и анализ горизонтальных коллизий в системе требований. То есть гармонизация требований одного уровня.
3. Контроль соответствия продукта требованиям.
4. Контроль соответствия процесса требованиям.
5. Контроль соответствия участника требованиям.

Первые 2 направления эффектов относятся к обеспечению качества самой системы требований, а последние 3 к обеспечению выполнения требований.

Получение эффектов по первым 2-м направлениям требуют высокого процента цифровизации НТД и могут быть крупномасштабно реализованы в перспективе 2023-24 гг. Эффекты по 4-му требуют формирования цифровой системы контроля соответствия процесса требованиям, способной к инкорпорации цифровых аналогов НТД. Эффекты по 5-му направлению требуют формирования самих требований и системы контроля соответствия.

## **Управление службой технического заказчика при осуществлении государственных контрактов**

Для подготовки специалистов и руководителей службы технического заказчика целесообразно применять следующий состав модулей обучения технического заказчика:

- деятельность государственного заказчика в области развития городской инфраструктуры;
- управление проектами в инвестиционно-строительной сфере;
- осуществление функций технического заказчика, в том числе с использованием технологий информационного моделирования (организационно-технический блок);
- осуществление функций технического заказчика, в том числе с использованием технологий информационного моделирования (организационно-управленческий блок);
- управление инвестиционно-строительным проектом с применением современных цифровых инструментов;
- инструменты повышения эффективности деятельности организаций при реализации инвестиционно-строительных проектов;
- перспективные технологии строительного производства в условиях цифровой трансформации.

В каждом модуле сформирован акцент в части применения технологии информационного моделирования (ТИМ).

### **Образ целевого состояния ТИМ в отрасли**

На федеральном уровне и уровне субъектов РФ развитие ТИМ или информационной модели, в текущем определении Градостроительного кодекса, необходимо для того, чтобы на 20% сократить сроки прохождения обязательных процедур. На сегодняшний день существуют несколько основных проблем, связанных с прохождением обязательных процедур, основные приведены на Рисунке 10.



Рисунок 10. Основные проблемы, связанные с прохождением обязательных процедур

Перевод услуг в электронный вид и документов в машиночитаемый формат позволит различным структурам быстро обмениваться данными в формате XML.

С точки зрения экономики сокращение сроков ожидания решения на 20% положительно скажется на финансовом потоке.

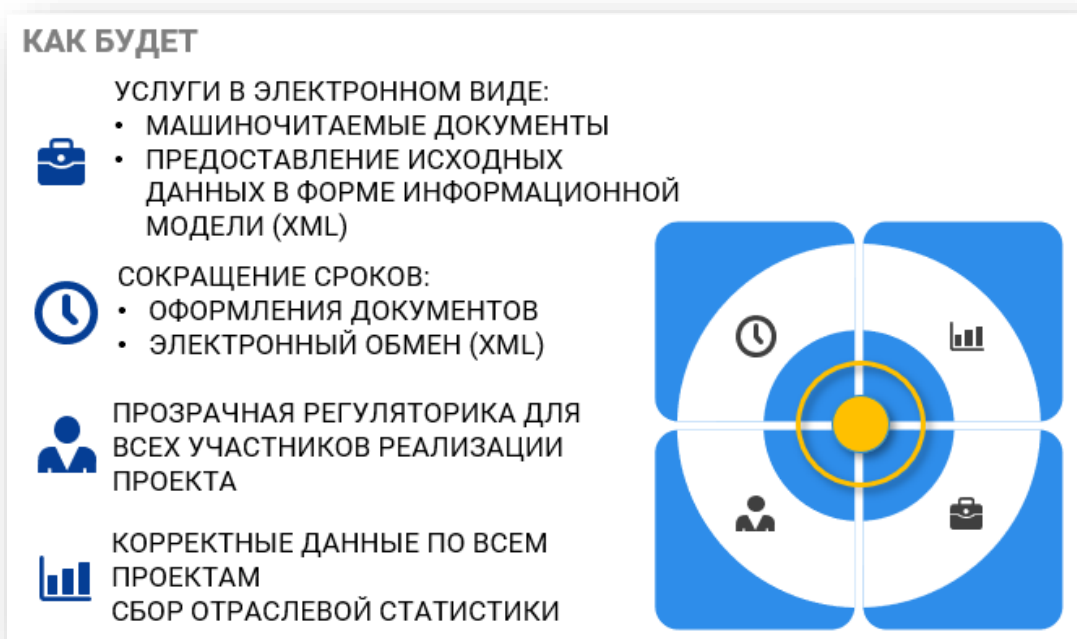


Рисунок 11. Преимущества внедрения ТИМ

Развитие ТИМ на уровне заказчика предоставляет преимущество в виде точности определения стоимости строительства. На сегодняшний день при классическом 2D проектировании точность определения стоимости строительства составляет +/- 30%, что является очень большой погрешностью. Основной процент потерь составляет проблема обмена данными между проектировщиками, версияность документов.



Рисунок 12. Цикл взаимодействия проектной команды при классическом 2D проектировании

При работе в неавтоматизированной системе проектирования и в 2D чертежах 30-40% рабочего времени инженер тратит на ручной подсчет элементов чертежей, метража и т.д., что добавляет человеческий фактор и наличие ошибок в ведомостях, что может повлечь за собой ошибки в сметных расчетах. Если все сотрудники работают в среде общих данных (СОД) или едином информационном пространстве (ЕИП), вместе с заказчиком и техническим заказчиком, то информация в СОД у всех обновляется постоянно, это обеспечивает полную синхронизацию обмена данными. При использовании трехмерных элементов для разработки моделей, в базовом функционале все ПО позволяют в автоматическом режиме просчитывать показатели ведомостей, количество элементов, их объем и т.д. При использовании автоматизированного способа проектирования с использованием 3D объектов точность определения стоимости строительства составляет +/-10%.



Рисунок 13. Цикл взаимодействия проектной команды с использованием единого информационного пространства

## ТИМ на этапе строительства

По опыту внедрения цифровизации различного уровня в различных компаниях всегда формируются одни и те же проблемы:

- возможны искажения в процессе передачи, которые ведут к созданию ложной картины проекта;
- разные отделы и компании могут использовать разные методы подсчетов для одного и того же показателя;
- разрозненность данных, сложность планирования и управления;
- отсутствие слаженности и единого ритма работы.



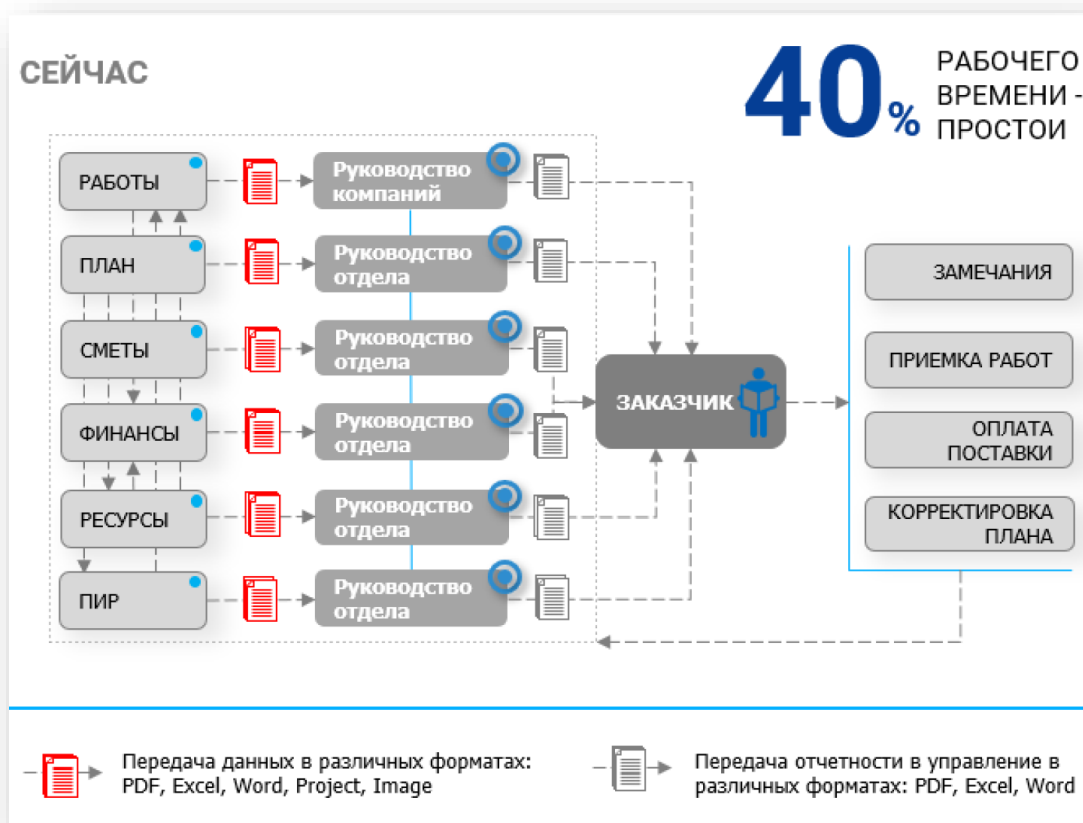


Рисунок 14. Схема обмена данными без ЕИП

Применение ТИМ в строительстве сокращает простой рабочего времени и увеличивает производительность строительства на 15% посредством:

- нивелирования влияния человеческого фактора;
- единых методов формирования ключевых показателей проекта;
- единой цифровой среды, автоматического обновления проектных показателей;
- нужных данных в нужное время, мгновенно;
- слаженности, единого ритма работы.



Рисунок 15. Схема обмена данными ЕИП

Согласно Российским НИР и международному опыту, использование ТИМ в строительстве приведет к сокращению фактических сроков реализации проектов на 20%.

## Нормативно-правовые акты Российской Федерации в области ТИМ

1. **Постановление Правительства РФ от 05.03.2021 № 331** «Об установлении случая, при котором 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».

**Устанавливает**, что формирование и ведение информационной модели объекта капитального строительства обеспечиваются застройщиком, техническим заказчиком, лицом, обеспечивающим или осуществляющим подготовку обоснования инвестиций, и (или) лицом, ответственным за эксплуатацию объекта капитального строительства, в случае если договор о подготовке проектной документации для строительства, реконструкции объекта капитального строительства, **финансируемых с привлечением средств бюджетов бюджетной системы Российской Федерации**, заключен после **1 января 2022 г.**, за исключением объектов капитального строительства, которые создаются в интересах обороны и безопасности государства.

2. **Постановление Правительства РФ от 15.09.2020 № 1431**<sup>2</sup> «Об утверждении Правил формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства, состава сведений, документов и материалов, включаемых в информационную модель объекта капитального строительства и представляемых в форме электронных документов, и требований к форматам указанных электронных документов, а также о внесении изменения в пункт 6 Положения о выполнении инженерных изысканий для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства».

**Документ устанавливает:** порядок формирования и ведения информационной модели, определяет сведения, документы, материалы в составе модели, представляемые в виде электронных документов на этапах инженерных изысканий, архитектурно-строительного проектирования, строительства,

---

<sup>2</sup> Постановление №1431 действовало до 1 марта 2023 г., в настоящее время ведётся разработка и утверждение проекта нового Постановления (см. Введение)

реконструкции, капитального ремонта, эксплуатации и (или) сноса объекта капитального строительства, требования к форматам таких документов.

#### **Правила формирования и ведения информационной модели:**

- Детализируют круг лиц, непосредственно формирующих и ведущих информационную модель (ИМ);
- Устанавливают принцип однократности представления данных;
- Не ограничивают конкуренцию и используемое программное обеспечение для формирования и ведения ИМ, а задают базовые требования, которым применяемое программное обеспечение должно соответствовать;
- Предусматривают включение ИМ в государственные информационные системы обеспечения градостроительной деятельности субъектов РФ.

#### **Состав сведений, документов и материалов, включаемых в информационную модель:**

- Сгруппирован по этапам: обоснование инвестиций, выполнение инженерных изысканий, осуществление архитектурно-строительного проектирования, строительство, реконструкция, капитальный ремонт, эксплуатация, снос объекта капитального строительства;
- Идентичный состав данных обеспечивает соблюдение принципа единства требований к порядку осуществления взаимодействия субъектов градостроительных отношений (п. 10.1 ст. 2 ГрК);
- Детализация состава и содержания данных (по аналогии с действующими требованиями к составу и содержанию результатов инженерных изысканий и проектной документации) осуществляется в ГОСТ и СП.

#### **Требования к форматам электронных документов:**

Предусмотрен универсальный формат для выгрузки и передачи данных во внешнюю среду – XML.

До утверждения и публикации схем используются форматы, применяемые для представления проектной документации в электронном виде (ODT, PDF/A, ODS), к трехмерной модели (LandXML, IFC).

Выбор программных и технических средств для формирования и ведения информационной модели при соблюдении ряда условий, определенных утвержденными правилами, остается за участниками строительного процесса.

### **3. Постановление Правительства РФ от 28.09.2020 № 1558<sup>3</sup> утверждает:**

Правила ведения государственных информационных систем обеспечения градостроительной деятельности, Правила предоставления сведений, документов, материалов, содержащихся в государственных информационных системах обеспечения градостроительной деятельности.

ГИСОГД РФ позволит обеспечить накопление сведений, документов, материалов о развитии территорий, об их застройке, о существующих и планируемых к размещению объектах и иных необходимых для осуществления градостроительной деятельности сведений, обмен и управление ими посредством интеграции государственных информационных систем и информационных систем заинтересованных юридических лиц.

### **Приказом Минстроя России от 6 августа 2020 г. № 433/пр утверждены:**

- технические требования к ведению реестров государственных информационных систем обеспечения градостроительной деятельности;
- методика присвоения регистрационных номеров сведениям, документам, материалам, размещаемым в государственных информационных системах обеспечения градостроительной деятельности;
- форматы предоставления сведений, документов, материалов, содержащихся в государственных информационных системах обеспечения градостроительной деятельности.

### **4. Постановление Правительства РФ от 13.03.2020 № 279 утверждает:**

- правила ведения государственных информационных систем обеспечения градостроительной деятельности (ГИСОГД);
- правила предоставления сведений, документов, материалов, содержащихся в ГИСОГД;

---

<sup>3</sup> Постановление Правительства №1558 вступило в силу 1 декабря 2022 г.

- перечень сведений, материалов, документов, доступ к которым осуществляется без взимания платы с использованием официальных сайтов в Интернете.

Признано утратившим силу постановление правительства РФ от 9 июня 2006 г. № 363 «Об информационном обеспечении градостроительной деятельности», которое регламентировало порядок ведения информационных систем обеспечения градостроительной деятельности (ИСОГД).

Постановлением были расширены требования к технологиям, программным, лингвистическим, правовым, организационным и техническим средствам обеспечения ведения информационной системы.

### **Список литературы**

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 15.09.2020 № 1431 (ред. от 27.05.2022) “Об утверждении Правил формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства, состава сведений, документов и материалов, включаемых в информационную модель объекта капитального строительства и представляемых в форме электронных документов, и требований к форматам указанных электронных документов, а также о внесении изменения в пункт 6 Положения о выполнении инженерных изысканий для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства”.
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 12.09.2020 №1416 “Об утверждении Правила формирования и ведения классификатора строительной информации”.
4. Постановление Правительства Российской Федерации от 28.09.2020 №1558 “О государственной информационной системе обеспечения градостроительной деятельности”.
5. Постановление Правительства Российской Федерации от 05.03.2021 №331 “Об установлении случая, при котором 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”.

6. Постановление Правительства Российской Федерации от 25.12.2021 №2490 «Об утверждении исчерпывающего перечня документов, сведений, материалов, согласований, предусмотренных нормативными правовыми актами Российской Федерации и необходимых застройщику, техническому заказчику для выполнения предусмотренных частями 3 - 7 статьи 5.2 Градостроительного кодекса Российской Федерации мероприятий при реализации проекта по строительству объекта капитального строительства, и признании утратившими силу некоторых актов и отдельных положений некоторых актов Правительства Российской Федерации».
7. Приказ Минстроя России №430/пр «Об утверждении структуры и состава классификатора строительной информации».
8. Приказ Минстроя России №854/пр «Об утверждении Методики определения стоимости работ по подготовке проектной документации, содержащей материалы в форме информационной модели».
9. СП 333.1325800.2020 Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла.



[Скачать НПА](#)



[Посмотреть вебинар](#)

# Глава 1. Деятельность государственного заказчика в области развития городской инфраструктуры

## 1.1. Управление развитием городской инфраструктуры. Роль инфраструктуры в современном развитии городов

*Автор: Ильина Ирина Николаевна,*

*Д.э.н., профессор директор Института региональных исследований и городского планирования НИУ ВШЭ*

*Ключевые слова: инфраструктурные проблемы, государственные расходы на инфраструктуру, инструменты инфраструктурного меню*

Темпы урбанизации в мире с каждым годом нарастают. В связи с этим быстро растет и потребность в городской инфраструктуре. Для обеспечения устойчивого развития общественной инфраструктуры разрабатываются генеральные планы городского округа, правила землепользования и застройки, документация по планировке территории; осуществляется выдача разрешений на строительство, разрешений на ввод объектов в эксплуатацию при осуществлении строительства, разрешений на реконструкцию объектов капитального строительства, расположенных на территории городского округа; утверждение местных нормативов градостроительного проектирования городского округа, ведение информационной системы обеспечения градостроительной деятельности, осуществляемой на территории городского округа, резервирование земель и изъятие земельных участков в границах городского округа для муниципальных нужд, осуществление муниципального земельного контроля в границах городского округа.

К вопросам местного значения городских округов относится свыше 45 полномочий по управлению городским хозяйством, более половины которых связаны с необходимостью поддержания и развития инфраструктуры.

**Городская инфраструктура** – комплекс взаимосвязанных обслуживающих структур и объектов, составляющих и обеспечивающих основу функционирования городов, которые оказывают влияние на уровень и качество жизнедеятельности человека. В 2021 г. Минэкономразвития подготовило список из 38 предложений,



которые должны войти в новую стратегию социально-экономического развития России до 2030 г. общей стоимостью 5,6 трлн руб. В списке на первом месте – инфраструктурный блок с названием «Агрессивное развитие инфраструктуры» (2,9 трлн руб.), что подчеркивает важность развития этого направления. В него входят такие пункты, как «инфраструктурное меню» (развитие регионов, инструменты, которые позволят направить средства на социально значимые проекты на возвратной основе), «генеральная уборка» (ликвидация затонувших судов и взрывоопасных скважин), «экономика замкнутого цикла» (инфраструктура обращения с отходами и экологическое просвещение), а также «новый ритм строительства» (сокращение сроков от идеи до выхода на стройплощадку на 30%). Это принципиально важно, так как в настоящее время инфраструктура большинства российских городов не соответствует современным требованиям качества и доступности. Например, по итогам 2020 г. только около 789,8 % российских домов имеют канализацию. Особую роль играет развитие **социальной инфраструктуры, представляющей собой** совокупность единиц национальной экономики, функционирование которых связано с обеспечением нормальной жизнедеятельности населения и человека. Ее роль постоянно повышается, а основная задача заключается в обеспечении жизнедеятельности населения на все более высоком качественном уровне. Влияние социальной инфраструктуры на национальную экономику заключается в том, что она позволяет обеспечить качественное воспроизводство трудовых ресурсов. Социальная инфраструктура выполняет следующие функции в национальной экономике: обеспечение нормальных условий жизнедеятельности работающих; обеспечение необходимой для производственного процесса производительности труда; увеличение трудоспособного возраста; формирование подрастающего поколения. Смещение направлений экономического роста национальной экономики в сторону повышения качества жизни населения приводит к увеличению объемов инвестиций в эту сферу.

Инфраструктура определяет многие характеристики территории: специфику облика, степень дифференциации и интегрированности, емкость, контактность и барьерность, степень зрелости, плотность хозяйственного освоения, социальные параметры.

В Градостроительном кодексе РФ закреплены принципы развития коммунальной, транспортной и социальной инфраструктуры.

Дефицит инфраструктуры – разница между требуемыми (для поддержания планируемых темпов роста экономики) и осуществляемыми инвестициями в инфраструктуру – оценивается в 0,8 трлн. USD или 3,8% мирового ВВП ежегодно до 2030 г.

Девелопмент и надлежащее функционирование объектов инфраструктуры должно обеспечиваться на национальном и/или наднациональном уровне, поскольку использование только рыночных механизмов не в состоянии создать условия для организации и производства инфраструктурных благ, а также достижения заданного уровня их социально-экономической эффективности.

**Идентификация проблем городов**, их причин, разработка предложений по их решению с учетом лучших российских и зарубежных практик должны будут содействовать повышению качества управления, созданию необходимой институциональной среды, способствовать реализации инфраструктурных проектов, а также более эффективному использованию бюджетных и внебюджетных инвестиций, улучшению инвестиционного климата. В РФ в 2019 г. расходы на инфраструктуру составили около 2 трлн руб. (в текущих ценах повышение на 200 млрд руб.), доля в ВВП примерно 1,8 % (рост на 0,1 %). Для ускоренного развития дополнительная потребность в инвестициях в инфраструктуру составляет 7,2 трлн руб.

Рассматривая механизмы финансирования общественной инфраструктуры, нужно четко разделить основные процессы ее функционирования на три группы:

- процесс строительства инфраструктуры и оптимизации имеющихся сетей;
- процесс функционирования, то есть, оказание инфраструктурных услуг, поддержание в рабочем состоянии всех систем, текущий ремонт и др.;
- процесс модернизации, включающий в себя капитальный ремонт, реконструкцию, расширение спектра и объема услуг.

Анализ зарубежного опыта развития общественной инфраструктуры позволил выявить наиболее распространенные механизмы финансирования, среди которых стоит отметить:

- выстраивание четких и понятных форм взаимодействия власти и бизнеса при развитии общественной инфраструктуры методами бюджетной,

налоговой и имущественной политики, среди которых стоит выделить: развитие ГЧП и МЧП

- софинансирование инвестиционных проектов по сферам, которые предполагают меру эффективности проектов ниже уровня, привлекательного для частных инвестиций;
- софинансирование процентных ставок по кредитам (главным образом долгосрочных инвестиционных кредитов);
- предоставление бюджетных гарантий по инвестиционным банковским кредитам, бюджетная поддержка (субсидии) МСП.
- передача ответственности бизнес-структурам за своевременный ввод и качество возводимых объектов в рамках заранее определенной сметы частным инвесторам (строительство «под ключ»);
- отказ от использования бюджетных средств для финансирования результатов капитальных вложений путем передачи инвестору прав на коммерческое использование объекта до момента окупаемости (механизмы партнерства концессионного типа);
- преимущественное формирование внебюджетных механизмов обеспечения обязательств государственного заказчика перед частными инвесторами в рамках договора о партнерстве;
- налоговое стимулирование реализации совместных программ инфраструктурной направленности, дополнительных расходов бизнеса экологических и социальных проектов;
- активное участие частного бизнеса в традиционных сферах публичных услуг с фиксируемыми тарифами (например, в сфере ЖКХ);
- разработка механизма передачи объектов образовательной или медицинской инфраструктуры компаниям и предприятиям в собственность на праве безвозмездного целевого пользования;
- решение проблем в сфере имущественных отношений, связанных с оформлением договоров аренды, лизинга, концессии.

Одной из важнейших антикризисных мер поддержки развития отрасли является **«Инфраструктурное меню»**. За период 2022-2025 гг. на реализацию проекта планируется выделить более 2 трлн руб. В меню входят такие механизмы, как инфраструктурные бюджетные кредиты, инфраструктурные облигации,

реструктуризация бюджетных кредитов, предоставление средств Фонда национального благосостояния Фонду ЖКХ, инфраструктурные кредиты ВЭБ РФ на городскую инфраструктуру, субсидирование процентной ставки на долгосрочное исполнение контрактов. Одним из главных финансовых инструментов федерального проекта являются инфраструктурные бюджетные кредиты. Новое инфраструктурное меню – это корреляция всех управленческих, финансовых и экономических стимулов с целью формирования у субъектов возможности создания и комплексной реализации проектов по территориальному развитию.

В рамках инфраструктурного меню требуется значительный пересмотр схемы управления, принятие большого количества нормативных правовых актов на уровне субъектов, однако эффект от его использования может быть колоссальным. Кроме того, в нем впервые заложена модель, при которой регионам предоставляются средства именно на возвратной основе, либо из федерального бюджета компенсируется часть затрат с привлечением внебюджетных источников в виде капитального гранта. В настоящий момент средства на реализацию проектов в размере 1 трлн рублей распределены, 36 субъектов РФ уже получили финансирование в объёме 41,08 млрд рублей и начали его освоение – так, ведётся строительство транспортных развязок и реконструкция улиц в Татарстане, Пермском крае, в Калужской области.

Все чаще инфраструктурные проекты реализуются с применением передовых технологий, включая искусственный интеллект, обработку больших данных и интернет вещей. Ожидается, что к 2030 году вклад в мировой ВВП технологий искусственного интеллекта превысит \$15 трлн. Федеральным законом от 27 июня 2019 г. № 151-ФЗ в Градостроительный кодекс Российской Федерации была введена специальная статья 57.5 «Информационная модель объекта капитального строительства». Согласно этой статье в случаях, установленных Правительством РФ, именно застройщик, технический заказчик обеспечивают формирование и ведение информационной модели. Правительством могут быть установлены обязательные требования участия лиц, обеспечивающие или осуществляющие подготовку обоснования инвестиций, и (или) лицо, ответственное за эксплуатацию объекта капитального строительства. В настоящее время принят нормативный правовой акт, определяющий: правила формирования и ведения информационной модели; цифровые компетенции ключевых участников; состав сведений, документов и материалов, включаемых в информационную модель и представляемых в форме

электронных документов; требования к форматам указанных электронных документов (постановление Правительства Российской Федерации от 15 сентября 2020 г. № 1431). Одной из главных задач Минстроя России является создание единой платформы цифрового строительства к 2024 г. Как видно из диаграммы, представленной на рис. 1, строительная отрасль не находится в лидерах цифровизации. Однако и в этом направлении усматриваются значительные перспективы. В Минстрое России ожидают, что использование технологий информационного моделирования в строительной отрасли способно обеспечить эффективное развитие отрасли, в первую очередь, инфраструктуры.



Рисунок 1. Отраслевой рейтинг цифровизации в вихревом формате

В условиях недостаточного объема бюджетного финансирования, значительной накопленной задолженности субъектов РФ и необходимости экономического прорыва Правительством РФ разработан комплекс мер, направленных на опережающее развитие инфраструктуры субъектов РФ. Эти меры позволят регионам выполнять задачи, направленные на достижение национальных целей развития и создание комфортной среды проживания, инфраструктуры для человека.

## Список литературы

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации: Федеральный закон от 29 декабря 2004 года № 190-ФЗ: в редакции Федерального закона от 22 октября 2014 года. Режим доступа: <http://www.consultant.ru/popular/gskrf>
2. Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации: Федеральный закон от 6 октября 2003 года № 131-ФЗ - Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_16981](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_16981)

3. Развитие отдельных высокотехнологичных направлений. Белая книга. Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2022. – стр.
4. Правительство Московской области. Постановление от 09.03.2022 г. №205/9 «О внесении изменений в государственную программу Московской области «Развитие инженерной инфраструктуры и энергоэффективности на 2018-2026 годы <https://mgkh.mosreg.ru/download/document/12089972>
5. ПАСПОРТ федерального проекта «Инфраструктурное меню»: <https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/139872/>
6. ВЭБ.РФ. Городская экономика. URL: [https://вэб.рф/biznesu/ finansirovaniye-proyektov/gorodskaja-ekonomika/](https://вэб.рф/biznesu/finansirovaniye-proyektov/gorodskaja-ekonomika/)
7. Медведева Н. В., Маслюк Н. А. Новые инструменты привлечения инфраструктурных инвестиций в экономику региона // Власть и управление на Востоке России. 2022. № 3 (100). С. 87–100. <https://doi.org/10.22394/1818-4049-2022-100-3-87-100>



[Вопросы-ответы](#)



[Скачать НПА](#)



[Посмотреть вебинар](#)



[Тестирование](#)

## 1.2. Организация единого информационного пространства для участников градостроительной деятельности

*Автор: Бачурина Светлана Самуиловна*

*Ответственный секретарь Экспертного совета по строительству, промышленности строительных материалов и проблемам долевого строительства при Комитете Государственной Думы по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству, д.э.н.*

*Ключевые слова: деятельность застройщика-заказчика, информационное моделирование, ТИМ, цифровая среда, СОД*

### Введение

Главный тезис повестки дня сегодня как для государственного, так и для частного секторов экономики – **«эффективное управление и эффективные инвестиции в основной капитал»**. Это обязательное условие для обновления и модернизации производств, восстановления и развития предприятий, рынка товаров и услуг, роста производительности труда **на основе внедрения и использования современных технологий, оборудования, материалов в традиционных и новых перспективных отраслях народного хозяйства**.

Чтобы обеспечить требуемые темпы строительства во всех отраслях, эффективное выполнение строительных программ и проектов, достижение установленных показателей в сфере жилищного строительства в целях улучшения условий проживания населения, комплексного развития территорий городских и сельских поселений с учетом требований по сохранению их природно-рекреационного и исторического назначения, промышленного и инфраструктурного строительства необходимо внедрение инновационных механизмов и применение соответствующего программного инструментария в сферу организационно-правового, нормативного и информационного обеспечения градостроительной деятельности, создание информационно-коммуникационных платформ управления инвестиционными строительными проектами по единым правилам и современным стандартам цифровой трансформации базовых процессов на всех этапах жизненного цикла объекта капитального строительства.

Именно понятие **ВИМ/ТИМ** в применении к жизненному циклу объекта капитального строительства, как **инновационная технология перехода к**

**цифровому проектированию и цифровому строительству, объединило в единую информационную экосистему всех участников градостроительной деятельности.**

Сегодня мы должны через традиционное понятие информационного моделирования, накопленный опыт автоматизации и роботизации рабочих процессов обеспечить внедрение информационных технологий и цифровых сервисов в сферу градостроительной деятельности.

### **Общие требования к информационному моделированию и представлению результатов в цифровом формате**

В настоящее время в целях совершенствования системы государственного регулирования строительной сферы отрабатывается эффективная модель управления базовыми процессами создания объекта капитального строительства («вход-выход») в цифровой среде обмена данными на примере государственного заказчика-застройщика (SPV-компания) с ответственностью за обоснование инвестиционного строительного проекта, подготовку проекта строительства и освоение капитальных вложений с конечным результатом соответствия требованиям утвержденного проекта.

Именно **инициатор, заказчик инвестиционного строительного проекта (ИСП)** должен владеть принципами проектного менеджмента и обеспечивать оценку целесообразности и реализуемости проекта на самой начальной стадии его инициации и иметь надежных партнеров по всему жизненному циклу проекта в роли генеральных и субподрядных исполнителей, поставщиков услуг, отдельных видов работ и ресурсов, включая тесное взаимодействие с банковским сектором и даже с будущей эксплуатирующей организацией, что особенно важно во время сдачи объекта и гарантийного срока его сопровождения.

Формируемая целевая организационно-технологическая бизнес-модель производственного процесса создания эффективной недвижимости на основе качественно спланированного застройщиком инвестиционного строительного проекта, содержащая последовательность процедур и операций, управляемых и реализуемых с помощью специальных программных средств и расчетных сервисов в среде общих данных в соответствии с установленными стандартами, должна обеспечивать конечный результат, соответствующий целям проекта, а также гарантировать безопасность, качество и сроки ввода капитального объекта в эксплуатацию.

Более того, возможность моделировать и оценивать варианты организационно-технологических решений на уровне циклов работ и комплексных процессов при разработке проекта организации строительства (ПОС), включая схемы механизации,



внутриплощадочной логистики, формирование укрупненного сетевого графика, все это повышает эффективность процессов экспертного сопровождения и подготовки к выпуску разделов проектной, рабочей документации на этапы строительства, позволяет оптимизировать транзакционные издержки при организации технологии «сквозного процесса» информационного моделирования для успешной реализации проекта.

Предлагается для этих целей использовать EPC и EPCM – стандарты контрактных отношений и теоретические основы эффективного инжиниринга сферы управления строительным проектом.

**EPC – Engineering, Procurement & Construction**

(проектирование, поставки и строительство);

**EPCM – Engineering, Procurement & Construction Management**

(проектирование, поставки и управление строительством).

На рисунке 1 представлена Сетевая модель сквозного непрерывного инвестиционного цикла создания объекта капитального строительства "под ключ". В основу модели положен инновационный подход формирования нового инвестиционного цикла из трех фаз, пяти стадий и связанных между собой благодаря определению информационной модели (ИМ) функциональных блоков, объединив их в единой информационной системе управления проектом для перехода на цифровые технологии [1].

Главные принципы систематизации при бизнес-моделировании процесса управления инвестиционным строительным проектом (согласно международным методикам PMI, IPMA, PRINCE2, MSF, P2M) следующие:

— Основа модели – это последовательность стадий «Е», «Р» и «С», все другие стадии подлежат включению в единую модель управления данными в зависимости от выбранной заказчиком стратегии и особенностей формируемого проекта.

— Функционал «М» распространяется на весь проект от зарождения инвестиционной идеи до сдачи готового объекта в эксплуатацию и осуществляется на основе принятых заказчиком единых правил управления проектом. Выполняется либо самим заказчиком-застройщиком, либо обеспечивается в рамках EPC- или EPCM-контракта.

— Общая универсальная систематика – это стадия – этапы – работы, организованные на следующих принципах:

— если у стадии, этапа или работы есть определение в нормативной правовой базе, то надо пользоваться теми правилами, которые предлагает закон (нормативная база);

— если стадия, этап или работа законодательно или нормативно не закреплены, то **пользоваться правилом**: если без результатов работы X не может быть начата работа Y, то X предшествует Y;

— привязывать этапы, работы к **финальному документу, событию** для описания результата и цифрового его представления.

**Иновационная модель организации процесса проектирования и строительства "под ключ" генеральным подрядным исполнителем**

Фазы нового инвестиционного цикла	Функциональные блоки	Фазы инвестиционного проекта		
		Преинвестиционная	Инвестиционная	Эксплуатационная
«Планирование»	<ul style="list-style-type: none"> <li>Сбор исходных данных, эскизное проектирование, архитектурная концепция</li> <li>Формирование и утверждение комплексной концепции (бизнес-модели) проекта</li> <li>Принятие решения о возможности размещения объекта</li> <li>Утверждение Задания на проектирование (может включать изыскания), бизнес-плана проекта и состава исполнителей</li> </ul>	«I2FS»		
«Строительство»	<ul style="list-style-type: none"> <li>Решение организационно-финансовых вопросов</li> <li>Разработка и экспертиза проектно-сметной документации</li> <li>Строительство</li> <li>Завершение строительных работ на объекте</li> </ul>		«E» «P» «C»	
«Ввод в эксплуатацию»	<ul style="list-style-type: none"> <li>Разрешение на ввод объекта в эксплуатацию</li> <li>Регистрация и передача прав на законченный строительством объект (части объекта)</li> <li>Постинвестиционное и гарантийное сопровождение</li> </ul>		«T2C»	

Рисунок 1. Пример модели инвестиционного цикла создания объекта капитального строительства «под ключ»

Краткое описание основных стадий проекта:

**1. Обязательная комбинированная стадия «I2FS»** определяет успех всего проекта, состоит из двух частей (этапов), содержит функциональные блоки фазы инвестиционного цикла "Планирование".

**Стадия «I»** (Initiation – инициация проекта).

На этой стадии (этапе) инвестор, инициатор проекта (заказчик) должен:

- понять, чего же он хочет от проекта;
- сформулировать задачу проекта и его границы;
- провести исследование с целью определения возможности продвижения в выполнении рассматриваемого проекта (рынок, конкуренция, доступные технологии, трудовые и финансовые ресурсы).
- принять решение о возможных источниках финансирования проекта или, по крайней мере, последующей стадии – «FS».

**Стадия «FS»** (Feasibility Study – предпроектная проработка) – выполняется по решению инициатора проекта и может начинаться одновременно со стадией «I», заканчивается разработкой основных документов:

- отчет об инженерных изысканиях;
- ТЭО.

Подготовка исходных данных и всех требований (ограничений) для проектирования требует определенных инвестиционных вложений. Поэтому крупные работы стадии «FS» начинаются только после завершения стадии «I» принятием решения о финансировании.

Практикой доказано, что в случае, когда заказчик (инвестор) сам выполняет стадии «I» и «FS», не привлекая специализированные организации, вероятность ошибки и ее влияние на последующие стадии велики.

Заканчивается стадия «I2FS» началом проектирования (стадия «E») фазы инвестиционного цикла "Строительство".

**2. Стадия «E»** (Engineering – выполнение ПИР и разработка ПСД) фазы инвестиционного цикла "Строительство" содержит этапы:

- разработка ПСД (утверждаемая часть проекта «Часть П»);
- экспертиза ПСД;
- разработка РД (рабочая часть проекта «Часть Р»);

К этой стадии могут быть отнесены дополнительные изыскания, разработка технологий и другие виды работ. Например, стадия может включать конструкторские работы, если требуется разработка уникального несерийного оборудования, специальных технических условий для применяемых нестандартных технологий и инженерных решений.

Выполняется специализированной проектной организацией, имеющей соответствующее свидетельство СРО, или обеспечивается генеральным подрядчиком в рамках ЕРС- или ЕРСМ-контракта.

**3. Стадия «P»** (Procurement – поставки) фазы инвестиционного цикла "Строительство" может начинаться уже во время выполнения «Части П» стадии «E», когда появляются первые **заказные спецификации на оборудование**. Завершение стадии «P» возможно в момент подготовки к сдаче готового объекта.

Стадия **включает три обязательных этапа:**

- **комплектация** оборудования техническими специалистами (формализация требований к закупаемым товарам по техническим параметрам на принципах «необходимо и достаточно»);
- **закупка** оборудования и материалов силами коммерческих структур с минимизацией цены, сроков поставок и рисков;
- **логистика**, т.е. физическая доставка купленного оборудования и материалов.

**4. Стадия «C»** (Construction – выполнение строительно-монтажных работ) фазы инвестиционного цикла "Строительство" не может начаться без получения положительного заключения экспертизы на «Часть П». Заканчивается одновременно с вводом объекта в эксплуатацию.

Выполняется специализированной строительно-монтажной организацией, имеющей соответствующее свидетельство СРО, или обеспечивается генеральным подрядчиком в рамках ЕРС- или ЕРСМ-контракта.

**5. Стадия «Т2С»** (Testing, Training & Commissioning – пусконаладка, обучение персонала и ввод в эксплуатацию) фазы инвестиционного цикла "Ввод в эксплуатацию" означает завершение проекта создания объекта капитального строительства как объекта недвижимости, зарегистрированного объекта налогообложения, переданного в эксплуатацию и используемому по своему функциональному назначению.

Этапы стадии «Т2С»:

- пусконаладка может начаться во время строительства (стадия «С»);
- обучение персонала проходит одновременно с пусконаладкой;
- ввод объекта в эксплуатацию - полностью стандартизованный процесс, описанный нормативных документах.

Выполняются:

- пусконаладка – специализированными подрядчиками или ЕРС(М)-подрядчиками;
- сдача готового объекта в эксплуатацию: генеральным подрядчиком, техническим заказчиком или их ЕРС(М)-контактером.

Заложенная логика в модели рассчитана на построение **сетевой архитектуры процесса управления проектом** при условии, что функционал "М" распространяется на весь проект от принятия инвестиционной идеи до сдачи объекта в эксплуатацию и осуществляется по единым правилам управления проектом для всех его участников и партнеров.

По мере реализации инвестиционного строительного проекта заказчик-застройщик обеспечивает самостоятельно или в условиях контрактных отношений согласно установленным правилам формирование и ведение информационной модели объекта капитального строительства.

Поэтому для заказчика-застройщика информационное моделирование объектов строительства – это встроенный в производственный цикл процесс формирования и использования информации по строящимся, а также по завершенным объектам строительства в целях координации входных данных, организации совместного производства и хранения данных, а также их использования для различных целей на всех стадиях жизненного цикла объекта капитального строительства.

**Требования заказчика к информационным моделям** – это те требования заказчика (государственного заказчика, застройщика, технического заказчика или юридического лица, осуществляющего функции технического заказчика), которые определяют:

- состав информации, предоставляемой заказчику в процессе реализации инвестиционного строительного проекта (ИСП) с применением информационного моделирования,
- задачи применения информационного моделирования,
- требования к применяемым информационным стандартам и регламентам.

Таким образом, исходя из определений и сложившихся понятий сферы традиционного информационного моделирования, сформированной нормативной правовой базы в настоящее время, решение задач информационного моделирования на конкретной стадии жизненного цикла объекта – это суть, содержательное описание (алгоритмизация, программирование, автоматизация) процессов технологии информационного моделирования, обеспечивающей выполнение определенного вида работ функционального блока соответствующей стадии проекта с формированием цифровой информационной модели представления результатов.

Напомним ключевые определения из Градостроительного кодекса Российской Федерации [1]:

**информационная модель объекта капитального строительства** – совокупность взаимосвязанных сведений, документов и материалов об объекте капитального строительства, формируемых в электронном виде на этапах выполнения инженерных изысканий, осуществления архитектурно-строительного проектирования, строительства, реконструкции, капитального ремонта, эксплуатации и (или) сноса объекта капитального строительства;

**формирование информационной модели объекта капитального строительства** – сбор, обработка, систематизация, учет, включение в информационную модель и хранение в электронной форме взаимосвязанных сведений, документов и материалов об объекте капитального строительства согласно утвержденных состава этих сведений, документов и материалов, а также требований к форматам их представления в форме электронных документов на этапах выполнения инженерных изысканий, осуществления архитектурно-строительного проектирования, строительства, реконструкции, капитального ремонта, эксплуатации и (или) сноса объекта капитального строительства;

**ведение информационной модели объекта капитального строительства** – актуализация сведений, документов, материалов, включенных в информационную модель, путем изменения сведений, документов, материалов и (или) их перевод в режим архивного хранения.

Принимать участие или осуществлять деятельность по формированию информационной модели объекта капитального строительства и ведению информационной модели может также индивидуальный предприниматель или юридическое лицо, выполняющее работы по заключенному с застройщиком, техническим заказчиком, лицом, ответственным за эксплуатацию объекта

капитального строительства, договору о выполнении инженерных изысканий, договору о подготовке проектной документации, внесении изменений в такую документацию, договору о строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объекта капитального строительства, сносе объекта капитального строительства, иному договору, предусматривающему формирование информационной модели объекта капитального строительства и ведение информационной модели объекта капитального строительства в соответствии с установленными требованиями и заключенными договорами.

Сведения, документы, материалы включаются в информационную модель объекта капитального строительства посредством электронного взаимодействия между участниками инвестиционного строительного проекта в соответствии с выполняемыми функциями и задачами в процессе планирования и реализации инвестиционного строительного проекта.

Сведения о фактически выполненных работах включаются в информационную модель объекта капитального строительства (ИМ) после их завершения в соответствии с установленными стандартами цифрового представления материалов конечных результатов на этапах:

- инженерных изысканий,
- архитектурно-строительного проектирования,
- строительства, реконструкции, капитального ремонта,
- эксплуатации объекта капитального строительства.

Как указывалось выше, состав сведений, документов, материалов и допустимые форматы их представления в форме электронных документов в ИМ для каждого этапа определены и при этом необходимо обеспечить требование связанности данных в информационных моделях соответствующих этапов выполненных работ [1].

Именно поэтому переход на цифровые сервисные платформы для управления данными в целях повышения эффективности управления инвестиционными строительными проектами ставит задачу сквозной идентификации строительных проектов и формируемых в процессе их выполнения информационных моделей по всему инвестиционному циклу с соответствующим уровнем проработки, детализации согласно утвержденных стандартов информационного описания результатов выполненных работ и представления их в цифровом формате.

## **Стандарты на цифровое представление данных в информационной модели объекта капитального строительства. Стандарты на процессы или правила организации работ.**

Основополагающие принципы стандартов в информационном моделировании зданий и сооружений, которые могут сегодня использоваться для разработки требований в соглашениях о взаимодействии, для включения заказчиком соответствующих обязательных требований в конкурсную документацию в целях достижения желаемого результата выполняемых работ, предусматривают прежде всего способы представления, передачи и/или хранения информации об объекте в машиночитаемых (цифровых, понимаемых) форматах представления данных, в том числе:

- формат файлов или структура базы данных;
- метаданные для указания на первоисточник данных;
- схема данных;
- информационный носитель или хранилище данных.

Используем следующие общепринятые определения (СП 333.1325800.2020):

**компонент – это цифровое представление** физических и функциональных характеристик отдельного элемента объекта строительства, предназначенное для многократного использования;

**цифровая информационная модель (ЦИМ)** - объектно-ориентированная параметрическая трехмерная модель, представляющая в цифровом виде физические, функциональные и прочие характеристики объекта (или его отдельных частей) в виде совокупности информационно насыщенных элементов;

**инженерная цифровая модель местности (ИЦММ)** - форма представления инженерно-топографического плана в **цифровом объектно-пространственном виде** для автоматизированного решения инженерных задач и проектирования объектов строительства. Составными частями этой модели являются **цифровая модель рельефа** и **цифровая модель ситуации**;

**сводная цифровая модель** - цифровая информационная модель объекта, состоящая из **отдельных цифровых информационных моделей**, включая **инженерную цифровую модель местности** (например, по различным дисциплинам или частям объекта строительства). При этом модели между собой слабо связаны и внесение изменений в одну из моделей не приводит к изменению в других. Поэтому **основное назначение сводной модели** - выявление коллизий и поддержка процессов согласования технических решений, для чего используется специальное **ПО** и выполняются соответствующие процедуры в рамках функциональных задач ГИПа проекта;

**информационное моделирование объектов строительства** - процесс создания и использования информации по строящимся, а также завершенным объектам строительства **в целях координации входных данных, организации совместного производства и хранения данных**, а также их использования для различных целей на всех стадиях жизненного цикла объекта капитального строительства;

**требования заказчика к информационным моделям** - требования заказчика (государственного заказчика, застройщика, технического заказчика или юридического лица, осуществляющего функции технического заказчика), которые **определяют**

- **состав информации, предоставляемой заказчику** в процессе реализации инвестиционного строительного проекта (ИСП) с применением **информационного моделирования**,
- **задачи применения информационного моделирования**,
- **требования к применяемым информационным стандартам и регламентам.**

Таким образом, исходя из определений и сложившихся понятий сферы традиционного информационного моделирования, сформированной нормативной правовой базы в настоящее время, решение задач информационного моделирования на конкретной стадии жизненного цикла объекта – это суть, содержательное описание (алгоритмизация, программирование, автоматизация) процессов цифровой технологии, обеспечивающей выполнение определенного вида работ функционального блока соответствующей стадии проекта с формированием цифровой информационной модели представления результатов.

Стандартизация и алгоритмизация содержательных процедур по стадиям и этапам управления строительным проектом, работа с данными в цифровом формате, внедрение сервисных цифровых платформ для заказчика-застройщика, включая взаимодействие по установленным административным регламентам с регулятором в единой информационно-телекоммуникационной среде, должны быть организованы и выполнены в рамках соответствующего инновационного проекта цифровой трансформации его деятельности, обеспечив разработку и внедрение соответствующего уровня информационной системы (ИС) для эффективного инновационного менеджмента.

Концептуальная 3-уровневая структура отстраиваемой **отраслевой цифровой информационной экосистемы**, обеспечивающей формирование и использование **государственных информационных ресурсов (ГИС – уровень ответственности регулятора)**, взаимодействие основных участников проектов создания объектов капитального строительства и их информационных систем представлена на рисунке 2.



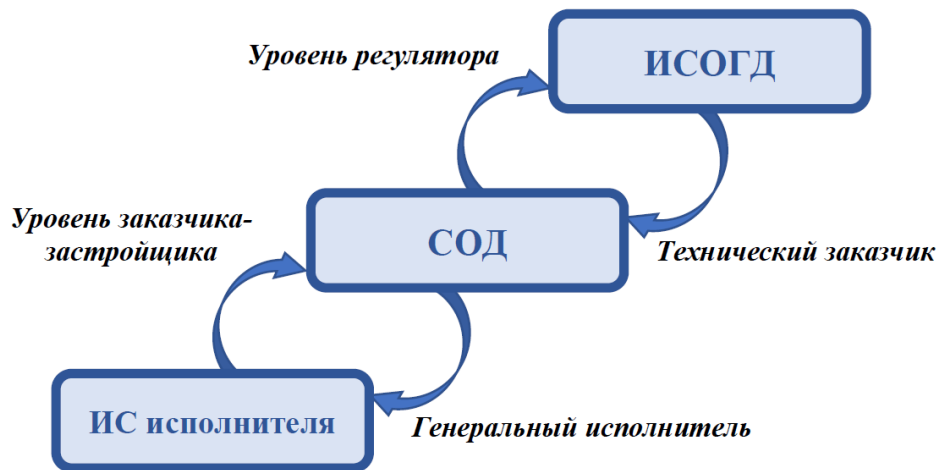


Рисунок 2. Концептуальная 3-уровневая структура отраслевой цифровой информационной экосистемы

Казалось бы, все просто – надо выстроить сквозной оптимально по ЕРС - стандарту организованный процесс «планирование – строительство – ввод в эксплуатацию» объекта капитального строительства. При этом обеспечить согласованность сфер регулирования Градостроительным кодексом, Земельным кодексом, Жилищным кодексом при условии обязательного исполнения норм смежного законодательства и гарантировать по результатам градостроительных бизнес-процессов безопасную комфортную среду жизнедеятельности, эффективность капитальных вложений.

Однако без построения эффективной модели процесса управления проектами в строительстве, определения блоков процедур принятия ответственных решений, по результатам выполнения которых определяется успех проекта на разных стадиях его реализации и в целом, поставленная задача так называемого «бережливого строительства», перехода на «цифровое проектирование и строительство» не может быть решена. И начинать надо с комплексной оценки целесообразности создания планируемого объекта строительства (реконструкции) в градостроительном аспекте и инвестиционных возможностей по его эффективной реализации.

Поэтому первым ответственным шагом для решения поставленной задачи перед началом проекта является определение **минимальных требований по информационной насыщенности элементов модели** для соответствующего этапа планируемой стадии проекта, как результата определенного бизнес-процесса и решаемой с использованием ТИМ функциональной задачи. Тем самым практически мы осуществляем подготовку плана информационного обеспечения процесса управления проектом и набор конкретных требований согласно специфике проекта для формирования его среды общих данных (СОД).

При этом определение минимально достаточного объема графической и, самое главное, атрибутивной информации безусловно является одной из главных задач планирования процесса информационного моделирования с учетом обязательности предоставления по установленным стандартам данных в ИСОГД (Рисунок 2).

Как следствие, это позволит в договорных отношениях заказчика с исполнителями обеспечить принятие более обоснованных и четко сформулированных требований к информационным моделям и форматам представления документированных данных по этапам жизненного цикла проекта.

Именно уровень проработки и наполнения данными компонентов цифровой информационной модели задает минимальный объем геометрических, пространственных, количественных, а также любых атрибутивных данных, необходимых для решения задач информационного моделирования на конкретной стадии жизненного цикла объекта.

Универсальных решений нет и не может быть, т.к. специфика проектов и поставленные цели могут варьироваться в очень широком диапазоне. По этой причине чаще всего используемая концепция на основе понятия «уровень проработки» (LOD) является одной из самых обсуждаемых и острых тем для дискуссий в мире BIM.

Для того, чтобы помочь заказчикам и проектным группам правильно назначить уровни детализации, различными организациями-консультантами и поставщиками прикладного ПО выпускаются руководства по BIM и каталоги LOD, доступ к информации по ним для ознакомления с существующими практиками можно найти в социальных сетях.

Так на практике понятие «уровень проработки» (LOD) стало определяющим стандартом набора требований, соответствующих необходимой детализации и полноте проработки компонентов цифровой информационной модели.

Обобщающий термин «Levels of model definition», включающий два понятия: «Level of Model Detail» (LOD) и «Level of Model Information» (LOI) впервые появился в документах Publicly Available Specifications 1192-2:2013 «Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling» и CIC BIM Protocol (типовая форма приложения к договору на BIM проект). Соответственно, «Level of Model Detail» описывает графический контент элемента модели, а «Level of Model Information» определяет неграфический (атрибутивный) уровень детализации элемента модели. И это определило базовое направление в развитии систем и программных продуктов для автоматизации основных рабочих процедур в организации работ по разработке проектной документации и осуществлении всего жизненного цикла создания и эксплуатации объекта капитального строительства.

Для решения основных проектных задач определено пять базовых уровней детализации элементов информационных моделей:

LOD 100, LOD 200, LOD 300, LOD 400, LOD 500.

Их общие характеристики представлены ниже.

**LOD 100** - концепт проекта, стадия эскизного проектирования в виде образа объекта и формирующих его символических элементов с приблизительными размерами и пространственной ориентацией.

**LOD 200** - представление объекта в виде сборки (структуры) характерных элементов заданной формы с приблизительными размерами, пространственным положением и определенными характеристиками (требованиями в виде неграфической информации, привязанной к объекту в целом или к конкретному элементу структуры).

**Информационные модели уровня LOD 100 и LOD 200** используются как основа для

- оценки объемов, площадей и ориентации будущего строительства путем применения обобщенных критериев эффективности;
- приблизительной оценки стоимости расчетных площадей и объемов как строительства, так и стоимости их эксплуатации, а также рыночной стоимости вовлечения их в хозяйственный оборот;
- планирования процесса реализации проекта и его информационного моделирования;
- подготовки задания на выполнение изыскательских работ и архитектурно-строительного проектирования;
- других целей, указанных в требованиях Заказчика.

**Информационная модель уровня LOD 300** используется для подготовки и выпуска проектной документации.

Каждый элемент в модели объекта **уровня LOD 300** представлен конечным элементом определенной формы или их сборкой с точными размерами, пространственным положением, ориентацией, связями и необходимой атрибутивной неграфической информацией (требованиями, обеспечивающими безопасность и заданные заказчиком характеристики объекта).

При этом модель **уровня LOD 300** может быть использована как для выпуска проектной документации в традиционных чертежах и сметах, так и может обеспечить подготовку электронной формы документов по заданным для экспертизы проекта стандартам.

В процессе подготовки проектной документации модель **уровня LOD 300** может быть использована для

- проведения различных инженерных расчетов;
- получения данных по оборудованию, изделиям и материалам, предварительного подсчета объемов работ и оценки их стоимости;
- анализа коллизий в целях координации проектных работ;

- планирования и управления проектными работами на основе процесса информационного моделирования;
- решения других задач, указанных в требованиях Заказчика.

**Информационная модель уровня LOD 400** используется в процессе подготовки рабочей документации и осуществления строительства на стадии выполнения строительно-монтажных работ на объекте (СМР).

Модель объекта **уровня LOD 400** представляет объект в виде сборки (структуры) элементов заданной формы с детальными размерами, пространственным положением, ориентацией, четкими связями, данными по изготовлению, их монтажу, а также другой атрибутивной неграфической информацией по результатам реализации проекта. Модель используется для:

- проведения различных инженерных расчетов и анализа коллизий;
- подготовки и выпуска традиционной рабочей документации в виде чертежей, предназначенных для производства строительных и монтажных работ;
- оперативного планирования и координации всех видов работ на строительной площадке;
- получения данных по оборудованию, изделиям и материалам, подсчета объемов работ и оценки их стоимости.
- планирования процесса подготовки и реализации этапов строительных работ с обеспечением строительного контроля и соответствующим документальным оформлением в электронной среде общих данных на основе информационного моделирования.
- решения других задач, указанных в требованиях Заказчика.

**Информационная модель уровня LOD 500** используется на стадии эксплуатации объекта, представляет собой цифровой двойник реального объекта, каждый элемент которого имеет конкретное описание в виде структурированных данных, обеспечивающих ведение мониторинга технического состояния объекта с соблюдением обязательных требований, выполнение всех функциональных задач на этапе эксплуатации объекта.

Следует обратить особое внимание на то, что именно в документе AIA E202-2008 впервые для каждого LOD были сформулированы основные направления использования моделей и правило, что установленный LOD должен содержать ту надежную информацию, на которую может положиться каждый участник проекта для выполнения своих проектных задач, соответствующих данному уровню детализации и этапу реализации проекта.

Дополним предложенную Инновационную модель организации процесса проектирования и строительства «под ключ» генеральным подрядным исполнителем (Рисунок 1) временной осью процесса и определим на ней ключевые события как «точки принятия решений» для перехода к следующему функциональному блоку

соответствующей фазы инвестиционного цикла (Рисунок 3). Обязательное условие такого перехода для обеспечения сквозного непрерывного инвестиционного цикла создания объекта капитального строительства – завершение формирования информационной модели по результатам выполненных работ данного функционального блока в составе утвержденной структуры данных с соответствующим ее наполнением.

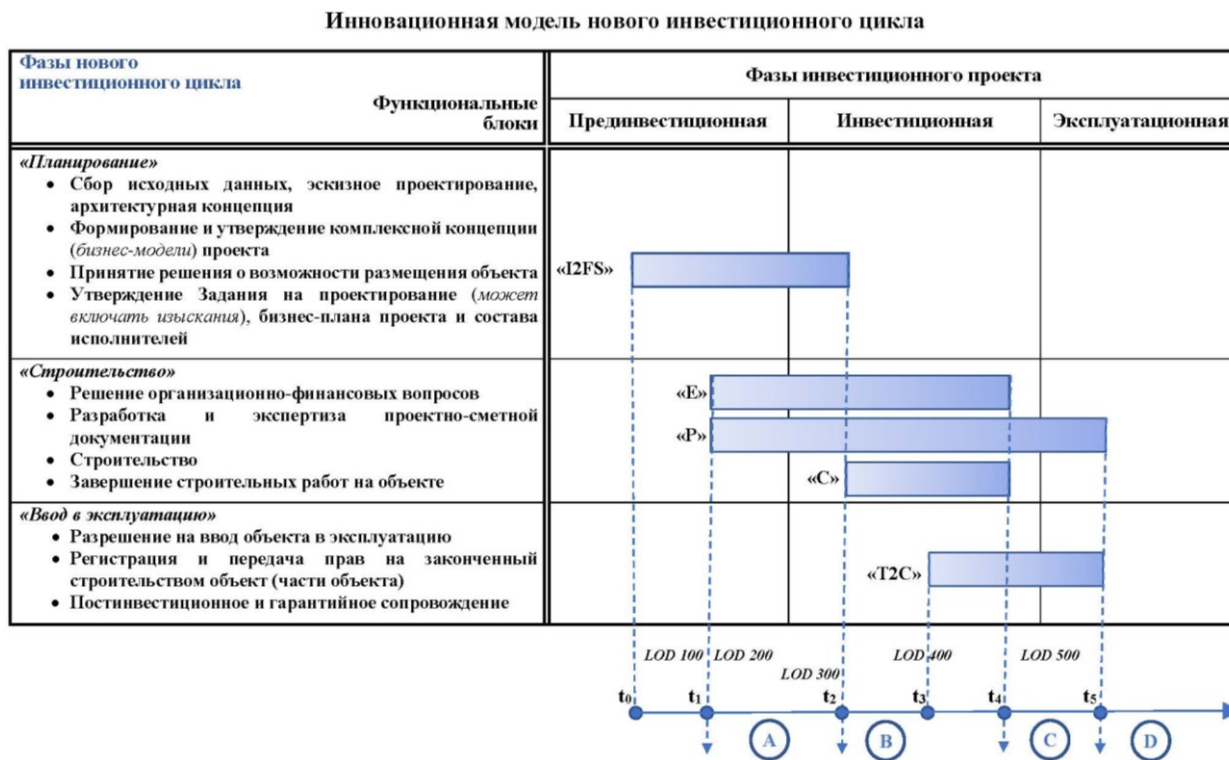


Рисунок 3. Модель сквозного непрерывного инвестиционного цикла создания объекта капитального строительства

Опишем отмеченные на временной оси "точки принятия решений" как ключевые события, обеспечивающие переход из одного состояния инвестиционного цикла проекта создания объекта капитального строительства в другое с оформлением и регистрацией в установленном порядке соответствующего правового документа на определенном этапе ведения информационной модели объекта. Это соответственно интервалы времени:

$[t_0, t_1]$  - начало предынвестиционной фазы, подготовка концепции и бизнес-модели (инвестиционного обоснования) проекта, подбор исполнителей, формирование команды проекта заказчика, принятие решения о реализации проекта;

$[t_1, t_2]$  - предынвестиционная фаза: старт работ, выполняемых техническим заказчиком, оформление договоров, в том числе на поставку материалов и комплектацию оборудованием, подготовка Задания на выполнение проектных и изыскательских работ, переход в инвестиционную фазу: выполнение изысканий, разработка и утверждение ПСД, начало рабочего проектирования;

[t<sub>2</sub>, t<sub>3</sub>] - инвестиционная фаза: оформление разрешительной документации, начало строительства, выполнение строительно-монтажных работ на объекте, включая этап подготовки площадки;

[t<sub>3</sub>, t<sub>4</sub>] - инвестиционную фаза: завершение проектных и строительных работ на объекте с оформлением итоговой экспертизы проекта и заключения о соответствии объекта проектной документации (ЗОС), начало подготовки объекта и соответствующих документов для ввода в эксплуатацию;

[t<sub>4</sub>, t<sub>5</sub>] - инвестиционную фаза: завершение испытаний оборудования и комплектации объекта всеми видами ресурсов, оформление результатов приемочных и договорных процедур, получение разрешения на ввод объекта в эксплуатацию, передача прав на завершенный строительством объект, начало эксплуатационной фазы.

Кроме того, на рис.3 мы условно обозначили **основные вехи формирования** информационной модели и указали для каждого этапа проекта требуемый уровень проработки и представления данных в информационной модели объекта (соответствующий LOD). При этом заказчик-застройщик отвечает за качество и достоверность тех сведений, документов и материалов, на основании которых поэтапно формируется информационная модель объекта в среде общих данных (СОД), осуществляются управление проектом с оформлением требуемых документов и утверждением сопровождающей процесс документации, выполняются проектирование и строительство объекта и которые должны накапливаться в ИСОГД субъекта в соответствии с установленным порядком. Согласно обозначенным вехам, предлагается вести в цифровой информационной модели следующие документированные данные:

**A** - Задание на проектирование (включая изыскания) с пакетом исходно-разрешительной документации, в том числе для согласования Архитектурно-градостроительного решения (при необходимости), модель уровня **LOD 200**;

**B** - Разрешение (уведомление о начале) строительства (**РС**) с комплектом утвержденной ПСД, модель уровня **LOD 300**;

**C** - Завершение строительства и подготовка объекта к вводу в эксплуатацию, получение заключения о соответствии (**ЗОС**), модель уровня **LOD 400**;

**D** - Ввод объекта в эксплуатацию (**РВ**), регистрация имущественных прав на созданный объект недвижимости (актив), эксплуатация, модель уровня **LOD 500**.

Необходимость работы с большими объемами графической и семантической информации увеличивает потребность в автоматизации рабочих процессов обработки информации, повышении точности и скорости ее обработки, применении соответствующих интеграционных мер и вычислительных методов, что позволяет повысить качество результатов на каждом из этапов жизненного цикла, ускорить процессы оценки различных технико-экономических показателей проекта для принятия управленческих решений.

Предприятие функционирует эффективно, если профессиональной командой анализируются основные бизнес-процессы, определяются цели и порядок применения информационного моделирования в соответствии с выбранной бизнес-моделью организации производства на предприятии и с учетом особенностей участия в реализуемом проекте ролевых исполнителей. Такой порядок и правила его выполнения формируются и утверждаются на высшем уровне в виде стандарта информационного моделирования (далее Стандарт организации, Стандарт).

Стандартом организации должны быть предусмотрены правила контроля результатов и управления базовыми процессами, которые осуществляются на основе анализа исходных данных и требований по проекту, планирования этапов выполнения проекта, внедрения необходимых алгоритмических процедур контроля и управления проектом. Интеграция этих процедур и взаимодействие между руководителем выполняемых работ и основными участниками в единой электронной среде по установленным в Стандарте правилам и ролевым функциям исполнителей обеспечивают координацию выполняемых работ по проекту.

Для каждого проекта формируется Проектная группа, распределяются роли и зоны ответственности за выполнение поставленных задач и установленных требований, утверждается План проекта.

Информационное моделирование процессов с использованием цифровых технологий, их интеграция и выполнение установленных требований через процедуры управления и контроля на основе сервисных цифровых платформ, которые предназначены для взаимодействия между участниками Проектной группы и руководителем проектных работ, организация работ над проектом по утвержденному Плану проекта должны стать гарантией сроков и качества выполняемых работ, снижения рисков превышения бюджета проекта.

## **Основы системной интеграции.**

### **Стандартизация процессов разработки и внедрения ТИМ.**

#### **Цифровой документооборот.**

Внедрение технологий информационного моделирования (ТИМ) и цифровых инструментов съема и обработки данных в современные бизнес-процессы создания объекта капитального строительства в целях повышения эффективности капитальных вложений привело к требованию доступа и совместного управления информацией на всех этапах жизненного цикла капитального объекта, включая не только инженерно-изыскательские и проектные данные, но и различные другие виды информации о происходящих процессах в ходе выполнения проекта.

Установлено законом [1], что для автоматизации рабочих процессов и формирования информационной модели объекта капитального строительства, ведения информационной модели могут использоваться разные программные и технические средства при соблюдении следующих условий:

а) данные при формировании и ведении информационной модели объекта капитального строительства готовятся в соответствующем цифровом формате с использованием Классификатора строительной информации (КСИ);

б) ведется учет операций по актуализации информационной модели с фиксацией оснований, времени и даты совершения этих операций, информации об учетных записях лиц, осуществивших такие операции [1].

При этом главенствующую роль здесь играет профессионализм и умение заказчика обеспечить планирование и организацию эффективной совместной работы участников инвестиционного строительного проекта.

Для этих целей в бизнес-плане инвестиционного строительного проекта (ИСП) должны содержаться соответствующие мероприятия, определяющие

- ✓ как будет формироваться и использоваться заказчиком-застройщиком информационная модель (ИМ) создаваемого объекта,
- ✓ каким образом будет организовано электронное взаимодействие и представление ответственными исполнителями проекта требуемых данных заказчику-застройщику в его информационную систему управления планируемым к реализации инвестиционным строительным проектом.

Возможно использование принятого в организации типового документа в форме корпоративного стандарта управления проектами.

Другими словами, такой документ, который служит для координации действий всех участников проекта, по сути являясь стандартом организации для управления проектами, необходим в целях обеспечения формирования соответствующей информационной технологии, среды общих данных с использованием специализированного программного обеспечения (ППС) и цифровых сервисов.



Так на основе принятого в организации стандарта, используя преимущества технологий информационного моделирования и цифровых решений, для каждого проекта определяется и принимается его бизнес-модель в составе:

- описание специфики проекта;
- стадии реализации проекта;
- роли и функции участников - генеральных исполнителей работ по проекту;
- цели и задачи применения информационного моделирования;
- требования к составу ИМ для каждой стадии проекта;
- требования к уровням проработки элементов цифровых моделей по стадиям;
- применяемые стандарты и регламенты по информационному моделированию;
- применяемое программное обеспечение (ППС);
- структура СОД.

Для перехода на сервисные цифровые платформы важно подчеркнуть статус этого документа и его значение для выбора архитектуры цифровой платформы, обеспечивающей качественное информационное наполнение данными СОД заказчика-застройщика в процессе формирования ИМ проекта по результатам выполненных работ каждым исполнителем согласно его роли и функциональной зоне ответственного участия в инвестиционном проекте в соответствии с принятой и реализуемой его бизнес-моделью, позволяющей оперативно реагировать на все отклонения и возникающие риски.

В условиях цифровой трансформации отличительной особенностью участника ИСП – генерального исполнителя по договору «под ключ» может являться в составе выполняемых работ и услуг по договору обязательство обеспечивать формирование ИМ и нести ответственность по соответствующим функциональным блокам за целостность, согласованность и непротиворечивость связанных данных в формируемой информационной модели (ИМ) объекта капитального строительства, быть оператором СОД для заказчика-застройщика.

Другими словами, на генерального исполнителя ИСП могут быть возложены так называемые инжиниринговые функции управления проектом по всему жизненному циклу инвестиционного строительного проекта с представлением в ГИСОГД необходимой информации согласно

- нормативно установленного порядка формирования и ведения информационных моделей,
- утвержденных требований по структуре и форматам представления данных, содержащихся в передаваемых сведениях, документах и материалах.

Напомним базовые определения из Федерального закона от 29 июня 2015 года № 162-ФЗ "О стандартизации в Российской Федерации" в редакции 523-ФЗ от 30 декабря 2020 года, которая вступает в силу с 29 июня 2021 года [2]:

**объект стандартизации** – продукция (работы, услуги) (далее - продукция), процессы, системы менеджмента, терминология, условные обозначения, исследования (испытания) и измерения (включая отбор образцов) и методы испытаний, маркировка, процедуры оценки соответствия и иные объекты;

**свод правил** – документ по стандартизации, утвержденный федеральным органом исполнительной власти или Государственной корпорацией по атомной энергии "Росатом" и содержащий правила и общие принципы в отношении процессов в целях обеспечения соблюдения требований технических регламентов;

**стандарт организации** – документ по стандартизации, утвержденный юридическим лицом, в том числе государственной корпорацией, саморегулируемой организацией, а также индивидуальным предпринимателем для совершенствования производства и обеспечения качества продукции, выполнения работ, оказания услуг.

Для нормативного закрепления цифровых технологий в национальной системе стандартизации необходимо учитывать их неразрывную связь с прикладными задачами и процессами в определенной области, решаемыми путем внедрения технологий информационного моделирования и соответствующих пакетов программных средств.

В нашем случае это сфера градостроительной деятельности, создание информационных систем управления инвестиционными строительными проектами, формирования и согласованного ведения государственных информационных ресурсов, цифровых платформ управления и обмена данными в цифровых форматах, обеспечивающих взаимодействие участников инвестиционных строительных проектов, определенную административными регламентами доступность и открытость информации для граждан, общественности и экспертного сообщества.

Здесь важное значение имеют национальные стандарты, определяющие обязательные требования к создаваемым информационным системам, формируемым государственные информационные ресурсы и обеспечивающим внедрение цифровых технологий информационного моделирования рабочих процессов в комплексе как алгоритмизированных сервисных цифровых платформ.

Прежде всего это стандарты на создание автоматизированных систем (АС), которые действуют, актуализируются и не утратили своего значения. Среди них выделим:

— Межгосударственный стандарт ГОСТ 34.201-89 "Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы (АС).

Виды, комплексность и обозначение документов при создании автоматизированных систем". Статус ГОСТа: действует.

Назначение ГОСТ 34.201-89: Настоящий стандарт распространяется на автоматизированные системы, используемые в различных сферах деятельности (управление, исследование, проектирование и т. п.), включая их сочетание, и устанавливает виды, наименование, комплектность и обозначение документов, разрабатываемых на стадиях создания АС, установленных ГОСТ 34.601-90.

- Межгосударственный стандарт ГОСТ 34.601-90 "Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы (АС). Стадии создания". Статус ГОСТа: действует, переиздан в июле 2009 года.
- Межгосударственный стандарт ГОСТ 19.101-77 "Единая система программной документации. Виды программ и программных документов". Статус ГОСТа: действует в редакции 2009 года.

Чтобы обеспечить единую трактовку процессов и цифровых продуктов, используемых при разработке требований к системе с точки зрения предметной области и с позиций эффективного ее функционирования на протяжении длительного жизненного цикла как самой системы (АС), так и используемого программного обеспечения, требований по развитию системы, необходима стадия эскизного (верхнего уровня) проектирования на основе информации о назначении и общей цели системы, ее внешней среде и ограничениях, функциональных особенностях формируемой предметно-ориентированной информационно-коммуникационной среды.

Сегодня при создании прикладных цифровых сервисных платформ можно воспользоваться национальным стандартом ГОСТ Р 56713-2015 (ISO/IEC/IEEE 15289:2011) "Системная и программная инженерия. Содержание информационных продуктов процесса жизненного цикла систем и программного обеспечения (документация)". Данный стандарт является адаптированным международным стандартом IEEE 29148-2011 для разработки сложных систем на основе инжиниринга функциональных и нефункциональных требований к автоматизированным системам и их программному обеспечению на протяжении всего их жизненного цикла. Стандарт рекомендуется для разработки и внедрения АС, в которых есть вопросы по требованиям к функциям, к описанию условий программного окружения, то есть при создании платформенных решений, которые должны работать вместе с выбранными цифровыми продуктами и (или) АС.

Цель настоящего стандарта - описать требования для идентификации определенных информационных элементов (программных продуктов), которые планируются к разработке или исправлению во время жизненного цикла системы в рамках обеспечивающего ее функционирование программного обеспечения, в том числе для управления процессами администрирования системы в службах информационных технологий (IT- отделах организаций).

Жизненный цикл создаваемой АС определяется временным периодом от формирования замысла (концепции) до снятия с эксплуатации данной системы. И это важно, так как требования к автоматизированной системе должны содержать эксплуатационные и функциональные параметры, характеристики или ограничения для проектирования создаваемого продукта или процесса, однозначно понимаемые, проверяемые и измеримые.

Спецификация требований, однозначно идентифицированных для определенного программного изделия, программы или набора программ (продукта), обеспечивающих по заданным алгоритмам выполнение определенных функций в конкретном окружении, а также требование использовать принципы методологии ценностей "Agile", позволяют обеспечивать гибкость процесса создания или модификации системы с одновременным оформлением необходимой для эксплуатации АС программно-технологической документации, практически соответствующей требованиям к ТЗ, описанного в ГОСТ 19.

Таким образом, в условиях цифровой трансформации строительной отрасли для нормативного закрепления цифровых технологий в национальной системе стандартизации объектами стандартизации предлагается считать:

- спецификации (описание в цифровом формате) конечной продукции, результатов выполненных работ и предоставленных услуг, их информационных моделей,
- процессы (их алгоритмические нотации),
- системы менеджмента (в виде функциональных и нефункциональных требований к АС и ППС под конкретный тип организации и ее основные бизнес-процессы),
- терминологию и условные обозначения для обеспечения единой трактовки процессов и цифровых продуктов, используемых при внедрении технологий информационного моделирования в системах менеджмента на предприятиях строительной отрасли.

При этом стандартизация цифровых технологий для процессов или правил организации работ должна осуществляться в целях

- обеспечения соблюдения требований технических регламентов как обязательных требований в рамках разработки и принятия в установленном порядке соответствующих Сводов правил,
- совершенствования производства и обеспечения качества продукции, выполнения работ, оказания услуг через утверждение Стандарта организации с учетом требования ее подготовки к встраиванию в формируемую единую информационную экосистему цифрового проектирования и строительства.

Цифровой документооборот – это термин, который отражает суть обмена электронными документами с соблюдением установленных требований соответствия назначения (идентификации) документа его заданной структуре данных, а также правилу, что единожды созданный электронный документ, подписанный

электронной подписью и переданный в машиночитаемом виде, уже никогда не должен обрабатываться вручную.

Так цифровой документооборот, базирующийся на единых инфраструктурных, технологических и методологических решениях, обеспечивает однократность ввода документа и цифровую форму взаимодействия между любыми двумя (и более) контрагентами с применением электронной подписи, являясь при этом юридически значимым электронным документооборотом.

Жизненный цикл юридически значимого документа при цифровом документообороте в создаваемых информационных автоматизированных системах обеспечивается обязательным выполнением следующих условий:

- с момента появления электронного документа он имеет машиночитаемую форму, автоматически в информационные системы вносится сам документ, а также по заданной структуре и алгоритму вводятся в систему содержащиеся в нем данные;
- движение документа и факт его передачи фиксируются в метаданных и усиливаются меткой времени;
- соблюдаются строгие требования по криптографической защите и подтверждению полномочий подписывающих лиц;
- обеспечена возможность архивного хранения электронных документов органов государственной власти, завершаемых делопроизводством, с сохранением их юридической силы;
- документ может быть передан по запросу, в том числе в форме, пригодной для контрольного органа, суда.

Вышеуказанные требования и условия юридически значимого цифрового документооборота должны выполняться за счет нормативно-правовых и организационных мероприятий с применением специальных программно-технических средств цифрового обмена документами.

Таким образом, через технологическую интеграцию и функционирование отраслевой и прикладных цифровых платформ субъектов градостроительной деятельности при условии соответствия установленным стандартам и обязательным требованиям цифрового документооборота выстраиваемой цифровой экосистемы могут быть обеспечены взаимные позитивные экономические эффекты всех заинтересованных сторон.

## **Цифровая среда заказчика-застройщика. Базовые процессы. Стандарты взаимодействия с генеральными исполнителями.**

Начнем с основных определений из Градостроительного кодекса Российской Федерации [1]:

**застройщик** – физическое или юридическое лицо, обеспечивающее на принадлежащем ему земельном участке или на земельном участке иного правообладателя

(которому при осуществлении бюджетных инвестиций в объекты капитального строительства государственной (муниципальной) собственности органы государственной власти (государственные органы), Государственная корпорация по атомной энергии "Росатом", Государственная корпорация по космической деятельности "Роскосмос", органы управления государственными внебюджетными фондами или органы местного самоуправления передали в случаях, установленных бюджетным законодательством Российской Федерации, на основании соглашений свои полномочия государственного (муниципального) заказчика или которому в соответствии со статьей 13.3 Федерального закона от 29 июля 2017 года N 218-ФЗ "О публично-правовой компании по защите прав граждан - участников долевого строительства при несостоятельности (банкротстве) застройщиков и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" передали на основании соглашений свои функции застройщика)

**строительство, реконструкцию, капитальный ремонт, снос объектов капитального строительства, а также выполнение инженерных изысканий, подготовку проектной документации** для их строительства, реконструкции, капитального ремонта.

Застройщик вправе передать свои функции, предусмотренные законодательством о градостроительной деятельности, техническому заказчику;

**технический заказчик** – юридическое лицо, которое **уполномочено застройщиком и от имени застройщика**

- заключает договоры о выполнении инженерных изысканий, о подготовке проектной документации, о строительстве, реконструкции, капитальном ремонте, сносе объектов капитального строительства,
- подготавливает задания на выполнение указанных видов работ,
- предоставляет лицам, выполняющим инженерные изыскания и (или) осуществляющим подготовку проектной документации, строительство, реконструкцию, капитальный ремонт, снос объектов капитального строительства, материалы и документы, необходимые для выполнения указанных видов работ,

- утверждает проектную документацию,
- подписывает документы, необходимые для получения разрешения на ввод объекта капитального строительства в эксплуатацию,
- осуществляет иные функции, предусмотренные законодательством о градостроительной деятельности (далее также - функции технического заказчика).

При этом, установленная законом норма, что функции технического заказчика могут выполняться только членом соответственно саморегулируемой организации в области инженерных изысканий, архитектурно-строительного проектирования, строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства, за исключением определенных случаев (предусмотренных частью 2.1 статьи 47, частью 4.1 статьи 48, частями 2.1 и 2.2 статьи 52, частями 5 и 6 статьи 55.31 настоящего Кодекса) само собой принципиально влияет на формирование бизнес-модели выполнения инвестиционных строительных проектов, на План информационного сопровождения, формирование ИМ при его реализации, соответственно на бизнес-модели организации своей деятельности участников ИСП.

Результатом стало формирование структур профессионального технического заказчика, осуществляемых самостоятельно на договорной основе с застройщиком инженеринговую проектную деятельность по всему жизненному циклу проекта. Соответствующие дополнения внесены в Общероссийский классификатор ОКВЭД 2.

Другим направлением стало укрупнение структур застройщика с возможностью формирования предприятий замкнутого цикла планирования и реализации инвестиционных проектов промышленного строительства, комплексной застройки территорий, участия на конкурсных условиях генерального подряда проектов "под ключ" в государственных строительных программах и муниципальных программах реновации жилищного фонда, где роль профессионального технического заказчика выполняет структурное подразделение таких холдингов.

Более того, сегодня законодательно определены функции и порядок создания Единого государственного заказчика, введено понятие "специальный застройщик" в долевом строительстве:

**единый заказчик в сфере строительства** (единый заказчик) – публично-правовая компания, созданная путем реорганизации федеральных государственных учреждений, определенных Правительством Российской Федерации, с одновременным сочетанием их преобразования и слияния в целях осуществления функций государственного заказчика и застройщика при обеспечении строительства

объектов капитального строительства, которые находятся или будут находиться в государственной собственности Российской Федерации и включены в программу деятельности единого заказчика на текущий год и плановый период в соответствии с настоящим Федеральным законом, и в иных, определенных Правительством Российской Федерации целях в сфере осуществления капитальных вложений в объекты капитального строительства [3];

**специальный застройщик-застройщик**, хозяйственное общество, которое имеет в собственности или на праве аренды, на праве субаренды либо в предусмотренных Федеральным законом "О содействии развитию жилищного строительства", подпунктом 15 пункта 2 статьи 39.10 Земельного кодекса Российской Федерации случаях на праве безвозмездного пользования земельный участок и привлекает денежные средства участников долевого строительства для строительства (создания) на этом земельном участке многоквартирных домов и (или) иных объектов недвижимости, за исключением объектов производственного назначения, на основании полученного разрешения на строительство [4, 5, 6].

Таким образом, на основании этих определений, а также используя Модель сквозного непрерывного инвестиционного цикла создания объекта капитального строительства (Рисунок 3), можно составить открытый перечень задач, выполняемых заказчиком-застройщиком, подготовить функциональные и нефункциональные требования для алгоритмизации и автоматизации базовых процессов в типовой бизнес-модели деятельности заказчика - застройщика, начиная с задач предынвестиционной фазы проекта, решаемых с использованием методологии и цифровых технологий информационного моделирования.

Кроме того, возможен дополнительный перечень услуг, которые заказчик должен выполнять, чтобы взаимодействовать с исполнителями, контролировать ход реализации проекта, анализировать ситуацию, оценивать риски и предпринимать соответствующие меры, т.е. эффективно управлять проектом.

При этом в зависимости от целей застройщика, специфики решаемых задач, уровня квалификации как заказчика, так и исполнителей формируется концепция проекта и готовится план проекта с определением требований к детализации информационной модели и к используемой программно-вычислительной цифровой среде.

Напомним, что на основе принятого в организации стандарта организации управления проектами, используя преимущества технологий информационного



моделирования и цифровых решений, для каждого проекта описывается и принимается его бизнес-модель в составе:

- описание специфики проекта;
- стадии реализации проекта;
- роли и функции участников - генеральных исполнителей работ по проекту;
- цели и задачи применения информационного моделирования;
- требования к составу ИМ для каждой стадии проекта;
- требования к уровням проработки элементов цифровых моделей по стадиям;
- применяемые стандарты и регламенты по информационному моделированию;
- применяемое программное обеспечение (ППС);
- структура баз данных и архитектура СОД.

На основе бизнес-модели готовится План проекта и определяются состав Проектной группы, ее Руководитель.

Главный упор необходимо делать на сквозную идентификацию этапов работ, состав, структуру, связанность данных, представляющих по установленной форме содержательную часть документов и документации в цифровом машиночитаемом формате для формирования и ведения информационной модели объекта в процессе планирования и реализации инвестиционного строительного проекта в рамках цифрового документооборота, сопровождающего инжиниринговую деятельность заказчика-застройщика по управлению проектом.

Таблица 1. Цифровой профиль  
типового функционала заказчика-застройщика

Функциональные задачи	Исходные данные и материалы	Содержание среды общих данных по стадиям жизненного цикла проекта, требования к составу и детализации информационной модели
1	2	3

### **Инициация и предпроектная проработка проекта**

(стадия "I2FS", выполняется самостоятельно или на договорной основе)

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Эскизное проектирование, разработка архитектурной концепции</li> <li>• Обоснование возможности размещения</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Правоустанавливающие документы на объекты недвижимости в границах планируемого строительства, включая разрешенный вид</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Паспорт проекта в соответствии с утвержденными застройщиком бизнес-моделью и Планом проекта (по установленной форме)</li> </ul>
---	---	--

<p>объекта на данном земельном участке с учетом градостроительных, историко-культурных, социально-экономических, санитарно-гигиенических и экологических требований и ограничений</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Предварительный расчет ТЭПов и нагрузок на инженерные сети</li> <li>• Визуализация вариантов объемно-планировочных решений</li> <li>• Оценка сроков и стоимости строительства</li> <li>• Выбор решения, наилучшим образом соответствующего функциональным и эстетическим требованиям Застройщика</li> <li>• Формирование команды, бизнес-модели и Плана проекта</li> <li>• Определение требований к договорам о выполнении инженерных изысканий, о подготовке проектной документации, о строительстве (реконструкции), в том числе по <b>использованию цифровых технологий, информационному взаимодействию и форматам представления данных</b></li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Проведение конкурсных процедур и заключение <b>договора генерального подряда</b> на выполнение проектных и изыскательских работ, подписание <b>Соглашения об условиях информационного взаимодействия</b> и о выполнении требований к информационной модели на этой стадии (далее Соглашение)</li> </ul>	<p>использования земельного участка</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Градостроительное зонирование по ПЗЗ в границах территории планируемого строительства (либо по утвержденному ППТ)</li> <li>• ГПЗУ с указанием на ограничения по архитектурно-градостроительным решениям и функциональному назначению планируемых к строительству объектов</li> <li>• Предварительные условия (договора) на технологическое присоединение к инженерным сетям</li> <li>• Стандарт организации управления проектами с применением технологий информационного моделирования</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Реестр правоустанавливающих документов (по установленной форме)</li> <li>• Градостроительное обоснование возможности размещения объекта (графическая и текстовая информация по установленной форме)</li> <li>• Обоснование инвестиций проекта (по установленной форме)</li> <li>• Задания на выполнение инженерных изысканий, подготовку проектной документации, (по установленной форме)</li> </ul> <p><b>Информационная модель детализации LOD 100</b> по результатам эскизного проектирования</p> <p><b>Цифровая информационная модель детализации LOD 200</b> для визуализации принятого заказчиком варианта проектных предложений, на основе которых подготовлены задания на выполнение инженерных изысканий, подготовку проектной документации</p>
---	---	---

## Выполнение ПИР и разработка ПСД

(стадия "Е" - Engineering, выполняется на договорной основе)

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Заключение договоров о подключении (технологическом присоединении) объекта к инженерным сетям</li> <li>• Обеспечение генерального подрядного исполнителя материалами и документами, необходимыми для выполнения указанных видов работ согласно условиям договора</li> <li>• Контроль сроков и качества выполняемых работ согласно условиям договора и графика по срокам представления отчетной документации, конечных результатов</li> <li>• Выявление отставаний и отступлений от принятых обязательств со стороны генерального подрядного исполнителя, принятие по ним оперативных мер, согласованных с Застройщиком</li> <li>• Отчет перед Застройщиком о ходе и оплате работ по договору генерального подряда на выполнение проектных и изыскательских работ</li> <li>• Организация экспертизы проекта и утверждение итогового заключения</li> <li>• Контроль выполнения генеральным подрядным исполнителем <b>Соглашения об условиях информационного взаимодействия</b> и о выполнении требований к информационной модели на этой стадии</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• План-график выполнения проектных и изыскательских работ генеральным подрядным исполнителем (приложение к договору)</li> <li>• График финансирования работ по договору генерального подряда (приложение к договору)</li> <li>• ТЗ на ПИР (приложение к договору)</li> <li>• Задание на разработку проектной документации (приложение к договору)</li> <li>• Соглашение с генеральным подрядным исполнителем о правилах и порядке информационного взаимодействия, включая вопросы:             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ формирования, ведения информационной модели объекта и использования СОД,</li> <li>✓ передачи требуемых материалов и информационной модели в ИСОГД в установленном порядке после получения положительного заключения экспертизы (приложение к договору)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Договорная документация с приложениями, включая графики выполнения и финансирования работ (по установленной форме)</li> <li>• Административный документооборот по проекту с генеральным подрядным исполнителем на этой стадии</li> <li>• Реестр сведений, материалов и документов, обосновывающих принимаемые проектные решения при выполнении указанных видов работ, включая результаты их согласования, экспертизы и дополнительные требования, полученные на этой стадии (по установленной форме)</li> <li>• Материалы отчета по инженерным изысканиям и ЦИММ для разработки ПСД и прохождения экспертизы (по установленной форме)</li> <li>• Материалы проекта для прохождения экспертизы (по установленной форме):             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Архитектурная модель и комплект проектной документации,</li> <li>✓ Модель инженерных систем и комплект проектной документации,</li> <li>✓ Модель конструкций и комплект проектной документации,</li> <li>✓ Генеральный план и комплект проектной документации,</li> <li>✓ ПОС,</li> <li>✓ Сметы.</li> </ul> </li> </ul>
---	--	---

		<p><b>Цифровая информационная модель детализации LOD 300</b> для визуализации принятого заказчиком варианта архитектурного проекта и использования сводной модели вместе с комплектом утвержденной проектной документации для подготовки и осуществления строительства.</p>
--	--	---

## Подготовка и осуществление строительства (реконструкции) объекта

(стадия "С" - Construction - выполнение СМР и стадия "Р" - Procurement - поставки, выполняются на договорной основе)

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проведение конкурсных процедур и заключение <b>договора генерального подряда</b> на осуществление строительства, подписание Соглашения об условиях информационного взаимодействия и о выполнении требований к информационной модели на этой стадии</li> <li>• Обеспечение генерального подрядного исполнителя материалами и документами, необходимыми для выполнения указанных видов работ согласно условиям договора</li> <li>• Взаимодействие с представителями ресурсно-снабжающих организаций, осуществляющих эксплуатацию сетей инженерно-технического обеспечения</li> <li>• Контроль сроков и качества выполняемых работ согласно условиям договора и графика по срокам представления отчетной документации, конечных результатов</li> <li>• Участие в проверках государственного надзора (контроля)</li> <li>• Выявление отставаний и отступлений от принятых обязательств со стороны генерального подрядного</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Разрешение на строительство</li> <li>• План-график выполнения генеральным подрядным исполнителем этапов и видов отдельных работ согласно ПОС (приложение к договору), в том числе: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ разработка рабочей документации, ППР</li> <li>✓ мероприятия по подготовке строительной площадки,</li> <li>✓ обеспечение строительного контроля,</li> <li>✓ авторский надзор,</li> <li>✓ формирование графиков комплектации оборудования, логистика закупок материалов и изделий, их поставки на строительную площадку</li> </ul> </li> <li>• График финансирования работ по договору генерального подряда (приложение к договору)</li> <li>• Соглашение с генеральным подрядным исполнителем о правилах и порядке информационного взаимодействия, включая вопросы:</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Договорная документация с приложениями, включая графики выполнения и финансирования работ (по установленной форме)</li> <li>• Административный документооборот по проекту с генеральным подрядным исполнителем на этой стадии</li> <li>• Реестр сведений, материалов и документов, технической и финансовой документации, которые сопровождали на этой стадии выполнение указанных видов работ, включая входной контроль качества применяемых строительных материалов, ведение исполнительной документации (по установленной форме)</li> <li>• Итоговые документы по завершению строительства в дополнение к полученным на предыдущих этапах, необходимые для оформления <b>РВ</b> объекта в эксплуатацию: (по установленной форме)</li> <li>1) правоустанавливающие документы на земельный участок, в том числе соглашение об установлении сервитута,</li> </ul>
---	--	--

<p>исполнителя, принятие по ним оперативных мер, согласованных с Застройщиком</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Контроль за внесением изменений в РД, в том числе в процессе авторского надзора</li> <li>• Отчет перед Застройщиком о ходе и оплате работ по договору генерального подряда на выполнение этапов и отдельных видов работ</li> <li>• Согласование и/или утверждение от имени Застройщика документов и документации, сопровождающей процесс строительства</li> <li>• Контроль выполнения генеральным подрядным исполнителем <b>Соглашения об условиях информационного взаимодействия</b> и о выполнении требований к информационной модели на этой стадии, включая проверку соответствия РД, выпущенной <b>в производство работ</b>, и представленной в СОД генеральным подрядным исполнителем</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ ведения информационной модели объекта и использования СОД,</li> <li>✓ передачи требуемых материалов и информационной модели в ИСОГД в установленном порядке после завершения строительства</li> </ul>	<p>решение об установлении публичного сервитута;</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2) акт приемки объекта капитального строительства;</li> <li>3) акт, подтверждающий соответствие параметров завершеного строительством объекта проектной документации, требованиям энергетической эффективности и требованиям оснащенности объекта капитального строительства приборами учета используемых энергетических ресурсов;</li> <li>4) документы о соответствии завершеного строительством объекта техническим условиям;</li> <li>5) схема, отображающая расположение построенного объекта, расположение сетей инженерно-технического обеспечения в границах земельного участка и планировочную организацию земельного участка;</li> <li>6) заключение органа государственного строительного надзора о соответствии построенного объекта (<b>ЗОС</b>) требованиям проектной документации, требованиям энергетической эффективности, требованиям оснащенности объекта капитального строительства приборами учета используемых энергетических ресурсов,</li> <li>7) технический план объекта капитального строительства, подготовленный для его государственной регистрации</li> </ol> <p><b>Цифровая информационная модель детализации LOD 400</b> для ввода объекта в эксплуатацию</p>
---	--	--

## Ввод объекта в эксплуатацию

(стадия «T2C» - Testing, Training & Commissioning - пусконаладка, обучение персонала и ввод в эксплуатацию, завершающий этап проекта)

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Участие в завершающей стадии подготовки объекта к вводу в эксплуатацию, взаимодействие с эксплуатирующей организацией, в том числе:             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ пусконаладка оборудования,</li> <li>✓ обучение персонала,</li> <li>✓ получение РВ,</li> <li>✓ заключение договоров на постоянное ресурсное обеспечение,</li> <li>✓ регистрация прав на созданную недвижимость (части недвижимости)</li> </ul> </li> <li>• Комиссионная передача завершеного строительством объекта Застройщику и приобретателям прав в построенном объекте</li> <li>• Проведение окончательных расчетов с участниками проекта, с приобретателями прав в построенном объекте</li> <li>• Передача сформированного информационного ресурса в составе сведений, документов и документации, а также цифровых информационных моделей Застройщику для архивного хранения</li> <li>• Постынвестиционный контроль и гарантийное сопровождение</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Разрешение на ввод объекта в эксплуатацию</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Административный документооборот по проекту с генеральным подрядным исполнителем на этой стадии             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Реестр сведений, материалов и документов, технической и финансовой документации, которые сопровождали этап передачи объекта Застройщику и эксплуатирующей организации (по установленной форме)</li> <li>• Акт завершения работ по ведению СОД и передачи сформированного информационного ресурса в составе сведений, документов и документации, а также цифровых информационных моделей:                 <ul style="list-style-type: none"> <li><b>LOD 100</b> по результатам эскизного проектирования,</li> <li><b>LOD 200</b> для визуализации принятого заказчиком варианта проектных предложений, на основе которых подготовлены задания на выполнение инженерных изысканий, подготовку проектной документации,</li> <li><b>LOD 300</b> для визуализации принятого заказчиком варианта архитектурного проекта и использования сводной модели вместе с комплектом утвержденной проектной документации для подготовки и осуществления строительства,</li> <li><b>LOD 400</b> для ввода объекта в эксплуатацию и ведения на ее основе при эксплуатации объекта <b>цифровой информационной модели LOD 500.</b></li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
---	---	---

Еще раз напомним, что согласно Общероссийского классификатора видов экономической деятельности (ОКВЭД 2 (ОК 029-2014 Ред. 2), Приказ Росстандарта от 31 января 2014 № 14-ст в редакции от 10 февраля 2021) по коду 71.12.2 функциональная деятельность заказчика-застройщика, генерального подрядчика определена и предусматривает организацию реализации инвестиционного проекта набором следующих задач:

- выполнение предпроектной подготовки,
- анализ возможностей участников инвестиционно-строительного процесса,
- планирование строительства.

Другими словами, это в полной мере соответствует формированию эффективной бизнес-модели и плана осуществления проекта строительства с определением источников финансирования на предынвестиционной фазе.

Сами проектные, изыскательные, научно-исследовательские, опытно-конструкторские, строительные-монтажные, отделочные работы, сейсмические исследования и другие работы, связанные со строительством и ремонтом объектов производственного и непроизводственного назначения, выполняются на договорной основе генеральными подрядными исполнителями в роли участников инвестиционно-строительного процесса создания ОКС.

При этом в задачи заказчика-застройщика может входить весь комплекс организационно-управленческих видов работ, обеспечивающих строительство "под ключ" (за счет переданных ему по договору с инвестором денежных средств). Такая модель организации инвестиционного строительного проекта в условиях цифровой трансформации инвестиционно-строительного процесса сегодня предпочтительнее, и мы выбрали именно этот путь инновационных преобразований в строительной отрасли (Рис. 3 и таблица 1).

При этом в процессе реализации проекта с применением технологий информационного моделирования при координирующей роли заказчика-застройщика должны строго выполняться подрядными исполнителями установленные в договорной документации условия и требования, в том числе по:

- регламенту информационного взаимодействия,
- административному документообороту,
- формированию цифровых информационных моделей детализации, соответствующей для стадии проекта (таблица 1).

Управление содержанием среды общих данных (СОД) по стадиям жизненного цикла проекта должно осуществляться согласно требованиям к составу сведений, документов

и материалов, уровню детализации информационной модели, которые представлены в таблице 1.

Исходя из практики применения цифровых технологий в деятельности технического заказчика и описания Цифрового профиля функционала заказчика-застройщика (таблица 1), предлагается состав первоочередных мероприятий, обеспечивающих решение целевых задач в рамках формируемой АС с помощью выбранных цифровых сервисов как единой информационно-коммуникационной платформы с использованием BIM/ТИМ-технологий (таблица 2).

Таблица 2. Мероприятия для начала работ по организации среды общих данных (СОД) застройщика и ее информационного наполнения

Мероприятие	Целевая задача
<p>1. Разработка <b>цифровых паспортов проектов</b> с их идентификацией по установленной структуре <b>единого сквозного идентификационного кода (ID)</b>, предусматривающего возможность идентифицировать каждый объект капитального строительства в проекте</p> <p>2. Формирование <b>Реестра проектов</b> (соответствующей базы данных, связанной с другими информационными ресурсами в создаваемой АС)</p>	<p>Обеспечить:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• однозначную идентификацию проектов и входящих в их состав объектов капитального строительства и мероприятий (например, подготовка строительной площадки, благоустройство и др.),</li> <li>• связанность всех исходных данных, документов и материалов по проекту в соответствии с его идентификационным кодом.</li> </ul> <p>Наполнение и ведение данного информационного ресурса, включающего в том числе (в рамках создаваемой АС по связанным ID) наполнение и ведение:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Реестра правоустанавливающих документов по каждому проекту и в отношении входящих в его состав объектов капитального строительства и мероприятий, а также других видов документов и документации, на основании которых было принято решение о реализации проекта;</li> <li>• Компонент (самостоятельных или частей баз данных) среды общих данных (СОД) для организации работы над проектом и взаимодействия с генподрядными исполнителями.</li> </ul> <p>Отработка совместно с генеральными исполнителями единой командой на примере пилотных проектов <b>спецификаций требований и шаблонов структур представления данных цифрового документооборота</b> при планировании и реализации инвестиционных строительных проектов в целях:</p>



<p>3. Разработка <b>алгоритмических схем моделирования базовых процессов</b> основных функциональных блоков для включения обязательных требований в договора с генеральными исполнителями выполнения этапов работ (услуг), в части представления результатов в целях контроля сроков и качества, включая:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• сбор исходных данных и условий по ограничениям для выполнения проекта;</li> <li>• подготовку <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ архитектурной концепции,</li> <li>✓ обосновывающих материалов, в том числе по объемам и источникам инвестиций,</li> <li>✓ технического задания и задания на выполнение инженерных изысканий, архитектурно-строительного проектирования,</li> <li>✓ договорной документации, в том числе для конкурсных процедур;</li> </ul> </li> <li>• прохождение экспертизы проекта;</li> <li>• ресурсное планирование, управление сроками и стоимостью в проекте;</li> <li>• контроль выполнения договорных обязательств, в том числе по согласованным требованиям к информационному наполнению и совместному использованию СОД.</li> </ul> <p>4. В зависимости от принятой бизнес-модели реализации проекта подлежат выполнению собственными силами и алгоритмизации следующие функциональные блоки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• валидация и верификация результатов выполнения определенных стадий проекта, представленных в цифровом формате в СОД;</li> <li>• поиск пространственно-временных коллизий в проекте;</li> <li>• строительный контроль и фиксация выполненных работ, в том числе с использованием технологий лазерного сканирования.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• создания АС застройщика-заказчика с использованием <b>ВМ/ТИМ -технологий</b>;</li> <li>• разработки XML-схем формирования цифровых документопотоков для <b>единой сервисной информационно-коммуникационной платформы взаимодействия</b> участников инвестиционных строительных объектов;</li> <li>• определения архитектуры компонентов среды общих данных (<b>СОД</b>) и обязательных требований по структуре, типам и атрибутам данных для представления в <b>ГИСОГД</b> информационных моделей соответствующей детализации (<b>LOD 100, 200, 300, 400</b>).</li> </ul> <p>Обеспечение гарантий для конечной строительной продукции по:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• соответствию утвержденной проектной документации,</li> <li>• выполнению сроков завершения этапов работ и представлению результатов в установленном виде,</li> <li>• соблюдению требований качества,</li> <li>• удовлетворению в фокусе стандарта ISO 9001 потребностей потребителя.</li> </ul>
---	--

При подготовке проекта цифровой трансформации предприятия практически любого профиля разработке подлежат следующие разделы:

- 1) мероприятия по внедрению цифровых решений;
- 2) мероприятия по развитию цифровой инфраструктуры;

- 3) организационные мероприятия в рамках цифровой трансформации;
- 4) мероприятия по обеспечению информационной безопасности в рамках цифровой трансформации.

Однако именно заказчику-застройщику, обеспечивающему координацию и выполнение организационно-инжиниринговых услуг в целях управления процессами планирования и реализации в границах заданных требований проектов создания объектов капитального строительства и обеспечения условий для их последующей эффективной эксплуатации отведена особая координирующая роль в решении стратегической задачи отраслевой цифровой трансформации строительной отрасли.

При этом правовое поле для инжиниринговой деятельности заказчика-застройщика, технического заказчика с внедрением цифровых инструментов, с применением BIM/ГИМ-технологий имеет конкретные зоны ответственности, которые он может и должен взять на себя в системе договорных отношений с генеральными исполнителями инвестиционного строительного проекта.

## Заключение

Напомним, что цифровизация – это процесс перехода предприятий или целой экономической отрасли на новые модели бизнес-процессов, менеджмента и способов производства, основанных на информационных технологиях.

Решение поставленной задачи перевода строительной отрасли на цифровые технологии с использованием информационного моделирования требует по законам инновационного развития определенной реорганизации основного бизнес-процесса всего строительного конвейера, изменения образа мышления его участников, освоения базовых принципов перехода на BIM/ТИМ-технологии в парадигме визуального информационного представления будущего объекта.

Переход на BIM/ТИМ-технологии – это проект, для которого требуются время и средства. Необходимо научиться использовать все возможности многообразия предлагаемого программного инструментария, чтобы обеспечить эффективность и надежность выбранных цифровых решений при подготовке и экспертизе проектной документации, при осуществлении строительства согласно установленных регламентов и стандартов организации работ.

Каждому участнику инвестиционной строительной деятельности предстоит выбрать такую схему перевода его предприятия, компании на новый цифровой технологический цикл производства, чтобы быть уверенным в результативности проводимой цифровой трансформации путем внедрения

- автоматизированных систем многомерного проектирования,
- информационного моделирования базовых процессов,
- ИКТ формирования и хранения структурированных данных.

Надо подчеркнуть особое, стратегическое значение таких проектов, обеспечивающих цифровую трансформацию ключевых корпораций, предприятий, компаний и организаций строительной отрасли. От успешной реализации этих проектов в едином цифровом экостранстве зависят ключевые показатели эффективности (КПЭ, КРІ) устойчивого развития регионов, деятельности уполномоченного регулятора, региональных и муниципальных администраций, благополучие граждан, безопасность и сохранение роста экономического потенциала страны.

Согласно Постановления Правительства РФ от 15 сентября 2020 года № 1431, которым в соответствии с частью 2 статьи 57.5 Градостроительного кодекса Российской Федерации утверждены Правила формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства, в том числе состав

сведений, документов и материалов, включаемых в информационную модель объекта капитального строительства, представляемых в ИСОГД в форме электронных документов в допустимых форматах, установлено, что:

1. Формирование информационной модели объекта капитального строительства и ведение (актуализацию) информационной модели объекта капитального строительства могут осуществляться:

- застройщиком, техническим заказчиком, лицом, обеспечивающим или осуществляющим подготовку обоснования инвестиций, и (или) лицом, ответственным за эксплуатацию объекта капитального строительства;
- индивидуальным предпринимателем или юридическим лицом, выполняющими работы по заключенному договору с застройщиком / техническим заказчиком / лицом, ответственным за эксплуатацию объекта капитального строительства:
  - ✓ о выполнении инженерных изысканий,
  - ✓ о подготовке проектной документации, внесении изменений в такую документацию,
  - ✓ о строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объекта капитального строительства, сносе объекта капитального строительства,
  - ✓ о формировании информационной модели объекта капитального строительства и ведении информационной модели объекта капитального строительства.

2. **Сведения, документы, материалы** включаются в **информационную модель объекта** капитального строительства посредством электронного взаимодействия между лицами, указанными выше и в соответствии с заключенными договорами.

3. **Сведения о фактическом выполнении работ** в процессе выполнения инженерных изысканий, осуществления архитектурно-строительного проектирования, строительства, реконструкции, капитального ремонта, эксплуатации и (или) сноса объекта капитального строительства включаются в информационную модель объекта капитального строительства после завершения выполнения таких работ.

4. **Застройщик, технический заказчик или лицо, ответственное за эксплуатацию** объекта капитального строительства, направляют информационную модель объекта капитального строительства в уполномоченные на размещение в государственных информационных системах обеспечения градостроительной деятельности органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органы местного самоуправления муниципальных образований после утверждения проектной документации в соответствии с частью 15 статьи 48 Градостроительного кодекса Российской Федерации, подготовленной в форме информационной модели.

5. **Сведения, документы и материалы**, включаемые в информационную модель объекта капитального строительства, представляются в форме электронных документов в виде файлов в формате XML.

Для формирования электронных документов в виде файлов в формате XML используется специализированный стандартизованный язык программирования, который предназначен для подготовки XML-схем представления документов в электронном виде и обеспечения автоматической обработки данных, содержащихся в таких документах.

Сегодня в целях создания единой информационно-коммуникационной среды взаимодействия участников инвестиционных строительных проектов ведется работа по нормативному закреплению соответствующих XML-схем, обязательных имен и типов данных для информационного наполнения и представления электронных документов в цифровом формате, используя синтаксис этого языка и его возможности описания древовидных структур данных.

Разработанные таким образом цифровые модели и XML-схемы всех видов используемых входных и выходных документов, проектной документации, требования к которым определены нормативными правовыми и техническими актами в сфере градостроительной деятельности, подлежат утверждению Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации и размещению на официальном сайте Министерства в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

До момента утверждения указанных схем электронные документы представляются в ГИСОГД в следующих форматах:

- а) ODT – для документов с текстовым содержанием, не включающих формулы (за исключением документов, указанных в [подпункте "в"](#) настоящего пункта);
- б) PDF/A – для документов с текстовым содержанием, в том числе включающих формулы и (или) графические изображения (за исключением документов, указанных в [подпункте "в"](#) настоящего пункта), а также для документов с графическим содержанием;
- в) ODS – для документов, содержащих сводки затрат, сводного сметного расчета стоимости строительства, объектных сметных расчетов (смет), локальных сметных расчетов (смет), а также для сметных расчетов на отдельные виды затрат;
- г) LandXML или иной формат данных с открытой спецификацией – для цифровой модели местности;
- д) IFC или иной формат данных с открытой спецификацией – для трехмерной модели.

6. Для формирования информационной модели объекта капитального строительства и ведения информационной модели объекта капитального строительства в целях использования представленных в ней данных для управления инвестиционным строительным проектом и представления модели в установленном

порядке в ГИСОГД могут быть применены любые программные и технические средства при соблюдении следующих условий:

- а) полная согласованность наименований и типов данных с классификатором строительной информации для формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства;
- б) осуществление учета операций по актуализации сведений, документов, материалов, включенных в информационную модель объекта капитального строительства, с фиксацией оснований, времени и даты совершения этих операций, содержания вносимых изменений и информации об учетных записях лиц, осуществивших такие операции.

7. Для **выполнения установленного регулятором порядка** формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства, а также требований стандарта (правил) организации работ внутри компании в условиях цифровой трансформации производственных процессов и трудовых отношений, в соответствии с принятой бизнес-моделью деятельности заказчика-застройщика назначается ответственное лицо, возможно ответственные лица - руководители проектов, которые уполномочены правом электронной подписи передаваемых во вне сведений, документов и материалов в согласованном с участниками информационного взаимодействия цифровом формате.

**8. Порядок формирования и ведения информационной модели объектов капстроительства** с 1 января 2022 года Правительством РФ на основании Постановления от 5 марта 2021 года № 331 вводится как обязательный для объектов капстроительства, финансируемых с привлечением бюджетных средств в случае, если договор о подготовке проектной документации для строительства, реконструкции объекта заключен после указанной даты. Исключение - объекты капстроительства, которые создаются в интересах обороны и безопасности государства.

Это означает, что застройщик, технический заказчик, лицо, ответственное за подготовку обоснования инвестиций и (или) за эксплуатацию объекта капстроительства, должны обеспечивать формирование и ведение информационной модели объекта.

В 2016 году в рамках работ по подготовке Национального стандарта ГОСТ Р 57295–2016 была сделана первая попытка описать как внедрение модель-ориентированного подхода привносит в современные бизнес-процессы требование совместного использования и управления информацией на всех этапах жизненного цикла проекта с учетом жизненного цикла самого объекта капитального строительства. При этом управлению подлежат не только инженерная информация и проектные данные, но и экономическая, логистическая, управленческая и другая информация о процессах.

В документе отмечалось, что обработка такого большого объема и видов информации увеличивает потребность как в автоматизации самих процессов

обработки информации, так и в повышении точности и скорости обработки, в применении методов системного анализа и математического моделирования, принятия интеграционных мер для создания соответствующего уровня вычислительных комплексов. Так были означены цели назревающей цифровой трансформации в системах, обеспечивающих эффективное управление в строительной отрасли.

Представленные в указанном выше Национальном стандарте руководящие принципы, рекомендованные уже тогда для широкого спектра контрактов, договоров и соглашений в целях применения технологий информационного моделирования, сыграли свою положительную роль и на практике подвели к пониманию полной взаимосвязанности целей, задач и обеспечивающих их достижение основных бизнес-процессов на предприятии с внедряемыми технологиями информационного моделирования и используемыми средствами их автоматизации в создаваемых системах управления данными и в формируемых цифровых средах для коллективной работы над проектами.

**Отношения между участниками проекта,** которые являются самостоятельными юридическими лицами, и их взаимодействие, предполагающее обмен данными о проекте или объекте строительства, регулируются на договорной основе соответствующими соглашениями.

Цель соглашения - определить, какие данные подлежат представлению, и установить способы их контроля и передачи. Соглашение должно быть приведено в соответствие с действующим законодательством Российской Федерации, нормативными правовыми актами и национальными стандартами в области применения технологий информационного моделирования зданий и сооружений, а также отвечать требованиям договорной документации.

Соглашение может входить в состав договора на оказание услуг, выполнение работ в качестве отдельной статьи или в виде приложения к нему, может предусматривать последствия неисполнения установленных требований и возможность получения компенсации за недостатки представленной информации.

Начиная с января 2022 года Соглашение должно учитывать обязательное требование при проектировании, строительстве и вводе в эксплуатацию в рамках государственного заказа уровень зрелости (развития) использования технологий информационного моделирования, который требует полной совместимости цифровой информационной модели (BIM 3D) со всей проектной информацией, включая управление активами, документацией и электронными данными, а также использование сервисных цифровых платформ, внедрение цифрового документооборота (BIM Level 2).

В настоящее время уровень развития используемых на практике Систем автоматического проектирования (САПР) и Информационного моделирования

зданий (BIM) позволяет при автоматизации процессов и создании цифровых платформ перейти к BIM Level 2 (BIM Уровня 2).

Можно смело утверждать, что именно цифровые тренды Индустрии 4.0, сумевшие проникнуть в самую консервативную отрасль российской экономики, за короткий промежуток времени смогли существенно ее преобразовать. Активное внедрение и развитие технологий информационного моделирования (BIM/ТИМ) началось с прямого поручения Президента Российской Федерации от 19 июля 2018 года "О переходе к системе управления жизненным циклом объектов капитального строительства путем внедрения технологий информационного моделирования".

По оценкам экспертного и профессионального сообщества использование технологий информационного моделирования невероятно облегчает и упрощает работу на всех стадиях создания ОКС и в процессе его эксплуатации.

При этом справедливо утверждать, что каждый участник и бенефициар инвестиционного строительного проекта имеет конкретный результат от внедрения в строительной отрасли методологии информационного моделирования и применения цифровых инструментов поддержки административных, организационных и производственных процессов.



**Пример представления сведений и фрагментов состава процедур по этапам реализации инвестиционного строительного проекта для формирования цифрового паспорта проекта, компонентов и баз данных в среде общих данных (СОД)**

**Анкета проекта**

**Адресные ориентиры**

Этажность до 2-х этажей  
 Общая площадь больше 20 000 кв.м  
 Назначение объекта Для производственной деятельности

**Земельный участок**

Особо охраняемые природные территории Объект не попадает в границы  
 Трубопроводный транспорт Объект не попадает в границы  
 Охранные зоны объектов культурного наследия Объект не попадает в границы  
 Метрополитен Объект не попадает в границы  
 Расположен на магистральных улицах общегородского значения Нет  
 Установление санитарно-защитных зон Не требуется

**Общие показатели**

Территориальная принадлежность Территория "старой" Москвы за пределами ЦАО  
 Источник финансирования Собственные средства (заёмные средства)  
 Экспертиза проектной документации Государственная экспертиза

**Параметры строительства**

Тип проектной документации Уникальный, технически сложный, особо опасный объект  
 Занятие проезжей части при строительстве Более 1 полосы  
 Вырубка или пересадка деревьев Требуется  
 Объем образуемых грунтов Свыше 100 куб.м

Получение специальных технических условий Требуется

## Подключение к сетям

Подключение к сетям на период строительства Требуется

Электрические сети Требуется

Система теплоснабжения Требуется

Холодное водоснабжение Требуется

Сети газораспределения Требуется

Система водоотведения Требуется

## Регламент проекта

Предпроектная подготовка - до 88 дней

Проектирование - в соответствии с договором

Подготовка к строительству - до 160 дней

Строительно-монтажные работы - в соответствии с договором

Завершение строительно-монтажных работ - до 54 дней

Подключение к ресурсам – в соответствии с договором

Ввод в эксплуатацию – до 34 дней

Строительство завершено

## План проекта

### Предпроектная подготовка

Код	Процедура	ОИВ, ответственный исполнитель	Срок проведения	Результат в цифровом формате (XML-схема)
<a href="#">G1.1</a>	Получение градостроительного плана земельного участка	Комитет по архитектуре и градостроительству города Москвы	до 14 календарных дней	Градостроительный план земельного участка
<a href="#">I1.1</a>	Заключение договора о подключении к электрическим сетям	АО «Объединенная энергетическая компания»	до 30 календарных дней	Договор о технологическом присоединении к электрическим сетям
<a href="#">I2.1</a>	Заключение договора о подключении к системе теплоснабжения	Московская объединенная энергетическая компания	до 30 календарных дней	Договор о подключении к системе теплоснабжения, при необходимости может включать подключение к системам вентиляции, отопления,

Код	Процедура	ОИВ, ответственный исполнитель	Срок проведения	Результат в цифровом формате (XML-схема)
				кондиционирования и горячего водоснабжения
<a href="#">I27.1</a>	Заключение договора о подключении к централизованным системам холодного водоснабжения и водоотведения	Акционерное общество "Мосводоканал"	до 30 календарных дней	Договор о подключении к централизованным системам холодного водоснабжения и водоотведения
<a href="#">I6.1</a>	Заключение договора о подключении к сети газораспределения	Акционерное общество "МОСГАЗ"	до 30 календарных дней	Договор о подключении к сети газораспределения
<a href="#">G2.2</a>	Согласование архитектурно-градостроительного решения объекта городского значения	Комитет по архитектуре и градостроительству города Москвы	до 30 календарных дней	Свидетельство об утверждении архитектурно-градостроительного решения

## Подготовка к строительству

Код	Процедура	ОИВ, ответственный исполнитель	Срок проведения	Результат в цифровом формате (XML-схема)
<a href="#">P1.3</a>	Получение заключения государственной экспертизы проектной документации и инженерных изысканий для строительства	Государственное автономное учреждение города Москвы "Московская государственная экспертиза"	до 45 календарных дней	Заключение государственной экспертизы проектной документации и инженерных изысканий
<a href="#">P2.2</a>	Согласование схемы движения транспорта и пешеходов на период проведения работ на проезжей части с занятием более одной полосы движения	Департамент транспорта и развития дорожно-транспортной инфраструктуры города Москвы	до 30 календарных дней	Заключение Департамента транспорта и развития дорожно-транспортной инфраструктуры города Москвы
<a href="#">P3.1</a>	Получение технического заключения о соответствии проектной документации сводному плану подземных коммуникаций и сооружений	ГУП «Московский городской трест геолого-геодезических и картографических работ»	до 14 календарных дней	Техническое заключение о соответствии проектной документации Сводному плану подземных коммуникаций и сооружений

Код	Процедура	ОИВ, ответственный исполнитель	Срок проведения	Результат в цифровом формате (XML-схема)
<a href="#">C3.1</a>	Получение разрешения на перемещение отходов строительства и сноса, в том числе грунтов	Департамент строительства города Москвы	до 5 календарных дней	Разрешение на перемещение отходов строительства и сноса, в том числе грунтов
<a href="#">C1.1</a>	Получение разрешения на строительство	Комитет государственного строительного надзора города Москвы	до 7 календарных дней	Разрешение на строительство
<a href="#">Z2.1</a>	Оформление ордера (разрешения) на проведение земляных работ, установку временных ограждений, размещение временных объектов	Объединение административно-технических инспекций города Москвы	до 17 календарных дней	Ордер (разрешение) на проведение земляных работ, установку временных ограждений, размещение временных объектов
<a href="#">C2.1</a>	Направление извещения о начале строительства, реконструкции объекта капитального строительства и выдача программы проверок	Комитет государственного строительного надзора города Москвы	до 7 календарных дней	Программа проверок строительства / реконструкции объекта
<a href="#">I7.1</a>	Подключение к электрическим сетям на период строительства	АО «Объединенная энергетическая компания» Публичное Акционерное Общество «Московская объединённая электросетевая компания»	до 30 календарных дней	Подключенное электроснабжение на период строительства
<a href="#">I28.1</a>	Подключение к централизованным системам холодного водоснабжения и водоотведения на период строительства	Акционерное общество "Мосводоканал"	до 30 календарных дней	Подключенное холодное водоснабжение и водоотведение на период строительства

## Завершение строительного-монтажных работ

Код	Процедура	ОИВ, ответственный исполнитель	Срок проведения	Результат в цифровом формате (XML-схема)
<a href="#">C5.1</a>	Передача исполнительной документации с проведением контрольной геодезической съемки	ГУП «Московский городской трест геолого-геодезических и картографических работ»	до 14 календарных дней	Размещение исполнительных чертежей и схем на Сводном плане
<a href="#">C9.1</a>	Закрытие разрешения на перемещение отходов строительства и сноса, в том числе грунтов	Департамент строительства города Москвы	до 5 календарных дней	Закрытое разрешение на перемещение отходов строительства и сноса, в том числе грунтов
<a href="#">C11.1</a>	Направление извещения об окончании строительства, реконструкции объекта капитального строительства	Комитет государственного строительного надзора города Москвы	до 7 календарных дней	Распоряжение о проведении итоговой проверки
<a href="#">C13.1</a>	Проведение итоговой проверки государственного строительного надзора	Комитет государственного строительного надзора города Москвы	до 28 календарных дней	Акт итоговой проверки государственного строительного надзора

## Подключение к ресурсам – в соответствии с договором

Код	Процедура	ОИВ, ответственный исполнитель	Срок проведения	Результат в цифровом формате (XML-схема)
<a href="#">П11.1</a>	Присоединение объекта капитального строительства к электрическим сетям	АО «Объединенная энергетическая компания»	в соответствии с договором	Акт технологического присоединения к электрическим сетям
<a href="#">П12.1</a>	Подключение объекта капитального строительства к сети газораспределения	Акционерное общество "МОСГАЗ"	в соответствии с договором	Акт о подключении к сети газораспределения
<a href="#">П13.1</a>	Подключение объекта капитального строительства к системе теплоснабжения	Московская объединенная энергетическая компания	в соответствии с договором	Акт о подключении к системе теплоснабжения и, в случае необходимости, подключения к системам вентиляции, кондиционирования,

Код	Процедура	ОИВ, ответственный исполнитель	Срок проведения	Результат в цифровом формате (XML-схема)
				отопления и горячего водоснабжения
<a href="#">I29.1</a>	Подключение к централизованным системам холодного водоснабжения и водоотведения	Акционерное общество "Мосводоканал"	в соответствии с договором	Акт о подключении к централизованным системам холодного водоснабжения и водоотведения

## Ввод в эксплуатацию

Код	Процедура	ОИВ, ответственный исполнитель	Срок проведения	Результат в цифровом формате (XML-схема)
<a href="#">C12.1</a>	Получение заключения о соответствии построенного, реконструированного объекта капитального строительства требованиям технических регламентов и проектной документации	Комитет государственного строительного надзора города Москвы	до 7 календарных дней	Заключение о соответствии построенного, реконструированного объекта капитального строительства требованиям технических регламентов и проектной документации
<a href="#">C8.1</a>	Получение технических планов на здание и наружные инженерные коммуникации	Кадастровый инженер	в соответствии с договором	Технический план здания
<a href="#">C14.1</a>	Получение разрешения на ввод объекта в эксплуатацию	Комитет государственного строительного надзора города Москвы	до 9 календарных дней	Разрешение на ввод объекта в эксплуатацию
<a href="#">C6.1</a>	Закрытие ордера (разрешения) на проведение земляных работ, установку временных ограждений, размещение временных объектов	Объединение административно-технических инспекций города Москвы	до 9 календарных дней	Уведомление о закрытии ордера
<a href="#">O3.1</a>	Государственная регистрация права собственности на объект недвижимого имущества	Федеральная служба государственной регистрации кадастра и картографии	до 9 календарных дней	Свидетельство о государственной регистрации права

## Список литературы

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29 декабря 2004 года № 190-ФЗ (ред. от 19.12.2022; с изм. и доп., вступ. в силу с 03.02.2023)
2. Федеральный закон «О стандартизации в Российской Федерации» от 29 июня 2015 года № 162-ФЗ (ред. от 30.12.2020)
3. Федеральный закон «О публично-правовой компании «Единый заказчик в сфере строительства» и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 22 декабря 2020 года № 435-ФЗ
4. Федеральный закон «О содействии развитию жилищного строительства» от 24 июля 2008 года № 161-ФЗ (ред. от 30.12.2021; с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2022)
5. Земельный кодекс Российской Федерации от 25 октября 2001 года № 136-ФЗ (ред. от 06.02.2023)
6. Жилищный кодекс Российской Федерации 29 декабря 2004 года № 188-ФЗ (ред. от 21.11.2022)
7. Федеральный закон от 25 февраля 1999 года № 39-ФЗ "Об инвестиционной деятельности в Российской Федерации, осуществляемой в форме капитальных вложений" (ред. от 28.12.2022)
8. Постановление Правительства Российской Федерации от 15 сентября 2020 года № 1431 "Об утверждении Правил формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства, состава сведений, документов и материалов, включаемых в информационную модель объекта капитального строительства и представляемых в форме электронных документов, и требований к форматам указанных электронных документов, а также о внесении изменения в пункт 6 Положения о выполнении инженерных изысканий для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства" (ред. от 27.05.2022)
9. Руководство к Своду знаний по управлению проектами (Руководство РМВОК®). Пятое издание. - М., ЗАО "Олимп-Бизнес", 2014 и Шестое издание. Agile: практическое руководство, Project Management Institute, Inc. (PMI), коллектив авторов, 2017
10. Бачурина С.С. Информационное моделирование: методология использования цифровых моделей в процессе перехода к цифровому проектированию и строительству. Часть 1: Цифровой проектный менеджмент полного цикла в градостроительстве. Теория. - М.: ДМК Пресс, 2021. – 112 стр.
11. Бачурина С.С. Информационное моделирование: методология использования цифровых моделей в процессе перехода к цифровому проектированию и строительству. Часть 2: Переход к цифровому проектированию и строительству. Методология. - М.: ДМК Пресс, 2021. – 128 стр.
12. Бачурина С. С. Информационное моделирование: методология использования цифровых моделей в процессе перехода к цифровому проектированию и строительству. Ч. 3: Примеры лучших практик использования цифровых моделей в градостроительстве. – М.: ДМК Пресс, 2022. – 192 с.



[Вопросы-ответы](#)



[Ссылка на видеозапись](#)



[Скачать НПА](#)



[Тестирование](#)



## **Глава 2. Управление проектами в инвестиционно-строительной сфере**

### **2.1. Общая организация ТИМ на инвестиционном строительном проекте**

*Автор: Талапов Владимир Васильевич,*

*Президент Сибирской БИМ-Академии, член-корреспондент МААМ*

*Ключевые слова: информационные модели. основы*

Исторически сложилось, что главными вдохновителями и популяризаторами освоения и внедрения BIM в проектно-строительную практику являются наиболее прогрессивные проектировщики, в основном архитекторы. Они одними из первых поняли все преимущества новой технологии и начали постепенно применять ее в своей деятельности (в большинстве стран, архитектор фактически выполняет функции генподрядчика), потянув в информационное моделирование зданий по цепочке всех остальных участников процесса проектирования и строительства. И чем теснее представители других специальностей связаны с архитекторами, тем быстрее и они ввязываются в новое дело.

Для того, чтобы в этом убедиться, достаточно посмотреть историю развития программного обеспечения для BIM. Практически все программы начинались с архитектурных разделов или специализированных архитектурных версий, а затем уже обростали и другими модулями и приложениями (конструкции, электрика, воздуховоды и т.п.).

Но архитекторы сами по себе ограничены в возможностях – сила BIM в комплексной работе с объектом, то есть в тесном взаимопонимании и взаимодействии специалистов разных направлений проектирования, составления смет и расчетов, производства изделий и конструкций, организации и финансирования строительства, управления и эксплуатации зданий и многих других. Основные группы специалистов (весьма обобщенно), непосредственно связанных с BIM и участвующих как в создании модели, так и в её использовании, показаны в приведенной схеме (рис. 1).



Рисунок 1. Основные получатели пользы от информационного моделирования здания

Однако на самом главном месте в этой схеме, как это не покажется странным после сказанного выше, находятся все-таки не архитекторы (и не создатели модели), а собственники здания, которые действуют через технического заказчика. Потому что только они самым объективным образом заинтересованы в комплексном и эффективном подходе к решению проблем сооружения, которым владеют или собираются владеть. В первую очередь, именно они внимательно считают свои деньги, как расходуемые сейчас, так и предполагаемые к тратам в будущем.

Опыт внедрения BIM в развитых странах мира однозначно показывает, что в подавляющем большинстве случаев только после осознания полезности BIM и принятия концепции информационного моделирования здания собственником (заказчиком), будь то частное лицо или государственная структура, новой технологией начинают активно овладевать все остальные участники процесса работы с объектом.

## Новое строительство

Слева на рисунке 1 указаны группы специалистов, связанных с первоначальным проектированием здания, а также возможными дальнейшими его переделками, реконструкциями и реставрациями.

О роли архитекторов в информационном моделировании здания мы уже говорили. И все же, по исторически сложившейся логике проектирования, именно архитекторы разрабатывают самую концепцию здания и задают основу этой модели (или ее первую, архитектурную часть). Это означает, что архитекторы фактически определяют основное направление проектирования и координируют действия других участников этого процесса, для которых работа архитекторов служит своеобразным «шаблоном», по которому строятся остальные, более специализированные части общей модели сооружения (рис. 2).



Рисунок 2. Информационная модель отеля «Восток» в Гонконге на стадии завершения проектирования.

На рис. 2 показано последовательное совмещение схемы установки оборудования, несущего каркаса и архитектурного оформления здания, 2004 год.

Другие проектировщики: несущего каркаса здания, фундамента, его инженерного оснащения и благоустройства прилегающей территории, организации строительства, сметчики и экономисты – работают с проектом практически

параллельно. При этом они, естественно, немного пропускают вперед архитекторов, первоначально оговорив зоны своей ответственности и ориентируясь по архитектурной части информационной модели.

Но может быть и по-другому, когда проект начинается не с архитектурного замысла, а идет от конструкторской идеи или технологической необходимости (например, промышленное здание). Однако в любом случае модель получается комплексная по своей сути и работает на всех. Конкретная же последовательность участия специалистов в информационном моделировании может быть самой разной – она диктуется логикой создания каждого объекта в зависимости от его целевого предназначения, а также технологических и эксплуатационных особенностей (рис. 3).

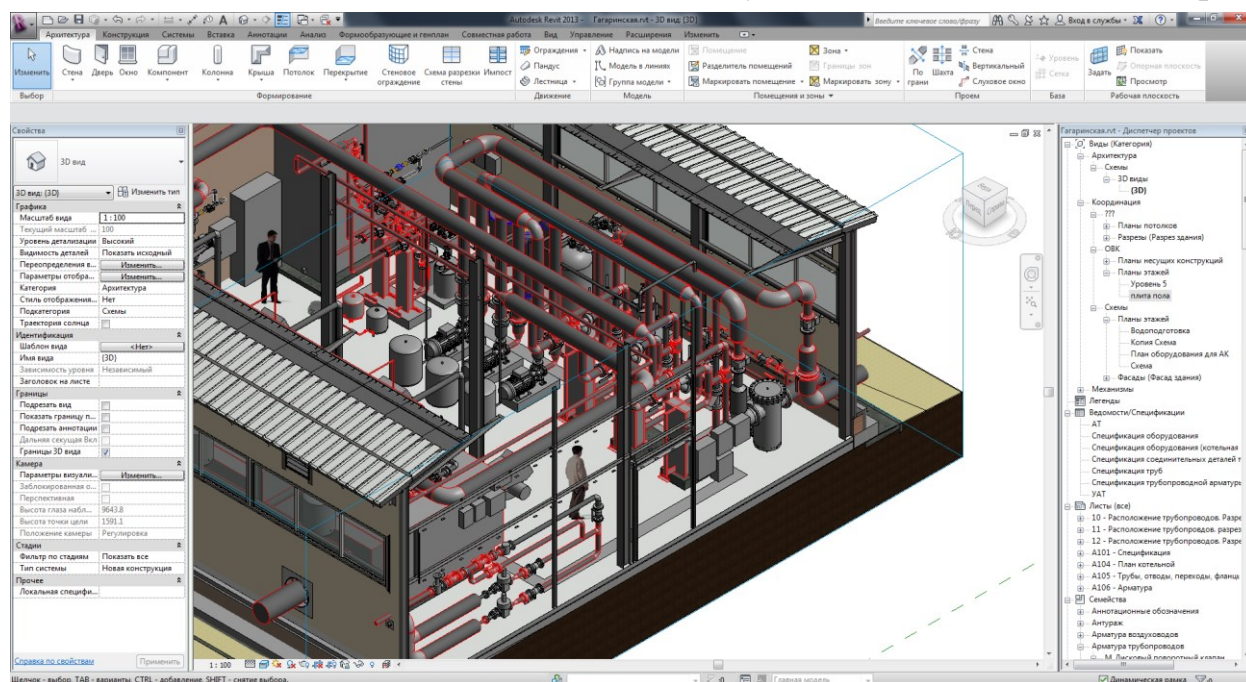


Рисунок 3. Проект котельной: в работе с таким объектом главенствует технолог, затем идут конструкторы, а архитектор оказывается практически «не у дел». ОАО «СИАСК», 2013.

Нижняя группа указанных на рисунке 1 специалистов непосредственно связана с возведением и оснащением здания. Для них создаваемая информационная модель является источником практически всей используемой информации.

Важно подчеркнуть, что при текущем уровне развития строительных технологий, машин и материалов не все искромётные идеи архитекторов могут быть воплощены «в металле и бетоне». Равно как и не каждый архитектурный замысел может быть реализован в приемлемые сроки и за разумные деньги. Поэтому следующим шагом использования информационной модели становится разработка

ПОС (Проекта организации строительства) и ППР (Проекта производства работ), отвечающих на глобальный вопрос «Как это построить?», из которого вытекают ответы на вопросы «Сколько времени потребуется?» и «Сколько это будет стоить?». Часто возникает и обратная задача «Как это построить на имеющиеся деньги?», решение которой также упирается в выбор технологии производства строительно-монтажных работ.

Чтобы читатель лучше представлял, о каком объёме работы при подготовке ПОС и ППР идёт речь, перечислим лишь некоторую часть из рассматриваемых организационно-технологических решений:

- как производить разработку котлована, не повредив существующие инженерные сети?
- где расположить выезды из котлована, чтобы упростить логистику земляных работ?
- какое грузоподъемное оборудование применить?
- на какие захваты разбить элементы конструкции и в какой последовательности производить работы по этим захваткам?
- где расположить приобъектный склад, где - хозбытовой городок, а где - зону отвала грунта под обратную засыпку?
- где поставить бетононасос, чтобы он не перегоразживал временную дорогу?
- как негабаритное оборудование наименьшими усилиями установить в проектное положение внутри здания?
- как организовать объектный поток, чтобы монтаж разных инженерных систем производить параллельно?
- как не нарушать технику безопасности при всех вышеперечисленных условиях?

Как видим, технологам-строителям приходится решать огромный пласт задач, и это требует исчерпывающих и взаимосвязанных знаний об объекте строительства и его окружении (рис. 4).



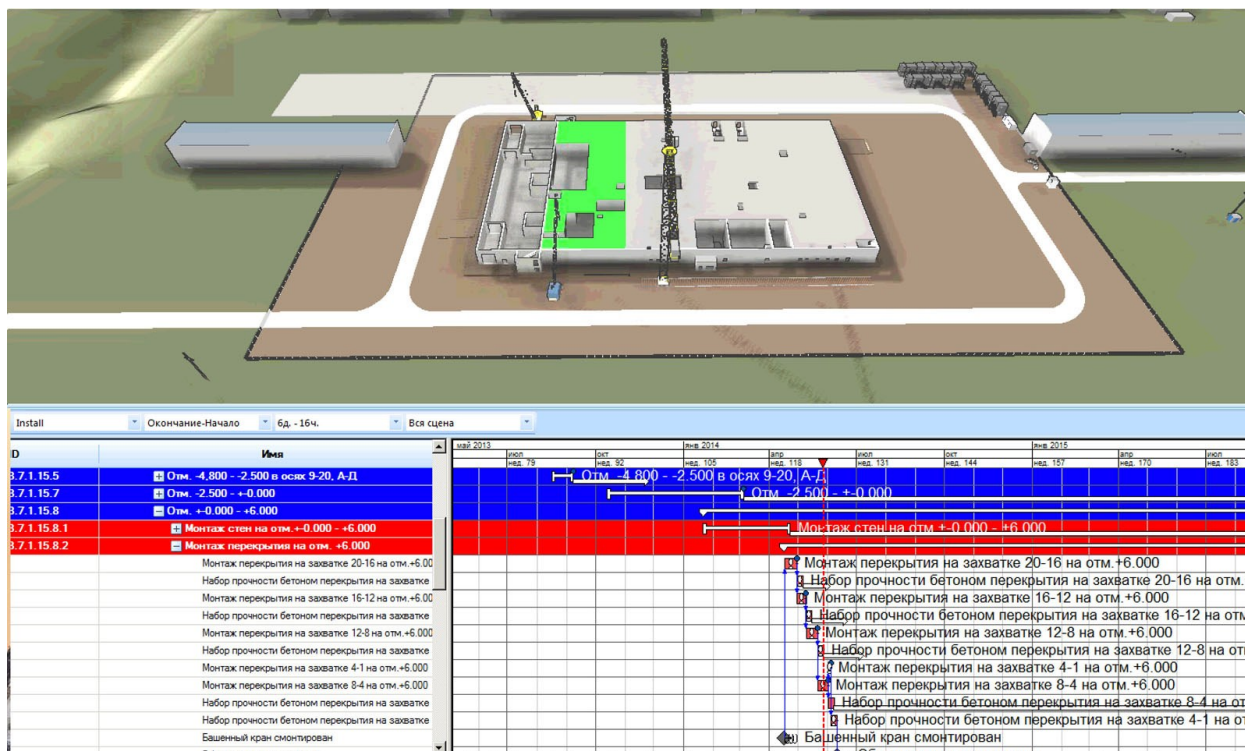


Рисунок 4. Визуальная модель для проекта организации строительства комплекса переработки твердых радиоактивных отходов. ООО «К4», 2012.

После появления сетевых моделей, а несколько позже – специального программного обеспечения для разработки и расчёта календарно-сетевых графиков методом критического пути (более известного сегодня под названием «ПО для управления проектами») строители пытались решить эти задачи с их помощью. Но сетевой график с точки зрения подготовки организационно-технологических решений обладает двумя большими недостатками. Во-первых, он не учитывает пространственные ограничения. Во-вторых, его наглядность абсолютно недостаточна для массовой аудитории, от прорабов до больших начальников.

Поэтому в рамках технологии BIM начало развиваться особое направление – визуальное планирование, задача которого – формирование визуальной модели организации строительства. Это, естественно, потребовало и специальных программ, в основе которых лежит та же модель сетевого графика, но при увязке графика и информационной модели объекта уже можно рассчитать расписание с учетом пространственных ограничений. Затем полученный результат можно продемонстрировать в максимально наглядной визуальной форме – в виде «мультлика» (видеоролика) (рис. 2-2-6).

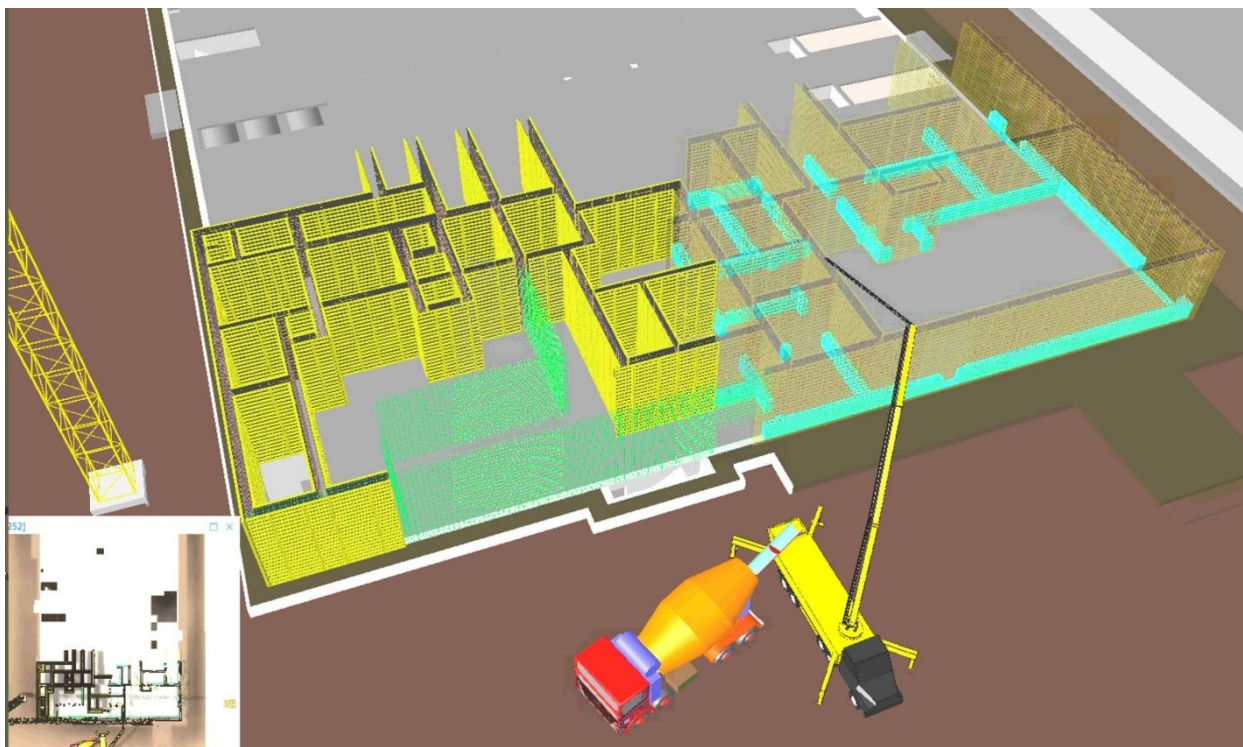


Рисунок 5. Детальная проработка технологии армирования и бетонирования при строительстве объекта использования атомной энергии. ООО «К4», 2013.

Для чего это делается? Американские исследования показали, что на детальное изучение сетевого графика, созданного кем-то другим, уходит в среднем вдвое больше времени, чем на собственную разработку этого графика. Поэтому детальные графики, учитывающие организационно-технологические решения уровня ППР, целиком изучить дано очень немногим, причём не от недостатка знаний или квалификации, а от нехватки времени. Визуальная модель, содержащая сравнимый объём информации, анализируется в десятки раз быстрее, поскольку 80% информации человек получает через зрение. Так что «лучше один раз увидеть» (кстати, именно поэтому в нашей книге так много картинок). Это, в свою очередь, способствует улучшению показателя «возможность договориться», поскольку оставляет меньше шансов сторонам трактовать то или иное решение в свою пользу.

Применение визуальной модели организации строительства начинается обычно с решения общей задачи: «На какие захватки разделить те или иные элементы конструкции?». Дело в том, что 3D модель, и даже информационная модель объекта, разработанная проектировщиком, ответа на этот вопрос практически не содержит. Проектировщик не строитель, он обычно не задумывается о способах строительства запроектированного им объекта. Поэтому при переходе к строительству у пользователей BIM возникает необходимость выбора:

- либо позволить строителям вносить изменения в основную модель после проектировщиков (но кто гарантирует после этого отсутствие ошибок?),

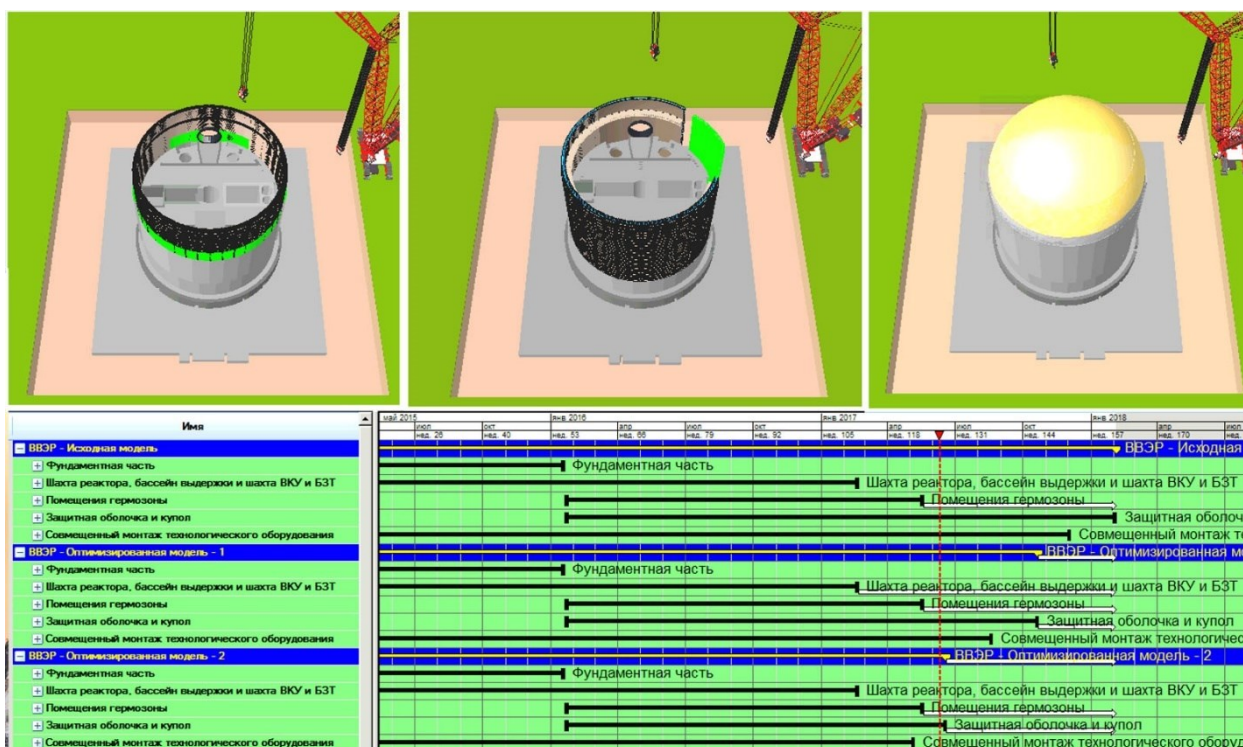
- либо строителям каждый раз объяснять проектировщикам, какие нужны изменения, а те их будут вносить в информационную модель,

- либо дать строителям свой инструмент, использующий ранее разработанную модель как исходные данные (в режиме «только для чтения»), а все изменения её элементов хранить в специальной «строительной» надстройке к основной информационной модели.

Поскольку ни один из этих вариантов не является идеальным, то рациональное решение возникающих проблем видится в комплексном использовании всех трёх подходов, хотя последний со временем станет самым предпочтительным.

И, конечно, проблем будет намного меньше, если проектировщики и строители будут работать по единому классификатору строительных элементов, адаптированному для BIM.

Важным аспектом визуального планирования является возможность оперативной проработки вариантов того или иного организационно-технологического решения. Как начать копать котлован - с севера на юг или с юга на север? При монтаже арматурного каркаса из укрупнённых армоблоков применить ванную сварку или муфтовые соединения? Да и размерами самих армоблоков можно «поиграть». Таких вариантов на большой стройке сотни и тысячи, и лучше их перебирать (изучать) на компьютере, а не на реальной стройплощадке (рис. 6).





## Рисунок 6. Варианты моделирования сооружения гермооболочки реакторного отделения АЭС. ООО «К4», 2014.

На сегодняшний день средства для визуального планирования развиты настолько, что появилась возможность прорабатывать организационно-технологические решения до уровня рабочих операций. Это нужно далеко не для всех видов строительно-монтажных работ, но такая возможность теперь есть.

Визуальная модель является основой для формирования календарно-сетевых графиков в части строительно-монтажных работ, а далее график может насыщаться данными из смежных предметных областей: выдача комплектов рабочей документации, поставки оборудования и материалов, график пуско-наладочных работ, получение разрешительной документации и т.п.

На основе визуальной модели могут формироваться недельно-суточные и даже сменно-суточные задания для подрядчиков и прорабов. Их форма - от простейшей таблицы работ со сроками и физическими объёмами до такой же таблицы, но проиллюстрированной подробными технологическими схемами, выполненными по принципу «возьми отсюда, положи сюда». Их преимущество - гарантированная выполнимость по физическим показателям («человеческий фактор» на все 100% пока непредсказуем) и полная координация со «смежниками». Другими словами, электрики и вентиляционщики теперь не придут одновременно работать в одно помещение.

Подытожим всё сказанное: сегодня в строительной индустрии BIM служит основой для организации строительства, взаимодействия субподрядчиков, составления графиков, схем и календарных планов, управления потоком поставок и последовательностью монтажа, финансового обслуживания процесса строительства и т.п. (рис. 7).

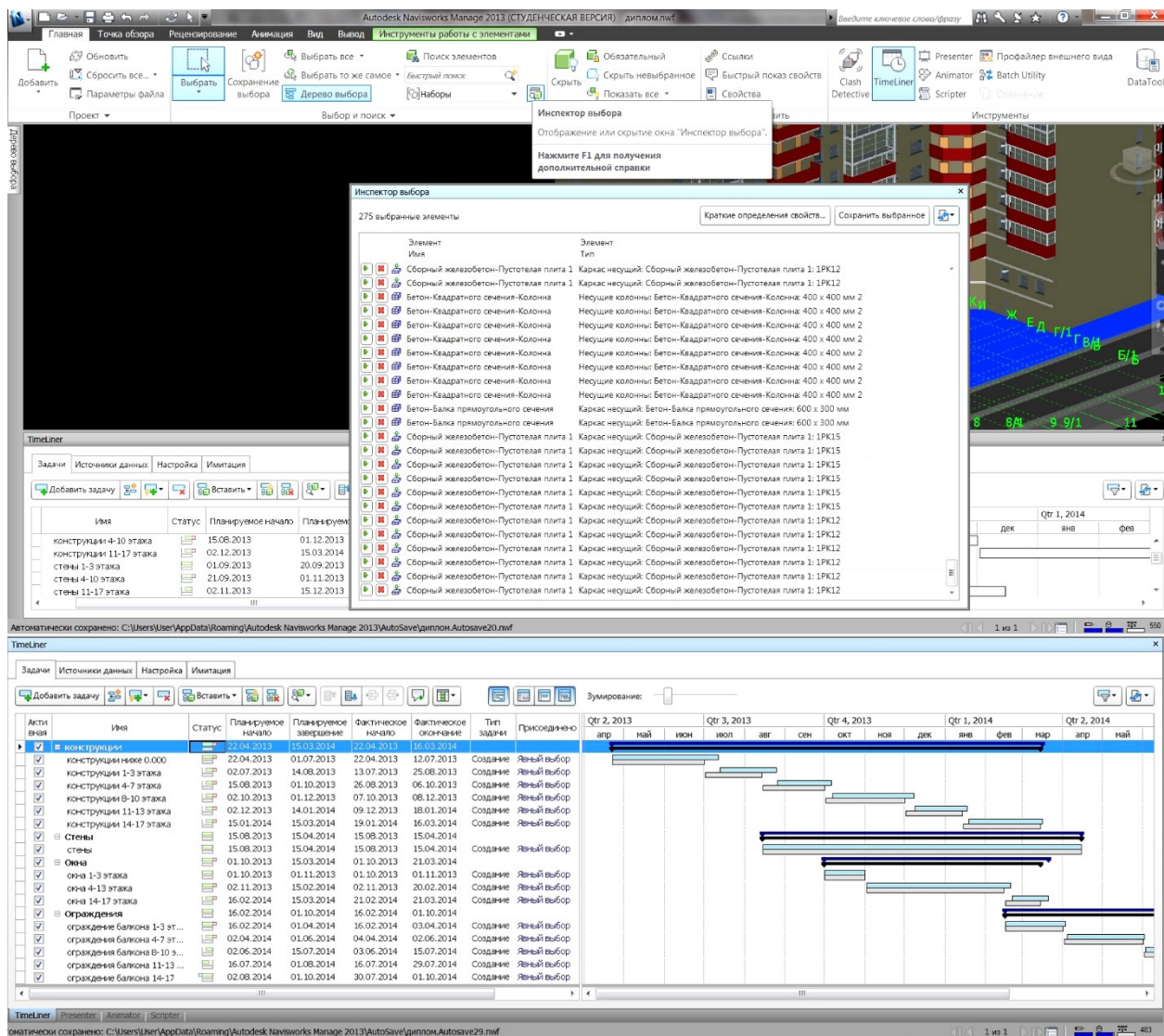


Рисунок 7. Формирование графика возведения здания на основе его информационной модели. Е. Пичуева, 2013.

Также с помощью BIM (и соответствующего инструментария) можно заниматься изготовлением необходимой для строительства опалубки, несущими конструкциями (колонны, балки, плиты перекрытий и т.п.), строительными материалами, оборудованием для оснащения здания (лифты, насосы, воздуховоды, электросети, системы отопления, кондиционирования и т.п.), составлять сметы, формировать заказы (как в общем объеме, так и по календарному графику), определять объем необходимых для этого финансовых средств, составлять график платежей для заказа материалов и оборудования и т.п.

Эта же информационная модель позволяет оперативно вносить коррективы в конструктивную и другие части проекта и сам процесс возведения здания, если в этом

возникает необходимость (практика показывает, что такие ситуации возникают почти всегда).

Например, при строительстве весьма важен контроль точности возведения каркаса здания, особенно при работе со сборными конструкциями. Такой контроль весьма эффективен при использовании 3D сканирования и последующего сравнения полученного облака точек с проектной моделью. Технология BIM позволяет, в случае необходимости, быстро вносить изменения в изготовление новых изделий, учитывающие отклонения при монтаже предыдущей партии несущих конструкций.

В современных условиях, характеризующихся высокой плотностью окружающей застройки и стесненностью участка строительства, когда его границы часто практически совпадают с периметром здания, единственно возможным вариантом работы является положение, когда монтаж конструкций и оборудования ведется по строго просчитанному графику прямо «с колес». Такая организация строительства на высочайшем уровне также обеспечивается информационной моделью здания (рис. 8).



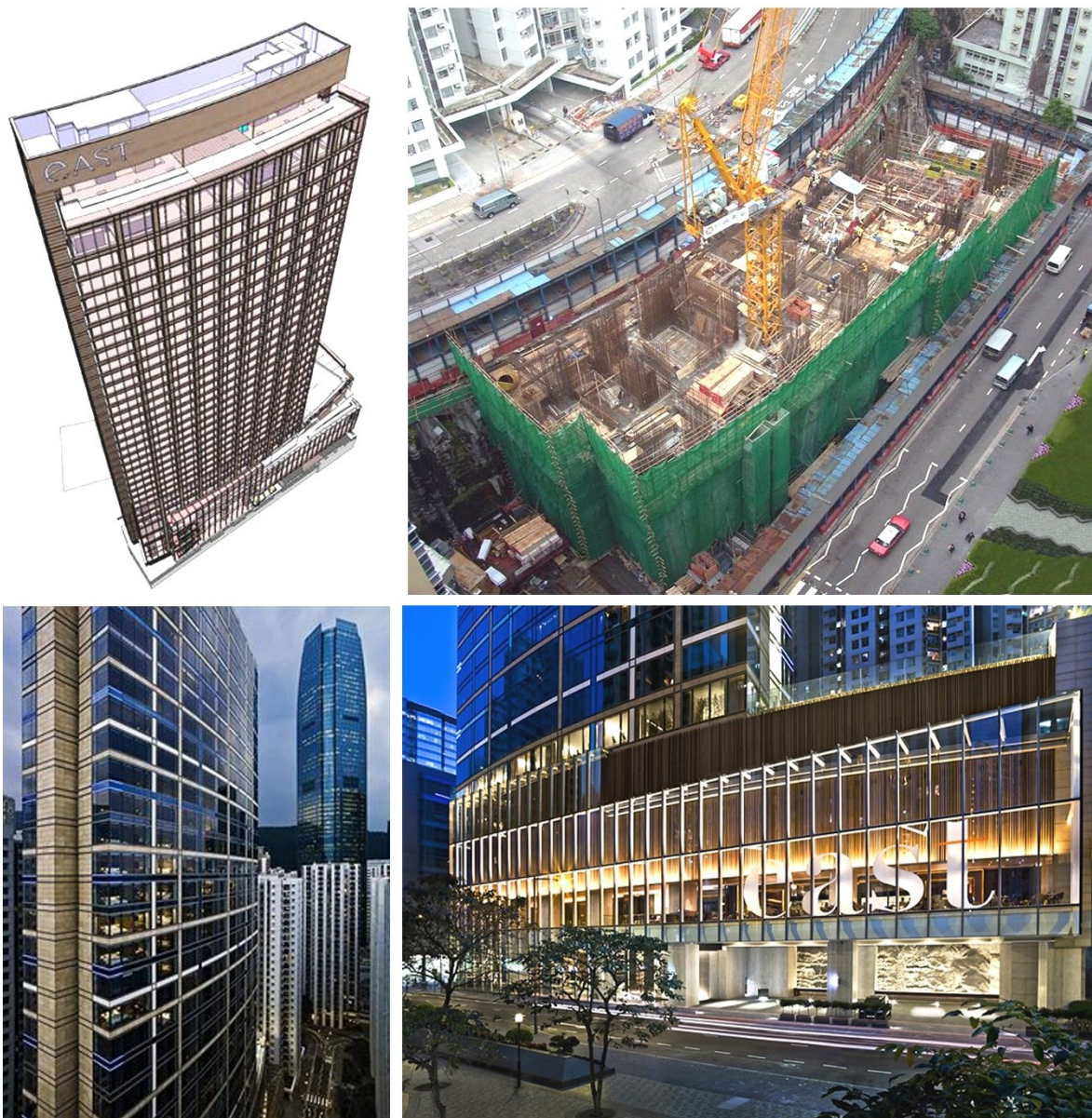


Рисунок 8. Вверху: архитектурный облик и начало строительства отеля «Восток» в Гонконге, граница стройплощадки почти полностью совпадает с периметром основания здания. Внизу: современный вид здания. 2004.

Однако использование информационной модели здания при строительстве не означает, что она попадает «на стройплощадку» в готовом, законченном виде. В процессе строительства эта модель обязательно дополняется новой информацией, а временами может и претерпевать существенные изменения. Основных причин таких изменений может быть две:

1. Изменение заказчиком (по разным причинам) требований к объекту уже в процессе строительства.
2. Исправление обнаруженных проектных ошибок или улучшение принятых ранее проектных решений.

## **Изготовление строительных изделий и конструкций**

Что касается разработки и изготовления конструкций и оборудования, относящихся как непосредственно к зданию, так и к обеспечению процесса строительства, то и здесь роль BIM невозможно переоценить.

Работа на стройплощадке «с колес» предполагает высокую сборочную готовность всех указанных компонентов, а это возможно только при практически машиностроительной точности их изготовления и высокой культуре работы на стройке. Подгонка деталей кувалдой «по месту» исключается.

Такая точность работы также требует для решения неминуемо возникающих общих вопросов высокого уровня взаимодействия и двусторонней связи проектировщиков, изготовителей, всех подрядчиков и субподрядчиков, а также организаторов строительного процесса.

Но такой подход при возведении объекта не требует каких-то титанических усилий от изготовителей, монтажников и строителей. При использовании технологии BIM описанный выше уровень работы – совершенно естественный и не сложный, да и всю актуальную для взаимодействия информацию можно получать «в реальном времени» прямо из информационной модели здания, минуя стадию бумажной документации.

Но информационная модель – штука объемная, работа с ней требует соответствующих программ и больших компьютерных ресурсов. Кроме того, с моделью работают конкретные специалисты в офисе. Как же довести её до мастера (исполнителя работ) на стройплощадке?

Решение этой проблемы уже существует и заключается в использовании мобильных устройств и облачных технологий. В общих чертах это заключается в следующем: модель, естественно, находится на главном сервере в офисе (на современном лексиконе называется «облаком»), компьютерные программы – там же. На стройплощадке организован доступ к Интернету (иногда ретрансляторы ставятся через каждые 3–4 этажа), а у каждого специалиста имеется планшет, с помощью которого он выходит через мобильную связь на основную модель. Работа с моделью осуществляется в режиме «только чтение», другого не требуется (рис.9).





Рисунок 9. Связь прямо со стройплощадки с моделью в «облаке» – для некоторых это уже реальная строительная практика

Надо только помнить, что главное требование для успешной работы всего проектно-строительного комплекса на общем объекте - информационная модель здания должна быть абсолютно точной. Тогда определенные в BIM размеры деталей и их форму можно напрямую или через специализированные программы использовать для получения документации на изготовление в заводских условиях элементов, конструкций или инженерного оснащения, что уменьшает сроки строительства и повышает его качество. Особенно это эффективно там, где используются станки с ЧПУ (например, при производстве металлоконструкций) – задание на изготовление идет практически напрямую из BIM.

В дальнейшем эти же данные из модели можно вновь использовать уже при подготовке и планировании монтажа готовых элементов.

Это же относится и к тем частям конструкций здания, которые изготавливаются непосредственно на месте (например, монолитный железобетон). С помощью BIM можно спроектировать и рассчитать армирование, характеристики железобетона, собрать или на месте изготовить опалубку, а затем под управлением той же информационной модели здания производить и само бетонирование.

При этом опять отметим, что информационная модель здания на стройплощадке не является чем-то «застывшим», в нее могут вноситься изменения. Например, при возведении каркаса здания из сборного железобетона по завершении каждой монтажной стадии осуществляется размерный контроль, результаты которого

могут корректировать размеры следующей партии заказываемых изделий, что обязательно должно отражаться в модели.

Но такое использование новых методов требует от всех участников проектирования и строительства совершенного владения технологией BIM, если хотите – нового уровня культуры производства.

Однако все специалисты по строительству также прекрасно осознают, что, несмотря на высокую точность информационных моделей и качество выпускаемой компьютерными программами строительной документации, существующие в настоящее время допуски на строительство и монтаж конструкций и оборудования в значительной степени остаются неизменными. Эту реальность также необходимо учитывать при работе с компьютерными моделями, хотя обнадёживающие процессы здесь тоже происходят (рис. 10).

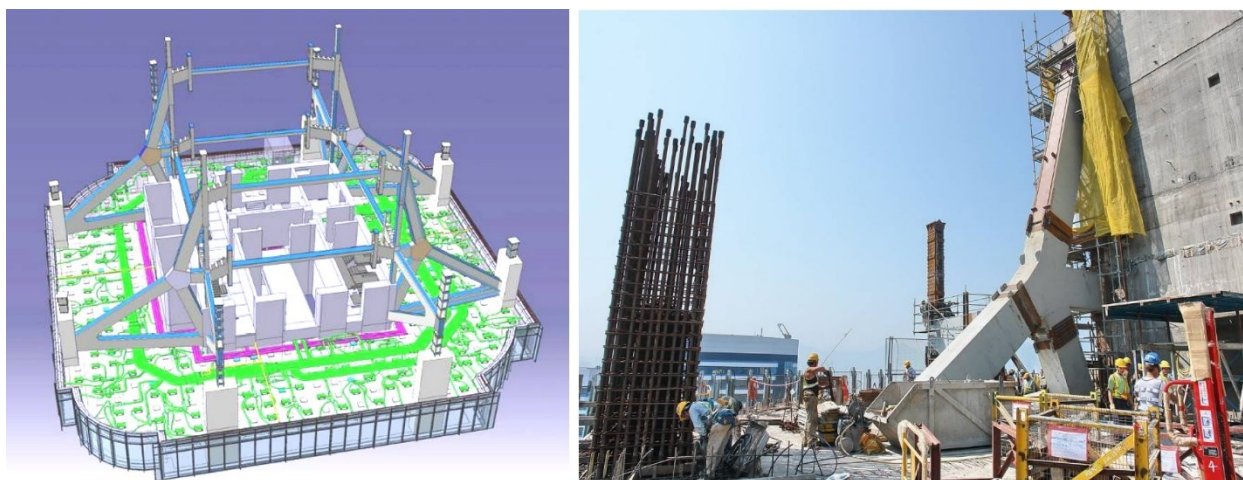


Рисунок 10. Строительство небоскреба «Восточная башня» в Гонконге. Возведение здания по компьютерной модели 2005.

### **Инженерное оборудование зданий**

Инженерное оборудование и техническое оснащение – одна из важнейших, при этом наиболее сложных и дорогостоящих частей современного здания, от которой в значительной степени зависит функциональная, энергетическая, экологическая и в итоге экономическая состоятельность проекта. Да и стоимость обслуживания здания в первую очередь определяется заложенными в него инженерными системами и их эффективностью. Поэтому совершенно логично, что инженерное оборудование здания – одна из важнейших частей его информационной модели.

При этом не имеет значения, большой это объект или маленький – точность информационной модели определяет как успешность проекта, так и качество комплектации и монтажа, а в дальнейшем и эффективность эксплуатации (рис. 11).



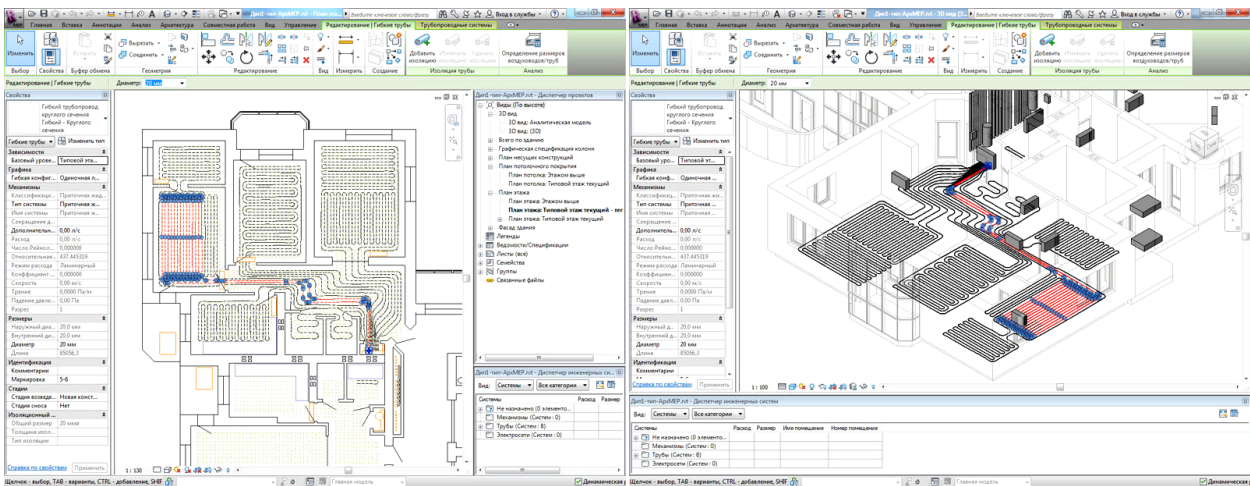


Рисунок 11. Моделирование «теплого пола» квартиры. И.Козлов, 2013.

### Определение экологических и эксплуатационных свойств объектов.

Сейчас в мире широчайшее распространение получила концепция экологически рационального проектирования, для которой технология BIM также открывает огромные возможности.

Информационное моделирование позволяет на стадии проектирования, даже на стадии эскизного проекта, определять свойства будущего здания, которые либо оптимизируются, либо приводятся в соответствие с требованиями заказчика. Такая возможность экономит время, затрачиваемое на проектирование и строительство, но больше всего снижает расходы на эксплуатацию и создает комфортные условия для работы и проживания (рис. 12).

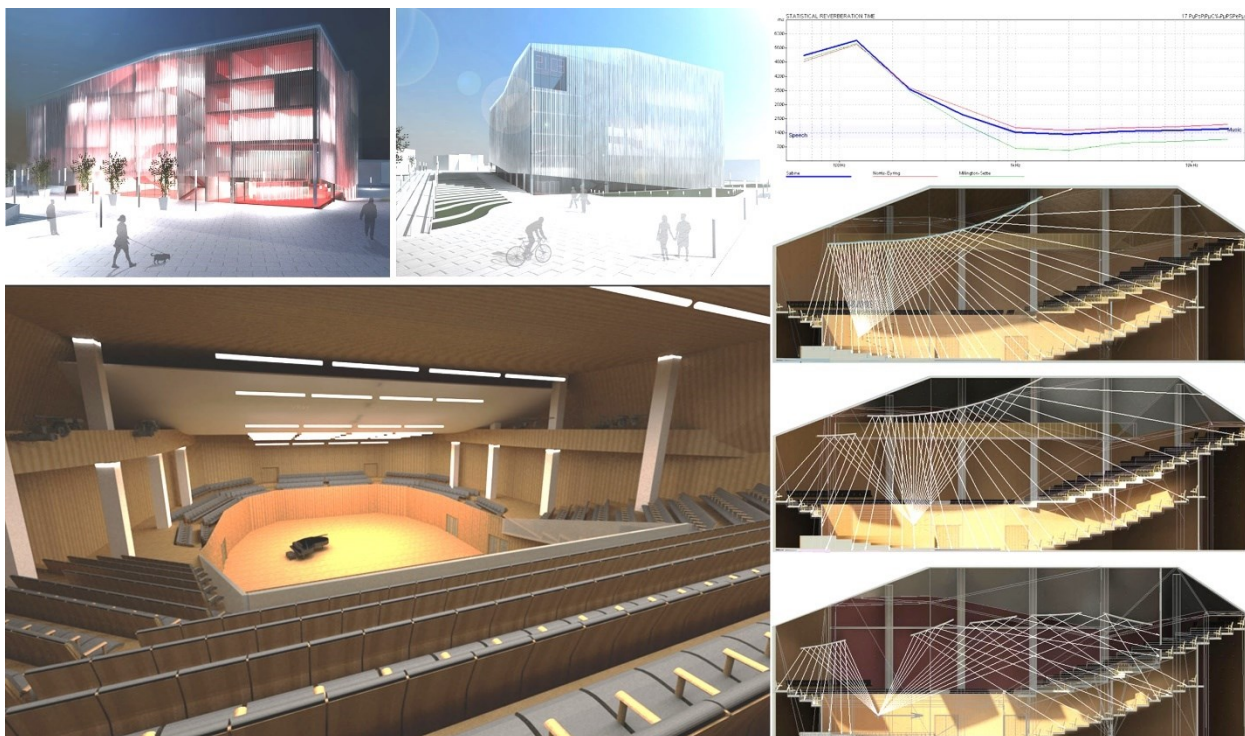




Рисунок 12. Проект концертного зала с изменяемыми акустическими характеристиками. Конфигурация звукоотражающих панелей менялась (вручную) в зависимости от результатов расчета времени реверберации. З.Мишенова, 2011.

### **Комплексная застройка**

В самом названии BIM говорится о моделировании отдельных зданий, но это лишь терминологические условности – в диапазон применения новой технологии входят также и целые комплексы зданий и сооружений со всеми их многосложными связями и коммуникациями, объединяемые сегодня в моделирование комплексного развития территории (рис. 13).

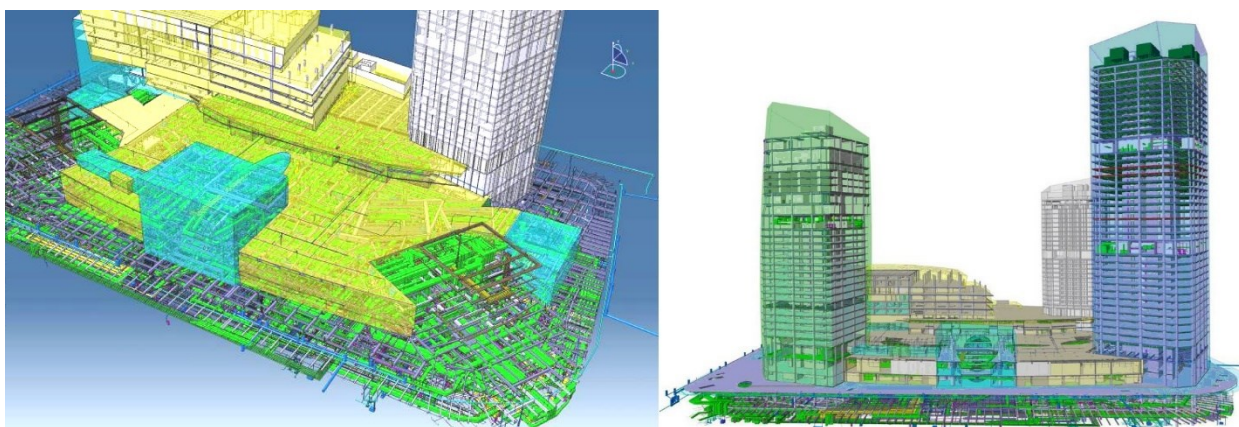


Рис. 13. Проектирование комплекса «Таико Хоуи» в Гонконге

В каждом из таких случаев итоговая информационная модель всего комплексного проекта складывается из составных частей:

- 1) моделей каждого отдельного здания;
- 2) моделей общих инженерных систем всего комплекса зданий (как правило, это тоже сумма отдельных моделей по различному технологическому назначению и организационной подчиненности);
- 3) модели местности с рельефом, внешними коммуникациями (надземными и подземными) и благоустройством территории.

### **Инвесторы и застройщики**

Теперь снова вернемся к рисунку 1. В правой ее части указаны специалисты, напрямую не связанные с возведением здания, но работающие с ним все остальное время его существования. Для них BIM также является источником практически всей используемой информации.

Когда специалисты-проектировщики приступают к работе над будущим зданием, они обычно уверены, что вопросы экономической перспективы уже решены: известно, что это здание кому-то необходимо и что кто-то за все это заплатит.

Однако успешный строительный бизнес, как и любой бизнес, обязан быть, прежде всего, экономически эффективным, в частности, всегда должны обеспечиваться своевременное финансирование строительства и всегда построенное должно продаваться. При этом строить лучше всего не на свои деньги, а прибыль желательно получать как можно быстрее.

Это – очевидные аксиомы. Чтобы они стали реальностью, действия по привлечению инвесторов и продаже площадей в новом здании начинаются задолго до завершения его проектирования. В идеале их даже надо закончить до завершения проектирования.

Основательная работа с потенциальным инвестором на стадии проектирования предполагает выполнение как минимум трех обязательных условий, без которых никто вам денег не даст:

1. У заказчика или потенциального покупателя должна быть максимальная ясность по всем компонентам здания, материалам, инженерному оснащению, организации строительства и т.п. (рис. 14).



Рисунок 14. Проект многоэтажного жилого дома с многоуровневой автоматизированной парковкой. Покупатель хорошо видит по модели, за что он платит деньги. И.Козлов, 2010.

2. Надо иметь возможность оперативно вносить изменения в проект, учитывая постоянно возникающие новые пожелания заказчика, при этом «не меняя отведенных на проектирование и строительство сроков».

3. При каждом изменении проекта, в каждом новом варианте оперативно (в идеале автоматически) получать его визуализационные, экономические и технические характеристики, а также всю остальную вычисляемую информацию (площади помещений, количество парковочных мест, площадь остекления фасада, количество отделочных материалов и т.п.).

В строительной индустрии развитых стран мира презентации проекта и работе с инвесторами давно уже придают первостепенное значение, и в этой области

деятельности информационное моделирование зданий также зарекомендовало себя наилучшим образом, при современных темпах и объемах строительства оно стало просто незаменимым.

Если же рассматривать индивидуальное строительство малоэтажных жилых домов, то здесь эффективность технологии BIM также проявляется весьма зримо. Ведь покупатель дома (или индивидуальный застройщик) обычно большими деньгами не обладает, так что для него важна любая экономия.

В силу же небольшого объема создаваемого объекта ему (будущему хозяину здания) легче вникать и разбираться в проекте «до мелочей», фактически «соучаствуя» (или напрямую участвуя) в процессе проектирования и строительства. А это обеспечивается через информационное моделирование. И в результате достигается как оптимизация и «прозрачность» итоговой стоимости здания, так и правильная и понятная организация всего процесса строительства.

При этом, опять же, BIM позволяет еще и хорошо спрогнозировать и минимизировать последующие расходы на эксплуатацию здания, обоснованно создать энергетически рациональный, «зеленый» объект, что в большинстве случаев для инвестора может иметь решающее значение при покупке или строительстве нового дома.

### **Эксплуатация и ремонт зданий**

Часто считают, что BIM – это технология проектирования, при этом подразумевая проектирование «с нуля» новых зданий и сооружений. Но, обратите внимание, самого слова проектирование в названии Информационное моделирование зданий нет. И это не случайно.

Ведь создаваемая информационная модель здания имеет гораздо более широкое применение. В том числе она весьма полезна для уже существующих объектов, поскольку содержит всю необходимую (для решения конкретных поставленных задач) информацию о них, а наша задача – грамотно этой информацией распоряжаться.

В наиболее развитых мировых центрах на сегодняшний день уже построено так много, что на первое место там выходит не создание новых, а реконструкция и реставрация имеющихся зданий и сооружений.

Эта сторона использования новой технологии почему-то малоизвестна, но попытки применения BIM к существующим объектам начались практически одновременно с широким внедрением информационного моделирования зданий.

И здесь, пожалуй, становятся еще более очевидными преимущества BIM:

- 1) возможность моделировать изменения в конструкции здания,
- 2) проектировать переоснащение здания новым инженерным оборудованием, доводя его эксплуатационные характеристики до современного уровня требований,
- 3) отслеживать текущее состояние здания (особенно важно для памятников архитектуры) и своевременно принимать меры по реставрации,
- 4) грамотно эксплуатировать существующие объекты.

Обслуживание и ремонт зданий – очень важный и весьма затратный вид повседневной деятельности, более точно – основной вид работы со зданием в период его существования, и здесь информационному моделированию открывается широчайшее поле для применения.

Если имеется информационная модель здания, то хозяин или управляющая компания всегда будут знать, сколько лампочек надо заменять в местах общего пользования, каков график обслуживания и замены каждого конкретного устройства (например, насоса или электросчетчика), сколько штукатурки или водопроводных труб потребуется для капитального ремонта дома, сколько будет стоить облицовка здания новыми материалами, где их найти по более выгодной цене, и в какой срок можно осуществить все работы, а также многое другое.

Не менее важно дежурному слесарю быстро получать точную информацию в случае возможных аварий или поломок. Понятно, что для этого нужны специальные компьютерные программы (специализированный интерфейс работы с моделью), которые будут брать из модели именно нужную для задач ремонтного обслуживания информацию и правильно ею распоряжаться. Такие программы не нужны архитекторам, они не требуются при проектировании или строительстве здания, поэтому на начальных этапах информационного моделирования здания они и не появляются. Более того, информация о регламенте обслуживания или сроках замены оборудования на этих этапах тоже не нужна. Но она нужна на стадии эксплуатации здания.

Поэтому при обслуживании здания появляется потребность как в новых программах, так и в постоянной актуализации модели пополнением её дополнительной информацией (если этого не сделали раньше). Таким образом, на

стадии эксплуатации здания процесс информационного моделирования продолжается.

### **Значение BIM для российского ЖКХ**

Нашей стране в наследство достался огромный жилой фонд, ранее почти полностью принадлежавший государству. Сейчас он, находясь уже в разных формах собственности, требует постоянного обслуживания и капитального ремонта. Ситуация осложняется тем, что за последние двадцать лет, в так называемый «переходный период», капитальным ремонтом жилых зданий почти не занимались, к тому же в большинстве случаев техническая документация по зданиям частично или полностью отсутствует. Периодически проводимая бумажная «паспортизация» жилых зданий с целью определения их потребности в ремонте очень трудоемка и малоэффективна, поскольку требует по прошествии времени ручного перебора и уточнения всей собранной ранее информации.

В такой ситуации вполне логично было бы заменить бумажные паспорта зданий на их информационные модели. Что это дает?

Попробуем тезисно сформулировать преимущества от внедрения BIM в ЖКХ:

1. Использование информационной модели здания вместо обычного паспорта объекта позволяет хранить в технологически удобном электронном виде, осуществлять поиск, а затем анализировать собранную информацию. В результате будет известно точное состояние каждого здания, а не используемый ныне общий процент износа.

2. Имеющаяся модель позволяет выполнять проект капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах.

3. Использование этой технологии делает проект:

- точным (сводится почти до нуля количество проектных ошибок),
- прозрачным (сам проект и все стадии его реализации в любой момент доступны для контроля со стороны как самих исполнителей, так и жильцов, управляющих компаний и вышестоящих органов),
- хорошо экономически просчитанным (по модели составляется точная смета, которая легко меняется при корректировке проекта),
- позволяет хорошо организовывать сами ремонтные работы и снабжение стройплощадки материалами, точно специфицировать все взаимоотношения с поставщиками,



- в частности, позволяет точно управлять поэтапным финансированием работ,
- позволяет ежедневно контролировать график выполнения работ,
- по завершении работ вся информация о них остается в информационной модели здания (электронном паспорте объекта) и может учитываться при дальнейшей эксплуатации дома,
- более гибким в случае внесения каких-то изменений,
- легче тиражируемым для других домов подобных серий.

Конечно, внедрение BIM в ЖКХ потребует больших вложений: создание компьютерных рабочих мест, подготовку персонала и, самое главное, разработку информационных моделей, для каждого жилого здания конкретно.

Но, во-первых, в России, где в прежние годы широкое распространение получило типовое домостроение, для работы с существующим жилым фондом различных информационных моделей понадобится не так уж много.

Во-вторых, ежегодно на программу капитального ремонта в стране выделяются огромные деньги, небольшой части которых вполне хватило бы на постепенный перевод ЖКХ на BIM.

В-третьих, если обязать всех застройщиков вместе с вводом жилого здания в эксплуатацию передавать соответствующим органам и его информационную модель (выполненную по заранее оговоренным правилам), то в будущем необходимость создания таких моделей просто исчезнет.

Наконец, на основе мирового опыта и оценок наших специалистов, внедрение BIM может дать до 30% экономии средств, выделяемых сегодня на цели капитального ремонта жилого фонда страны.

Конечно, у новой технологии будут и противники. Ведь если модель сообщит, что для ремонта системы отопления здания требуется 1000 метров новых труб, то счету на 2000 уже никто в организации, представляющей интересы жильцов, просто не поверит (естественно, что у организации собственников жилья для взаимодействия и контроля тоже должен быть доступ к используемой в ЖКХ модели здания). При существующем сейчас положении дел только специалист, имеющий доступ к соответствующей документации и достаточный уровень квалификации, сможет проверить эти цифры.

Так что в масштабах всей страны, региона, микрорайона или даже отдельного дома при внедрении BIM и контроле со стороны собственников или жильцов экономия средств, выделяемых на капремонты, по сравнению с нынешними

условиями предполагается просто огромная. А контроль со стороны собственников может прежде всего эффективно осуществляться через доступ к информационной модели здания посредством специального интернет-сервиса в режиме «только для чтения» (рис 15).

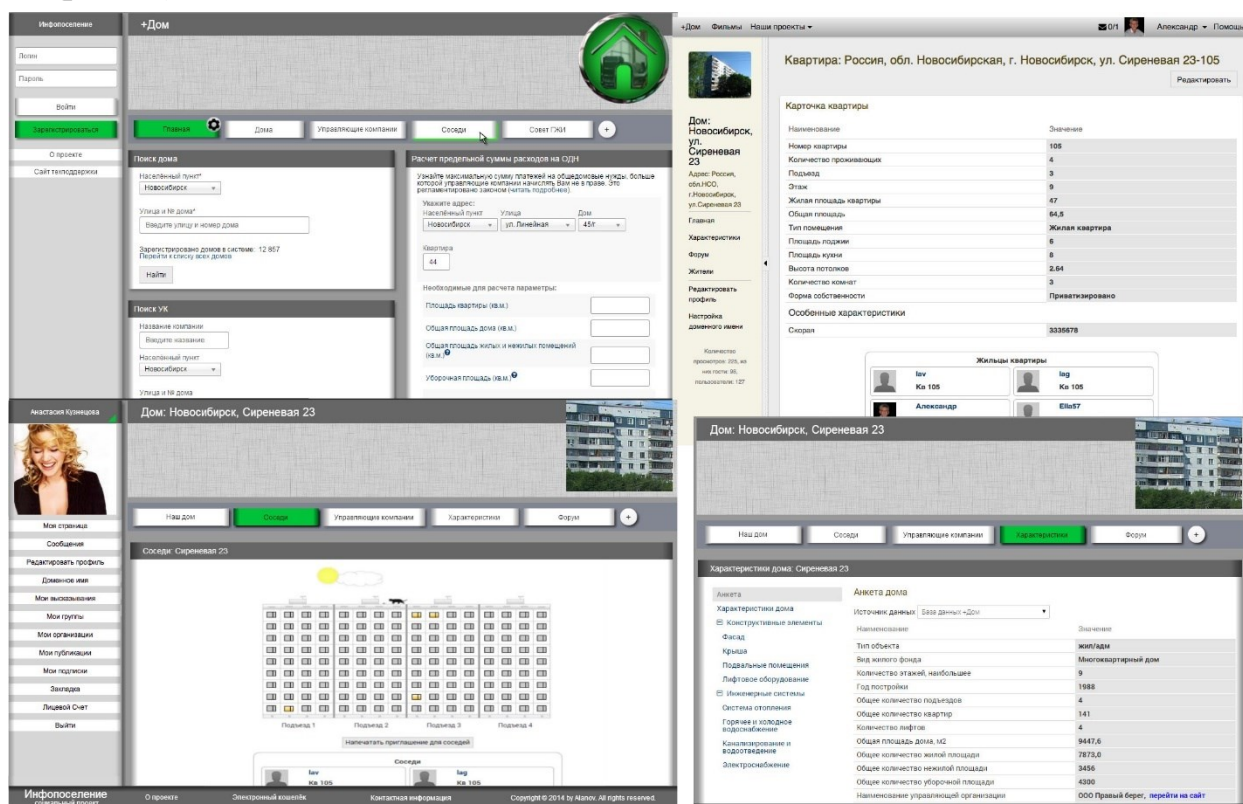


Рисунок 15. Интерфейс портала «Инфопоселение»: информация о доме, квартире, соседях, управляющей компании и многом другом. Новосибирск, 2014

### Работа с памятниками архитектуры

В случае реставрационной деятельности, а также при реконструкции особо значимых объектов, имеющих статус памятников истории и архитектуры и охраняемых законом, построение модели и помещаемая в нее информация имеют еще более серьезную специфику.

А именно, надо стопроцентно воссоздать уже существующее строение со всеми его сильными и слабыми сторонами, достоинствами и недостатками, то есть смоделировать здание не «как надо», а «как есть», при этом максимально учесть, по результатам обследований, состояние и степень износа всех компонентов сооружения и их частей, в том числе логически не отделимых, а также остаточные свойства материалов, из которых оно построено.



В таких случаях, естественно, информационная модель здания создается «по готовому», то есть уже после того, как само здание было спроектировано и построено.

Ярким примером такой ситуации является Оперный театр в Сиднее. В 1957 году началось его проектирование, а спустя почти 50 лет была выполнена информационная модель здания, на тот момент уже всемирно известного и находящегося под охраной ЮНЕСКО. Причем модель предназначалась как для реконструкции, так и для более эффективной эксплуатации и управления объектом (рис. 16).



Рисунок 16. Здание Сиднейской оперы и его автор, датский архитектор Йорн Утзон.

В 1957 году технологии BIM еще не было, так что модель столь сложного сооружения была представлена картонным макетом.

Очень часто все архитектурные и строительные элементы (декоративное украшение фасадов, кирпичная кладка, оконные рамы, наличники, двери, лестницы, ограждения и т.п.) исторических памятников уникальны, так что здесь не воспользуешься готовыми компьютерными библиотеками или предшествующими наработками.

Практически для каждого памятника архитектуры все базовые элементы приходится делать «с нуля». Так что моделирование такого исторического объекта можно без преувеличения отнести к «высшему пилотажу» в применении BIM.

Но и результат такой деятельности - это больше, чем просто модель отдельного объекта. Ведь все полученные в процессе моделирования фрагменты и детали здания образуют новую библиотеку элементов, характеризующих тот или иной стиль или

историческую эпоху. Этой библиотекой можно затем пользоваться при реставрации других памятников архитектуры того же периода.

Но это еще не все. Созданные элементы можно применять при проектировании новых или реконструкции имеющихся зданий вблизи исторических объектов или сложившихся архитектурных ансамблей. А это технологически облегчает проектировщикам возможность стилистически учитывать, при создании новых современных зданий, уже существующие рядом с ними памятники архитектуры. Более того, это делает технологию BIM своеобразным «мостиком культуры» из веков, минувших в нынешнюю эпоху, делая архитектурные наработки старых мастеров технологически доступными для современных проектировщиков (рис. 17).

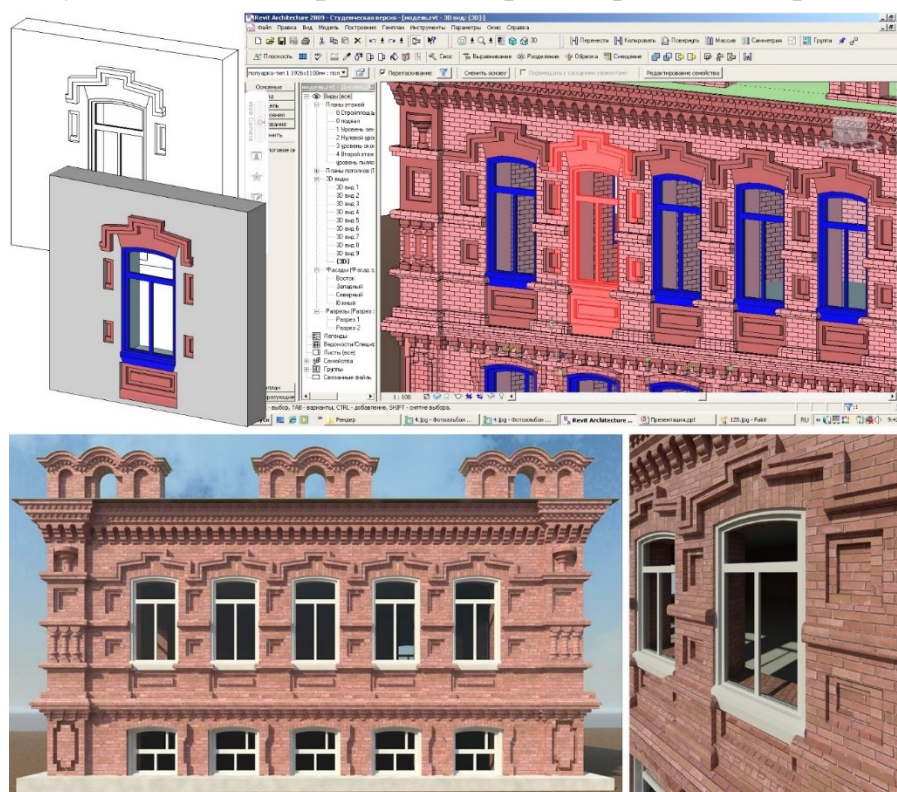


Рисунок 17. Памятник архитектуры – «Дом композиторов» в Новосибирске. Созданное специально для этой модели окно и его использование в проекте.

Т.Козлова, 2009.

Таким образом, появляется мощный и удобный инструмент для решения достаточно важной архитектурной задачи - сохранения средового единства внешнего облика находящихся рядом зданий различных эпох, при этом технология BIM гарантирует новым объектам оптимальные эксплуатационные качества и современное инженерное наполнение.

Раньше, при решении подобной задачи, архитектору приходилось серьезно изучать материалы по стилям той эпохи, к которой относился имеющийся исторический памятник, на что уходило много времени и усилий. Теперь же достаточно брать готовые библиотечные элементы (например, окна) нужного архитектурного стиля и вставлять их в проект, где по технологии BIM уже автоматически учитываются примененные материалы, физические (например, тепловые) характеристики, стоимость, данные об изготовителе и другие заложенные в этот элемент параметры.

Еще раз подчеркнем, что благодаря технологии BIM при всей своей специфике проектно-реставрационная работа с памятниками архитектуры становится столь же технологичной (следовательно, столь же точной, производительной, экономически эффективной и т.п.), как и при создании новых объектов.

Внесение изменений в существующее здание – дело очень деликатное. Для исторического сооружения часто добавляется и необходимость его адаптации к эксплуатации в современных условиях. А это уже новые требования к прочности и теплозащите, комфорту, новые системы отопления, электро- и водоснабжения, пожаротушения, телекоммуникации, вентиляция и т.п.

Для памятника архитектуры, который строился без учета всех этих современных условий и требований, становится актуальным и даже единственно возможным компьютерное экспериментирование с уже существующим объектом, подбор и компоновка оборудования, оптимизация проектных решений и т.п. Совершенно очевидно, что проблемы вовлечения старых зданий в новую жизнь, возникающие сейчас в массовом масштабе, без BIM вряд ли удастся эффективно решать.

## Проектирование и строительство объектов инфраструктуры

Моделирование рельефа местности и обустройство территории выводит BIM уже на решение более крупных задач, чем работа с отдельными зданиями. Одни автодороги с их мостами, развязками и ограждениями – целый самостоятельный комплекс сложнейших проектных вопросов. Причем здесь задействованы как программы для создания отдельных сооружений, так и комплексы информационного моделирования рельефа местности, у которых, ко всему прочему, обязательными инструментами являются средства геодезической привязки и работы с облаками точек.

Цена ошибок при таких работах намного выше, чем при проектировании обычных зданий, так что на линейных объектах технология BIM показывает еще большую эффективность (рис. 18).

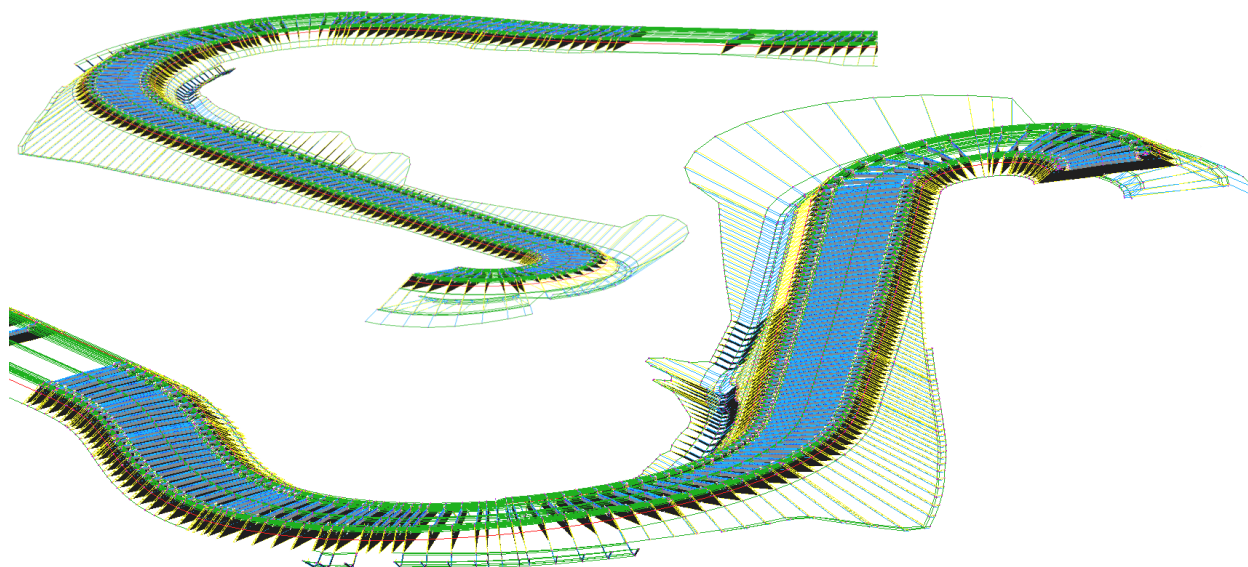


Рисунок 18. Модель подъездной дороги к речному вокзалу в Салехарде. ОАО «Сибречпроект», 2014

Не менее значимы для современного города и его подземные коммуникации, особенно сооружения метро, проектирование и эксплуатация которых связаны с первоначальным решением и последующим мониторингом целого комплекса геологических и геодезических, архитектурно-строительных, технологических, социально-экономических, финансовых и многих других проблем. Моделирование таких объектов в меньшей степени связано с внешней выразительностью, но в большей с конструктивной надежностью и технологической рациональностью и согласованностью проекта.

## **Безопасность объектов и их поведение в чрезвычайных ситуациях**

Другая особенность современной жизни, ставшая сегодня, в силу ряда обстоятельств, одной из главнейших при проектировании новых и эксплуатации уже имеющихся объектов – повышение требований к зданиям по безопасности конструкций и систем.

Изменяющаяся сейсмическая активность на планете, новые климатические условия, приводящие к природным катаклизмам, войны, техногенные катастрофы и террористическая угроза – вот основные факторы, усиливающие требования к прочности и жизнеспособности современных построек.

Но, сколько требования к зданиям ни усиливай, всегда приходится считаться с тремя обстоятельствами.

Во-первых, все возможные факторы риска и причины их возникновения не учесть.

Во-вторых, всякая прочность имеет свои пределы.

В-третьих, ранее построенные сооружения проектировались в другое время при совершенно иных требованиях, их конструкции и материалы частично уже израсходовали свой ресурс, и возможности усиления таких зданий может просто не быть.

Так что главный вопрос, который интересует сегодня специалистов по работе в чрезвычайных ситуациях – как поведет себя конкретное здание при тех или иных экстремальных воздействиях, проще говоря – сколько оно продержится в случае гипотетической катастрофы (с совершенно конкретными параметрами) и каков будет характер и количественное выражение возможных повреждений или разрушений.

Для этого надо иметь полное представление об устройстве здания, причем такая информация должна быть доступна при необходимости в режиме реального времени.

Чаще всего возникающая чрезвычайная ситуация – пожар. На крупном объекте эпицентр и сила возгорания устанавливаются прибывшими пожарными, дальше вопросы: куда вероятнее всего пойдет огонь, как долго продержатся конструкции, какое оборудование и материалы представляют дополнительную опасность, сколько имеется времени на эвакуацию людей и имущества, возможные пути эвакуации, схема тушения пожара и т.п.

На все это поможет быстро (а именно это и требуется) ответить адаптированная для этих целей информационная модель здания, если, конечно, она имеется.

Проектирование на основе технологии информационного моделирования зданий только входит в нашу жизнь, пройдет какое-то время, и уже все новые объекты будут создаваться по BIM. А вот прежние постройки, в том числе сравнительно недавние, информационных моделей не имеют.

Так что сегодня хорошо видна одна из главных стоящих перед МЧС задач – создание информационных моделей интересующих МЧС объектов. К сожалению, по техническим (и экономическим) причинам, пока еще не всех, а только особо важных. Таких особо важных объектов в каждом регионе России сейчас насчитывается по несколько тысяч.

Например, общественных зданий, особенно рынков, стадионов и плавательных бассейнов, с которыми уже было немало хлопот.

К объектам самого повышенного внимания МЧС (которых в каждом регионе России насчитывается по несколько тысяч) относятся также и промышленные предприятия с особо опасным производством, энергетические сооружения, крупные торговые и складские комплексы и многое другое.

Из других сооружений высокой сложности традиционно большое внимание МЧС (и не только) привлекают мосты самого разного предназначения. И на каждом желательно если не смоделировать наиболее вероятные чрезвычайные ситуации, то хотя бы оперативно иметь информацию о прочности как всей конструкции, так и отдельных ее элементов.

Если мост спроектирован с использованием технологии BIM, то в любой момент вы можете подключить к его модели расчетную программу и опять же оперативно моделировать гипотетическую (или реально возникшую) ситуацию, для которой будете быстро получать все необходимые прочностные характеристики и возможные варианты поведения конструкций (рис. 19).





Рис 19. Вантовый мост в Мокпхо, Республика Корея. Компания GS Engineering & Construction. Работа отмечена специальной премией Bentley Be Inspired «Инновации в комплексном BIM», 2013.

### **Вывод из эксплуатации и снос**

Наконец, еще один вид деятельности, где пользу от применения BIM трудно переоценить – снос здания или сооружения и освобождение территории под новое строительство.

Раньше в нашей стране проблема завершения жизненного цикла здания или сооружения не носила массового характера, так что серьезного значения ей не придавали. Разрушил, разровнял, куда-то вывез, ссыпал – и все. Сейчас же, в связи с высокой плотностью застройки в городах, большим количеством подземных и наземных коммуникаций, а также экономическими и экологическими аспектами, подобным вопросам уделяется серьезное внимание.

Снос старых зданий (разбор конструкций, повторное использование или утилизация отходов, организация работ и т.п.) теперь уже проектируются,

просчитываются и прорабатываются, в том числе и на компьютерных моделях, поскольку в наше время представляют вид деятельности высокого уровня сложности и ответственности. Пример тому – разбор, несколько лет назад, гостиницы «Россия» в Москве.

Более объемная задача появляется в связи с выводом из эксплуатации Курской АЭС. Этот процесс принципиально сложнее, чем с гостиницей, и рассчитан на 70 лет. Его информационная модель, где тесно сочетаются подходы BIM и PLM, выполнена в наше время с участием компании «НЕОЛАНТ». Однако, по причине огромного временного периода использования модели, представляется маловероятным то, что создатели модели увидят результаты своего труда.

Вообще возникает довольно интересная ситуация: за 70 лет принципиально изменятся компьютеры, программы, технологии, наше понимание процессов, причем мы даже не знаем, как изменятся, но нынешнюю модель надо будет на каждом этапе актуализировать (поддерживать в «рабочей форме») и с ее помощью управлять теми процессами, которые запланированы на выводимой из эксплуатации Курской АЭС.

### **Информационно-градостроительные задачи**

В настоящее время в мире уже проводятся эксперименты по созданию информационных моделей (так называемый «цифровой город») некоторых городов, в которых учитываются не только «геометрические» характеристики, но также численность и возраст населения, коммуникативные расстояния, природные условия и экология, экономика и торговля, транспортная сеть с ее пассажирскими и грузовыми потоками и многие другие градостроительные параметры, играющие важную роль при планировании и управлении городом.

В некоторых больших городах начали путь к всеобъемлющей модели через воспроизведение отдельных систем (транспортной, электро- и водоснабжения, удаления отходов и т.п.).

Одна из целей таких проектов – отобразить все относящиеся к городу данные в цифровой форме, чтобы градостроительные решения и планируемые городские разработки можно было еще до их реализации в натуре «увидеть» на экране. Тем самым, появляется возможность моделирования, анализа и визуализации последствий проектных замыслов, на основе которых ответственные городские чиновники, градостроители и другие специалисты, а также общественность, могли принимать более обоснованные решения в отношении предстоящих проектов.



В частности, в рамках проекта учета выбросов парниковых газов CDP и в сотрудничестве с ведущими городами мира компания Autodesk активно участвует в разработке стандартизированной платформы для обработки климатических данных, которая поможет городским властям лучше понимать текущие условия и формировать стратегии по улучшению городской среды

На сегодняшний день цифровыми моделями, основанными на специализированных программных продуктах, уже обзавелись Инчхон (Южная Корея), Зальцбург (Австрия), Ванкувер (Канада) и многие другие города.

Ведутся подобные работы и в нашей стране. Так, в 2008 году российская фирма «Графические программные системы» создала трехмерную интерактивную карту Новосибирска, которая сразу после своего появления стала пользоваться у архитекторов и жителей города большой популярностью.

И если Джакомо де Барбари потратил на создание перспективной панорамы Венеции четыре года, то спустя «каких-то» 500 лет жители Новосибирска (который сам появился через 400 лет после венецианского эксперимента) могут просто «летать» над своим городом и получать необходимую информацию, не вставая с кресла.

Конечно, моделирование городов имеет свои особенности, связанные как с характером решаемых задач, так и с используемыми инструментальными средствами. Но главная проблема такой работы – огромный объем данных, требующий совершенно иных подходов к их обработке и их хранению. Для подобных ситуаций появился даже специальный термин *big data* (большие данные). Реальность такова, что мы не можем в единой модели города одновременно работать и с городскими районами, и с отдельными зданиями, проработанными «до дверной ручки» - наши технические возможности еще до такого уровня не развиты. Хотя в кино всё это, конечно, можно увидеть.

Поэтому вполне логичное решение задач городского моделирования – послойная работа с соответствующим уровнем детализации. В частности, на общегородском уровне, где возникают макро-задачи, главное – передать общую планировку и внешний вид застройки с точными координатными привязками. Когда-то это всё строили «руками», затрачивая на моделирование довольно много времени и сил. При этом сложно было обеспечить как геодезическую точность, так и актуальность построений, ведь за всеми изменениями городской среды не уследишь.

Сейчас для моделирования городской среды появились новые средства – лазерное сканирование (в нашем случае с беспилотных летательных аппаратов) и компьютерные программы, которые по облаку точек воссоздают внешний облик объектов. При этом главное достоинство новых программ – более уверенная работа с большими данными.

Если от «цифрового города» спускаться ниже, то уже на уровне микрорайона или квартала происходит объединение в единое целое градостроительной модели и информационных моделей отдельных зданий и их комплексов, причем нынешний уровень развития BIM уже позволяет весьма эффективно решать возникающие проблемы и обеспечивать практически любую степень детализации модели (рис.20).



Рис 20. Проектная модель микрорайона в Новосибирске. С. Куликова, С. Ульрих, 2010.

Так что уже сейчас становится совершенно очевидно, что технологии, основанные на концепции BIM, представляются для градостроительного моделирования весьма эффективными, позволяя объединять в единые комплексы модели отдельных зданий и сооружений.



[Вопросы-ответы](#)



[Скачать НПА](#)



[Ссылка на видеозапись](#)



[Тестирование](#)

## **Глава 3. Осуществление функций технического заказчика, в том числе с использованием технологий информационного моделирования**

### **3.1. Техническое задание на проектирование**

*Автор: Клецкова Юлия Сергеевна,*

*Руководитель технического отдела ПСС ГРАЙТЕК*

*Ключевые слова: ИТЗ, ИМ, ТЗ, информационные требования заказчика, информационная модель, технология информационного моделирования, ТИМ, ВИМ.*

#### **Законодательство в сфере ТИМ**

Постановление правительства №331 от 5 марта 2021 г. [2]<sup>4</sup> установило определенные правила игры, в рамках которых ведение информационной модели стало обязательным условием для строек, «финансируемых с привлечением средств бюджетов бюджетной системы Российской Федерации».

Данные постановления вызвали определенные дискуссии и опасения. Но, если посмотреть на все это более детально, то можно заметить, что на текущий момент государство не требует от проектировщика чего-то особенного и требующего каких-либо сверх компетенций. На Рисунке 1 обозначены случаи, при которых формирование и ведение ИМ ОКС является обязательными. Обратите внимание, что на Рисунке 1 учтена информация, которая еще не введена и находится на этапе рассмотрения на момент написания данного обучающего материала (выделено красным) [2], [3].

---

<sup>4</sup> С изменениями на основании постановления Правительства РФ от 20.12.2022 N 2357



Рисунок 1. Для кого обязательно формирование и ведение ИМ ОКС с учетом возможных изменений

### Ключевые понятия

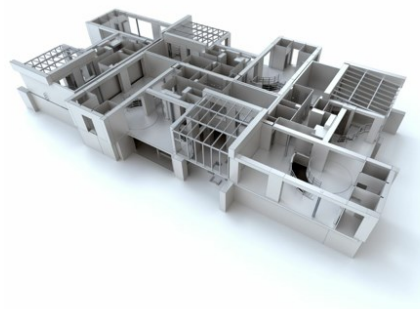
Чтобы окончательно разобраться с реальностью, хотелось бы выделить несколько понятий, которые до сих пор вызывают определенные сомнения у некоторых специалистов:

- Информационная модель объекта строительства (building information model, BIM) - совокупность представленных в электронном виде документов, графических и неграфических данных по объекту строительства, размещаемая в соответствии с установленными правилами в среде общих данных, представляющая собой единый достоверный источник информации по объекту на всех или отдельных стадиях его жизненного цикла (ГОСТ Р 21.101-2020 действует с 1 января 2021).
- Цифровая информационная модель объекта капитального строительства - совокупность взаимосвязанных инженерно-технических и инженерно-технологических данных об объекте капитального строительства, представленных в цифровом объектно-пространственном виде (п. 3.1.4 СП 333.1325800.2020 действует с 1 июля 2021).



Информационная модель

≠



Цифровая информационная модель

Рисунок 2. Ключевые понятия

В соответствии с приведенными выше определениями мы видим, что «информационная модель» (далее ИМ) и «цифровая информационная модель» (далее ЦИМ) – это не одно и то же. По факту ЦИМ – это 3D модель объекта, которая входит в состав ИМ. И нужно понимать, что на 2022 г. единственный документ, который может обязать проектировщика создавать ЦИМ – это техническое задание на проектирование.

На Рисунке 3 приведена схема, которая наглядно описывает связь информационной модели и всего, что может входить в ее состав.

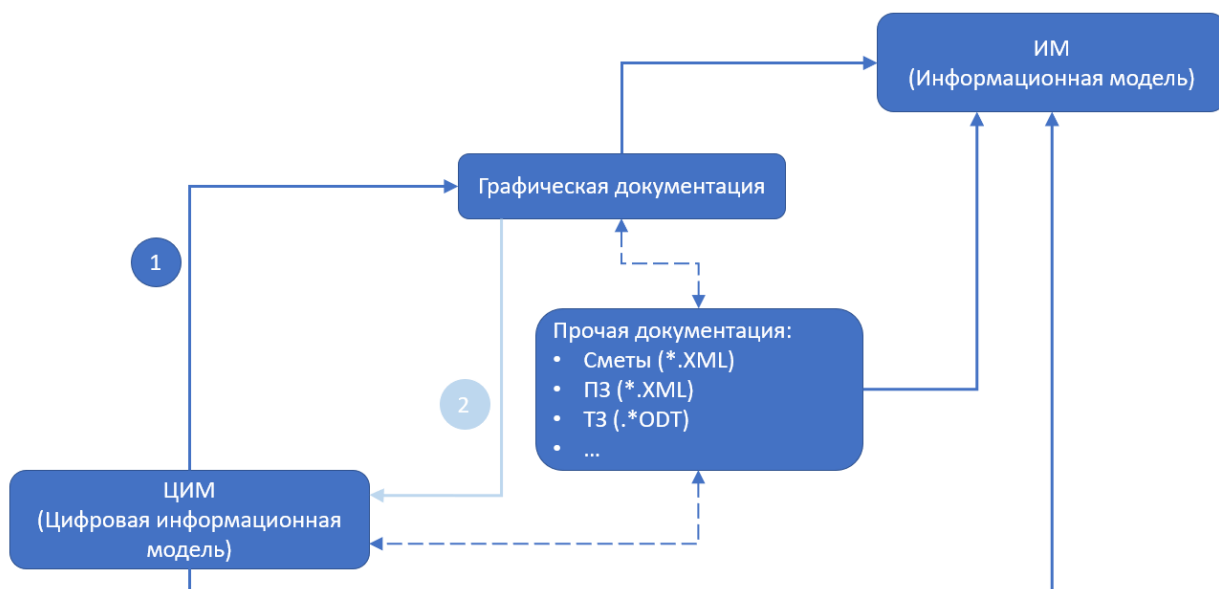


Рисунок 3. Состав информационной модели

## **Подготовка ТЗ на проектирование ОКС с применением ТИМ**

Приказ от 21 апреля 2022 г. N 307/ПР внес определенные изменения в привычное для многих компаний Техническое задание на проектирование объекта капитального строительства, строительство, реконструкцию и капитальный ремонт. Теперь в рамках привычного нам ТЗ появился еще один пункт, в соответствии с которым должны быть озвучены требования к подготовке проектной документации, содержащей материалы в форме информационной модели, но с одной поправкой: «указываются при необходимости».

Таким образом, на текущий момент, мы видим, что со стороны государства нет требований, которые обязуют всех вести информационные модели, в том числе создавать 3D модели, но есть требования, в рамках которых заказчик имеет право потребовать включить ЦИМ в состав ИМ.

Перед тем, как вписывать в ТЗ требования, относящиеся к информационной модели, необходимо определиться с ответом на один вопрос: зачем мне информационное моделирование?

С ответом на этот вопрос поможет СП 333.1325800.2020 (Приложение Ж, пп. Ж.8-Ж.12). Здесь вы найдете перечень задач применения информационного моделирования, проанализировав которые вы сможете более структурированно и конкретно подойти к формированию ТЗ. Ниже приведены некоторые из них:

- Выпуск чертежей и спецификаций;
- Проверка и оценка технических решений;
- Пространственная междисциплинарная координация и выявление коллизий;
- Подсчет объемов работ и оценка сметной стоимости;
- Визуализация процесса строительства;
- Управление строительством;
- Планирование технического обслуживания и ремонта;
- Мониторинг эксплуатационных характеристик;
- Моделирование чрезвычайных ситуаций.

Нужно точно определиться нужна ли вам ИМ, например, только для прохождения экспертизы или есть и другие задачи. На каком этапе вы будете использовать ИМ: проектирование, строительство, эксплуатация. Ответив на эти вопросы, вы подойдете к формированию ТЗ более предметно и включите в него то,

что действительно важно. Здесь нужно четко понимать, что универсального ТЗ на все случаи жизни не существует.

В соответствии с СП 333.1325800.2020 «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла» [5] выделяются следующие группы требований:

- Требования к уровням проработки цифровых информационных моделей;
- Требования к составу информационной модели объекта капитального строительства на различных этапах жизненного цикла;
- Требования к атрибутивному составу элементов цифровой модели;
- Требования к геометрической детализации элементов цифровой модели;
- Правила именования файлов информационной модели;
- Методы верификации и валидации цифровой информационной модели объекта капитального строительства.



Рисунок 4. Рекомендуемые документы для реализации инвестиционно-строительного проекта с использованием технологий информационного моделирования в соответствии с СП 333.1325800.2020

Достаточно часто компании ссылаются на СП 333.1325800.2020, приводя его в качестве ТЗ на ведение ИМ, но это не совсем корректно. Данный документ должен использоваться в качестве основы для ТЗ, но он не может его заменить. Нужно четко понимать, что техническое задание составляется под конкретные задачи для



конкретных участников. Оно может быть унифицировано в рамках одной компании, но единым для всех его сделать не получится.

В соответствии с приказом от 21.04.2022 г. №307 [1] в ТЗ появляется 1 пункт, в рамках которого отражаются требования к использованию ИМ, но реальность такова, что данные требования достаточно массивны и обычно их выделяют в отдельный документ ИТЗ (информационные требования заказчика). В рамках основного ТЗ данные требования также фиксируются (пример см. в Таблице 1), но в максимально сжатом формате со ссылкой на ИТЗ.

Таблица 1. Требования о подготовке проектной документации, содержащей материалы в форме информационной модели

№ п/п	Перечень основных данных и требований	Содержание требований
<b>Требования о подготовке проектной документации, содержащей материалы в форме информационной модели</b>		
43.1	Требования к используемому программному обеспечению и форматам файлов	<p>Информационная модель (BIM модель) (далее - Модель) разрабатывается:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- В части строительной части и внутренних инженерных коммуникаций: в программном обеспечении «Autodesk Revit» (версия согласуется дополнительно). Формат предоставляемых файлов информационных моделей: *.RVT, *NWC, *NWD, *IFC. Инструкцию по выгрузке формата *IFC предоставляет Заказчик.</li> <li>- 2D документация, получаемая из информационных моделей, предоставляется в формате *.DWG (версия 2013) и *.PDF.</li> <li>- Табличные формы, представленные в документации, дополнительно предоставляются в виде электронных таблиц (*.XLSX, *.CSV).</li> </ul> <p>Для сборки комплексной Информационной модели используется ПО «Autodesk Navisworks» (версия согласуется дополнительно).</p>
43.2	Требования к обмену информацией	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Передача версий Информационных Моделей осуществляется путём обновления версии соответствующих файлов информационных моделей в Среде Общих Данных (CDE - Common Data Environment). Программно-аппаратное обеспечение Среды Общих Данных и инструкции по загрузке версий Информационных Моделей и сопутствующих материалов обеспечивает Заказчик.</li> <li>- Передача версий Информационных Моделей Исполнителем осуществляется регулярно в течение срока Проекта по запросу, но не реже 1 (Одного) раза в 2 (Две) недели, в случае обеспечения Заказчиком Среды Общих Данных.</li> </ul>

№ п/п	Перечень основных данных и требований	Содержание требований
		Выгрузка моделей в форматы IFC и NWC осуществляется проектировщиком по запросу со стороны Заказчика, но не реже 1 (Одного) раза в 2 (Две) недели.
43.3	Требования к документированию процесса информационного моделирования	<p>Заказчик назначает одного из своих сотрудников уполномоченным представителем Заказчика по BIM-процессу. Исполнитель назначает одного из своих работников уполномоченным представителем Исполнителя по BIM- процессу.</p> <p>Заказчик оставляет за собой право на заключение Договора на оказание консультационных услуг по сопровождению BIM- процесса. В случае, если Модели выполняется третьими лицами, то стороны также назначают одного из своих работников ответственным за BIM- процесс.</p> <p>Стороны не позднее 3 (трех) рабочих дней со дня заключения Договора и подписания настоящих Требований официально уведомляют друг друга об указанных назначениях, в т. ч. о фамилии, имени, отчестве, должности и контактных данных назначенного лица.</p> <p>Информационные модели выполняются в соответствии с требованиями, указанными в документе «Информационные требования Заказчика» (далее ИТЗ).</p> <p>Изменения документа согласуются с ответственными лицами со стороны Заказчика и Руководителями Проекта со стороны Заказчика и Исполнителя.</p> <p>Согласованная версия ИТЗ подписывается Сторонами. В случае внесения изменений в ИТЗ в процессе выполнения Проекта, изменённой версии ИТЗ добавляется очередной номер редакции, изменённая версия ИТЗ подписывается Сторонами.</p>
43.4	Требования к ...	...

Отдельное внимание хотелось бы уделить требованиям к обмену информацией.

Среда общих данных (СОД) – это структурированное хранилище достоверной и согласованной информации, обеспечивающее сбор, хранение и предоставление всех проектных и эксплуатационных данных для всех участников процесса информационного моделирования. По факту именно СОД позволяет реализовать структурированное хранение информационной модели.

Чтобы правильно подобрать СОД нужно разобраться с основными задачами, которые планируем решить:

- Требуется ли доступ к СОД с мобильного устройства?

- Рассматривается ли система в качестве инструмента для согласования и приёмки документации?
- О каких стадиях разработки ИМ идет речь: Проектирование, Строительство, Эксплуатация?
- Какое программное обеспечение используется при разработке ИМ?

В Таблице 2 приведены возможные варианты СОД.

Таблица 2. Примеры СОД

<b>Отечественные:</b>	<b>Зарубежные:</b>
Pilot-BIM	SharePoint
VitroCAD	Autodesk BIM 360
TDMS	Autodesk Vault
Indor Road (экспл. Дороги)	Conject
Ехон	ProjectWise
Matrix	
Project Point	
S-Info	
BIMeister	

В таблицах 3, 4 приведены примеры программного обеспечения, для создания и координации ЦИМ.

Таблица 3. Примеры ПО для создания ЦИМ и выпуска документации

<b>Отечественные:</b>	<b>Зарубежные:</b>
Robur (ж/д, АД, НВК)	Infracore (концепт)
Indorcad (АД)	Civil 3D (АД, ж/д)
Renga (АР, КМ, КЖ, ОВиК, ВК, ЭОМ, СС)	Bentley (АД, ж/д)
NanoCAD Инженерный BIM (ЭОМ, СС, ВК)	ArchiCAD (АР)
Model Studio CS (Технологические объекты)	Revit (АР, КМ, КЖ, ОВиК, ВК, ЭОМ, СС, ТХ)

	Advance Steel (KM)
	Tekla (KM, KЖ)
	MagiCAD (BK, OВиK)
	AVEVA (Техн.)
	Intergraph (Техн.)

Таблица 4. Примеры ПО для координации ЦИМ и поиска коллизий

Отечественные:	Зарубежные:
Pilot-BIM (IFC)	Navisworks
CADlib (NanoCAD, IFC)	Solibri (IFC)
InterBridge (IFC)	Trimble Connect (IFC)
	IFC Openviewer (IFC)

### **Разработка проектной документации**

Проектная документация представляет собой документацию, содержащую материалы в текстовой и графической формах и (или) в форме информационной модели и определяющую архитектурные, функционально-технологические, конструктивные и инженерно-технические решения для обеспечения строительства, реконструкции объектов капитального строительства, их частей, капитального ремонта. (Статья 48 дополнена частью 2.1 с 12 июля 2021 г. - Федеральный закон от 1 июля 2021 г. N 275-ФЗ).

В соответствии с Федеральным законом, приведенном выше, мы видим, что проектная документация (графическая часть) может выпускаться в виде информационной модели. Но это еще не означает, что она должна быть выпущена из ЦИМ.

### **Заключение**

Несмотря на то, что на текущий момент со стороны государства нет жестких требований к цифровизации строительной отрасли на территории РФ уже огромное количество как компаний в целом, так и отдельных специалистов, которые не просто знакомы с понятиями ИМ и ЦИМ, но и активно используют новые инструменты. Нужно понимать, что цифровизация – это не волшебная палочка, которая вмиг решит все проблемы. Это прежде всего инструмент, который позволит улучшить качество выполняемой работы, снизить непредвиденные расходы и риски, выявить

пространственные и временные коллизии на ранних этапах проектирования. Это длительный процесс, который нацелен на автоматизацию и оптимизацию бизнес-процессов. Многие воспринимают его как обременение, но, на мой взгляд, это именно возможность оптимизировать и автоматизировать то, что было создано вчера.

### Список литературы

1. Приказ от 21 апреля 2022 г. N 307/ПР, [Электронный ресурс]. <https://docs.cntd.ru/document/350340878>
2. Постановление Правительства РФ №331 от 05.03.2021 «Об установлении случая, при котором 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», [Электронный ресурс]. <https://base.garant.ru/400424628/>
3. Проект изменений в Постановление Правительства РФ №331 от 05.03.2021 «Об установлении случая, при котором 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», [Электронный ресурс]. <https://regulation.gov.ru/projects#npa=126178>
4. Постановление Правительства РФ №1431 от 15.09.2020 «Об утверждении Правил формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства, состава сведений, документов и материалов, включаемых в информационную модель объекта капитального строительства и представляемых в форме электронных документов, и требований к форматам указанных электронных документов». <https://base.garant.ru/74644278/>
5. СП 333.1325800.2020 «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла», [Электронный ресурс]. <https://docs.cntd.ru/document/573514520>
6. СП 404.1325800.2018 «Информационное моделирование в строительстве. Правила разработки планов проектов, реализуемых с применением технологии информационного моделирования», [Электронный ресурс]. <https://docs.cntd.ru/document/553863489>

8. Классификатор строительной информации, [Электронный ресурс].  
<http://ksi.faufcc.ru/>



[Скачать НПА](#)



[Ссылка на видеозапись](#)



[Тестирование](#)

### 3.2. Функции технического заказчика на этапе подготовки проектной документации

Автор: Зак Игорь Борисович,

Генеральный директор ООО «Зак Девелопмент»,

Член Наблюдательного Совета НОТИМ

Ключевые слова: технический заказчик, ТИМ, цифровые технологии

#### Нормативная база

Основы работы технического заказчика регулируются Градостроительным кодексом и Гражданским кодексом.

В документе закреплены понятие и функции техзаказчика, а также правила членства в саморегулируемых организациях:

- Ст.1 п.16 ГрК РФ «...Застройщик вправе передать свои функции, предусмотренные законодательством о градостроительной деятельности, техническому заказчику»;
- Ст.52 п. 3.1. ГрК РФ «Застройщик вправе осуществлять строительство, реконструкцию, капитальный ремонт объектов капитального строительства самостоятельно при условии, что он является членом саморегулируемой организации в области строительства, реконструкции, капитального ремонта объектов капитального строительства, если иное не предусмотрено настоящей статьей, либо с привлечением иных лиц по договору строительного подряда».

Вариант 1. Техзаказчик «по Градкодексу», с наделением полномочий в части заключения договоров.

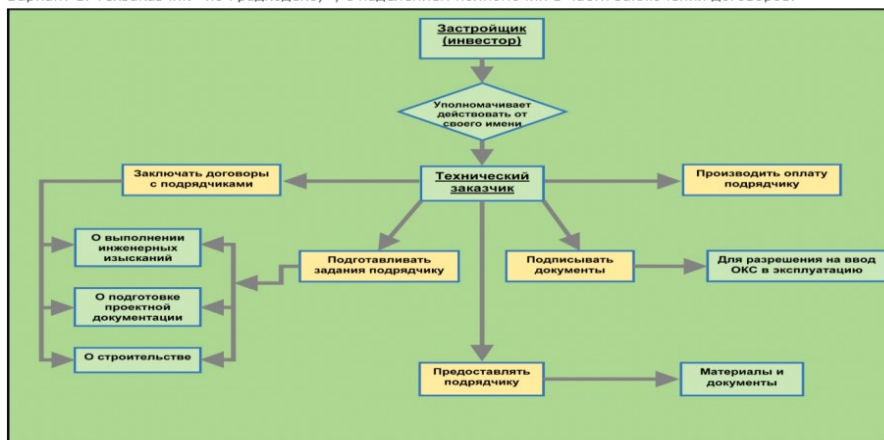


Рисунок 1. Схема взаимодействия участников проекта

## **Основные понятия**

**Застройщик** – физическое или юридическое лицо, обеспечивающее на принадлежащем ему земельном участке или на земельном участке иного правообладателя строительство, реконструкцию, капитальный ремонт, снос объектов капитального строительства, а также выполнение инженерных изысканий, подготовку проектной документации для их строительства, реконструкции, капитального ремонта. Застройщик вправе передать свои функции, предусмотренные законодательством о градостроительной деятельности, техническому заказчику;

**Технический заказчик** – юридическое лицо, которое уполномочено застройщиком и от имени застройщика заключает договоры о выполнении инженерных изысканий, о подготовке проектной документации, о строительстве, реконструкции, капитальном ремонте, сносе объектов капитального строительства, подготавливает задания на выполнение указанных видов работ, предоставляет лицам, выполняющим инженерные изыскания и (или) осуществляющим подготовку проектной документации, строительство, реконструкцию, капитальный ремонт, снос объектов капитального строительства, материалы и документы, необходимые для выполнения указанных видов работ, утверждает проектную документацию, подписывает документы, необходимые для получения разрешения на ввод объекта капитального строительства в эксплуатацию, осуществляет иные функции, предусмотренные законодательством о градостроительной деятельности.

**Индивидуальный предприниматель** – физические лица, зарегистрированные в установленном порядке и осуществляющие предпринимательскую деятельность без образования юридического лица, главы крестьянских (фермерских) хозяйств. Физические лица, осуществляющие предпринимательскую деятельность без образования юридического лица, но не зарегистрировавшиеся в качестве индивидуальных предпринимателей в нарушение требований гражданского законодательства Российской Федерации, при исполнении обязанностей, возложенных на них настоящим Кодексом, не вправе ссылаться на то, что они не являются индивидуальными предпринимателями;

Важной особенностью осуществления предпринимательской деятельности в качестве индивидуального предпринимателя является тот факт, что физическое лицо отвечает по своим обязательствам всем принадлежащим ему имуществом, за исключением имущества, на которое в соответствии с законом не может быть обращено взыскание. В отличие, например, от участника общества с ограниченной



ответственностью, где участник отвечает по обязательствам учреждённого им общества в основных случаях только в пределах своей доли в уставном капитале этого общества и ни в коем случае не своим личным имуществом. Этот существенный факт относится к основному недостатку этой формы ведения предпринимательской деятельности.

В Гражданском кодексе нет понятия договора Технического заказчика, зато есть понятия:

- Агентский договор (который делится в свою очередь на агентский договор комиссии и договор поручения);

- Договор подряда (выполнение работ)

- Договор на возмездное оказание услуг. По договору возмездного оказания услуг исполнитель обязуется по заданию заказчика оказать услуги (совершить определенные действия или осуществить определенную деятельность), а заказчик обязуется оплатить эти услуги. (ГК РФ Статья 779).

**Саморегулируемыми организациями (СРО)** признаются некоммерческие организации, созданные в целях, предусмотренных настоящим Федеральным законом и другими федеральными законами, основанные на членстве, объединяющие субъектов предпринимательской деятельности исходя из единства отрасли производства товаров (работ, услуг) или рынка произведенных товаров (работ, услуг) либо объединяющие субъектов профессиональной деятельности определенного вида.

**Федеральный закон от 01.12.2007 N 315-ФЗ (ред. от 03.08.2018) "О саморегулируемых организациях":**

- Базовые функции застройщика/тех. Заказчика
- Предпроектная подготовка строительства
- организация и осуществление сбора исходных данных для выполнения проектных работ
- организация и контроль проведения инженерных изысканий

## **Заключение договоров от имени Застройщика**

- на присоединение к инженерным сетям с ресурсоснабжающими организациями
- на проведение инженерных изысканий
- на проведение проектных работ
- на проведение экспертиз и согласований (в т.ч. экспертизы результатов инженерных изысканий и проектной документации, а также оценки достоверности определения сметной стоимости)
- на проведение строительно-монтажных работ и пусконаладочных работ (договор генерального подряда)

## **Организация и контроль выполнения проектных работ**

- подготовка и контроль исполнения графика выполнения проектных работ
- входной контроль проектной документации (стадии «Проект» и «Рабочая документация»)
- входной контроль сметной документации (стадии «Проект» и «Рабочая документация»)
- организация проведения экспертизы результатов инженерных изысканий и проектной документации, а также оценки достоверности определения сметной стоимости
- утверждение (от имени Застройщика) проектной документации

## **Организация процесса строительства**

- выдача проектной документации и смет в «производство работ»
- разработка и поддержание в актуальном состоянии календарно-сетевых графиков производства работ, в том числе с использованием специализированных программных комплексов (Spider Project, Oracle Primavera и др.) в соответствии с утвержденной проектной документацией
- мониторинг соблюдения запланированных сроков строительно-монтажными организациями во время производства работ
- мониторинг соблюдения контрагентами договорных обязательств на основании данных о сдаче-приемке выполненных работ

- ведение оперативного учета незавершенного строительством объекта: нарастающих объемов и стоимости принятых и оплаченных строительно-монтажных работ
- проверка закупочных документов (номенклатуры, цен, объемов) строительно-монтажных организаций, поставщиков
- контроль необоснованности увеличения расценок, объемов, а также выявление и отклонение необоснованных затрат
- организацией и проведением контрольно-экспертных процедур

## **Осуществление строительного контроля**

В соответствии со ст. 53 Градостроительного кодекса Российской Федерации (от 29.12.2004 N 190-ФЗ) и Положением о проведении строительного контроля при осуществлении строительства, реконструкции и капитального ремонта объектов капитального строительства (утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 21.06.2010 N 468):

- контроль качества выполняемых Генподрядчиком на Объекте работ в объемах, определенных техническим заданием Заказчика, в том числе, контроль соответствия применяемых в соответствии с утвержденной рабочей документацией строительных материалов, изделий и готовых конструкций
  - приемочный контроль выполненных на Объекте работ, освидетельствование скрытых работ, участие в промежуточной приемке ответственных конструкций
    - участие в проверке и приемке инженерных сетей и коммуникаций
    - отслеживание поступления рабочей документации
    - контроль за своевременным выявлением Генподрядчиком замечаний к рабочей документации, которые должны быть оформлены в письменной форме
    - контроль за устранением дефектов в рабочей документации, выявленных в процессе перевооружения, документированный возврат дефектной документации проектировщику, контроль и документированная приемка исправленной документации
    - предварительная приемка и подтверждение объемов законченных видов (этапов) работ

- подтверждение наличия фактически выполненных объемов работ, качества, устранения брака и выявленных несоответствий
- подписание (визирование) актов выполненных работ по форме КС-2, на основании актов КС-6а
- контроль полноты и правильности оформления Генподрядчиком исполнительной производственно-технической документации
- приостановка (при необходимости) производство работ на Объекте, в случае обнаружения обстоятельств, которые могут оказать негативное влияние на качество выполненных на Объекте работ или невозможность их завершения и уведомление об этом заказчика, в том числе при обнаружении:
  - несоответствия содержания выполняемых на Объекте работ, действующим нормам и техническим условиям
  - несоответствие выполненных Генподрядчиком на Объекте работ утвержденной проектной и рабочей документации
  - непригодности или недоброкачества материалов, оборудования, технической документации, используемой для выполнения на Объекте работ
  - нарушения Генподрядчиком технологии выполнения работ
  - возможности неблагоприятных для Заказчика последствий выполнения Генподрядчиком на Объекте работ
  - иных обстоятельствах, которые могут оказать негативное влияние на качестве выполненных на Объекте работ
- контроль устранения недостатков, выявленных при сдаче-приемке оказанных услуг
- контроль за ведением журналов производства работ и авторского надзора, со своевременным устранением отмеченных в них замечаний
- обеспечение получения от Генподрядчика исполнительной документации для передачи ее заказчику
- контроль соблюдения графика производства работ

## **Требования к саморегулированию, классификация СРО**

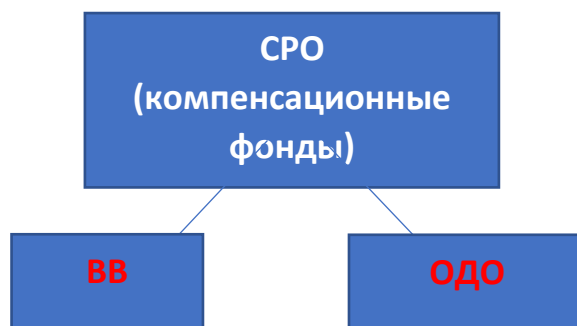
Согласно нормам гражданского и градостроительного законодательства, без допуска СРО техзаказчик не может выполнять большую часть своих обязанностей, включая осуществление контроля качества строительных работ на объекте.

### Письмо Минстроя России от 10.04.2018

«...юридическое лицо, выполняющее от имени застройщика обязанности по заключению контрактов на проведение инженерных изысканий и строительных работ, а также подготовке проектной документации, должно состоять в членах 3 саморегулируемых организаций: **СРО изыскателей, СРО строителей и СРО проектировщиков...**»

На организацию, осуществляющую строительный контроль без оформления допуска СРО, накладывается административное наказание в виде штрафа.

Минимальный размер взноса в компенсационный фонд договорных обязательств СРО **возмещения вреда (ВВ)** для **оформления строительного допуска.**



№	Минимальный взнос в компенсационный фонд	Стоимость работ по одному договору	Уровень ответственности
1	100 000 Р	не превышает 60 млн. Р	первый
2	500 000 Р	не превышает 500 млн. Р	второй
3	1 500 000 Р	не превышает 3 млрд. Р	третий
4	2 000 000 Р	не превышает 10 млрд. Р	четвертый
5	5 000 000 Р	составляет 10 млрд. Р и более	пятый

Минимальный размер взноса в компенсационный фонд ОДО – доп.фонд (СРО обеспечения договорных обязательств для оформления строительного допуска).

№	Минимальный взнос в компенсационный фонд	Стоимость работ по всем договорам	Уровень ответственности
1	200 000 Р	не превышает 60 млн. Р	первый
2	2 500 000 Р	не превышает 500 млн. Р	второй
3	4 500 000 Р	не превышает 3 млрд. Р	третий
4	7 000 000 Р	не превышает 10 млрд. Р	четвертый
5	25 000 000 Р	составляет 10 млрд. Р и более	пятый

**Требования, предъявляемые к Техническому заказчику:**

- Должен быть юридическим лицом;
- Должен быть членом СРО. Право на осуществление функции ТЗ подтверждается выпиской из реестра членов СРО, форма которой утверждена Приказом Ростехнадзора РФ от 16.02.2017 № 58;
- Наличие руководителя, имеющего высшее образование соответствующего профиля и стаж работы не менее 5 лет;
- Наличие не менее 2-х специалистов по основному месту работы, сведения о которых включены в национальный реестр специалистов, предусмотренный статьей 555-1 ГрК РФ, трудовая функция которых включает организацию строительства;
- В случае выполнений инженерных изысканий, осуществления строительства, реконструкции, капитального ремонта особо опасных, технически сложных и уникальных объектов, соответствие требованиям установленным во внутренних документах СРО дифференцировано с учетом технической сложности и потенциальной опасности таких объектов, но не ниже минимально установленных Правительством РФ.

## Заключение

Данный материал раскрывает **функционал технического заказчика**, как проработанный и детально изложенный в упомянутых в докладе нормативно-правовых документах, таких как Градостроительный кодекс РФ, СП 48.13330.2019 Организация строительства и т.д.



[Вопросы-ответы](#)



[Скачать НПА](#)



[Ссылка на видеозапись](#)



[Тестирование](#)

### **3.3. Проведение строительного контроля. Функции технического заказчика, лица, осуществляющего строительство, авторский надзор. Взаимодействие с органами государственного строительного надзора**

*Автор: Должников Сергей Леонидович,*

*Генеральный директор ООО «ЭКСИНКО», Председатель Экспертного совета по информационным технологиям ВИМ при Российской Гильдии управляющих и девелоперов, Заместитель руководителя подкомитета ПК 6 «Монтаж промышленного и технологического оборудования» в Техническом комитете ТК 400 Росстандарта РФ «Производство работ в строительстве. Типовые технологические и организационные процессы»*

*Ключевые слова: строительный контроль, авторский надзор, государственный строительный надзор*

#### **Основные нормативно–правовые и нормативно–технические документы, определяющие порядок проведения строительного контроля**

Основными нормативно–правовыми документами, определяющими порядок проведения строительного контроля, являются следующие:

- Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29 декабря 2004 г. N 190–ФЗ;
- Постановление Правительства РФ от 21 июня 2010 г. N 468 "О порядке проведения строительного контроля при осуществлении строительства, реконструкции и капитального ремонта объектов капитального строительства";
- Постановление Правительства РФ от 13 октября 2022 г. N 1816 "Об установлении случаев принятия Правительством Российской Федерации решений о проведении строительного контроля федеральными органами исполнительной власти или подведомственными им государственными (бюджетными или автономными) учреждениями, указанными в части 2.1 статьи 53 Градостроительного кодекса Российской Федерации";
- Свод правил СП 48.13330.2019 «СНиП 12–01–2004. Организация строительства» (утв. приказом Министерства строительства и жилищно–



коммунального хозяйства РФ от 24 декабря 2019 г. N 861/пр) (с изменениями и дополнениями).

В случае с нормативно–техническими документами – их больше, чем вышеприведенный Свод правил. В той или иной мере каждый Свод правил, описывающий виды работ – содержит в себе дополнительные указания по контрольным методам, операциям. Кроме того, существуют государственные стандарты, которые описывают требования к контролю качества. Соответствующие ссылки на эти документы содержатся в приложении к Своду правил «Организация строительства»

### **Структура документов**

Градостроительный кодекс посвящает строительному контролю отдельную статью, 53. Эта статья входит в Главу 6–ю кодекса, которая описывает правила архитектурно–строительного проектирования, строительства, реконструкции объектов капитального строительства.

Итак, строительный контроль проводится в процессе строительства, реконструкции, капитального ремонта объектов капитального строительства в целях проверки соответствия выполняемых работ:

- Проектной документации
- Решениям и мероприятиям, направленным на обеспечение соблюдения требований энергетической эффективности и требований оснащенности объекта капитального строительства приборами учета используемых энергетических ресурсов.

В данном случае, стоит напомнить, что до 01.09.2022 года Постановление Правительства РФ № 87 от 16.02.2008 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» содержало в себе требование о разработке отдельного раздела «Мероприятия по обеспечению соблюдения требований энергетической эффективности...». В настоящее время эти данные указываются в соответствующих подразделах, которые включены в раздел 5 "Сведения об

инженерном оборудовании, о сетях и системах инженерно–технического обеспечения" состава проектной документации.

- Требованиям технических регламентов, в том числе Техническому регламенту «О безопасности зданий и сооружений»

- Результатам инженерных изысканий

- Требованиям к строительству, реконструкции объекта капитального строительства, установленным на дату выдачи представленного для получения разрешения на строительство градостроительного плана земельного участка, а также разрешенному использованию земельного участка и ограничениям, установленным в соответствии с земельным и иным законодательством Российской Федерации.

– Градкодекс определяет лица, которые проводят строительный контроль. Необходимо отметить, что строительный контроль проводится тем лицом, которое осуществляет строительство, то есть подрядчиком. Это утверждение иногда вызывает удивление, существует представление, что строительный контроль – это отдельный вид работ, выполняемый третьим лицом. Нет, строительный контроль – это комплекс действий, которые выполняют несколько участников строительного процесса: лицо, осуществляющее строительство, застройщик (технический заказчик) и проектная организация в рамках авторского надзора.

Технический заказчик по своей инициативе может привлекать проектную организацию, которая разработала проектную документацию для проверки соответствия выполняемых работ проектной документации.

В отношении отдельных объектов федерального значения Правительство Российской Федерации в установленных им случаях принимает решение о проведении строительного контроля федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики и нормативно–правовому регулированию в сфере строительства, архитектуры, градостроительства, или подведомственным указанному органу государственным (бюджетным или автономным) учреждением, имеется в виду Минстрой и его подведы.

В таких случаях Правительство РФ выпускает соответствующие постановления, одно из них будет рассмотрено ниже.

Градкодекс закрепляет за подрядной организацией обязанность извещать органы государственного строительного надзора о каждом случае возникновения аварийных ситуаций на объекте капитального строительства.

Отдельным пунктом Градкодекс прописывает требования контроля при выполнении работ, которые оказывают влияние на безопасность объекта капитального строительства и в соответствии с технологией строительства, реконструкции, капитального ремонта контроль за выполнением которых не может быть проведен после выполнения других работ.

Кроме того, предусматривается контроль за безопасностью строительных конструкций и участков сетей инженерно-технического обеспечения в случае, если устранение выявленных в процессе проведения строительного контроля недостатков невозможно без разборки или повреждения других строительных конструкций и участков сетей инженерно-технического обеспечения, за соответствием указанных работ, конструкций и участков сетей требованиям технических регламентов и проектной документации.

Контролю за безопасностью строительных конструкций предшествует контроль за выполнением всех работ, которые оказывают влияние на безопасность таких конструкций и в соответствии с технологией строительства. Градкодекс предписывает, по результатам проведения контроля за выполнением указанных работ составлять акты освидетельствования указанных работ, конструкций, участков сетей инженерно–технического обеспечения.

Важным положением является закрепленная в Градкодексе обязанность технического заказчика оформлять замечания о недостатках выполнения работ – в письменной форме. А обязанностью лица, осуществляющего строительство является устранение указанных недостатков и составление соответствующего акта.

После завершения строительства, реконструкции объекта капитального строительства подписывается акт, подтверждающий соответствие параметров соответственно построенного, реконструированного объекта капитального

строительства требованиям проектной документации. Акт подписывается лицом, осуществляющим строительство и застройщиком или техническим заказчиком.

Градкодекс не ограничивается теми положениями, которые приведены и указывает, что Порядок проведения строительного контроля устанавливается Правительством Российской Федерации<sup>5</sup>, то есть, требования к проведению строительного контроля детализируются следующим документом:

*Положение о проведении строительного контроля при осуществлении строительства, реконструкции и капитального ремонта объектов капитального строительства (утв. постановлением Правительства РФ от 21 июня 2010 г. N 468)*<sup>1</sup>.

Положение устанавливает порядок проведения строительного контроля при осуществлении строительства, реконструкции и капитального ремонта (далее – строительство) объектов капитального строительства **независимо от источников их финансирования**. Обращаю внимание на эту важную деталь, источник финансирования не является основанием для определения необходимости проведения строительного контроля.

Кроме того, этим положением установлен порядок определения размера затрат на проведение строительного контроля, но у с учетом того, что совсем недавно на портале проектов нормативных правовых актов обсуждался проект постановления Правительства РФ с редакцией новых Правил проведения строительного контроля, стоит подождать выхода нового документа, в части описания метода определения затрат на проведение строительного контроля.

Итак, цель строительного контроля в этом документе чуть более конкретизирована, это проверка выполнения работ на соответствие требованиям проектной документации в целях обеспечения безопасности зданий и сооружений.

Лица, которые ведут строительный контроль, это лицо, осуществляющее строительство и технический заказчик, в этой норме изменений нет.

---

<sup>5</sup> Положение о проведении строительного контроля при осуществлении строительства, реконструкции и капитального ремонта объектов капитального строительства (утв. постановлением Правительства РФ от 21 июня 2010 г. N 468)

Далее, Положение устанавливает круг обязанностей, для работников подрядчика и технического заказчика, разделяя между ними методы и виды строительного контроля.

Соответственно, подрядчик в ходе строительного контроля выполняет следующие мероприятия:

- а) проверка качества строительных материалов, изделий, конструкций и оборудования, поставленных для строительства объекта капитального строительства (далее соответственно – продукция, входной контроль);
- б) проверка соблюдения установленных норм и правил складирования и хранения применяемой продукции;
- в) проверка соблюдения последовательности и состава технологических операций при осуществлении строительства объекта капитального строительства;
- г) совместно с заказчиком освидетельствование работ, скрываемых последующими работами (далее – скрытые работы), и промежуточная приемка возведенных строительных конструкций, влияющих на безопасность объекта капитального строительства, участков сетей инженерно-технического обеспечения;
- д) приемка законченных видов (этапов) работ;
- е) проверка совместно с заказчиком соответствия законченного строительством объекта требованиям проектной и подготовленной на ее основе рабочей документации, результатам инженерных изысканий, требованиям градостроительного плана земельного участка, технических регламентов.

Строительный контроль технического заказчика осуществляет мероприятия по контролю действий подрядчика, которые совершаются в рамках контроля качества строительства, а именно:

- а) проверка полноты и соблюдения установленных сроков выполнения подрядчиком входного контроля и достоверности документирования его результатов;
- б) проверка выполнения подрядчиком контрольных мероприятий по соблюдению правил складирования и хранения применяемой продукции и достоверности документирования его результатов;

- в) проверка полноты и соблюдения установленных сроков выполнения подрядчиком контроля последовательности и состава технологических операций по осуществлению строительства объектов капитального строительства и достоверности документирования его результатов;
- г) совместно с подрядчиком освидетельствование скрытых работ и промежуточная приемка возведенных строительных конструкций, влияющих на безопасность объекта капитального строительства, участков сетей инженерно-технического обеспечения;
- д) проверка совместно с подрядчиком соответствия законченного строительством объекта требованиям проектной и подготовленной на ее основе рабочей документации, результатам инженерных изысканий, требованиям градостроительного плана земельного участка, требованиям технических регламентов;
- е) иные мероприятия в целях осуществления строительного контроля, предусмотренные законодательством Российской Федерации и (или) заключенным договором.

Положение вводит в действие такие понятия, как входной и операционный контроль. Это важный аспект внутренней составляющей строительного контроля. Необходимо сделать акцент на следующем: строительный контроль – это не поиск нарушений, не средство для выдачи замечаний или предписаний. Строительный контроль – это контроль действий инженерно-технического персонала на разных этапах строительного производства.

Входной контроль осуществляется до момента применения продукции в процессе строительства и включает проверку наличия и содержания документов поставщиков, содержащих сведения о качестве поставленной ими продукции, ее соответствия требованиям рабочей документации, технических регламентов, стандартов и сводов правил.

Операционный контроль, в Положении он именуется как контроль последовательности и состава технологических операций по строительству проводится в целях проверки:

а) соблюдения последовательности и состава выполняемых технологических операций и их соответствия требованиям технических регламентов, стандартов, сводов правил, проектной документации, результатам инженерных изысканий, градостроительному плану земельного участка;

б) соответствия качества выполнения технологических операций и их результатов требованиям проектной и подготовленной на ее основе рабочей документации, а также требованиям технических регламентов, стандартов и сводов правил.

Также Положение устанавливает порядок проведения контрольных мероприятий и их документирование.

При проведении совместных контрольных мероприятий, подрядчиком и техническим заказчиком – подрядчик уведомляет последнего не позднее чем за 3 дня до даты проведения таких мероприятий. Проведение контрольного мероприятия и его результаты фиксируются путем составления акта. Сведения о проведенных контрольных мероприятиях и их результатах отражаются в общем журнале работ с приложением к нему соответствующих актов. Акты, составленные по результатам контрольных мероприятий, проводимых совместно подрядчиком и заказчиком, составляются в 2 экземплярах и подписываются их представителями.

В случае ведения исполнительной документации в электронном виде эти документы подписываются усиленной электронной цифровой подписью представителей сторон.

Что касается ведения документации в электронном виде, часто встречается вопрос – когда же наконец разрешат вести документацию в электронном виде?

Напомню, что в соответствии с Приказом Ростехнадзора от 9 ноября 2017 г. N 470 было внесено дополнение, в Требования к составу и порядку исполнительной документации, о том, что Исполнительная документация ведется на бумажном носителе **и (или)** по соглашению между участниками электронного взаимодействия в виде электронных документов, подписанных усиленной квалифицированной электронной подписью.

В мае 2022 г. был введен в действие ГОСТ Р 70108–2022 «Документация исполнительная. Формирование и ведение в электронном виде», который описывает процесс электронного взаимодействия участников строительства.

*Постановление Правительства РФ от 13 октября 2022 г. N 1816 "Об установлении случаев принятия Правительством РФ решений о проведении строительного контроля федеральными органами исполнительной власти или подведомственными им государственными (бюджетными или автономными) учреждениями, указанными в части 2 1 статьи 53 Градостроительного кодекса РФ".*

Выше уже отмечалось, при рассмотрении структуры Градостроительного кодекса, в части описания Строительного контроля, что Правительство в отдельных случаях может устанавливать правила проведения строительного контроля в отношении тех или иных видов объектов капитального строительства.

В данном случае речь идет о подведомственном Минстрою учреждении – Федеральный центр строительного контроля.

Не будем отдельно рассматривать структуру или состав свода правил? Организация строительства, поскольку далее, все что мы будем обсуждать – это как раз и есть положения этого свода правил, относящиеся к строительному контролю.

## **Виды строительного контроля**

В состав строительного контроля входят разнообразные виды контрольных действий, процедур.

Свод правил 48.13330 Организация строительства устанавливает, что Участники строительства – лицо, осуществляющее строительство, застройщик (технический заказчик) – обязаны осуществлять строительный контроль (**входной, операционный, приемочный**) в целях оценки соответствия строительно-монтажных работ, возводимых конструкций и систем инженерно-технического обеспечения здания и сооружения требованиям технических регламентов, проектной, рабочей и организационно–технологической документации.

Строительный контроль (включая лабораторный контроль, проводимый строительной лабораторией), осуществляемый участниками строительства, должен



выполняться утвержденными методами в соответствии с документами по стандартизации и с применением средств измерений, включенных в государственный реестр средств измерений (Госреестр СИ).

Лицо, осуществляющее подготовку проектной документации (проектная организация), осуществляет авторский надзор по договору с застройщиком (техническим заказчиком), а также участвует в освидетельствовании работ и подписании соответствующих актов, если данные работы выполнялись в его присутствии.

### **Авторский надзор**

Правила ведения авторского надзора установлены Сводом правил "Положение об авторском надзоре за строительством зданий и сооружений".

В общих положениях Свода правил отдельно сформулировано следующее: Авторский надзор является частью строительного контроля, который проводится лицом, осуществившим подготовку проектной и, на её основе, рабочей документации.

Обязательность проведения авторского надзора определяется техническим заказчиком, за исключением случаев строительства опасного производственного объекта или при приспособлении объекта культурного наследия для современного использования.

Авторский надзор за строительством зданий и сооружений осуществляется, как правило, на протяжении всего периода строительства и ввода объекта капитального строительства в эксплуатацию. При необходимости, в оговоренных договором на осуществление авторского надзора случаях, авторский надзор проводится в начальный период эксплуатации объекта при доведении предприятия или сооружения до проектной мощности.

Авторский надзор за возведением зданий и сооружений, строительство которых осуществляется по повторно применяемой проектной документации, получившей положительное заключение государственной экспертизы или модификации такой

документации, не затрагивающей конструктивные и другие характеристики надёжности и безопасности объектов капитального строительства, проводится проектной организацией, применившей эту типовую проектную документацию.

Основные задачи авторского надзора:

- а) контроль за соответствием выполнения строительно-монтажных работ проектной и разработанной на её основе рабочей документации;
- б) своевременное решение всех технических вопросов по проектной и разработанной на её основе рабочей документации, возникающих в процессе строительства;
- в) решение вопросов, связанных с внесением изменений в рабочую документацию и проектную документацию, необходимость которых выявилась в процессе строительства, в объёме, порядке и сроки, установленные договором подряда на выполнение проектных и изыскательских работ или дополнительным соглашением к этому договору.

Важно – авторский надзор не обладает полномочиями по самостоятельному принятию решения на внесение изменений в проектную или рабочую документацию. Исключение составляет, и это установлено соответствующей статьей Гражданского кодекса, когда стоимость работ, по внесенным изменениям не превышает 10% от общей стоимости работ, а сами изменения не затрагивают конструктивные характеристики строящегося объекта, которые влияют на его безопасность или технико-экономические показатели.

Функции:

- а) обеспечивает проведение авторского надзора на договорной основе или на основании организационно–распорядительного документа в случае, если проектировщик является структурным подразделением застройщика (заказчика) или лица, осуществляющего строительство (подрядчика), согласно 5.2 СП 48.13330;
- б) принимает участие в освидетельствовании геодезической разбивочной основы объекта капитального строительства;
- в) устанавливает необходимость осуществления геодезических наблюдений за перемещениями и деформациями (осадками, сдвигами, кренами) оснований фундаментов зданий и сооружений, необходимость в проведении которых выявилась

в процессе осуществления авторского надзора, в том числе существующих объектов капитального строительства, расположенных в непосредственной близости от строящихся объектов, в случаях, предусмотренных проектом строительства по специальным проектам;

г) согласовывает совместно с заказчиком замену предусмотренных проектом грунтов, материалов изделий и конструкций, входящих в состав возводимого сооружения или его основания, согласно 4.6 СП 45.13330, а также замену оборудования;

д) принимает участие, в порядке выборочного контроля, в проверке качества и соблюдения технологии выполнения работ, которые оказывают влияние на безопасность объекта капитального строительства и в соответствии с технологией строительства контроль за выполнением которых не может быть проведён после выполнения других работ, а также безопасности ответственных строительных конструкций и участков сетей инженерно-технического обеспечения, если устранение выявленных в процессе проведения строительного контроля недостатков невозможно без разборки или повреждения других строительных конструкций и участков сетей инженерно-технического обеспечения;

е) принимает участие в подписании актов освидетельствования скрытых работ, актов промежуточной приёмки ответственных конструкций, участков сетей инженерно-технического обеспечения, контроль за выполнением которых не может быть проведён после выполнения других работ, а также в случаях, предусмотренных проектной документацией, требованиями технических регламентов, при проведении испытания таких конструкций, участков сетей инженерно-технического обеспечения, в освидетельствовании которых принимает участие проектировщик, определяется договором на осуществление авторского надзора;

ж) осуществляет ведение журнала авторского надзора за строительством.

и) осуществляет контроль за своевременным и качественным выполнением всех требований и указаний, внесённых в журнал авторского надзора за строительством. Сроки выполнения требований и указаний согласуются с заказчиком и фиксируются в журнале авторского надзора;

- к) информирует заказчика о несвоевременном и некачественном выполнении указаний специалистов, осуществляющих авторский надзор, для принятия оперативных мер по устранению выявленных отступлений от рабочей документации;
- л) вносит предложения в орган, выдавший разрешение на строительство, о принятии необходимых мер по предотвращению возможного ущерба в связи с отступлением от принятой документации при её реализации, а также по предотвращению нарушения авторского права на произведение архитектуры в соответствии с действующим законодательством;
- м) оформляет в письменной форме замечания о выявленных недостатках выполнения работ при строительстве объекта капитального строительства. Об устранении указанных недостатков лицом, осуществляющим строительство, составляется акт, который подписывается данным лицом и представителем авторского надзора;
- н) обеспечивает решение вопросов, связанных с внесением изменений в проектную документацию, необходимость которых выявилась в процессе строительства, по заданию застройщика (технического заказчика), с последующим её переутверждением в соответствии с законодательством;
- п) обеспечивает решение вопросов, связанных с внесением изменений в рабочую документацию, необходимость которых выявилась в процессе строительства в соответствии с требованиями ГОСТ Р 21.1101, осуществляет контроль исполнения;
- р) обеспечивает своевременное решение всех технических вопросов по проектной документации, возникающих в процессе строительства;
- с) принимает участие в приёмке объекта капитального строительства в эксплуатацию, оказывает помощь в освоении проектной мощности [14] на основании отдельного договора или дополнительного соглашения.

Выезд специалистов группы авторского надзора на строительную площадку осуществляется в установленные планом–графиком сроки. В отличие от порядка предупреждения подрядчиком технического заказчика о необходимости освидетельствования скрытых работ – Вызов на объект представителей проектной организации с указанием видов работ, ответственных конструкций, участков сетей, подлежащих освидетельствованию, осуществляется только заказчиком.

Документирование результатов авторского надзора происходит в виде письменных уведомлений о выявленных недостатках, подписании актов освидетельствования скрытых работ, фиксацию результатов надзора в журнале авторского надзора.

### **Входной контроль проектной документации**

Осуществляется и лицом, осуществляющим строительство и техническим заказчиком.

Состав контролируемых показателей при входном контроле документации застройщиком (техническим заказчиком) и лицом, осуществляющим строительство (подрядной организации (генеральной подрядной организации)), приведен в разделе 5 СП 48 Организация строительства – Проектная подготовка строительства.

При самостоятельном изучении свода правил, и любого другого документа – необходимо обращать внимание на ссылки в тексте. То, что в том или ином разделе что-либо не указано дословно, не означает, что этих требований не существует, просто они изложены в других разделах. Это очень важно.

В данном случае ссылка из раздела по качеству строительства отсылает в раздел, посвященный в целом проектной подготовке строительства, в котором есть пункт, который предписывает при входном контроле проектной, рабочей документации, а также организационно–технологических решений проверять:

- ее комплектность;
- соответствие утвержденному техническому заданию на проектирование;
- полное или выборочное соответствие утвержденным решениям в составе проектной документации;
- корректность оформления, состав и содержание в соответствии с ГОСТ Р 21.101;
- наличие ссылок на действующие нормативные документы, в том числе на документы по стандартизации в части применяемых материалов, изделий, конструкций, оборудования, технологий;

- наличие согласований и утверждений;
- достаточность информации для выполнения строительно–монтажных работ;
- наличие требований к фактической точности контролируемых параметров;
- наличие указаний о методах контроля и измерений, в том числе в виде ссылок на соответствующие документы по стандартизации на применяемые материалы, изделия, конструкции, оборудование, технологии, содержащие указания о методах контроля;
- иные критерии соответствия действующим нормативным документам и технической документации на усмотрение застройщика (технического заказчика).

Важная деталь – лицу, осуществляющему строительство, следует проанализировать соответствие указанных в ПОС организационно-технологических решений (в том числе в части механизации строительства) текущим возможностям лица, осуществляющего строительство, и действующему уровню техники.

И, вот именно после того, как технический заказчик подтверждает факт соответствия комплектов рабочей документации требованиям действующих нормативных документов и утвержденной проектной документации – тогда ответственное лицо достает заветный штамп «В производство работ» и проставляет его на каждом листе комплекта рабочей документации. Или подписывает электронной подписью, если рабочая документация согласовывается в форме информационной модели.

### **Входной контроль изделий, материалов, оборудования**

Что делает лицо, осуществляющее строительство?

Проверяет соответствие показателей качества требованиям утвержденной проектной документации, положений договора подряда и документов по стандартизации.

При этом подрядчик должен проверить наличие, содержание и качество сопроводительных документов изготовителей (документов изготовителя о качестве)

и зарегистрировать это в журнале входного контроля по форме, которая приведена в Своде правил Организация строительства, в приложении И.

Основным документом, подтверждающим технические требования к применяемым строительным материалам, конструкциям, изделиям, полуфабрикатам и оборудованию, является документ изготовителя (например, паспорт качества).

Технический заказчик, в процессе входного контроля осуществляет:

- проверка наличия, содержания и качества сопроводительных документов изготовителя, подтверждающих качество материалов, изделий, полуфабрикатов и оборудования (документы изготовителя о качестве)
- проверка внешнего вида продукции (материалов, конструкций, изделий, оборудования), состояния поверхности, маркировки, отсутствия критических дефектов и повреждений, не соответствующих требованиям документов по стандартизации
- контрольные измерения и лабораторные испытания по показателям качества в соответствии с требованиями документов по стандартизации.

Когда мы говорим о лабораторных испытаниях, необходимо понимать следующее.

Подрядчик при входном контроле применяемых строительных материалов, изделий, конструкций проводит лабораторные испытания материалов, изделий, полуфабрикатов и оборудования в соответствии с **требованиями утвержденной проектной документации**. То есть, в проектной документации должны быть четкие указания на необходимость лабораторных испытаний.

Причинами для проведения лабораторных испытаний застройщиком (техническим заказчиком) также могут являться: дополнительное исследование конструкционного материала для несущих ответственных конструкций; замена или изменение показателя применяемого материала в отступление от утвержденной проектной документации; несоответствие документу изготовителя внешнего вида или геометрических характеристик продукции; отсутствие или нарушение маркировки и упаковки; наличие видимых повреждений и критических дефектов в

отступление от требований документов по стандартизации; несоответствие данных в документах изготовителя о качестве, этикетки и маркировки между собой.

### **Операционный контроль**

Определение операционного контроля простое. Это контроль продукции или процесса во время выполнения или после завершения технологической операции<sup>6</sup>.

Подрядчик в составе строительного контроля выполняет: операционный контроль в ходе выполнения строительно-монтажных работ в полном объеме согласно:

- утвержденной проектной документации;
- документам по стандартизации;
- положениям договора с застройщиком (техническим заказчиком);

А также:

- контроль соблюдения требований охраны труда;
- внесение записей в соответствующий раздел общего журнала работ.

Обратите внимание, речь идет в том числе об общем журнале работ.

Форма и порядок ведения этого документа установлены приказом Ростехнадзора "Об утверждении и введении в действие Порядка ведения общего и (или) специального журнала учета выполнения работ при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства".

Свод правил Организация строительства говорит нам, что технический заказчик в составе строительного контроля, в том числе, выполняет верификацию операционного контроля в ходе выполнения строительно-монтажных работ, включая записи в соответствующем разделе общего журнала учета выполнения работ.

Термин «верификация» в предыдущей редакции свода правил сопровождался пояснением – выборочный.

Как выбирать? Правила предлагают определять объем выборки при верификации следующим образом:

---

<sup>6</sup> ГОСТ 16504–81 «Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения» с изм. № 1 2003 г., п.100



Найти этот объем в составе проектной документации, поскольку, как гласит свод правил – эта информация должна быть там указана. Однако, в Постановлении 87 О составе проектной документации и требованиях к ее содержанию об этом не указано. Но, тем не менее в Своде правил добавляется, что объем верификации определяется на стадии строительства по результатам научно–консультационной деятельности специализированной организации, привлеченной для научно–технического сопровождения данного объекта и (или) авторского надзора.

В данном случае речь идет о нестандартных проектных и организационно–технологических решениях, а специализированная организация – это технический заказчик.

При операционном контроле и подрядчик и технический заказчик проверяют следующее:

- соответствие выполняемых производственных операций нормативным документам и организационно–технологической документации, распространяющимся на данные производственные операции;
- соблюдение технологических режимов, установленных организационно–технологической документацией;
- соблюдение требований охраны труда при выполнении соответствующих производственных операций;
- соответствие показателей качества выполнения операций и их результатов требованиям проектной и организационно–технологической документации, а также распространяющимся на данные технологические операции документам по стандартизации.

Места выполнения контрольных операций, их частота, исполнители, методы и средства измерений, формы записи результатов, порядок принятия решений при выявлении несоответствий установленным требованиям должны соответствовать требованиям нормативных документов и проектной и организационно–технологической документации.

И вот здесь мы переходим к практической стороне – а как понять, какие операции или процессы подлежат проверке по показателям качества? Где именно надо осуществлять контроль, с какой частотой, какими методами?

Кто, должен это делать – должен же быть исполнитель, и, каким средствами измерений осуществлять контрольные операции?

Все эти данные можно найти в документах, которые входят в состав организационно–технологической документации, а именно:

- проект производства работ (ППР);
- технологические схемы и указания по производству работ;
- схемы контроля качества (контрольные карты, чек–листы);
- технологические карты.

Основное назначение таких схем – показать должностным лицам подрядчика и технического заказчика места контроля качества.

И это не только производитель работ, это геодезист, инженер строительной лаборатории, инженер строительного контроля, инженеры монтажных организаций.

Важно отметить следующее. Очень часто операционный контроль путают с приемочным контролем.

Приемочный контроль как этап, не может наступить просто по факту завершения того или иного вида работ. Как принять то, что неизвестно как выполнялось в ходе производства работ?

При организации операционного контроля мы обычно рассматриваем подготовительные работы, основные работы и заключительные работы, применительно к технологическому процессу.

Под подготовительными работами понимается и проверка комплектации стройматериалов и оборудования, проверка выбранного технологического оборудования, оснастки, наличия освещения, предупредительных знаков и так далее.

Говоря об основных работах, как этапе, мы подразумеваем контроль и последовательность технологических процессов, которые могут разделяться на отдельные операции.

А заключительные работы – это те, которые проводятся после завершения основных, например – снятие опалубки, демонтаж технологического оборудования.

Кроме того, я еще раз хочу акцентировать, что, что процесс строительного контроля, а именно его составная часть – операционный контроль совершенно не говорит о том, что это функция одного лица – инженера строительного контроля.

Это единовременная коллективная функция многих инженеров из структур подрядчика и технического заказчика.

### **Функции лица, осуществляющего строительство и функции технического заказчика по строительному контролю**

#### 1.1. Лицо, осуществляющее строительство:

- Входной контроль рабочей документации, предоставленной застройщиком (техническим заказчиком);
- Освидетельствование геодезической разбивочной основы объекта капитального Строительства;
- Входной контроль применяемых строительных материалов, изделий, конструкций, полуфабрикатов и оборудования в необходимом объеме;
- Операционный контроль в ходе выполнения строительно-монтажных работ в полном объеме согласно утвержденной проектной документации;
- Контроль качества готовой строительной продукции (результатов строительно-монтажных работ);
- Освидетельствование работ в полном объеме, в том числе скрытых;
- Освидетельствование ответственных строительных конструкций и участков систем инженерно-технического обеспечения в полном объеме;
- Апробация, испытания и пусконаладка инженерно-технических систем и Оборудования;
- Комплексные испытания инженерных систем (в том числе систем пожарной безопасности) при приемке законченного строительством объекта застройщиком (техническим заказчиком).

#### 1.2. Технический заказчик:

- Входной контроль проектной и рабочей документации;

- Верификация входного контроля у лица, осуществляющего строительство, а именно выборочную проверку применяемых строительных материалов, изделий, конструкций, полуфабрикатов и оборудования, в том числе проверка наличия у лица, осуществляющего строительство, документов изготовителя о качестве применяемых им материалов, изделий, полуфабрикатов, конструкций и оборудования, а также документированных результатов лабораторного контроля;
- Контроль соблюдения лицом, осуществляющим строительство, правил складирования и хранения применяемых материалов, конструкций, изделий, полуфабрикатов и оборудования;
- Верификация операционного контроля в ходе выполнения строительно-монтажных работ, включая записи в соответствующем разделе общего журнала учета выполнения работ;
- Контроль наличия и правильности ведения лицом, осуществляющим строительство, исполнительной документации, в том числе оценка достоверности геодезических исполнительных схем, выполненных конструкций с выборочным контролем точности положения элементов;
- Организация работ по внесению изменений и корректировок проектной документации, необходимость которых возникла в процессе строительства;
- Участие в освидетельствовании выполненных работ (в том числе скрытых);
- Контроль за выполнением лицом, осуществляющим строительство, требования о недопустимости выполнения последующих работ до подписания соответствующих актов освидетельствования скрытых работ;
- Заключительная оценку (совместно с лицом, осуществляющим строительство) соответствия законченного строительством объекта требованиям технических регламентов, проектной документации и условиям договоров технологического присоединения к сетям инженерного обеспечения.

## **Особенности саморегулирования в области оказания функций строительного контроля**

Лицо, осуществляющее строительство:

*ГрК РФ, ст 52 Осуществление строительства, реконструкции, капитального ремонта, ч 1 2 п 2:* «Работы по договорам о строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства, заключенным с застройщиком, техническим заказчиком, лицом, ответственным за эксплуатацию здания, сооружения, региональным оператором (далее также договор строительного подряда), должны выполняться только индивидуальными предпринимателями или юридическими лицами, которые являются членами саморегулируемых организаций в области строительства, реконструкции, капитального ремонта объектов капитального строительства если иное не установлено настоящей статьей»

Технический заказчик:

*ГрК РФ, ст 1 п 22 «Технический заказчик»:*

«Технический заказчик юридическое лицо, которое уполномочено застройщиком и от имени застройщика осуществлять иные функции, предусмотренные законодательством о градостроительной деятельности. Функции технического заказчика могут выполняться только членом соответственно саморегулируемой организации в области инженерных изысканий, архитектурно строительного проектирования, строительства реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства».

*ГрК РФ, ст 53 «Строительный контроль», п 2:*

«В случае осуществления строительства, реконструкции, капитального ремонта на основании договора строительного подряда строительный контроль проводится застройщиком, техническим заказчиком».

Не требуется членство в СРО:

*ГрК РФ, ст 52 Осуществление строительства, реконструкции, капитального ремонта, ч 1 2 п 2 1:*

«ИП или ЮЛ, не являющиеся членами СРО в области строительства, реконструкции, капитального ремонта объектов капитального строительства, могут выполнять работы по договорам строительного подряда, заключенным с застройщиком, техническим заказчиком, лицом, ответственным за эксплуатацию здания,

сооружения, региональным оператором, в случае, если размер обязательств по каждому из таких договоров не превышает десяти миллионов рублей».

## **Государственный строительный надзор**

Постановлением Правительства РФ от 30.06.2021 N 1087 (ред. от 23.12.2021) "Об утверждении Положения о федеральном государственном строительном надзоре" устанавливается следующий уровень ответственности Ростехнадзора по объектам:

- Объекты Российской Федерации за рубежом;
- Объекты в исключительной экономической зоне;
- Объекты на континентальном шельфе;
- Объекты во внутренних морских водах;
- Объекты обороны и безопасности;
- Автомобильные дороги федерального значения;
- Объекты инфраструктуры железнодорожного и авиационного транспорта;
- Объекты культурного наследия федерального значения;
- Объекты размещения и обезвреживания отходов.

Постановлением Правительства РФ от 01.12.2021 N 2161 "Об утверждении общих требований к организации и осуществлению регионального государственного строительного надзора» установлено, что органы государственного строительного надзора субъекта РФ осуществляют надзор за объектами капитального строительства, которые не входят в зону ответственности федеральных органов Госстройнадзора.

## **Цифровизация строительного контроля**

Свод правил СП 471.1325800.2019 "Информационное моделирование в строительстве. Контроль качества производства строительных работ" (утв. приказом

Министерства строительства и жилищно–коммунального хозяйства РФ от 24 декабря 2019 г. N 854/ пр.

Свод правил распространяется на применение технологий информационного моделирования при строительстве новых, реконструкции и сносе существующих зданий и сооружений, а также на инженерную подготовку территорий и устанавливает правила организации и проведения работ по контролю качества строительства в рамках строительного контроля с применением технологий информационного моделирования.

Применение информационных моделей и технологий информационного моделирования при контроле качества строительных работ направлено на обеспечение сбора, обработки, анализа и формирования системы долговременного хранения информации о результатах контроля качества и должно позволять автоматизировать решение общих задач строительного контроля всех участников строительства и управления жизненным циклом.

К основным работам по контролю качества производства строительных работ в рамках строительного контроля, выполняемого с применением технологий информационного моделирования, относятся:

- освидетельствование геодезической разбивочной основы и разбивки осей объекта капитального строительства;
- входной контроль применяемых строительных материалов, изделий, конструкций и оборудования;
- контроль соблюдения правил складирования и хранения применяемых материалов, изделий и оборудования;
- операционный контроль в процессе выполнения и после завершения операций строительно–монтажных работ;
- освидетельствование выполненных работ, результаты которых становятся недоступными для контроля после начала выполнения последующих работ;
- освидетельствование ответственных строительных конструкций и участков систем инженерно–технического обеспечения;

- испытания и опробования технических устройств;
- оценка соответствия выполненных работ, конструкций, участков инженерных сетей.

Участниками информационного обмена при контроле качества строительных работ являются:

- застройщик (технический заказчик) или его представители, осуществляющие строительный контроль;
- подрядчик (генеральный подрядчик) – лицо осуществляющее строительство;
- проектировщик (лицо, осуществившее подготовку проектной и рабочей документации, авторский надзор);
- представители строительных испытательных лабораторий и профильных организаций, выполняющих работы по оценке соответствия;
- органы государственного контроля и строительного надзора;
- представители иных уполномоченных органов и организаций в соответствии с условиями их участия в проекте.

## **Цифровые технологии строительного контроля**

Аэрофотосъемка с БЛА, как способ визуального обследования строительства.

- Наблюдение за строительным процессом;
- Контроль отдельных видов выполненных работ;
- Контроль перемещения строительных материалов на площадке;
- Обследование зданий и сооружений.

Наземное лазерное сканирование.

- Съемка сложных инженерных объектов с большим количеством коммуникаций;
- Съемка автомобильных дорог и дорожных объектов;
- Съемка железных дорог и сооружений на них;
- Топографическая съемка местности;
- Исполнительные съемки строящихся объектов.





## Список литературы

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29 декабря 2004 г. N 190–ФЗ;
2. Постановление Правительства РФ от 21 июня 2010 г. N 468 "О порядке проведения строительного контроля при осуществлении строительства, реконструкции и капитального ремонта объектов капитального строительства";
3. Постановление Правительства РФ от 1 декабря 2021 г. N 2161 "Об утверждении общих требований к организации и осуществлению регионального государственного строительного надзора, внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 30 июня 2021 г. N 1087 и признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации";
4. Постановление Правительства РФ от 30 июня 2021 г. N 1087 "Об утверждении Положения о федеральном государственном строительном надзоре" (с изменениями и дополнениями);
5. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 26 декабря 2006 г. N 1130 "Об утверждении и введении в действие Порядка формирования и ведения дел при осуществлении государственного строительного надзора" (с изменениями и дополнениями);
6. Свод правил СП 48.13330.2019 "СНиП 12–01–2004. Организация строительства" (утв. приказом Министерства строительства и жилищно–коммунального хозяйства РФ от 24 декабря 2019 г. N 861/пр) (с изменениями и дополнениями);
7. Документальное обеспечение строительства: справочное пособие (Кабанов В.Н.). – "Проспект", 2021 г.;
8. Исследование теоретических и методических особенностей процедуры проведения строительного контроля. Цопа Н.В., Карпушкин А.С., Горин А.К. Научная статья по специальности «Строительство и архитектура», 2019. [Электронный ресурс]. <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-teoreticheskikh-i-metodicheskikh-osobnostey-protsedury-provedeniya-stroitelno-go-kontrolya>

9. ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ НА СИСТЕМУ ВНУТРЕННЕГО КОНТРОЛЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ. Евстафьева Е.М., Андреева Н.А. Научная статья по специальности «Экономика и бизнес», 2021. [Электронный ресурс]. <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-tsifrovoy-transformatsii-na-sistemu-vnutrennego-kontrolya-stroitelnoy-organizatsii>



[Вопросы-ответы](#)



[Скачать НПА](#)



[Ссылка на видеозапись](#)



[Тестирование](#)

### **3.4. Деятельность технического заказчика на этапе строительства, ввода объекта в эксплуатацию, реконструкции и капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства**

*Автор: Лапыгин Александр Алексеевич,*

*Генеральный директор ООО «РОСЭКО-СТРОЙПРОЕКТ»*

*Ключевые слова: Информационная модель ОКС, Технический заказчик*

Технический заказчик – юридическое лицо, которое уполномочено застройщиком и от имени застройщика заключает договоры о выполнении инженерных изысканий, о подготовке проектной документации, о строительстве, реконструкции, капитальном ремонте, сносе объектов капитального строительства, подготавливает задания на выполнение указанных видов работ, предоставляет лицам, выполняющим инженерные изыскания и (или) осуществляющим подготовку проектной документации, строительство, реконструкцию, капитальный ремонт, снос объектов капитального строительства, материалы и документы, необходимые для выполнения указанных видов работ, утверждает проектную документацию, подписывает документы, необходимые для получения разрешения на ввод объекта капитального строительства в эксплуатацию, осуществляет иные функции, предусмотренные законодательством о градостроительной деятельности (далее также – функции технического заказчика). Функции технического заказчика могут выполняться только членом соответственно саморегулируемой организации в области инженерных изысканий, архитектурно-строительного проектирования, строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства, за исключением случаев, предусмотренных частью 2\_1 статьи 47, частью 4\_1 статьи 48, частями 2\_1 и 2\_2 статьи 52, частями 5 и 6 статьи 55\_31 настоящего Кодекса [1].

Таким образом, Технический заказчик – организация, уполномоченная застройщиком по доверенности от его имени производить все те действия, которые требуются, чтобы производил сам застройщик/заказчик, будь у него соответствующие компетенции в строительстве, проектировании и инженерных изысканиях. Так как у большей части заказчиков таких компетенций нет (потому что строительство не является их основным видом деятельности), такие организации приглашают в свои договоры Технического заказчика. Организация, выполняющая функции Технического заказчика, должна быть членом саморегулируемой организации по соответствующему направлению (изыскания, проектирование, строительство), имеет опыт организации работ по соответствующему направлению и

выполняет все технические функции заказчика по приёмке, проверке документации и выставлению к ней замечаний.

Из этого следует также, что для успешной работы между заказчиком и техническим заказчиком должна быть достаточно высокая степень доверия: заказчик доверяет техзаказчику контроль качества проектной документации, которую выполняет проектировщик, а также контроль качества СМР по объекту. При взаимном отсутствии доверия эта схема работы превращается в мучение для обеих сторон, тогда как доверие сокращает транзакционные издержки на этапе реализации проекта если не до нуля, то по крайней мере значительно.

### **Деятельность технического заказчика на этапе строительства**

На этапе строительства технический заказчик может выполнять следующие функции (в зависимости от того, какие из них требуются заказчику):

1. Заключает договоры с подрядчиками
2. Осуществляет строительный контроль
3. Подписывает от имени заказчика документы, необходимые в ходе проведения различных проверок, а также всю документацию в процессе строительства – акты освидетельствования ответственных конструкций, акты освидетельствования скрытых работ, журналы ведения работ и т.п.
4. Принимает от лица заказчика оборудование и материалы, поставка которых входит в зону ответственности заказчика
5. Осуществляет сбор и контроль актуальности исходно-разрешительной документации
6. Контролирует исполнение подрядчиками графика строительно-монтажных работ, в случае отставаний – инициирует совещания для выработки компенсирующих мероприятий, сокращающих отставание, и контролирует их исполнение.
7. При необходимости выступает от лица заказчика с точки зрения технической экспертизы при возникновении споров с подрядчиками о качестве работ
8. Осуществляет контроль корректности ведения авторского надзора представителями проектной организации, актуальность находящегося на площадке Журнала авторского надзора и наличие всех авторских листов у подрядчиков для выполнения работ по ним
9. В случае работы всех организаций в одной Среде общих данных Технический заказчик может выступать держателем этой Среды общих данных (Информационной

системы, её обеспечивающей), на всём жизненном цикле объекта, от замысла до ввода в эксплуатацию и далее на этапе эксплуатации

10. Как правило, Технический заказчик отвечает за организацию совещаний участников строительства на строительной площадке, оповещение всех участников, формирование повестки, ведение протокола с фиксацией в нём сроков и ответственных лиц за исполнение поручений протокола, контроль выполнения предыдущих поручений.

### **Деятельность технического заказчика на этапе ввода объекта в эксплуатацию**

На этапе ввода объекта в эксплуатацию деятельность технического заказчика дополняется исполнением обязанностей заказчика при подготовке и получении документов, связанных с завершением строительства:

1. Подготавливает документацию и организует процесс получения от ресурсоснабжающих организаций Справок о выполнении Технических условий на присоединение

2. Подготавливает документацию и организует процесс получения Заключения о соответствии построенного проекта, выдаваемого органами Государственного Архитектурно-строительного надзора

3. Подготавливает документацию и организует процесс получения Разрешения на ввод объекта в эксплуатацию

4. От лица Заказчика подписывает Акт ввода объекта в эксплуатацию

5. В случае, когда для осуществления деятельности построенного объекта требуется наличие лицензии, может от лица заказчика организовывать сбор и подписание необходимых документов

### **Деятельность технического заказчика на этапе реконструкции**

Деятельность технического заказчика в ходе проведения реконструкции объекта в целом аналогична его обязанностям при строительстве. Отдельно можно отметить, что реконструкция производится в связи с вполне определённым перечнем причин, как-то моральное устаревание и физический износ объекта (физический износ устанавливается при проведении обследования строительных конструкций и инженерных систем здания), смена собственника и планируемая смена назначения объекта, нахождение каких-либо систем здания в аварийном состоянии. Все эти причины как правило фиксируются актами, в которых присутствует также и подпись заказчика. Если на момент подписания этих документов техзаказчик уже известен, он может принимать участие в подписании актов от лица заказчика.

Также техзаказчик формирует Задание на проектирование и участвует в формировании Заданий на выполнение инженерных изысканий для проектирования реконструкции объектов (Задания на проведение обследования строительных конструкций, на инженерно-геологические, инженерно-геодезические и инженерно-экологические изыскания, а также другие специфические виды изысканий при их обязательности).

Также технический заказчик может принимать участие в принятии решений о том, к какому виду работ вообще будет относиться будущее строительство: новому строительству, реконструкции, капитальному или текущему ремонту, техническому перевооружению, реставрации и т.п. Соответственно технический заказчик принимает решение о необходимости проведения тех или иных экспертиз проектной документации, на основе требований Градостроительного кодекса и других нормативных документов в строительстве, и по доверенности исполняет функции заказчика при проведении этих экспертиз.

### **Деятельность технического заказчика на этапе капитального ремонта объекта капитального строительства**

Деятельность технического заказчика на этапе капитального ремонта объекта капитального строительства аналогична его деятельности на этапе реконструкции. Главное, на что стоит обратить внимание – что на старте проекта вид работ должен быть правильно отнесён к соответствующей категории, то есть капитальный ремонт не должен иметь признаков реконструкции, и наоборот, должен быть действительно капитальным, а не текущим. Определение тех мероприятий, которые должны быть выполнены и определяют категорию проводимых работ на объекте, относится также к компетенции технического заказчика.

### **Деятельность технического заказчика на этапе сноса объекта капитального строительства**

На этапе сноса объектов капитального строительства технический заказчик входит в комиссию, которая своим решением выводит объект из эксплуатации, принимая соответствующее решение. После этого Техзаказчик может принять участие в подготовке и подписании Решения о демонтаже, отборе подрядчиков для выполнения демонтажа. В случае если объект является сложным, технический заказчик обязан провести проверку Проекта производства работ, в соответствии с которым подрядчик планирует производить демонтаж объекта. Также в сферу ответственности Техзаказчика входит подготовка и получение всех документов, разрешающих производство работ по демонтажу: получение справок об отсутствии у

объекта охранного статуса, разрешений на производство земляных работ, перекрытий дорог общего пользования (при необходимости) и т.п.

## **Заключение**

Технический заказчик – организация, профессионально исполняющая функции Заказчика строительства на всех этапах жизненного цикла объекта капитального строительства. Для этого у Технического заказчика должно быть в наличии обязательное членство в соответствующей Саморегулируемой организации, и достаточное количество специалистов с релевантным опытом. Как правило, в структуру Технического заказчика приходят работать специалисты со стажем в строительстве и проектировании, проявляющие интерес к этой деятельности, но уже со стороны заказчика. Для всех компаний-заказчиков, для которых строительство не является основной сферой деятельности, найм Технического заказчика является гарантией уменьшения числа рисков при реализации проекта и повышения его контролируемости, а как следствие – повышение вероятности успеха. Довольно высокая стоимость услуг Технического заказчика всегда компенсируется за счёт меньших затрат, связанных с реализацией рисков в ходе строительства и ввода в эксплуатацию.

## **Список литературы**

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации
2. ФГУП «ЦЕНТРИНВЕСТпроект». Состав и содержание основных функций заказчика. Практическое пособие - М. 2013.
3. ВСН 53-86 (р) Ведомственные строительные нормы. Правила оценки физического износа жилых зданий.

 [Скачать НПА](#)

 [Ссылка на видеозапись](#)

 [Тестирование](#)

## **3.5. Организация процессов взаимодействия участников реализации инвестиционно-строительного проекта с применением ТИМ**



*Автор: Банков Александр Евгеньевич,  
Заместитель директора по продукту ООО «ПСС»*

*Ключевые слова: Информационная модель. Формирование и ведение*

В качестве цифрового инструмента в управлении проектами и портфелями АИП Субъекта РФ мы представляем цифровое решение – Платформа Строительных Сервисов (далее – ПСС). ПСС обеспечивает мониторинг портфеля строительных проектов с минимальными затратами и легким масштабированием, а также помогает управлять портфелем территориально-удаленных объектов региона и контролировать ход строительства по различным строительным программам, таким как АИП, но не только. Сюда можно включить программу капитального ремонта, расселение жилья, ЖКХ и так далее. Цифровая платформа ПСС основывается на стандарте государственного заказчика строительства и является ключевым инструментом его реализации, а заложенные принципы создают базу для создания единой цифровой среды (экосистемы) в строительной отрасли региона.

Платформа строительных сервисов – это облачное решение, в комплект которого входит веб версия платформы для управления и контроля за строительными объектами и мобильное приложение, которое позволяет регулярно собирать и получать актуальные данные непосредственно со строительных площадок. Поскольку решение облачное никакого дополнительного программного обеспечения устанавливать не потребуется, а достаточно иметь под рукой компьютер и смартфон с доступом в интернет.

В основе платформы лежит методология, которую мы назвали Easy BIM. Это технология информационного моделирования строительных объектов. В основе методологии лежит методика формирования цифрового двойника строительного объекта с применением подходов технологии BIM. BIM технология – это комплекс мероприятий и работ по управлению жизненным циклом строительства начиная с проектирования и заканчивая вывода ее из эксплуатации. Эта технология требует использования специальных программ для проектирования, совместимых с форматом IFC и создания 3D модели, то есть вовлечение всех участников строительства и длительного обучения. Данная технология довольно громоздкая и ресурсоемкая, а ее внедрение на текущий момент зачастую просто себя не оправдывает. Именно поэтому мы сделали её упрощенную версию и назвали ее «Облегченный BIM». Среди

преимуществ нашего решения можно отметить: создание цифровой модели строительства занимает всего несколько часов; происходит более упрощенный переход от бумажных и электронных документов к единой цифровой модели объекта; а также формируется надежная основа для принятия управленческих решений.

Наша технология применяется, в большей степени, для осуществления оперативного контроля за ведением отдельных проектов, то есть позволяет за относительно небольшой промежуток времени создать модели большого количества объектов. В среднем, на создание одной цифровой информационной модели строительства на 1 объект уходит от 5 до 8 часов. Данное время варьируется в зависимости от величины данного объекта. С помощью платформы есть возможность получать данные о ходе строительства объекта и контролировать следующие показатели:

1) Стоимость или бюджет проекта, а именно благодаря план-факторному анализу данных смет мы можем оценить, вписывается ли объект в рамки бюджета или выходит за них.

2) Сроки, а именно платформа позволяет контролировать план-график. Это происходит за счет цветовой шкалы индикации красного, желтого и зеленого цветов, на основе которых можно увидеть, какие работы ведутся в срок, а по каким есть отставание.

3) Объемы, а именно физические объемы материалов, которые тратятся во время строительства. К примеру, можно увидеть сколько залито бетона, установлено окон, уложено кирпичей и так далее.

4) Качество или технология выполнения работ. Это происходит за счет того, что в платформу внедрен общий цифровой журнал работ по форме КС-6, в котором можно фиксировать предписания надзорных и контролирующих государственных органов. Благодаря этому имеется возможность оперативно выявлять нарушения и своевременно их исправлять.

В сентября 2020 года правительство Российской Федерации определило правила формирования, ведения и состав сведений, включаемых в информационную модель ОКС, порядок формирования и ведения классификаторов строительной информации. В начале 2021 года была утверждена обязательность формирования и ведения цифровых паспортов. А уже в марте 2021 года был установлен перечень случаев обязательного использования государственным заказчиком информационных моделей ОКС. Согласно эти распоряжениям цифровизация

строительной отрасли должна быть проведена в очень жесткие сроки. Данные изменения стали обязательными с января 2022 года. Поэтому, на данный момент, для участников отрасли обязательно применять единый классификатор Минстроя РФ (КСИ), обязательно иметь цифровые паспорта для ОКС, применять информационные модели на различных стадиях ЖЦ ОКС, и передавать сведения об ОКС в ГИС ОГД.

За несколько лет развития и работы над функционалом платформы строительных сервисов мы пришли к набору решений, которые позволяют регионам, либо субъектам федерации выполнить важные задачи в области цифровизации строительства.

Во-первых, это административная трансформация как на региональном уровне, так и на федеральном. В рамках такой трансформации происходит адаптация под региональные и федеральные стандарты строительства, а именно: единый подход к управлению инвестиционно-строительными проектами, рассмотрение ОКС на жизненном цикле от идеи до ввода в эксплуатацию, все ключевые процессы: ИРД, бюджетирование, подрядчики, и соответствие КСИ, апробация передачи данных в ГИС ОГД. Мы предлагаем методологию под стандарты, ориентированные на заказчика и представителей ГМБС. Благодаря ей заказчик в каждый момент времени понимает, где он находится и что ему нужно сделать, чтобы реализовать проект в запланированные сроки и бюджет, не нарушая при этом нормативных требований.

Во-вторых, это цифровая трансформация. Цифровая платформа позволяет быстро и просто поднимать данные в масштабах региона, получать необходимую аналитику и управлять всем портфелем проектов в области капитального строительства. Таким образом эффектами для региона становятся: сокращение сроков, повышение безопасности, контроль качества и управление рисками.

В пакет программы АИП входят такие типы объектов как дороги, газопроводы, школы, промышленные объекты - всё куда, так или иначе, вовлечены средства региона. Вне зависимости от сложности и количества таких объектов, в короткий срок по ним можно составить модели и организовать постоянный сбор данных и тем самым дать региону возможность оптимизировать свои процессы управления, и принимать верхнеуровневые управленческие решения, основанные на данных. Данные решения можно принимать полностью, по всем объектам вашего портфеля. Это возможно за счет того, что на платформе видна целостная картина, а именно объекты на всех этапах жизненного цикла – от идеи до ввода в эксплуатацию. Платформа предоставляет унифицированную картину по всем имеющимся в ней

объектам, а данные нормализованы относительно классификаторов строительной информации Минстроя.

Данные платформы доступны сквозным образом на всех уровнях управления, что создает прозрачную картину – от управления отдельными видами работ до управления портфелем всего ОКС.

Платформа обладает персонифицированными учетными записями, пароль для которых выдается индивидуально и подходит как для веб-версии платформы, так и для мобильного приложения. На платформе существует три базовых сценария, или три роли.

Первая роль – это роль руководителя, то есть сюда входят такие верхнеуровневые руководители, как, например, директор УКС-а, комитет строительства, заместитель руководителя вплоть до министра. Для этой учетной записи характерен доступ ко всему портфелю из множества объектов и доступ к верхнеуровневой аналитики.

Вторая роль – роль администратора, в качестве которого может выступать представитель заказчика. Это может быть как Стройконтроль, технадзор, или рядовой представитель УКС-а, так и инженер проекта. В платформе эта роль называется контролер. Эта роль более продвинутая, поскольку под ней можно редактировать данные, загружать модель, корректировать паспорт объекта, загружать, удалять документы.

Третья роль – роль прораба. Она самая незамысловатая и выдается представителям подрядчика подрядной организации, прорабу или начальнику участка. Под этой ролью можно вносить физические объемы непосредственно с площадки, а также загружать документы и просматривать отчет. Больше ничего делать нельзя (корректировать какие-то данные под ней не получится).

Для всех этих ролей имеется личный кабинет, где есть возможность индивидуально настраивать интерфейс, удобный для вашей работы, а именно: корректировать пункты меню, которые у вас отображаются на экране, изменять стартовую страницу, на которую вы будете попадать сразу после авторизации на платформу, настроить фильтрацию по объектам, если у вас их много, а также настроить сценарий формирования отчетов по умолчанию. Платформа позволяет формировать проекты по любому удобному для вас принципу.

Платформа строительных сервисов проста во внедрении, благодаря чему отсутствует необходимость менять процедуры и увеличивать штатный персонал заказчика.

Устройство архитектуры данных «Платформы строительных сервисов» выглядит следующим образом:

На нижнем уровне мы собираем данные о событиях в месте возникновения этого события и момент, когда оно происходит. К примеру, залито 10 кубометров бетона или получена какая-то разрешительная документация. В результате тот, кто отвечает за соответствующие работы, отправляет информацию об этом на платформу. Далее собранные на нижнем уровне первичные данные доступны заказчику или подрядчику в виде аналитики или графиков данных, а также фотофиксации. Здесь происходит оперативное управление на уровне объекта, работы или отдельного процесса. И те же самые данные агрегируются на уровне всего портфеля, и позволяют выявлять и реагировать на растущие риски по всему портфелю, и выявлять какие-то системные недостатки.

Что регион получает в результате внедрения ПСС на все объекты капитального строительства.

Регион может контролировать все объекты, адекватно оценивая их состояние, видя отклонения по срокам, получать необходимую аналитику по физическим объемам, финансам, отчет о динамике ввода факторов, отчет о готовности объекта, фотоотчет по работам, отчет по план-факторному отклонению, отчет по ресурсам и обладает гибкими возможностями настройки, а также иметь отчеты использующие не только данные платформы, но и данные из любых других внешних источников там, где это необходимо.

Перечислим эффекты, которые обобщают все вышесказанное, а именно платформа строительных сервисов для управления АИП региона обладает:

- оперативным сбором фактов и проверкой достоверности полученных данных,
- универсально и понятно представляет данные для всех участников,
- легко внедряется на строительных объектах (без дорогого оборудования и специальных навыков персонала),
- обладает облачным сервисом, что позволяет легко масштабировать ее на весь регион и позволяет контролировать объекты в любой точке,
- максимально эффективная при относительно низкой стоимости, а также позволяет расширять базовый функционал,

- соответствует нормативным требованиям, включая требования ПП 2021-2022 года к использованию информационных моделей, паспортов ОКС, КСИ.

Таким образом, Платформа Строительных Сервисов демонстрирует картину по всему портфелю объектов, понятную достоверную и единую для всех уровней управления, делая это быстро с теми ресурсами, которые уже имеются в регионе, что позволяет соответствовать жестким нормативным требованиям, которые уже вступили в силу.



[Вопросы-ответы](#)



[Скачать НПА](#)



[Ссылка на видеозапись](#)



[Тестирование](#)

### **3.6. Система управления охраной труда. Переход на цифровые сервисы**

*Автор: Шарманов Владимир Владимирович,*

*Инженер-технолог Группы "Эталон", ст. преподаватель СПбПУ им. Петра Великого в Высшей школы гидротехнического и энергетического строительства Инженерно-строительного института, к.т.н.*

*Ключевые слова: ТИМ. Безопасность. Охрана труда*

#### **Реализация цифровой экономика РФ**

В данном блоке была рассмотрена инициатива президента РФ о развитии цифровизации в стране. Толчком такого развития является Указ Президента Российской Федерации от 9 мая 2017 г. № 203 "О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 - 2030 годы», в котором обозначен вектор на создание условий для развития информационного общества и формирования национальной цифровой экономики, где целью стратегии является создание условий для формирования в Российской Федерации общества знаний. Рассматривая интересы данной стратегии, то в ней определено развитие свободного, устойчивого и безопасного взаимодействия между гражданами и организациями, органами государственной власти Российской Федерации и органами местного самоуправления, а также обозначено укрепление российской экономики во всех отраслях, в которых развитие бизнеса с использованием информационных и коммуникационных технологий предоставит конкурентные преимущества российским организациям, обеспечит эффективность производства и рост производительности труда. В то же время были приняты ряд других нормативных документов и поручений, развивающих ТИМ, а именно поручение президента РФ № Пр-1235 от 19.07.2018, направленное на модернизацию строительной отрасли и повышению качества строительства. Данное поручение обозначило переход к системе управления жизненным циклом объектов капитального строительства путем внедрения технологий информационного моделирования. Рассматривая распоряжение правительства РФ от 27.12.2021 N 3883-р (ред. от 13.10.2022) можно констатировать, что внедрение технологии информационного моделирования (ТИМ) является одним из основных направлений

цифровизации. Благодаря планируемому преобразованию строительная отрасль выйдет на новый уровень, а производительность труда вырастет на 10% за счет внедрения новых технологий. Таким образом технология информационного моделирования (ТИМ) становится неотъемлемой частью современного строительного производства.

### **ТИМ – новый этап развития строительной отрасли**

Второй блок показывает, где в строительстве может быть применена ТИМ. Сегодня она сосредоточена в следующих направлениях: концепция, проектирование, планирование, строительство и эксплуатация.

На этапе концепции открывается возможность быстрой визуализации будущего объекта строительства с использованием стандартных инструментов специализированных программных продуктов поддерживающих ТИМ, что позволяет оперативно сформировать технико-экономические показатели (ТЭП) и рассчитать предварительную стоимость проекта.

На этапе проектирования ТИМ позволяет уменьшить количество ошибок в будущем проекте, благодаря своевременному обнаружению коллизий в проектной документации. Такой подход к организации проектной работы позволит получить более качественную рабочую документацию для строительства, что, несомненно, отразится на сроках и стоимости строительства.

На этапе планирования ТИМ позволяет интегрировать календарный график строительства в информационную модель, т.е. задать временные рамки реализации объекта строительства. Благодаря такому подходу можно произвести план-фактный анализ строительства, выявить отставание и опережение выполняемых работ от планируемых сроков. Выявить аутсайдеров в строительном процессе, а также разработать прогноз строительства.

На этапе строительства информационная модель объекта строительства может использоваться в качестве инструмента для контроля фактического выполнения работ, контроля качества работ и условий труда на строительной площадке. Таким образом информационная модель в виде инструмента, позволяет контролировать динамичные процессы на строительной площадке.

На этапе эксплуатации информационная модель позволяет использовать всю имеющуюся информацию об объекте строительства для прогнозирования работы эксплуатируемого оборудования, оперативного получения данных о паспортах и



схемах соединений, данные об участниках строительства, поставщиках и производителях.

### **Травматизм в строительстве**

Рассмотрены официальные отчеты по травматизму, но мы наблюдаем что из года в год травматизм снижается, при этом строительная отрасль как была, так и остается в тройке лидеров по травмоопасности, на неё приходится 22,6% пострадавших со смертельным исходом, а по причинам, приведших к такому количеству пострадавших можно сказать, что фактор «падение» является одним из лидеров по травмоопасности и составляет 31,6%. В свою очередь, данные о причинах травматизма свидетельствуют, что лидерами являются - неудовлетворительная организация работ, нарушения работником трудового распорядка и технологии процесса. Все это может говорить о низком уровне информированности работников в вопросах безопасности, а ответственные лица, которые отвечают за их безопасность, не проводят должную работу по организации безопасной работы.

Также были обозначены последствия несоблюдения требований охраны труда, а именно, обозначена ответственность работодателя и работника. Ответственность можно разделить на материальную, административную, дисциплинарную и уголовную.

В свою очередь, наказанием может быть штраф, принудительные работы, заключение. В случае тяжелого несчастного случая сроки расследования несчастных случаев согласно ТК РФ необходимо провести в течение 3 суток, а если со смертельным, то до 15 суток, с возможностью продления еще на 15 суток.

Но если предприятие неоднократно нарушает требования Охраны труда, то, согласно КоАП РФ ст. 5.27.1., нарушение государственных нормативных требований охраны труда, содержащихся в федеральных законах и иных нормативных правовых актах Российской Федерации, могут приостановить деятельность на срок до 90 суток.

### **Существующие методики контроля уровня охраны труда**

Представлены существующие инструменты, которые позволяют контролировать ситуацию на строительных объектах и выполнение требований ОТ. Это СОУТ и Риск-ориентированный подход. СОУТ или специальная оценка условий труда - единый комплекс последовательных мероприятий по идентификации вредных и (или) опасных факторов производственной среды и трудового процесса, а также по

оценке уровня их воздействия на работников в организациях. По отношению к динамическим процессам на строительной площадке, данная система статична, и тем более сроки её осуществления тоже достаточно большие. В свою очередь, Риск-ориентированный подход, который начал применяться с 2018 г. на сегодняшний день – это наиболее прогрессивный метод, который позволяет оценивать не только рабочее место, но и те трудовые процессы, которые протекают в этом рабочем месте. Оценка осуществляется на основе чек-листов. Можно сказать, что он идеален, но и здесь есть свой недостаток, также, как и в СОУТ, достаточно длительные сроки проверки, что тоже переходит в разряд статичных. Получается, что формально все рабочие места и те процессы, которые проходят на этих рабочих местах, могут соответствовать всем нормам и правилам, а фактически, непосредственно при выполнении работ, эти же правила будут нарушаться, тем самым повышая риск возникновения непредвиденных ситуаций.

### **Применение ТИМ в охране труда. Градостроительный кодекс**

Относительно нормативных требований, на сегодняшний день, понятие ТИМ закреплена в градостроительном кодексе РФ, ст. 57.5. которая указывает, что современное строительство и информационные технологии будут неразрывно связаны с друг другом. Был принят ряд нормативных документов, которые развивают ТИМ. и рекомендуют его внедрение с 1 января 2023 года на объектах с гос. участием.

Это все идет к тому, что застройщики, заказчики будут обеспечены информационными моделями уже на этапе проектирования, останется вопрос ее дальнейшего использования. В связи с этим, открывается возможность использования этих моделей не только для контроля выполненных объемов работ, но и как инструмент в руках службы охраны труда.

В развитие возможного использования при контроле уровня охраны труда на строительных объектах и снижению травматизма, хотел бы обратить внимание на СП 333.1325800.2020 «Информационное моделирование в строительстве», в приложении которого, конкретизировано, как можно использовать информационную модель для контроля элементов, обеспечивающих безопасность на строительной площадке, а это моделирование элементов защитных ограждений от падения; элементы лесов, переходных мостиков и стремянок; элементы электроснабжения и освещения и пр.) Таким образом вопросы ОТ и снижения травматизма могут контролироваться с

помощью информационной модели. Остается вопрос на какой стадии строительного процесса можно применять данные технологии.

С помощью ТИМ создаётся трехмерная модель объекта строительства, которая включает в себя отдельные точки контроля. При этом каждая точка контроля имеет ограничение по площади не более 100 м<sup>2</sup> или соответствует отдельному помещению в жилом доме. Каждая точка контроля имеет свой уникальный идентификационный номер, который присваивается также выявленным замечаниям и фотографиям нарушений. Мониторинг происходит на систематической основе по семи критериям контроля. Мониторинг осуществляют квалифицированные инженера.

Для организации подобной работы, достаточно лишь конструктива будущего объекта строительства, т.е. модель с минимальным набором информации, представленной в виде несущих стен и перегородок. В свою очередь, точка контроля в модели, является физическим выражением заложенного в неё алгоритма расчета. Таким образом, ТИМ позволяют моделировать, т.е. придавать физический смысл, не моделируемым процессам. (допустим движению, или алгоритм расчета, или методику оценки и т.д.). А если мы сможем смоделировать процесс, то мы сможем назначить и условия этому процессу. По результатам обхода выгружается отчет, в котором формируется ИНДЕКС БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА, по сути, это первая ступень, или уровень понимания того, что же у нас на площадке строительства.

Таким образом используемая ТИМ позволяет разработать инструмент, с помощью которого проверяющий может фиксировать все выявленные нарушения, тем самым способствуя снижению травматизма при выполнении тех или иных работ

### **Риск-ориентированный подход в охране труда**

В развитии риск-ориентированного подхода, возможности системы контроля с помощью ТИМ могут модернизироваться, что позволит глубже взглянуть на ситуацию на местах. Уже сегодня, 90% нормативной документации и всевозможных актов перешли на риск ориентированный подход.

Риск-ориентированный подход – это комплекс организационных мероприятий, в ходе которого осуществляется мониторинг, анализ и оценка возможного риска вне зависимости от вида деятельности, т.е. организационные мероприятия за счет полученных данных о риске подконтрольных объектах. Получаемые данные с помощью ТИМ позволяют организовать работу в службе ОТ на предприятии,

расставить приоритеты, определить объекты или критерии, по которым необходим пристальный контроль.

Профессиональный риск – вероятность причинения вреда здоровью в результате воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов при исполнении работником обязанностей по трудовому договору. Помимо этого, существует - Технический риск, Индивидуальный риск, Потенциальный территориальный риск (или потенциальный риск), Коллективный риск (групповой, социальный). В свою очередь, риски можно разделить с позиции допустимости, и разделить на приемлемые, пренебрежительно малые и недопустимые. Можно сказать, что под безопасностью понимается такой уровень опасности, с которым на данном этапе экономического развития можно смириться. Т. е. Безопасность – это приемлемый риск в процессе жизнедеятельности. Такой подход позволил классифицировать наиболее часто встречающиеся опасности, которые приводят к рисковым ситуациям в каждом из семи критериев контроля. В итоге классифицировали 22 рисковые ситуации (прекурсоры), рассчитали риск и определили Максимальный балл каждого рассчитанного риска и вероятность возникновения риска в технологическом процессе.

Таким образом, мы смогли рассчитать уровень риска на объектах строительства, а также учесть его в Индексе безопасности, и представить его как Индекс безопасности с учетом риска.

В связи с этим, удалось выявить реальное влияние рисковых ситуаций, происходящих в динамике строительного процесса, на общий индекс безопасности строительства и получить его значение.

### **ТИМ и время. Прогнозирование**

ТИМ позволяет соединить оценку риска на рабочем месте с продолжительностью выполнения работ, т. е. со временем через календарный график и получить вероятностный показатель травмирования рабочих в зависимости от продолжительности выполнения того или иного вида работ. Для этого необходимо рисковые ситуации разделить на две категории: Прямые риски и Косвенные риски. Получается, если в точке контроля нет человека, а рисковая ситуация имеется, то такой риск косвенный. Если в точке контроля есть человек (работник), и имеется рисковая ситуация, то такой риск будет прямым. Т.е. повышается вероятность травмирования работника (из-за возможного взаимодействия) в этой точке контроля.

Разделение рисков на «прямые» и «косвенные» позволит выявить наиболее значительные опасные рисковые ситуации с высокой вероятностью несчастного случая. Таким образом, это позволит руководителю наиболее эффективно устранить недостатки в организации работы и воздействовать на конкретных нарушителей, подрядчиков. Перевес рисков в сторону прямых, говорит о слабой работе с задействованным персоналом при строительстве, о необходимости проведения дополнительных инструктажей, обеспечении СИЗами и т.д. В свою очередь, перевес в сторону косвенных рисков, позволяет получить картину об истинном состоянии строительной площадки, оценить, насколько качественно и безопасно она организована. Ранжирование рисков по видам работ позволит получать информацию о самом опасном и безопасном виде работ, позволит определить нерадивых подрядчиков. Благодаря использованию ТИМ и разработанного алгоритма оценки уровня условий труда, можно оперативно получать точную информацию о ситуации на строительных объектах.

### **Получаемая статистическая информация с помощью ТИМ**

В представленных программным обеспечением дашбордах отражена лучшая и худшая строительная площадка, плюс уровень риска с обозначением самого частого риска и самого частого опасного фактора. На основе этих аналитических данных генподрядная организация может принимать оперативные меры и действовать более точно. Использование Индекса безопасности позволило выстроить рейтинговую систему между объектами строительства, где от объекта к объекту передается знамя, символизирующее самую безопасную строительную площадку, в каждом территориальном управлении. В отчетах показана динамика Индекса безопасности, степень риска, повторные нарушения в точках контроля и т.д. Применение современных информационных технологий позволяет быстро обрабатывать большие массивы данных и оперативно передавать информацию заинтересованным сторонам, в сравнении с традиционными методами обработки информации, а также оперативно реагировать на происходящие процессы. Возможность прогнозирования травмоопасности на объекте строительства при аппроксимации среднестатистических показателей в отрасли на данные, полученные в процессе мониторинга, позволяют оценить сложившуюся ситуацию на строительной площадке с учетом продолжительности выполнения работ и численности рабочих.

## **Потенциальные пользователи ТИМ в охране труда**

ТИМ явилась хорошим инструментом в руках службы охраны труда. Данная система позволяет определить общий индекс безопасности объекта строительства, назначить роли каждого из участников процесса оценки уровня ОТ. Результаты проведенной оценки формируются в виде таблиц с графиками, в которых отражена вся необходимая информация. Такой подход полностью соотносится с основными принципами риск-ориентированного подхода (соразмерность; гибкость; законность; открытость) а также позволяет мотивировать всех участников к соблюдению требований ОТ. Использование ИБ в качестве показателя безопасности, позволило повысить уровень безопасности на наших объектах строительства.

## **Перспективы использования ТИМ**

В перспективе ТИМ может использоваться андеррайтерами при контроле объектов строительства. Позволит организовать работу по взаимодействию между страховыми компаниями и строительными фирмами. В данном случае ТИМ выступает инструментом контроля рисков. Страховая компания может не просто проводить мониторинговые исследования, а еще получать цифровую модель этого процесса, где итоговым значением может быть, например, число (о чем говорилось ранее), которым она может в последующем оперировать для расчета в страховых ставках и премиях, и доказать свою правоту. По сути, это можно назвать ТИМ-страхование.

В перспективе страховые компании будут заинтересованы в том, чтобы самим непосредственно контролировать ситуацию на застрахованных объектах. Это будет способствовать повышению культуры производства, и повышению роли страховых компаний в строительном процессе

Рассмотрев основные аспекты использования ТИМ, можно смело сказать, что комплексный подход к использованию ТИМ в вопросах охраны труда, а также разработанная информационная модель объекта строительства, будет являться хорошим инструментом в руках службы охраны труда. Получаемый в процессе мониторинга показатель в виде индекса безопасности объекта строительства, позволит выстроить систему управления охраной труда на предприятии и прогнозировать негативные ситуации в будущем. Такой подход полностью соотносится с основными принципами оценки объекта строительства (соразмерность,

гибкость, законность, открытость) и позволяет мотивировать всех участников к соблюдению требований охраны труда. Использование индекса безопасности в качестве показателя безопасности, позволит повысить уровень безопасности на объектах строительства.

### **Список литературы**

1. Указ Президента Российской Федерации от 09.05.2017 № 203 "О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 - 2030 годы"

2. Поручение Президента Российской Федерации Пр-1235 «О первоочередных задачах по модернизации строительной отрасли и повышению качества строительства»

3. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 27.12.2021 № 3883-р «О стратегическом направлении в области цифровой трансформации строительной отрасли, городского и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации до 2030 года»

4. Как цифровизация поможет наращивать производительность труда. Режим доступа: <https://rg.ru/2020/10/19/kak-cifrovizaciia-pomozhet-narashchivat-proizvoditelnost-truda.html>

5. Постановление Правительства Российской Федерации от 05.03.2021 № 331 «Об установлении случая, при котором 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»

6. Постановление Правительства Российской Федерации от 15.09.2020 № 1431 «Об утверждении Правил формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства, состава сведений, документов и материалов, включаемых в информационную модель объекта капитального строительства и представляемых в форме электронных документов, и требований к форматам указанных электронных документов, а также о внесении изменения в пункт 6 Положения о выполнении инженерных изысканий для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства»

7. Абакумов Р. Г. Преимущества, инструменты и эффективность внедрения технологий информационного моделирования в строительстве / Р. Г. Абакумов, А. Е. Наумов, А. Г. Зобова // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. - 2017. - № 5. - С. 171-181.
8. Кравченко, Т. В. BIM-технологии в управлении строительными проектами / Т. В. Кравченко. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2019. – № 3 (241). – С. 176-179.
9. Сидоров А.Г. BIM. Лучшая практика внедрения ИТ-технологий в градостроительной сфере. Режим доступа: [http://ardexpert.ru/article/4239?\\_utl\\_t=tw](http://ardexpert.ru/article/4239?_utl_t=tw).
10. Беляев А. В., Антипов С. С., Жизненный цикл объектов строительства при информационном моделировании зданий и сооружений/ Беляев А. В., Антипов С. С.// Промышленное и гражданское строительство. – 2019. – №1. – С. 65–72.
11. Алиева Д.Н. Разработка алгоритма поиска коллизий при построении BIM-модели. // В сборнике: Молодежные инновации. [Материалы XXI Международной научной конференции. Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет]. Москва. 2018. - С.8- 10.
12. СП 333.1325800.2020 Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на разных стадиях жизненного цикла. - Утв. Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 31 декабря 2020 г. N 928/пр. Применяется с 01.07.2021 г.
13. Мамаев А.Е., Шарманов В.В., Золотова Ю.С., Свинцицкий В.А., Городнюк Г.С. Прикладное применение BIM-модели здания для контроля инвестиционно-строительного проекта // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 1-3. С. 83-87.
14. Шарманов В.В., Кораблин В.И., Михайлов К.Д., Применение BIM-технологии для моделирования безопасных условий труда на строительной площадке/ Шарманов В.В., Кораблин В.И., Михайлов К.Д.// BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: сборник трудов конференции. – Санкт-Петербург, 2021. – С. 483–490.
15. Шарманов В.В., Хайбулина О.Р., Панова Ю.Е., Цифровое моделирование системы безопасности в строительстве/ Шарманов В.В., Хайбулина О.Р., Панова Ю.Е.// Неделя науки ИСИ: сб. трудов конференции. – Санкт-Петербург, 2021. – С. 104–107



16. Воробинская Л.И., Финоченко В.А., Финоченко Т.А. Специальная оценка условий труда как информационная база для внедрения риск-ориентированного подхода в сфере охраны труда. // Труды РГУПС. – 2020. – № 2. – С.18–22.
17. Шарманов В.В. Мониторинг и оценка уровня охраны труда строительного производства с привлечением комплекса средств BIM-технологии: дис. канд. тех. наук: 05.26.01. Шарманов Владимир Владимирович; г. Волгоград, – 2020. – 140 с.
18. Чехунов Е.И. Использование инновационно-технологических методов при управлении объектом недвижимости на примере технологии BIM на стадии эксплуатации. // Синергия наук. – 2019. – №31. – С. 925–930.
19. Толстолицкая А.А. Информационное моделирование и применение BIM-технологий на этапе эксплуатации здания. // В сборнике: Молодежь и научно-технический прогресс. [Материалы IX международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 4 томах. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова]. г. Белгород. 2018. - С.251- 254.
20. Как BIM-технологии сократят сроки согласования проекта на 90%. Режим доступа: <https://rcmm.ru/novosti/54408-kak-bim-tehnologii-sokratjat-sroki-soglasovanija-proekta-na-90.html>
21. Шарманов В. В. Методика оценки факторов достижения безопасности на строительной площадке на основе информационного моделирования: Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2017. № 3 (34). С.72-79.
22. Шарманов В.В, Мамаев А.Е, Болейко А.С, Золотова Ю.С. BIM и Андеррайтинг – точки соприкосновения. Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук журнал.2016. №1-3.С.167-173.
23. Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 04.11.2022).
24. Федеральный закон "О специальной оценке условий труда" от 28.12.2013 N 426-ФЗ.
25. Федеральный закон "О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении Государственного контроля (надзора) и муниципального контроля" от 26.12.2008 N 294-ФЗ
26. Постановление Правительства РФ от 17.08.2016 N 806 "О применении риск-ориентированного подхода при организации отдельных видов

Государственного контроля (надзора) и внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации" (вместе с "Правилами отнесения деятельности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей и (или) используемых ими производственных объектов к определенной категории риска или определенному классу (категории) опасности")

27. Simankina T., Romanovich M., Sharmanov V., Mamaev A., Blagodatskaya A., Risk-based construction safety index as an integral indicator in the agricultural sector/ Simankina T., Romanovich M., Sharmanov V., Mamaev A., Blagodatskaya A.// E3S Web of Conferences: proc. of the sci. conf., 2020. – p. 12001.

28. Шарманов В. В., Симанкина Т. Л. Прогнозирование травматизма на объекте строительства на основе матрично-индексного подхода // В сборнике: Проблемы обеспечения функционирования и развития наземной инфраструктуры комплексов систем вооружения. [Материалы всероссийской научно-технической конференции Военно-космическая академия имени А. Ф. Можайского]. г. Санкт-Петербург. 2021. - С.113- 121.

29. Шарманов В.В., Романович М. А. ТИМ – инструмент контроля, применяемый службой охраны труда // В сборнике: Техносферная безопасность [Материалы Девятой Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. Омский государственный технический университет]. г. Омск.2022. - С.148- 151.

30. Карпов Д.Э., Сангаджиева Э.С., Харгатаев В.А. Охрана труда и оценка индекса безопасности строительного производства. // В сборнике: Конкурс молодых учёных. [Сборник статей XI Международного научно-исследовательского конкурса]. г. Пенза, 2022. С. 43-46.

31. Ананенко М.О. ВИМ-технологии в системе управления охраной труда на строительном производств. Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2022. № 2 (42). С. 39-46.

32. Молочникова Д.А. ВИМ технологии как ключ к безопасности труда на строительной площадке. StudNet. 2022. Т. 5. № 6. С. 37.



[Вопросы-ответы](#)



[Скачать НПА](#)



[Ссылка на видеозапись](#)



[Тестирование](#)



## **Глава 4. Осуществление функций технического заказчика, в том числе с использованием технологий информационного моделирования (организационно-управленческий блок)**

### **4.1. Бизнес-планирование инвестиционно-строительных проектов. Инвестиционная оценка проектов строительства на этапах жизненного цикла. Обоснование инвестиций. Оценка стоимости объектов капитального строительства**

*Автор статьи: Паскина Марина Валерьевна*

*Ведущий эксперт Института цифровой трансформации строительной отрасли  
Университета Минстроя НИИСФ РААСН*

*Ключевые слова: Бизнес-план*

Бизнес-план является целостной системной программой жизнедеятельности действующей фирмы, содержащей комплекс целевых показателей для осуществления стратегического планирования и эффективного расходования используемых средств. При осуществлении строительства объекта у руководителя формируется целый пакет документов по планированию движения необходимых ресурсов: план по движению рабочей силы (план по труду); план по движению техники (план по машинам и механизмам); план по доставке необходимых материалов и оборудования (план по материалам).

Рассмотрим основные принципы исполнения обязательств по контрактам на объектах государственного заказа, в рамках 44-ФЗ. Взаимодействия участников контрактных взаимоотношений при строительстве объектов производится в правовом поле двух действующих статей Бюджетного Кодекса РФ. Часть 2 статьи 72 БК РФ акцентирует внимание на пороговые лимиты бюджетных обязательств: «Государственные (муниципальные) контракты заключаются в соответствии с планом-графиком закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных (муниципальных) нужд, сформированным и утвержденным в установленном [законодательством](#) Российской Федерации о контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и

муниципальных нужд порядке, и оплачиваются в пределах лимитов бюджетных обязательств».

Поскольку именно контракт является основанием для получения бюджетных средств в пределах лимитов бюджетных обязательств (ЛБО), то все участники такого бюджетного процесса должны исходить из достижения результативности по объемам выполняемых СМР, с использованием наименьшего объема средств (экономности), согласно ст.34 БК РФ. Получается, что взаимодействия участников контрактных взаимоотношений производится в рамках правового поля двух статей Бюджетного Кодекса, в пределах установленных Законодателем ценовых показателей. Кроме того, на любой процесс инвестиционно-строительных проектов, оказывают влияние как внутренние изменения в проекте, так и внешние, в виде новых НПА по ценообразованию от Минстроя РФ, Писем от Минфина РФ, Федеральной налоговой службы, а также Федерального казначейства.

Рассмотрим значимые полномочия технического заказчика, актуальная информация о которых должна быть учтена при формировании бизнес-модели.

### **Роль технического заказчика по управлению ценовыми показателями на стадии архитектурно-строительного проектирования**

В рамках нормативного поля строительной сферы фундаментальное определение юридического лица, которое уполномочено застройщиком заключать договоры выполнения проектных и строительных работ с соответствующей подготовкой технических заданий, утверждения проектной документации, подписанием документов для ввода объектов в эксплуатацию, принадлежит техническому заказчику.

Технический заказчик, юридическое лицо, уполномоченное застройщиком и от имени застройщика, которое готовит задание на проектирование, заключает договоры, утверждает проектную документацию, подписывает документы на ввод объекта в эксплуатацию и действует в рамках законодательства о градостроительной деятельности. (ч.22 ст.1 Градостроительного Кодекса РФ).

Все ценовые показатели, контролируемые Техническим Заказчиком, находятся в рамках действия ст.72 и ст.34 Бюджетного Кодекса РФ. Поэтому огромное значение имеет формирование задания на проектирование объекта капитального строительства. В 2022 году вышла его новая форма (ПМРФ №307/пр от 21.04.2022) на проектирование объектов капитального строительства, строительства,

реконструкции, капитального ремонта с привлечением средств бюджетной системы Российской Федерации.

Именно в задании на проектирование обозначены требования к проектным решениям, которые формируют технологически законченный конструктив проекта сметы контракта на этапе закупочной деятельности (п.20-25 ПМРФ № 307/пр от 21.04.2022).

Таким образом, увязка ценовых показателей инвестиционно-строительных проектов планируется, контролируется и утверждается на стадии архитектурно-строительного проектирования техническим заказчиком по основным методикам определения расчётной сметной стоимости.

Особый акцент в их новых редакциях делается на следующие действия технического заказчика:

1. Утверждение и дополнение необходимыми данными Поставщиков ресурсов заказчиком результатов конъюнктурного анализа (п.13-21 ПМРФ №421/пр от 04.08.2020);

2. Детализация объекта капитального строительства при составлении локальных сметных расчетов, исходя из конструктивных и инженерных решений (п.36, 37, 51 ПМРФ №421/пр от 04.08.2020);

3. Применение годных для повторного использования материальных ресурсов (п.71 ПМРФ №421/пр от 04.08.2020);

4. Особенности определения сметных затрат на ПНР (п.122 ПМРФ №421/пр от 04.08.2020);

5. Предоставление банковской гарантии (п.169 ПМРФ №421/пр от 04.08.2020);

6. Дополнительные расходы на разработку ППР на уникальных объектах (п.161.1 ПМРФ №421/пр от 04.08.2020);

7. Определение резерва средств на непредвиденные работы и затраты, который будет учтен в проекте сметы контракта (п.179 ПМРФ №421/пр от 04.08.2020; п. 37 ПМРФ № 841/пр от 23.12.2019);

8. Внесение изменений в сметную документацию по решению заказчика (п.186 ПМРФ №421/пр от 04.08.2020);

9. Затраты на консервацию объекта (ст.190,191,192 186 ПМРФ №421/пр от 04.08.2020);

10. Учет специфических особенностей строительства в виде дополнения глав 1,9,12 сводного сметного расчета (п.178 ПМРФ № 421/пр от 04.08.2020).

### **Особенности формирования ценовых показателей в бизнес-планировании на протяжении всего жизненного цикла строительного объекта**

Благодаря установленным Законодателем рамкам, ценовые показатели определяются на всех этапах строительного проекта. Однако, согласно СП 333.1325800.2020, в описании этапов жизненного цикла строительного объекта отсутствует, важный с точки зрения ценообразования, **этап закупочной деятельности**. Правомерные действия Заказчика на этом этапе играют большую роль, ибо лимит бюджетных обязательств на объект уже определен.

На этом этапе определяется НМЦК, составляется проект сметы контракта, а также выбирается Подрядчик.

Важным аспектом строительства будущего объекта является созданная ресурсно-технологическая модель (РТМ) на основе разработанного задания на проектирование. Следующий ценовой показатель определяется по ПМРФ № 841/ пр от 23.12.2019 в виде начально-максимальной цены контракта, который учитывает фактическую и прогнозную инфляцию для конкретного объекта.

Основой для НМЦК является сметная документация, утвержденная заказчиком.

Разработка проекта сметы контракта осуществляется заказчиком на основании Ведомости объемов технологически законченных конструктивных элементов (пп б. п.31 и п.33 ПМРФ 841/пр), а также графика выполнения и графика оплаты (части 5; 6; 6.1 ст.110.2 ФЗ-44; п. 1.4; 2.4 ПМРФ №336/пр от 05.06.2018).

В части разработки проекта сметы контракта Техническому Заказчику дана возможность определения порядка ценообразования укрупненного конструктивного элемента и выбора корректной единицы измерения, согласно п.35-41 ПМРФ № 841/пр от 23.12.2019. Именно техническим заказчиком должна быть разработана методология по порядку расчетов за прочие работы и затраты, вынесенные отдельными строками в проект сметы контракта (п.37 ПМРФ № 841/пр от 23.12.2019). Ответственная стадия перехода сметных нормативов к укрупнённым расценкам технологически законченного конструктивного элемента находится в зоне ответственности технического заказчика. Правомерность его действий на этой стадии регламентирует КоАП РФ (ст. 7.29.3; 7.30; 7.32).

## **Роль технического заказчика по управлению ценовыми показателями на стадии контрактных взаимоотношений**

На этапе контрактных взаимоотношений Заказчик действует согласно положениям Гражданского Кодекса РФ, Налогового Кодекса РФ, Бюджетного Кодекса, ПМРФ №9/пр от 14.01.2020.

01 мая 2022 года вышел 124-ФЗ, который внес изменения в ч.1 ст.8.3 Градостроительного Кодекса РФ, по которому исполнение контракта должно осуществляться без использования сметных нормативов и сметных цен строительных ресурсов, использованных при определении сметной стоимости строительства.

В 2021 году вышло ППРФ №1315 от 09.08.2021, по которому появилась возможность изменять существенные условия контракта, в связи с ростом цен на материальные ресурсы. Ключевым моментом стало не обязанность, а право Заказчика принять такое решение после проверки обосновывающих расчетов от Подрядчика.

В 2022 году вышел целый пакет антикризисной поддержки в строительной отрасли, начиная с 46-ФЗ от 08.03.2022, который дает возможность завершить строительство объекта в сложной экономической ситуации.

## **Опытная эксплуатация Автоматизированной системы управления реставрацией и строительством (АСУРИС) с применением решений Адепт**

В качестве примера создания бизнес-процессов в строительстве можно привести пилотный проект компании Адепт: «Соборная колокольня, 1776-1777 годы».

На нем была создана система АСУРИС, включающая в себя готовые программные решения:

- Адепт: Проект, Адепт.
- Смета, Адепт: Управление строительством,
- Адепт: Исполнительная документация, мобильное приложение «Адепт. Стройконтроль».

Формирование отчетных документов происходило с помощью разработанного механизма интеграции с платформой BI (Business Intelligence). В качестве положительных эффектов от реализации руководитель проекта «Цифровизация в строительстве» компании Адепт Ковалева А. отмечает: реализацию мониторинга хода выполнения работ по объекту на каждом этапе; создание единой системы



корпоративного управления; работу в едином информационном поле, переход от бумажной системы к электронной.

Техническому заказчику, перед созданием стандартов и регламентов всех процессов в бизнес-планировании, нужно иметь в виду высокую динамичность ценовой модели строительного объекта.

Управлять стоимостью строительного объекта по стационарным канонам, в современных реалиях, просто невозможно. Поэтому любая бизнес-модель инвестиционно-строительного объекта должна отражать динамику, как возможного внутренних факторов в проектных данных, так и внешних, в виде обновляющихся НПА.

К таким внешним факторам мы относим изменения в политике ценообразования и контрактных отношений по новым Федеральным законам, Приказам Минстроя России, Постановлениям Правительства Российской Федерации, письмам Минфина России, Казначейства России, Федеральной налоговой службы.

## Список литературы

1. Гражданский Кодекс РФ ([Глава 37. Подряд](#))
2. Градостроительный Кодекс РФ (ст.1; ст.8.3)
3. Бюджетный Кодекс РФ (ст. 34; ст.72; ст.306.4)
4. Федеральный закон «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» от 05.04.2013 N 44-ФЗ (ст.22; ст.34; ст.94; ст.95; ст.110.2; ст.112)
5. Постановление Правительства РФ от 14.04.2022 N 665 «Об особенностях осуществления в 2022 году государственного (муниципального) финансового контроля в отношении главных распорядителей (распорядителей) бюджетных средств, получателей бюджетных средств»
6. Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 21.04.2022 № 307/пр «Об утверждении Формы задания застройщика или технического заказчика на проектирование объекта капитального строительства, строительство, реконструкция, капитальный ремонт которого осуществляются с привлечением средств бюджетной системы Российской Федерации»

7. Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 04.08.2020 № 421/пр «Об утверждении Методики определения сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства, работ по сохранению объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации на территории Российской Федерации»

8. Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 15.06.2020 № 318/пр «Об утверждении Методики определения затрат, связанных с осуществлением строительно-монтажных работ вахтовым методом»

9. Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 19.06.2020 № 332/пр «Об утверждении Методики определения затрат на строительство временных зданий и сооружений, включаемых в сводный сметный расчет стоимости строительства объектов капитального строительства»

10. Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 11.12.2020 № 774/пр «Об утверждении Методики по разработке и применению нормативов сметной прибыли при определении сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства»

11. Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 21.12.2020 № 812/пр «Об утверждении Методики по разработке и применению нормативов накладных расходов при определении сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства»

12. Приказ Минстроя России от 23.12.2019 N 841/пр (ред. От 14.06.2022) «Об утверждении Порядка определения начальной (максимальной) цены контракта, цены контракта, заключаемого с единственным поставщиком (подрядчиком, исполнителем), начальной цены единицы товара, работы, услуги при осуществлении закупок в сфере градостроительной деятельности (за исключением территориального планирования) и Методики составления сметы контракта, предметом которого являются строительство, реконструкция объектов капитального строительства»

13. Приказ Минстроя России от 14.01.2020 N 9/пр (ред. От 14.10.2021) «Об утверждении Типовых условий контрактов на выполнение работ по строительству

(реконструкции) объекта капитального строительства и информационной карты типовых условий контракта» (вместе с «Типовыми условиями государственного или муниципального контракта, предметом которого является выполнение работ по строительству (реконструкции) объекта капитального строительства»)

14. Приказ Минстроя России от 05.06.2018 N 336/пр «Об утверждении Методики составления графика выполнения строительного-монтажных работ и графика оплаты, выполненных по контракту (договору), предметом которого являются строительство, реконструкция объектов капитального строительства, работ»

15. СП 333.1325800.2020 «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла»



[Вопросы-ответы](#)



[Скачать НПА](#)



[Ссылка на видеозапись](#)



[Тестирование](#)

## **Глава 5. Управление инвестиционно-строительным проектом с применением современных цифровых инструментов**

### **5.1. Методика преобразования документации по инвестиционно-строительному проекту в цифровой формат для управления строительством**

*Автор: Куклин Георгий Витальевич,*

*Начальник Отдела исполнительной документации АО «Рублево-Архангельское»*

*Ключевые слова: Исполнительная документация, Цифровизация процессов.*

Формирование информационной модели объекта капитального строительства и ведение информационной модели объекта капитального строительства осуществляются застройщиком, техническим заказчиком, лицом, обеспечивающим или осуществляющим подготовку обоснования инвестиций, и (или) лицом, ответственным за эксплуатацию объекта капитального строительства, а также индивидуальным предпринимателем или юридическим лицом, выполняющими работы по заключенному с застройщиком, техническим заказчиком, лицом, ответственным за эксплуатацию объекта капитального строительства, договору о выполнении инженерных изысканий, договору о подготовке проектной документации, внесении изменений в такую документацию, договору о строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объекта капитального строительства, сносе объекта капитального строительства, иному договору, предусматривающему формирование информационной модели объекта капитального строительства и ведение информационной модели объекта капитального строительства (далее – договоры), в соответствии с требованиями законодательства Российской Федерации, настоящими Правилами, заключенными договорами. После завершения очередного этапа строительства его документальное закрытие может занять несколько месяцев. В классическом сценарии первый этап – подготовка исполнительной документации на бумаге. Второй – рассылка пакета документов на согласование и подписание всеми участникам проекта в бумажном виде. Если в документах есть ошибки, потеря, порча внешними воздействующими факторами, тогда процесс начинается заново. Переход на электронный документооборот в строительстве ускоряет закрытие этапов, включающих в себя: согласование,

формированию, комплектацию, передачу на подписание, и в результате заказчик быстрее вводит объект в эксплуатацию, затратив минимальный человеческий ресурс, исключая человеческий фактор.

Сроки завершения строительства напрямую зависят от отлаженного обмена документами, поэтому компании тратят на документооборот много кадровых и финансовых ресурсов. Автоматизировать этот процесс можно при помощи электронного документооборота (Далее – ЭДО).

На рынке есть ряд программ для исполнительной документации в строительстве, которые позволяют в электронном виде создавать полный пакет исполнительной документации, акты КС-2, КС-3, ведение Общего и специальных журналов работ в ручном или автоматизированном формате и подписанное усиленной электронно-цифровой подписью (ЭЦП).

### **Внедрение ЭДО в строительстве:**

Ведение документации в строительстве связано с правками, часто ее сдают уже после выполнения работ. По статистике четыре из пяти входящих КС-2 и КС-3 в бумажном виде выставляются повторно из-за исправлений, не согласованности всех задействованных в подписании участников. Такая ситуация приводит к загрузке сотрудников производственно-технического отдела и дополнительным расходам (бумага, принтер, картридж, оплата трудовых часов и прочее). Заказчик теряет представление о ситуации на стройплощадке, а подрядчик не успевает сдать закрывающую документацию и получить деньги за выполненный объем работ, что в маленьких организациях ведет к несвоевременной выплате заработной платы и повышает вероятность получения штрафных санкций за несвоевременное предоставление необходимой технической документации.

Переход к ЭДО помогает привести документы к единому виду документов, работать с ними сразу в одной учетной системе, быстро исправлять ошибки. Длительный процесс согласования становится прозрачным.

В электронный вид организации переводят документы, связанные с закупкой и поставкой на строительную площадку стройматериалов, и закрытием строительномонтажных работ. В системах электронного документооборота можно отправлять и получать любые документы: счета-фактуры, УПД, первичные, договорные и отраслевые.

Акт о приемке выполненных работ КС-2 и справка о стоимости выполненных работ КС-3 – одни из самых распространенных документов в строительстве и объемных по количеству страниц. ЭДО позволяет обмениваться ими в электронном виде и автоматически обрабатывать их в учетной системе. Также вы можете упростить с помощью ЭДО работу со сметами, спецификациями, протоколами разногласий, претензиями, отчетами.

## Причины внедрения ЭДО в строительстве

Минстрой России: с 01 июля 2024 вся строительная отрасль обязана перейти на технологии информационного моделирования, включая все объекты, возводимые в рамках долевого строительства.

К декабрю 2022 планировалось сформировать набор программных продуктов и решений от отечественных разработчиков ПО.

Уменьшение трудозатрат на формирование документации.

Уменьшение экологического следа (уход от бумажного документооборота).

Уменьшение затрат на содержание офисов, архивов для складирования.

Доступ к исполнительной и технической документации в любое время и место.

Оптимизация процессов формирования, подписания и хранения

Исполнительной документации.

Хранение документов в одном месте.

Обеспечение быстрого поиска необходимой документации.

Отсутствие коммуникации в эпидемиологической ситуации.

Обеспечение полной прозрачности взаимодействия всех заинтересованных лиц.

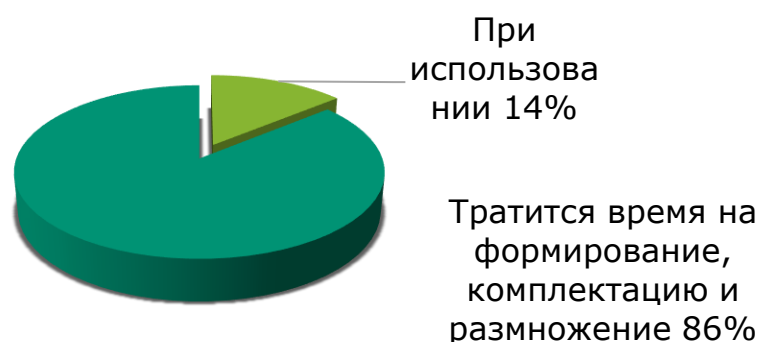


Рисунок 1. Анализ использования ЭДО

**Область применения ЭДО на всех этапах жизненного цикла объекта строительства**

ЭДО помогает на всех стадиях жизненного цикла проекта. Для наглядности все этапы, участвующие в реализации и заинтересованные в переходе на ЭДО, отображены в графической части (Рисунок 2). Благодаря использованию ЭДО еще на стадии изысканий не придется тратить много времени на поиски лабораторных изысканий и геологии.

На стадии проектирования все задействованные проектные команды будут работать в одной среде данных, где отображена самая актуальная проектная документация. Все изменения будут отображены в истории документа, что поможет разным проектным командам проводить анализ смежных разделов рабочей и проектной документации, давать комментарии исключив все возможные коллизии при проектировании. Согласование и проверка финальных решений будет занимать меньше времени в связи с необходимостью перевода в бумажный вид.

На стадии строительно-монтажных работ (СМР) ЭДО будет актуален для всех участников строительства, так как в программном обеспечении ЭДО будет включен календарный график строительства и любое отставание по СМР будет отображено. Для строительного контроля упростит приемку конструкций так как проектную документацию можно будет открыть на любом электронном носителе без использования бумаги. Также можно будет оперативно согласовывать сверхнормативные отклонения от проекта с авторским надзором указав срок согласования. Подготовка исполнительной документации Производственно-техническим отделом будет осуществляться на основании общего и специальных журналов работ, ведущихся в программном обеспечении, что упростит формирование данных комплектов за выбранный период времени. После чего автоматически формируется акт выполненных работ.

Эксплуатирующим организациям предоставляется право доступа к архиву исполнительной документации, что обеспечит оперативность в поиске необходимых для ресурсоснабжающих организаций истребуемых документов для обеспечения и беспрепятственного эксплуатации.

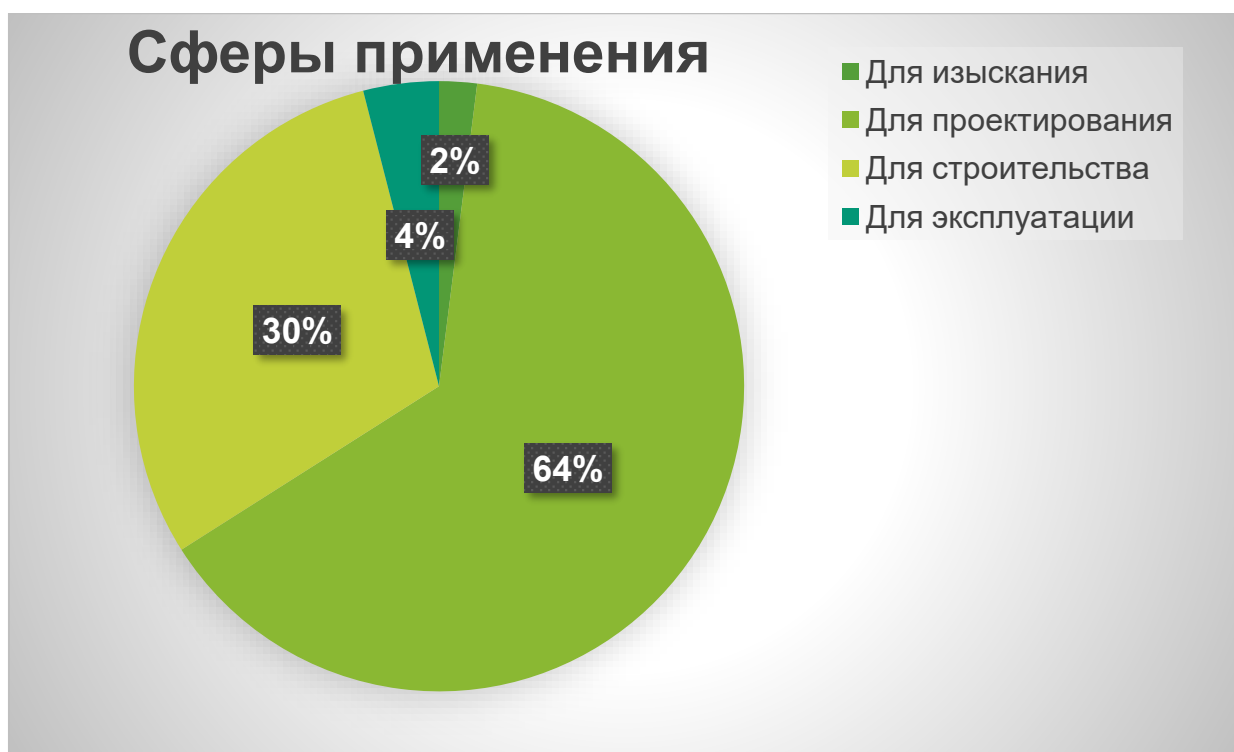


Рисунок 2. Сферы применения ЭДО в строительстве

### Возможности ЭДО

Участниками, заинтересованными в переходе на ЭДО, являются все лица, приложившие свои усилия для создания проекта от момента проектирования до эксплуатации, так же на этапе (СМР) электронный документооборот упрощает взаимодействие в структуре:

**«заказчик – технический заказчик – генеральный подрядчик – подрядчик».**

Возможности на каждом этапе ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ПРОЕКТА, которые станут возможны при переходе на ЭДО приведены на рисунке 3.





### ПИР

Согласование и подписание ИРД и ПСД

- Задание на проектирование
- Задание на инженерные изыскания
- График выполнения работ
- Хранение и структуризация ИРД в соответствии со статьями 45 — 51 Градостроительного кодекса РФ, в том числе доработка структуры с учетом бизнес-процессов
- Полный цикл разработки, согласования и утверждения проектно-изыскательских работ
- Формирование и подписание
- ЭЦП актов выполненных работ



### СМР

Электронная ИД и строительный контроль

- Полный пакет исполнительной документации
- Формы КС-2, КС-3, КС-6а
- Акты скрытых работ
- Предписания
- Акты устранения недостатков
- Журналы работ
- Ведомости работ
- Документы по ТБ и охране труда



### ПНБ

Документы для ввода ОКС в эксплуатацию

- Формирование и согласование документов
- Подписание с помощью электронной подписи
- Формирование документов для бухгалтерского учета



### Общие документы

Внешние и внутренние документы

- Согласование и подписание тендерной документации
- Согласование и подписание контрактов
- Заявки на материалы
- Заявки на оплаты
- Любые другие документы

Рисунок 3. Возможности каждого этапа

«Прозрачным» становится подготовка исполнительной документации, согласование выполненных объемов СМР, отслеживание графиков освоения бюджетов, движения рабочей силы, а также графиков производства работ. На данный момент есть ряд Программных обеспечений (ПО) нацеленных на оптимизацию процессов подготовки всей документации необходимой для выполнения работ при строительстве, реконструкции и т.д. и т.п. Программное обеспечение включает в себя все необходимые шаблоны документов и обновляет их согласно новым Указам и Приказам.

ЭДО упрощает взаимодействие с органами ГСН, так как в программном обеспечении отображены все требования органов надзора, что упрощает предоставление всей необходимой информации истребуемой органами при проверках. Быстрые доступ и поиск необходимой информации занимают мало времени, а время один из немало важных факторов в процессе выполнения работ по реализации проекта.

Для Подрядных организаций ускорение согласований и «прозрачность» проверки всей документации, так как все участники строительства могут отслеживать и давать комментарии/замечания к поступившей к ним на проверку документации, устранения всех замечаний так же отображаются и сохраняются в виде версий документа. Пример приведен на рисунке 4.



Рисунок 4. Схема оптимизации согласований документации

Ввиду всего вышеизложенного, становится очевидным, что переход на электронный документооборот является необходимой, а не вынужденной мерой, так как упрощает взаимодействие всех заинтересованных участников строительства, вносит «Прозрачность» на всех этапах согласований, помогает Заказчику быстро ориентироваться во всей аналитике, отслеживать темпы строительства и применять оперативные решения. Уменьшение труда затрат по формированию, хранению и согласованию исполнительной документации, а также подписания вне зависимости от места положения всех заинтересованных лиц строительства.

### Список литературы

1. <https://erzrf.ru/news/minstroy-s-serediny-2024-goda-vsya-stroitel'naya-otrasl-obyazana-pereyti-na-tekhnologii-informatsionnogo-modelirovaniya>
2. Управление строительными проектами | Облачная платформа Exon ([exonproject.ru](http://exonproject.ru))
3. BuildDocs | Онлайн-сервис исполнительной документации
4. Электронный документооборот (ЭДО) ДИАДОК – СКБ Контур ([kontur.ru](http://kontur.ru))

5. Строительство. Цифровизация бизнес-процессов и электронного документооборота в компаниях строительной отрасли (directum.ru)



[Вопросы-ответы](#)



[Скачать НПА](#)



[Ссылка на видеозапись](#)



[Тестирование](#)

## 5.2. Создание информационной модели, паспорта и сводного календарного графика объекта капитального строительства

*Автор: Клецкова Юлия Сергеевна,*

*Руководитель технического отдела ПСС ГРАЙТЕК*

*Ключевые слова: ИТЗ, ИМ, ТЗ, информационные требования заказчика, информационная модель, технология информационного моделирования, ТИМ, BIM.*

### Информационная модель объекта капитального строительства

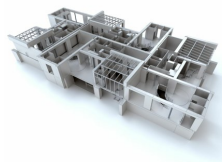
Чтобы окончательно разобраться с реальностью, хотелось бы выделить несколько понятий, которые до сих пор вызывают определенные сомнения у некоторых специалистов:

- Информационная модель объекта строительства (building information model, BIM) – совокупность представленных в электронном виде документов, графических и неграфических данных по объекту строительства, размещаемая в соответствии с установленными правилами в среде общих данных, представляющая собой единый достоверный источник информации по объекту на всех или отдельных стадиях его жизненного цикла (ГОСТ Р 21.101-2020 действует с 1 января 2021).
- Цифровая информационная модель объекта капитального строительства - совокупность взаимосвязанных инженерно-технических и инженерно-технологических данных об объекте капитального строительства, представленных в цифровом объектно-пространственном виде (п. 3.1.4 СП 333.1325800.2020 действует с 1 июля 2021).



Информационная модель

≠



Цифровая информационная модель

Рисунок 1. Ключевые понятия

В соответствии с приведенными выше определениями мы видим, что Информационная модель (далее ИМ) и Цифровая информационная модель (далее ЦИМ) – это не одно и то же. По факту ЦИМ – это 3D модель объекта, которая входит в состав ИМ. И нужно понимать, что на текущий момент (2022 г.) единственный документ, который может обязать проектировщика создавать ЦИМ – это техническое задание на проектирование.

На рисунке 2 приведена схема, которая наглядно описывает связь информационной модели и всего, что может входить в ее состав.

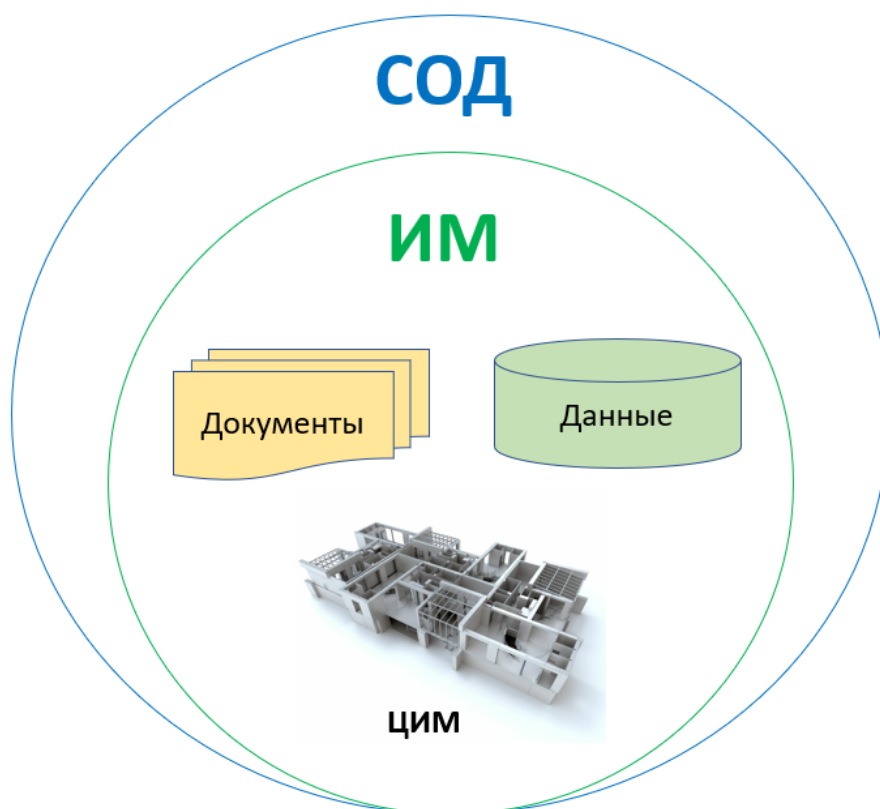


Рисунок 2. Состав информационной модели

Таким образом мы видим, что ИМ объединяет в себе всю информацию, которая относится к объекту капитального строительства. Также нужно понимать, что ИМ должна иметь понятную структуру хранения, которая обеспечивается за счет среды общих данных (СОД). Под СОД может подразумеваться как специализированная система, позволяющая хранить и управлять процессами согласования документации,

так и сервер компании. Здесь все зависит от того, на каком уровне ваша компания использует технологии информационного моделирования. Чем больше задач и опыта в данной сфере, тем выше требования к информационной модели и среде ее хранения.

Если посмотреть на требования к ИМ со стороны государства, то на 2022 год они минимальны.

Постановление правительства №331 от 5 марта 2021 г. [2] установило определенные правила игры, в рамках которых ведение информационной модели стало обязательным условием для строек, «финансируемых с привлечением средств бюджетов бюджетной системы Российской Федерации».

- Графическая часть проектной документации должна быть дополнена трехмерной моделью в случае, если требование к ее формированию установлено в задании на проектирование;
- В состав информационной модели входят документы в следующих форматах: ODT, PDF/A, ODS, LandXML, IFC;
- Настоящее постановление действует до 1 марта 2023г.

Данные постановления вызвали определенные дискуссии и опасения. Но, если посмотреть на все это более детально, то можно заметить, что на текущий момент государство не требует от проектировщика чего-то особенного и требующего каких-либо сверх компетенций. На рисунке 1 обозначены случаи, при которых формирование и ведение ИМ ОКС является обязательными. Обратите внимание, что на рисунке 1 учтена информация, которая находится на этапе рассмотрения на момент написания данного обучающего материала [2], [3].



Рисунок 3. Для кого обязательно формирование и ведение ИМ ОКС с учетом возможных изменений

### Паспорт объекта капитального строительства

Паспорт объекта капитального строительства – это информационный стенд, который обязан быть установлен на стройплощадке. На баннере обычно изображено фото объекта, название стройки и другая важная информация.

Паспорт должен содержать информацию:

- дату регистрации и номер документа, когда именно было получено разрешение на застройку территории
- характеристику уровня опасности на стройке
- точное изображение здания и его название
- все данные о владельце данного здания

Цифровой паспорт объекта капитального строительства – это комплекс электронных документов и данных, который содержит в себе полные и актуальные сведения об объекте капитального строительства и этапе выполнения работ.

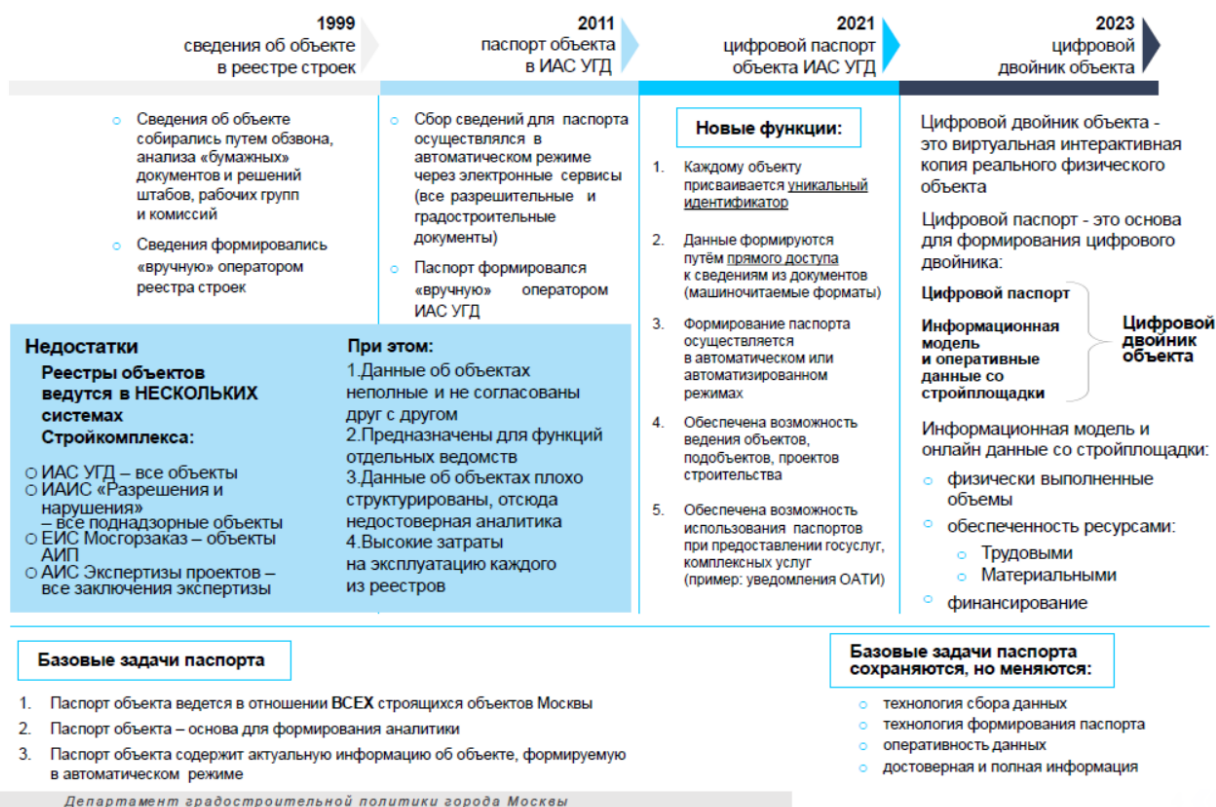


Рисунок 4. Хронология использования паспортов в соответствии с Департаментом градостроительной политики города Москвы

На рисунке 4 выделены 4 этапа создания и ведения паспортов объекта капитального строительства. Несмотря на то, что требования к ведению ИМ со стороны государства на текущий момент минимальны, цифровизация объектов капитального строительства не стоит на месте. Кто-то только задумывается о ведении ИМ, кто-то уже запустил первый пилотный проект, а кто-то активно старается выжать максимум пользы из информационного моделирования.



Рисунок 5. Пример размещения QR-кода на информационном щите строительной площадки



В современных реалиях мы все чаще и чаще встречаемся с понятием QR-код, при наведении на который мы получаем дополнительную информацию о некотором предмете, на котором этот код размещен. В строительстве QR-код выполняет точно такую задачу. На рисунке 5 приведен пример информационного щита с QR-кодом, при наведении на который мы получим всю необходимую информацию о строящемся объекте.

Что должен включать в себя паспорт объекта капитального строительства:

- Техничко-экономические показатели;
- Результаты проекта;
- Информацию о финансировании проекта;
- Информация о сроках;
- Данные о возможных рисках проекта;
- Данные о ключевых участниках проекта;
- Информация о закупках и поставках;
- 3D модель.

Ключевая задача цифрового паспорта объекта капитального строительства заключается в том, чтобы предоставить актуальную информацию о проекте в максимально короткие сроки. Как раз здесь наличие ИМ модели отлично справляется с этой задачей. Вся необходимая для паспорта информация уже входит в состав ИМ, все что от нас требуется – это извлечь ее. Какая-то информация может быть предоставлена в виде отчета из СОД или ЦИМ, часть информация содержится в календарно-сетевых графиках и/или результатах проекта и по сути является основой для создания ИМ. В таблицах 1-6 приведены примеры информации, которая является частью паспорта объекта капитального строительства. 3D модель также является неотъемлемой частью цифрового паспорта ОКС, конечно, если ее наличие регламентировано техническим заданием на создание и ведение информационной модели.



Таблица 2. Финансирование на весь период

№, пп	Наименование	тыс. руб.					Всего
		2020	2021	2022	2023	2024	
1	Оформление прав на земельный участок						
2	Проведение инженерных изысканий						
3	Разработка проектной документации						
4	Получение положительного заключения экспертизы						
5	Разработка рабочей документации						
6	Заключение договора на выполнение СМР						
7	Выполнение 1го этапа СМР						
8	Выполнение 2го этапа СМР						
9	Выполнение 3го этапа СМР						

Таблица 3. Финансирование на текущий год

№, пп	Наименование	2022												Всего
		январь	фев	мар	апр	май	июн	июл	авг	сен	окт	ноя	дек	
1	Оформление прав на земельный участок													
2	Проведение инженерных изысканий													
3	Разработка проектной документации													
4	Получение положительного заключения экспертизы													
5	Разработка рабочей документации													
6	Заключение договора на выполнение СМР													
7	Выполнение 1го этапа СМР													
8	Выполнение 2го этапа СМР													
9	Выполнение 3го этапа СМР													

Таблица 4. Календарно-сетевой график

№, пп	Наименование	Даты реализации		Ответственный	Вид подтверждающего документа	Примечание
		начало	окончание			
1	Оформление прав на земельный участок	Ср 20.02.19	Вт 02.04.19	ФИО, должность		
2	Проведение инженерных изысканий	Ср 03.04.19	Вт 20.08.19	ФИО, должность		
3	Разработка проектной документации	Ср 21.08.19	Вт 07.01.20	ФИО, должность		
4	Получение положительного заключения экспертизы	Ср 08.01.20	Вт 03.03.20	ФИО, должность		
5	Разработка рабочей документации	Ср 04.03.20	Вт 21.07.20	ФИО, должность		
6	Заключение договора на выполнение СМР	Ср 22.07.20	Вт 18.08.20	ФИО, должность		
7	Выполнение 1го этапа СМР	Ср 19.08.20	Вт 02.02.21	ФИО, должность		
8	...					

Таблица 5. План коммуникации

№, пп	Наименование передаваемой информации	Способ передачи	Документ, на основании которого запускается согласование	Инициатор	Получатель	Решение, которое должно быть принято	Результат	В какой срок информация должна быть передана
1	Информация об изменении в календарном графике проекта	Процесс согласования документов в СОД	Календарно-сетевой график	АА	ВВ	Обосновано ли изменение	Изменения внесены в график или предложены другие действия	Х дней
2	Информация о потенциальных рисках проекта	Процесс согласования документов в СОД	Реестр рисков	АА	СС	Есть ли необходимость выносить данный риск на общее собрание и принимать мероприятия по его снижению/устранению	Риски проанализированы, выделены критичные, предложен план по их снижению/устранению	Х дней
3	...							

Таблица 6. Реестр рисков

№, пп	Наименование риска	Причина наступления риска	На какие элементы проекта окажет влияние наступления риска	Вероятность наступления риска от 0 до 10	Ущерб от наступления риска от 0 до 10	Величина риска (вероятность* ущерб)	Мероприятия по снижению вероятности наступления риска
1	Отказ от исполнения контрактных обязательств поставщиков	Геополитическая обстановка	Может привести к срыву сроков реализации проекта	1	8	80	Рассмотрение альтернативных технических решений, анализ цепочки поставок
2	Проект испытывает нехватку ресурсов из-за коронавирусной ситуации	Сложная эпидемиологическая обстановка с COVID-19 на территории РФ,	Может привести к срыву сроков	6	7	42	Предусмотреть меры по вакцинации и мониторингу коронавирусной ситуации на Проекте
3	...						

## **Календарный график строительства и цифровой информационной модели объекта капитального строительства**

Календарно-сетевое планирование – комплекс задач по разработке, актуализации, контролю и корректировке календарно- сетевого графика, предназначенных для повышения эффективности организации работ и использования ресурсов.

Календарно-сетевой график – формализованное описание организационно-технологического процесса по достижению целей проекта в виде перечня работ заданной продолжительности с определенными взаимосвязями (зависимостями) и ресурсным обеспечением. Частным случаем календарно- сетевого графика является календарный план, в котором определяется комплекс работ с указанием календарных сроков их выполнения.

Контрольная точка – это событие, которое соответствует промежуточному результату проекта. Контрольной точкой подтверждается завершение одного или нескольких мероприятий.

Мероприятие – это действие, ограниченное датой начала и окончания.

Уровни планирования графиков:

- График 0-го уровня. График по вехам. Охватывает весь период выполнения инвестиционного проекта;
- График 1-го уровня. График возведения объекта. Охватывает весь период инвестиционного проекта. Включает в себя основные виды работ по этапам ЖЦ;
- График 2-го уровня. График сводный. Охватывает весь период выполнения инвестиционного проекта. Разрабатывается на основании сводного календарного плана строительства в составе ПОС;
- График 3-го уровня. График годовой. Уточняет график 2-го уровня на 1 календарный год;
- График 4-го уровня. График детальный. Детализирует график 3-го уровня на 1-3 месяца. Разрабатывается для отдельных конструктивных элементов сооружения или для сооружения в целом при небольшом сроке строительства



с указанием объемов работ, сроков их исполнения и потребности в ресурсах. Составляется с учетом графиков ППР.

Способы построения графиков:

- Планирование от конечной даты;
- Планирование от начальной даты.

Виды календарно-сетевых графиков:

- Табличный (см. Таблица 4);
- Графический (диаграмма Ганта, см. Рисунок 6).

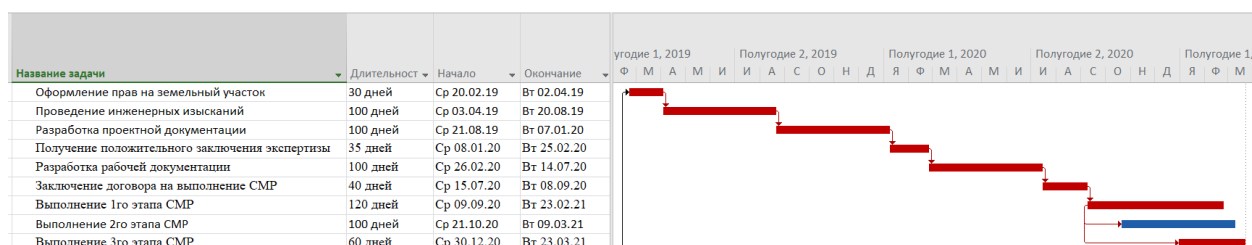


Рисунок 6. Пример календарно- сетевого графика

4D модель – это добавление в классическое 3D представление ещё одного измерения – времени. Получается наглядная демонстрация строительства объекта с помощью пространственно-временной модели.

С помощью 4D модели можно:

- Визуально отобразить план выполнения работ;
- Показать фактическое исполнение работ.

## Заключение

Информационная модель, паспорт объекта капитального строительства, календарно-сетевой график – это 3 звенья одной цепи. Изменение одного звена влечет за собой изменение 2-х оставшихся. Паспорт ОКС – это информация, полученная на основе ИМ. Календарно-сетевой график – это информация, на основе которой создавалась ИМ, а также информация, которая детализировалась в процессе создания ИМ.

## Список литературы

1. Приказ от 21 апреля 2022 г. N 307/ПР, [Электронный ресурс]. <https://docs.cntd.ru/document/350340878>
2. Постановление Правительства РФ №331 от 05.03.2021 «Об установлении случая, при котором 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», [Электронный ресурс]. <https://base.garant.ru/400424628/>
3. Проект изменений в Постановление Правительства РФ №331 от 05.03.2021 «Об установлении случая, при котором 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», [Электронный ресурс]. <https://regulation.gov.ru/projects#npra=126178>
4. Постановление Правительства РФ №1431 от 15.09.2020 «Об утверждении Правил формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства, состава сведений, документов и материалов, включаемых в информационную модель объекта капитального строительства и представляемых в форме электронных документов, и требований к форматам указанных электронных документов». <https://base.garant.ru/74644278/>
5. СП 333.1325800.2020 «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла», [Электронный ресурс]. <https://docs.cntd.ru/document/573514520>
6. СП 404.1325800.2018 «Информационное моделирование в строительстве. Правила разработки планов проектов, реализуемых с применением технологии информационного моделирования», [Электронный ресурс]. <https://docs.cntd.ru/document/553863489>
7. Классификатор строительной информации, [Электронный ресурс]. <http://ksi.faufcc.ru/>

Цифровой паспорт объекта капитального строительства, [Электронный ресурс].  
<https://smarteka.com/uploads/files/2021/09/08/45854a4c-cedb-4690-9131-62865635ff7a8c0d3fe0-f390-49cc-84ab-6a0d5dcbd18a.pdf>



[Вопросы-ответы](#)



[Скачать НПА](#)



[Ссылка на видеозапись](#)



[Тестирование](#)

### **5.3. Экспертиза проектов, выполненных с применением технологий информационного моделирования. Анализ и проверка моделей**

*Автор: Шило Александр Владимирович*

*Главный специалист по технологиям информационного моделирования*

*СПб ГАУ «Центр государственной экспертизы»*

*Ключевые слова: Экспертиза, ТИМ, проверка моделей, информационная модель, технология информационного моделирования, ТИМ, BIM.*

#### **Введение**

Внедрение новых технологий всегда связано с решением сопутствующих проблем. Технологии информационного моделирования (далее – ТИМ) не являются исключением, будь то уровень проектной организации, уровень заказчика или государственный уровень. Если смотреть на базовые проблемы, связанные с применением ТИМ на государственном уровне, то можем выявить ключевые из них:

- Отсутствие нормативной базы по межведомственному взаимодействию;
- Отсутствие единой методологии в существующих документах;
- Обилие региональных требований к трехмерным моделям. Данная проблема возникла не на пустом месте, она связана с тем, что существующие нормативные правовые акты в области ТИМ не отвечали запросам организаций, формирующих те или иные требования;
- Отсутствие государственной информационной системы обеспечения градостроительной деятельности (ГИСОГД). В нормативных правовых актах (далее – НПА) создание данной системы зафиксировано, но на данный момент ее до сих пор не существует. И каким образом различным ведомствам и участникам инвестиционно-строительного процесса взаимодействовать между собой в эпоху цифровизации – до конца не понятно.

В данной лекции мы рассмотрим какие шаги предпринимаются на государственном уровне для решения данных проблем, а также подробно рассмотрим требования к цифровым информационным моделям (далее – ЦИМ, трехмерная модель), разработанные Санкт-Петербургским Центром госэкспертизы (СПб ГАУ «ЦГЭ»), как проводится экспертиза проектной документации объектов капитального строительства, состав которой дополнен трехмерными моделями, и укажем на типовые недостатки, выявленные при рассмотрении ЦИМ.

## Основные направления нормативного регулирования в области ТИМ

Рассмотрим Градостроительный кодекс Российской Федерации (далее - Градкодекс). Начиная с 2019 года в данном основополагающем документе в области градостроительной деятельности определены следующие ключевые направления, призванные на государственном уровне зарегулировать применение ТИМ в строительной сфере:

1. Формирование информационной модели объекта капитального строительства (далее – ИМ ОКС)
2. Применение классификатора строительной информации (далее – КСИ);
3. Создание ГИСОГД РФ;



Рисунок 1. Базовые направления государственного регулирования в сфере ТИМ

Отметим, что ИМ ОКС, выступающая в качестве совокупности сведений, документов и материалов об ОКС на различных этапах его жизненного цикла, должна формироваться с использованием КСИ и передаваться в ГИСОГД РФ. В этой же системе должно происходить ведение и актуализация КСИ.

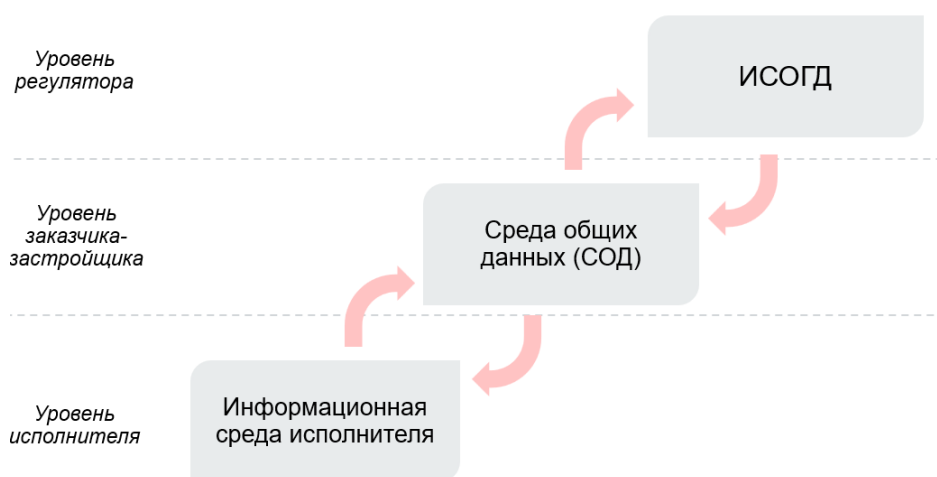
Базовые положения Градкодекса, связанные с данными категориями, подкреплены соответствующими подзаконными актами и нормативно-техническими документами (далее – НТД). Согласно данным НПА «сведения», «документы» и «материалы», в том числе ЦИМ, включаются в информационную модель, представляющую из себя некую базу данных по ОКС. В свою очередь информационные модели ОКС передаются в региональные ГИСОГД, из которых информация будет поступать в федеральную ГИСОГД. Предполагается, что она

будет представлять своего рода банк данных, управляемых с помощью системы управления базами данных (СУБД).

	Сведения, документы, материалы	ЦИМ (трехмерная модель)	Информационная модель (ИМ ОКС)	ГИСОГД РФ
Определение сущности	ПП РФ 1558,	СП 333	п.10.3, ст. 1 ГрК РФ	ч.1, ст. 56 ГрК РФ
Основные положения	ПП РФ 87, ПП РФ 145,	СП 333	ст. 57.5 ГрК РФ, ПП РФ 1431, ПП РФ 331, ...	ст. 57 ГрК РФ, ПП РФ 1431,
Требования к составу	ПП РФ 87, ПП РФ 145 и иные документы	СП 333	ПП РФ 1431	ПП РФ 1558
Суть				

Рисунок 2. Представление информации об ОКС с применением ТИМ (Внимание! ПП РФ №1431 утратило силу 1.05.2023 г.)

Текущие нормативные документы направлены прежде всего на регулирование способов взаимодействия участников инвестиционно-строительного процесса, то есть каким образом будет передаваться информация на различных уровнях, и не затрагивают способов и правил моделирования и информационного обмена внутри уровня. Таким образом НПА в сфере ТИМ не регламентируют внутренние процессы той или иной организации.



Автор: Бачурина Светлана Самуиловна, советник президента НОПРИЗ, д.э.н.

Рисунок 3. Концептуальная схема Единого информационного пространства взаимодействия участников ИСП

Состав ИМ ОКС и правила ее формирования и ведения были определены в утратившем силу Постановлении Правительства Российской Федерации от 15.09.2020 г. № 1431, подкрепляющем базовые положения Градкодекса об информационной модели. Ожидается выход нового постановления Правительства, закрепляющего базовые правила формирования и ведения ИМ ОКС, а также требования к его составу и форматам данных.

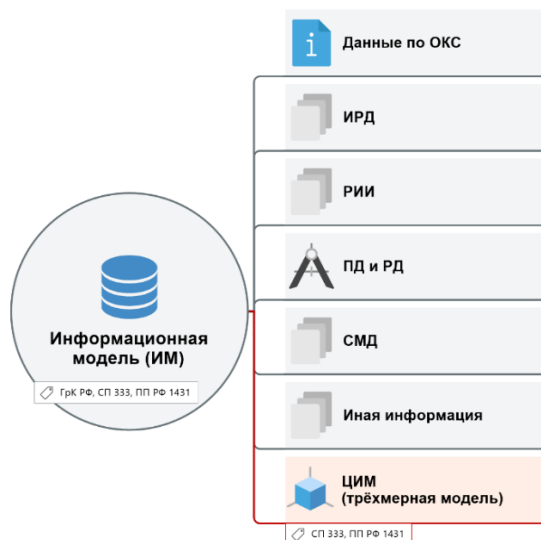


Рисунок 4. Состав ИМ ОКС по утратившему силу ПП РФ №1431

## Требования к ЦИМ

Создание требований к ЦИМ преследует следующие цели:

- Стандартизация процесса в рамках организации/субъекта;
- Повышение качества ЦИМ и как следствие проектной документации;
- Возможность создания автоматизированных проверок;
- Увеличение объема структурированной информации об ОКС.

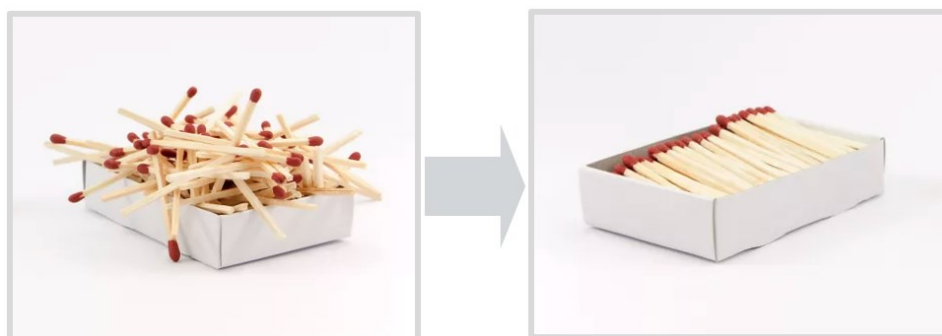


Рисунок 5. Структурирование информации об ОКС в форме трехмерной модели – главный эффект при соблюдении требований к ЦИМ.

В различных САПР процесс стандартизации данных в ЦИМ сводится к процедурам сопоставления элементов классам IFC и их атрибутивного состава в настройках транслятора в соответствии с требованиями к ЦИМ.

#### ЦИМ в системе автоматизированного проектирования (САПР)

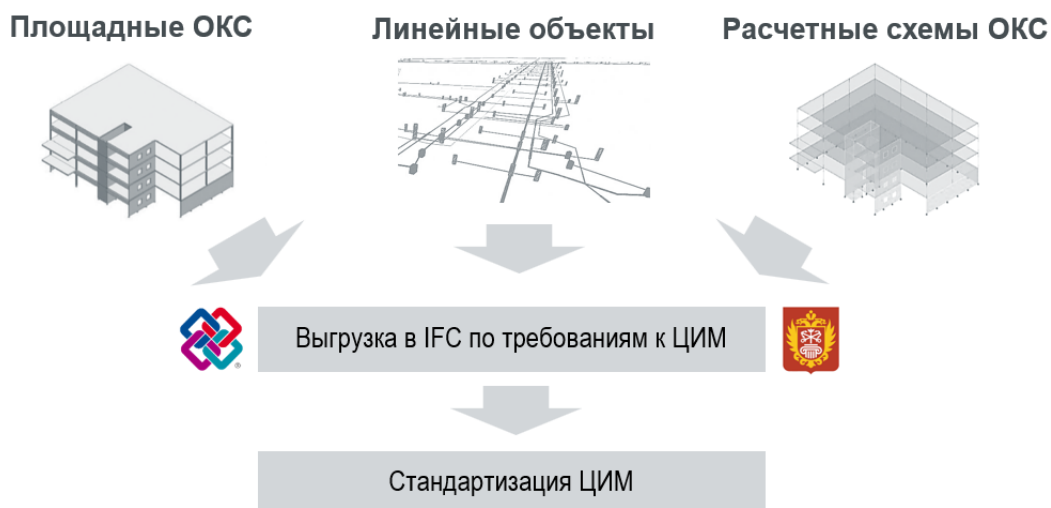


Рисунок 6. Принцип стандартизации ЦИМ

Наряду с другими регионами Санкт-Петербургский Центр госэкспертизы одним из первых начал проводить большую исследовательскую и практическую работу по формированию требований к ЦИМ. С 2019 года вышла первая проектная редакция требований, с тех пор идет их актуализация и пересмотр с целью включения их положений в региональные методические документы (РМД) по формированию проектной документации. В настоящее время актуальной является третья редакция требований к ЦИМ, в состав которых входят описание следующих базовых моментов:

- Состав моделируемых элементов;
- Соответствие элементов классам IFC;
- Рекомендации к моделированию;
- Атрибутивное наполнение элементов.

На данный момент касаясь площадных объектов требования состоят из 6 частей по следующим дисциплинам:

- Часть 1. Общие положения;
- Часть 2. Базовая модель. Планировочная организация земельного участка;
- Часть 3. Архитектурные решения
- Часть 4. Конструктивные решения
- Часть 5. Инженерное оборудование и сети
- Часть 6. Технологические решения



Отметим, что в третьей редакции были добавлены требования к элементам генплана и определены основные разновидности ЦИМ, касающиеся раздела СПОЗУ (ЦИМ существующего рельефа, окружающей застройки, объёмы земляных масс, благоустройство и озеленение территории и проч.).

Основными требованиями, на которые следует обратить внимание, являются:

- применение открытых форматов данных, в частности для трехмерных моделей это формат IFC (Industry Foundation Classes - Отраслевые базовые классы). При этом рекомендуется выгружать модели в версию IFC4 Reference View;
- координационная привязка ОКС к топосъемке в рамках единой системы координат и Балтийской системе высот;
- соблюдение базовых критериев качества ЦИМ (состав и наполнение атрибутов, соответствие элементов классам IFC, корректная геометрия элементов, соответствие ЦИМ и проектной документации);
- отсутствие недопустимых коллизий, вызывающих противоречия с требованиями технических регламентов, отклонений от корректного подсчета количественных показателей, нарушений возможности монтажа и нормальной эксплуатации объекта, а также отклонений от проектного местоположения элементов ЦИМ.

### Требования к элементам ЦИМ

Элементы трехмерных моделей являются ключевыми сущностями в структуре ЦИМ. Они представляют собой цифровое представление части ОКС или территории, характеризуемое атрибутивными и геометрическими данными (СП 333.1325800.2020, пункт 3.1.7). Их геометрическая составляющая должна иметь возможность принципиальной визуальной идентификации элементов и определения их ориентации в пространстве.

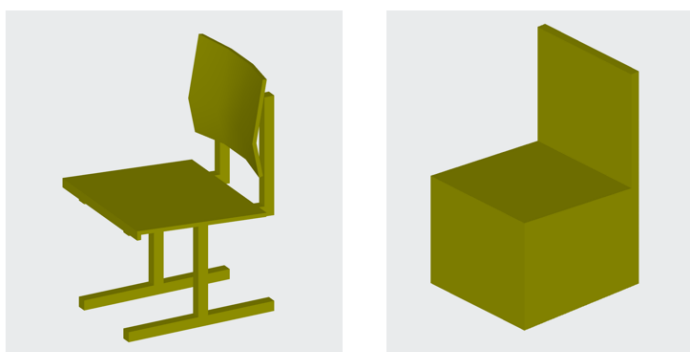


Рисунок 7. Детализации элементов на примере детских стульев для целей проведения экспертизы. Слева: излишняя детализация. Справа: достаточная принципиальная детализация

Отметим, что каталог примеров элементов ЦИМ в формате IFC можно посмотреть на сайте СПб ГАУ «ЦГЭ».

Помимо требований к классификации элементов согласно классам IFC, их атрибутивный состав также должен соответствовать ряду принципов:

- обеспечение необходимого состава атрибутов согласно требованиям;
- группировка атрибутов в наборы свойств;
- корректность наименований и значений атрибутов;
- корректный тип данных для каждого атрибута.

При этом важным моментом является соответствие значений атрибутов их представлению в проектной документации.



Рисунок 8. Требования к геометрии и атрибутивному наполнению элементов ЦИМ на примере «Лестницы».

### Требования к ЦИМ линейных объектов

В 2021 году на базе проведенных пилотных проектов были разработаны требования к ЦИМ линейных объектов в части систем коммунальной инфраструктуры (СКИ).

Принцип представления информации в ЦИМ линейных объектов представляет собой иерархию сущностей:

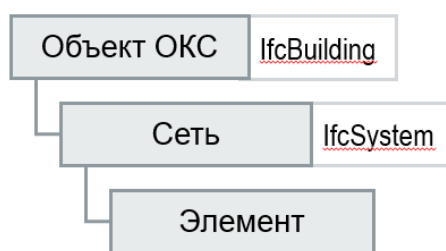


Рисунок 9. Каждая иерархическая сущность ЦИМ СКИ имеет свой атрибутивный состав

В целом следует отметить, что базовые принципы к представлению трехмерных моделей линейных объектов соотносимы с требованиями к ЦИМ площадных ОКС.

## Рекомендации по формированию задания на проектирование в части применения ТИМ

### Задание на проектирование с применением ТИМ

Задание на проектирование (далее – ЗНП) формируется исходя из потребностей и целей, преследуемых заказчиком. И для каждого проекта заказчик сам определяет состав требований в части ТИМ.

На что следует обратить внимание при формировании ЗНП:

- внимательно ссылаться на нормативно-технические документы по ТИМ. На текущий момент существуют такие стандарты и своды правил, реализация которых может быть не под силу среднестатистической проектной организации;
- использование форматов данных с открытой спецификацией. Это позволит дистанцироваться от вендоров, использующих собственные закрытые проприетарные форматы, а также следовать букве закона в части применения открытых форматов данных;
- предварительно оценить возможности принимающей стороны и исполнителя.

Таблица 1. Необходимые действия участников проекта

Действия заказчика при формировании ЗНП с применением ТИМ	Действия исполнителя при выполнении проектных работ и прохождении экспертизы с применением ТИМ
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Изучить основы формата IFC;</li> <li>• Определить возможные цели использования ЦИМ в формате IFC;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Изучить требования Заказчика;</li> <li>• Смоделировать библиотечные элементы;</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Определить возможности «принимающей» и «отдающей» стороны;</li> <li>• Определить требуемые элементы и их классификацию;</li> <li>• Определить требуемые взаимосвязи;</li> <li>• Определить требуемые атрибуты;</li> <li>• Определить требуемую геометрию.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сопоставить моделируемые элементы классам IFC;</li> <li>• Добавить отсутствующие атрибуты каждому элементу;</li> <li>• Настроить «маппирование» атрибутов;</li> <li>• Назначить элементам ЦИМ код по КСИ (при наличии в ЗНП).</li> </ul>
---	---

Действия заказчика при формировании ЗНП с применением ТИМ  
 Действия исполнителя при выполнении проектных работ и прохождении экспертизы с применением ТИМ

- Изучить основы формата IFC;
- Определить возможные цели использования ЦИМ в формате IFC;
- Определить возможности «принимающей» и «отдающей» стороны;
- Определить требуемые элементы и их классификацию;
- Определить требуемые взаимосвязи;
- Определить требуемые атрибуты;
- Определить требуемую геометрию.
- Изучить требования Заказчика;
- Смоделировать библиотечные элементы;
- Сопоставить моделируемые элементы классам IFC;
- Добавить отсутствующие атрибуты каждому элементу;
- Настроить «маппирование» атрибутов;
- Назначить элементам ЦИМ код по КСИ (при наличии в ЗНП).

В целях стандартизации данных в ЦИМ в ЗНП рекомендуется прописать следующие требования, выделив их в отдельный раздел документа:

- требования к форматам данных;
- разрабатываемые дисциплины в форме трехмерной модели;
- моделируемые элементы и их атрибутивный состав;
- допущения по геометрической детализации.

## **Рекомендации и предложения по изменению типовой формы ЗНП с применением ТИМ**

Типовая форма ЗНП, утвержденная приказом Минстроя РФ от 21.04.2022 №307/пр, содержит требования о подготовке проектной документации, содержащей материалы в форме информационной модели. При анализе данного документа было выявлено, что форма не содержит четких положений по применению ТИМ.

Кроме того, при рассмотрении поступающих на экспертизу ЗНП в составе пакета документации отмечается неприменение типовой формы ЗНП. При этом в них, как правило, нет четких требований к результату моделирования, к моделируемым разделам, к классификации элементов и их атрибутивному наполнению. Также зачастую в ЗНП встречаются требования к предоставлению закрытых проприетарных форматов данных, таких как DWG или RVT.

В связи с этим коллектив СПб ГАУ «ЦГЭ» выступил с инициативой разработать рекомендации по формированию ЗНП, включающего требования к трехмерным моделям, а также дополнить раздел 43 типовой формы ЗНП следующими подпунктами:

- 43.1 Требования к структуре хранения и передачи сведений, документов и материалов;
- 43.2 Требования к формату предоставления сведений, документов и материалов;
- 43.3 Цели формирования трехмерных моделей;
- 43.4 Требования к составу трехмерных моделей;
- 43.5 Требования к классификации элементов;
- 43.6 Требования к атрибутивному наполнению элементов.

Включение этих подпунктов в ЗНП позволит легче контролировать исполнение постановления Правительства Российской Федерации № 331, внесет ясность для исполнителей к результату требуемых работ и даст возможность экспертным организациям производить оценку моделей по заявленным требованиям.

### **Минимальные требования к ЦИМ**

По итогам заседания региональной рабочей группы по внедрению ТИМ в Санкт-Петербурге от 01.06.2022 года, на котором обсуждался вопрос базовых целей формирования трехмерных моделей для объектов государственного заказа, решено сформировать минимальный набор требований, закрывающий следующие цели:

- визуальное трехмерное представление проектных решений;
- проверка на согласованность решений;
- получение основных технико-экономических показателей;
- формирование экспликации помещений.

Сформированные на базе этих целей минимальные требования планируется зафиксировать в региональном методическом документе РМД 22-11-2013 "Руководство по проектной подготовке капитального строительства в Санкт-Петербурге".

Отметим, что в случае необходимости расширения состава целей требования заказчика могут быть сформированы на основе методического пособия для составления задания на разработку ЦИМ, разработанного АО «Мегамейд» при участии специалистов Санкт-Петербургского Центра госэкспертизы.

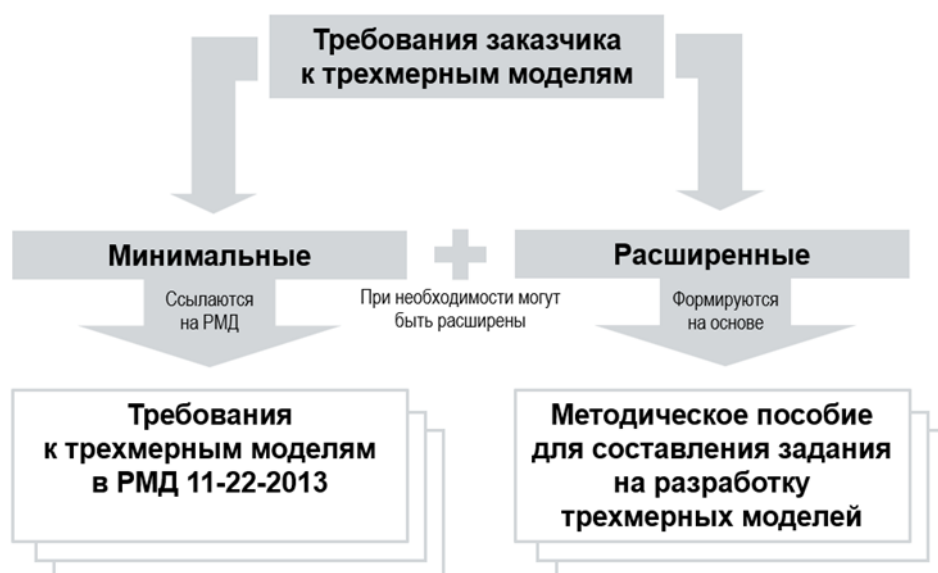


Рисунок 10. Минимальные требования заказчика к трехмерным моделям могут быть расширены с учетом потребностей в структурированной информации.

## Прохождение экспертизы проектной документации с ЦИМ

Особенностью представления информации в виде ЦИМ является структурирование данных. В одной таблице можно получить требуемую информацию по помещениям, по точкам подключения к внешним сетям, по основным технико-экономическим показателям, по заполнениям оконных и дверных проемов и других. В «классической» проектной документации эта информация может быть разрознена по пояснительным запискам разных разделов (в общей пояснительной записке, в пояснительных записках раздела архитектурные решения, технологические решения, пожарная безопасность).

После подачи ЦИМ в составе пакета документации для прохождения экспертизы специалистами СПб ГАУ «ЦГЭ» выполняются автоматизированные проверки в 2 этапа:

Первый этап: «Входные» проверки на соответствие требованиям СПб ГАУ «ЦГЭ» (соответствие классам IFC, наличие требуемых атрибутов, корректность геометрии моделей, проверки на коллизии и т.д.).

Второй этап: Проверки на соответствие требованиям технических регламентов.

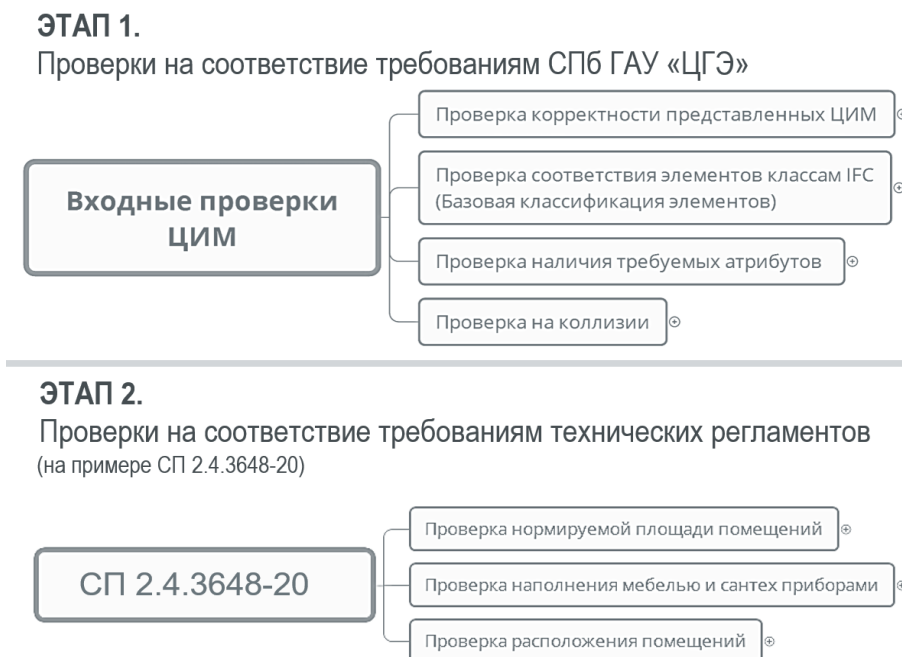


Рисунок 11. Автоматизированные проверки ЦИМ

Данная последовательность этапов проверок является обязательной, так как при выявлении ошибок на первом этапе дальнейшие проверки ЦИМ невозможны или дадут некорректные результаты.

На рисунке 12 отображена схема, показывающая принцип проверки моделей в IFC на соответствие требованиям:

1. Подготовка ЦИМ для выгрузки в формате IFC по требованиям СПб ГАУ «ЦГЭ»;
2. Передача выгруженных файлов ЦИМ на проверку;
3. При отсутствии недостатков информация передается экспертам;
4. При наличии недостатков информация о них формируется в формате VCF;
5. Недостатки передаются заявителю и обрабатываются исполнителем.

Замечания и коллизии приходят из экспертизы заявителю в открытом формате BCF, особенностью которого является содержание скриншота коллизии, текстовой части, дисциплины, информация о постановщике замечания(коллизии), а также возможность исполнителю комментировать данное замечание и ставить статус о его выполнении.



Рисунок 12. Процедура проверки моделей в формате IFC.

## Отработка замечаний проектировщиком

### Основные недостатки ЦИМ

На протяжении всей практики работы с ЦИМ специалистам СПб ГАУ «ЦГЭ» удалось выделить основные недостатки, возникающие при рассмотрении трехмерных моделей в экспертизе:

- Загрузка файлов некорректного формата;
- Отсутствие требований заказчика к ЦИМ;
- Отсутствие требуемых ЦИМ;
- Несоответствие ЦИМ и проектной документации;
- Отсутствие требуемых элементов ЦИМ;
- Несоответствие систем координат ЦИМ;
- Несоответствие элементов ЦИМ требуемым классам IFC;
- Некорректная принципиальная геометрия элементов ЦИМ;
- Наличие коллизий элементов ЦИМ;
- Некорректное атрибутивное наполнение элементов ЦИМ.

На базе отмеченных недостатков обозначим ключевые направления работы, необходимые для. В первую очередь необходимо выстраивать свои рабочие



процессы по принципу, что ЦИМ является главным актуальным источником информации по проекту. Как следствие необходимо получать графическую часть проектной документации из ЦИМ и отказаться от «поднятия» модели по чертежам. Также рекомендуется заранее подготовиться к реализации проектов с применением ТИМ, изучив требования экспертизы и технического задания заказчика, а также разобравшись с техническими моментами, связанные с выгрузкой в IFC и атрибутивным наполнением элементов.

В процессе разработки проекта рекомендуется самостоятельно проверять ЦИМ на коллизии до представления ее на экспертизу, что может положительно повлиять на качество проекта и сэкономит время непосредственно при прохождении экспертизы.

## **Заключение**

Необходимо понимать, что при подготовке ЦИМ для прохождения экспертизы бизнес-процессы проектной команды неизбежно будут корректироваться. Также изменятся по продолжительности и объемам этапы проекта. Поэтому проектные компании должны иметь в виду, что в случае подачи модели на экспертизу необходимо корректировать время проектирования на стадии II и стадии разработки рабочей документации. При этом опыт проектных организаций показывает, что, однажды скорректировав проектный процесс в соответствии с требованиями, дальнейшие проекты выполняются быстрее, так как становится понятна последовательность действий.

Кроме того, появляется возможность использовать дополненную атрибутами трехмерную модель в качестве задания на проектирование смежным разделам внутри проектной команды. Отпадает необходимость писать дополнительные пояснения и записки, так как модель уже содержит в себе необходимую и актуальную для смежников информацию, занесенную в атрибутах.

То же касается и стороны заказчика: только четко обозначив цели от применения ТИМ и прописав их в техническом задании, можно добиться желаемого результата.

## **Список литературы**

1. Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ «Градостроительный кодекс Российской Федерации».
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 15.09.2020 N 1431 (ред. от 27.05.2022) «Об утверждении Правил формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства, состава сведений, документов и материалов, включаемых в информационную модель объекта

капитального строительства и представляемых в форме электронных документов, и требований к форматам указанных электронных документов, а также о внесении изменения в пункт 6 Положения о выполнении инженерных изысканий для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства» (утратило силу 1 марта 2023 г.).

3. ГОСТ Р 10.0.02-2019/ИСО 16739-1:2018 Система стандартов информационного моделирования зданий и сооружений. Отраслевые базовые классы (IFC) для обмена и управления данными об объектах строительства. Часть 1. Схема данных.

4. ЦГЭ.ЦИМ-3.0 Требования к цифровым информационным моделям объектов капитального строительства, представляемым для проведения экспертизы; СПб ГАУ «ЦГЭ». – Санкт-Петербург, 2022.

5. ЦГЭ.ЦИМ.ЛО-1.0 (проект) Требования к цифровым информационным моделям линейных объектов, представляемым для проведения экспертизы; СПб ГАУ «ЦГЭ». – Санкт-Петербург, 2021.

6. Составление технического задания на разработку цифровой информационной модели для линейных объектов. Методическое пособие; АО «Мегамейд». – Санкт Петербург, 2022.



[Вопросы-ответы](#)



[Скачать НПА](#)



[Ссылка на видеозапись](#)



[Тестирование](#)

## **Глава 6. Инструменты повышения эффективности деятельности организаций при реализации инвестиционно-строительных проектов**

### **6.1. Бережливое строительство**

*Автор: Степанов Вадим Валерьевич,  
Начальник управления ВМ в строительстве АО "Рублево-Архангельское",  
Ведущий эксперт Университета Минстроя НИИСФ РААСН, Эксперт проекта  
«Цифровые кафедры» национальной программы «Цифровая экономика  
Российской Федерации», Член технического комитета ТК 505 «Информационное  
моделирование» при Минстрое России, Член евразийского сообщества практиков  
прогрессивного пакетирования работ*

*Ключевые слова: бережливое производство, бережливое строительство*

#### **Проблематика возникновения**

Целеполагание в концепции Бережливого производства (далее – БП) переносит акцент с кратковременных целей на долгосрочные для повышения устойчивости бизнеса. Для этого особое внимание при установлении целей следует уделить не только результатам, но и увеличению возможностей процессов, улучшению их характеристик (производительности, скорости, эффективности использования всех видов ресурсов).

Целеполагание концентрируется на увеличении ценности для потребителя и сокращении реальных и потенциальных потерь, выраженных количественно. Для достижения целей БП необходимо рассматривать создание ценности на различных уровнях: межорганизационном, организационном, процессном.

Нам с вами известно, что массовое производство намного выгоднее чем штучное. Суть экономии в том, что в производстве больших объемов не нужно производить постоянную корректировку работы разных станков, продукция выпускается большими партиями и продается большими объемами.

Многие компании работали и сейчас успешно работают по такому принципу, однако мир меняется постоянно и старые методы не всегда подходят к новому времени.

Практически у любой компании сейчас есть активно развивающиеся конкуренты, производящие схожие или чуть улучшенные товары.

Рост конкуренции подогревает рост запросов потребителей и требования к логистике, а также к самой продукции.

При наличии большого количества предложений или возможностей потребитель хочет получать товар максимально быстро, а не ждать доставки большой партии раз в месяц.

Рассмотрим возникновение иного подхода к производству, который трансформировался без малого в философию бизнеса в наши дни. Этот метод сформировался во всемирно известной автомобильной компании – Toyota.

Считается, что концепцию Бережливого производства сформировал Тайити Оно, занимавший должность исполнительного директора Toyota. Вместо бесконечного расширения и укрупнения производства он предложил производить продукцию малыми, а не крупными партиями и выпускать только те изделия и в таком объеме, который необходим для следующей производственной стадии.

Этот подход сформировал две ключевых концепции Бережливого производства:

- 1) точно вовремя;
- 2) «джидока».

**«Точно вовремя»** – система, направленная на создание различных деталей малыми партиями, с коротким циклом производства. Данная система позволяет быстрее подстраиваться под потребности клиента. С системой «точно вовремя» связаны три ключевые понятия:

- вытягивающее производство;
- время такта;
- непрерывный поток.

Мы с ними подробно ознакомимся в данном курсе.

«Джидока» – концепция сформированная Сакити Тойода – основателем Toyota Group для ткацкого станка. Его ткацкий станок отличался тем, что в случае, если нить обрывалась, станок сразу переставал работать. Это было сделано для того, чтобы снизить брак тканей, который случался, если станок работал без нити. При этом конструкция станка была достаточно простой для того, чтобы один оператор мог управлять несколькими станками одновременно.

Бережливое производство – это новый тип производства, при котором ценность продукции определяется с точки зрения потребителя (заказчика), продукция производится с меньшим числом дефектов, с меньшими затратами труда, капитала, производственных площадей и времени по сравнению с массовым производством.

Для бережливого производства важным является переосмысление понятия ценности продукта, которая определяется с точки зрения заказчика, а не производителя.

Бережливое производство добивается улучшений за счет сокращения всех видов потерь. Потери обозначаются термином «муда».

Бережливое производство базируется на двух основных принципах – джидока и «точно вовремя».

Точно вовремя – это система производства, при которой изготавливается необходимое потребителю количество нужных изделий в точное время. Джидока – это налаживание оборудования таким образом, чтобы оно могло самостоятельно, без вмешательства человека, определять дефектные детали и останавливаться по необходимости.

Преимущества бережливого производства по сравнению с массовым заключаются в следующем: нет перепроизводства продукции, которая не нужна потребителю, нет затрат на хранение, складирование готовых деталей, продукции, комплектующих, так как выпускается только такое количество, которое требуется на следующей стадии, оборудование быстро переналаживается, брак отсутствует, а, следовательно, сокращаются затраты на его устранение.

Президент компании Toyota – Тойода Кийтиро решил применить идею ткацкого станка, изобретенного своим отцом в масштабах производства во всей компании.

	<b>Массовое производство</b>	<b>Бережливое производство</b>
<b>1</b>	Экономия на масштабах	Поток создания ценности
<b>2</b>	Производство партиями и очередями	Вытягивание продукта
<b>3</b>	Улучшение за счет внедрения новых дорогостоящих технологий	Улучшение за счет устранения потерь (искоренения муда)

4	Хранение больших запасов деталей и готовой продукции на складах	Избавление от запасов и соответственно от затрат, с ними связанных
5	Человек (работник) подстраивается под производство	Создаются условия, удобные для человека (работника)
6	Конвейер остановить нельзя, так как потери от остановки велики - бракованная продукция уходит на следующую стадию	Конвейер останавливается по первой необходимости, как только возникла какая-то проблема. Дефект устраняется сразу
7	Автоматизация производства	Автономизация производства
8	Делать вещи правильно	Делать правильные вещи

## Понятия и определения

Преобразование производства из консервативного в Бережливое – многогранный и комплексный процесс со множеством нюансов, требующий терпения, отсутствия боязни сделать что-то не так и твердого желания довести преобразование до конца.

Чтобы наилучшим образом сформировать основные опорные точки для трансформации организации, необходимо понять следующие основные принципы бережливого производства:

Четыре основных принципа бережливого производства:

1. Взаимоотношение «заказчик-поставщик».
2. Люди – самый ценный актив компании.
3. Кайдзен – непрерывное усовершенствование.
4. Гемба – решение вопросов на производственной площадке.

Раскроем содержание каждого принципа.

Для этапа производства агрегатов заготовительные производства будут являться внутренним поставщиком, соответственно производство агрегатов является внутренним заказчиком, поэтому работники, которые заняты на этапе заготовительного производства, должны учитывать все требования и пожелания заказчика, выполнять так, как ему удобно, поставлять продукцию, по требованию

заказчика в запрашиваемом им количестве. В свою очередь этап сборки будет внутренним заказчиком для производства агрегатов и т. д.

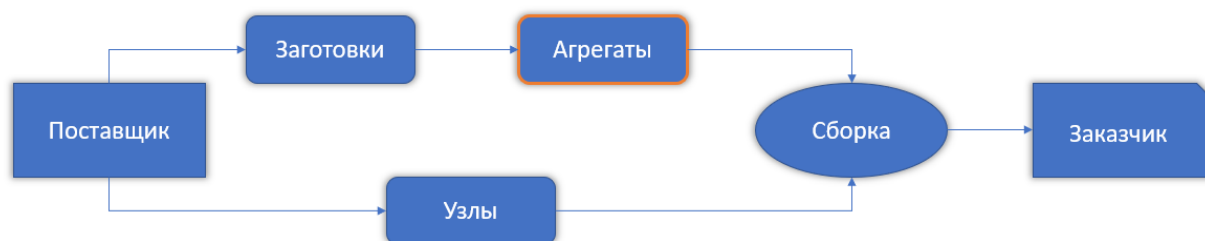


Рисунок 7. Принцип «заказчик-поставщик»

Основная суть принципа «заказчик – поставщик» в том, чтобы полностью осознавать все требования заказчика, быть к ним внимательным и совместно урегулировать проблемные вопросы.

Технически «заказчиков» можно разделить всего на два вида: внешний и внутренний.

Внешний – конечный потребитель продукции / строительства, иное производство или реселлер.

Внутренний – коллега / сосед по цеху. Рассматривая поточное производство можно сказать, что работники являются друг другу одновременно и поставщиками, и заказчиками (согласно очереди производства).

Очень важно помнить, о том, что каждый из нас, скорее всего, является одновременно и поставщиком, и заказчиком. Предположим, что мы отправили на следующий этап (заказчику) деталь с дефектом. Она, ожидаемо, вызвала жалобу и, вполне вероятно, что и мы в роли заказчика не получим хорошую деталь от внутреннего поставщика для своей работы.

Согласно принципу «заказчик – поставщик» каждый должен делать свою работу качественно чтобы у всех работа шла гладко, и все могли уважительно относиться друг к другу.

Анри Файоль – известный французский инженер, сформировал ряд принципов эффективного управления. Одним из них является принцип «постоянства персонала».

Текучесть кадров в организации – показатель наличия серьезных проблем, «болезнь» руководства – «вирус», которым заражается почти каждый работник, в результате чего организация постепенно умирает. Причиной текучести кадров

чаще всего является недостаточное внимание к самому ценному с точки зрения бережливого производства ресурсу – людям.

Среди руководителей, особенно высшего уровня управления, очень часто, к сожалению, принято считать, что незаменимых людей не бывает – уволится один человек, найдем другого. А что дальше? Где конец этой «чехарды»?

В японской модели управления характерен пожизненный найм на работу: от работника не отказываются при первом удобном случае, а пытаются его обучить, использовать все его умения, навыки и таланты на благо организации. Чем дольше человек работает в японской компании, тем более он ценен для нее.

Бережливое производство предполагает создание определенных условий для работника, благоприятного морального климата в коллективе.

Все это основывается на следующих принципах:

- безопасные условия труда,
- социальные гарантии,
- возможность развиваться,
- внимание руководства к нуждам каждого работника.

Поскольку процесс перемен всегда болезненное явление, люди со страхом и нежеланием воспринимают все новое, и менеджерам необходимо учитывать этот фактор и настроить персонал на положительное восприятие перемен.

Как только организации удастся построить свою работу на первых двух принципах, позволяя заказчику вытягивать (выпускать столько сколько нужно / джидока) продукт, постепенно приходит осознание того, что процесс усовершенствования бесконечен, как стремление к идеалу.

Команды и лидеры команд заботятся об усовершенствовании процесса на своем этапе создания потока ценности, так как они лучше всего знают этот процесс изнутри и могут выявить его недостатки. Задачей менеджеров является усовершенствование потока в целом и самой системы создания ценности.

Методом кайдзен является составление карты потока создания ценности, по которой видно, что и на каком этапе необходимо изменить. Карта потока создания ценности – это схема, на которой отражены этапы движения потоков материалов, а также информация, необходимая для выполнения заказа потребителя.

Смысл принципа кайдзен связан со стремлением к идеалу, которого достичь невозможно, так как всегда можно найти такие элементы, которые нуждаются в изменениях к лучшему.



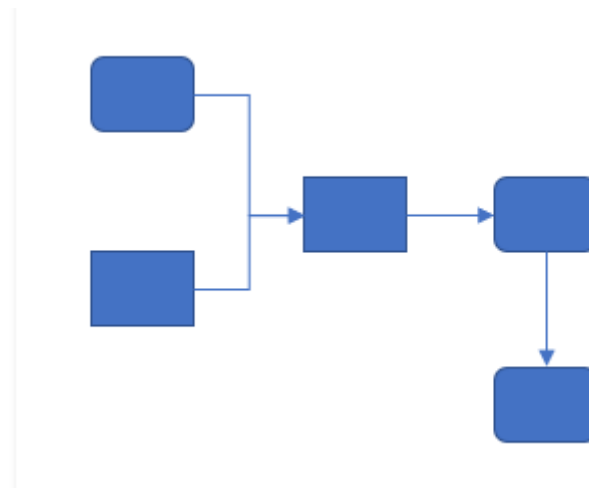


Рисунок 8. Кайдзен

«Гемба» в переводе с японского языка обозначает «фактическое место».

Все возникающие проблемы решаются исключительно на производственной площадке, поэтому менеджеры среднего и низшего уровня должны постоянно находиться в цеху, а не быть огражденными от рабочих стенами своих кабинетов.

Все принципы бережливого производства взаимосвязаны между собой. Забота о внутреннем заказчике, например, связана с заботой о человеке, который работает с тобой в едином ритме, в едином процессе. Решение проблем на производственной площадке, в свою очередь, способствует созданию комфортного климата в коллективе и отношениям взаимного доверия между менеджерами и их подчиненными.

### Виды потерь

«Муда» – японское слово, означающее «потери». Потерями могут быть любые активности, потребляющие ресурсы (время / деньги), но не добавляющие ценности конечному продукту.

При этом ценность продукта определяется не производителем, а потребителем. Например, потребителю безразлично, с помощью каких технологий выпущена интересующая его продукция, ему не важно, ручная это сборка или конвейерная.

Важность представляет:

- качество продукции;
- удобство и простота в использовании;
- время доставки с момента заказа;

- доступность ремонта и т. п.

В бережливом производстве различают муда первого и второго рода.

Муда первого рода – это такие действия, которые не добавляют продукту ценности, но отказаться от них немедленно невозможно.

Пример муда первого рода:

Вам нужно купить хлеб, но ближайший магазин в той местности, где вы находитесь, расположен в 3км от вас. Вы не можете избавиться от потерь во времени на дорогу туда или от стоимости доставки – хлеб вам все равно нужен. В данной ситуации потери на бензин/амортизацию/билет/доставку/время в дороге – это муда первого рода.

Муда второго рода также не добавляют ценности продукту, но от них можно и нужно отказываться сразу.

Пример муда второго рода:

При поливке огорода некий педантичный немец набирает воду из емкости для полива старым и грязным ведром, затем надевает перчатки чтобы не испачкать руки и переливает воду из старого ведра в новое и чистое. С новым и чистым ведром он идете к лейке для поливки огорода и наливает в неё воду из чистого ведра. Операции по переливанию воды из ведра в ведро и надевание перчаток – являются муда второго рода. При этом использование лейки – действие, добавляющее ценности его продукту.

Иногда коллеги из иных образовательных учреждений выделяют и муда третьего рода. Муда третьего рода являются не оцененные идеи, неиспользованные перспективы, непринятые решения, упущенные возможности, иными словами, те действия, которые могли добавить ценность продукту, но не были совершены в силу нежелания вносить изменения либо в силу привычки. Муда третьего рода – бездействие, способствующее состоянию «плыть по течению» или, видя проблемы, сознательно ничего не менять.

Муда третьего рода встречается часто при внедрении бережливого производства на предприятии, которое работало по другим принципам. Нежелание нововведений исходит не только от рабочих, но и от менеджеров, как низшего, так и среднего и высшего уровней.

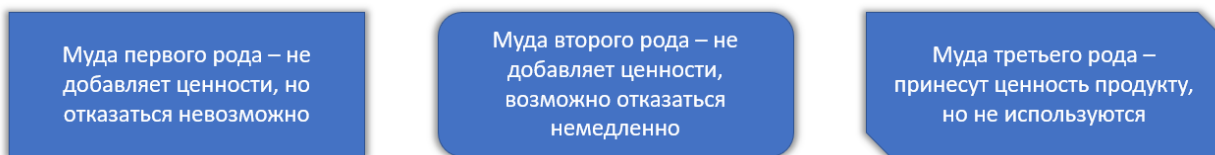


Рисунок 9. Муда

Помимо выделения понятия муда в бережливом производстве существуют также синонимичные термины – «мура» и «мури».

Методом борьбы с мури является применение времени такта. Например, инженер может написать руководство по эксплуатации любого прибора только тогда, когда есть готовый работоспособный образец. Если этот образец задерживается, то появляется время ожидания или бездействия. Если образцов приходит сразу несколько десятков, создается атмосфера суеты, аврала работы. И то, и другое является мура, и связано с тем, что в производственном процессе заработал **синдром выталкивания** продукта на следующую стадию (независимо от готовности этой стадии принять данный объем работы).

Например, на заводе АЗЛК «Москвич» в 2002 г. на этапе окончательной сборки по причине отсутствия двигателей Рено находились сотни полностью укомплектованных автомобилей модели «Святогор» без двигателей.

Муда, мура и мури зависят друг от друга, поэтому часто появление одного влечет за собой другое.

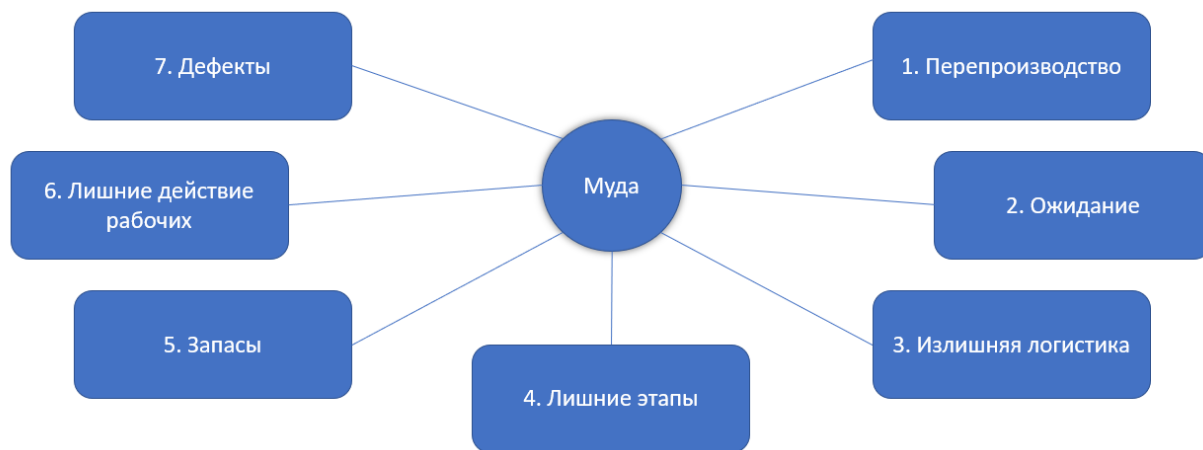


Рисунок 10. Семь видов муда

Основной причиной потерь в производстве является стереотипное мышление, действие по привычке. Именно поэтому на начальной стадии при внедрении бережливого производства советуют приглашать ментора, человека, который имеет опыт в данной деятельности, который смотрит на все процессы по-

новому, со стороны. Этот сенсей часто становится **агентом перемен** на предприятии.

Человечество за XX в. привыкло к массовому производству, и **типизация** мышления уже проявляется в детском возрасте. В своей книге Дж. Вумек и Д. Джонс приводят в качестве примера эксперимент, в котором участвуют дочери одного из авторов 6 и 9 лет. Необходимо было подготовить к отправке письма мамы: согнуть конверты, написать адреса, запечатать, наклеить марки. Девочки для **эффективности** работы решили разделить всю деятельность по принципу партий и очередей, вначале согнув все конверты, затем написать на каждом адрес, потом на все конверты наклеить марки и т. д. Когда же им папа предложил заниматься каждым письмом от первой до последней с ним процедуры и только потом переходить к следующему, дети уверенно возразили, что это будет неэффективно.

### **Стенд производственного контроля**

«ВНИМАНИЮ ЗАКАЗЧИКОВ И ПОДРЯДЧИКОВ!»

Об установке стендов производственного контроля и анализа на объектах капитального строительства.

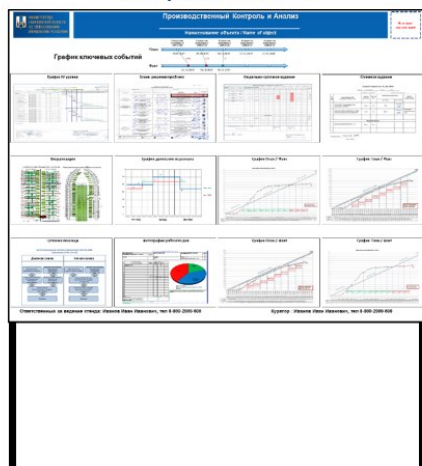
По поручению Губернатора Сахалинской области В. И. Лимаренко в целях визуального контроля и своевременного обнаружения отклонения в процессе работы на объектах капитального строительства через сравнение фактических и запланированных данных, министерством строительства Сахалинской области совместно с министерством Сахалинской области по эффективному управлению регионом разработан Единый стандарт стенда производственного контроля и анализа (далее – ПКиА).

Стенд ПКиА должен быть размещен на всех объектах капитального строительства, включая линейные объекты. Вся информация, размещенная на стенде, должна обновляться раз в неделю.

Единый формат стенда.

Опубликовано: 16 апреля 2020 | Обновлено 16 апреля 2020.»

### Объектовый стенд производственного контроля и анализа



### Пример

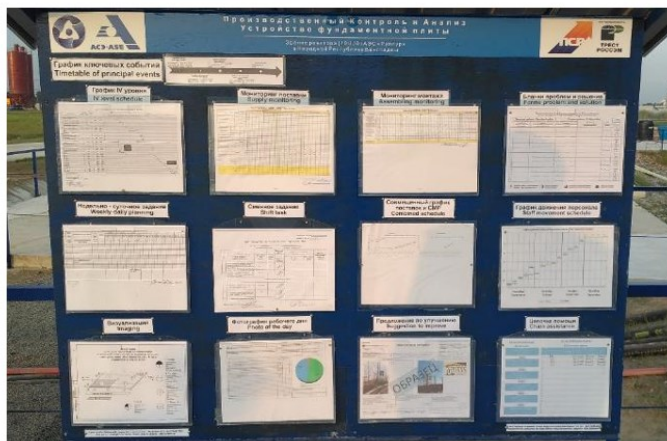


Рисунок 5. Стенд производственного контроля

Роль	Обязанности
Руководитель подрядной организации	Отвечает за установку, актуализацию объектового стенда Во время обходов принимает доклады исполнителей работ по информации на стендах
Ответственный за ведение и актуализацию стенда	Обеспечивает сохранность стенда, своевременность оформления, достоверность и актуальность информации на стенде
Куратор по направлению	Осуществляет контроль за ведением стенда
Представитель Управления кап. строительства	Проводит обходы объектов строительства, принимает доклады ответственных рук. подрядных организаций по информации на стендах

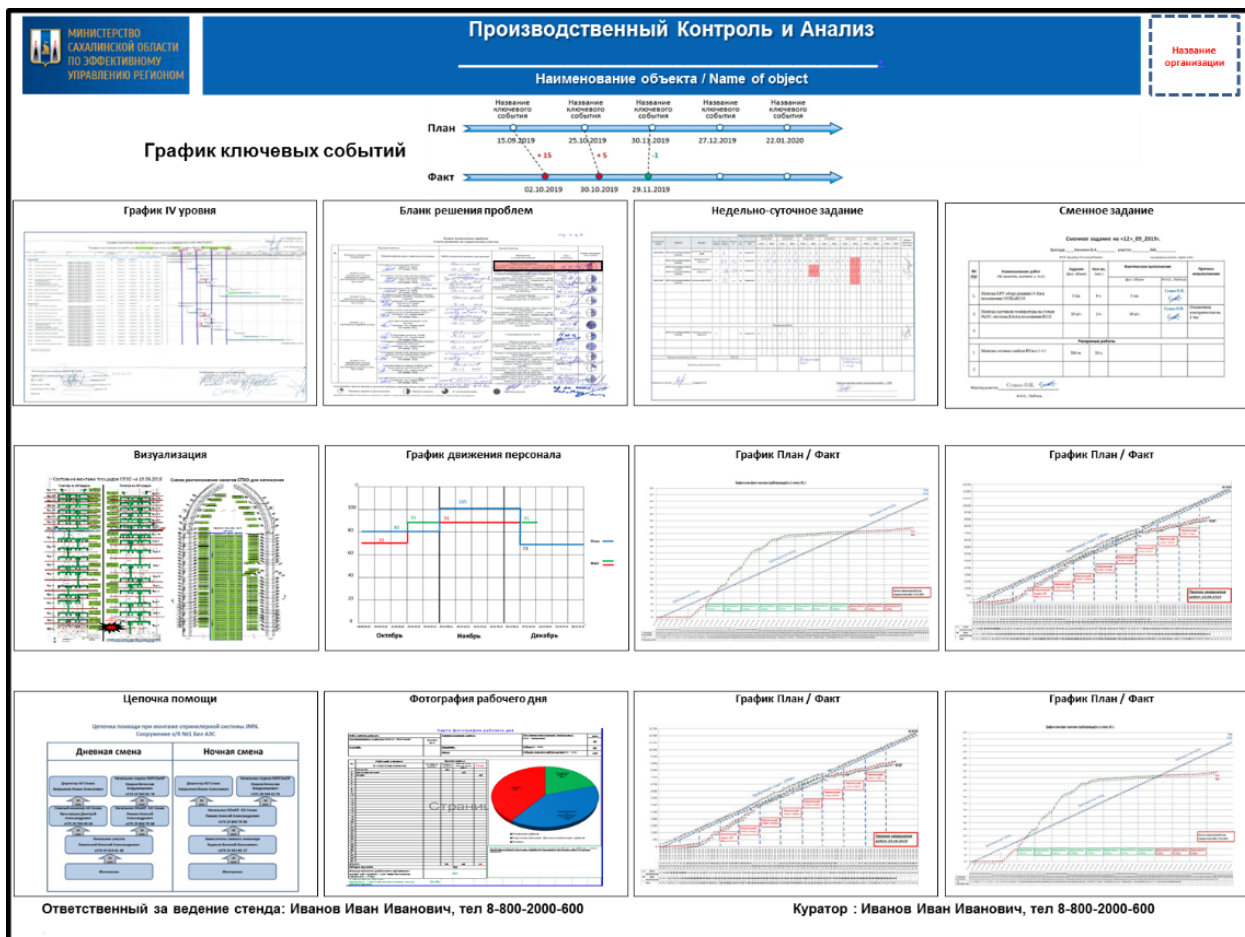


Рисунок 6. Стенд производственного контроля детально

Уровни графиков производства работ:

- 1-й уровень – не детализированный график, который содержит основные этапы и ключевые события, а также сроки их реализации. Основа этого графика закладывается, как правило, на этапе торгов и в дальнейшем служит основой для разработки графика второго уровня.
- График 2-го уровня, как правило, является приложением к договору между Заказчиком и Подрядчиком, который не требует особой детализации, а определяет последовательность реализации проекта и в целом определяет объем работ по проекту.
- 3-й уровень – график с более детальным описанием работ внутри этапа. Обычно в таком графике детализация работ происходит на уровне комплекта рабочей документации.
- 4-й уровень – это график с детализацией, позволяющей формировать на его основе месячные и суточно-месячные план-графики. График такого уровня, как правило, содержит объемы работ в одном из форматов: физические

объемы, трудоемкость или стоимостные показатели. Формирование, отслеживание и актуализация такого графика более трудоемки, но зато сам он позволяет более точно контролировать ход работ.

### **Цели и задачи стенда производственного контроля**

Данные со строительной площадки всегда были жизненно важны для строителей и заказчиков чтобы иметь понимание о ходе реализации проекта. Для указанного понимания, а также для поддержания культуры производства используются стенды производственного контроля.

Мы рассмотрели реализацию стендов на примере Сахалинской области, теперь разберемся как составить собственный (при необходимости).

Чтобы составить собственный стенд нужно определиться с тем, что вам в первую очередь нужно знать о ходе реализации проекта и держать это в фокусе (как говорили раньше, «положить под стекло»).

Предлагаю вам осуществить следующие 4 шага к построению собственного отчета:

1. **Информация:** определите какие аспекты реализации проекта наиболее критичны для того, чтобы обеспечить более качественное принятие решений по проекту

2. **Данные:** определите специфические типы данных, критически важные вам для анализа хода реализации проекта; определите минимальный уровень точности и обновлений этих данных

3. **План:** оцените затраты на сбор и обработку данных, сформируйте критерии по показателям (хорошо/нейтрально/плохо), назначьте ответственных

4. **Улучшение:** внедряя процесс сбора данных непрерывно его улучшайте, оценивайте, дорабатывайте и все подкрепляйте документами.

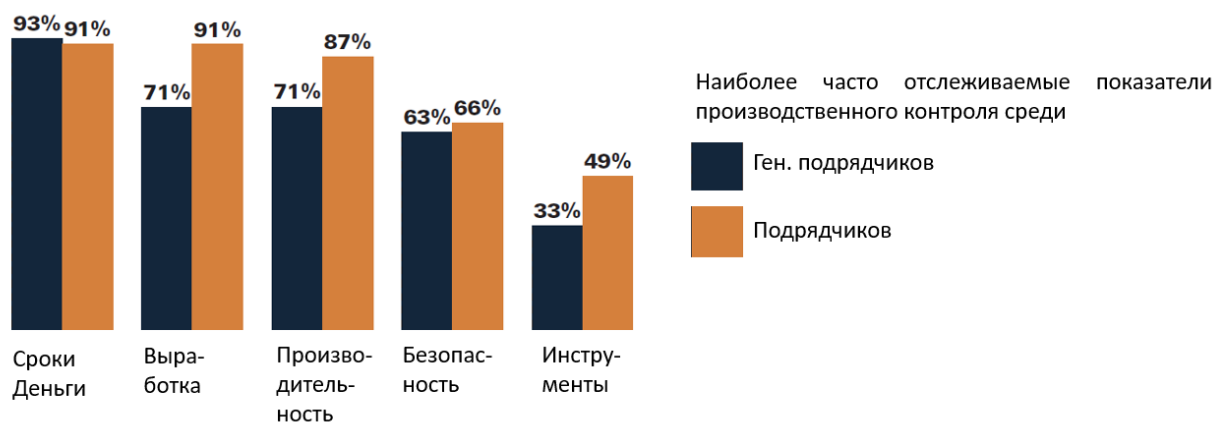


Рисунок 7. Статистика по данным для отслеживания

Как только вы найдете решения на все указанные ранее вопросы, нужно определиться со способом сбора данных.

На текущий момент можно выделить следующие доступные способы:

В бумаге

В электронных таблицах

В специально разработанном ПО

В тиражируемом ПО

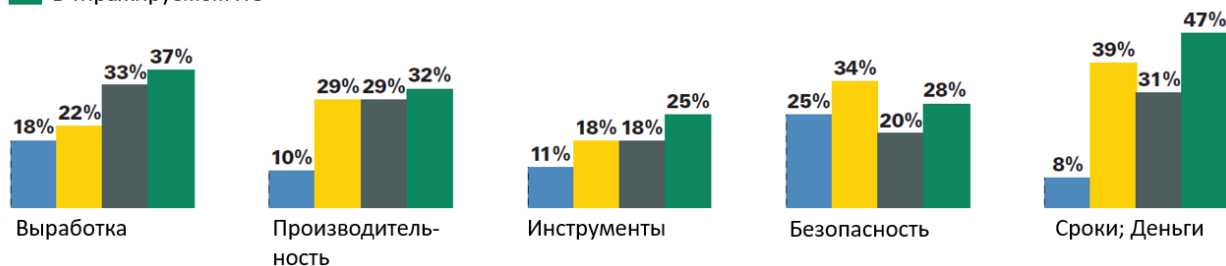


Рисунок 8. Способы сбора и обработки данных

Что интересно – данные с производственных стендов довольно полезны не только для заказчиков / тех. заказчиков.

Генподрядные организации и подрядные при должном подходе и аккуратности отмечали следующие преимущества от сбора данных:

1. Проще просчитывать стоимость работ и выигрывать новые контракты
2. Лучшие отношения с клиентами
3. Улучшение локальной репутации
4. Проще искать новых работников
5. Проще взаимодействовать с имеющимися работниками



## Картирование

Картирование – графическое представление процесса с целью формирования основных шагов, границ, потерь, дублирований и проблемных мест.

Как правило, картирование представляется в виде блок-схемы и непременно не на основе документов, а по данным «с земли» (по реальным данным).

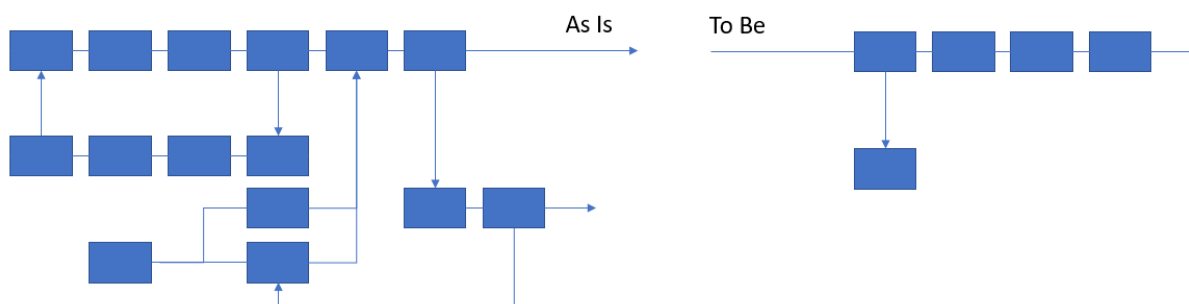


Рисунок 9. Картирование

При составлении любого типа карты предстоит:

- изучить существующие нормативные документы по процессу;
- провести отдельное интервью с каждым участником процесса, выяснить, что он делает в процессе, его цель и цель всего процесса;
- провести встречу рабочей группы, в которую желательно включить всех участников процесса (в первую очередь тех, кто сам выполняет шаги процесса); на этой встрече уточнить границы процесса и зафиксировать все шаги (даже незначительные), которые выполняются в ходе процесса;
- после встречи зафиксировать схему процесса, согласовать со всеми участниками процесса и утвердить ее нормативным документом.

## Хронометраж

Хронометраж – это метод изучения затрат рабочего времени на выполнение циклически повторяющихся ручных и машинно-ручных элементов операции. На основе хронометража разрабатываются нормативы времени, используемые при расчете технически обоснованных норм.

Хронометраж может быть сплошным (по текущему времени), если измеряют все элементы данной операции в их технологической последовательности, и выборочным (по отдельным отсчетам), если измеряются отдельные элементы независимо от их последовательности. Хронометраж выполняется в четыре этапа.

Подготовка к установлению затрат рабочего времени на основе хронометража предполагает:

- предварительное ознакомление с операцией и организационно-техническими условиями ее выполнения;
- расчленение операции на элементы (приемы и комплексы приемов) и установление фиксажных точек.

Степень расчленения зависит от требуемой точности анализа, связанной с типом производства;

- анализ факторов, влияющих на продолжительность каждого выделенного элемента (способ реализации приема, размеры, масса, конфигурация детали, требования к точности т.п.);
- создание условий для стабильного выполнения каждого элемента операции во время проведения хронометража (обеспечение рабочего места заготовками, оснасткой и инструментом, рациональная организация рабочего места, наладка станка и др.);
- заполнение граф бланка.

Проведение наблюдения – это второй этап хронометража, на котором сначала проводятся пробные наблюдения (2–3 замера) для приблизительного установления продолжительности элементов операции и определяется необходимое количество наблюдений – «циклов».

Совокупность значений продолжительности выполнения одного элемента операции, полученных в результате многократных наблюдений, образует хронометрический ряд – «хроноряд».

Третий этап проведения хронометража – обработка и анализ результатов наблюдения – предполагает:

- исключение дефектных наблюдений;
- определение степени разброса полученных значений продолжительности, входящих в хроноряд, с помощью коэффициента устойчивости хроноряда;
- сравнение полученного значения  $k_u$  с нормативным;
- определение общей средней продолжительности операции как суммы средних продолжительностей ее элементов;
- определение средней величины оперативного (основного и вспомогательного) времени по данной операции.

На основе проведения хронометража разрабатываются предложения технически обоснованных норм для целевого использования и формируются предложения по улучшению выполнения операции.

Это завершающий – четвертый – этап установления затрат рабочего времени этим методом.

## 5 Сигма – Культура строительства

Цели 5S – снижение числа несчастных случаев, повышение уровня качества продукции и снижение количества дефектов, создание комфортного психологического климата и стимулирование желания работать, унификация и стандартизация рабочих мест, повышение производительности труда за счёт сокращения времени поиска предметов в рамках рабочего пространства.

SEIRI	SEITON	SEISO	SEIKETSU	SHITSUKE
<b>Сортировка</b>	<b>Соблюдение порядка</b>	<b>Содержание в чистоте</b>	<b>Стандартизация</b>	<b>Совершенствование</b>
Организация и вывоз ненужных предметов. Только то, что нужно, в необходимом количестве, только тогда, когда это необходимо	Приведение в порядок необходимых элементов таким образом, чтобы их было легко найти и использовать любому человеку	Поддержание рабочей зоны в чистоте и хорошем состоянии для здоровья и безопасности	Построение сильного набора процедур для поддержания первых 3S, когда они должным образом поддерживаются	Превращение в привычку факта поддержания правильных процедур

Рисунок 10: 5 Сигма

### Список литературы

1. «Семь инструментов качества» в японской экономике. М: Издательство стандартов, 1990. (Качество, экономика, общество. Современные проблемы).
2. «Точно вовремя» для рабочих / пер. с англ. М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2007.
3. 5S для рабочих: как улучшить свое рабочее место / пер. с англ. М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2007.
4. Акио Морита. Sony. Сделано в Японии / При участии Эдвина М. Рейнголда и Мицуко Симомуры / пер. с англ. М.: Альпина Бизнес Букс, 2006.

5. Вумек Дж. П., Джонс Д. Г. Бережливое производство: Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании / пер. с англ. 3-е изд. М: Альпина Бизнес Букс, 2006. (Модели менеджмента ведущих корпораций].
6. Джеффри Л. Дао Toyota: 14 принципов менеджмента ведущей компании мира / мер. с англ. М.: Альпина Бизнес Букс, 2006.
7. Иллюстрированный глоссарий по бережливому производству / пер. с англ.; под ред. Мзрчвински и Джона Шука. М.: Альпина Бизнес Букс, 2005.
8. Канбан для рабочих / пер. с англ. М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2007.
9. Масааки Имаи. Гемба кайдзен: Путь к снижению затрат и повышению качества / пер. с англ. М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. (Модели менеджмента ведущих корпораций).
10. Носова Н.О., Феклиапова. Г. Менеджмент. М.; Московский международный институт эконометрики, информатики, финансов и права, 2004. (Непрерывное образование),
11. Оно Таити. Производственная система Тойоты. Уходя от массового производства / пер. с англ. М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2005.
12. Питеркип С. В., Оладов Н. А, Исаев Д. В. Точно вовремя для России. Практика применения ERP-систем. М.: Альпина Бизнес Букс, 2005.
13. Фидельман Г.Н., ДедиковС.В., АдлерЮ.11. Альтернативный менеджмент: путь к глобальной конкурентоспособности. М-: Альпина Бизнес Букс, 2005. (Модели менеджмента ведущих корпораций).
14. Шелдрейк Дж. Теория менеджмента: от тейлоризма до японизации / пер. с англ.; под ред. В. А. Спивака.СПб: Питер, 2001. (Теория и практика менеджмента).



[Вопросы-ответы](#)



[Скачать НПА](#)



[Ссылка на видеозапись](#)



[Тестирование](#)

## Глава 7. Перспективные технологии строительного производства в условиях цифровой трансформации

### 7.1. Цифровые технологии в строительстве. Общий взгляд

*Автор: Косарев Михаил Константинович,  
Эксперт Университета Минстроя, Эксперт по автоматизации, цифровизации и цифровой трансформации в строительной отрасли и управлению проектами в строительной отрасли*

*Ключевые слова: цифровые технологии в строительстве, уровень цифровизации, индекс цифровизации*

В настоящее время, в мире происходит четвертая промышленная революция (Индустрия 4.0), при этом строительная отрасль находится на последних местах в различных рейтингах по уровню цифровизации.

Впервые в Российской Федерации Распоряжением Правительства РФ от 31.10.2022 № 3268-р утверждена «Стратегия развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом до 2035 года». Стратегия посвящает цифровой трансформации строительства и жилищно-коммунального хозяйства отдельную главу. Цифровизация в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве является передовым инструментом достижения стратегических целей и национальных задач. Целевым ориентиром мероприятий цифровой трансформации являются формирование и развитие цифровой системы управления жизненным циклом объектов капитального строительства, городского и жилищно-коммунального хозяйства, отвечающей современным отраслевым вызовам<sup>7</sup>.

На государственном уровне активно пропагандируется внедрение технологий информационного моделирования в строительной отрасли, но данными технологиями цифровизация не ограничивается.

---

<sup>7</sup> Распоряжение Правительства РФ от 31.10.2022 № 3268-р «Стратегия развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом до 2035 года», [Электронный ресурс]. URL: <http://government.ru/news/46950/>.

Цифровые технологии заметно и незаметно проникают во все сферы строительной отрасли. Часть технологий уже у многих на слуху, а часть технологий незамеченными используются в повседневной деятельности, но большое количество технологий нам придется освоить в ближайшие годы. Рассмотрим ключевые и наиболее перспективные из технологий.

### **Генеративный дизайн**

**Генеративный дизайн (Generative design)** – подход к проектированию и дизайну цифрового или физического продукта (сайт, изображение, мелодия, архитектурная модель, деталь, анимация и так далее), при котором человек делегирует часть процессов цифровым (компьютерным) технологиям и платформам.

Генеративный дизайн появился вместе с первыми компьютерами ещё в 1960-х годах, но широкое применение обрёл именно в эпоху Big Data, после 2011 года. Специалист вводит параметры, а предварительно обученный алгоритм машинного обучения генерирует различные варианты продукта.

В строительной отрасли генеративный дизайн (параметрическое моделирование) начал применяться с 2007 года. Первым и эффективным применением стала генерация сложных пространственных фасадов<sup>8</sup>. Одним из наиболее известных продуктов плагинов для CAD и BIM Grasshopper. Grasshopper – это графический редактор алгоритмов, тесно интегрированный с инструментами трехмерного моделирования. Grasshopper – не требует знаний программирования или написания сценариев, но все же позволяет архитекторам создавать генераторы форм от простых до впечатляющих<sup>9</sup>.

Следующими моделями генеративного дизайна были параметрические плоскостные модели (2D), гарнирующие планы автомобильных парковок. Например, в 2015 году компания Bentley Systems выпустила инновационный программный комплекс SiteOps, генерирующий планировку парковочных мест и

---

<sup>8</sup> Статья “Параметрическая архитектура новых форм”, дата публикации: 31.11.2022, [Электронный ресурс]. URL: [https://tatlin.ru/articles/parametricheskaya\\_arxitektura\\_novyx\\_form\\_ot\\_genpro](https://tatlin.ru/articles/parametricheskaya_arxitektura_novyx_form_ot_genpro)

<sup>9</sup> Статья “Зачем использовать Grasshopper”, дата публикации: 31.11.2019, [Электронный ресурс]. URL: <https://softculture.cc/blog/entries/articles/zachem-ispolzovat-grasshopper-analiz-i-simulyatsia>

проездов в зависимости от расположения зданий, продукт не приобрел массового распространения из-за слабой рекламной кампании<sup>10</sup>.

Активно генеративный дизайн начал использоваться в городском планировании и планировке этажей зданий с 2018 года, решения представила компания Autodesk<sup>11</sup>. В настоящее время генеративный дизайн вышел на зрелый уровень развития и позволяет одновременное пространственное моделирование территории, оптимально размещать здания с различным функциональным назначением и оптимальными планировочными решениями в 3D объеме. На рисунках 1, 2 и 3 приведены возможности иностранного программного обеспечения TestFit<sup>12</sup>. На российском рынке представлены и отечественные разработчики продуктов с генеративным дизайном, например rTИМ<sup>13</sup>.

Применение генеративного дизайна обеспечит повышение эффективности при планировании и обоснование инвестиции:

- при градостроительном планировании населённых пунктов;
- при реализации девелоперских проектов;
- при реализации комплексного развития территорий (КРТ);
- при реализации промышленного строительства;
- при реализации линейного строительства.

Генеративный дизайн является самостоятельным направлением и при этом неотъемлемой частью технологий информационного моделирования.

---

<sup>10</sup> Ознакомится с работой программного обеспечения SiteOps можно в видео по ссылке [Электронный ресурс]. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=d2Eedp0t4eU&t=351s>.

<sup>11</sup> Статья “Генеративный дизайн для городского планирования”, дата публикации: 26.11.2018, [Электронный ресурс]. URL: [https://isicad.ru/ru/articles.php?article\\_num=20197](https://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=20197)

<sup>12</sup> Платформа генеративного дизайна комплексного развития территорий (КРТ), основанная на технологиях искусственного интеллекта – TestFit, [Электронный ресурс]. URL: <https://testfit.io/blog/fast-track-feasibility-phase-collaboration-with-testfit/#more-sites/> .

<sup>13</sup> Веб-платформа генеративного дизайна комплексного развития территорий (КРТ), основанная на технологиях искусственного интеллекта – rTИМ, [Электронный ресурс]. URL: <https://rtim.city/>.





Рисунок 1. Генеративный дизайн при планировании участков  
(программное обеспечение TestFit)

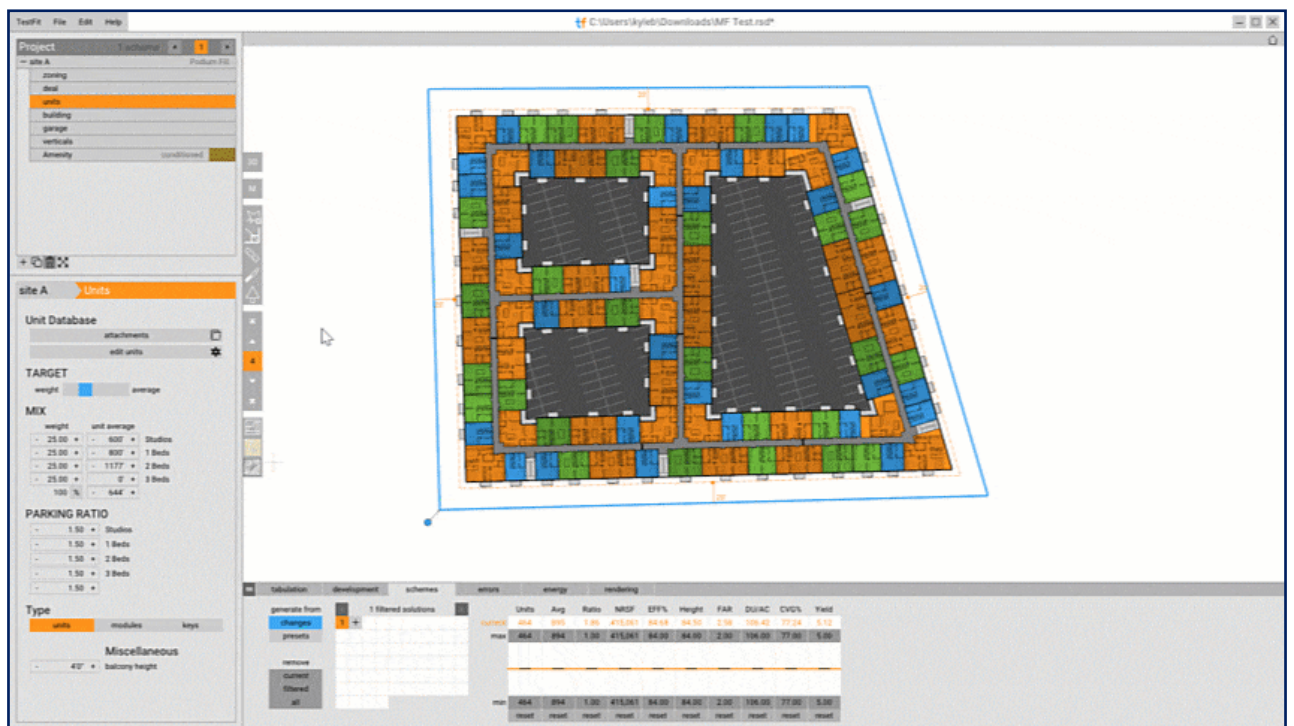


Рисунок 2. Генеративный дизайн для квартирографии  
(программное обеспечение TestFit)





Рисунок 3. Генеративный дизайн микрорайона с 3D моделями объектов (программное обеспечение TestFit)

### **Цифровой и удаленный контроль строительства**

**Цифровой и удаленный контроль строительства (Digital and remote control of building construction)** – контроль с использованием цифровых инструментов и оборудования удаленного мониторинга.

Благодаря коронавирусному карантину инструменты цифрового и удаленного контроля строительства начали активно проникать на строительные площадки Российской Федерации. Для этапа строительства российские разработчики предлагают большое количество программного обеспечения, более 50<sup>14</sup>. На рынок выведены как простые, так и высоко технологичные решения, стоимость использования продуктов варьируется от 100 рублей до нескольких десятков миллионов рублей. Часть продуктов представлена на рисунке 4. Рассмотрим ключевые технологии...

---

<sup>14</sup> Данные приведены с Реестра российского программного обеспечения для строительной отрасли АО «ДОМ.РФ», [Электронный ресурс]. URL: <https://наш.дом.рф/технологии-информационного-моделирования> .

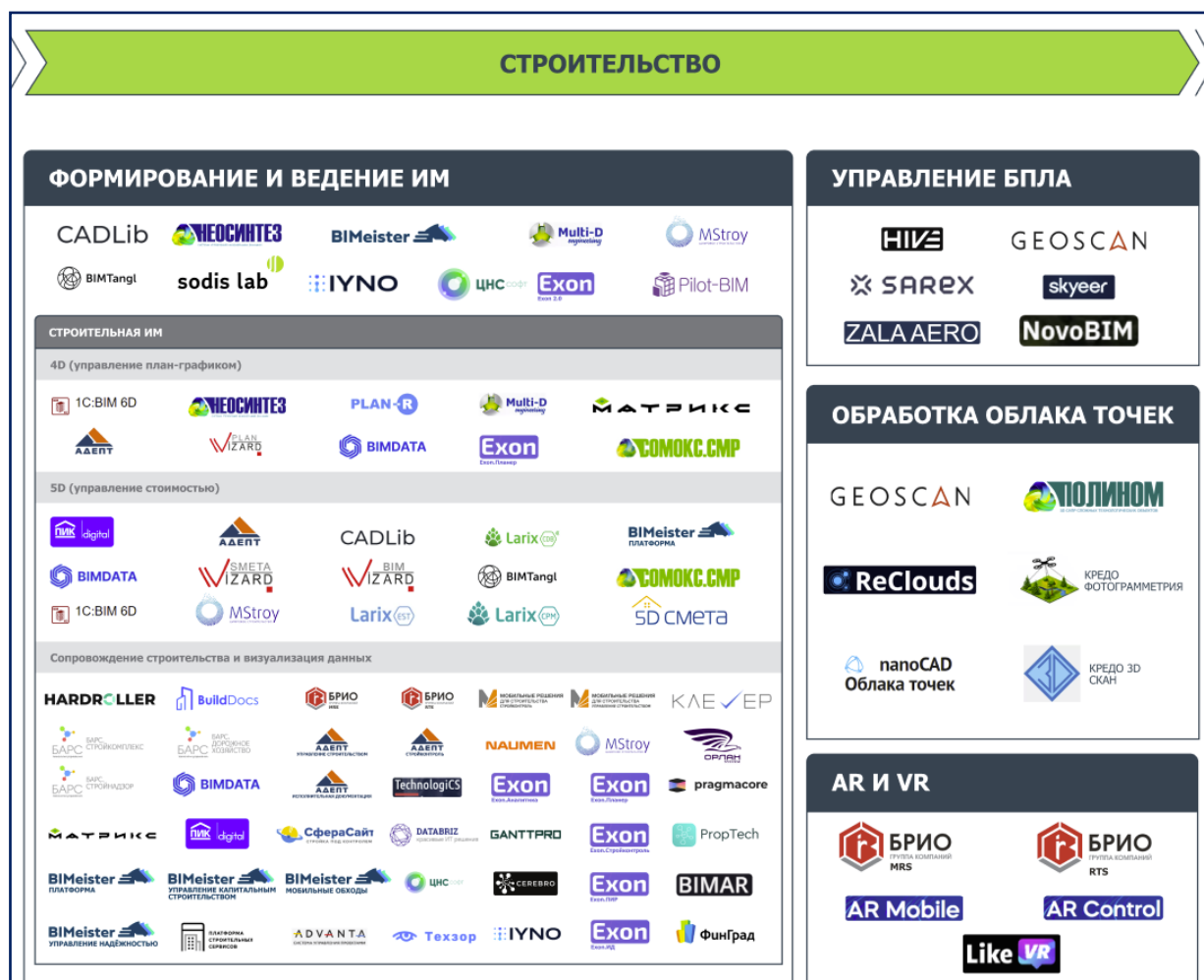


Рисунок 4. Фрагмент карты российского программного обеспечения, обеспечивающего применение технологии информационного моделирования<sup>15</sup>

**Мобильные и облачные сервисы по контролю и сопровождению строительства**, позволяют перевести взаимодействие участников в цифровую среду, для получения актуальной информации в режиме реального времени. Функционал данных сервисов позволяет:

- вести электронный документооборот, с отслеживанием версионности и статусов документов;
- планирование СМР и отслеживать объемы выполненных работ, с любым видом детализации;
- фиксировать замечания с привязкой фото и видеофиксации;
- взаимодействовать с чертежами и 3D моделями объекта капитального строительства;

<sup>15</sup> С полной версией карты можно ознакомиться, скачав ее с ресурса АО «ДОМ.РФ», [Электронный ресурс]. URL: <https://наш.дом.рф/технологии-информационного-моделирования> .

- использовать виртуальную и совмещённую реальность;
- и т.д.

Сервисы на любой вкус, от простых решений до сложных полноценных систем управления взаимоотношениями.

Многие сервисы позволяют выполнять работы как при наличии интернета на строительной площадке, так и при его отсутствии, обновление информации происходит при появлении интернета.

### **Фото и Видео мониторинг строительной площадки применяется:**

- для контроля безопасности объектов;
- для контроля доступа;
- для отслеживания нарушений техники безопасности;
- для мониторинга хода выполнения строительно-монтажных работ;
- определения объемов выполненных строительно-монтажных работ;
- для повышения эффективности проведения совещаний, без выезда на объекты;
- и т.д.

Фото и видео фиксация может выполняться в режиме реального времени, круглосуточно, с использованием видеокамер, расположенных на строительной площадке. Обязательное требование по наличию камер и подключение их к системе городского строительного мониторинга введено Стройкомплексом Москвы и рекомендовано Московской областью. Мониторинг выполняется операторами или с использованием технологий искусственного интеллекта на базе алгоритмов Машинного обучения. Круглосуточный мониторинг требует постоянного стабильного интернет-доступа, затратных мощностей для обработки и хранения информации. Эффективность достигается при контроле большого количества объектов. Присутствуют ограничения по наблюдению после закрытия внешнего контура здания.

Менее затратная и подходящая для большинства объектов технология мониторинга с применением камер 360. Позволяющая периодически делать обход объекта снаружи и изнутри, сравнивать прогресс, а также выявлять нарушения, в

панорамных снимках в ручном или автоматизированном режиме с применением алгоритмов машинного обучения (обучение нейронных сетей).

Например, инновационный российский продукт Terra 360<sup>16</sup> обладает рядом уникальных функций:

- Автоматическое обнаружение строительных элементов
- Автоматическое обнаружение нарушений складирования и хранения материалов
- Автоматическое обнаружение строительных дефектов



Рисунок 5. Пример работы обученной нейронной сети. Выявление элементов (Terra 360)

<sup>16</sup> Ознакомится с программным продуктом Terra 360, [Электронный ресурс]. URL: <https://terra360.io/>.



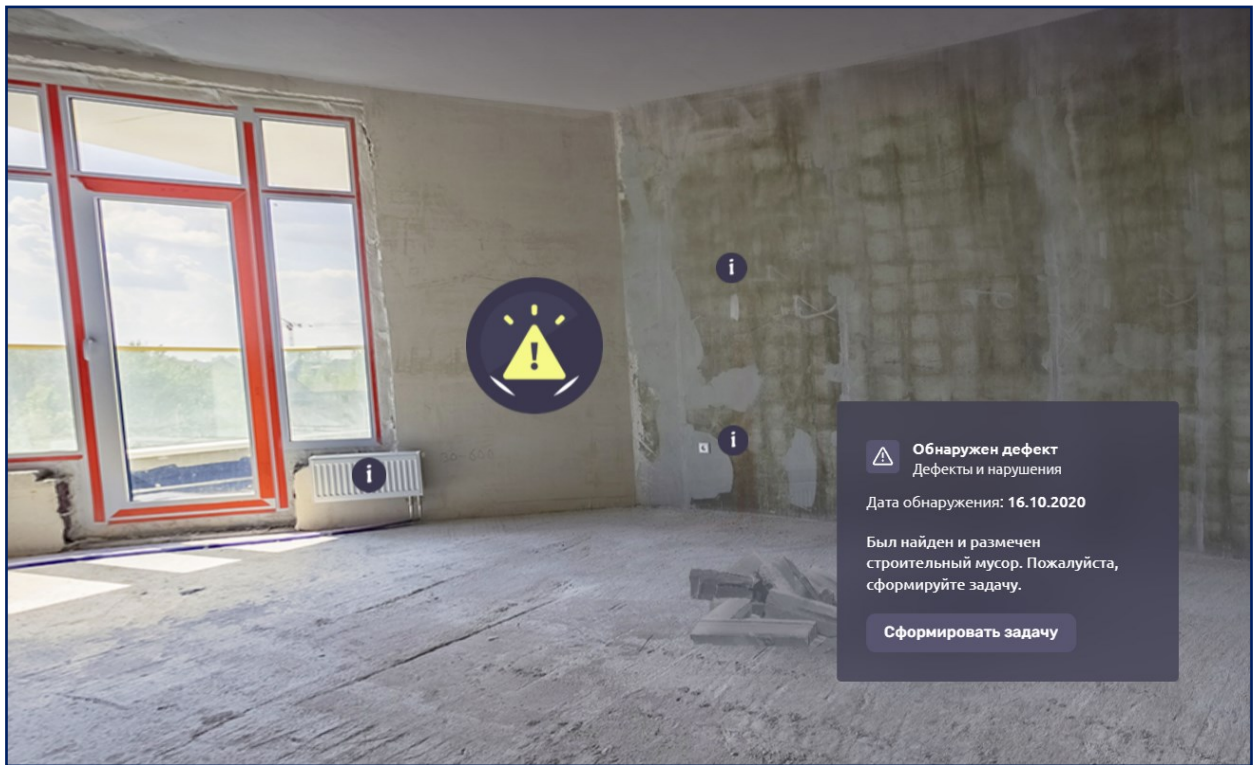


Рисунок 6. Пример работы обученной нейронной сети. Выявление мусора (Terra 360)

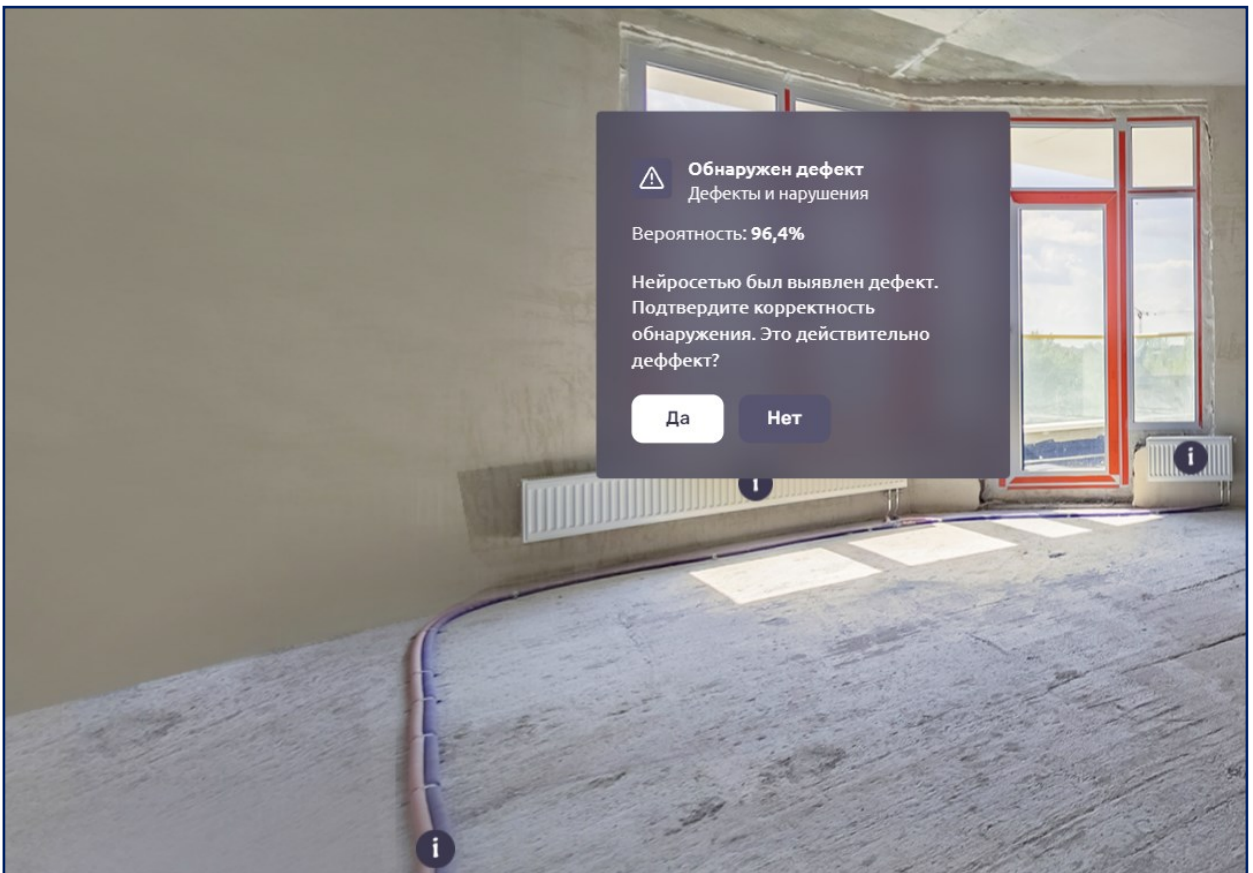


Рисунок 7. Пример работы обученной нейронной сети. Выявление дефектов (Terra 360)

## Контроль строительства с применением дронов

Для очень масштабных, высотных и протяженных объектов рекомендуется использовать фото и видео фиксацию с применением дронов (беспилотных летательных аппаратов (БПЛА)). Дроны могут доставляться на стройку или использоваться со стационарных дронепортов, установленных на объекте. Например, российский стартап HIVE – автономный мониторинг с применением БПЛА и искусственного интеллекта в режиме реального времени<sup>17</sup>.



Рисунок 8. Описание HIVE

<sup>17</sup> Ознакомится с программным продуктом HIVE, [Электронный ресурс]. URL: <https://hive.aero/>.



Существующее программное обеспечение способно сформировать 3D модели с использованием технологии фотограмметрии. В случае с дронами, при соответствующем оборудовании, фотограмметрия означает получение серии трехмерных изображений с высоким разрешением над определенной областью, перекрывающихся в разных точках, чтобы захватить каждую точку обзора под любым углом. Результатом является 3D-реконструкция проекта с информацией о текстуре, форме, отметке и высоте, которая способна обеспечить чрезвычайно точное представление обследуемой площадки (рисунок 9). Технология фотограмметрии менее затратная и более наглядная чем обследования с помощью лазерного сканирования.

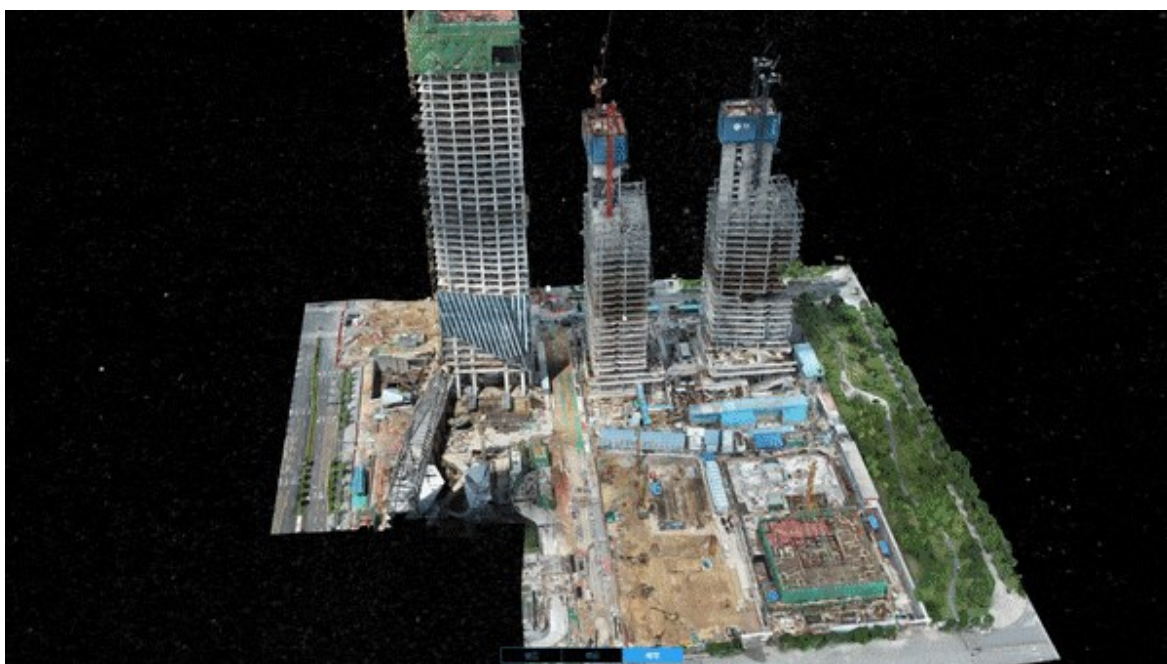


Рисунок 9. 3D Модель строительной площадки, полученная с помощью фотограмметрии<sup>18</sup>

---

<sup>18</sup> Рисунок приведен из статьи Топографическая аэрофотосъёмка стала умной с камерой DJI Zenmuse P1, [Электронный ресурс]. URL: [https://plus3.ru/blog/aerofotosemka/topograficheskaya\\_aerofotosyemka\\_stala\\_umnoy\\_s\\_kameroy\\_dji\\_zenmuse\\_p1/](https://plus3.ru/blog/aerofotosemka/topograficheskaya_aerofotosyemka_stala_umnoy_s_kameroy_dji_zenmuse_p1/).



## Заключение

В статье рассмотрены перспективные цифровые технологии для строительной отрасли, которые уже применяются в строительной отрасли, но их гораздо больше. В одной только Стратегии развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом до 2035 года, обозначено более 25 различных технологий (Рисунок 10). А еще более 10 ключевых цифровых технологий, не обозначены в стратегии, но также будут являться неотъемлемой частью строительства (Рисунок 11).



Рисунок 10. Цифровые технологии, упомянутые в Стратегии развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом до 2035 года.

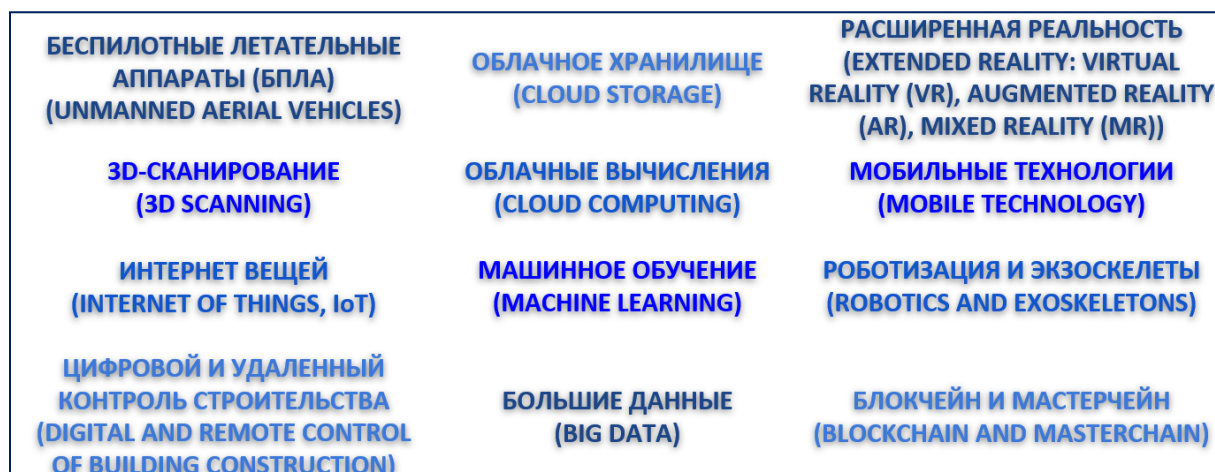


Рисунок 11. Ключевые цифровые технологии проникающие в строительную отрасль

Проникновение цифровых технологий в строительную отрасль потребует регулярного обучения специалистов всех уровней от рядовых сотрудников до руководителей организаций, иначе невозможно обеспечить цифровую

трансформацию строительной отрасли. На острие цифровизации, в настоящее время, государственные служащие, которым уже сейчас массово нужно погружаться в тему цифровизации. Более подробно о цифровых технологиях в строительной отрасли можно ознакомиться на ресурсах Университета Минстроя.

### Список литературы

1. Распоряжение Правительства РФ от 31.10.2022 № 3268-р «Стратегия развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом до 2035 года». [Электронный ресурс]. <http://government.ru/news/46950/> .

2. Статья «Генеративный дизайн для городского планирования», 2018, [Электронный ресурс]. URL: [https://isicad.ru/ru/articles.php?article\\_num=20197](https://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=20197).

3. Статья «Зачем использовать Grasshopper», дата публикации: 31.11.2019, [Электронный ресурс]. URL: <https://softculture.cc/blog/entries/articles/zachem-ispolzovat-grasshopper-analiz-i-simulyatsia>

4. Статья «Параметрическая архитектура новых форм», 2022, [Электронный ресурс]. URL: [https://tatlin.ru/articles/parametricheskaya\\_arxitektura\\_novykh\\_form\\_ot\\_genpro](https://tatlin.ru/articles/parametricheskaya_arxitektura_novykh_form_ot_genpro).

5. Статьи Топографическая аэрофотосъемка стала умной с камерой DJI Zenmuse P1. [Электронный ресурс] URL: [https://plus3.ru/blog/aerofotosemka/topograficheskaya\\_aerofotosyemka\\_stala\\_umnoy\\_s\\_kameroj\\_dji\\_zenmuse\\_p1/](https://plus3.ru/blog/aerofotosemka/topograficheskaya_aerofotosyemka_stala_umnoy_s_kameroj_dji_zenmuse_p1/).



[Вопросы-ответы](#)



[Скачать НПА](#)



[Ссылка на видеозапись](#)



[Тестирование](#)

## 7.2. Аддитивное строительное производство

*Автор: Степанов Вадим Валерьевич,*

*Начальник управления BIM в строительстве АО "Рублево-Архангельское",*

*Ведущий эксперт Университета Минстроя НИИСФ РААСН, Эксперт проекта*

*«Цифровые кафедры» национальной программы «Цифровая экономика*

*Российской Федерации», Член технического комитета ТК 505 «Информационное*

*моделирование» при Минстрое России, Член евразийского сообщества практиков*

*прогрессивного пакетирования работ*

*Ключевые слова: бережливое производство, бережливое строительство*

Аддитивное производство в строительной индустрии продолжает быстро осваиваться промышленностью и вызывать растущий исследовательский интерес. По мере того, как происходит эта трансформация, взгляд назад в историю раскрывает истоки этой технологии, ее преимущества и присущие ей проблемы.

В 1939 году инженеры во главе с Уильямом Э. Уршелем построили первую "Машину для строительства стен", аналоговый строительный 3D-принтер во всем, кроме названия. Эта машина использовалась для изготовления серии функциональных зданий, которые используются до сих пор. В отличие от современных крупномасштабных систем аддитивного производства, Машина для строительства стен Уршеля использовала обычные бетонные смеси местного производства, что является ключевым отличием от углеродоемких, узкоспециализированных строительных смесей, которые обычно используются сегодня.

В этой части лекции давайте рассмотрим механику машины для возведения стен, подробно описав стратегии армирования, рассмотрение материалов и геометрические ограничения, поскольку они относятся к современной практике строительства с 3D-печатью.

В 1939 году изобретатель Уильям Э. Уршель создал первое в мире здание с 3D-печатью за небольшим складом в Вальпараисо, штат Индиана, США. Год спустя он получит серию патентов на "Машину для возведения стен". Эта простая, но изобретательная машина будет использоваться для изготовления многоэтажных

конструкций со встроенным армированием и самонесущим куполом. Оба проекта были напечатаны в бетоне в основном без опалубки.

В конце 30-х годов этот процесс можно было бы описать как слоистое горизонтальное формование. Своими первыми прототипами Уршель сравнивал со многими инновациями, которые мы видим сегодня в крупномасштабном аддитивном производстве, за 60 лет до того, как первые современные примеры "контурного крафта" были опубликованы Бехрохом Хошневисом в 2000-х годах. Уршель исследовал свободу геометрического дизайна, армирование и использование местных материалов.

Перспектива 3D-печати заключается в снижении затрат за счет минимизации рабочей силы, времени изготовления и материалов за счет использования управляемого компьютером оборудования или робота-манипулятора для нанесения непрерывных слоев материала. Растущий объем исследований показывает, что в качестве процесса строительства, основанного на вычислениях, можно создавать прочные, геометрически сложные, массово настраиваемые конструкции при низких затратах.

Теоретическими результатами этого процесса являются материально-эффективные сооружения, которые могут быть построены за считанные дни в любой точке земли. Однако реальность такова, что большинство завершенных зданий с 3D-печатью сегодня представляют собой экструдированные вертикальные стены, заполненные обычным армированным бетоном и увенчанные деревянной каркасной конструкцией аддитивного производства.

В то время как существуют исследовательские примеры пролетных строений, напечатанных без опалубки, сборных мостов, изготовления горизонтальных строительных элементов, особенно на месте, продолжает создавать проблемы. Сборка многих конструктивных деталей и непрерывный процесс изготовления также является сложной задачей, требующей тщательного планирования и точных BIM-моделей.

Такие сложности составляют значительную часть вычислительных крупномасштабных исследований аддитивного производства. Глядя на стенообразующую машину Уршеля, мы можем понять, где сохраняются фундаментальные проблемы, и увидеть следующие шаги в области материалов, армирования и форм для крупномасштабного аддитивного производства.

Крупномасштабные конструкции в настоящее время печатаются из пластика, пенопласта и даже земли; однако подавляющее большинство строится с использованием цементных смесей.

Цементные смеси обладают рядом очевидных преимуществ, общих с другими видами бетонного строительства, таких как стоимость и обрабатываемость, но в то же время имеют особые недостатки, такие как холодные швы между слоями печатного материала и высокое воздействие на окружающую среду.

Система Уршеля включала в себя взаимосвязанные каналы между слоями для смягчения холодных швов. Теперь проблема анизотропии между слоями в основном решается на уровне проектирования смеси, а не через межслойную геометрию.

Хотя некоторые исследователи в области печати начинают добавлять инструменты для нарезания канавок к своим концевым эффекторам, чтобы увеличить площадь поверхности экструзии и, в свою очередь, трение между слоями, чтобы уменьшить механические недостатки холодных соединений. Уршель применил аналогичный подход в 1940 году, с заметно более глубокими взаимосвязанными канавками, чего было бы трудно достичь с помощью современного типично бесшумного материала для мягкой печати.

Материал, используемый в машине для возведения стен, не был специально разработанной быстро схватывающейся растворной смесью, подобной материалам для 3D-печати, используемым в большинстве современных систем, со стандартным наполнителем, используемым в местной строительной индустрии того времени. Точная схема смешивания для этого процесса была утеряна, если не считать замечаний о том, что использовалась "стандартная сухая смесь".

### **Общее о Материалах**

С точки зрения обработки материалов ключевым отличием машины Уршеля от современных систем является включение автоматического трамбовочного механизма, который сжимает бетонную смесь между вращающимися дисками, уплотняя и разглаживая каждый слой по мере экструдирования материала. Современные системы используют сложные добавки для достижения желаемой плотности смеси и содержания воды. Таким образом, цементирующие материалы могут закачиваться в печатающую головку, вместо того чтобы подаваться в

систему по одному ведру за раз. Однако перекачиваемый материал создает ограничения на состав смеси, в частности на размер заполнителя. После 20 лет исследований крупные компании, занимающиеся 3D-печатью, только начинают находить способы перемещения заполнителя размером более 4 мм через свои экструдеры. Типичные смеси готовятся в специализированных заводских условиях и транспортируются на большие расстояния к месту производства, что приводит к увеличению затрат и негативным последствиям для окружающей среды. Поскольку проблема перекачивания добавок, сочетающих в себе крупный заполнитель, быстрое время отверждения и надлежащую обрабатываемость, была решена, большинство современных принтов – это просто раствор, что делает типичную печатную часть стены более углеродоемкой, чем традиционные бетонные стены. По мере того, как компании совершенствуют свои насосные системы и проектирование смесей, они могут начать рассматривать подход Уршеля к проектированию экструдера с использованием обычных строительных материалов, в отличие от проектирования материалов, соответствующих нетрадиционной строительной системе.

Сглаживание - еще одна ключевая материальная проблема современной печати, которую Уршель преодолел в своих самых ранних прототипах. В частности, для интерьеров гладкая поверхность стен является преимуществом, поскольку она сокращает ручной труд на завершающих этапах строительства.

В современных системах используются статические тормозные заслонки или лопасти, в отличие от механизмов сглаживания вращающихся дисков Уршеля, которые обеспечивают постоянную чистоту поверхности. После завершения прототипы Уршеля не требовали последующей обработки внешней отделки, эстетика готового продукта была заложена в машину.

### **Общее об Армировании**

Помимо конструкций, рассчитанных только на сжатие, бетон требует усиления. Большинство стеновых конструкций, напечатанных на 3D-принтере, являются полыми, что делает возможным размещение и затирку вертикальных элементов арматуры для небольших участков стен после печати. Соединительные детали для вертикального усиления в печатных конструкциях являются важной областью текущих исследований. Патентные чертежи Уршеля из 1941-44гг. показывают механизм для осаждения в реальном времени, встроенная арматура из

стальной проволоки, которая также является предметом нескольких недавних проектов.

Помимо конструкций, рассчитанных только на сжатие, бетон требует усиления. Большинство стеновых конструкций, напечатанных на 3D-принтере, являются полыми, что делает возможным размещение вертикальных элементов арматуры для небольших участков стен после печати. Соединительные детали для вертикального усиления в печатных конструкциях являются важной областью текущих исследований.

Такой подход обеспечивает однонаправленное улучшение характеристик конструкции при растяжении. Это не устраняет необходимость в вертикальном усилении. Различные исследовательские группы испробовали аналогичные подходы с использованием рулонов стальной сетки и даже скобяных пистолетов, которые следуют за экструдером, размещая арматуру между слоями материала. Армированные волокнами цементные смеси также были напечатаны с удовлетворительными результатами.

Недавно исследователи из Университета Гента изготовили модульные соединительные элементы с внутренними каналами для предварительно натяженных кабелей. В целом, геометрическая гибкость, обеспечиваемая 3D-печатью, позволяет детализировать арматурное усиление способами, соответствующими общепринятым строительным нормам.

Принтер также может быть использован для создания пригодных для вторичной переработки, индивидуальных строительных лесов для рабочих или других машин в рамках сложной конструкции из напечатанных и собранных человеком элементов. Благодаря достижениям в области цифровых и физических инструментов для крупномасштабной печати теперь возможно создавать структуры, гораздо более эффективные и сложные, чем прототипы Уршеля. Задача по-прежнему заключается в адаптации передовых инструментов к реалиям местных материалов, структурного проектирования и строительных норм.

## **Геометрия**

Самые ранние прототипы Уршеля были ограничены цилиндрическими и симметрично куполообразными формами из-за механизма самой машины для возведения стен. Однако он также разработал систему для формирования асимметричных конструкций с использованием шарнирной горизонтальной оси,

которая автоматически регулировала бы свою длину на основе дорожки, проложенной по внутреннему периметру конструкции стены. Этот кулачковый концевой эффектор открыл новую область геометрической свободы, зависящую от конкретного участка, которую он хотел исследовать в нескольких прототипах. Сегодняшние печатные системы аналогичным образом способны печатать сложные геометрические фигуры, особенно в плане. Изогнутые участки стен и замысловатая внутренняя отделка стен теперь печатаются без значительного увеличения затрат по сравнению с более стандартной прямолинейной геометрией.

### **Приложения, BIM и IFC**

Для представления геометрических и материальных данных были разработаны различные методы. На их основе можно смоделировать практически любую печатную деталь, такую как клеточная структура или объект FGM. Геометрия твердого тела может быть описана с помощью следующих методов:

- Представление границ (B-rep). При подходах B-rep твердое тело представляется его поверхностью, которая явно моделируется, например, с помощью многоугольных сеток или двумерных участков NURBS (математическая форма, применяемая в компьютерной графике для генерации и представления кривых и поверхностей).
- Представление объема (V-rep). Методы V-rep позволяют явно представлять твердое тело по его объему, используя, например, воксели, многогранные сетки, трехмерные участки NURBS, конструктивную геометрию твердого тела (CSG) или расширения CSG.

Применение этих методов к клеточным структурам было рассмотрено в работе группы европейских ученых. B-rep с полигональными сетками считался наиболее подходящим решением в случае однородного материала из-за низких вычислительных затрат и затрат памяти, а также высокой надежности.

Для представления геометрических и материальных данных были разработаны различные методы. На их основе можно смоделировать практически любую печатную деталь, такую как клеточная структура или объект FGM. Геометрия твердого тела может быть описана с помощью следующих методов:

- Представление границ (B-rep). При подходах B-rep твердое тело представляется его поверхностью, которая явно моделируется, например, с помощью многоугольных сеток или двумерных участков NURBS



(математическая форма, применяемая в компьютерной графике для генерации и представления кривых и поверхностей).

- Представление объема (V-рег). Методы V-рег позволяют явно представлять твердое тело по его объему, используя, например, воксели, многогранные сетки, трехмерные участки NURBS, конструктивную геометрию твердого тела (CSG) или расширения CSG.

Применение этих методов к клеточным структурам было рассмотрено в работе группы европейских ученых. V-рег с полигональными сетками считался наиболее подходящим решением в случае однородного материала из-за низких вычислительных затрат и затрат памяти, а также высокой надежности.

Чтобы смоделировать объект FGM, состав материала, то есть доли первичных материалов, в каждой точке  $x$  может быть задан дополнительным вектором  $\mathbf{m}$ . Кроме того, распределение материала, которое представляет собой изменение  $\mathbf{m}$  вдоль  $x$ , может быть описано путем расширения геометрической модели или с помощью независимых от геометрии функций, которые относятся к конкретным системам координат или элементам управления:

- **Функция распределения материала на основе геометрической модели.**

Распределение материала в модели V-рег и на поверхности модели B-рег можно определить с помощью тех же функций, которые используются для представления геометрии. Для описания распределения материала внутри модели B-рег могут быть применены функции, основанные на расстоянии. В случае CSG примитивы могут быть дополнены материальным представлением и объединены друг с другом с использованием разнородных да/нет (boolean) операторов.

- **Функция распределения материала на основе системы координат.**

Независимо от геометрического представления распределение материала может быть определено относительно декартовой, цилиндрической или сферической системы координат с использованием линейных или нелинейных, дискретных или непрерывных функций.

- **Функция распределения материала на основе функций управления.**

Управляющие объекты – это точки, кривые или 2D-области с предопределенными, возможно изменяющимися, составами материалов. Состав материала в любой точке пространства может быть получен из управляющих характеристик и весовых функций, основанных на расстоянии.

Каждый из этих методов имеет свои преимущества и недостатки. На основе V-ger, например, сложные объекты FGM могут быть смоделированы с большой точностью. Однако, несмотря на возможность адаптивной доработки, затраты на вычисления и память могут быть высокими. В отличие от этого, CSG, основанный представления объектов FGM обычно требуют меньше памяти, но определение материала на уровне примитивов может быть неудобным.

Если геометрия и материал определены отдельно, они не ограничивают друг друга, что облегчает создание сложных конструкций. Обычно функции распределения материалов, основанные на функциях управления, предлагают больше свободы конструкции, чем те, которые относятся к конкретной системе координат. Чтобы обеспечить функциональность детали и ее совместимость с соседними компонентами, должны быть определены допуски на геометрические характеристики и свойства материала.

Национальный институт стандартов и технологий (NIST) исследовал расширение стандартов геометрических размеров и допусков, чтобы лучше соответствовать характеристикам АС. В исследовании были выявлены проблемы, связанные со спецификацией геометрических допусков для печатных деталей, за которыми последовали предложения по решению.

Модель данных IFC, которая стандартизирована в ISO 16739, позволяет осуществлять независимый от проектировщика обмен BIM-данными. Как и модели данных, указанные в прикладных протоколах STEP, он основан на объектно-ориентированном языке моделирования данных EXPRESS, определенном в ISO 10303. С помощью IFC несколько описаний геометрии, таких как модель CSG и модель V-ger, состоящая из поверхностей NURBS, могут быть связаны со строительным элементом. Также возможно определить триангулированную модель на основе списка точек. Более того, строительные элементы, состоящие из множества материалов, могут быть также описаны. Однако в настоящей стандартизированной версии явное описание объемной информации в форме воксельных моделей, многогранных сетки или патчей NURBS **не могут быть созданы непосредственно с помощью объектов IFC.**

Кроме того, необходимо разработать и внедрить возможность представления строительного материала в файлах IFC с помощью различных типов функций распределения материала. Несмотря на значительные преимущества интеграции BIM с системами АС, это было изучено лишь незначительно. Отсутствие

исследований в этой области также было отмечено в области строительства за пределами площадки.

Стратегии планирования процесса АС на основе данных ВІМ были разработаны и внедрены в исследованиях групп европейских и сингапурских ученых. В обоих случаях ІFC используется для передачи данных из программного приложения для геометрического моделирования в программное приложение для планирования процесса.

Результаты предлагаемых фреймворков были продемонстрированы, но только для мелкомасштабных примеров. Кроме того, предлагалось расширить построение информационных моделей за счет дополнительных параметров, описывающих печатный материал и конструкцию робота, чтобы предоставить данные, необходимые для планирования процесса.

### **Современные материалы и процессы АС**

Подробный обзор всех процессов аддитивного производства явно выходит за рамки данной лекции. Тем не менее, здесь дается краткий обзор различных типов процессов аддитивного производства, уделяя особое внимание состоянию материала перед нанесением и в соответствии с его отношением к процессу аддитивного конструирования:

- а) твердые
- б) вязкие
- с) порошкообразные
- д) жидкие

Аддитивные производственные процессы на основе **твердых** материалов.

Они включают послойную сборку материала в твердой форме. Соединение между различными слоями достигается несколькими различными способами, такими как использование клееподобного материала или как неотъемлемая часть самого процесса сборки, например плетения. Каменная кладка, вероятно, является одним из старейших аддитивных строительных процессов, основанных на твердых материалах. Возведение кирпичной стены с использованием строительного раствора для скрепления слоев было процессом аддитивного производства задолго до разработки 3D-принтеры.

Другие инновационные процессы, такие как 3D-плетение из углеродных волокон, использовались в различных областях применения, от каркасов кузовов

транспортных средств до важнейших деталей самолетов, и могут рассматриваться как средство производства высоко-оптимизированных строительных компонентов.

Аддитивные производственные процессы на основе **вязких** материалов.

Они включают в себя нанесение материала в виде вязкой жидкости с помощью печатающего сопла. Таким образом, их также называют «процессами, основанными на **экструзии**». Затвердевание материала достигается путем отверждения после экструзии. Хорошо известные и связанные с ними аддитивные производственные процессы включают в себя моделирование методом наплавления, струйную и полиструйную обработку.

Это, безусловно, наиболее изученный процесс аддитивного конструирования. Соответствующие материалы обычно представляют собой комбинацию пасты и сыпучих материалов. Сыпучие материалы могут состоять из:

- природных заполнителей, таких как почва, песок, природный гравий, щебень, глина или грунт
- переработанных заполнителей, таких как отходы строительства, сноса или земляных работ
- производимых заполнителей, таких как доменный шлак и донная зола
- натуральных волокон, такие как целлюлоза и переработанное древесное волокно

Сыпучий материал смешивают со связующей пастой, которая может состоять из:

- цементов, состоящих из смесей оксидов кальция, кремния и алюминия
- полимерных смесей

В остальной части этой лекции материалы, созданные с помощью процесса экструзии с использованием цементоподобной пасты, будут называться материалами «типа бетона». Аналогично, материалы, использующие полимерподобную пасту, будут называться материалами «пластикового типа».

Как «Контурная обработка», так и «Конструкция свободной формы» (также известная как «Бетонная печать») широко используют этот процесс для материалов типа бетона.

Важно отметить, что технология создания свободной формы позволяет дополнительно наносить мелкие детали с использованием того же процесса, в то время как контурная обработка позволяет добиться бокового сглаживания поверхности с помощью инструментов для ручного труда.

Аддитивные производственные процессы на основе **порошкообразных** материалов.

Включает в себя преобразование материала из порошка в твердое состояние. Это достигается плавлением либо спеканием, через источник энергии (обычно лазером или электронным лучом), либо отверждением посредством химической реакции. Как только объект будет готов, оставшийся порошок можно удалить и переработать для повторного использования.

В процессе нанесения порошкового слоя внутри горки порошка образуется твердый объект. Хорошо известные и связанные с ними аддитивные производственные процессы включают лазерное спекание, силовую переплетную печать, селективное лазерное плавление и селективное лазерное спекание. В процессе подачи порошка используется источник энергии для создания ванны плавления на поверхности. Затем порошок распыляется в ванну для плавления через форсунки. Этот метод использовался в основном для обработки металлов и ремонта инструментов. При таком подходе возможна некоторая комбинация материалов.

Аддитивные производственные процессы на основе **порошкообразных** материалов.

Включают в себя преобразование материала из порошка в твердое состояние. Это достигается плавлением либо спеканием, через источник энергии (обычно лазером или электронным лучом), либо отверждением посредством химической реакции. Как только объект будет готов, оставшийся порошок можно удалить и переработать для повторного использования.

В процессе нанесения порошкового слоя внутри горки порошка образуется твердый объект. Хорошо известные и связанные с ними аддитивные производственные процессы включают лазерное спекание, силовую переплетную печать, селективное лазерное плавление и селективное лазерное спекание. В процессе подачи порошка используется источник энергии для создания ванны плавления на поверхности. Затем порошок распыляется в ванну для плавления через форсунки. Этот метод использовался в основном для обработки металлов и ремонта инструментов. При таком подходе возможна некоторая комбинация материалов.

Хорошо известные и связанные с ними аддитивные производственные процессы включают:

- лазерное напыление порошка
- прямое напыление металла
- лазерное напыление металла
- прямое лазерное напыление
- прямое лазерное напыление металла
- прямое лазерное напыление и форму сетки, спроектированную лазером.

В основном этот процесс применялся в аддитивном строительстве путем получения порошкообразной бетонной смеси, впоследствии отверждаемой гидратацией с использованием струйного распылителя. Был разработан D-образный принтер, основанный на том же процессе, используя песок, каменный порошок и неорганическое связующее. В 2007 году было построено то, что обычно считается первой крупномасштабной конструкцией аддитивного производства – *радиолярию*.

Спекание, плавление и экзотермические химические реакции также были исследованы для применения в аддитивных конструкциях во взвешенных средах.

Аддитивные производственные процессы на основе **жидких** материалов включают в себя преобразование материала из жидкого состояния в твердое. Отверждение достигается с помощью источника света. Хорошо известным и связанным с ним процессом аддитивного производства является стереолитография.

На сегодняшний день не исследовалось применение этого метода для аддитивного строительства.

Материалы, рассматриваемые для аддитивного строительства, должны отвечать различным, а иногда и противоречивым требованиям, связанным как с желаемыми свойствами, необходимыми для эффективного процесса аддитивного производства, так и с теми, которые требуются для их эффективного применения в рассматриваемом строительном проекте.

Ряд исследователей изучил крупномасштабные процессы аддитивного производства, которые применялись в области строительства и архитектуры, и определил следующие четыре ключевые характеристики процесса, основанного на экструзии:

- Прокачиваемость: определяется как легкость и надежность, с которой материал перемещается через систему подачи (а).

- Пригодность для печати (иногда также указывается как экструдирруемость): определяется как простота и надежность нанесения материала с помощью устройства для нанесения (b).

- Способность к наращиванию: определяется как сопротивление нанесенного влажного материала деформации под нагрузками или количество слоев нити, которые могут быть добавлены без значительной деформации нижних слоев (c)

- Открытое время: определяется как период, в течение которого вышеупомянутые свойства остаются неизменными в пределах допустимых допусков (d).

В некоторой степени как бетонные, так и пластиковые материалы отвечают требованиям, изложенным выше. За некоторыми исключениями, большинство крупномасштабных технологий аддитивного производства, связанных с бетоном, не используют опалубку для удержания бетона, а вместо этого наносят его через сопло для формирования последовательных слоев по заранее определенному пути изготовления. При отсутствии опалубки свежеложенный бетон должен выдерживать нагрузку сразу после укладки, а это предъявляет беспрецедентные требования к конструкции. По этой причине компромисс между экструдирруемостью и наращиваемостью часто упоминается как наиболее важное свойство из-за риска развития потенциальных дефектов между слоями, которые могут вызвать концентрацию напряжений.

Прочность соединения в значительной степени зависит от адгезии, которая зависит от интервала времени между экструзиями. По этой причине базовый материал должен быть составлен таким образом, чтобы отдельные слои были способны соединяться друг с другом (нужно достаточно короткое время отверждения) и при этом у них все еще было время для отверждения (достаточно длительное время отверждения). Это позволяет создать единую монолитную форму с достаточной жесткостью, чтобы выдерживать собственный вес.

Для решения этой проблемы были использованы различные подходы:

- Исследовали реологию своего материала и обнаружили, что на нее существенно влияют пропорции смеси и присутствие суперпластификатора, замедлителя и ускорителя.
- Исследовали влияние скорости наращивания и сообщила о трудности ее увеличения. Совсем недавно был предложен метод оптимизации, и он был экспериментально подтвержден.

- Разработали модель с двумя степенями свободы, чтобы отразить основные особенности динамики процесса, лежащие в основе процессов, основанных на экструзии. Экспериментальные исследования показали, что модель может обеспечить эффективный мониторинг условий процесса, включая переполнение и недоотток материала из экструзионного сопла, а также неоптимальные (быстрые и медленные) скорости подачи из экструзионной головки.
- В более целостном подходе была попытка откалибровать входные параметры, такие как скорость экструзии, линейная скорость, толщина слоя, диаметр детали и количество слоев, по отношению к выходным параметрам, таким как ширина слоя, высота детали, вертикальный профиль и шероховатость поверхности.

Способность масштабировать требования к материалам, связанные с технологическим процессом, недостаточна в качестве основы для разработки рациональных процессов аддитивного строительства. Произведенный материал также должен обладать свойствами материала, которые имеют отношение к строительным конструкциям.

Механические свойства материалов стали наиболее изученными свойствами, связанными со строительством. К сожалению, исследования были почти полностью сосредоточены на процессах на основе бетона, и здесь в основном в отношении параметра несущей способности и, в некоторой степени, ранней прочности и долговременной прочности была получена максимальная прочность на сжатие приблизительно 55 МПа через 28 дней, а также значения для наиболее подходящего времени схватывания (начальное схватывание 60 мин и окончательное схватывание 185 мин), используя строительную смесь, содержащую 30% летучей золы и 10% диоксида кремния. Для сравнения: смесь, состоящая из 70% цемента, 20% топочной золы и 10% диоксида кремния, вместе с добавкой, состоящей из 1,2 кг/м<sup>3</sup> микроволокон из полипропилена, соответствует максимальной прочности на сжатие 110 МПа через 28 дней и оптимальному времени открытия до 100 мин.

Однако, даже хорошо зарекомендовавшие себя бетонные материалы нуждались в повторной проверке из-за значительных различий в производственном процессе по сравнению с существующей общепринятой практикой. Характеристики измерений были выполнены на ранней стадии компанией Regna в



1997 году с целью получения приблизительных значений предела текучести при растяжении и сжатии, а также модуля Юнга для рассматриваемого материала типа бетона. Их открытия выявили некоторые довольно новые анизотропные свойства, но процесс, который включал быстрое отверждение с использованием пара, не получил дальнейшего развития.

Совсем недавно группа исследователей использовали наблюдения под микроскопом для изучения характеристик 3D-печатного слоистого материала типа бетона, механических испытаний кубов и небольших балок и моделирования влияния процесса строительства на поведение конструкции. Это указывало на то, что процесс послойной печати приводил к очевидному ортотропному поведению, которое имело отношение к прочности при сжатии и модулю упругости, но не к режиму отказа. Их результаты подтвердили, что из-за анизотропного характера распределения материала все процессы, основанные на экструзии, вероятно, приведут к созданию компонентов, которые сильно анизотропны, и что это окажет значительное влияние на несущую способность рассматриваемой конструкции. К таким же выводам пришли ученые, которые измерили влияние пустот, появляющихся между нанесенными слоями, на ортотропную прочность экструдированного бетона при сжатии и изгибе.

Хотя свойство долговечности хорошо известно для материалов типа бетона, производимых традиционными способами, его также пришлось переоценить. Внутреннее отверждение считалось проблематичным для «старения», поскольку в целом сообщалось, что нерастворенный экструдат подвергался менее чем оптимальным условиям отверждения. Доступно очень мало исследований, касающихся других важнейших свойств строительных материалов, в первую очередь тех, которые связаны с областью строительной физики. К ним относятся исследования свойств изоляции и сопротивления диффузии водяного пара и т.д. Исключения включают исследования, исследующие возможность аддитивного конструирования во внеземных средах. Вильгельманд Курбах представил обзор преимуществ и недостатков выбранных материалов и процессов, которые могут быть применены в лунных условиях.

Были оценены следующие свойства:

- долговечность
- пластичность
- паропроницаемость

- высокая прочность на растяжение и сжатие
- низкий коэффициент теплового расширения
- устойчивость к ультрафиолетовому излучению

На сегодняшний день в большинстве исследований изучались классифицированные материалы. Др. Штраус определил «функционально градуированные материалы» как материалы, состоящие из различных типов материалов, которые проникают друг в друга по контролируемому градиенту, что позволяет создавать градиенты от твердого к мягкому или от жесткого к гибкому. Это представляет особый интерес в связи с такими процессами, как строительство шарнирных соединений или устойчивые к землетрясениям здания, в которых может быть введена «гибкость программирования» для критических компонентов и, что не менее важно, в потенциальных процессах оптимизации массы, в которых необходимое количество материала размещается только там, где это необходимо.

Нидерландская организация прикладных научных исследований сообщила, что разработала прототип системы, которая позволяла печатать небольшую спираль из полимерной пасты, заполненной порошком, с плотностью 100% на одном конце и нулевой на другом. В 2013 году Крейвейро разработали технологии, основанные на экструзии, предназначенные для изготовления функциональных, градуированных структурных компонентов с различными составами материалов. Основной мотивацией здесь было содействие строительству зданий, которые были бы экологически эффективными с точки зрения их тепловых, акустических и структурных свойств и которые обычно включали потенциально сложные формы и геометрию.

В последние годы Нери Оксман и исследовательская группа Mediated Matter из Массачусетского технологического института сосредоточились на повышении прочности, веса и материалоемкости за счет проектирования с использованием функционально классифицированных материалов. С целью изготовления объектов из градуированного материала они работают над созданием 3D-принтера, способного к динамическому смешиванию композиционного материала, начиная с бетона и затвердевающих под УФ-излучением полимеров.

Этот 3D-принтер может быть использован для производства элементов, имитирующих кости скелета. Та же команда также продвигает гетерогенность и дифференциацию в связи со свойствами материала, чтобы продемонстрировать концепцию структурной оболочки, используя шаблон, в котором плотность

оболочки реагирует на условия мультискалярной нагрузки. Распределение линий напряжения сдвига и поверхностного давления воплощено в расположении и относительной толщине веноподобных элементов, встроенных в кожу. Конечным применением градиентов свойств материалов исследовательской группы Themit является изготовление полностью перерабатываемых изделий или временных архитектурных компонентов, таких как тентовые конструкции, обладающие различными механическими и оптическими свойствами, полученными в результате использования биоразлагаемых гидрогелевых композитов.

На сегодняшний день большинство материалов, используемых в строительстве, представляют собой либо смесь связующего и волокон / заполнителей, которые считаются изотропными для больших объемов, либо изотропные металлы и пластмассы. Не было опубликовано ни одного исследования материалов, которые успешно извлекали выгоду из контролируемой анизотропии, например, путем регулирования ориентации добавленных волокон. Создание многослойного или гетерогенного объекта с помощью системы аддитивного производства является довольно новым, но появляются концепции, которые сделают такие системы более привлекательными и эффективными.

Основные проблемы связаны с различиями в температурах плавления, характеристиках отверждения и времени отверждения, которые необходимо учитывать при объединении различных материалов в один компонент. Группа ученых разложила гетерогенный материал на двумерные гетерогенные слои, содержащие островки, в которых каждый островок обладает специфическими свойствами. Авторы подчеркнули тот факт, что для включения таких многоэлементных/многоконтурных слоев в план нанесения материала требуется больше ресурсов, и представил структуру для определения оптимальных направлений строительства для разнородных объектов.

На крайнем конце шкалы неоднородных материалов находятся материалы, изготовленные из объектов малых размеров. Группа ученых исследовала оригинальный подход, построив архитектурный павильон из смеси палочек для еды и клея, доставляемых ручным дозатором. Хотя процесс нанесения не был автоматизирован, человеку-оператору было предоставлено руководство с помощью проекционного отображения системы, которая позволяла постоянно сканировать и оценивать преобладающую форму павильона, а также получать обратную связь с оператором в режиме реального времени.

Этот подход интересен тем, что авторы смоделировали скопления палочек как однородные объемы после механических испытаний. Дальнейшая работа включает оптимизацию структурных свойств материала за счет использования более прочных связующих и более тщательного изучения поведения агрегации. Павильон высотой 3,8 метра потребил около миллиона палочек для еды длиной 200 миллиметров и продемонстрировал преимущества использования макромасштабных композитных материалов как с точки зрения затрат, так и с точки зрения пористости конструкции - желательного параметра в связи с оптимизацией материалов.

### **Актуальные технологические методы АС**

В этой части лекции будем исследовать проблемы, связанные со структурно-техническими аспектами нанесения материала.

Технологические решения описаны в хронологическом порядке, начиная с:

- a) порталных решений, которые были разработаны первыми
- b) подвесных решений на кабелях
- c) роевых решений
- d) многоцелевой робототехники
- e) «комбинаций со складыванием»

Портальное решение просто представляет собой прямое расширение аддитивного производства до аддитивной конструкции – короче говоря, гигантский 3D-принтер. В порталных решениях привод управляется перемещением в любом направлении, определяемом вдоль осей X, Y и Z в декартовых координатах. Портальные решения были впервые разработаны для экструзии бетона в 2001 году.

Примерно в это же время др. Хошневис из Университета Южной Калифорнии в США подал заявку на патент на сочетание этого решения с процессом обработки материала под названием «Контурная обработка». Сначала процесс воспринимался как гибридный метод, сочетающий процесс экструзии для придания формы поверхностям объекта и процесса заполнения (залитка или впрыскивание), который создал ядро объекта. «Исключительно гладкие и аккуратные» наружные поверхности были получены путем ограничения выдавливаемого потока в вертикальном и горизонтальном направлениях с помощью шпателей. В сопроводительной статье Хошневис рассмотрел

возможность возведения куполов и сводчатых конструкций путем прямого нанесения бетоноподобных материалов без необходимости предварительного изготовления опалубки.

Процесс «конструирования свободной формы», позже также называемый «печатью на бетоне», был разработан исследовательской группой в Университете Лафборо в Великобритании в 2007 году.

В отличие от контурного метода, где основное внимание всегда уделялось целым конструкциям, изготовленным из одного куска, «конструирование свободной формы» было посвящено изготовлению полномасштабных строительных компонентов, таких как панели и стены.

Был представлен практический пример, который включал в себя служебные пустоты и арматуру. Сообщалось, что порталное решение работает внутри стальной рамы (5,4 м в длину, 4,4 м в ширину и 5,4 м в высоту). Эта система придерживалась того же принципа, что и контурная обработка, и включала печатающую головку с цифровым управлением на станке с ЧПУ для перемещения в направлениях X, Y и Z вдоль трех стальных трубчатых балок с цепным приводом. Контейнер для материала был установлен на верхней части печатающей головки и соединен с насосом, который подавал материал к печатающему соплу, которое приводилось в действие станком с ЧПУ.

На сегодняшний день единственным технологическим инструментом без экструзии, использующим порталное решение, является D-образный принтер Dini.

Сообщалось, что размеры технологической камеры достигают 6 м × 6 м × 6 м, хотя в принципе она может быть расширена до любого требуемого размера. Печатная машина представляет собой разновидность гигантского плоттера, оснащенного распылительной головкой, которая перемещается вдоль двух рамок в пространстве по оси X–Y и выборочно распыляет связующую жидкость на заранее определенные участки слоя песка. Сердцевина системы представляет собой печатающую головку, которая установлена на 6-метровой алюминиевой балке, которая охватывает область печати горизонтально и перемещается в соответствии с заданным шагом по вертикали. Печатающая головка состоит из 300 сопел, разделенных расстоянием между осями 20 мм. Чтобы заполнить 20-миллиметровые промежутки между соплами и гарантировать, что вся область

напечатана и равномерно покрыта жидкими чернилами, печатающая головка также перемещается вдоль вспомогательной оси Y.

Программирование порталных решений для процессов, основанных на экструзии, с использованием нескольких кранов и сопел, может быстро превратиться в сложную задачу. Чжан и Хошневис представили подход, разработанный для определения оптимальной траектории движения инструмента для системы обработки контуров с одним соплом, учитывающий как физические ограничения технологии, так и конструктивные соображения. Они также предоставили несколько алгоритмов, разработанных для определения траектории движения инструмента без столкновений для системы с несколькими соплами, основанной на подходе с одним соплом.

На первый взгляд, декартовы координаты могут показаться более подходящими для использования в АС. Однако из-за больших размеров производимых объектов (от крупномасштабных строительных компонентов до целых домов и завершенных зданий) их использование также требует значительного количества энергии для транспортировки и монтажа, а также перемещения тяжелых кранов, даже когда траектории движения инструмента оптимизированы.

Более рациональное решение, улучшающее транспортируемость системы, было разработано под общим названием «платформа с подвесом на кабеле». Основными преимуществами подвесных платформ на кабелях являются предоставление больших рабочих пространств и тот факт, что они относительно недороги. Они также просты в транспортировке, разборке и повторной сборке и более легко перенастраиваются.

Подвесная платформа на кабеле состоит из концевого эффектора, прикрепленного к внешней раме с помощью нескольких кабелей. Конечным эффектором управляют двигатели, которые могут полностью автоматически вытягивать или втягивать кабели. Платформа, подвешенная на кабеле, полностью ограничена, когда кабели прикреплены к концевому эффектору снизу. В 2007 году группа ученых представила подвешенную на тросе платформу под названием «робот С4», которая состояла из жесткой рамы в сочетании с концевым эффектором, подвешенным на двенадцати тросах (четырех верхних и восьми нижних). Кроме того, восемь нижних кабелей были разделены на четыре параллельных пары. Авторы использовали рабочее пространство робота, а также

соответствующее натяжение троса, чтобы приблизить максимально достижимые размеры – 44 м × 44 м × 40 м для заданной кубической каркасной конструкции длиной 50 м.

WASP («Передовой проект по энергосбережению в мире») - компания, базирующаяся в Италии, которая начала исследовать недорогое аддитивное строительство в 2012 году. Их решение включает в себя робота delta, но он имеет некоторое сходство с платформами, подвешенными на кабелях. Вместо кабелей концевой эффектор крепится к легкой раме с помощью параллельно ориентированных рычагов. Ключевой концепцией робота delta является использование параллелограммов, которые ограничивают движение конечной платформы чистым перемещением, т.е. движение разрешено только в направлениях X, Y или Z – вращение не допускается. Они построили три подвесные на тросах платформы, которые назвали «Big delta». Первая платформа была высотой 4 м, вторая - 8 м, а третья - 12 м. Из-за своей формы третья платформа считается «крупнейшим в мире 3D-принтером delta». На сегодняшний день ни одно жилое помещение не было построено с использованием Big Delta, но потенциальные решения предполагают использование местных доступных и недорогих материалов, таких как глина, земля и ил.

Кардинально иной подход отвергает использование одной гигантской неподвижной рамы в пользу нескольких меньших мобильных «роботов». Это решение обычно называют «роевым подходом», ссылаясь на концепцию «поведения роя», то есть коллективного поведения, демонстрируемого существами.

Этот подход уже был описан в 1997 году и предусматривал «строительство большой структуры армией механических „муравьев“, по одной песчинке за раз». Подход рой особенно привлекателен для аддитивного строительства во внеземных средах, для которых соображения полезной нагрузки и транспортировки имеют решающее значение. Небольшой принтер (с шириной печати 1 или 2 м), работающий на колесах и которому помогает другой марсоход, выполняющий функцию сбора и депонирования реголита, мог бы выполнить работу более эффективным способом, чем первоначально предполагаемая альтернатива D-образной формы.

Преодоление ограничений по высоте также может быть достигнуто другими средствами, например, с помощью летающих роботов. Это решение также

обеспечивает значительную гибкость с точки зрения местоположения, где происходит аддитивное строительство. Осуществимость этого подхода была рассмотрена группой ученых, которые также представили дизайн и характеристики» воздушного 3D-принтера», использующего роботов, называемых «квадрокоптерами». Дальнейшие разработки включают повышение стабильности полета, чтобы обеспечить более точное нанесение и, таким образом, облегчить печать с более точными допусками. Основные ограничения этого подхода связаны с низкой доступностью материалов из-за относительно небольшой грузоподъемности и ограниченного времени автономной работы квадрокоптера, а также невозможности регулировать и останавливать цикл печати на полпути, прежде чем переходить к печати в другом месте.

Ряд решений предполагает использование роботизированных манипуляторов. Они могут либо выдавливать материалы сами по себе, либо выполнять дополнительные строительные задачи, такие как покраска или нанесение плиточного клея перед подбором плитки и точным размещением их на обрабатываемой площади.

Эти роботы особенно хорошо подходят для внеземных сред, и полное описание концептуальной роботизированной мобильной платформы под названием «атлет» было предложено Скоттом Хоу группой ученых. Атлет представляет собой роботизированную мобильную платформу с шестью конечностями на колесах, которая может работать без вмешательства человека. Каждая конечность представляет собой роботизированную руку с шестью или семью степенями свободы, которая может выполнять различные задачи, включая аддитивное конструирование.

ROB technology AG – дочерняя компания Швейцарского федерального технологического института в Цюрихе. Фирма Gramazio & Kohler работала в тесном сотрудничестве с ROB Technology над разработкой мобильной производственной установки, которая может помещаться в модифицированный грузовой контейнер и выполнять несколько строительных задач. Огромная роботизированная рука использует алгоритмы, обеспечивающие автономную работу, и особенно подходит для кладки кирпича. Известные выполненные проекты включают художественные инсталляции, выставленные в Венеции и Нью-Йорке, а также строительство нестандартного кирпичного фасада для служебного здания на винодельне Gantenbein в Швейцарии в 2006 году. Роботизированная рука



использовалась для укладки каждого из 20 000 кирпичей точно в соответствии с запрограммированными параметрами – под нужным углом и с точно заданными интервалами.

Соответствующие операции складывания могут значительно повысить скорость изготовления. На сегодняшний день исследования были ограничены объектами среднего размера, но концепция обещает большие преимущества для аддитивного строительства тонкостенных конструкций. Группа ученых заметила, что аддитивное производство большого элемента с тонкой оболочкой обычно требует много слоев с использованием небольших объемов материала. Они решили перенять принципы дизайна оригами и интегрировать послойный подход к изготовлению с соответствующими операциями складывания с целью значительного улучшения скорости. Критические проблемы, с которыми они столкнулись при проектировании складных конструкций, включали:

- разработка алгоритма преобразования 3D-структуры с тонкой оболочкой в складную 2D-структуру
- аддитивный производственный процесс, способный создавать либо конструкцию сгиба из нескольких материалов, либо конструкцию шарнира из жесткого материала
- разработка механизмов для развертывания 2D-структуры для создания спроектированной 3D-структуры.

Ученые представили метод разложения на основе ячеек и предложили как внутренние (с использованием термочувствительной полистирольной пластиковой пленки), так и внешние механизмы приведения в действие. Они также добились контролируемого угла изгиба, разработав конструкцию углового замка.

Другие ученые также исследовали самосборку путем складывания с использованием тепла и ввели парадигму «печатных активных композитов». Они продемонстрировали самосборную структуру, состоящую из эластомерной матрицы, армированной стекловидными полимерными волокнами и обладающую эффектом памяти формы. Они использовали пример самосвертывания и открывания коробки с использованием тепла в качестве энергии активации. Вода также может быть использована в качестве энергии активации. Лаборатория самосборки Массачусетского технологического института сотрудничала со Stratasys Ltd. разработать процесс аддитивного производства с использованием гидрофильного полимера, который расширяется на 150% при контакте с водой.

При печати определенной комбинации как активных, так и жестких полимеров печатаемый объект может быть принудительно сложен в соответствии с цифровым шаблоном. Фактические демонстрации были ограничены объектами среднего размера, такими как отдельные нити, которые при погружении в воду превращаются в буквы «MIT». Однако можно было бы предусмотреть самостоятельную сборку строительных компонентов, начиная материалов в плоской упаковке, активируемых при доставке для достижения их полного объема и функциональности

## **Применение АС**

Развитие аддитивного строительства открывает новую эру в проектировании зданий. Это открывает возможности для проектов, которые в прошлом не были бы технологически или коммерчески осуществимы. В этой части лекции дается представление о новых возможностях проектирования зданий, возникающих в результате достижений в области аддитивных строительных подходов, по сравнению с традиционным процессом проектирования. Они включают в себя почти неограниченный потенциал для сложных геометрий (а), более оптимизированные топологии без дополнительных затрат (b), дизайн с многофункциональными компонентами здания (с), и объединение процесса цифрового проектирования и процесса цифрового Строительства (d).

Др. Штраус использовал концепцию «проектирования для производства» (с помощью которой строительные материалы диктуют заранее определенный диапазон фиксированных измерений и, следовательно, повторяющиеся продукты), чтобы объяснить ограниченные возможности, когда дело доходит до создания новых дизайнов и конструкций. Это относится, в частности, к конструкциям из бетона, для которых творческий потенциал архитекторов был ограничен соблюдением заранее определенных геометрических форм, чтобы снизить затраты и обеспечить возможность повторного использования опалубки. Таким образом, строительство конструкций свободной формы, т.е. тех, которые демонстрируют сложные формы, которые не могут быть определены элементарными геометрическими понятиями, было достигнуто только для ограниченного числа отобранных проектов.

АС также обеспечивает возможность произвольной формы в масштабе материала. Ауксетические материалы – это те, которые демонстрируют

отрицательный коэффициент Пуассона. Ауксетическое поведение представляет интерес для архитекторов, например, в ситуациях, когда купола проектируются с целью избежать эффекта седловины.

Многие проекты могут извлечь выгоду из аддитивного конструирования как средства разработки свободной формы или инновационных форм. Таким образом, аддитивное строительство представляет собой возможность установить связь между хорошо разработанной оптимизацией, основанной на вычислениях, и ранее отсутствовавшими физическими процессами, необходимыми для воспроизведения оптимизированных конструкций.

Индивидуализацию можно понимать, как процесс локальной оптимизации, адаптированный к конкретным условиям, т.е. «повышение эффективности конструкций путем контроля количества и распределения материала в конструкции в соответствии с ее потребностями». Это относится как к строительным компонентам, так и к отдельным конструкциям, построенным с использованием аддитивных строительных процессов.

Важность внедрения инженерных сетей здания, таких как обогреватели, электрооборудование и сантехника, подчеркивался с самых первых дней аддитивного строительства. «Умные структуры» – это общая концепция, охватывающая множество свойств, таких как чувствительность к солнечным лучам, технологии мониторинга и технического обслуживания зданий, рассеивание сейсмических сил и самовосстанавливающиеся материалы.

Так называемая «4D-печать» была популяризирована в основном благодаря многочисленным презентациям, проведенным Тиббитсом в последние годы. 4D-печать была официально определена как процесс изготовления, который влечет за собой изменение формы или функции, происходящее после завершения процесса 3D-печати. Преобразование требует энергии, которая может быть получена из внешних источников, либо встроена в строительный компонент в процессе аддитивного строительства. Использование данного подхода сосредоточено на создании экологически адаптированных и устойчивых конструкций, которые могут адаптироваться к изменениям окружающей среды, таким как изменения содержания влаги, температуры, давления, высоты, освещенности, тепла или звука.

Процесс цифрового строительства – это обширная концепция, охватывающая все: от проектирования, инжиниринга, производства до, возможно, даже сборки. Объединяя цифровое производство и изготовление, аддитивное строительство

может значительно упростить процесс от цифрового проектирования до цифрового производства готовых конструкций и зданий. Совместное использование файлов обеспечивает как цифровую архитектуру, так и аддитивное производство для облегчения совместного проектирования.

Таким образом, аддитивное строительство может «демократизировать» дизайн зданий и внести значительный вклад в архитектурную экспансию всемирного движения «Сделай сам» (DIY).

Также стоит отметить потенциал расширения «системы построения с открытым исходным кодом», предложенной WikiHouse. Считается, что успех такой системы с открытым исходным кодом основан на трех критериях:

- Повторяемость: требование воспроизводимости, облегчаемое предоставлением конкретного оборудования и его операционного программного обеспечения (включая протестированные настройки) для малых предпринимателей, предлагающих производственные услуги.,
- Трансформируемость: требование доступа, которое позволяет вносить изменения в текущую версию и устранять неисправности,
- Возможность публикации: требование, которое побуждает сообщество пользователей делиться своими результатами и открытиями.

## **Эксплуатация продуктов АС**

### **АС в сложных условиях эксплуатации**

Использование аддитивной конструкции для «космических» применений было исследовано в общих чертах в НАСА. Это исследование было в первую очередь направлено на разработку долгосрочной стратегии изготовления компонентов и оборудования по требованию для пилотируемых полетов. Аддитивное производство и (потенциально) также аддитивное строительство считались лучшими технологиями, предлагающими экономически эффективное, высокоточное и малозатратное производство по требованию в рамках так называемой «космической дорожной карты».

### **АС для стандартных условий эксплуатации**

В 2014 году директор Skanska по инновациям и улучшению бизнеса посчитал, что аддитивное строительство с использованием бетона способно

революционизировать весь процесс строительства, и предположил, что это «сократит время, необходимое для создания сложных элементов зданий, с недель до часов». Китайская компания WinSun, вероятно, разделяет эту точку зрения и заявила в открытом доступе, что сэкономила от 30 до 60% строительных материалов и сократили время производства от 50 до 70%, в то же время снизив затраты на рабочую силу на 50–80%. Это произошло в то время, когда компания якобы применяла аддитивное строительство при строительстве десяти индивидуальных домов и шестиэтажного жилого дома. Однако к этому стоит отнестись критически, так как китайская компания не предоставила детальные описания того, что на самом деле было проделано.

### **Ограничения и открытые вопросы**

Отсутствие стандартизации и регулирования, регулирующих 3D-печатные объекты, будь то продукты или сама конструкция, также было отмечено многими учеными. Валидация должна применяться как к аппаратному обеспечению, так и к рассматриваемой конструкции. Проблема регулирования является серьезным вопросом из-за последствий, которые возникнут, если сбои в строительстве приведут к человеческим жертвам.

Следующий вопрос – это вопрос ответственности. Ученые высказали предположение относительно того, кто будет нести ответственность в случае отказа изготовленного компонента крыла самолета. Будет ли это оригинальный производитель, программист или автор нового дизайна или интеллектуального материала? Эта проблема еще более усложняется в случае строительных компонентов, которые могут выполнять две или более функций, таких как стена, установленная с оборудованием для транспортировки горячей воды и распределения электроэнергии. Многие ученые спрашивают, кто будет нести ответственность в таких ситуациях?

И в случае аддитивного строительства в целом те же авторы задаются вопросом: «Кто несет ответственность за строительство; дизайнер, подрядчик или те, кто построил машину?».

### **Проекты аддитивных конструкций**

- a) «Радиолярия» от D-Shape,
- b) «Ландшафтный дом» от Universe Architecture,

- c) «Protohouse 2.0» от Softkill Design,
- d) «Дом на канале с 3D-печатью» от DUS Architects,
- e) Китайские дома от WinSun,
- f) Китайское здание от WinSun,
- g) пешеходный мост от Лаборатории Йориса Лаармана,
- h) офисное здание от WinSun Global.

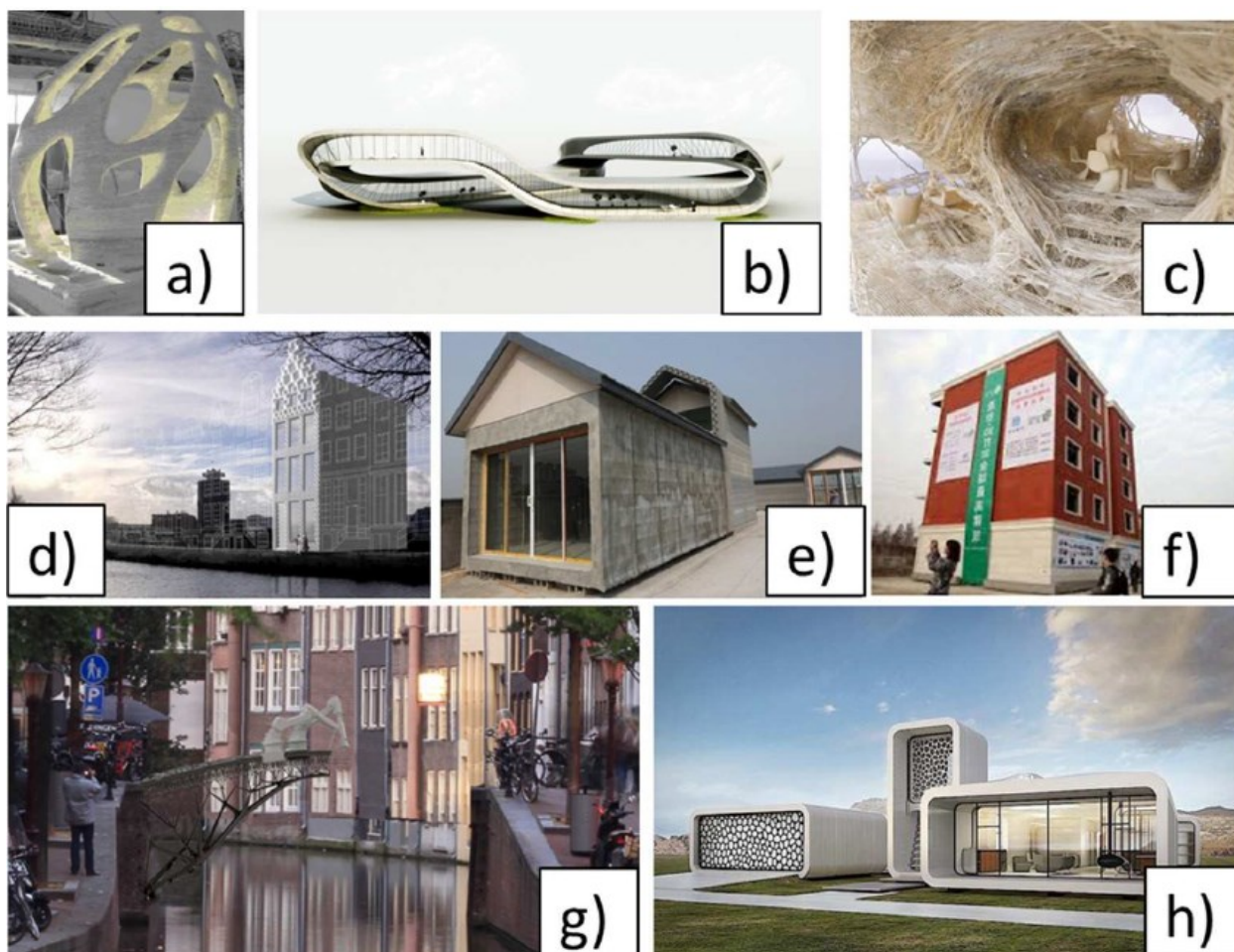


Рисунок 11. Выполненные проекты

## Список литературы

1. Строительная 3D-печать: ранняя история крупномасштабного аддитивного производства. Александр Черч, Массачусетский технологический институт, 2022 г.

2. Аддитивное производство в строительстве: обзор процессов, приложений и методов цифрового планирования. Александр Паолини, Стефан Коллманнсбергер, Эрнс Ранк, Мюнхенский технический университет. 2019 г.

3. Аддитивное строительство: современное состояние, проблемы и возможности. Натали Лабоннот, Андерс Реннквист, Бендик Манум, Петра Рютер. Норвежский университет науки



[Вопросы-ответы](#)



[Скачать НПА](#)



[Ссылка на видеозапись](#)



[Тестирование](#)

### **7.3. Перспективные информационные технологии работы с «Цифровыми двойниками» объектов капитального строительства (в том числе, технологии виртуальной и дополненной реальности)**

*Автор: Талапов Владимир Васильевич,*

*Эксперт в области обучения и использования технологии информационного моделирования на российском и международном уровне, автор четырех учебников и более двухсот публикаций по теме BIM, президент Сибирской BIM-Академии.*

*Ключевые слова: цифровое строительство, цифровой двойник*

Переход строительной отрасли на технологию информационного моделирования зданий и сооружений закономерно привел к появлению нового «цифрового» жаргона, в основе которого лежат информационное моделирование и информационная модель. Сравнительно недавно в этой терминологии возник еще один персонаж – цифровой двойник.

Давайте попробуем разобраться, что такое цифровой двойник объекта капитального строительства, когда и зачем он нужен и так ли это сложно для понимания.

#### **Вместо предисловия: цифровой двойник помидора**

Для начала предположим, что мы получили задание: создать цифровой двойник помидора. Можно, конечно, посмеяться над таким заданием. Но на самом деле это не смешно, поскольку в строительстве задания на информационное моделирование в настоящее время почти так и выдаются: «Нам нужен цифровой двойник!» Без объяснения, что это такое.

Так что давайте сами попробуем понять, что же это такое – цифровой двойник помидора, и как можно полученное задание выполнить.

Поскольку мы уже научены информационному моделированию, то прежде всего у нас появляются вопросы: чем цифровой двойник помидора отличается от его информационной модели, но самое главное – кому и зачем он нужен?



## Информационная модель помидора хорошо обслуживает весь его жизненный цикл

3D модель помидора  
нигде не нужна!

для выращивания  
для созревания и хранения  
для консервирования  
и употребления  
в пищу



Рис 1. С информационной моделью помидора нам практически всё уже понятно.

Поскольку информационная модель, наполненная технологической информацией, довольно хорошо помогает решать задачи, связанные с основной деятельностью - выращиванием и переработкой помидоров, то вполне логично предположить, что есть еще какие-то вопросы, которые в область применения модели не попали.

И к таким вопросам можно отнести работы по генетическому изменению сорта помидора с формированием у него новых, требуемых нам свойств и качеств. И такая работа тоже требует информационного моделирования, но уже биохимических свойств и процессов в растении, генетических связей и зависимостей, возможности управлять ими.

И вот такую модель помидора, информационную модель, но с добавленными новыми разделами, которые по сложности явно превосходят всё сделанное ранее, вполне можно назвать цифровым двойником.

Но это наши догадки. При серьезной работе для построения цифрового двойника помидора от заказчика требуется точная формулировка, что это такое, что там должно содержаться, или хотя бы адекватное описание задач, которые с помощью цифрового двойника он собирается решать. В точности, как с информационными моделями. И если таких задач много, и они решаются разными путями, то из соображений прагматизма вполне допустимо создание нескольких

цифровых двойников. Либо, наоборот, создание общего цифрового двойника, если задачи взаимосвязаны.

## **Теперь перейдём к цифровому двойнику объекта капитального строительства**

В принципе, нашего понимания цифрового двойника, полученного на примере помидора, на начальном этапе вполне достаточно.

*Цифровой двойник объекта капитального строительства* – это информационная модель объекта капитального строительства, получившая дальнейшее развитие через добавление моделей процессов, связанных с созданием, обеспечением функционирования и использованием этого объекта<sup>19</sup>.

То есть цифровой двойник – это более высокий уровень информационного моделирования объекта капитального строительства.

Когда же возникает необходимость моделирования процессов, связанных с объектом капитального строительства? Практически на всех стадиях его жизненного цикла.

*Стадия проектирования:* моделирование технологических процессов, а также процессов обслуживания и прогнозирование эксплуатационных свойств для качественного выполнения проекта.

*Стадия строительства:* моделирование процессов строительного производства и логистики.

*Стадия эксплуатации:* вновь моделирование технологических процессов на более высоком уровне с учётом появляющихся изменений, а также моделирование управления эксплуатацией и использованием, в том числе на интерактивном уровне («умный» город, «умный» дом и т.п.).

Таким образом, мы видим, что цифровые двойники чаще всего появляются для решения задач *эксплуатации* объекта. И цифровых двойников может быть много, по количеству решаемых задач.

---

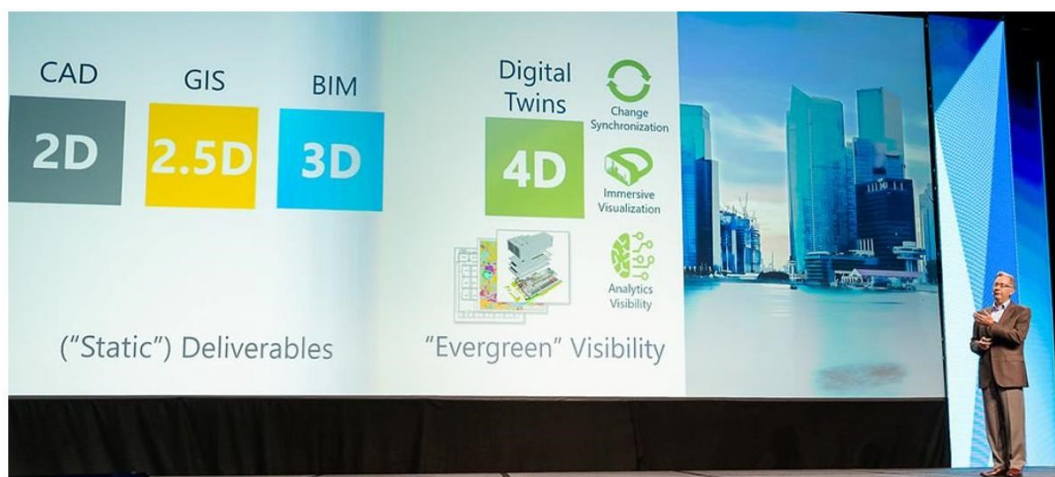
<sup>19</sup> Определение цифровой двойник ОКС утверждено Распоряжение Правительства РФ от 31 октября 2022 г. № 3268-р «Об утверждении Стратегии развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства РФ на период до 2030 г. с прогнозом до 2035 г». (ред)

#### «Статические» результаты

2D - CAD  
2.5D - GIS  
3D - BIM

#### «Живое» восприятие

4D - Цифровые двойники  
Синхронизация изменений  
Глубокое виртуальное погружение  
Визуализация аналитики



Грег Бенгли, CEO компании Bentley Systems, 2019.

Рис 2. Понимание цифрового двойника строительного объекта в трактовке компании Bentley Systems – одно из наиболее распространенных на сегодняшний день в мире.

Цифровые двойники в строительство пришли примерно 5-6 лет назад, но в машиностроении они используются уже несколько десятков лет как специальные информационные модели изделий в рамках концепции PLM.

Соответствующая терминология в машиностроении достаточно хорошо отработана, хотя периодически и она получает изменения в соответствии с новым уровнем развития и понимания технологии информационного моделирования изделий. На сегодняшний день в нашей стране наиболее полно и точно понимание цифрового двойника в машиностроении представлено в ГОСТ Р 57700.37-2021 «Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения».

Прочитируем некоторые определения из этого документа:

3.23. *Цифровая модель изделия*: Система математических и компьютерных моделей, а также электронных документов изделия, описывающая структуру, функциональность и поведение вновь разрабатываемого или эксплуатируемого изделия на различных стадиях жизненного цикла, для которой на основании результатов цифровых и (или) иных испытаний по ГОСТ 16504 выполнена оценка соответствия предъявляемым к изделию требованиям.

*Примечания:*

*1. Цифровая модель создается с использованием ПО КМ и (или) инструментальных программных и иных средств.*

*2. Цифровая модель должна описывать структуру, функциональность и поведение разрабатываемого или эксплуатируемого изделия на тех стадиях жизненного цикла, которые установлены в соответствующих технических заданиях.*

*3. Наполнение и функциональность цифровой модели зависит от стадии жизненного цикла изделия.*

*4. Оценка соответствия цифровой модели изделия в общем случае включает в себя процедуры верификации и валидации математических моделей по ГОСТ Р 57188. компьютерных моделей и ПО КМ по ГОСТ Р 57700.1, ГОСТ Р 57700.2. ГОСТ Р 57700.24. ГОСТ Р 57700.25.*

*5. Под электронными документами понимаются электронные документы по ГОСТ 2.001. ГОСТ 3.1001, ГОСТ 3.1102, ГОСТ 19.101. ГОСТ 34.601. ГОСТ Р 58301.*

**3.24. Цифровой двойник изделия:** Система, состоящая из цифровой модели изделия и двусторонних информационных связей с изделием (при наличии изделия) и (или) его составными частями.

*Примечания:*

*1. Цифровой двойник разрабатывается и применяется на всех стадиях жизненного цикла изделия.*

*2. При создании и применении цифрового двойника изделия участникам процессов жизненного цикла (по ГОСТ Р 56135) рекомендуется применять программно-технологическую платформу цифровых двойников (см. 6.3).*

*Как видим, здесь много машиностроительной специфики, так что к строительным объектам такие определения не применимы. А соответствующий ГОСТ для работы с объектами капитального строительства в ближайшие несколько лет вряд ли появится, так что целесообразно просто заниматься информационным моделированием для решения возникающих, всё более сложных задач, не задумываясь о том, как это называется.*

Для желающих более подробно погрузиться в тему цифровых двойников, их истории появления и трансформации понимания, а также области применения, посоветуем недавно вышедшую книгу российских авторов Александра Прохорова и Михаила Лысачёва, под научной редакцией профессора Алексея Боровкова «Цифровые двойник: анализ, тренды, мировой опыт» (М., ООО «Альянс-Принт», 2020 – 401 с.).



И.Ильф, Е.Петров «12 стульев»:

*«На третьем ходу выяснилось, что гроссмейстер играет восемнадцать испанских партий. В остальных двенадцати черные применили хотя и устаревшую, но довольно верную защиту Филидора. Если б Остап узнал, что он играет такие мудрёные партии и сталкивается с такой испытанной защитой, он крайне бы удивился. Дело в том, что великий комбинатор играл в шахматы второй раз в жизни»*

Рисунок 3. Главное – умение играть в шахматы, а не знание шахматной терминологии. К цифровым двойникам это тоже относится.

## Примеры цифровых двойников

Итак, цифровые двойники объектов капитального строительства – это информационные модели, но на более высоком уровне.

Поскольку информационное моделирование имеет три уровня сложности: моделирование самих объектов, затем моделирование поселений или объектов инфраструктуры, и наконец, «умные» здания, города и т.п., то мы рассмотрим примеры со всех этих уровней. Однако при их создании авторы практически не пользовались термином «цифровой двойник», поскольку в большинстве случаев тогда его просто не было.

Главное во всех этих примерах – решение средствами информационного моделирования конкретных задач, выходящее за рамки «статичной» информации об объекте.



## Моделирование комплекса энергетического оборудования здания

### Экспериментальное моделирование комплекса

#### энергетического оборудования:

солнечные панели на фасаде здания,  
солнечные коллекторы на крыше здания  
и многое другое.

Исследовательская  
модель



Игорь Козлов, 2010



Рис 4. Исследовательская модель комплекса энергетического оборудования здания с автоматизированной парковкой.

Работа была выполнена Игорем Козловым, известным специалистом в области BIM, в 2010 году. Её цель - смоделировать комплекс энергетического оборудования жилого двухсекционного дома с десятиуровневой автоматизированной парковкой, обеспечивающий энергетическую автономию сооружения, и понять его экономику.

Построенная модель показала, что на момент рассмотрения (2010 год) существовавшее в мире оборудование не обеспечивало рентабельность проекта. В дальнейшем модель использовалась (и сейчас используется) для мониторинга состояния рынка энергоэффективного оборудования с целью определения экономической целесообразности его применения.

Это пример весьма полезного «цифрового двойника», хотя само здание никто строить и не собирался, а используемую информационную модель правильно отнести к исследовательским.

## «Умная» квартира

Инженерное оборудование  
энергоэффективной квартиры.



Игорь Козлов, 2012

Рисунок 5. Информационная модель инженерного оборудования квартиры для решения задач управления.

А это уже информационная модель квартиры самого Игоря Козлова, выполненная двумя годами позже для управления имеющимся оборудованием (освещение, отопление, вентиляция).

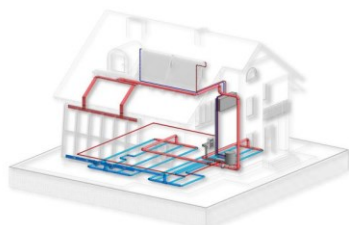
Понятно, что для управления квартирой кроме информационной модели нужны еще различные устройства передачи и обработки данных, а также переключения режимов работы оборудования.

Всё вместе это можно назвать цифровым двойником реального объекта. Но в современной терминологии более устоявшимся является термин «умная квартира».

## Типовой двойник индивидуального дома

Энергоэффективный (энергонезависимый) малоэтажный  
индивидуальный жилой дом - Экодом

Типовая модель



Система воздухопроводов,  
связывающая воздушный солнечный коллектор  
и тепловой гравийный аккумулятор

Консорциум «Экодом», 2021

Водяной солнечный коллектор для  
подогрева воды в теплоаккумулирующем  
баке



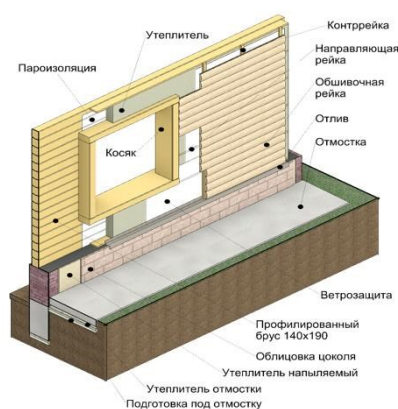
Воздушный солнечный коллектор для подогрева грунта в грунтовом  
тепловом аккумуляторе, расположенном под полом дома

Рисунок 6. Модель энергоэффективного (энергонезависимого) индивидуального жилого дома, выполненная консорциумом «Экодом».

Современным воплощением идей энтузиастов «Экодома» (с участием Игоря Козлова) стала модель энергонезависимого (без внешнего потребления) энергоэффективного индивидуального дома. Здесь кроме комплекса энергетического оборудования также заложены энергосберегающие строительные технологии, и даже технологии использования приусадебного участка, также работающие на общий результат.

Такую модель вполне логично называть цифровым двойником, хотя первоначального объекта нет – это типовая модель. Она приобретает конкретные очертания проекта, а затем реального сооружения после появления конкретного заказчика, по запросам которого эта модель уточняется. Вот тогда можно говорить о цифровом двойнике реального объекта.

#### Энергоэффективный (энергонезависимый) малоэтажный индивидуальный жилой дом - Экодом



Консорциум «Экодом», 2021

Рисунок 7. Цифровой двойник позволяет очень точно и глубоко «визуализировать» использованные в проекте технические решения, что существенно облегчает процесс эксплуатации.



## Моделирование пассажиропотоков внутри транспортного пересадочного узла

Подготовка технического задания  
на реконструкцию пересадочного узла  
Стратфорд в Лондоне

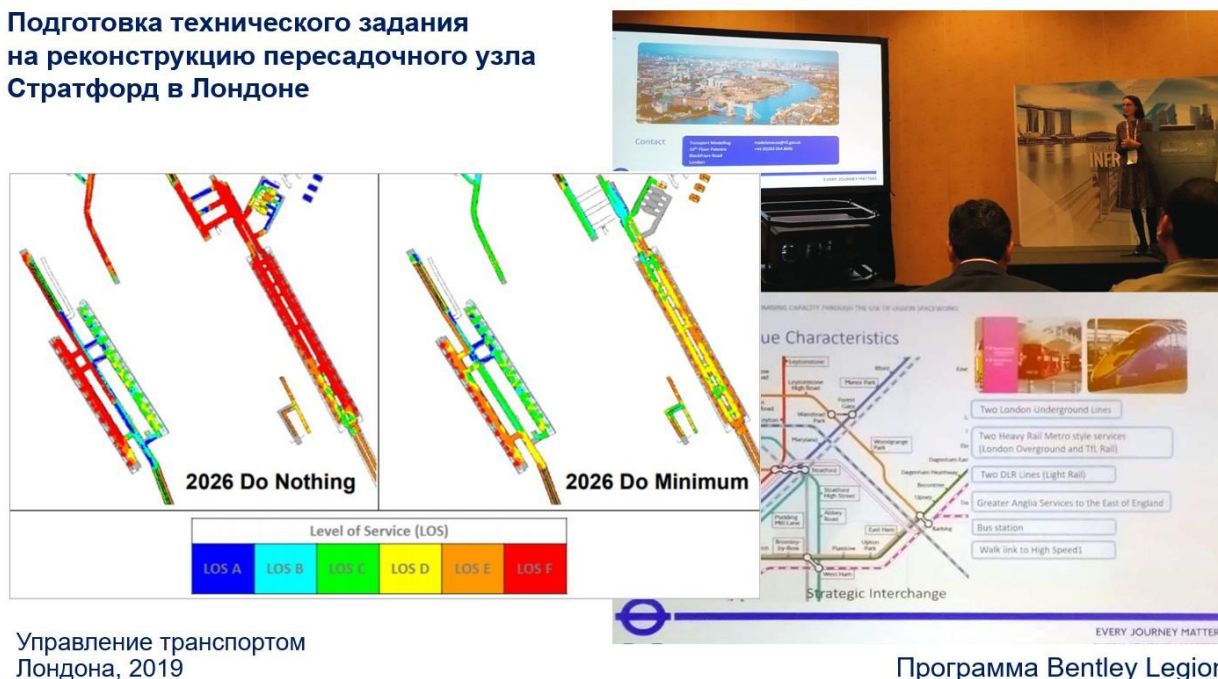


Рисунок 8. Моделирование пассажиропотоков пересадочного узла Стратфорд в Лондоне. 2019.

Эта работа была выполнена Управлением транспорта Лондона (технический заказчик) для четкого определения технического задания на проектирование реконструкции существующего узла, а также общей оценки ситуации со стороны заказчика.

Моделировались только пассажиропотоки, как существующие, так и перспективные, модель самого пересадочного узла не выполнялась.

Однако работа вполне может относиться к цифровым двойникам, поскольку представляет модель процессов перемещения пассажиров, что и требовалось для решения поставленной задачи. В дальнейшем этот цифровой двойник может развиваться, например, добавлением модели реконструированного сооружения.

## Инвестиционная модель развития территории

Информационная модель  
жилмассива «Восточный»  
в Новосибирске

Победитель Третьего Всероссийского  
конкурса BIM-технологий 2018



[СГУГиТ](#), 2018

Рисунок 9. Модель жилмассива «Восточный» в Новосибирске, выполненная для целей инвестиционного развития. СГУГиТ, 2018

Это уже информационное моделирование второго уровня сложности, когда к моделям зданий и коммуникаций добавляются модель местности и кадастровая информация (границы земельных участков, данные о собственниках и т.п.).

Такая модель может считаться цифровым двойником микрорайона, причем с огромным потенциалом для развития.

## «Виртуальный» Сингапур

### «Виртуальный» Сингапур, 2015



Первая задача, которая решалась с помощью модели – кадастровый учет.

Рисунок 10. Виртуальный Сингапур – именно такое название власти города дали своей модели в 2015 году

Пожалуй, это первая в мире кадастровая (решалась задача учета налогооблагаемой недвижимости) модель города, выполненная на основе геодезически точной трёхмерной модели местности.

В дальнейшем цифровой двойник Сингапура стал развиваться для решения других задач, в том числе реконструкции сети автодорог. Эта задача, а также необходимость актуализации трехмерной модели города, который постоянно меняет свой облик, привели к необходимости обновления модели местности.

Так что цифровые двойники – это развивающиеся и меняющиеся образования, а не нечто устоявшееся и консервативное.



## «Виртуальный» Сингапур, 2021



Обновление модели реальности с большей точностью.  
Экономия от перехода на новую модель составила 29 миллионов долларов.

Рисунок 11. Обновление трёхмерной основы виртуального Сингапура в 2021 году.

### «Умный» город

Венцом современного развития информационного моделирования для объектов строительства являются модели с приставкой «умный», прежде всего «умный» город.

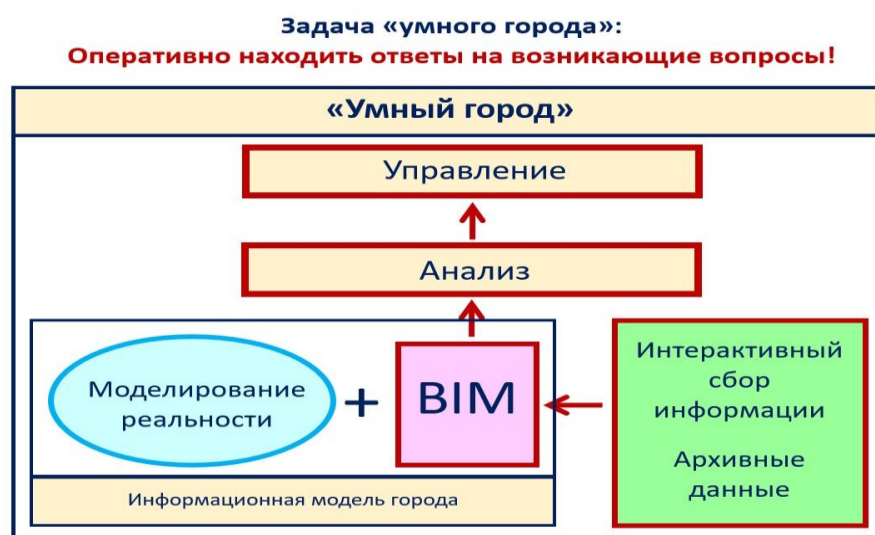


Рисунок 12. Общая схема «умного» города – к информационной модели добавляются блоки интерактивного получения данных, а также анализа поступающей информации и принятия управленческих решений.



## «Умное» метро Сингапура

«Умное» метро  
Сингапура



Задача корректировки движения поездов.

Рисунок 13. «Умное» метро Сингапура: решаемая задача – корректировка движения поездов в часы пик по разным направлениям.

Чтобы понять, сколько пассажиров куда едет в каждый промежуток времени (конкретно – сейчас), не понадобились никакие датчики – просто при покупке билета указываются станции начала и конца движения. А дальше эта информация поступает в информационную модель, анализируется, и в случае необходимости на линию идут дополнительные поезда.

«Умное» метро  
Сингапура



Безаварийный пробег подвижного состава более одного миллиона километров. 2021.

Рисунок 14. «Умное» метро Сингапура: решаемая задача – обеспечение безаварийного пробега подвижного состава

Для решения этой задачи наиболее важные агрегаты поездов оборудованы датчиками контроля состояния, а по линии движения установлены считыватели. Таким образом актуальная информация постоянно поступает в модель, где анализируется. В случае необходимости система сама может принимать решение о выводе из движения соответствующего поезда и осуществления профилактического ремонта ненадежного агрегата.

Обе задачи являются хорошими примерами реализации цифрового двойника. При этом они не требуют трехмерной модели метрополитена, достаточно условной схемы метро с указанием станций и т.п. Однако, если возникнет вопрос удлинения платформ для перехода на поезда с большим числом вагонов, то трёхмерная модель уже понадобится.

Таким образом, цифровой двойник – это развивающаяся информационная модель, которая пополняется информацией и трансформируется по мере поступления новых запросов от заказчика. К тому же цифровых двойников у объекта может быть несколько, если так удобнее работать.



[Вопросы-ответы](#)



[Скачать НПА](#)



[Ссылка на видеозапись](#)



[Тестирование](#)