



К вопросу о цифровизации строительства на основе принципов детализации информационной модели

В статье рассматриваются возможности управления данными информационной модели объекта капитального строительства (ИМ ОКС), которые основываются на принципах соответствия заданным уровням детальной проработки (УДП) и наполнения информацией (УНИ) информационной модели (ИМ) в рамках используемой технологии информационного моделирования (ТИМ). Показано, как можно использовать шаблоны требований к ИМ для типовых бизнес-процессов, а также обосновывается экономическая эффективность и информационная безопасность применения предлагаемой методологии УДП/УНИ.

В настоящее время правовая база российской строительной отрасли изменяется с целью преодоления сложной геополитической ситуации и решения задач, которые ставят перед отраслью Президент и Правительство страны. Расширено понятие градостроительной деятельности, которое теперь включает комплексное развитие территорий и их благоустройство. Размещение ОКС неразрывно связано с деятельностью по планировке территорий, повышению требований к разработке и переводу в электронный вид соответствующих документов. Мы находимся на новом этапе развития, причем цели отечественной цифровизации весьма амбициозные. Основным технологическим отличием отечественных решений в этой области является принцип вертикальной интеграции и обязательное взаимодействие с государственными и отраслевыми информационными системами (ГИС), создание автоматизированных платформенных решений и систем для управления данными. Развитию технологических особенностей создаваемой национальной системы цифровизации строительной отрасли способствуют последние законодательные новации в сфере градостроительной деятельности, ориентированные на комплексный подход и более полное раскрытие используемых понятий и механизмов управления в сфере градостроительной деятельности, а также инструментов, предназначенных для выбора наиболее эффективных решений. Это прямой путь к полноценным цифровым двойникам (ЦД) городов и регионов, столь востребованным для постановки и решения задач устойчивого социально-экономического развития регионов, формируемых агломераций и страны в целом.

В Градостроительном кодексе Российской Федерации (ГрК РФ) [1] ИМ ОКС определяется как совокупность взаимосвязанных сведений, документов и материалов, формируемых в электронном виде на этапах выполнения инженерных изысканий, архитектурно-строительного проектирования, строительства, реконструкции, капитального ремонта, эксплуатации и (или) сноса ОКС. Постановлением Правительства Российской Феде-

рации №1431 от 15.09.2020 г. (ПП РФ №1431) [2] были введены правила формирования, ведения и определен состав ИМ ОКС. Однако с 1 марта 2023 года ПП РФ №1431 прекратило свое действие. Ситуация с отмененными правилами доказывает необходимость и требует более глубокого понимания определения ИМ ОКС в ГрК РФ с учетом проводимой системной цифровой трансформации в градостроительстве.

Практика применения BIM, отработанная на этапе проектирования ОКС, показала, что в рамках действующего определения ИМ ОКС обеспечение «взаимосвязанности сведений, документов и материалов» нуждается в дополнительном инструментарии для работы с данными ИМ ОКС, а также требуются более широкое понятие и описание состава

фицированными данными ГИС. Но ставя такую задачу, надо понимать, что именно в этом кроется причина повышения сложности и стоимости всей системы управления данными такой ИМ. Поэтому нужен дифференцированный подход при выделении необходимого и достаточного объема данных ИМ.

Этот подход, в первую очередь, должен быть основан на экономической эффективности применения ИМ для различных пользователей. Следует понимать, что работы по формированию и ведению ИМ на каждом этапе ее ЖЦ оплачивает юридическое лицо, являющееся реальным владельцем (бенефициаром) ИМ. Номинальный владелец или формальный собственник ИМ на каком-либо этапе ЖЦ заинтересован лишь в снижении собственных затрат, что не всегда

Основным технологическим отличием отечественных решений в этой области является принцип вертикальной интеграции и обязательное взаимодействие с государственными и отраслевыми информационными системами (ГИС), создание автоматизированных платформенных решений и систем для управления данными

данных объекта информационного моделирования (ОИМ), где под ОИМ подразумевается любое сочетание процессов природного и антропогенного характера, приводящее к созданию ОКС и используемое при эксплуатации здания, строения, сооружения. Единство и связанность данных на всех этапах жизненного цикла (ЖЦ) объектов информационного моделирования в самой ИМ можно обеспечить на основе единых правил формирования баз данных, структурированных через ИМ. Это важнейшее преимущество в работе, в том числе при обеспечении вери-

отвечает интересам реального владельца, в том числе относительно уровня сохранности данных ИМ. Именно поэтому необходим дифференцированный подход к управлению данными и одновременно контроль затрат с помощью ИМ.

В настоящее время проблема структурированного разделения данных ИМ не имеет регламентированного решения: каждый пользователь (не всегда реальный владелец) решает ее по-своему, ориентируясь на приближенные значения. При этом не помогают решению данной про-

блемы и некоторые своды правил, например, СП 333.1325800.2020 [3], где введено новое понятие – «уровни проработки цифровых информационных моделей». Структуризация данных ИМ через механизм LOD / LOI или «уровни проработки цифровых информационных моделей» не имеет конкретной методологии применения на практике через соответствующие цифровые сервисы, пока он слабо реализован в предлагаемом отечественном ПО для информационного моделирования, и это лишь одна проблема процесса цифровизации строительной отрасли.

Другой проблемой процесса цифровой стройки является безопасность данных ИМ, которая порой не учитывается из-за несовершенства используемых международных схем структуризации, а также из-за места хранения этих данных (облака) и доступа к ним. Проблемы информационной безопасности рассматривались еще в 2021 году, предшествующем началу специальной военной операции (СВО), в статье «Открытая халява и бесплатный сыр» [4]. Сегодня, в условиях противостояния «коллективному Западу», незащищенность данных, например, по критической инфраструктуре, это прямая угроза и любому процессу информационного моделирования, и его результату – ОИМ. Защищать данные и процессы управления ими проще и надежнее, когда эти данные и процессы выделены в структурированные блоки ИМ с использованием уровней детальной проработки и наполнения информацией, соответствуя установленным в нормативно-правовом поле этапам жизненного цикла объекта капитального строительства.

Споры о практической пользе давно известного механизма LOD и LOI идут давно. Приводить ссылки на материалы, в которых обсуждались вопросы практической пользы этого механизма, не имеет смысла, так как в этих спорах не родилась истина.

От теории к практике каждый шел своим путем без учета глубокого понимания специфики процессов проектирования и строительства. Мы, как и западные специалисты, пошли

по пути классификации компонентов ИМ, что привело к проблемной ситуации с существующим ныне классификатором строительной информации (КСИ). Но есть варианты и проще и лучше, к тому же решающие ряд проблем, доставшихся нам в наследство от западной концепции BIM-моделирования. Первой ласточкой можно считать патент на изобретение, выданный ООО «Газпром проектирование», где впервые был применен способ разделения ИМ на дочерние копии, упрощающий управление данными и обеспечивающий информационную безопасность и эффективность ИМ [5]. В этом направлении движется и отечественный вендор в области информационного моделирования «СиСофт Девелопмент», который в начале 2022 года предложил определения понятий уровней детальной проработки и насыщения информацией ИМ для достижения конечной цели – формирования цифровых двойников ОКС и в более широком смысле ОИМ. Эти определения опубликованы в проекте терминологического стандарта, размещенного в числе прочих проектов ГОСТ Р ЕСИМ «Термины и определения» [6].

Настоящая статья является логическим продолжением этой работы. Но «СиСофт Девелопмент» не одинока в поисках эффективности ТИМ. Так, в декабре 2022 года ООО «БИМПРО» также выступило с предложением ввести некий российский классификатор детализации моделей ОКС [7].

Механизм разделения ИМ по уровням графической и информационной детализации должен обеспечивать соблюдение требований нормативного правового акта [1], в котором в качестве основного условия указана взаимосвязанность сведений, документов и материалов. **Фактически ИМ разделяется на наборы компонентов из разных УДП, каждый из которых может использовать один или несколько заранее регламентированных УНИ.** Структуризация ИМ и каждого из ее компонентов связывается системой гиперссылок/тегов, обеспечивающих принцип сохранности данных ИМ при любых комбинациях компонентов. Здесь возникает вопрос практической реализации

этого принципа с определением требуемой комбинации наборов компонентов УДП/УНИ для выполнения моделируемого бизнес-процесса. Для этого необходимый набор компонентов УДП/УНИ выделяется в самостоятельную (дочернюю) ИМ с последующим ее возвратом в первоначальную (материнскую) ИМ. **Фактически необходим универсальный и стандартизированный механизм компоновки дочерних ИМ с кодированием действий по управлению их данными, ориентированный на внутреннее устройство материнской ИМ с учетом сценария ее применения.** Эта работа может выполняться вручную или быть автоматизирована в соответствии со стандартизованными видами бизнес-процессов, но в любом случае контроль данных материнской и дочерних ИМ должен оставаться за «электронным диспетчером» в системе управления данными (СУД) [6].

Необходимые пояснения даны, и теперь можно переходить к раскрытию принципа уровней детальной проработки и наполнения информацией ИМ и ее выделенных дочерних копий. Также мы рассмотрим, чем они отличаются от известных LOD и LOI, как формируются на их основе шаблоны требований, в чем заключается экономическая эффективность и информационная безопасность их использования.

Уровни детальной проработки

УДП – уровень детальной проработки информационной модели – это набор требований, определяющий полноту проработки ИМ. УДП задает минимальный объем геометрических/пространственных и атрибутивных данных, необходимых для решения задач информационного моделирования и формирования ИМ на конкретном этапе ЖЦ ОИМ. При отображении УДП как компонента ИМ вводится градация цветовой гаммы.

Основное отличие УДП от LOD – регламентированный перечень УДП согласно российскому техническому законодательству с градацией от «0» до «99». Таким образом, для каждого



УДП мы получаем сто заранее регламентированных подуровней, которые содержат не только градации всех разделов проектной документации и требования к их содержанию по ПП РФ №87 от 16.02.2008 г. [8], но и типовые требования к моделированию бизнес-процессов всех этапов ЖЦ ОИМ. В комплекте с УНИ мы получаем максимально эффективный работающий компонент – выделенную/дочернюю копию ИМ с минимальным набором данных, что позволяет разгрузить аппаратную часть устройств формирования и ведения ИМ. При этом владельцы ИМ получают стандартизированные минимальные шаблоны требований, обеспечивающие эффективное использование средств для формирования и ведения ИМ.

Уровни наполнения информацией

УНИ – уровень информационного наполнения ИМ – это типовый набор требований, определяющий полноту наполнения ИМ данными для соответствующего УДП. УНИ содержит тот объем атрибутивных данных, подготовленный для загрузки в системы заказчика или владельца, который соответствует требованиям при проверке в целях дальнейшего использования для выполнения конкретной задачи компонентом ИМ. УНИ формируется и ведется в течение всего ЖЦ ОИМ, а минимальный уровень определяется нормативами и требованиями заказчика или владельца ИМ.

Данные УНИ подразделяются на два типа – «краткосрочного» и «долгосрочного» хранения. Решение, какие данные являются данными краткосрочного хранения, принимается на основе нормативов требований заказчика или владельца ИМ.

Структурирование информационной модели

Структурирование ИМ на основе УДП/УДН осуществляется преимущественно на этапе проектирования. ИМ выполняется с необходимыми уровнями для последующей провер-

ки выполнения требований к ИМ для моделирования и реализации задач на этапах ЖЦ ОИМ.

Прежде всего, УДП/УНИ регламентируются минимальными требованиями к обеспечению ГИС и в соответствии с требованиями нормативных документов. УДП/УНИ группируются по видам ОИМ в форме типовых шаблонов требований в стандарте или в нескольких стандартах с рабочим названием «Уровни детальной проработки и наполнения информацией ИМ». Эти стандарты необходимо разработать на основе НИР или в рамках выполнения пилотных проектов с учетом настоящих предложений.

Шаблоны требований предназначены для составления технических заданий (ТЗ) для формирования и ведения ИМ, стандартизации основных процессов управления данными и обеспечения безусловного обмена данными с внешними информационными системами. При составлении ТЗ возможно использование типового комплекта шаблонов требований с добавлением отдельных положений УДП/УНИ.

Шаблоны требований

Шаблоны требований регламентируются как заранее составленные комплекты кодов УДП/УНИ по нормативным требованиям и под конкретные задачи ОИМ владельца, заказчика или уполномоченного государственного органа. Требования могут быть регламентированы в отраслевых или ведомственных документах. ИМ должна изначально содержать уровни УДП, указанные в ТЗ как комплект кодов, который представляет собой заранее регламентированную структуру ИМ по УДП/УНИ.

Пример №1. Передача локальной (дочерней) копии ИМ с шаблонами в требуемых объемах УДП/УНИ и формате для пожарного расчета при тушении пожаров в случае отсутствия интернет-связи с веб-приложением.

УНИ классифицируются для шаблонов требований в виде уровней регламентированного содержания

данных. Классификация по уровням требований может происходить в соответствии с существующими нормативами, а также задачами, поставленными заказчиком (владельцем) для его бизнес-процессов.

Базовым УНИ является уровень «0» – это минимальный уровень информации, которого требуют нормативные документы с расширением информативного наполнения по уровням, начиная с уровня «1» и далее по ТЗ заказчика или других пользователей ИМ. УНИ должны иметь вложенную структуру, когда более высокие уровни в обязательном порядке содержат всю информацию предыдущих.

Это дает возможность пользоваться необходимой геометрической/пространственной и атрибутивной информацией при сборке дочерней ИМ, исключает возможность повреждения данных материнской ИМ, а также обеспечивает конфиденциальность данных в соответствии с групповой политикой доступа [6].

Пример №2. В ИМ ОИМ электродвигателя, как приобретаемого оборудования заводского изготовления, по требованию заказчика можно заложить максимальные значения УДП/УНИ. В свою очередь, дочерняя ИМ для производителя монтажных работ этого двигателя может иметь минимальные данные, содержащие лишь требования сопряжения электродвигателя со станком и пускозащитной аппаратурой. Для дочерней ИМ приобретения и доставки этого электродвигателя нужны лишь массогабаритные транспортные характеристики (с упаковкой для логистики), цена и срок поставки (для проведения тендерных процедур) или комплектация и наличие шефмонтажа (для пуска-наладки) и т.д.

Таким образом, наличие в ИМ возможностей формирования и выделения дочерних ИМ для выполнения различных бизнес-процессов при работе с одной из ТИМ и возврата их в материнскую ИМ позволяет избежать потери данных, обеспечить оптимальный уровень управления ими и их конфиденциальность. Готовые шаблоны для включения в ТЗ к договору на строительство обеспечат

снижение затрат владельца ИМ на ее формирование и ведение, а также стандартизированное взаимодействие с внешними потребителями данных ИМ.

Внешний и внутренний обмен данными ИМ, связь с классификатором строительной информации

Материнская ИМ является основным хранилищем данных. Дочерние версии ИМ, создаваемые для различных целей и задач, должны иметь систему гиперссылок/тегов, обеспечивающих принцип сохранения данных в материнской ИМ при действиях с данными, структурированными на основе УДП/УНИ, при выделении компонента в дочернюю ИМ, а также представлении данных за внешний периметр информационного пространства, например, в систему ГИСОГД, как указано в ПП РФ №1558 от 28.09.2020 г. [9], или при обмене данными с другими внешними системами, в том числе и отраслевыми.

В ГрК РФ Классификатор строительной информации определяется как информационный ресурс, распределяющий информацию об объектах капитального строительства и ассоциированную с ними информацию в соответствии с ее классификацией (классами, группами, видами и другими признаками) для всего ЖЦ ОКС.

Существующий КСИ [10], построенный на основе целей и задач проектирования и строительства, мало отвечает требованиям распределения информации на этапе эксплуатации с учетом требований по использованию здания (строения, сооружения), других природно-антропогенных ОИМ по их предназначению для обеспечения процессов формирования и эксплуатации соответствующих ИМ. При этом существующий КСИ также слабо применим для подготовки и решения градостроительных задач при комплексном развитии и благоустройстве территорий.

Задачи КСИ, так как они указаны в ГрК, за счет применения шаблонов требований на основе УДП/УНИ будут значительно конкретнее и эффективнее

в реализации их на практике. Более того, возможен параллельный процесс – упрощение существующего КСИ на основе принципа, заложенного в шаблоны требований.

Необходимость разработки стандартов УДП/УНИ

Стандарт или несколько стандартов с рабочим названием «Уровни детальной проработки и наполнения информацией ИМ» должны обеспечить внутреннюю и внешнюю interoperability данных ИМ за счет создания требований к структуре типовых (унифицированных) процессов управления данными. Например, для государственных заказов состав стандарта должен содержать минимальные шаблонные требования к обеспечению типовых бизнес-процессов по типовым ОИМ для задач градостроительной деятельности, для обмена данными с государственными и коммерческими информационными системами.

При этом нормирование шаблонных требований обеспечит унификацию понимания структуры ИМ и оптимизацию затрат ее владельца, что очень важно при составлении ТЗ.

Государственные информационные системы (ГИС)

В настоящее время происходит бурный рост ГИС, и каждое ведомство называет свою ГИС «единым информационным пространством». Сейчас этих «единых пространств» насчитывается больше тридцати, и пока что их хаотический рост сдерживается структурами типа «Единой системы межведомственного электронного взаимодействия» (СМЭВ) или «Единого портала государственных и муниципальных услуг (функций)» (ЕПГУ или кратко – Госуслуги). Очередная «Единая цифровая система управления строительной отраслью и ЖКХ» создается в соответствии со «Стратегией развития строительной отрасли и ЖКХ РФ на период до 2030 года с прогнозом до 2035 года» [11].

Амбиции в области цифровизации способствуют движению вперед, а реальные возможности цифровых технологий уже сейчас предполагают дальнейшую модификацию ТИМ в технологии цифровых двойников (ТЦД), которые будут использовать информационную базу, состоящую из множества ИМ. Принцип построения ТИМ на основе УДП/УНИ, в отличие от существующих технологий, позволит выполнять эти требования не только для ИМ, но и для будущих ЦД. Причем ориентир в виде определения ЦД уже задан в РП РФ № 3268-р от 31.10.2022 г. [11], где указано, что «цифровой двойник ОКС – это синхронизированная цифровая копия ОКС, представляющая собой виртуальную модель, воспроизводящую форму оригинального объекта и все характерные для такого оригинала процессы, что позволяет однозначно идентифицировать все исторические изменения, выполненные для объекта-оригинала, а также прогнозировать жизненный цикл копируемого объекта». ЦД города будет обеспечивать характерные процессы для города, состоящего из множества ОИМ с разными целями и задачами. Поэтому накопление ИМ различных городских ОИМ с использованием стандартизированных УДП/УНИ позволит в будущем собирать ЦД под любые ГИС и любые характерные и нехарактерные процессы. При этом можно будет объединять ИМ различных ОИМ, например, завода, кинотеатра, жилых домов, коммунальной, энергетической и транспортной инфраструктуры, привязывать их к территории на основе геометрических/пространственных данных. Понятно, что для этого уже сегодня необходимо закладывать теоретическую и практическую основу.

Практическая реализация

Дифференцированный подход к управлению данными предлагается реализовать следующим образом.

Задачей владельца ИМ на различных этапах жизненного цикла ИМ ОКС является закрепление ответственных за формирование и ведение ИМ. Далее, в зависимости от стоимости, а также



с учетом требований к безопасности следует выделить необходимые уровни детализации ИМ, удовлетворяющие требованиям и задачам заказчика (владельца) ИМ, разработать шаблоны требований для включения их в договоры. Эту работу необходимо проводить для различных типов объектов (линейных, гражданских, производственных и т.д.). Интеграции с зарубежными программными продуктами (ПП) и ИМ, созданными на их основе, принцип УДП/УНИ не мешает. Отечественные ПП, предназначенные для формирования ИМ и организации внедрения ТИМ, уже во многом приспособлены к реализации принципа УДП/УНИ, а дальнейшее совершенствование в этом направлении позволит получить максимальную выгоду.

Заключение

Большой объем данных ИМ, накапливаемых в течении ЖЦ ОИМ, вызывает не только сложности в работе с ИМ, но и ведет к рискам потери (повреждения) данных. Предлагаемый принцип УДП/УНИ позволяет иметь гарантированный дубликат данных.

Для организации работы по ЖЦ ОИМ из шаблонов требований УДП/УНИ выстраиваются унифицированные сценарии и сценарные матрицы схем управления данными бизнес-процессов, что позволит использовать данные ИМ в будущих ЦД в необходимом объеме.

Использование принципа шаблонов требований УДП/УНИ положительно скажется на эффективности, безопасности и автоматизации процессов информационного моделирования, обеспечит возможность взаимодействия с внешними информационными системами.

Необходимая регламентация шаблонов требований обеспечит удобство работы с ИМ, снизит уровень несогласованности при составлении ТЗ, сократит затраты на цифровизацию и обеспечит плавный переход к цифровой стройке и эффективному использованию ИМ на этапе эксплуатации. В самой недалекой перспективе

этот принцип управления данными обеспечит опережающее развитие отечественных технологий по сравнению с ведущими мировыми вендорами.

Еще одной особенностью предложенного принципа является возможность защиты данных от недружественных действий со стороны, особенно в отношении объектов критической инфраструктуры.

Предложенная в этой статье система решения задач цифровизации строительства, несмотря на простоту, нуждается в четкой проработке требований для каждого уровня и каждой отрасли с выделением типовых бизнес-процессов. Для этого предлагается объединить усилия заинтересованных федеральных органов исполнительной власти, как минимум, Минстроя и Минпромторга России, чтобы выполнить ряд НИР/НИОКР по доработке и внедрению предложенного подхода. Для этого можно использовать возможности недавно созданного механизма системы индустриальных центров компетенций по замещению зарубежных отраслевых цифровых продуктов и решений (ИЦК) и центров компетенций по развитию российского общесистемного и прикладного программного обеспечения, необходимого для замещения зарубежных аналогов (ЦКР).

Литература

1. Градостроительный Кодекс РФ (с изменениями на 19 декабря 2022 года) (редакция, действующая с 30 декабря 2022 года).
2. Постановление Правительства РФ от 15 сентября 2020 года № 1431 «Об утверждении Правил формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства, состава сведений, документов и материалов, включаемых в информационную модель объекта капитального строительства и представляемых в форме электронных документов, и требований к форматам указанных электронных документов, а также о внесении изменения в пункт 6 Положения о выполнении инженерных изысканий для подготовки проектной документации,

строительства, реконструкции объектов капитального строительства».

3. Приказ Минстроя России от 31.12.2020 года № 928/пр «Об утверждении СП 333.1325800.2020 «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла».
4. Открытая халява и бесплатный сыр. URL: <https://d-russia.ru/otkrytaja-haljava-i-besplatnyj-syr.html>
5. Способ и система информационного моделирования бизнес-процессов жизненного цикла производственного объекта/ патент РФ №2686006.
6. Новые проекты стандартов ЕСИМ разработала «СиСофт Девелопмент». URL: https://www.csoft.ru/press/news/newsrelease_20220126.html
7. БИМПРО предлагает ввести собственный классификатор детализации моделей ОКС для России. URL: <https://notim.ru/news-partners/136/>
8. Постановление Правительства РФ от 16 февраля 2008 года № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию».
9. Постановление Правительства РФ от 28 сентября 2020 года №1558 «О государственной информационной системе обеспечения градостроительной деятельности Российской Федерации».
10. Классификатор строительной информации. URL: <http://ksi.faufcc.ru/>
11. Распоряжение Правительства РФ от 31 октября 2022 года №3268-р «Об утверждении «Стратегии развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом до 2035 года».

Михаил Бочаров

исполнительный директор
АО «СиСофт Разработка», к.т.н.

Светлана Бачурина

ответственный секретарь экспертного совета по строительству, промышленности, строительным материалам и проблемам долевого строительства при Комитете ГД РФ по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству, д.э.н.

Сергей Еропуло

директор по повышению эффективности проектирования АО «НИПИГАЗ»