

А. С. Лаптева¹✉, Е. С. Агеенко¹

Необходимость и проблематика внедрения 3D-формата в процесс территориального планирования

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: sidorasinka@gmail.com

Аннотация. Актуальность исследования обусловлена цифровой трансформацией государственного и муниципального управления в Российской Федерации, в частности реализацией концепции «Умный город» и формированием Национальной системы пространственных данных, которые предполагают использование «цифровых двойников» территорий. Показано, что действующая система подготовки документов базируется на устаревших двумерных методах, что приводит к ошибкам: невозможности учета рельефа, противоречивости исходных данных из различных информационных систем, отсутствию интеграции с развивающимся 3D-кадастром. В работе проанализирована иерархия документов градостроительной деятельности согласно Градостроительному кодексу РФ, выявлено несоответствие между формально закрепленной вертикальной структурой и фактическими матричными связями. Обосновано, что проект планировки территории (ППТ) функционально является продолжением генерального плана, поэтому внедрение 3D-формата в территориальное планирование невозможно без интеграции с 3D-моделями ППТ. На основе анализа российских (проект «ТОМСК 3D», создание пространственной модели с. Чеповш) и зарубежных (Virtual Singapore, Helsinki 3D+) практик систематизированы основные барьеры внедрения: нормативно-правовые, технологические, кадровые и экономические. Сформулированы предварительные рекомендации по поэтапному переходу к 3D-формату.

Ключевые слова: 3D-формат, 3D-модель, территориальное планирование, генеральный план, проект планировки территории, цифровой двойник

A. S. Lapteva¹✉, E. S. Ageenko¹

Necessity and Problems of Implementing the 3D Format in the Territorial Planning Process

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: sidorasinka@gmail.com

Abstract. The relevance of the study is determined by the digital transformation of state and municipal governance in the Russian Federation, particularly through the implementation of the «Smart City» concept and the formation of the National Spatial Data System, both of which presuppose the use of «digital twins» of territories. It is shown that the current system of document preparation is based on outdated two-dimensional methods, which leads to errors: the inability to account for terrain relief, inconsistency of initial data from various information systems, and the lack of integration with the developing 3D cadastre. The paper analyzes the hierarchy of urban planning activity documents according to the Town Planning Code of the Russian Federation and reveals a discrepancy between the formally established vertical structure and the actual matrix-based relationships. It is substantiated that the territory planning project (TPP) functionally serves as a continuation of the master plan; therefore, the implementation of the 3D format in territorial planning

is impossible without integration with 3D models of TPPs. Based on an analysis of Russian (the «TOMSK 3D» project, the creation of a spatial model of the village of Cheposh) and foreign (Virtual Singapore, Helsinki 3D+) practices, the main barriers to implementation are systematized: regulatory, technological, personnel, and economic. Preliminary recommendations for a phased transition to the 3D format are formulated.

Keywords: 3D format, 3D model, territorial planning, master plan, territory planning project, digital twin

Введение

Современный этап пространственного развития Российской Федерации характеризуется цифровой трансформацией различных отраслей, в том числе, в сфере государственного и муниципального управления. Концепция «Умный город» и формирование Национальной системы пространственных данных (НСПД) предполагают переход к управлению территориями на основе актуальных трехмерных моделей – «цифровых двойников» [1]. Однако реальная практика подготовки документов по-прежнему базируется на традиционных двумерных подходах.

Цель исследования – обосновать необходимость внедрения 3D-формата в документы территориального планирования (далее – ДТП) и систематизировать основные проблемы, препятствующие этому переходу.

Методы и материалы

Исследование выполнено с использованием методов анализа нормативно-правовых документов, обобщения научной литературы и сравнительного анализа практических примеров внедрения 3D-формата. Материалами послужили: Градостроительный кодекс РФ [2], Концепция проекта цифровизации городского хозяйства «Умный город» [1]; научные публикации по теме 3D-моделирования в градостроительстве [3-8]; а также опыт реализации проекта «ТОМСК 3D» [7] и создания пространственной модели части села Чепош Республики Алтай [4].

Результаты

Прежде чем анализировать возможности внедрения 3D-формата в подготовку документов по планированию, использованию и развитию территории муниципального образования, необходимо определить место рассматриваемых документов в системе градостроительной деятельности.

Градостроительный кодекс Российской Федерации (ГрК РФ) определяет градостроительную деятельность как деятельность по развитию территорий, в том числе городов и сельских поселений [2]. В соответствии с нормами ГрК РФ, градостроительную деятельность в зависимости от решаемых задач можно разделить на три последовательных уровня: территориальное планирование, градостроительное зонирование и планировка территории [2]. На первый взгляд, эта структура предполагает строгую вертикальную иерархию: от стратегического целеполагания через правовое зонирование к детальной планировке. Однако ана-

лиз содержания документов и практика их реализации показывают, что реальная логика градостроительного регулирования сложнее.

Территориальное планирование (первый уровень) реализуется для определения направлений развития территорий на долгосрочную перспективу. Результатом этого уровня является установление функциональных зон, которые задают вектор развития территории – например, жилая, рекреационная или производственная функция территории без точного юридического описания границ и режимов ее использования.

Градостроительное зонирование (второй уровень) обеспечивает деление территории на территориальные зоны с определенными правовыми режимами использования (через установление градостроительных регламентов), зафиксированными в Правилах землепользования и застройки (ПЗЗ). Важно подчеркнуть, что связь между функциональными и территориальными зонами не является вертикальным спуском «сверху вниз» в чистом виде. Функциональная зона – это стратегический ориентир, а территориальная зона – инструмент его реализации, однако одна функциональная зона может включать несколько территориальных. Более того, сведения о территориальных зонах вносятся в реестр границ ЕГРН, тогда как функциональные зоны такой юридической силы не имеют. Это означает, что ПЗЗ как документ обладает самостоятельным значением и не является простой «детализацией» генерального плана.

Планировка территории (третий уровень) реализуется посредством подготовки проекта планировки территории (ППТ) и проекта межевания территории (ПМТ). Подготовка проектов планировки территории осуществляется для выделения элементов планировочной структуры, установления границ территорий общего пользования и зон размещения объектов капитального строительства, а также определения характеристик и очередности развития территории [2]. Проекты межевания подготавливают в отношении застроенных или подлежащих застройке территорий, расположенных в границах элементов планировочной структуры. Они предназначены для определения местоположения границ образуемых и изменяемых земельных участков, устранения недостатков в конфигурации объектов (вклинивание, чересполосица, изломанность границ), а также установления, изменения или отмены красных линий на застроенных территориях, где не планируется новое строительство [2]. Таким образом, именно на этом этапе определяется, где, когда и какие объекты будут возведены.

Здесь возникает принципиальный момент: согласно ст. 18 ГрК РФ, к документам территориального планирования относятся только схемы территориального планирования и генеральные планы [2]. ППТ формально отнесен к документации по планировке территории (глава 5 ГрК РФ) и не входит в перечень документов территориального планирования. Однако в практической градостроительной деятельности сложилась иная логика. Генеральный план определяет назначение территорий, но не устанавливает красные линии и не формирует элементы планировочной структуры с точностью, достаточной для строительства. Эту задачу решает именно ППТ, который функционально продолжает и конкретизирует генеральный план. Без ППТ генеральный план остается «декларацией

о намерениях», не имеющей инструментов реализации на уровне отдельных кварталов и улиц.

Таким образом, если формально (юридически) иерархия документов является трехуровневой с четким разделением, то содержательно (функционально) ППТ выступает следующим звеном в цепочке пространственного развития, начатой генеральным планом. Как следствие, внедрение 3D-формата в территориальное планирование невозможно без интеграции с 3D-моделями проектов планировки.

С учетом изложенного, в рамках настоящей статьи под территориальным планированием в широком смысле понимается совокупность генерального плана и проектов планировки территории как взаимосвязанных документов, обеспечивающих переход от стратегического целеполагания к параметрически заданной планировочной структуре.

Если представить описанные взаимосвязи графически, возникает не линейная вертикальная структура, а более сложная конфигурация (рис. 1).

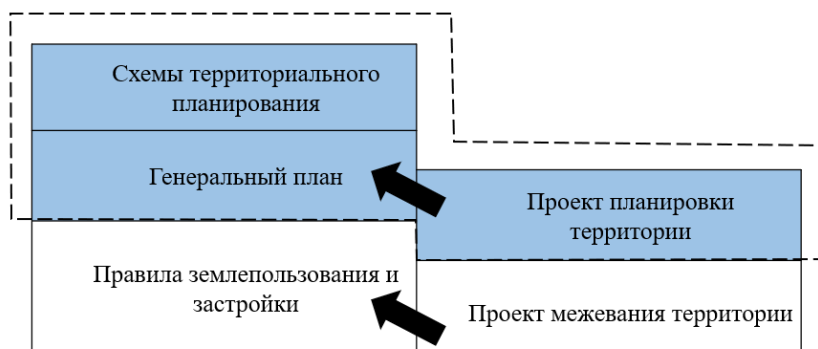


Рис. 1. Схема взаимосвязей документов в системе градостроительной деятельности

Схемы территориального планирования и генеральный план образуют верхний уровень – стратегическое целеполагание. Правила землепользования и застройки (ПЗЗ) располагаются на другом уровне, замыкая на себя вопросы градостроительного зонирования и правового режима использования земельных участков. Между этими двумя уровнями, в «переходной зоне», находятся проект планировки территории (ППТ) и проект межевания территории (ПМТ). В свою очередь проект планировки территории выступает связующим звеном, которое: принимает целевые установки от генерального плана, учитывает градостроительные регламенты, заданные ПЗЗ (виды разрешенного использования, предельные параметры застройки) и одновременно формирует планировочную структуру, которая затем может уточняться или корректироваться при разработке ПМТ.

Таким образом, связи между уровнями носят не чисто вертикальный, а матричный (сетевой) характер. Генеральный план влияет на ПЗЗ, но и ПЗЗ мо-

жет обратно влиять на реализацию генерального плана (например, через внесение изменений). ППТ находится на пересечении этих влияний, интегрируя стратегические решения с местными градостроительными регламентами.

Обсуждение

Анализ существующей практики позволяет выделить несколько ключевых недостатков 2D-подхода. Первый – невозможность учета ситуации и рельефа. В двумерных генеральных планах и проектах планировки территории (ППТ) границы функциональных зон и земельных участков отображаются на плоскости без учета рельефа. Как показано в исследовании [3], при подготовке ППТ для села Прокудское Новосибирской области оценка пешеходной доступности объектов социальной инфраструктуры (школ, детских садов) по нормативным радиусам (500 м) в 2D-формате не учитывала реальные маршруты движения, перепады высот и наличие естественных препятствий (овраги, водные объекты и проч.). В результате формально «доступные» объекты оказывались фактически недоступными. Аналогичная проблема описана в работе [4] при планировании строительства водного спортивного сооружения: земельный участок, выбранный по 2D-плану, оказался непригодным из-за перепада высот 37,2 м и уклона 12 градусов (рис. 1 в [4]).

Второй недостаток – разрозненность и противоречивость исходных данных. Формирование ДТП требует интеграции сведений из Единого государственного реестра недвижимости (ЕГРН), информационных систем обеспечения градостроительной деятельности (ИСОГД) и федеральной государственной информационной системы территориального планирования (ФГИС ТП). Однако, как отмечают авторы работы [4], эти данные часто противоречат друг другу. Например, сведения о правилах землепользования и застройки (ПЗЗ) Чеповского сельсовета во ФГИС ТП датированы 26.10.2017 г., а на официальном сайте администрации – 16.05.2025 г. Такая ситуация ставит под сомнение актуальность и достоверность информации, используемой для планирования.

Третий недостаток – отсутствие интеграции с 3D-кадастром. Объекты капитального строительства (ОКС) имеют трехмерную структуру, однако кадастровый учет в России ведется преимущественно в 2D-формате. Как обосновывает А.В. Чернов [5], развитие 3D-кадастра является необходимым вектором развития кадастровой системы, но без перехода ДТП на 3D-формат интеграция этих систем невозможна.

Зарубежные исследования [6] показывают, что детализированные 3D-модели городов (Virtual Singapore, Helsinki 3D+) стали ключевым инструментом для решения градостроительных, экологических и транспортных задач. В России наиболее продвинутым примером является проект «ТОМСК 3D» [7]. Цифровая платформа, разработанная в Томске, позволяет не только визуализировать градостроительные проекты, но и проводить анализ паводковой ситуации, а также вовлекать граждан в процессы «соучаствующего проектирования». Однако, как подчеркивает В.И. Корнев [7], платформа не имеет официального статуса юридически значимого документа территориального планирования.

Практический пример создания пространственной модели территории приведен в работе [4] на примере села Чепош Республики Алтай. Авторами разработана технологическая схема, включающая аэрофотосъемку с БПЛА (DJI Phantom 4 Pro+), геодезическое координирование опорных и контрольных точек, фотограмметрическую обработку в Agisoft Metashape и последующее 3D-моделирование.

На основе анализа источников [1-8] авторами систематизированы основные группы проблем. Первая – нормативно-правовые проблемы. Градостроительный кодекс РФ не содержит требований к разработке 3D-моделей в составе ДТП. Юридический статус 3D-модели (является ли она официальным документом или вспомогательной визуализацией) не определен. Отсутствует также нормативное закрепление требований к точности, форматам данных и уровню детализации (LOD). Аналогичная ситуация наблюдается в кадастровой сфере: несмотря на международный стандарт LADM (Land Administration Domain Model) [8], его адаптация в российское законодательство находится на начальной стадии научной проработки.

Вторая группа проблем – технологические и методические проблемы. На сегодняшний день отсутствует единый национальный стандарт формата пространственных данных для ДТП. Используются различные подходы (лазерное сканирование, фотограмметрия по данным с БПЛА, тахеометрическая съемка), что приводит к несовместимости моделей. Кроме того, как показано в работе Аврунева Е.И., Гармаша В.В., Гоголева Д.В. и Чернова А.В. [4], даже при корректной обработке возможен систематический сдвиг ортофотоплана (в данном случае по оси X), который может остаться незамеченным без контрольных точек.

Третья группа проблем – кадровые проблемы. Подготовка специалистов в области 3D-моделирования для целей территориального планирования практически отсутствует. В государственных и муниципальных учреждениях нет кадров, способных разрабатывать и сопровождать 3D-модели. Существующие образовательные программы по направлениям «Землеустройство и кадастры» и «Градостроительство» требуют серьезной модернизации с включением дисциплин по 3D-моделированию, фотограмметрии и ГИС.

Четвертая группа – экономические проблемы. Создание высокоточной 3D-модели даже для небольшого поселения (как с. Чепош) требует затрат на аэрофотосъемку, геодезическое оборудование, программное обеспечение и квалифицированных исполнителей. Бюджеты большинства муниципальных образований не предусматривают таких расходов.

Предварительные рекомендации и направления дальнейших исследований. Авторы полагают, что переход к 3D-формату в территориальном планировании должен быть поэтапным:

Законодательный этап: внесение изменений в Градостроительный кодекс РФ, закрепляющих возможность (а для крупных городов – обязанность) разработки 3D-моделей в составе ППТ.

Нормативно-технический этап: разработка национального стандарта (ГОСТ Р) на 3D-модели для целей территориального планирования, включая требования к точности, форматам, уровням детализации и метаданным.

Пилотный этап: реализация пилотных проектов в муниципальных образованиях разного типа с государственным софинансированием и публикацией методических рекомендаций.

Образовательный этап: введение в профильных вузах дисциплин по 3D-моделированию, фотограмметрии с БПЛА и работе с цифровыми двойниками территорий.

Заключение

Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы:

Применение 2D-формата при разработке документов территориального планирования приводит к ошибкам, связанным с невозможностью учета рельефа, противоречивостью исходных данных и отсутствием интеграции с 3D-кадастром.

Российский и зарубежный опыт (проекты «ТОМСК 3D», создание пространственной модели с. Чепош) демонстрирует технологическую возможность перехода на 3D-формат.

Основными барьерами внедрения являются нормативно-правовые (отсутствие правового статуса 3D-модели), технологические (отсутствие стандартов), кадровые (дефицит специалистов) и экономические (высокая стоимость реализации).

Переход на 3D-формат требует внесения изменений в законодательство, разработки национальных стандартов, подготовки кадров и финансирования пилотных проектов.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку методики подготовки документов территориального планирования в 3D-формате, оценки экономической эффективности внедрения 3D-формата и создание типовых требований к цифровым двойникам муниципальных образований разного типа.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Приказ Минстроя России от 25.12.2020 № 866/пр «Об утверждении Концепции проекта цифровизации городского хозяйства «Умный город».
2. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 28.04.2023).
3. Аврунев Е.И., Лаптева А.С., Агеенко Е.С. Перспективы применения 3D-формата для разработки градостроительной документации // Регулирование земельно-имущественных отношений в России. – 2024. Т. 1. С. 32-38.
4. Аврунев Е.И., Гармаш В.В., Гоголев Д.В., Чернов А.В. Разработка технологической схемы создания пространственной модели территориального образования для подготовки документов территориального планирования // Геодезия и аэрофотосъемка. – 2025. (в печати / принята к публикации).

5. Чернов А.В. Трехмерный кадастр – основной вектор развития успешной кадастровой системы. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/trehmernyy-kadastr-osnovnoy-vektor-razvitiya-uspeshnoy-kadaastrovoy-sistemy>
6. Biljecki F., Stoter J., Ledoux H., Zlatanova S., Coltekin A. Applications of 3D City Models: State of the Art Review // ISPRS Int. J. Geo-Inf. – 2015. № 4. С. 2842-2889.
7. Коренев В.И. Использование цифровых технологий и 3D-моделирования в градостроительной деятельности (на примере города Томска) // Вестник ТГАСУ. – 2020. Т. 22. № 6. С. 70-82.
8. Lemmen C., van Oosterom P., Kara A., Kalogianni E. The Land Administration Domain Model (LADM): An Overview // FIG Publication. – 2023. № 84.

© А. С. Лантева, Е. С. Агеев, 2026