

3D пространственные данные как инструмент управления развитием территорий



**Струнина
Елена
Николаевна**

заместитель директора по инновациям, АО «Урало-Сибирская Гео-Информационная Компания», Екатеринбург, Российская Федерация

e-mail: strunina@usgik.ru

В работе обосновывается необходимость перехода от традиционных к трехмерным пространственным данным, представлены требования законодательства РФ к их созданию и использованию для эффективного управления развитием территорий. Создание Банка 3D пространственных данных как структурного элемента Регионального фонда пространственных данных качественно улучшит и ускорит процесс принятия управленческих решений для целей устойчивого развития территории на основе единых 3D-стереомоделей застроенных территорий, которые являются эффективным инструментом для активизации развития территории, привлечения инвестиций в регион, повышения качества жизни граждан за счет формирования комфортной среды проживания.

Ключевые слова: 3D пространственные данные, единые 3D-стереомодели территории, фотограмметрический метод, Банк 3D пространственных данных, управление развитием территории.

Strunina E. N., Larionova V. A.

3D spatial data as a tool for managing the development of territories



**Ларионова
Виола
Анатольевна**

кандидат физико-математических наук, доцент, заместитель директора по проектам развития образования, заведующий кафедрой экономики и управления строительством и рынком недвижимости, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина (УрФУ), Екатеринбург, Российская Федерация

e-mail: strunina@usgik.ru

The paper substantiates the need to move from traditional to three-dimensional geodata, describes the requirements of the current legislation of the Russian Federation for their creation and use for an effective management of territorial development. The creation of a 3D Geodata Bank as a structural element of the Regional Geodata Fund will qualitatively improve and accelerate the process of making management decisions for the sustainable development of the territory based on unified 3D stereo models of built-up areas, which are an effective tool for activating the development of the territory, attracting investments to the region, improving the lives of citizens through the formation of a comfortable living environment.

Keywords: 3D spatial data, unified 3D stereo models of the territory, photogrammetric method, 3D spatial data bank, territory development management.

Введение

Управление развитием территорий — это комплексный процесс, направленный на улучшение качества жизни населения и повышение социально-экономического потенциала территории. Выработка и принятие управленческих решений затруднены без доступа к пространственным данным и понимания пространственного положения объектов территории, их характеристик и взаимосвязи на региональном и локальном уровнях.

В настоящее время к пространственным данным предъявляются высокие требования: они должны быть достоверными, своевременными, точными и публичными. Так, в Докладе, подготовленном по результатам реализации НИР по заказу Росреестра НИУ ВШЭ и НИИ «Аэрокосмос» [1], прямо говорится о том, что цифровизация всех отраслей экономики требует изменений в технологиях производства и в использовании пространственных данных. Авторский коллектив принял во вни-

мание технологии, экспериментальные работы и практический опыт более 70 государственных и коммерческих предприятий-лидеров в сфере создания пространственных данных для различных областей применения, от обзорных функций до изыскательских работ.

Анализ выявил, что наиболее востребованными остаются сведения Единого государственного реестра недвижимости (далее — ЕГРН), данные геодезических измерений и топографическая продукция. В качестве источников дополнительной информации часто используются негосударственные картографические сервисы и открыто публикуемые данные в сети Интернет. Около 55 % организаций различных форм собственности, являющихся потребителями пространственных данных, указали на необходимость новых инструментов визуализации данных. Выявлена потребность перехода от двухмерного представления пространственных данных к объемно-пространственному трехмерному представлению.

Несмотря на высокие темпы развития геопространственной индустрии, потребители пространственных данных также считают необходимым повысить требования к: актуальности данных, отражающих текущую ситуацию на местности, что превышает официально установленные нормативы; доступности данных и метаданных о них в режиме онлайн; расширению перечня геопространственных продуктов за счет внедрения новых технологий в их производство: цифровые модели рельефа местности, бесшовные растровые покрытия, цифровые трехмерные объекты местности и др., нормативно-технические требования к которым в настоящее время находятся в стадии разработки.

Изучение международного опыта показывает внимание специалистов к созданию и внедрению большого количества геопространственных данных, в том числе и трехмерных, для поддержки принятия решений в управлении территориями [12–14].

В настоящей работе рассматриваются преимущества использования актуальных 3D пространственных данных для анализа, планирования и проектирования жизненно важных социальных объектов территории на примере процесса ликвидации последствий ЧС в поселке городского типа Сосьва, расположенном в Свердловской области, который подвергся стихийному пожару.

Целью исследования является обоснование необходимости и практической значимости создания Банка высокоточных 3D пространственных данных на региональном уровне для предоставления их исполнительным органам государственной власти, органам местного самоуправления, бизнесу, в том числе и для принятия рациональных градостроительных решений.

Методология работы

В качестве научной гипотезы авторы предполагают, что использование 3D пространственных данных формирует общее информационное пространство для участников процессов развития территорий и ускоряет процессы принятия обоснованных решений развития территорий. Для доказательства проведен сравнительный анализ типов пространственных данных, определены их преимущества и недостатки. Проанализированы нормативные требования к пространственным данным и условия использования на основе действующего законодательства. Разработана методика использова-

ния 3D пространственных данных для скорейшей ликвидации последствий ЧС в поселке городского типа Сосьва, расположенного в Свердловской области. На основе полученного практического опыта обоснована необходимость создания Банка 3D пространственных данных как структурного элемента Регионального фонда пространственных данных.

Методы получения пространственных данных: анализ

Пространственные данные — это данные о пространственных объектах, включающие сведения об их местоположении, форме и свойствах, представленные в координатно-временной системе. Действующее законодательство РФ, в том числе Земельный кодекс, Градостроительный кодекс и др., предъявляют высокие требования к точностным параметрам пространственных данных для застроенных территорий, а именно, 10–20 см в плане и до 25 см по высоте.

Существует несколько методов получения пространственных данных¹: геодезический метод; метод спутниковых геодезических измерений (определений); комбинированный (сочетание геодезического метода и метода спутниковых измерений)²; фотограмметрический; картометрический; аналитический метод [2–5]. В Таблице 1 представлены методы получения пространственных данных, направления их использования, а также преимущества и недостатки каждого метода, исходя из поставленных задач.

Состав пространственных данных ЕЭКО в виде цифровых топографических карт (планов) и цифровых ортофотопланов не дает пользователю объемно-пространственного представления о местности и не закрывает потребность в пространственных данных более крупных масштабов и,

соответственно, более высокой точности определения местоположения объектов местности³.

Так, Земельный кодекс Российской Федерации, глава IV⁴, описывает мероприятия относительно образования, раздела, выдела, объединения земельных участков, находящихся в различной форме собственности, а Приказ Росреестра от 23.10.2020 г. № П/0393⁵ устанавливает требования к точности и методам определения координат характерных точек земельного участка и контуров объектов капитального строительства на нем, указанных в Таблице 2.

Масштабное внедрение фотограмметрического метода с использованием 3D-стереомоделей в деятельность Росреестра РФ началось с вступления в силу Приказа Росреестра от 23.10.2020 № П/0393, а также Приказа Росреестра от 1 июня № П/0241⁶, который пунктом 26 определял условия использования для этих целей 3D-стереомоделей.

3 Об утверждении требований к точности и методам определения координат характерных точек границ земельного участка, требований к точности и методам определения координат характерных точек контура здания, сооружения или объекта незавершенного строительства на земельном участке, а также требований к определению площади здания, сооружения, помещения, машино-места. Приказ Росреестра от 23.10.2020 № П/0393 (ред. от 29.10.2021) // Консультант-Плюс: [сайт]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_368160/

4 Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 № 136-ФЗ (ред. от 04.08.2023) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.10.2023) // Консультант-Плюс: [сайт]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_33773/ (дата обращения: 30.10.2023).

5 Об утверждении требований к точности и методам определения координат характерных точек границ земельного участка, требований к точности и методам определения координат характерных точек контура здания, сооружения или объекта незавершенного строительства на земельном участке, а также требований к определению площади здания, сооружения, помещения, машино-места. Приказ Росреестра от 23.10.2020 № П/0393 (ред. от 29.10.2021) // Консультант-Плюс: [сайт]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_368160/

6 Об установлении порядка ведения Единого государственного реестра недвижимости, формы специальной регистрационной надписи на документе, выражающем содержание сделки, состава сведений, включаемых в специальную регистрационную надпись на документе, выражающем содержание сделки, и требований к ее заполнению, а также требований к формату специальной регистрационной надписи на документе, выражающем содержание сделки, в электронной форме, порядка изменения в Едином государственном реестре недвижимости сведений о местоположении границ земельного участка при исправлении реестровой ошибки. Приказ Росреестра от 01.06.2021 № П/0241 (ред. от 07.11.2022) // Консультант-Плюс: [сайт]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_387541/

Таблица 1. Сравнительная характеристика различных технологий получения пространственных данных. Автор Е. Н. Струнина. 2023 г.

№ п/п	Метод получения пространственных данных	Направление использования	Преимущества	Недостатки
1	Геодезический метод	Геодезические изыскания, земляные работы, кадастровые работы, топографические работы, маркшейдерские работы, контроль строительства	Высокая точность и надежность измерений, соответствующая требованиям законодательства	Небольшие участки работ, высокая стоимость производства работ, нет единого объемно-пространственного восприятия территории
2	Метод спутниковых измерений (определений)	Геодезические изыскания, земляные работы, кадастровые работы, топографические работы, маркшейдерские работы, инвентаризация и паспортизация объектов инфраструктуры, контроль строительства	Высокая точность и надежность измерений, соответствующая требованиям законодательства	Зависимость от времени года. Небольшие участки работ. Высокая стоимость производства работ, нет единого объемно-пространственного восприятия территории
3	Комбинированный метод (сочетание геодезического метода и метода спутниковых измерений (определений))	Геодезические изыскания, земляные работы, кадастровые работы, топографические работы, маркшейдерские работы, инвентаризация и паспортизация объектов инфраструктуры	Высокая точность и надежность измерений, соответствующая требованиям законодательства	Зависимость от времени года. Небольшие участки работ. Высокая стоимость производства работ, нет единого объемно-пространственного восприятия территории
4	Фотограмметрический метод	Создание и мониторинг градостроительной документации, стратегическое планирование развития территории, комплексные кадастровые работы, инвентаризация и паспортизация объектов инфраструктуры данных	Независимость от времени года и климатических условий, работы выполняются камерально, простой контроль выполняемых работ, многофункциональное использование, невысокая стоимость производства, быстрое обновление, объемно-пространственное восприятие территории от поселка до города	Требуется специальное оборудование и программное обеспечение
5	Картометрический метод	Создание единой картографической основы (ЕЭКО), создание и мониторинг градостроительной документации, стратегическое планирование развития территории	Точность и надежность измерений, соответствует масштабу созданных карт и планов, соответствуют требованиям законодательства для определенного масштаба ряда, многофункциональное использование	Высокая стоимость производства работ, долго создаются, для прочтения закодированной информации требуются специальные навыки, нет объемного восприятия территории
6	Аналитический метод	Наполнение и уточнение сведений ЕГРН	Точность и надежность измерений, соответствуют точности исходных планов, соответствуют требованиям законодательства для определенных видов работ	Отсутствие исходной информации, небольшие участки работ, нет единого объемно-пространственного восприятия территории

Таблица 2. Значения точности (средней квадратической погрешности) определения координат характерных точек границ земельных участков

№ п/п	Категория земель и разрешенное использование земельных участков	Средняя квадратическая погрешность определения координат местоположения характерных точек, в м	Размер проекции пикселя на местности для аэрофотоснимков и космических снимков, в см
1	Земельные участки, отнесенные к землям населенных пунктов	0,10	5
2	Земельные участки, отнесенные к землям сельскохозяйственного назначения и предоставленные для ведения личного подсобного хозяйства, огородничества, садоводства, индивидуального гаражного или индивидуального жилищного строительства	0,20	7
3	Земельные участки, отнесенные к землям сельскохозяйственного назначения и предоставленные для ведения личного подсобного хозяйства, огородничества, садоводства, индивидуального гаражного или индивидуального жилищного строительства	2,50	35
4	Земельные участки, отнесенные к землям промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, землям для обеспечения космической деятельности, землям обороны, безопасности и землям иного специального назначения	0,50	9
5	Земельные участки, отнесенные к землям особо охраняемых территорий и объектов	2,50	35
6	Земельные участки, отнесенные к землям лесного фонда, землям водного фонда и землям запаса	5,00	60
7	Земельные участки, не указанные в пунктах 1–6 настоящих значений	2,50	35

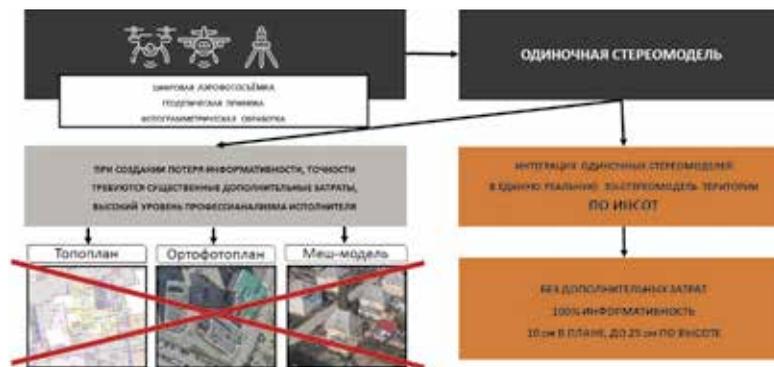


Иллюстрация 1. Технологическая схема создания пространственных данных по материалам аэрофотосъемки. Преимущества 3D-стереомодели. АО УСГИК. 2022 г.



Иллюстрация 2. Взаимодействие с единой реалистичной 3D-стереомоделью городской территории с использованием стереотелевизора и ПО ИНСОТ. АО УСГИК. 2023 г.

Согласно Приказу Росреестра от 23.10.2020 № П/0393, для земель населенных пунктов необходима точность определения плановых координат с СКП не более 10 см. Для ее достижения разработан и утвержден Национальный стандарт ГОСТ Р 58854–2020 «Фотограмметрия. Требования к созданию ориентированных аэроснимков для построения стереомоделей застроенных территорий»⁷. Положения Национального стандарта ГОСТ Р 58854–2020 устанавливают технические требования к технологическим процессам создания 3D-стереомоделей для получения пространственных данных о местности со средней квадратической погрешностью (далее — СКП) положения точек местности, не превышающей 10 см в плане и 15 см по высоте. Стандарт может быть использован организациями независимо от форм собственности и подчинения для создания и использования 3D-стереомоделей местности.

В настоящее время ППК Роскадастр активно выполняет аэрофотосъемку с применением беспилот-

ных летательных аппаратов (БПЛА), создает и использует 3D-стереомодели местности для исправления реестровых ошибок и выполнения комплексных кадастровых работ. Отделы государственного земельного надзора управлений Росреестра используют в своей деятельности, направленной на предупреждение, выявление и пресечение требований земельного законодательства, 3D-стереомодели застроенных территорий [6–8].

Градостроительный кодекс РФ⁸ регулирует отношения по территориальному планированию, градостроительному зонированию, планировке территории, архитектурно-строительному проектированию, отношения по строительству объектов капитального строительства, комплексному развитию территории и т. д. Для этого необходимы пространственные данные высокой точности и детальности о территории, на которой происходит градостроительная деятельность. Градостроительный кодекс РФ предусматривает в качестве исходных данных для создания проектов планировки территории топографические планы масштаба 1:500, что соответствует точности геопозиционирования объектов 20 см в плане и 12,5 см по высоте. Национальный стандарт ГОСТ Р 59328–2021 «Аэрофотосъемка топографическая»⁹ устанавливает требования к комплексу работ по цифровой аэрофотосъемке, вы-

полняемой для создания и обновления топографических карт и планов различных масштабов.

На практике органы местного самоуправления уже внедряют в свою деятельность 3D-стереомодели городов и сельских населенных пунктов, называя их цифровой копией территории¹⁰. Задачи, решаемые в муниципалитетах по 3D-стереомоделям: муниципальный земельный контроль с выявлением нарушений границ землепользования (определяют границы и площади самозахватов земельных участков); выявление целевого использования земельных участков; создание и контроль проектов межевания; согласование проектов газоснабжения и водоснабжения на предмет выявления препятствий и пересечений с другими объектами; получение разрешений на строительство, выявление самовольного строительства зданий, сооружений и др.

Технология создания 3D-стереомоделей и их преимущества

Всем нормативным требованиям соответствует 3D-стереомодель территории. Ее создание в настоящий момент наиболее экономически выгодно для потребителя. При этом точность геопозиционирования объектов соответствует требованиям законодательства для кадастровых работ, геодезических изысканий и проектирования. 3D-стереомодель обладает реалистичной визуализацией местности, так как обзорятся не смоделированные объекты, а их реальные трехмерные изображения [9; 10]. На Иллюстрации 1 показана технологическая схема создания пространственных данных по результатам дистанционного зондирования земли, в том числе и трехмерных, а также указаны отличительные особенности создания единой 3D-стереомодели на застроенную территорию от одного кадастрового квартала до целого города.

Для достижения высокой точности разработан и утвержден Национальный стандарт ГОСТ Р 58854–2020 «Фотограмметрия. Требования к созданию ориентированных снимков для построения стереомоделей застроенных территорий». Положения Национального стандарта ГОСТ Р 58854–2020 устанавливают технические требования к созданию 3D-

7 ГОСТ Р 58854–2020. Национальный стандарт Российской Федерации. Фотограмметрия. Требования к созданию ориентированных аэроснимков для построения стереомоделей застроенных территорий. Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 мая 2020 г. № 204-ст. // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов: [сайт]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200173328/>

8 Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 04.08.2023) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2023) // Консультант-Плюс: [сайт]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/

9 ГОСТ Р 59328–2021. Национальный стандарт Российской Федерации. Аэрофотосъемка топографическая. Технические требования. Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19 февраля 2021 г. № 85-ст. // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов: [сайт]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200178079>

10 3D-стереомодель — цифровая копия города для оперативного принятия управленческих решений / О. Н. Ключков // Доклад: междунар. строит. форум и выставка 100 + TechnoBUILD: [яндекс-диск Форум].

стереомоделей для получения пространственных данных о местности со средней квадратической погрешностью (далее — СКП) положения точек местности, не превышающей 10 см в плане и до 25 см по высоте. Использование специализированного программного обеспечения и стереооборудования (Иллюстрация 2) позволяет взаимодействовать с 3D-стереомоделью города — выполнять геометрические измерения объектов инфраструктуры, определять их местоположение и семантические характеристики, интегрировать дополнительную тематическую информацию.

Необходимость и практическая значимость создания Банка 3D пространственных данных демонстрирует ситуация, произошедшая по вине стихийных лесных пожаров весной 2023 г. В конце апреля масштабный пожар уничтожил более 100 жилых домов в поселке городского типа Сосьва в Свердловской области. В кратчайшие сроки требовалось ликвидировать последствия ЧС, обеспечить жильем пострадавших к 01.10.2023 г.

Применение 3D-стереомоделей для ликвидации последствий ЧС

Для выполнения жесткого условия по срокам ввода жилья в эксплуатацию необходимо привлечь новые цифровые технологии и обеспечить быстрым обменом информацией всех участников рабочей группы, созданной для управления процессом восстановления. Принимая во внимание ведущую роль фотограмметрического метода с использованием 3D-стереомоделей в деятельности ПКК Роскадастра и нормативную поддержку, Минстрой Свердловской области принял решение выполнить аэрофотосъемку с соблюдением требований ГОСТ Р 58854–2020 и оперативно создать цифровую копию Сосьвы в виде высокоточной 3D-стереомодели.

Решение существенно сократило сроки на межевание, кадастровые работы, проектирование расположения объектов на земельных участках (дома, скважины, септики), проектирование линейных объектов (ЛЭП), согласование с собственниками, оценку ущерба. Имеющиеся в распоряжении Администрации Сосьвы пространственные данные — цифровые топографические планы 2006 г. и цифровые ортофотопланы масштаба 1:2000 девятилетней давности (плоское двухмерное фотографическое изображение местности), не позволили использовать их для оценки текущей ситуации и тем более развить



Иллюстрация 3. Граница пожара. Жилой сектор Сосьвы: состояние местности на 2014 г. АО УСГИК. 2023 г.



Иллюстрация 4. Граница пожара. Жилой сектор Сосьвы: состояние местности на 2023 г. АО УСГИК. 2023 г.

на этом месте объект нового уровня в короткие сроки [11]. Архивную аэрофотосъемку обработали по новым технологиям и получили 3D-стереомодель Сосьвы на состояние местности 2014 г. Сравнение «что было и что осталось» (Иллюстрации 3, 4) позволило просчитать ущерб от пожара каждого домохозяйства.

Благодаря объемно-пространственной модели территории, созданной в 2014 г., специалисты определили не только количество построек на участке, но и сравнили фактическую площадь объекта капитального строительства с зарегистрированной в ЕГРН, а также выявили этажность строений. В некоторых случаях (технология создания этой модели не соответствует ГОСТ Р 58854–2020) удалось определить материал постройки. По итогам работы составлен Акт обследования территории с информацией о каждом домохозяйстве, включая адрес, кадастровый номер земельного участка, кадастровый номер объекта капитального строительства и др.

Использование пространственных данных в виде 3D-стереомоделей позволило в дистанционном режиме 24/7 получить актуальные и точные данные, обеспечить эффект присутствия для принятия обоснованных решений в поселке на удалении более 400 км от Екатеринбурга, дополнительные тематические данные о рельефе местности, перепадах относительных высот и проводить: сбор фактических сведений по каждому домовладению; проектирование новых домов с учетом градостроительных регламентов и охранных зон; согласование «посадки» жилого дома (размещения) на земельном участке с собственниками (Иллюстрация 5); уточнение границ земельных участков (далее — ЗУ) (координатное описание) с внесением в сведения ЕГРН, так как большинство земельных участков имели статус декларированных (Иллюстрации 6, 7).

Создано единое координатное пространство и объемное, реалистичное представление 3D-стереомодели, возможность интегрировать дополнительные тематические



Иллюстрация 5. «Посадка» жилых домов для согласования с собственниками. АО УСГИК. 2023 г.



Иллюстрация 6. Учетные и декларированные земельные участки из сведений ЕГРН. АО УСГИК. 2023 г.



Иллюстрация 7. Уточненные земельные участки после выполнения кадастровых работ. АО УСГИК. 2023 г.

слои (например, кадастровый план территории, территориальные зоны, проектные модели и др.) и создание

3D векторных моделей существующих зданий и сооружений, что позволяет назвать 3D-стереомодель основой трехмерного цифрового двойника территории.

Когда чрезвычайная ситуация сложилась еще в нескольких сельских населенных пунктах, Минстрой применил уже накопленный опыт оперативного создания и совместного использования единых 3D-стереомоделей территорий.

В целом виртуальное объемно-пространственное представление населенных пунктов в виде 3D-стереомоделей можно рассматривать как инструмент реализации целей устойчивого развития территорий. Городское планирование, транспортные системы, водоснабжение, обращение с твердыми бытовыми отходами, снижение риска стихийных и техногенных бедствий — все эти вопросы имеют отношение к устойчивому развитию и требуют не просто понимания пространственного положения природных и инфраструктурных объектов, но и их точных характеристик.

Как правило, исполнительные органы государственной власти не имеют современных, точных и тем более трехмерных пространственных данных. Соответственно, они не могут их предоставлять потребителям — органам местного самоуправления и бизнесу. В настоящее время идет реализация государственной программы «Национальная система пространственных данных» (НСПД). В качестве базовой основы в НСПД выступает Единая электронная картографическая основа (ЕЭКО). В состав ЕЭКО входят двухмерные ортофотопланы масштаба 1:2000 и цифровые топографические планы для городов в масштабе 1:2000 и 1:10000 для межселенной территории. Потребность в ЕЭКО различными государственными платформами (а их 23) прописана в Распоряжении Правительства РФ от 07.02.2024 № 268-р «Об утверждении перечня государственных геоинформационных систем, картографической основой которых является единая электронная картографическая основа». Вместе с тем такие пространственные данные не соответствуют современным требованиям к развитию территорий.

Объемная визуализация сложившейся на местности ситуации с добавлением сведений ЕГРН, инженерных коммуникаций, градостроительных регламентов и ограничений будет полезна и для проектов комплексного развития территории, и для девелоперов.

Органы государственной власти в субъектах Российской Федерации наделены полномочиями по созданию и ведению Региональных фондов пространственных данных (РФПД). Создание таких фондов вызвано необходимостью повышения качества и эффективности управления за счет упрощения процесса доступа к информационным ресурсам и широкого использования пространственных данных при принятии решений. Целесообразно создать Банк 3D пространственных данных/3D-стереомоделей населенных пунктов региона как структурный элемент РФПД. Пользователями пространственных данных в виде 3D-стереомоделей территорий будут муниципальные и региональные органы власти, сетевые организации, ППК Роскадастр, инвесторы и другие заинтересованные стороны при планировании, проектировании, реализации и контроле выполнения проектов развития территории.

Заключение

Преимущества использования пространственных данных в виде 3D-стереомоделей обусловлены созданием без дополнительных временных и финансовых затрат пространственных данных требуемой действующим законодательством точности, быстрой актуализацией, объем-

ной визуализацией, реалистичным восприятием объектов местности, позволяющим определять дополнительные характеристики этих объектов.

При ликвидации последствий ЧС природного и техногенного характера сравнение архивных и актуальных 3D-стереомоделей обеспечивает глубину анализа местности, обоснованность решений, снижение рисков, эффективность деятельности за счет оперативного и неоднократного дистанционного доступа к территории всех участников процесса.

Создание Банка 3D пространственных данных как структурного элемента Регионального фонда пространственных данных с учетом анализа рыночной конъюнктуры и потребностей целевой аудитории позволит качественно улучшить и ускорить процессы принятия управленческих решений для целей устойчивого развития территории.

Список использованной литературы

- [1] Белогура Е. Б., Воробьев В. Е., Гвоздев О. Г. и др. Пространственные данные: потребности экономики в условиях цифровизации / Федер. служба гос. регистрации, кадастра и картографии; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики»; НИИ «Аэрокосмос». — М.: НИУ ВШЭ, 2020. — 128 с.
- [2] Камбиева Ф. З., Амшочков Б. Х. Анализ различных методов определения координат // Экономика и социум. — 2022. — № 1 (92). — С. 460–463.
- [3] Гук А. П., Евстратова Л. Г. Дистанционное зондирование и мониторинг территорий: учебник. — М.: КУРС, 2019. — 221 с.
- [4] Основы цифровой картографии: учеб. пособие / П. Е. Каргашин. — Дашков и К, 2020. — 105 с.
- [5] О применении аналитического метода определения координат // Ассоциация саморегулируемая организация «Объединение кадастровых инженеров»: [сайт]. — URL: https://asroki.ru/document/show/20409-211_doc1607067796.pdf (дата обращения: 20.10.2023).
- [6] Кобзев А. А., Литвинцев К. А., Струнина Е. Н. Стереодиаграмметрия — новый виток в комплексных кадастровых работах и земельном надзоре // Геопрофи. — 2020. — № 5. — С. 4–10. — URL: <http://www.geoprofi.ru/technology/stereofotogrammetriya-novykh-vitok-v-kompleksnykh-kadastrovyykh-rabotakh-i-zemel-nom-nadzore> (дата обращения: 30.10.2023).
- [7] Кобзева Е. А., Литвинцев К. А., Струнина Е. Н. Применение стереодиаграмметрического метода в кадастре недвижимости и земельном надзоре // Геопрофи. — 2019. — № 6. — С. 20–23. — URL: <http://www.geoprofi.ru/technology/primenenie-stereofotogrammetricheskogo-metoda-v-kadastre-nedvizhimosti-i-zemel-nom-nadzore>.
- [8] Лобов Я. А., Полетаева А. В., Струнина Е. Н. Стереодиаграмметрия в исправлении реестровых ошибок // Геопрофи. — 2021. — № 3. — С. 11–14. — URL: <http://www.geoprofi.ru/technology/stereofotogrammetriya-v-ispravlenii-reestrovyykh-oshibok> (дата обращения: 30.10.2023).
- [9] Алябьев А. А., Иванов А. Е., Кобзев А. А., Никитин В. Н. Фотограмметрия в развитии городских агломераций // Вестн. СГУГиТ. Т. 27. — 2022. — № 1. — С. 30–41. — URL: <http://vestnik.ssga.ru/wp-content/uploads/2022/03/30-41.pdf> (дата обращения: 19.10.2023).
- [10] Алябьев А. А., Литвинцев К. А., Никитин В. Н. Трехмерная стереомодель территории — первооснова

цифрового двойника города // Геопрофи. – 2020. – № 2. – С. 13–17. – URL: <http://www.geoprofi.ru/technology/trekhmernaya-stereomodel-territorii-pervoosnova-cifrovogo-dvojnika-goroda> (дата обращения: 30.10.2023).

- [11] Кобзева Е.А., Паклина А.В. Пожар в Сосъве: аэрофотосъемка с БВС как первый шаг к восстановлению // Геопрофи. – 2023. – № 3. – С. 5–8. – URL: <http://www.geoprofi.ru/technology/pozhar-v-sos-ve-aehrofotos-emka-s-bvs-kak-pervyhj-shag-k-vozstanovleniyu> (дата обращения: 30.10.2023).
- [12] Buckley S. 3D geospatial visualization // GIM International. – 2024. – № 1. – P. 56–59. – URL: <https://www.gim-international.com/content/article/3d-geospatial-visualization> (дата обращения: 16.04.2024).
- [13] Coote A., Castillo V.I. The case for natural capital accounting // GIM International. – 2024. – № 1. – P. 33–35. – URL: <https://www.gim-international.com/content/article/the-case-for-natural-capital-accounting> (дата обращения: 16.04.2024).
- [14] Lei B., Janssen P., Stoter J., Bilijecki F. Uncovering the challenges of urban digital twins // GIM International. – 2023. – № 5. – P. 18–21. – URL: <https://www.gim-international.com/content/article/uncovering-the-challenges-of-urban-digital-twins> (дата обращения: 02.07.2023).

References

- [1] Belogurova E. B., Vorob'ev V. E., Gvozdev O. G. i dr. Prostranstvennye dannye: potrebnosti ekonomiki v usloviyah cifrovizacii / Feder. sluzhba gos. registracii, kadastra i kartografii; Nac. issled. un-t «Vysshaya shkola ekonomiki»; NII «Aerokosmos». – M.: NIU VSHE, 2020. – 128 s.
- [2] Kambieva F. Z., Amshokov B. H. Analiz razlichnyh metodov opredeleniya koordinat // Ekonomika i socium. – 2022. – № 1 (92). – S. 460–463.
- [3] Guk A. P., Evstratova L. G. Distancionnoe zondirovanie i monitoring territorij: ucheb. posobie / P. E. Kargashin. – Dashkov i K, 2020. – 105 s.
- [4] Osnovy cifrovoj kartografii: ucheb. posobie / P. E. Kargashin. – Dashkov i K, 2020. – 105 s.
- [5] O primenении analiticheskogo metoda opredeleniya koordinat // Associaciya samoreguliruemaya organizaciya «Ob»edinenie kadastryh inzhenerov»: [sajt]. – URL: https://asroki.ru/document/show/20409-211_doc1607067796.pdf (дата обращения: 20.10.2023).
- [6] Kobzev A. A., Litvincev K. A., Strunina E. N. Stereofotogrammetriya – novyj vitok v kompleksnyh kadastryh rabotah i zemel'nom nadzore // Geoprofi. – 2020. – № 5. – S. 4–10. – URL: <http://www.geoprofi.ru/technology/stereofotogrammetriya-novyh-vitok-v-kompleksnyh-kadastryh-rabotah-i-zemel-nom-nadzore> (дата обращения: 30.10.2023).
- [7] Kobzeva E. A., Litvincev K. A., Strunina E. N. Primenenie stereofotogrammetricheskogo metoda v kadaстре nedvizhimosti i zemel'nom nadzore // Geoprofi. – 2019. – № 6. – S. 20–23. – URL: <http://www.geoprofi.ru/technology/primenenie-stereofotogrammetricheskogo-metoda-v-kadaстре-nedvizhimosti-i-zemel-nom-nadzore>.
- [8] Lobov Ya. A., Poletaeva A. V., Strunina E. N. Stereofotogrammetriya v ispravlenii reestrovyh oshibok // Geoprofi. – 2021. – № 3. –

S. 11–14. – URL: <http://www.geoprofi.ru/technology/stereofotogrammetriya-v-ispravlenii-reestrovyhkh-oshibok> (дата обращения: 30.10.2023).

- [9] Alyab'ev A. A., Ivanov A. E., Kobzev A. A., Nikitin V. N. Fotogrammetriya v razvitii gorodskih aglomeracij // Vestn. SGUGiТ. Т. 27. – 2022. – № 1. – S. 30–41. – URL: <http://vestnik.ssga.ru/wp-content/uploads/2022/03/30-41.pdf> (дата обращения: 19.10.2023).
- [10] Alyab'ev A. A., Litvincev K. A., Nikitin V. N. Trekhmernaya stereomodel' territorii – pervoosnova cifrovogo dvojnika goroda // Geoprofi. – 2020. – № 2. – S. 13–17. – URL: <http://www.geoprofi.ru/technology/trekhmernaya-stereomodel-territorii-pervoosnova-cifrovogo-dvojnika-goroda> (дата обращения: 30.10.2023).
- [11] Kobzeva E. A., Paklina A. V. Pozhar v Sos've: aerofotos»emka s BVS kak pervyj shag k vozstanovleniyu // Geoprofi. – 2023. – № 3. – S. 5–8. – URL: <http://www.geoprofi.ru/technology/pozhar-v-sos-ve-aehrofotos-emka-s-bvs-kak-pervyhj-shag-k-vozstanovleniyu> (дата обращения: 30.10.2023).
- [12] Buckley S. 3D geospatial visualization // GIM International. – 2024. – № 1. – P. 56–59. – URL: <https://www.gim-international.com/content/article/3d-geospatial-visualization> (дата обращения: 16.04.2024).
- [13] Coote A., Castillo V.I. The case for natural capital accounting // GIM International. – 2024. – № 1. – P. 33–35. – URL: <https://www.gim-international.com/content/article/the-case-for-natural-capital-accounting> (дата обращения: 16.04.2024).
- [14] Lei B., Janssen P., Stoter J., Bilijecki F. Uncovering the challenges of urban digital twins // GIM International. – 2023. – № 5. – P. 18–21. – URL: <https://www.gim-international.com/content/article/uncovering-the-challenges-of-urban-digital-twins> (дата обращения: 02.07.2023).

Статья поступила в редакцию 26.03.2024.

Опубликована 30.06.2024.

Strunina Elena N.

Deputy Director for Innovation, JCS Ural-Siberian Geo-Information Company, Yekaterinbur, Russian Federation
e-mail: strunina@usgik.ru

Larionova Viola A.

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Deputy Director for Educational Development Projects, Head of the Department of Economics and Management of Construction and Real Estate Market, Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin (UrFU), Yekaterinburg, Russian Federation
e-mail: strunina@usgik.ru
ORCID ID: 0000-0002-2132-5176