
О нормативном регулировании и перспективах применения технологий информационного моделирования при планировании комплексного развития территорий

В.А. Волкодав, И.А. Волкодав

Научно-инженерный центр цифровизации и проектирования в строительстве

Аннотация: Рассматривается отечественный, зарубежный и международный опыт применения технологий информационного моделирования (ТИМ) и его нормирования при планировании комплексного развития и информационном моделировании территорий. Анализ мировой практики нормирования применения ТИМ при планировании комплексного развития и информационном моделировании территорий выявил отсутствие единых подходов и системного представления в части разработки нормативно-технической документации в рассматриваемой предметной области. По результатам анализа и обобщения мировой практики разработаны рекомендации и предложения по разработке и актуализации национальных стандартов и сводов правил в части применения ТИМ при планировании комплексного развития и информационном моделировании территорий.

Ключевые слова: информационное моделирование, комплексное развитие территорий, технические нормы, нормативно-техническая документация

Реализация механизма комплексного развития территорий (КРТ) направлена на системное и эффективное обновления городских территорий, повышение эффективности их использования, развитие инфраструктуры, ликвидацию фонда аварийного жилья и обновление территорий, утративших актуальность и планировавшийся в советские годы функционал.

Среди основных проблем реализации КРТ специалисты особенно отмечают проблему неполноты и несогласованности информации на этапе сбора исходных данных, определяющих качество и успешность проекта КРТ на всех будущих этапах его жизненного цикла (ЖЦ). Кроме экономической эффективности проектов КРТ, важен также системный социальный эффект от их реализации в масштабах от района до города и региона.

Эффективность решения таких многопараметровых задач, как проектирование (планирование) КРТ, может быть повышена с помощью применения технологий информационного моделирования (ТИМ). Нормирование применения ТИМ в России распространяется прежде всего на

объекты капитального строительства (ОКС) и на цифровое моделирование местности (разработка инженерных цифровых моделей местности – ИЦММ). Вместе с этим, на разных уровнях государственного и муниципального управления, достаточно давно для задач администрирования и ЖКХ эффективно применяются геоинформационные системы (ГИС), а за рубежом и последнее время в России активно упоминается «Информационная модель города» (City Information Model - CIM), определяемая, как конвергенция информационного моделирования зданий (Building Information Modeling - BIM) и геоинформационных систем (Geographic Information System - GIS).

В отечественной нормативной базе отсутствуют нормативно-технические документы (НТД), регламентирующие применение ТИМ как при планировании комплексного развития территорий, так и при их моделировании, в связи с чем в 2023 году компанией ООО «НИЦ ЦПС» проведено исследование [1], материалы которого использованы при подготовке настоящей публикации.

Анализ отечественных НТД в области информационного моделирования показал, что их область применения распространяется прежде всего на информационное моделирование объектов капитального строительства (здания, сооружения и линейные объекты). Моделирование площадных объектов (территорий) представлено только инженерной цифровой моделью местности (ИЦММ) в составе информационной модели (ИМ) объекта капитального строительства (ОКС), которую в контексте градостроительного проектирования можно также рассматривать, как составную часть ИМ территории.

Основная нормативно-правовая база реализации механизма КРТ включает 23 нормативно-правовых акта (НПА) [2], рассматривающих прежде всего организационно-правовые вопросы реализации механизма КРТ.

Применение цифровых инструментов для моделирования ОКС в настоящее время законодательно закреплено как в Градостроительном кодексе РФ, так и в различных НПА, стандартах и сводах правил. В качестве одного из эффективных инструментов нормативного регулирования применения ТИМ в строительстве позиционируется и создается Единая система информационного моделирования (ЕСИМ) в строительстве [3].

Определения объекта пространственного планирования (ОПП) и ИМ территории приведены в первой редакции проекта стандарта ГОСТ Р 10.00.00.01-202X «Единая система информационного моделирования. Термины и определения» (таблица № 1).

Таблица №1

Термины и определения ОПП и ИМ территории согласно проекту
ГОСТ Р 10.00.00.01-202X (ЕСИМ)

№	Термин	Определение
1	Объект пространственного планирования (ОПП)	Совокупность поверхности территории и (или) акватории, а также воздушное пространство над и подземное пространство под данной поверхностью, с учётом возможностей ведения хозяйственной деятельности человека и социально-экономических отношений, а также природно-экологических факторов. Примечание: Частным случаем является объект территориального планирования
2	Информационная модель территории	Информационная модель ОПП, созданная с применением средств и методов геоинформационного моделирования, включая ЦММ, набор пространственных данных и другие данные, отражающая реальный процесс изменения состояния Ом (объекта моделирования) в зависимости от различных пространственных отношений и способов представления

Среди основных положений ЕСИМ в контексте моделирования территорий необходимо отметить следующие:

- под объектами моделирования в рамках ЕСИМ кроме ОКС понимаются ОПП, включая территории, участки недр, водные объекты и воздушное пространство;
- применение ТИМ рассматривается для решения задач управления информацией территориального планирования;
- область распространения стандартов ЕСИМ в рамках градостроительной деятельности включает территории населенных пунктов.

Оценивая необходимость разработки технических нормативов, регулирующих применение ТИМ при планировании КРТ, следует отметить, что создание таких НТД в контексте цифровизации строительной отрасли РФ безусловно необходимо и уже запланировано в рамках развития ЕСИМ (стандарты ЕСИМ группы «03» - Требования к информационному моделированию объектов пространственного планирования и их элементов).

Первая редакция проекта ГОСТ Р 10.00.00.02-202х «Единая система информационного моделирования. Принципы, цели и задачи» содержит следующие основные положения в части ИМ территорий:

- одной из целей и задач информационного моделирования является поддержка принятия решений при территориальном планировании и анализе развития территорий;
- в контексте информационного моделирования ОПП являются пространственно-временным представлением объектов территориального планирования и пространственным представлением функциональных зон, других зон и пространств, рассматриваемых в рамках градостроительной деятельности;
- информационные модели территорий могут быть статическими и динамическими. Статическая модель ОПП представляет собой ИМ,

описывающую фиксированное в заданный ограниченный краткосрочный период времени состояние ОПП. Динамическая модель ОПП позволяет воспроизводить динамику явлений и процессов в реальном пространстве и времени;

– ИМ ОПП обладает свойствами, присущими геоинформационным моделям (см. ГОСТ Р 52055-2003, ГОСТ 52438-2005 и ГОСТ 52571-2006);

– при классификации ИМ по объекту моделирования среди прочих выделяют как ИМ объектов пространственного планирования, так и модели комплексного развития территории.

С учетом целей КРТ (согласно Градостроительному кодексу РФ) и основных положений ЕСИМ результат применения ТИМ при планировании КРТ может быть представлен и определен в виде смешанной (данные и документы) пространственно-временной, оптимизационной, технико-экономической, применяемой для поддержки принятия решений ИМ КРТ длительного хранения, использующей данные ИМ ОПП (территории, муниципального образования, элемента планировочной структуры), ИМ ОКС и других ИМ (при необходимости) для достижения целей планирования КРТ.

Кроме планируемых к разработке стандартов группы «03» системы стандартов ЕСИМ, включающих основные требования к ИМ КРТ и ИМ ОПП, для решения задач моделирования территорий и планирования КРТ по аналогии со сводом правил СП 333.1325800 (для ИМ ОКС) рекомендуется разработка сводов правил по формированию ИМ территорий на различных стадиях их жизненного цикла.

Среди отечественных практик успешного применения информационного моделирования для решения задач в области цифровизации планирования КРТ выделяется деятельность Института территориального планирования «Град». В 2020 году организацией была представлена методология «Цифровой информационной модели управления

развитием территорий» (ЦИМ УРТ) [4] - комплекса данных, методов и технологий, обеспечивающих эффективное управление развитием инфраструктуры, инвестиционным освоением территорий и жилищным строительством.

На практике идея ЦИМ УРТ реализована и успешно применяется в Нижневартовске [5] (рис. 1).



Рис. 1. – Фрагмент 3D-схемы Нижневартовска с отображением атрибутов импортированной модели ФОК, планируемого к размещению [5]

ЦИМ УРТ Нижневартовска, обеспечивающая планирование и управление территорией на базе достоверных сведений, построена на основе муниципальной геоинформационной системы (МГИС) - платформы и основного хранилища данных для цифровой инфраструктуры на базе единых технических требований. В состав ЦИМ УРТ входят интерактивная карта города, портал города и портал ЦИМ УРТ.

Другим решением, заслуживающим внимания, является платформа rTİM компании Rocket Group [6], представляющая облачную платформу анализа и генерации концепций развития территорий, основанную на технологиях искусственного интеллекта (ИИ). Платформа rTİM работает с

данными цифровой топосъемки, межевания и геологии, поддерживает актуальные градостроительные нормы и показатели из документов территориального планирования, включает модуль генеративного дизайна для сокращения сроков разработки вариантов мастер-планов и концепций развития территорий. При генерации вариантов платформой учитывается более ста нормативных и целевых параметров, которые rTIM автоматически извлекает из своей базы и открытых данных.

В примере на рис. 2 задана среднеэтажная модель стандарта КРТ Минстроя (Стандарт комплексного развития территорий. Минстрой РФ, ДОМ.РФ, КБ Стрелка. Москва, 2022), для которой характерна плотная сетка улиц и квартальная застройка.



Рис. 2. – Пример генерации варианта концепции КРТ по среднеэтажной модели стандарта КРТ Минстроя на платформе rTIM

В конце 2022 года Правительство Москвы Постановлением № 3048-ПП [7] переименовало интегрированную автоматизированную информационную систему «Единое геоинформационное пространство города Москвы» в

автоматизированную информационную систему «Цифровой двойник» (АИС ЦД).

Согласно данным Департамента информационных технологий (ДИТ) Москвы, одной из основных функций цифрового двойника Москвы является возможность встраивать в фотограмметрическую модель 3D-копии проектируемых зданий, сооружений и любых других трехмерных объектов, что позволяет еще на этапе принятия решения о строительстве оценить, как объект впишется в архитектурный облик города, какую нагрузку создаст на инфраструктуру, спланировать транспортную доступность. По состоянию на лето 2023 года в ЦД Москвы размещено уже более тысячи 3D-моделей градостроительного развития [8] (рис. 3).

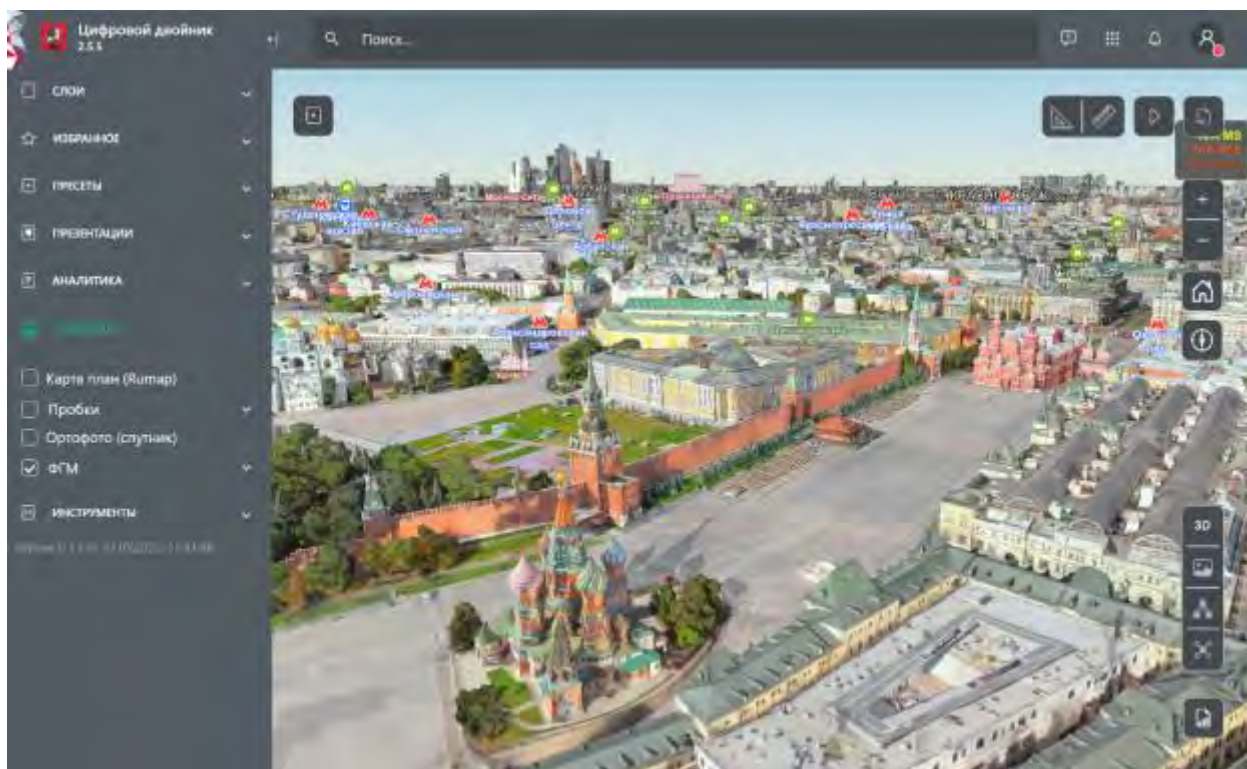


Рис. 3 – Интерфейс ЦД Москвы с отображением фрагмента трехмерной фотограмметрической модели

В рамках поддержки планирования КРТ платформа ЦД Москвы позволяет разместить на 3D-копии сразу весь комплекс будущих строений, чтобы спланировать застройку целого микрорайона. Ряд столичных проектов

был предварительно смоделирован в цифровом двойнике города (кластер «Ломоносов», индустриальный парк «Руднево», новый жилой комплекс в Мневниковской пойме, застройка территории бывшего завода ЗИЛ).

Разработка цифровых двойников и информационных моделей городов в первую очередь обеспечивает возможность цифрового управления ими [9] в рамках реализации программы «Цифровая экономика Российской Федерации», составной частью которой является развитие концепции умных городов [10]. Технологии их проектирования формируются на базе интеграции уже достаточно хорошо изученных BIM и ГИС-технологий, позволяющей создавать информационные модели территорий городов, являющиеся основой «умного города» [11].

Обзор зарубежных практик информационного моделирования территорий [1] показал, что за рубежом ТИМ активно применяются для планирования, реализации и эксплуатации городских и промышленных территорий [12]. Одним из эффективных инструментов управления городом в условиях тесного сотрудничества большого количества заинтересованных сторон является информационная модель города как его цифровое представление [13]. В передовых зарубежных практиках СИМ выступает в качестве цифрового инструмента городского планирования, позволяющего собирать разнородные данные и информацию в зоне ответственности городских служб для принятия более эффективных решений по преобразованию муниципальных образований в «умные» и устойчивые города [14].

Для информационного моделирования городов в Китае применяется платформа Tuguan, основанная на технологиях HTML5 и WebGL [15]. Система «Цифровой двойник умного города» (Smart City Digital Twin IOC) на платформе Tuguan поддерживает интеграцию данных из существующих государственных информационных систем. В ней глубоко интегрированы

технологии 5G, Big Data, облачные вычисления, искусственный интеллект и конвергентные решения, что позволяет органично объединить информацию, технологии, оборудование и потребности городского управления.

Уникальным примером умного города на базе ИМ городской территории является виртуальная модель Сингапура, созданная совместно The National Research Foundation и The Singapore Land Authority [16]. Это трехмерная цифровая модель Сингапура, построенная в мельчайших деталях, с учетом зданий, ландшафта, линейных объектов и озеленения. Она насыщена динамическими данными, обновляемыми в режиме реального времени (рис. 4).

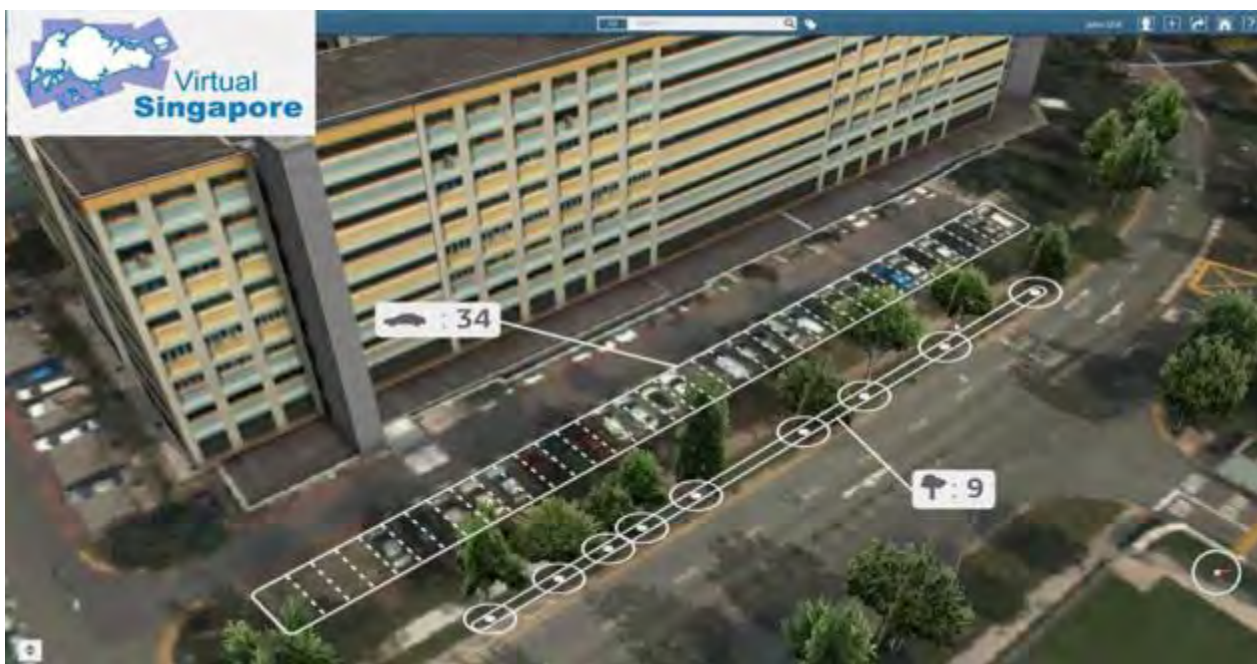


Рис. 4 – Запрос количества парковочных мест и количества деревьев в Virtual Singapore

Сбор данных для 3D-картографирования осуществлялся в два этапа: с использованием воздушного лидарного сканирования и съемки и уличного мобильного лидарного сканирования и съемки для сбора данных [12]. Для создания 3D-модели Virtual Singapore был использован стандарт CityGML, разработанный компанией OGC. Уровень детализации (Level of detailization - LoD), используемый для моделирования виртуального Сингапура, составляет

от 0 до 2 в зависимости от моделируемого элемента. 3D-модель города Сингапура состоит из рельефа, зданий, транспорта, городских объектов, мостов, тоннелей, водоемов и растительности.

Целью шведской организации Digital Twin Cities Centre [17] является распространение информационных двойников на территории всей Швеции для цифрового планирования, строительства и управления пригодным для жизни городами и регионами к 2030 году. В 2021 году на базе City Engine, Feature Manipulation Engine и Unreal Engine 4 компания создала цифровой двойник города Гетеборга.

Согласно [18, 19], информационные модели городов являются, в первую очередь, комбинацией ГИС и цифровых ИМ и представляют собой совокупность облачных геопространственных сервисов, облачных хранилищ данных и трехмерных моделей.

По результатам анализа зарубежных практик применения ТИМ для территорий и городов [1] можно отметить следующее:

- передовыми странами в области информационного моделирования городских территорий являются Китай, Сингапур и Швеция;
- информационное моделирование городских территорий в передовых странах реализуется с целью создания цифровых двойников городов для анализа многочисленных данных, обработки данных многочисленных датчиков «интернета вещей» (Internet of Things - IoT), проведения виртуальных экспериментов, управления городским хозяйством и планирования развития;
- проекты развития территорий разрабатываются с учетом данных, полученных из информационных моделей городов.

Согласно [20] в зарубежных нормах, основные акценты делаются «на локальный (объектный) уровень, а требования планировочного характера устанавливаются НПА, как правило, муниципального уровня». В наиболее

успешных зарубежных практиках выбран путь создания цифровых двойников рассматриваемых (городских) территорий (Urban Digital Twin - UDT) и насыщения их всей необходимой для управления и принятия решений информацией. Любые территориальные изменения и развитие городских территорий опираются на результаты виртуальных экспериментов, достоверность которых обеспечивается полнотой и качеством исходных данных (атрибутивной информацией объектов модели) и применением релевантных и верифицированных методик расчета. В таком контексте ИМ КРТ является отдельной прикладной ИМ определенного этапа ЖЦ муниципального образования (или элемента планировочной структуры), использующей данные, в лучшем случае полученные из ИМ (городской) территории. При отсутствии ИМ данные для планирования КРТ на практике собираются из разрозненных баз данных и информационных систем, при этом не обеспечивается их полнота и непротиворечивость.

Анализ зарубежных практик показал, что на ранних стадиях развития подходы информационного моделирования городов (формирование СИМ) и разработки их цифровых двойников возникли в результате попыток решения различных проблем городской среды с разных сторон: применение СИМ подразумевает моделирование города в рамках системного подхода, а применение цифровых двойников города возникло на основе прототипирования отдельных объектов и систем, относящихся к конкретным областям [21].

Разрыв между подходами СИМ и UDT постепенно сокращается, поскольку видение города в целом и видение его конкретных областей (макро- и микроуровни) начинают сближаться. Информационная модель города становится более применимой для управления городскими функциями, а цифровые двойники рассматривают все больше городских функций верхнего уровня.

В рамках исследования произведен анализ ряда действующих зарубежных и международных НТД в области применения технологий информационного моделирования при планировании КРТ. Следует отметить, что область действия рассмотренных НТД не ограничивается только процессами планирования (проектирования) развития территорий, но и распространяется на этапы эксплуатации территорий и их цифровых двойников (моделей). В рамках настоящей публикации произведен краткий обзор рассмотренных НТД, а их подробный анализ приведен в [1].

Согласно китайскому опыту, информационное моделирование городов является результатом конвергенции информационного моделирования зданий, применения геоданных и интернета вещей (рис. 5).



Рис. 5 – Китайская «формула» информационного моделирования городов (CIM)

В конце 2020 года Министерством жилищного, городского и сельского развития Китая выпущено техническое руководство «城市信息模型 (CIM) 基础平台技术导则» (Информационное моделирование города (CIM). Техническое руководство по базовым платформам) [22]. В НТД обобщается пилотный опыт таких городов, как Гуанчжоу и Нанкин и выдвигаются технические требования к созданию базовой платформы CIM в части состава платформы, функций, данных, эксплуатации и обслуживания и другие. При разработке методических указаний активно запрашивались мнения пилотных муниципалитетов, научно-исследовательских учреждений и отраслевых экспертов. Руководство включает семь глав и положения в части общих принципов, терминологии, основных правил, функций и данных платформы,

эксплуатации и обслуживания платформы, а также требования к производительности платформы.

Область применения технического руководства - сфера разработки, эксплуатации и обслуживания платформы СИМ и приложений, входящих в ее состав. Цель ИМ города определена как высококачественное развитие городов и улучшение качества городского управления. Согласно руководству, платформа СИМ позиционируется, как основа для умных городов при скоординированном взаимодействии правительства и департаментов и обеспечивает процессы планирования, строительства, эксплуатации и управления городом.

В руководстве приведен перечень ссылочных стандартов, часть из которых (наряду с самим руководством) рекомендуется к переводу и детальному анализу в рамках дальнейших работ по развитию НТД РФ в области моделирования объектов городской инфраструктуры и территорий:

- СJJ/T 157-2010 Технические нормы для 3D-моделирования городской инфраструктуры;
- GB/T 35648-2017 Классификация и кодирование географических информационных объектов;
- GB/T 51235-2017 Стандарт по информационному моделированию зданий в строительстве;
- GB/T 51301-2018 Стандарт по разработке и передаче проектной информации для информационного моделирования зданий;
- GB/T 51362-2019 Стандарт применения информационной модели проектирования в обрабатывающей промышленности;
- T/CSPSTC 21-2019 Процедуры применения технологий информационного моделирования зданий (BIM) и Интернета вещей (IoT).

Технические нормы для 3D-моделирования городской инфраструктуры СJJ/T 157-2010 рекомендуются для детального анализа и учета при

разработке отечественной НТД в области моделирования территорий и городской инфраструктуры. Они разработаны в целях унификации технических требований к 3D-моделированию городской инфраструктуры и обеспечения своевременного и точного городского планирования, строительства, эксплуатации, управления и формирования цифрового города с технической поддержкой в виде градостроительной 3D-модели, совместным использованием данных и сервисами приложений.

Нормы СJJ/T 157-2010 применимы к сбору данных, обработке, интеграции, управлению, обновлению и обслуживанию городских 3D-моделей. Требования норм тесно связаны с городской съемкой и картографированием, городским планированием, архитектурным проектированием и геопространственной информацией.

Норматив определяет классификацию трехмерных моделей городов и выделяет самые основные и необходимые городские элементы в трехмерном представлении городов в шести категориях, включая модели местности, зданий, транспортной инфраструктуры, инженерных сетей, растительности и другие модели, а также устанавливает уровень детализации различных моделей в соответствии с целью и требованиями к функционалу.

Международная организация по стандартизации не выделяет единый пакет стандартов для «умных городов». Вместо этого в МЭК существует системный комитет по «умным» городам (SyC Smart Cities), координирующий работу десятков технических комитетов МЭК, разрабатывающих более 1800 стандартов, используемых техническими экспертами для того, чтобы сделать города умнее. К ним относятся, например, «умная» энергетика, управление водоснабжением и канализацией, мобильность, здравоохранение, «умные» здания и городские службы.

На рис. 6 представлена структура каталога стандартов ISO/IEC в области умных городов, состоящая из четырех основных разделов: «город

как система», «умные системы в городе», «данные и технологии умного города» и «оценка качества».

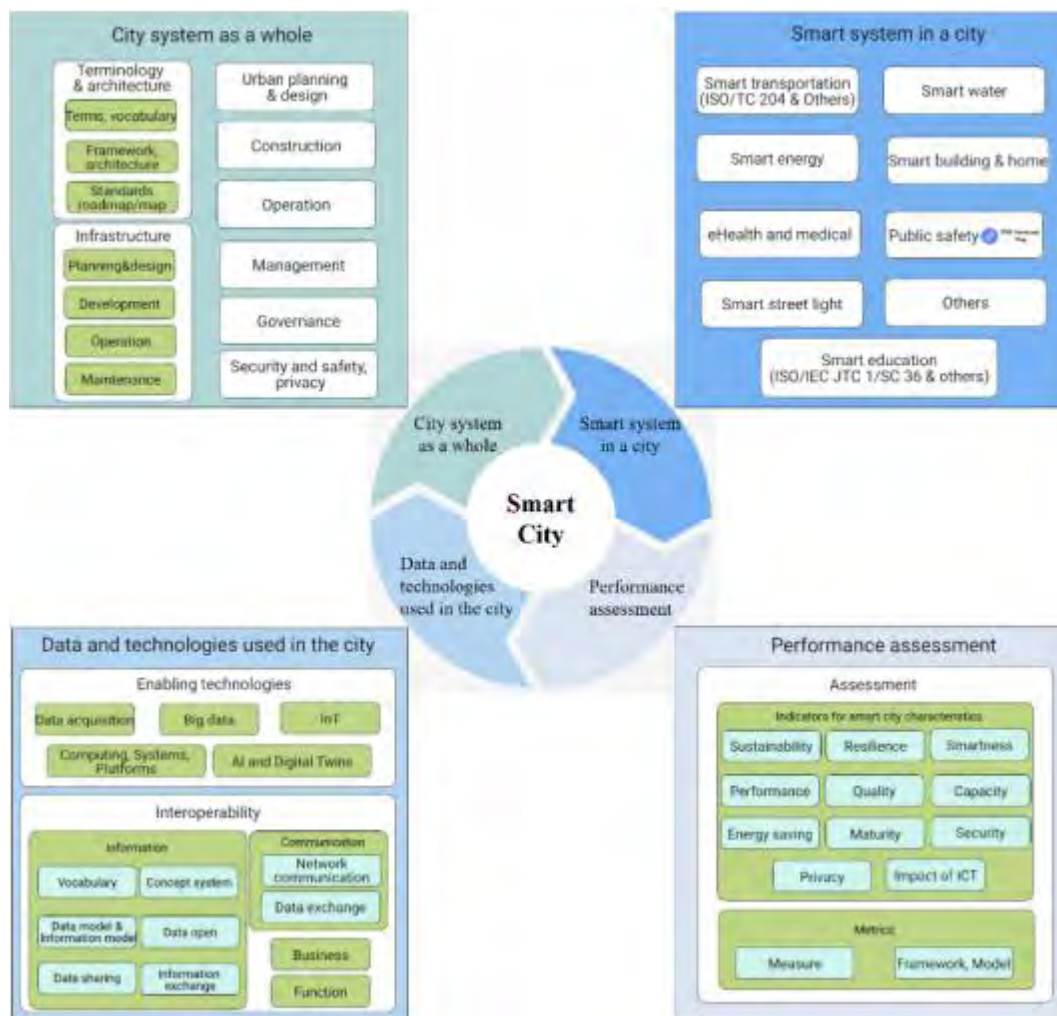


Рис. 6. – Визуальное представление структуры международных НТД, регламентирующих реализацию концепции умных городов

Проект IEC Systems Reference Deliverable (SRD) 63273, Use case collection and analysis: city information modeling for smart cities (Сбор и анализ вариантов использования: информационное моделирование города для умных городов) был инициирован в 2019 году и является первым проектом международного стандарта в части разработки CIM. В IEC SRD 63273 процесс информационного моделирования городской инфраструктуры определяется как разработка цифровых представлений города, состоящих из

большого количества изменяющихся геоданных для планирования и управления городом.

Целью стандарта IEC SRD 63273 является определение требований к стандартам CIM путем сбора и анализа многочисленных примеров использования (use cases). Данный проект направлен на:

- определение основных заинтересованных сторон, разработку примеров использования и прояснение рыночных отношений между заинтересованными сторонами;
- сбор и анализ примеров использования CIM;
- использование примеров использования для определения требований к стандартам CIM и предоставление рекомендаций международной электротехнической комиссии (МЭК).

Среди наиболее перспективных комитет SyC Smart Cities отмечает следующие примеры использования CIM: виртуальная сдача ОКС и ввод в эксплуатацию, управление стихийными бедствиями и чрезвычайными ситуациями, управление городскими отходами, электроснабжение, нефть и газ, телекоммуникации, планирование и управление возобновляемыми источниками энергии, управление коммерческой недвижимостью, городская логистика, управление дронами/беспилотными летательными аппаратами.

В марте 2023 года шведская компания Smart Built Environment представила спецификацию трехмерной модели города 3CIM ver1.0, являющуюся результатом работы в рамках их проекта по цифровым двойникам городской инфраструктуры [23].

Исследовательская группа, представленная тремя крупнейшими городами Швеции в сотрудничестве с Лундским университетом, решила, что 3CIM должна быть основана на международных стандартах, в связи с чем было принято решение использовать CityGML 2.0. Некоторые функции, добавленные в концептуальную модель CityGML 3.0, планируются для

будущей версии 3СІМ (особенно работа с версиями и логическими пространствами), однако некоторые инструменты CityGML 3.0 еще недостаточно готовы для использования на практике.

В рамках проекта 3СІМ использовано специализированное расширение CityGML (ADE), обеспечивающее связь с внешними базами данных и информационными системами. Этот подход применен для дорожных данных (например, подключение 3СІМ к внешним дорожным базам данных) и моделирования шума. В следующих версиях 3СІМ планируются к проработке такие области как землепользование и поверхность/рельеф.

В рамках проекта были созданы тестовые данные для трех районов исследования, по одному в каждом городе. Основными источниками данных 3СІМ были 2D-карты муниципалитетов, 3D-модели зданий и некоторые дополнительные модели муниципалитетов. Процесс создания данных был в значительной степени ручным, что сделало его трудоемким и требует дальнейших исследований в области автоматизации создания данных 3СІМ на основе имеющихся источников данных.

Создание 3СІМ стало масштабным проектом, продолжавшимся два с половиной года (с 2020 по 2022 год), с объемом работы, соответствующим эквиваленту полной занятости около четырех лет. В настоящее время основным препятствием для внедрения модели 3СІМ в Стокгольме, Гетеборге и Мальме, а также в других городах Швеции, согласно [23], являются временные и финансовые затраты, связанные с созданием и поддержкой данных 3СІМ.

По результатам проведенного анализа отечественных и зарубежных практик в области планирования развития территорий, зарубежных НТД в области информационного моделирования городских территорий, можно сделать следующие заключения:

– необходимо выделять ИМ территории, формируемую для достижения и решения множества целей и задач в соответствии с определенными сценариями использования на всех этапах жизненного цикла моделируемой территории; и ИМ КРТ, формируемую на базе ИМ территории, имеющую набор дополнительных атрибутов в соответствии с требованиями НПА и НТД, охватывающую этап планирования (проектирования) развиваемой территории и реализующую один из сценариев использования ИМ территории;

– международная нормативная база в области применения технологий информационного моделирования при планировании развития умных городов находится на начальном этапе своего развития, работа системного комитета SyC Smart Cities начата в 2019 году, структура стандартов децентрализована и неиерархична, отдельные НТД в области реновации, модернизации и комплексного развития территорий отсутствуют;

– в различных странах и городах имеются разрозненные практики применения информационных моделей городов разной степени сложности (от простейших геометрических моделей до мощных управляющих информационных платформ умных городов);

– наиболее развитыми странами в области информационного моделирования городских территорий являются Сингапур и Китай;

– НТД Китая в рассматриваемой предметной области заслуживают отдельного изучения для учета при разработке отечественной нормативной базы в области информационного моделирования территорий;

– в области информационного моделирования КРТ необходимо прежде всего обратиться к отечественному опыту для его систематизации и учета в НТД – практикам ООО «ИТП «ГРАД», ООО «Рокет групп», Фонда «Институт экономики города», реализующим в своих проектах технические требования к ИМ КРТ.

По результатам исследования подготовлен ряд предложений по разработке национальных стандартов и сводов правил и проведению прикладных научных исследований (НИ) с учетом оценки необходимости разработки отечественных нормативов, регламентирующих применение технологий информационного моделирования при моделировании территорий и планировании КРТ (таблица № 2).

Таблица №2

Предложения по разработке НТД и проведению прикладных НИ в части применения ТИМ при моделировании территорий и планировании КРТ

№	Предложение	Описание
1	По разработке ГОСТ Р ЕСИМ. «Базовые требования и правила по формированию информационной модели объекта пространственного планирования»	Разработка базового стандарта в части ИМ ОПП и ИМ территорий с учетом зарубежного опыта, результатов анализа зарубежных и международных НТД, сценариев использования ИМ и положений проектов стандартов и методических рекомендаций, разработанных в 2022 году ФГБУ «Центр геодезии, картографии и ИПД» во взаимодействии со специалистами ООО «ИТП ГРАД» (три проекта ГОСТ Р и два проекта методических рекомендаций)
2	Разработка ГОСТ Р «ЕСИМ. Принципы информационного моделирования при планировании комплексного развития территории»	Разработка стандарта в части ИМ КРТ с учетом базового стандарта в части ИМ территорий (ЕСИМ) и опыта отечественных организаций, реализующих ТИМ при планировании КРТ на практике
3	Разработка СП «Правила формирования информационной модели территорий	Разработка свода правил по информационному моделированию территорий, включающего описание и требования для моделирования жилых зон (городов, сел, поселков и других), нежилых и незастроенных

Продолжение таблицы №2

№	Предложение	Описание
	на различных стадиях жизненного цикла»	зон, сценарии использования ИМ территорий (где ИМ КРТ – один из сценариев)
4	Актуализация СП 328.1325800.2020	Актуализация СП 328.1325800.2020 «Информационное моделирование в строительстве. Правила описания компонентов информационной модели» по итогам разработки ГОСТ Р и СП по пп. 1-3
5	Анализ НТД Китая	Перевод и детальный анализ НТД и опыта Китая в области информационного моделирования городских территорий
6	Создание прототипа (развитие) базовой платформы городской информационной модели	В случае принятия решения о централизованном подходе к программному решению в области ИМ территорий – проведение работ по созданию базовой федеральной платформы городской информационной модели, включающую в себя использование ТИМ, ГИС и Интернета вещей (анализ и сопоставление платформ ЦИМ УРТ ООО «ИТП «ГРАД», ЦД Москвы и других), создание прототипа (модели) требований к платформам ИМ города
7	Актуализация классификатора строительной информации	Работы по актуализации КСИ (в части зон, процессов, характеристик и других базовых классов) с учетом результата разработки новых НТД в области ИМ ОПП (в частности, территорий) для применения КСИ в информационной модели территории
8	Разработка учебных программ по работе с ИМ территорий и ИМ КРТ	Работы по созданию программ подготовки, переподготовки и повышения квалификации кадров в части применения ТИМ при моделировании территорий и планировании КРТ

Особое внимание при разработке НТД в области информационного моделирования территорий (в том числе городских) и КРТ необходимо уделить организации конструктивного взаимодействия ТК 505 «Информационное моделирование», ТК 507 «Градостроительство» и ТК 394 «Географическая информация/геоматика» для согласованного формирования и развития нормативно-технической базы в рассматриваемой предметной области.

Литература

1. Мониторинг и анализ технических норм применения технологий информационного моделирования при планировании комплексного развития территорий и оценка необходимости разработки технических нормативов, регулирующих их применение: отчет о НИР; ООО «НИЦ ЦПС», СПб., 2023. 275 с. – № ГР 123040600026-8 – Инв. № 002.

2. Нормативно-правовая база, регулирующая реализацию механизма КРТ. URL: minstroyrf.gov.ru/trades/kompleksnoe-razvitie-territoriy/5-normativnaya-baza/

3. С.А. Волков, И.А. Матюнина, А.Р. Ахметов, В.М. Пугачев, П.К. Одинцов. Роль ЕСИМ в развитии отечественной цифровой стройки // Информационное моделирование. – 2023. – № 2. – С. 52-58. – EDN WTRDMM.

4. Цифровая информационная модель управления развитием территории (ЦИМ УРТ) – путь к достижению цифровой зрелости управления развитием территорий. URL: идея.росконгресс.пф/improject-48/ideas/2048

5. Цифровая информационная модель управления развитием территории города Нижневартовска (ЦИМ УРТ). URL: nizhnevartovsk.itpgrad.ru/

6. Общество с ограниченной ответственностью «Рокет Групп» (ООО «Рокет Групп»). rTIM. Цифровая ИИ-платформа территориального информационного моделирования. Свидетельство о государственной



регистрации программы для ЭВМ № 2023618931. URL: new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=EVM&DocNumber=2023618931

7. Об автоматизированной информационной системе «Цифровой двойник». URL: vestnikmoscow.mos.ru/wp-content/uploads/2023/01/zhurnal-vestnik-moskvy-№-3.pdf

8. Цифровой двойник 2.5.5. URL: stage3-dtw.mos.ru/

9. Пахомов Е.В. Базовая модель умного города // Инженерный вестник Дона. 2018. №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/5284.

10. Пахомов Е. В. Цифровизация умного города // Инженерный вестник Дона. 2017. №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4507.

11. Шеина С.Г., Шуйков С.Л. Преимущества BIM-технологий в рамках национального проекта «Умный город» // Инженерный вестник Дона. 2023. №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2023/8233

12. Usman, Hashir & Zichi, Ing. CIM: The Application of City Information Modelling. 2021. 10.5281/zenodo.5705760. URL: researchgate.net/publication/358497463_CIM_The_Application_of_City_Information_Modelling

13. Dantas, H. S., Sousa, J. M. M. S. and Melo, H. C. “The Importance of City Information Modeling (CIM) for Cities’ Sustainability,” IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2019. 225(1). doi: 10.1088/1755-1315/225/1/012074

14. Furjani, A. al et al. (2020) “Enabling the City Information Modeling CIM for Urban Planning with OpenStreetMap OSM,” The Fourth International Conference for Geospatial Technologies, (March), pp. 1–17. URL: researchgate.net/publication/344393802_Enabling_the_City_Information_Modeling_CIM_for_Urban_Planning_with_OpenStreetMap_OSM

15. Smart City Digital Twin IOC. URL: dev.tuguan.net/en/industry/smart-city/smart-city.html

16. 5 things to know about Virtual Singapore. URL: tech.gov.sg/media/technews/5-things-to-know-about-virtual-singapore
17. Digital Twin Cities Centre. URL: dtcc.chalmers.se/about/
18. Paul Cureton. City Information Models (CIMs) as precursors for Urban Digital Twins (UDTs): A case study of Lancaster. URL: researchgate.net/publication/369419995_City_Information_Models_CIMs_as_precursors_for_Urban_Digital_Twins_UDTs_A_case_study_of_Lancaster
19. Abbas Khamseh, Shiva sadat ghasemi, Ali khamseh. A Model for the Success of Smart City Services with a Focus on Information and Communication Technology. URL: researchgate.net/publication/366840690_A_Model_for_the_Success_of_Smart_City_Services_with_a_Focus_on_Information_and_Communication_Technology
20. Беляев В.Л. Оценка эффективности стандартизации комплексного развития территории: градостроительный аспект // Вестник МГСУ. 2023. Т. 18. Вып. 3. С. 334–345. URL: elibrary.ru/item.asp?id=50763609
21. Technology Report City information modelling:2021. City information modelling and urban digital twins. IEC TEC CIM UDT:2021-11(en). URL: iec.ch/basecamp/city-information-modelling-and-urban-digital-twins
22. 城市信息模型（CIM）基础平台技术导则. URL: gov.cn/zhengce/zhengceku/202009/25/5546996/files/8b001bb0d928490d9bbc36b13329ab29.pdf
23. Uggla M, Olsson P, Abdi B, Axelsson B, Calvert M, Christensen U, Gardevärn D, Hirsch G, Jeansson E, Kadric Z, et al. Future Swedish 3D City Models—Specifications, Test Data, and Evaluation. ISPRS International Journal of Geo-Information. 2023; 12(2):47. URL: doi.org/10.3390/ijgi12020047
-
-

References

1. Monitoring i analiz tekhnicheskikh norm primeneniya tekhnologii informatsionnogo modelirovaniya pri planirovanii kompleksnogo razvitiya territoriy i otsenka neobkhodimosti razrabotki tekhnicheskikh normativov, reguliruyushchikh ikh primeneniye: otchet o NIR [Monitoring and analysis of technical norms of application of information modeling technologies in the planning of complex development of territories and assessment of the need to develop technical standards regulating their application: research report]; ООО «NITS TSPS», SPb., 2023. 275 p. № GR 123040600026-8. Inv. № 002.

2. Normativno-pravovaya baza, reguliruyushchaya realizatsiyu mekhanizma KRT [Regulatory and legal framework regulating the implementation of the territory complex development mechanism]. URL: minstroyrf.gov.ru/trades/kompleksnoe-razvitie-territoriy/5-normativnaya-baza/

3. S.A. Volkov, I.A. Matyunina, A.R. Akhmetov, V.M. Pugachev, P.K. Odintsov. Informatsionnoye modelirovaniye. – 2023. – № 2. – p. 52-58. – EDN WTRDMM.

4. Tsifrovaya informatsionnaya model' upravleniya razvitiyem territorii (TSIM URT) – put' k dostizheniyu tsifrovoy zrelosti upravleniya razvitiyem territoriy [Digital Information Model of Territorial Development Management (DIM TDM) - the way to achieve digital maturity of territorial development management]. URL: идея.росконгресс.рф/improject-48/ideas/2048

5. Tsifrovaya informatsionnaya model' upravleniya razvitiyem territorii goroda Nizhnevartovska (TSIM URT) [Digital Information Model of Territory Development Management in Nizhnevartovsk (DIM TDM)]. URL: nizhnevartovsk.itpgrad.ru/

6. Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'yu «Roket Grup» (ООО «Roket Grup»). rTIM. Cifrovaya II-platforma territorial'nogo informacionnogo modelirovaniya. Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlya EVM

№ 2023618931 [Rocket Group Limited Liability Company (Rocket Group LLC). rTIM. Digital AI platform of territorial information modeling. Certificate of state registration of computer program No. 2023618931]. URL: new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=EVM&DocNumber=2023618931

7. Ob avtomatizirovannoy informatsionnoy sisteme «Tsifrovoy dvoynik» [On the automated information system "Digital twin"]. URL: vestnikmoscow.mos.ru/wp-content/uploads/2023/01/zhurnal-vestnik-moskvy-№-3.pdf

8. Tsifrovoy dvoynik 2.5.5 [Digital twin 2.5.5]. URL: stage3-dtw.mos.ru/

9. Pakhomov E.V. Inzhenernyj vestnik Dona. 2018. №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/5284.

10. Pakhomov E. V. Inzhenernyj vestnik Dona. 2017. №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4507.

11. Sheina S.G., Shuykov S.L. Inzhenernyj vestnik Dona. 2023. №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2023/8233

12. Usman, Hashir & Zichi, Ing. CIM: The Application of City Information Modelling. 10.5281/zenodo.5705760. 2021. URL: researchgate.net/publication/358497463_CIM_The_Application_of_City_Information_Modelling

13. Dantas, H. S., Sousa, J. M. M. S. and Melo, H. C. “The Importance of City Information Modeling (CIM) for Cities’ Sustainability,” IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2019. 225(1). doi: 10.1088/1755-1315/225/1/012074

14. Furjani, A. al et al. “Enabling the City Information Modeling CIM for Urban Planning with OpenStreetMap OSM,” The Fourth International Conference for Geospatial Technologies, 2020 (March), pp. 1–17. URL: researchgate.net/publication/



344393802_Enabling_the_City_Information_Modeling_CIM_for_Urban_Planning
_with_OpenStreetMap_OSM

15. Smart City Digital Twin IOC. URL: dev.tuguan.net/en/industry/smart-city/smart-city.html

16. 5 things to know about Virtual Singapore. URL: tech.gov.sg/media/technews/5-things-to-know-about-virtual-singapore

17. Digital Twin Cities Centre. URL: dtcc.chalmers.se/about/

18. Paul Cureton. City Information Models (CIMs) as precursors for Urban Digital Twins (UDTs): A case study of Lancaster. URL: researchgate.net/publication/369419995_City_Information_Models_CIMs_as_precursors_for_Urban_Digital_Twins_UDTs_A_case_study_of_Lancaster

19. Abbas Khamseh, Shiva sadat ghasemi, Ali khamseh. A Model for the Success of Smart City Services with a Focus on Information and Communication Technology. URL: researchgate.net/publication/366840690_A_Model_for_the_Success_of_Smart_City_Services_with_a_Focus_on_Information_and_Communication_Technology

20. Belyayev V.L. Vestnik MGSU. 2023. Vyp. 3. URL: elibrary.ru/item.asp?id=50763609

21. Technology Report City information modelling:2021. City information modelling and urban digital twins. IEC TEC CIM UDT:2021-11(en). URL: iec.ch/basecamp/city-information-modelling-and-urban-digital-twins

22. 城市信息模型 (CIM) 基础平台技术导则. URL: gov.cn/zhengce/zhengceku/202009/25/5546996/files/8b001bb0d928490d9bbc36b13329ab29.pdf

23. Uggla M, Olsson P, Abdi B, Axelsson B, Calvert M, Christensen U, Gardevärn D, Hirsch G, Jeansson E, Kadric Z, et al. Future Swedish 3D City Models—Specifications, Test Data, and Evaluation. ISPRS International Journal of Geo-Information. 2023; 12(2):47. doi.org/10.3390/ijgi12020047



Дата поступления: 12.01.2024

Дата публикации: 28.02.2024