

УДК 528.721.221.6

**ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ
НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ТРЕХМЕРНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ**



**REAL ESTATE MODELING SOFTWARE BASED
ON THREE-DIMENSIONAL LASER SCANNING DATA**

Чичиков Данил Игоревич

студент,
Кубанский государственный технологический университет
danil.chichikov@yandex.ru

Гура Дмитрий Андреевич

кандидат технических наук,
доцент кафедры кадастра и геоинженерии,
Кубанский государственный технологический университет
доцент кафедры геодезии,
Кубанский государственный аграрный университет
gda-kuban@mail.ru

Дражецкий Даниил Андреевич

студент,
Кубанский государственный технологический университет
drzhetsky@mail.ru

Панченко Екатерина Анатольевна

студент,
Кубанский государственный технологический университет
catepanchenko@gmail.com

Аннотация. Лазерное сканирование уже много лет успешно применяется в различных сферах. Его главным преимуществом является получение детальной информации об объекте. В данной статье рассмотрены проблемы двухмерного представления объектов, преимущества использования лазерного сканирования для перехода к трёхмерному представлению. Сделан обзор программных продуктов Leica Cyclone, Autodesk Revit и Bentley Micro Station. Также авторами статьи предлагается концепция специализированной интеллектуальной системы поддержки принятия решений для модернизации процесса обработки полученных данных.

Ключевые слова: объект недвижимости, лазерное сканирование, Leica Cyclone, Autodesk Revit, Bentley Micro Station, моделирование, интеллектуальная система.

Chichikov Danil Igorevich

Student,
Kuban State Technological University
danil.chichikov@yandex.ru

Gura Dmitry Andreevich

Candidate of Technical Sciences,
Assistant Professor of the Cadastral and
Geoengineering Department,
Kuban State Technological University,
Assistant Professor of
the Geodesy Department,
Kuban State Agrarian University
gda-kuban@mail.ru

Drazhetsky Daniil Andreevich

Student,
Kuban State Technological University
drzhetsky@mail.ru

Panchenko Ekaterina Anatolevna

Student,
Kuban State Technological University
catepanchenko@gmail.com

Annotation. Laser scanning has been successfully used in various fields for many years. Its main advantage is to obtain detailed information about the object. This article discusses the problems of two-dimensional representation of objects, the advantages of using laser scanning to switch to a three-dimensional representation. An overview of Leica Cyclone, Autodesk Revit and Bentley MicroStation software products is made. The authors of the article also propose the concept of a specialized intelligent decision support system for modernizing the process of processing the data obtained.

Keywords: real estate, laser scanning, Leica Cyclone, Autodesk Revit, Bentley MicroStation, modeling, intelligent system.

Согласно Гражданскому кодексу Российской Федерации, к недвижимому имуществу принято относить земельные участки, участки недр и все, что прочно связано с землей, то есть объекты, перемещение которых без несоразмерного ущерба их назначению невозможно [1].

При распоряжении любым объектом недвижимости и совершении сделки с ним необходимой составляющей является государственная регистрация прав (ГРП). Она осуществляется посредством внесения в ЕГРН записи о праве на недвижимое имущество. Также еще одной важной частью является государственный кадастровый учет (ГКУ) [2].

Существующая система ГКУ и ГРП основана на двухмерном представлении объектов. Однако этот подход не может описать все ситуации, возникающие в реальном трехмерном пространстве, что может вызывать некоторые проблемы. Рассмотрим некоторые из них:

1) отсутствие точных сведений о вертикальном делении объектов вызывает сложности регистрации и кадастрового учета многоуровневых комплексов, включающих объекты недвижимости, принадлежащие различным собственникам;

2) получение данных и отображение подземных зданий, сооружений и коммуникаций вызывает проблемы, так как объекты могут пересекать множество земельных участков разных собственников;

3) отсутствие пространственных данных у таких надземных сооружений, как мосты и туннели вызывает сложности регистрации и кадастрового учета [3].

Развитие цифровых технологий приводит к смене привычным двумерным формам представления данных об окружающем мире современные трехмерные модели любых объектов. Ключевым шагом для перехода к трехмерным моделям стало использование технологии лазерного сканирования. Съёмка объектов при помощи лазерного сканирования является самым точным методом по полноте и подробности собираемой информации. Лазерное сканирование позволяет проводить съёмку в темное время суток, а также в условиях плохой видимости [4].

Лазерное сканирование подразделяется на 3 вида: наземное, мобильное и воздушное. Наземное лазерное сканирование является идеальным вариантом для съёмки отдельных объектов недвижимости. За счет большой скорости и плотности съёмки (может достигать до 2 000 000 т/сек.), наземное лазерное сканирование позволяет получить детальную съёмку фасада здания, данные которой могут приняты в различных целях. Мобильное лазерное сканирование лучше всего подходит для съёмки протяженных объектов, например, автомобильная дорога. Воздушное лазерное сканирование в основном применяется для создания цифровой модели рельефа. Это вид сканирования может проводиться, как с пилотируемых летательных аппаратов, так и с беспилотных (БПЛА). Важным преимуществом является возможность проводить съёмку на труднодоступных территориях [5–6].

Применение лазерного сканирования не ограничивается созданием отдельных 3D-объектов. Полученные данные могут пригодиться при внедрении 3D-кадастра в России, так как существующая модель больше неактуальна [7].

Результатом съёмки является огромный массив данных (трёхмерное облако точек) с набором характеристик для каждой точки. Обработка данных, полученных при помощи лазерного сканирования, происходит при помощи специализированного программного обеспечения. Работа с точками лазерного отражения состоит из двух этапов: предобработка данных, полученных при помощи лазерного сканирования, и векторизация, и создание 3D-модели. На сегодняшний день в большинстве стран используется следующее программное обеспечение: Leica Cyclone, Bentley Micro Station, Autodesk Revit, Bentley Building Designer, Tekla Structures, Graphisoft Archicad, MagiCad. В настоящее время наибольшее распространение получили Leica Cyclone, Autodesk Revit и Bentley Micro Station. Далее эти программные продукты будут освещены подробнее:

1. Leica Cyclone и его виды

Это эталонное программное обеспечение в области моделирования и визуализации трехмерных данных, является одним из самых распространенных в мире.

Важным преимуществом Leica Cyclone являются инструменты трехмерного моделирования, при помощи которых программа в автоматическом режиме встраивает геометрические элементы в облака точек. Контроль качества встраивания дает пользователю возможность оценивать точность моделирования.

Cyclone наиболее универсальная программа для обработки облаков точек и управления специализированным геодезическим оборудованием. Программа состоит из отдельных модулей, которые встраиваются в единую программную оболочку. Модули предназначены для решения отдельных задач общего процесса обработки данных трехмерного лазерного сканирования.

Рассмотрим некоторые из них:

1) Cyclone-Scan – это модуль, предназначенный для управления работой лазерного сканера. Пользователь может сам настроить различные параметры, например плотность сканирования, фильтрацию данных, создавать собственные макрокоманды и сканировать;

2) Cyclone-Register имеет функции для быстрого и точного уравнивания облаков точек, сделанных с различных станций съемки. Программа автоматически распознает стандартные визирные марки, а также связывает сканы по характерным связующим точкам без визирных марок;

3) Cyclone-Model позволяет обрабатывать облака точек, превращая их в объекты для экспорта и импорта в системы автоматизации проектных работ (САПР). Этот модуль включает все необходимые функции для создания планов и чертежей, а также содержит инструменты по трехмерному моделированию промышленных и гражданских объектов [8].

Полученные данные экспортируются в традиционные САПР и используются для решения задач реконструкции производств, при геодезических изысканиях, в архитектуре и строительстве. Главным преимуществом данного программного обеспечения является присвоение семантических данных объектам, что позволяет создавать базы данных без привлечения дополнительного программного обеспечения.

2. Autodesk Revit

Многопрофильный программный продукт Autodesk Revit на основе технологии BIM, также является очень популярным. Используется для создания чертежей планов, разрезов, фасадов и одновременного автоматического построения информационной модели здания способом ручной обводки контура «облака точек»

Revit имеет огромный набор функций и инструментов, которые позволяют упростить значительно работу над проектом. Особенностью Revit здесь можно выделить возможности группировки и привязки объектов. Можно выделить следующие преимущества программы:

- шаблоны, в которые можно добавлять собственные объекты, повторяющиеся в проекте.
- возможность создать объекты под свои нужды, и использовать их позже.
- возможность работы с аналитической моделью.
- программа также предоставляет возможности расчета простых конструкций
- Общая совместимость с другими продуктами компании, что позволит при необходимости продолжить работу над проектом в другом ПО, для более качественной проработки [9].

Недостатком этого программного обеспечения является отсутствие предварительной обработки данных лазерного сканирования.

3. Bentley Micro Station

Bentley Micro Station позволяет просматривать, моделировать, работать с документами и визуализировать данные проектов любого размера и сложности. Надежная технология Micro Station позволяет легко заниматься проектированием, строительством и эксплуатацией.

Продукты Micro Station обеспечивают эффективность и универсальность для высокоточного просмотра, моделирования, документирования, и визуализации 2D и 3D данных различных форматов для специалистов любой отрасли и инфраструктурных проектов любого типа и масштаба [10].

Для работы с данными лазерного сканирования в Micro Station финской компанией Terra solid разработан целый комплекс плагинов, в качестве примера можно привести Terra Scan, применяемый для классификации и моделирования [10].

Эти три программных продукта, часто используются геодезистами и специалистами по лазерному сканированию. Авторами статьи предлагается создать интеллектуальную систему «SWGeo», которая объединит рассмотренные программные продукты в одной программе и автоматически определит необходимость использования того или иного программного продукта в зависимости от заданного запроса, путем анализа поступающей информации.

Была разработана концепция работы интеллектуальной системы поддержки принятия решений, включающая в себя 3 этапа:

1 Этап – сбор и обработка необходимой информации:

- определение цели обработки данных;
- выбор подходящего программного обеспечения;
- обработка полученного облака точек в специализированном программном обеспечении;

- составление на основе полученной модели картографического материала.

2 Этап – внедрение полученных результатов в предлагаемую интеллектуальную систему:

- разработка структуры информации базы данных платформы;
- ввод данных, полученных путем лазерного сканирования;
- заполнение необходимой графической и семантической информацией баз данных.

3 Этап – апробация предлагаемой интеллектуальной системы.

По результатам апробации необходимо определить периодичность обновления информации, а также обеспечить своевременную подгрузку обновлений ПО.

Заключение

Таким образом, практическая значимость исследования определяется тем, что полученные результаты могут быть использованы разработчиками систем мониторинга, геодезистами, специалистами по лазерному сканированию для надзорных и контрольных органов Российской Федерации в целях модернизации и оптимизации процесса апробации получаемых данных.

Благодарность: Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-29-00849

Литература

1. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая) от 30.11.1994 N 51-ФЗ (ред. от 21.12.2021) (с изм. и доп., вступ. в силу с 29.12.2021) Источник: справочная правовая система «Консультант Плюс». – URL : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5142/0357f6ec88e3d6d7616956dbeb6b6a07e2b393dd/
2. Федеральный закон от 13.07.2015 N 218-ФЗ (ред. от 06.12.2021) О государственной регистрации недвижимости «Источник: справочная правовая система «КонсультантПлюс» : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_182661/b6cb723e03231cd3029bbe4a271c3554c68ab85f/
3. Кошко А.А. Техническая модель реализации 3D-кадастра в России // Молодой ученый. – 2014. – № 11 (70). – С. 59–61.
4. Гура Д.А., Дубенко Ю.В., Марковский И.Г. Мониторинг объектов транспортной инфраструктуры с применением сканирующих технологий // Технологии техносферной безопасности. – 2020. – Вып. 2 (88). – С. 74–86. – DOI : 10.25257/TTS.2020.2.88.
5. Реджепов М.Б., Колесникова С.А. Анализ применения наземного и воздушного лазерного сканирования // Актуальные проблемы землеустройства, кадастра и природообустройства. – 2019. – С. 292–300.
6. Гура Д.А., Марковский И.Г. Устойчивое развитие городских территорий на основе применения технологии трехмерного лазерного сканирования // Современные проблемы и перспективы развития земельно-имущественных отношений. – 2019. – С. 226–232.
7. Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Акопян Г.Т. Актуальность внедрения 3D-кадастра в России // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2020. – №8 (187). – С. 43–49.
8. Огурцова А. Исследование программного обеспечения для обработки данных наземного лазерного сканирования и создание 3D моделей объектов – 29.09.2021. – URL : <https://photogrammetria.ru/94-programmnoe-obespechenie-ispolzuesimoe-dlya-obrabotki-dannyh-skanirovaniya.html>
9. Кому нужен Autodesk Revit? – 31.07.2020. – URL : <https://softlist.biz/articles/komu-nuzhen-autodesk-revit/>
10. Медведев В.И., Райкова Л.С. Программы для обработки данных лазерного сканирования местности // САПР и ГИС автомобильных дорог. – 2017. – № 2 (9). – С. 10–31. – DOI : 10.17273/CADGIS.2017.2.2

References

1. The Civil Code of the Russian Federation (part one) dated 30.11.1994 N 51-FZ (as amended on 21.12.2021) (with amendments and additions, entering into force on 29.12.2021) Source: reference legal system «Consultant Plus». – URL : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5142/0357f6ec88e3d6d7616956dbeb6b6a07e2b393dd/
2. The Federal Law dated 13.07.2015 N 218-FZ (as amended on 06.12.2021) «On State Registration of Real Estate» Source: Reference legal system «Consultant Plus» . – URL : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_182661/b6cb723e03231cd3029bbe4a271c3554c68ab85f/
3. Koshko A.A. Technical model of implementation of 3D-cadastre in Russia // Young scientist. – 2014. – № 11 (70). – P. 59–61.
4. Gura D.A., Dubenko Y.V., Markovsky I.G. Monitoring of transport infrastructure objects with the use of scanning technologies // Technologies of technospheric safety. – 2020. – Вып. 2 (88). – P. 74–86. – DOI : 10.25257/TTS.2020.2.88. pp. 74-86.
5. Rejepov M.B., Kolesnikova S.A. Analysis of the application of ground and air laser scanning // Actual problems of land management, cadastre and environmental engineering. – 2019. – P. 292–300.
6. Gura D.A., Markovsky I.G. Sustainable development of urban areas based on the use of three-dimensional laser scanning technology // Modern problems and prospects for the development of land and property relations. – 2019. – P. 226–232.
7. Gura D.A., Shevchenko G.G., Hakobyan G.T. Relevance of the introduction of 3D-cadastre in Russia // Land management, cadastre and monitoring of land. – 2020. – №8 (187). – P. 43–49.
8. Ogurtsova A. Research of software for data processing of ground laser scanning and creation of 3D models of objects – 29.09.2021. – URL : <https://photogrammetria.ru/94-programmnoe-obespechenie-ispolzuemoe-dlya-obrabotki-dannyh-skanirovaniya.html>
9. Who needs Autodesk Revit? – 31.07.2020. – URL : <https://softlist.biz/articles/komu-nuzhen-autodesk-revit/>
10. Medvedev V.I., Raikova L.S. Programs for processing data of laser scanning of the terrain // CAD and GIS of highways. – 2017. – № 2 (9). – P. 10–31. – DOI : 10.17273/CADGIS.2017.2.2