

# Содержание

<b>ПРЕДИСЛОВИЕ.....</b>	5
<b>Глава 1. Общие требования к информационному моделированию и представлению результатов в цифровом формате .....</b>	10
1.1. Стандарты на цифровое представление данных в информационной модели объекта капитального строительства по этапам его жизненного цикла .....	14
1.2. Стандарты на процессы или правила организации работ .....	20
1.3. Основы системной интеграции и обмена данными в цифровом формате. Цифровой документооборот .....	24
<b>Глава 2. Цифровая среда заказчика-застройщика.....</b>	29
2.1. Базовые процессы .....	29
2.2. Стандарты взаимодействия с генеральными исполнителями .....	37
2.3. Рекомендации по переходу на цифровые технологии .....	37
<b>Глава 3. Цифровая среда генерального исполнителя проектных работ.....</b>	43
3.1. Базовые процессы .....	45
3.2. Стандарты описания результатов в цифровом формате.....	49
3.3. Рекомендации по переходу на цифровые технологии .....	53
<b>Глава 4. Цифровая среда исполнителя генерального строительного подряда .....</b>	57
4.1. Базовые процессы .....	59
4.2. Стандарты описания результатов в цифровом формате.....	65
4.3. Рекомендации по переходу на цифровые технологии .....	67
<b>Заключение. Цифровизация – главный драйвер, стимулирующий качественное развитие строительной отрасли.....</b>	71
<b>Приложение 1. Основные положения для подготовки Технического задания к проектируемому продукту (АС). Таблица состава работ, выполнение которых необходимо и достаточно для создания соответствующей заданным требованиям автоматизированной системы (АС), и видов документации на систему для ее последующей эксплуатации и развития.....</b>	75

<b>Приложение 2. Методические рекомендации к структуре и содержанию проекта цифровой трансформации компании, по управлению проектом и мониторингу ключевых показателей эффективности реализации проекта цифровой трансформации компании .....</b>	<b>80</b>
<b>Приложение 3. 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) .....</b>	<b>91</b>
<b>Приложение 4. Сокращения наименований разделов, подразделов проектной документации для объектов капитального строительства .....</b>	<b>96</b>
<b>Список терминов и сокращений .....</b>	<b>97</b>
<b>Библиографический список .....</b>	<b>121</b>

# ПРЕДИСЛОВИЕ

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, 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 *BIM/TIM* в применении к жизненному циклу объекта капитального строительства объединило в *единую информационную экосистему* всех участников градостроительной деятельности как *инновационная технология перехода к цифровому проектированию и строительству* на первом этапе создания *отраслевой цифровой информационной экосистемы* в рамках формируемых в соответствии с Градостроительным кодексом Российской Федерации государственных информационных систем и ресурсов.

Одна из тех проблем, которые мешают в строительной отрасли принять решение о переходе в обязательном порядке на исключительно *электронный документооборот, цифровой формат обмена данными, и стать флагманом цифрового преобразования в национальной экономике*, заключается в отсутствии ясной и общедоступной для руководителей организаций, связанных с проектированием, изысканиями, строительством и эксплуатацией объектов капитального строительства, *теоретической базы и методологии внедрения BIM/TIM*.

Решение поставленной задачи *по законам инновационного развития* требует определенной *реорганизации основного бизнес-процесса всего строительного конвейера*, изменения образа мышления его участников, освоения *базовых принципов перехода на BIM-технологии*. А главное – поверить в результативность внедрения *автоматизированных систем многомерного проектирования* в парадигме визуального информационного представления будущего объекта, научиться использовать все возможности многообразия предлагаемого программ-

ного инструментария для выбора эффективных и надежных решений при подготовке и экспертизе проектной документации, при осуществлении строительства согласно **установленным регламентам и стандартам организации работ**.

Отталкиваясь от теории проектного менеджмента как основы для построения системы поэтапного перехода на **BIM-технологии и новый инвестиционный цикл** в градостроительной деятельности, напомним о базовых принципах, на которых предлагается осуществить этот **инновационный технологический прорыв в развитии** строительного комплекса страны:

**Принцип 1.** Информационное моделирование – процесс коллективного создания и использования информации согласно установленным правилам и стандартам. Это новые организационные процессы внутри каждого участника инвестиционного строительного процесса с определением его роли и зоны ответственности при планировании и реализации проекта.

Каждому проекту соответствует его бизнес-модель, план реализации и техническое задание, которое определяет высокоуровневые требования к создаваемой недвижимости с точки зрения предметной области на протяжении всего ее жизненного цикла.

**Принцип 2.** Мыслим новыми категориями: уходим от «линий» и «плоских 2D-чертежей» к «пространственным объектам», их «параметрически заданным элементам», которые описываются «шириной», «длиной», «высотой», «материалом» и др. Например, окно, стена и блок-секция и т. д.

Таким образом на первый план выходит задача системного структурированного поэлементного представления и описания планируемого к строительству объекта в **CAPR**-системах с помощью баз данных, позволяющих в процессе планирования и реализации инвестиционного строительного проекта объединить и хранить в едином информационном пространстве все виды информации по проекту. При этом обеспечивать с применением специального **ПО** визуализацию комплексной трехмерной модели объекта в соответствии с заданными требованиями относительно этапа и стадии реализации проекта, обрабатывать и выдавать в нужном формате документы и документацию, в том числе в виде стандартизованных чертежей, спецификаций, календарных планов и любую другую информацию об объекте и сопутствующих процессах.

**Принцип 3.** Информация об объекте на протяжении его жизненного цикла представляется и передается в определенном цифровом формате системно организованного набора документов и структур данных, связанных с состоянием объекта, начиная с его описания и отображения в документах территориального планирования объектов федерального значения, объектов регионального значения, объектов местного значения.

Требования к описанию и отображению в документах территориального планирования объектов капитального строительства устанавливаются федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере строительства, архитектуры, градостроительства (часть 13 статьи 9 ГРК РФ).

Это позволяет с использованием специализированного программного обеспечения (пакетов программных средств – **ППС**) не только визуально представить

и оценить объект в настоящем и будущем, но и с учетом градостроительных регламентов и других ограничений, содержащихся в градостроительной документации, принять обоснованное решение и, при необходимости, получить соответствующие выходные документы и документацию по установленным стандартам (обязательным требованиям к представлению данных), в т. ч. на бумажном носителе.

**Принцип 4.** Соответствующий уровень детализации представления данных об объекте на протяжении его жизненного цикла позволяет в динамике обеспечивать информацией участников инвестиционного проекта по их профилю, начиная с проработки и выбора варианта Концепта проекта, подготовки утверждения его технико-экономических показателей (**ТЭПы** проекта) и обосновывающих материалов (**ТЭО** или **ОБИН**).

**Принцип 5.** Существует ряд разнообразных программных продуктов от разных разработчиков, поддерживающих **BIM-технологии**. У каждого свои сильные и слабые стороны, специфика и опыт применения, внедрения и сопровождения.

Управление проектами и цифровизация соответствующих бизнес-процессов и их результатов с использованием **BIM-технологий** в единой системе требуют комплексных решений, обеспечивающих создание **электронно-вычислительной коммуникационной среды** для коллективной работы над проектом, управления изменениями в процессе проектной деятельности по всему жизненному циклу проекта, доступа к внешним источникам информации, информационным системам и ресурсам.

**Принцип 6.** Внутренние корпоративные правила и стандарты по организации рабочих процессов с использованием **BIM-технологий** – это **ответственность частного предпринимателя**.

Разработка правил и стандартов для нормативной базы информационного моделирования, форматов обмена данными на протяжении всего жизненного цикла капитального объекта, формирование единого информационного пространства для цифровой трансформации строительной отрасли – это **задача государственного регулятора**. Однако только при партнерских отношениях и обоюдном желании она может быть успешно решена.

**Принцип 7. Эффективность перехода на цифровые технологии и многомерное информационное моделирование**, включающее время, стоимостные оценки, управление рисками для принятия оперативных решений, чтобы гарантировать качество и сроки реализации проектов, **определяется наличием и подготовкой специалистов соответствующих компетенций**, уровнем их знаний по основам проектного менеджмента, умением пользоваться современными программными средствами и специальным инструментарием, предназначенным для групповой работы над проектом в **единой электронной телекоммуникационной среде**.

Сегодня мы должны через традиционное понятие информационного моделирования, накопленный опыт автоматизации и роботизации рабочих процессов, внедрения информационных технологий в строительстве перейти к разработке **методологии использования цифровых моделей проектных данных и комплексной цифровизации** процессов выполнения всех видов работ в сфере градостроительной деятельности.

При этом **целевая организационно-технологическая бизнес-модель производственного процесса создания эффективной недвижимости** в рамках качественно спланированного 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**.

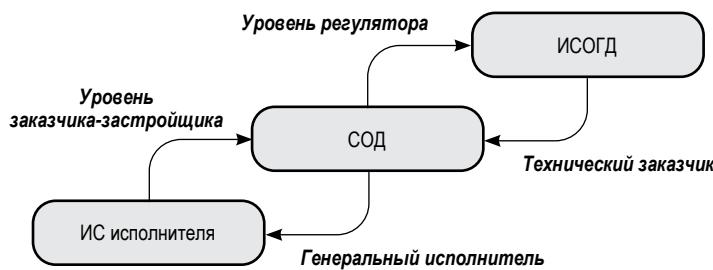
В настоящее время в целях совершенствования системы государственного регулирования строительной сферы отрабатывается эффективная **модель управления базовыми процессами создания объекта капитального строительства** («вход-выход») в цифровой среде обмена данными с **ответственностью государственного заказчика-застройщика** (spv-компании) за обоснование инвестиционного строительного проекта, подготовку проекта строительства и освоение капитальных вложений с конечным результатом соответствия требованиям утвержденного проекта. Ключевым направлением является формирование **публично-правовых компаний** в структуре создаваемых с участием государства институтов развития, в том числе для решения проблем долевого жилищного строительства, для реализации масштабных инфраструктурных проектов, региональных программ реновации жилищного фонда.

Именно **инициатор, заказчик инвестиционного строительного проекта** 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.

Разрабатываемые для этих целей **цифровые платформы** системными заказчиками-застройщиками могут служить пилотными комплексными решениями **перехода на цифровые форматы обмена данными в единой информационно-телекоммуникационной среде и взаимодействия с ИСОГД**, быть примером для подготовки всех потенциальных инициаторов и исполнителей реализуемых инвестиционных строительных проектов к **цифровой трансформации** и обеспечения их участия в **общем для строительной отрасли инновационном проекте внедрения BIM-технологий**. Более подробно такие примеры будут рассмотрены в третьей книге: «Часть 3. Примеры лучших практик использования цифровых моделей в градостроительстве».

Концептуальная трехуровневая структура **отраслевой цифровой информационной экосистемы** для ее поэтапного формирования и обеспечения взаимодействия информационных систем основных участников проектов создания объектов капитального строительства представлена на рис. 1.

Примером **эффективной цифровой трансформации производственных процессов** определенного вида деятельности может служить Административный регламент предоставления услуги «**Проведение государственной экспертизы проектной документации и (или) результатов инженерных изысканий**» в городе Москве.



**Рис. 1.** Концептуальная трехуровневая структура отраслевой цифровой информационной экосистемы

С 1 января 2017 года проектная документация и (или) результаты инженерных изысканий, а также иные документы, необходимые для предоставления услуги, представляются в Государственное автономное учреждение города Москвы «Московская государственная экспертиза» только в электронной форме, за исключением случаев, когда проектная документация и (или) результаты инженерных изысканий содержат сведения, доступ к которым ограничен в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Другим примером формирования цифровых платформ как средств коммуникации в электронной среде является создаваемая Главгосэкспертизой России Единая цифровая платформа экспертизы (**ЕЦПЭ**), обладающая высоким потенциалом развития.

Предлагаемое платформенное решение нацелено на формирование комфортной сервисной электронной среды со множеством преимуществ не только для экспертов, но и для заказчиков строительства и проектировщиков. Так, например, доступ к виртуальному офису экспертизы возможен теперь в любой точке, где можно подключиться к интернету, что особенно актуально для удаленных территорий и обеспечивает экстерриториальный принцип работы экспертных групп по всей России. Создаваемая система гарантирует полную информационную безопасность, все риски экспертных организаций и заявителей, связанные с техническим и функциональным сопровождением платформы, ложатся на Главгосэкспертизу России.

**ЕЦПЭ** интегрирована с федеральными информационными системами и предоставляет доступ к информации об актуальных нормативных правовых актах, типовых ошибках в проектах, замечаниях и критериях оценки проектов.

Такие **инновационные преобразования**, требующие определенной реорганизации основных бизнес-процессов своей предпринимательской деятельности, цифровой стандартизации производственных процессов и трудовых отношений, **предстоит осуществить каждому, кто видит себя успешным на рынке услуг в строительной отрасли**.

При этом определяющим условием будет **согласованная инновационная политика, подготовка и одновременный переход на цифровое проектирование и строительство** всего строительного комплекса страны.

## ГЛАВА 1

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

Глава отвечает на следующие вопросы:

- Как организация процесса формирования информационной модели влияет на результаты выполняемых договоров? Кто отвечает за этот результат?
- Почему связанность данных в информационной модели является ключевым требованием при использовании технологий информационного моделирования? Как это требование обеспечить?
- Как важно и почему надо использовать системные основы стандартизации и полноты представления данных при внедрении технологий информационного моделирования?
- Что включают в себя понятия системной интеграции и цифровой документооборот при создании автоматизированных систем, обеспечивающих формирование и ведение информационных моделей?

Напомним базовые определения из Градостроительного кодекса Российской Федерации [4]:

- ◆ **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 **утвержденному составу этих сведений, документов и материалов**, а так-

же **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 после их завершения **в соответствии с установленными стандартами цифрового представления их 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 информационной модели для каждого этапа определены, и при этом необходимо обеспечить требование **связанности данных в информационных моделях** соответствующих этапов выполненных работ [4, 28].

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 утвержденным стандартам информационного описания результатов выполненных работ и представления их в цифровом формате.**

Понятие «уровень проработки» (*LOD*) является определяющим стандартом набора требований, соответствующих необходимой детализации и **полноте проработки компонентов** цифровой информационной модели.

Уровень проработки 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**.

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 modeling»* 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 **определен 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 (структурь) 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).

**Информационная модель уровня *LOD 100* и *LOD 200*** используется 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.

**LOD 300** – каждый элемент в модели объекта 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).

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

При этом модель уровня *LOD 300* может быть использована для выпуска проектной документации в традиционных чертежах и сметах, а 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.

**LOD 400** – модель объекта представлена в виде сборки (структурь) 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.

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

**LOD 500** – модель 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.

Перед началом проекта необходимо определить и сформулировать минимальные требования по информационной насыщенности элементов модели для каждого *LOD* и тем самым практически подготовить **план информационного обеспечения процесса управления проектом** и набор конкретных требований согласно специфике проекта для формирования его **среды общих данных**.

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

Определение минимально достаточного объема графической и, самое главное, атрибутивной информации, безусловно, является одной из **главных задач планирования процесса информационного моделирования**. Универсальных решений нет и не может быть, т. к. специфика проектов и поставленные цели могут варьироваться в очень широком диапазоне. По этой причине концепция *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.

## **1.1. Стандарты на цифровое представление данных в информационной модели объекта капитального строительства по этапам его жизненного цикла**

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 в настоящее время нормативной правовой базы, **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.

Теоретические основы построения **бизнес-модели инвестиционного цикла** и ее **функциональных блоков** для эффективного управления строительным проектом с использованием **EPC- и EPCM-стандартов контрактных отношений** изложены в разделе 3.2.3 книги 1 «Часть 1: Цифровой проектный менеджмент полного цикла в градостроительстве. Теория».

Предлагается на этой теоретической основе построить **методологию внедрения информационного моделирования в строительной отрасли** для перехода на **цифровые технологии субъектов предпринимательской деятельности** в данной сфере экономических отношений.

При этом внедрение цифровых технологий 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.

Дополним предложенную Инновационную модель организации процесса проектирования и строительства «под ключ» генеральным подрядным исполнителем (табл. 4, раздел 3.2.3, книга 1 – часть 1) **временной осью процесса и определим на ней ключевые события как «точки принятия решений**» для перехода к следующему функциональному блоку соответствующей фазы нового инвестиционного цикла (рис. 2). 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.

По мере реализации инвестиционного строительного проекта заказчик-застройщик согласно установленным правилам осуществляет формирование и ведение информационной модели объекта капитального строительства [30].

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 прединвестиционной фазы**, подготовка концепции и бизнес-модели (инвестиционного обоснования) проекта, подбор исполнителей,

- формирование команды проекта заказчика, принятие решения о реализации проекта;
- ◆ [t<sub>1</sub>, t<sub>2</sub>] – прединвестиционная 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 fazу; 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>] – инвестиционная 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>] – инвестиционная 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.

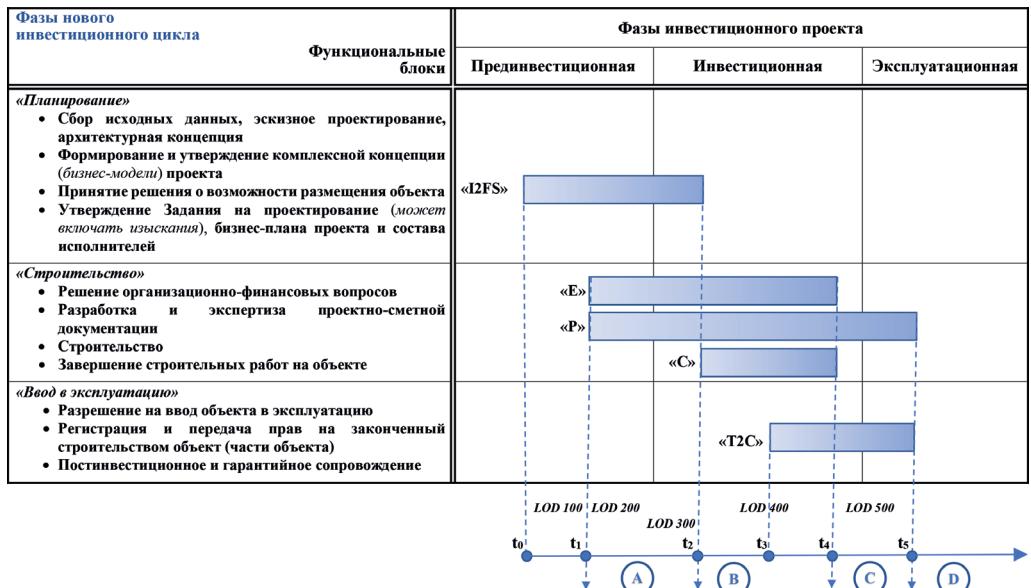


Рис. 2. Инновационная модель нового инвестиционного цикла

Кроме того, на рис. 2 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 [34]. 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.

Установлено законом, 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**:

- a) 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, осуществлявших такие операции [4, 28].

Как первый этап после утверждения проектной документации, подготовленной в форме информационной модели в соответствии с частью 15 статьи 48 Градостроительного кодекса Российской Федерации, **информационная модель подлежит передаче** застройщиком, техническим заказчиком или лицом, ответственным за эксплуатацию объекта капитального строительства, **в органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации**, органы местного самоуправления муниципальных образований для размещения **в государственных информационных системах обеспечения градостроительной деятельности (ИСОГД)**.

**В целях организации заказчиком-застройщиком** информационного взаимодействия участников **ИСП** и обеспечения **оперативного доступа к данным информационной модели**, их согласованности, целостности, непротиворечивости,

актуальности и достоверности, а также для повторного их использования и долговременного хранения **разработку и использование информационной модели (ИМ) следует осуществлять в единой информационной среде (СОД)** по заданным правилам и **стандартам представления данных** в цифровом формате, читаемых и понимаемых **программными роботами с элементами искусственного интеллекта**, автоматизирующими определенные трудовые процессы и функции. Именно таким образом на современном этапе сформулирована ключевая **цель создания цифровой экосистемы в градостроительстве**.

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

Для этих целей должны разрабатываться в составе **бизнес-плана** инвестиционного строительного проекта (**ИСП**) с учетом его специфики, возможно с использованием принятого в организации **типового документа** в форме **корпоративного стандарта управления проектами**, соответствующие положения о том:

- ◆ 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**.

Другими словами, **организационно-функциональной системе заказчика-застройщика** необходим такой документ, который служит для координации действий всех участников проекта, и по сути является **стандартом организации управления проектами**. Именно этот документ требуется прежде всего в целях обеспечения формирования соответствующей **информационной технологии, среды общих данных** с использованием **специализированного программного обеспечения (ППС)** и **цифровых сервисов**.

На основе принятого в организации стандарта, используя преимущества технологий информационного моделирования и цифровых решений, для каждого проекта определяется и принимается его **бизнес-модель в таком 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 согласно заключенных договоров бизнес-моделью проекта, позволяющей оперативно реагировать на все отклонения и возникающие риски.

**Документ**, являющийся **стандартом организации базовых рабочих процессов на производстве**, должен содержать **основные принципы в отношении трудовых процессов на предприятии**, обеспечивая требуемое качество конечной продукции, предоставляемых услуг и выполняемых работ, – это обязательное требование в системе качества ISO [49, 50].

В условиях перехода на цифровые технологии информационного моделирования обязательным условием является **представление результатов в установленном цифровом формате**. Это обязательное требование при построении **инновационной бизнес-модели развития предприятия** на основе его **цифровой трансформации**. Этой теме посвящены отдельные главы книги 1 «Часть 1: Цифровой проектный менеджмент полного цикла в градостроительстве. Теория».

В рамках проектного подхода, используя оценку практического внедрения в систему правоотношений организации трудовых процессов и качества исполнения такого корпоративного документа как **Стандарт организации по использованию цифровых технологий информационного моделирования**, можно определять **цифровую зрелость** участников ИСП и успех **цифрового реформирования основных бизнес-процессов в сфере градостроительной деятельности** в целом. Отличительной особенностью цифровой трансформации для **участника – генерального исполнителя ИСП по договору «под ключ»** может являться его обязательство по договору, как **уполномоченного лица** заказчиком-застройщиком инвестиционного строительного проекта, обеспечивать **формирование ИМ и нести ответственность** по соответствующим функциональным блокам за обеспечение целостности, согласованности и непротиворечивости связанных данных в информационной модели (**ИМ**) объекта капитального строительства, **формируемой в СОД для заказчика-застройщика**.

Таким образом, на **генерального исполнителя ИСП** могут быть возложены так называемые **инженерные функции управления проектом** по всему жизненному циклу инвестиционного строительного проекта с представлением в **ИСОГД** необходимой информации согласно:

- ◆ нормативно установленному порядку формирования и ведения информационных моделей;
- ◆ утвержденным требованиям по структуре и форматам представления данных, содержащихся в передаваемых сведениях, документах и материалах.

## 1.2. Стандарты на процессы или правила организации работ

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 [17]:

- ◆ **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 те национальные стандарты, которые определяют **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.

Для полного понимания тех требований, которым должны отвечать создаваемые АС, обеспечивающие *функционирование внедряемых информационных систем и технологий информационного моделирования*, достаточно воспользоваться *Таблицей состава работ*, выполнение которых необходимо и достаточно для создания соответствующей заданным требованиям АС, а также *видов документации на созданную систему* (приводится в приложении 1).

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, разработке *требований по развитию системы*, необходима *стадия эскизного (верхнего уровня) проектирования* на основе информации о назначении и общей цели системы, ее внешней среде и ограничениях, допущениях и нефункциональных требованиях согласно *инновационной бизнес-модели развития предприятия*.

Такой эскизный проект может включать в себя концептуальные модели, спроектированные для иллюстрации содержания системы, сценариев использования, основных сущностей предметной области, данных, информации по административным регламентам, ограничениям и требованиям к рабочим процессам создаваемой системы, удобства взаимодействия предполагаемой системы и человека. Из этого определения следует, что такой эскизный проект необходим и по сути является аналогом технического задания (ТЗ) на создание АС, описанного в ГОСТ 34 и в приложении 1.

Более того, 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*,

Конец ознакомительного фрагмента.  
Приобрести книгу можно  
в интернет-магазине  
«Электронный универс»  
[e-Univers.ru](http://e-Univers.ru)