

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРИ ВЕДЕНИИ КАДАСТРА В РАЗЛИЧНЫХ СТРАНАХ

Александр Викторович Чернов

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, ассистент кафедры кадастра и территориального планирования, тел. +79137430979, e-mail: avch-1011@mail.ru

В статье обоснована тенденция постепенного перехода стран от двумерного к трехмерному кадастру недвижимости. На основе опыта Сингапура, Швеции и Новой Зеландии приведены различные технологические решения по созданию 3D моделей объектов недвижимости и их дальнейшую интеграцию в кадастр, а также сделан вывод о возможности применения таких работ в кадастровых системах стран – членов FIG.

Ключевые слова: FIG, 3D кадастр, 3D модель, BIM – технологии, пилотный проект, лидарная съемка

MODERN TECHNOLOGICAL SOLUTIONS IN CADASTRAL ACTIVITIES OF VARIOUS COUNTRIES

Alexandr V. Chernov

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, assistant at the Department of Cadastre and Territorial Planning, tel. +79137430979, e-mail: avch-1011@mail.ru

The article proves the tendency of gradual transition of countries from two to three-dimensional real estate cadastre. Based on the experience of Singapore, Sweden and New Zealand, various technological solutions for creating 3D models of real estate objects and their further integration into cadastre are presented. Conclusion about the possibility of applying such developments in the cadastral systems of FIG member countries is made.

Key words: 3D cadastre, 3D model, BIM, pilot project, lidar survey

Для эффективного и всестороннего развития кадастровой системы любому государству необходимо наладить международную коммуникацию с другими странами, выявить схожие проблемы, выработать стратегию по решению таких вопросов с использованием современных технологий и реализовать их на практике. Международной площадкой, которая обеспечивает связь между кадастрами различных стран, является International Federation of Surveyors (FIG) [12]. На сегодняшний день, членами комиссии 7 «Кадастр и управление земельными ресурсами» являются 69 государств, таким образом, можно считать, что результаты международных исследований в области кадастра, размещенные на сайте комиссии [11], отражают реальные тенденции в развитии кадастровых систем во всем мире.

Одним из первых документов, который на основании опроса участников рабочей группы стран FIG показывал основные направления модернизации кадастра в 1998 - 2014 годах, стал отчет «Cadastre 2014 and Beyond» [10], в

котором были изложены проекты кадастровых реформ в развитых и развивающихся странах и выделены шесть основных направлений развития кадастра [10]:

1. Кадастр будет отражать полное правовое положение земель, включая публичные права и ограничения.

2. Кадастровые системы вынуждены будут иметь лучшие организационные структуры и учитывать требования будущего, отдельных лиц и общества в целом.

3. Карты потеряют свою функцию хранилища информации и будут служить только для её предоставления, полученной из сохраненных моделей данных.

4. Бумага и карандаш исчезнут из кадастра.

5. Кадастр 2014 будет высоко приватизирован и полностью самокупаем.

6. Кадастр перестанет быть двумерным и станет 3D/4D.

Для обмена успешным опытом по вопросам создания и ведения трехмерного кадастра (положение 6 [10]), в рамках комиссии 7 [11] была создана рабочая группа «3D Cadastres» [13], которую возглавил Peter van Oosterom (Нидерланды). Ежегодно, ею проводятся международные конференции, семинары, совещания, публикуются результаты перехода различных стран на систему трехмерного кадастра, проводятся опросы для выработки дальнейшей стратегии развития 3D кадастра.

Анализируя проведенные опросы [13], можно отметить значительно возросшую активность стран в вопросах создания и ведения 3D кадастра, результатом которой стала подготовка в 2014 году документа «Cadastre 2034» [18], являющегося продолжением стратегии [10] и содержащем основные положения по развитию трехмерного кадастра и ожидания от его внедрения в развивающихся странах.

По состоянию на 2017 год, важной научно-технической задачей становления 3D кадастра является моделирование реальных трехмерных моделей объектов недвижимости и интеграция полученных данных в существующую кадастровую систему [14,15,16,17]. Для решения поставленной задачи применяется ряд технологических решений [15,16,17], среди которых особое внимание уделяется интеграции BIM-моделей в кадастр, а также использованию технологий лазерного сканирования. Основой исследований стал опыт Сингапура, Швеции и Новой Зеландии, поскольку эти страны не только достигли значительных успехов в вопросах создания и ведения 3D кадастра [15,16,17], но и применяют вышеперечисленные технологические решения.

BIM-модель – это структурированная информация об объекте недвижимости, имеющая числовое описание, которая используется на всех этапах жизненного цикла такого объекта [1]. Результат BIM - моделирования – это объектно-ориентированная цифровая модель, учитывающая всю семантическую информацию об объекте. На сегодняшний день, сфера BIM технологий является одной из наиболее развивающихся отраслей в таких странах, как Сингапур, Великобритания, Китай, Финляндия, Белоруссия и

другие [2-8]. Рассматривая опыт Сингапура, можно отметить, что основной целью создания BIM - модели г. Сингапур являлось наполнение данными земельного кадастра [7], с использованием результатов фотограмметрической обработки и текстурированием полученной модели (рисунок 1).

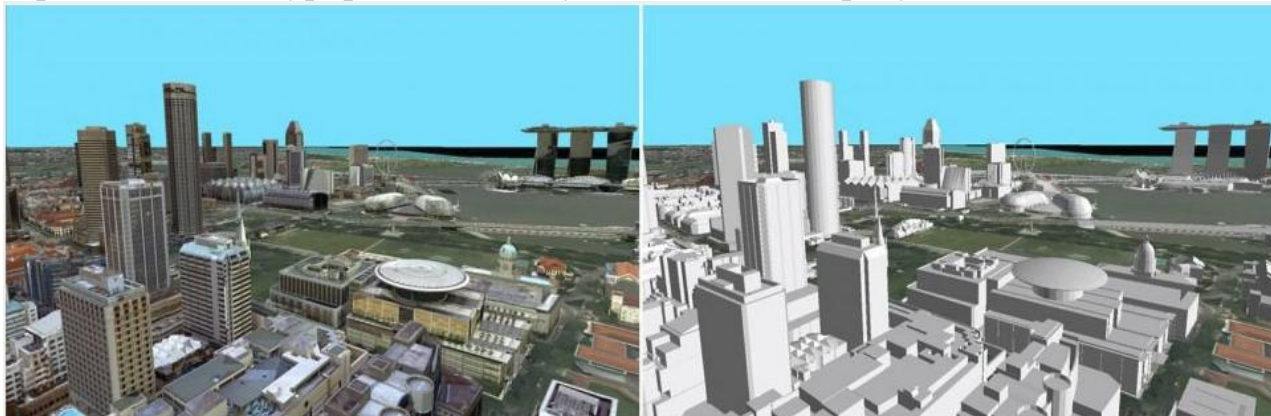


Рис. 1. BIM-модель г. Сингапур, интегрированная в земельный кадастр

На сегодняшний день, благодаря применению BIM-технологий, 3D кадастр Сингапура обладает полной моделью учтенных объектов недвижимости с минимальным уровнем детализации LoD 200, следующим шагом станет более высокая степень проработки существующих моделей, актуализация базы кадастра вновь созданными объектами недвижимости и заполнение части недостающей атрибутивной информации.

В случае с Сингапуром, используется подход полной синхронизации BIM-моделей и кадастровых данных, однако в ряде стран, таких как Швеция и Новая Зеландия присутствует процедура проверки достоверности BIM - моделей с выездом специалиста в области кадастра для проведения контрольных измерений [17]. В основе такой проверки лежит необходимость точной привязки «вторичного участка» (3D, либо BIM – модели объекта недвижимости) к зарегистрированному в кадастре «первичному участку» (земельный участок, на котором располагается моделируемый объект) с определением координат такого объекта в пространственной прямоугольной системе координат и выполнением контрольных измерений (рисунок 2) [17].

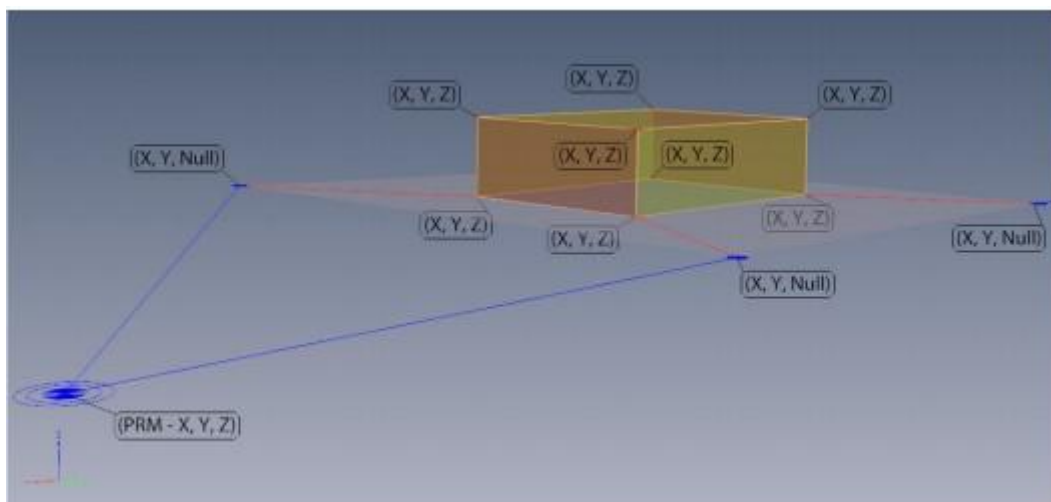


Рис. 2. Привязка импортируемой BIM – модели объекта недвижимости к «первичному участку»

Дополнительно, в рамках представленной проверки, с использованием соответствующего программного обеспечения, выполняются следующие операции [17]:

1. Контроль правильности сформированной формы и соответствие физическим границам пространственного объекта.
2. Проверка входимости «вторичного участка» в «первичный участок» (на основе входимости плановых границ).
3. Контроль наполнения семантической части модели данными о пространственных координатах (X,Y,Z) характерных точек объекта недвижимости и пунктов геодезического обоснования.
4. Топологическая проверка наложения модели на другие пространственные объекты.

Перечисленные операции позволяют обеспечить кадастровую систему достоверными данными о пространственных моделях объектов недвижимости, и существенно сократить сроки полевых работ благодаря импорту BIM-моделей в кадастр.

Другим подходом к получению высокоточных данных о недвижимом имуществе в формате 3D и их дальнейшей интеграции в кадастровую систему является применение технологий лазерного сканирования. В ряде публикаций приведены примеры практического использования наземных и воздушных лазерных сканеров для целей 3D кадастра [19, 20], в статье рассмотрен пилотный проект по использованию лидарной съемки для образования и визуализации трехмерных объектов недвижимости в г. Ходален (Швеция) [16].

Данный проект осуществлялся в рамках выполнения национальной 3D стратегии Швеции [17], воздушное лазерное сканирование (лидарная съемка) выполнялось на территории 2,5*2,5 км, плотность точек составила не менее, чем 0,5 точки/м² для 98% сканированной поверхности (кроме горных зон и водных поверхностей). Результатом стала трехмерная цифровая модель рельефа в формате .LAS, содержащая 8725127 точек [16]. В качестве инструмента

создания системы для отображения и анализа пространственной информации в 3D, использована технология Unity 3D, благодаря поддержке автоматической генерации рельефа на основе файлов .DEM (растр) и импорту из всех основных типов объектов TIN (.fbx, .obj., .mb) [16]. В данную программную среду были также загружены существующие данные кадастра, результаты аэрофотосъемки на исследуемый участок местности, и другие необходимые данные. Результатом стала трехмерная модель, содержащая кадастровые сведения об объектах недвижимости и данные о рельефе, которая представлена на рисунке 3 (зеленым цветом отмечены границы кадастрового деления).



Рис. 3. Трехмерная модель г. Nodalen, Швеция.

Полученная 3D модель соответствовала всем нормативным требованиям, предъявленным к проекту [16]. На сегодняшний день оценивается применимость предлагаемого технологического решения к различным типам городской застройки, отличающихся плотностью, интенсивностью, формой объектов недвижимости и другими факторами [16] на примере более чем 50 муниципалитетов Швеции.

Оценивая возможность применения представленных решений (BIM-моделирование, воздушное лазерное сканирование) для создания 3D моделей объектов недвижимости и их дальнейшей интеграции в кадастре стоит отметить необходимость дальнейшей унификации международных стандартов хранения и обмена пространственными данными, а также разработки нормативных документов по использованию современных технологий в кадастре на основе результатов, полученных при реализации пилотных проектов на территориях с различной плотностью и сложностью застройки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зеленина В. Г., Морарь Е. С. Концепция информационного моделирования зданий [Текст] // Вестник ПНИПУ. Прикладная экология. Урбанистика. 2015. № 1. С. 118-125.
2. Талапов В. В. – «Bentley Systems в Сингапуре: моделирование реальности вместе с BIM – путь к «умному городу»» [Электронный ресурс], режим доступа: <https://ardexpert.ru/article/11012>
3. Талапов В. В. – «Внедрение BIM: фундаментальный опыт Великобритании» [Электронный ресурс], режим доступа: <https://ardexpert.ru/article/8850>
4. Талапов В. В. – «Развитие BIM в странах Бенилюкса» [Электронный ресурс], режим

доступа: <https://ardexpert.ru/article/5408>

5. Талапов В. В. – «Норвегия и Швеция – здесь BIM тоже «вошёл в моду»» [Электронный ресурс], режим доступа: <https://ardexpert.ru/article/5362>

6. Талапов В. В. – «Финляндия – ещё один мировой BIM-лидер» [Электронный ресурс], режим доступа: <https://ardexpert.ru/article/5317>

7. Талапов В. В. – «Внедрение BIM: впечатляющий опыт Сингапура» [Электронный ресурс], режим доступа: <https://ardexpert.ru/article/5160>

8. Талапов В. В. – «Внедрение BIM в Республике Беларусь: краткая история и взгляд со стороны» [Электронный ресурс], режим доступа: <https://ardexpert.ru/article/5071>

9. Alexandra Ribeiro, José-Paulo Duarte de Almeida and Claire Ellul Exploring CityEngine as a Visualisation Tool for 3D Cadastre 4 th International Workshop on FIG 3D Cadastres 9-11 November 2014, Dubai, United Arab Emirates [Электронный ресурс], режим доступа: http://www.gdmc.nl/3DCadastres/literature/3Dcad_2014_25.pdf

10. Daniel Steudler – «CADASTRE 2014 and Beyond» [Электронный ресурс], режим доступа: <https://www.fig.net/resources/publications/figpub/pub61/Figpub61.pdf>

11. FIG Comission 7 – Term 2015-2018 – официальный сайт [Электронный ресурс], режим доступа: <http://www.fig.net/organisation/comm/7/index.asp>

12. International Federation of Surveyors (FIG) - официальный сайт [Электронный ресурс], режим доступа: <http://www.fig.net/index.asp>

13. 3D Cadastres Home – официальный сайт [Электронный ресурс], режим доступа: <http://www.gdmc.nl/3DCadastres/>

14. Jacynthe Pouliot, Frédéric Hubert, Chen Wang, Claire Ellul and Abbas Rajabifard 3D Cadastre Visualization: Recent Progress and Future Directions 5th International FIG 3D Cadastre Workshop 18-20 October 2016, Athens, Greece [Электронный ресурс], режим доступа: http://www.gdmc.nl/3DCadastres/literature/3Dcad_2016_28.pdf

15. Karki, S. (2013). 3D Cadastre Implementation Issues in Australia. University of Southern Queensland. [Электронный ресурс], режим доступа: https://eprints.usq.edu.au/23560/1/Karki_2013_whole.pdf

16. Virtual 3D Models as a Basis for Property Formation (8083) Martin Andrée, Stefan Seipel and Goran Milutinovic (Sweden) FIG Working Week 2016 Recovery from Disaster Christchurch, New Zealand, May 2–6, 2016 [Электронный ресурс], режим доступа: http://www.gdmc.nl/3DCadastres/literature/3Dcad_2016_04.pdf

17. Trent Gulliver, Anselm Haanen and Mark Goodin A 3D Digital Cadastre for New Zealand by 2021: Leveraging the Current System and Modern Technology 5th International FIG 3D Cadastre Workshop 18-20 October 2016, Athens, Greece [Электронный ресурс], режим доступа: http://www.gdmc.nl/3DCadastres/literature/3Dcad_2016_36.pdf

18. On the Way to Vision of Cadastre 2034: Cadastre 2014 Performance of Turkey (7652) Zeynel Abidin Polat and Mustafa Ustuner (Turkey) FIG Working Week 2015 From the Wisdom of the Ages to the Challenges of the Modern World Sofia, Bulgaria, 17-21 May 2015. [Электронный ресурс], режим доступа: https://www.fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/fig2015/papers/ts04c/TS04C_polat_ustuner_7652.pdf

19. Mila Koeva and Sander Oude Elberink Challenges for Updating 3D Cadastral Objects using LiDAR and Image-based Point Clouds 5th International FIG 3D Cadastre Workshop 18-20 October 2016, Athens, Greece [Электронный ресурс], режим доступа: http://www.gdmc.nl/3DCadastres/literature/3Dcad_2016_19.pdf

20. Construction Geometric Model and Topology for 3d Cadastre—case Study in Taizhou, Jiangsu (7961) Yuan Ding, Changbin Wu, Nan Jiang, Binqing Ma and Xinxin Zhou (China, PR) FIG Working Week 2016 Recovery from Disaster Christchurch, New Zealand, May 2–6, 2016 [Электронный ресурс], режим доступа: http://www.gdmc.nl/3DCadastres/literature/3Dcad_2016_06.pdf

