



# 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 *ВИМ/ТИМ* 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 ВИМ/ТИМ*.

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 ВИМ-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 **ВИМ-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 САПР-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 стандартизированных 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 *ВИМ-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 *ВИМ-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 *ВИМ-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**.

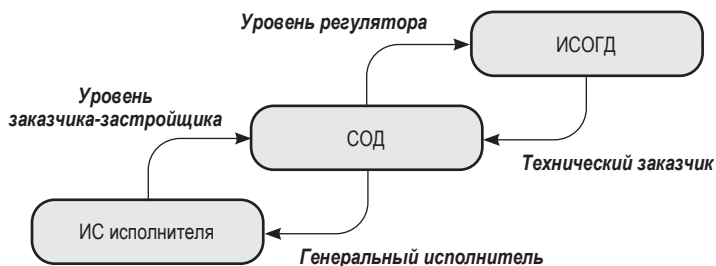
В настоящее время в целях совершенствования системы государственного регулирования строительной сферы отрабатывается эффективная **модель управления базовыми процессами создания объекта капитального строительства** («вход-выход») в цифровой среде обмена данными с **ответственностью государственного заказчика-застройщика** (спv-компания) 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 ВИМ-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 **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).

**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 (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.

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

- ◆  $[t_1, t_2]$  – 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 фазу: выполнение изысканий, разработка и *утверждение ПСД*, начало рабочего проектирования;
- ◆  $[t_2, t_3]$  – инвестиционная фаза: *оформление разрешительной документации*, начало строительства, выполнение строительно-монтажных работ на объекте, включая этап подготовки площадки;
- ◆  $[t_3, t_4]$  – 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;
- ◆  $[t_4, t_5]$  – 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 законченный строительством объект*, начало эксплуатационной фазы.

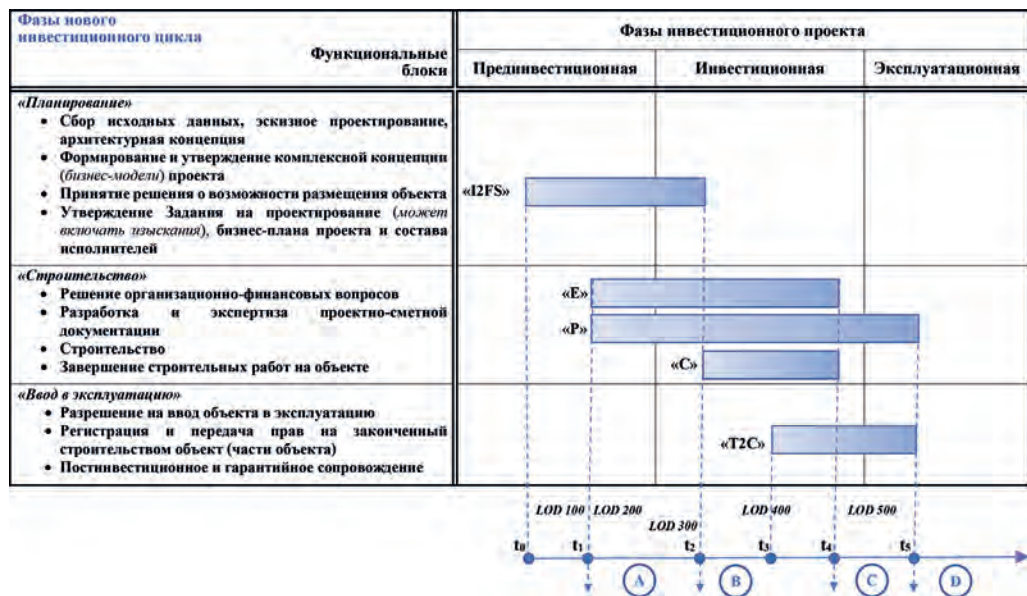


Рис. 2. Инновационная модель нового инвестиционного цикла

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*:

- ◆ **А** – задание на проектирование (включая изыскания) с пакетом исходно-разрешительной документации, в том числе для согласования архитектурно-градостроительного решения (при необходимости), модель уровня *LOD 200*;
- ◆ **В** – разрешение (уведомление о начале) строительства (*РС*) с комплектом утвержденной ПСД, модель уровня *LOD 300*;
- ◆ **С** – завершение строительства и подготовка объекта к вводу в эксплуатацию, получение заключения о соответствии (*ЗОС*), модель уровня *LOD 400*;
- ◆ **Д** – 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*:

- 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 [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 **инжиниринговые 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 государственными информационными ресурсами 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, комплектность 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 создаваемую 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**,

в том числе для **управления процессами администрирования системы** в службах информационных технологий (ИТ-отделах организаций).

**Информационное содержание единицы (части, блока) технологического процесса** определяется согласно универсальным типам документа в зависимости от цели документа, содержание которого представляется конкретным набором данных и алгоритмами их формирования. **Информационные единицы** могут быть объединены или подразделены по мере необходимости в проектных или организационных целях.

**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.

Требования делятся на **функциональные** и **нефункциональные**.

Под функциональными требованиями понимаются требования к функциям системы в целом. Нefункциональные требования содержат в себе спецификации, которые непосредственно не относятся к функциям, выполняемым системой, но имеют значение **характеристик качества** для эксплуатации и сопровождения данной автоматизированной системы.

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.

Иерархия документов стандартизации **для перехода к цифровым моделям и внедрению технологий информационного моделирования** в системах менеджмента

для организаций – участников инвестиционных строительных проектов представлена на рис. 3.

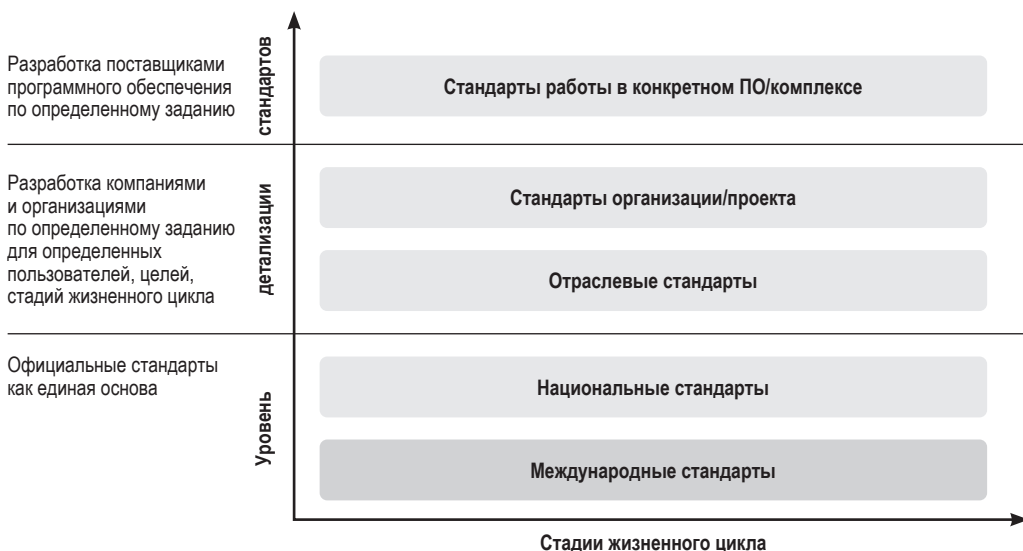


Рис. 3. Схема иерархии документов стандартизации для перехода на цифровые технологии в системах менеджмента на предприятии

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**.

### 1.3. Основы системной интеграции и обмена данными в цифровом формате. Цифровой документооборот

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.

Таким образом, 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.

Этот принцип «проектных групп» работает как для организаций, являющихся подрядными исполнителями определенных видов работ при планировании и реализации инвестиционных строительных проектов, так и для заказчика-застройщика, на котором лежит ответственность за выполнение проекта в целом. **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 **ОКС** в рамках государственного заказа и соответствовать **уровню зрелости (развития) использования технологий информационного моделирования BIM Level 2** [36].

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)**, который требует полной совместимости цифровой информационной модели (**BIM 3D**) со всей проектной информацией, включая управление активами, документацией и электронными данными.



В 2016 году была сделана первая попытка в рамках работ по подготовке Национального стандарта ГОСТ Р 57295–2016 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 капитально-го 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.**

Растущая скорость проникновения цифровых технологий в современную экономику сегодня диктует новые требования к определению цифровой зрелости и готовности к работе в **BIM Level 2** участников инвестиционных строительных проектов.

С этих позиций попробуем скорректировать предложенные в Национальном стандарте **уровни внедрения BIM**, определяющие возможности совместной работы, исходя из технической и программной оснащенности, описания используемых процессов, инструментов и методов.

**Уровень 0, 2D САПР** – работа с бумажным или электронным документом в формате PDF как наиболее вероятным для обмена в электронной форме. Управление осуществляется через функционал согласования подготовленных проектов документов для разрешения противоречий, управляемая среда для совместной работы отсутствует. Математическое моделирование применяется при решении отдельных специализированных расчетных задач.

**Уровень 1, 2D или 3D САПР** – работа с инструментарием обеспечения совместных работ; используется общая среда передачи данных, возможны к применению некоторые структуры и форматы данных по установленным стандартам. Данные математического моделирования при решении специализированных расчетных задач передаются в виде электронных или бумажных отчетов, подготовленных в ручном режиме. Осуществляется автономное управление коммерческими данными, финансами и программами управления затратами без их интеграции.

**Уровень 2, 3D BIM** – работа по отдельным дисциплинам с использованием инструментов информационного моделирования в среде общих данных, отслеживание и управление изменениями на основе сводной информационной модели. Возможна интеграция и передача данных из специализированных расчетных программ, основанных на методах математического моделирования. Обмен и управление данными по установленным стандартам, **проверка на коллизии**. Использование сервисных цифровых платформ, **внедрение цифрового документооборота**.

**Уровень 3** – полностью открытый процесс и интеграция данных с поддержкой обмена данными между расчетными программами САПР-системы в единой модели с помощью сервера, который обеспечивает управление данными и вычисления по заданным алгоритмическим процедурам.

**Уровень 4** – полная двунаправленная интеграция систем компьютерного инжиниринга на основе информационного моделирования в рамках вычисляемой среды с использованием моделей искусственного интеллекта и других цифровых инструментов, основанных на методах математического моделирования.

Будем считать, что уровни 3 и 4 на **основе широкого применения методов компьютерного инжиниринга** – это следующий этап в технологическом развитии отрасли. Сегодня необходимо подготовиться и освоить **Уровень 2, 3D BIM (BIM Level 2)** с использованием в основном отечественного ПО, с формированием **цифровых платформенных программно-технических комплексов, отраслевых цифровых платформ обмена информацией и управления данными** для достижения поставленных целей при планировании и реализации градостроительных решений и строительных программ.

Решение поставленной задачи – подготовиться и освоить **Уровень 2, 3D BIM** – во многом зависит от наличия и развитости **инструментальной цифровой инфраструктуры**, основу которой составляет программный или программно-аппаратный комплекс (вычислительная среда), предназначенный для ускоренного **внедрения и развития сквозных технологий работы с данными**, обеспечивая обработку больших объемов информации, выполнение расчетных задач и **управление данными путем предоставления предопределенных типовых функций и документированных интерфейсов**, а также инструментария разработки и отладки программных или программно-аппаратных средств прикладного назначения.

Как технологическая основа для интеграции и обмена данными в цифровом формате, **отраслевая цифровая платформа** представляет собой **автоматизированную систему** для накопления, обмена и управления данными в структурированном виде, а также для вызова бизнес-функций с подключенными к ней через технологические интерфейсы информационными системами участников платформы.

**Правила и порядок обмена информацией с использованием платформы** (а значит, и интерфейсы взаимодействия – API, и структуры баз данных) определяются отраслевым регулятором на основе **эталонной отраслевой модели данных и эталонного описания процессов отрасли**, которые, в свою очередь, являются производными от **отраслевой онтологической модели**.

В качестве такой функциональной модели будем использовать представленную выше **Инновационную модель базовых процессов для обеспечения сквозного непрерывного инвестиционного цикла создания объекта капитального строительства** (рис. 2).

Временная ось и ее описание могут быть использованы для построения отраслевой цифровой платформы, которая обеспечивает так называемую «горизонтальную» интеграцию информационных систем участников рынка в заданной отрасли экономики. При этом подключаться к платформе могут как информационные системы отдельных субъектов экономики, так и **прикладные цифровые платформы**, которые выступают в роли агрегаторов информационных потоков **цифрового документооборота** от значительного числа независимых участников рынка.

**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, завершенных 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.