

УДК 004.02
ББК 32.97
Б32

Бачурина С. С.

Б32 Информационное моделирование: методология использования цифровых моделей в процессе перехода к цифровому проектированию и строительству. Ч. 2: Переход к цифровому проектированию и строительству. Методология. – М.: ДМК Пресс, 2021. – 128 с.

ISBN 978-5-97060-994-1

Эта книга из трех частей о том, как технологии информационного моделирования меняют бизнес-среду градостроительной деятельности.

Первая часть книги «Цифровой проектный менеджмент полного цикла в градостроительстве. Теория» представляет компиляцию в простой интуитивно понятной форме базовых идей науки проектного управления и методологии моделирования из области прикладной математики.

Вторая часть книги «Переход к цифровому проектированию и строительству. Методология» базируется на изложенном в первой части книги инновационном подходе формирования организационно-правовой модели планирования и реализации инвестиционного строительного проекта «под ключ» с учетом полного жизненного цикла объекта капитального строительства. В ней представлены цифровые профили стандартизированных бизнес-процессов в виде связанных функциональных задач заказчика-застройщика, генерального исполнителя проектных, изыскательских и строительных работ, рекомендуемые в целях достижения требуемого уровня их цифровизации и взаимодействия в едином информационном пространстве, обеспечивая сквозной управляемый цикл создания и ввода в эксплуатацию объекта недвижимости.

По сути, это руководство к действию для деловых людей, так как форма изложения материала, используемые список терминов и определений, ссылки на нормативную базу дают системное представление заложенного в BIM потенциала для инновационного развития строительной отрасли.

Книга освещает принципы, заслуживающие внимания как студентов учебных заведений, нацеленных на предпринимательскую деятельность и карьерный рост, так и любого мыслящего руководителя, желающего повысить эффективность своей работы и получать огромное удовлетворение, сопровождающее успех его предприятия.

Сегодня в условиях всеобщей экономической цифровой трансформации есть необходимость в доброжелательном, реалистичном, ответственном подходе к бизнесу и жизни, потому эта книга полезна для многих тех, кто не считал, что нуждается в каких-либо уроках.

УДК 004.02
ББК 32.97

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

ISBN 978-5-97060-994-1

© Бачурина С. С., АО «Нанософт», 2021
© Оформление, издание, ДМК Пресс, 2021

Содержание

ПРЕДИСЛОВИЕ	5
Глава 1. Общие требования к информационному моделированию и представлению результатов в цифровом формате	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
Глава 2. Цифровая среда заказчика-застройщика	29
2.1. Базовые процессы	29
2.2. Стандарты взаимодействия с генеральными исполнителями	37
2.3. Рекомендации по переходу на цифровые технологии	37
Глава 3. Цифровая среда генерального исполнителя проектных работ	43
3.1. Базовые процессы	45
3.2. Стандарты описания результатов в цифровом формате.....	49
3.3. Рекомендации по переходу на цифровые технологии	53
Глава 4. Цифровая среда исполнителя генерального строительного подряда	57
4.1. Базовые процессы	59
4.2. Стандарты описания результатов в цифровом формате.....	65
4.3. Рекомендации по переходу на цифровые технологии	67
Заключение. Цифровизация – главный драйвер, стимулирующий качественное развитие строительной отрасли	71
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	75

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	80
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)	91
Приложение 4. Сокращения наименований разделов, подразделов проектной документации для объектов капитального строительства	96
Список терминов и сокращений	97
Библиографический список	121

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 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.

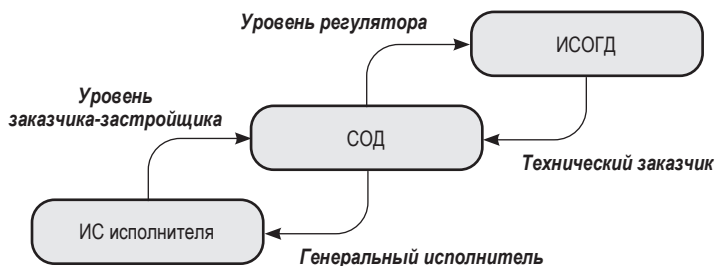


Рис. 1. Концептуальная трехуровневая структура отраслевой цифровой информационной экосистемы

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 осуществлению 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.

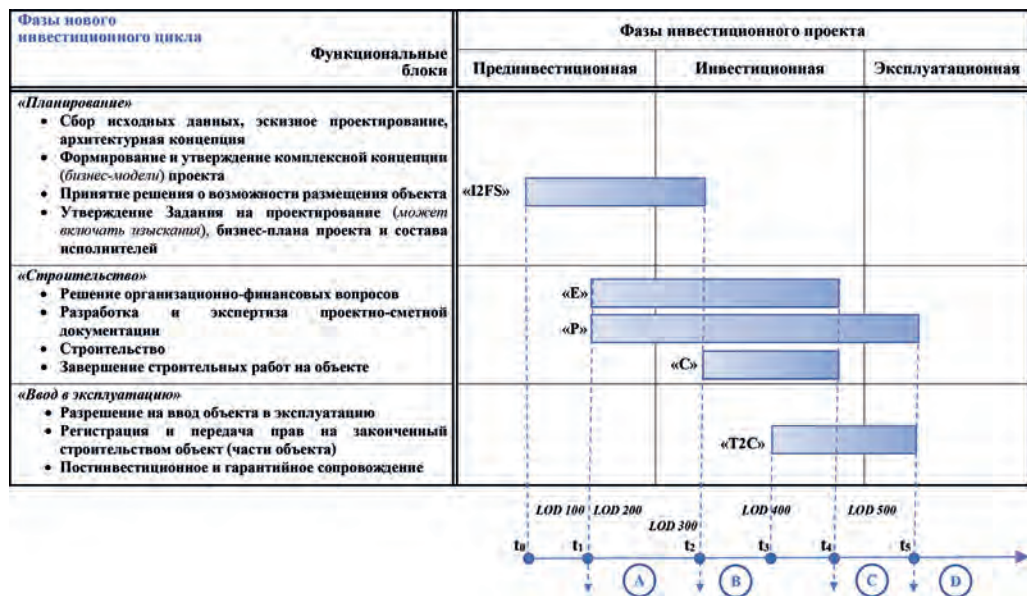


Рис. 2. Инновационная модель нового инвестиционного цикла

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.

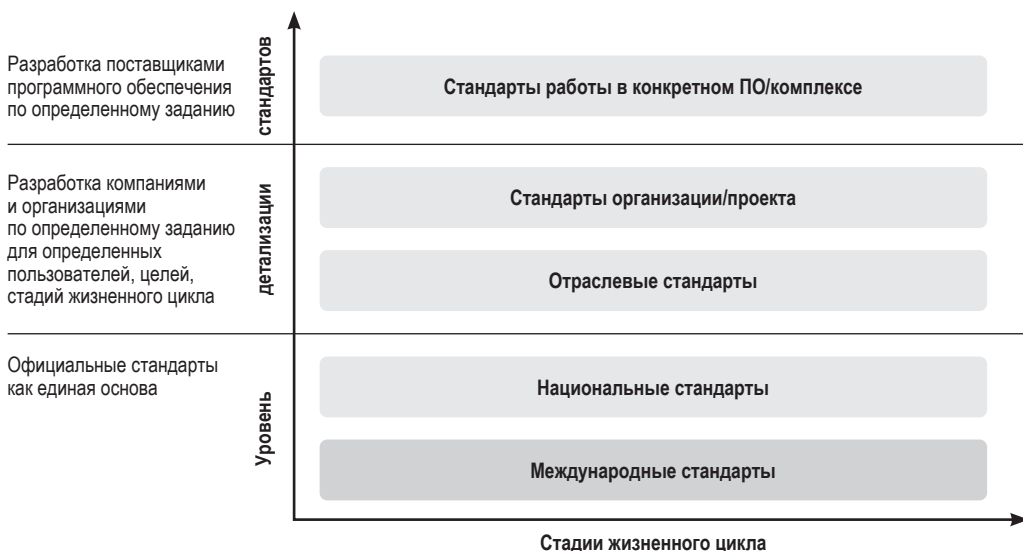


Рис. 3. Схема иерархии документов стандартизации для перехода на цифровые технологии в системах менеджмента на предприятии

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.