

СКАНИРУЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ. ТРЕХМЕРНОЕ ЛАЗЕРНОЕ СКАНИРОВАНИЕ



SCANNING TECHNOLOGIES. THREE-DIMENSIONAL LASER SCANNING

Сукманюк Александр Славьянович

Кубанский государственный технологический университет
a.sukmanyuk@mail.ru

Малый Захар Алексеевич

студент,
Кубанский государственный технологический университет
zaharmaliy17@gmail.com

Дражецкий Даниил Андреевич

студент,
Кубанский государственный технологический университет
drazhetsky@mail.ru

Аннотация. Лазерные сканирующие технологии – это одна из перспективных отраслей инженерной геодезии, которая используется в геодезических методах, являющаяся одним из методов геодезических измерений. В последнее время, сканирующие технологии всё чаще применяются в таких отраслях как: нефтегазовая промышленность, строительство, архитектура и прочих. Такое широкое применение обеспечивает постоянное совершенствование оборудования. Лазерное сканирование позволяет получить огромный массив данных (облако точек) для различного использования. За счёт того, что лазерное сканирование делится на три вида: наземное, воздушное и мобильное, это даёт возможность проводить съёмку в разнообразных ситуациях. Целью статьи является обзор технологии лазерного сканирования, основных плюсов и анализ рациональности использования.

Ключевые слова: инженерная геодезия, сканирующие технологии, трёхмерное моделирование, лазерное сканирование, строительство, геодезические измерения.

Sukmanyuk Aleksandr Slavyanovich

Kuban State Technological University
a.sukmanyuk@mail.ru

Maly Zakhar Alekseevich

Student,
Kuban State Technological University
zaharmaliy17@gmail.com

Drazhetsky Daniil Andreevich

Student,
Kuban State Technological University
drazhetsky@mail.ru

Annotation. Laser scanning technologies are one of the promising branches of engineering geodesy, which is used in geodetic methods, which is one of the methods of geodetic measurements. Recently, scanning technologies are increasingly used in such industries as: oil and gas industry, construction, architecture and others. Such a wide application ensures the continuous improvement of the equipment. Laser scanning allows you to get a huge array of data (point cloud) for various uses. Due to the fact that laser scanning is divided into three types: ground, air and mobile, this makes it possible to shoot in a variety of situations. The article is aimed at reviewing the technology of laser scanning, the main advantages and analysis of the rationality of use.

Keywords: engineering geodesy, scanning technologies, three-dimensional modeling, laser scanning, construction, geodetic measurements.

Технология трехмерного лазерного сканирования появилась еще в 60-х годах XX-го века. Она создавалась для того, чтобы инженеры имели возможность переноса физических параметров объекта в цифровой формат в виде объемной модели. Разработку данного метода инициировало повсеместное использование компьютеров, как и в повседневной жизни, так и на производстве. Первые образцы 3D-сканеров были довольно просты и не обладали широким функционалом. Постепенно они усложнялись и совершенствовались, позволяя добиваться все более четкого изображения объекта. С увеличением доступности и уменьшением стоимости лазерных метод трехмерного лазерного сканирования стал наиболее актуальным.

Трёхмерное лазерное сканирование позволяет создавать цифровую модель объекта, представив его в виде набора точек с пространственными координатами. Технология основана на использовании лазерных сканеров, измеряющих координаты точек поверхности с высокой скоростью.

Лазерный сканер – это прибор, который состоит из двух частей – высокоскоростного лазерного дальномера и системы изменения направления луча, которая представляет из себя поворотное зеркало и сервопривод [1].

Главным преимуществом сканирующих систем является возможность работы в тёмное время суток или условиях плохой видимости. Это позволяет при необходимости собирать информацию об объекте вне зависимости от времени суток и погодных условий. Также, по полноте и подробности получаемой информации, данный метод съёмки является самым точным [2].

Но, у лазерного сканирования есть и свои минусы, такие как:

1) С данной технологией может работать только человек обладающий высокой квалификацией;

2) Невозможность сканирования объектов, которые отражают лазерные лучи;

3) Необходим специальный прибор для определения координат контрольных точек [3].

Основными характеристиками любого лазерного сканера являются такие параметры, как: дальность, скорость, точность и угол обзора.

По точности измерений и дальности своего действия лазерные сканеры разделяются на:

1) Высокоточные (погрешность менее 1 мм, дальность от 1 дм до 2–3 метров);

2) Среднего радиуса действия (погрешность до нескольких миллиметров, дальность до 100 м);

3) Дальнего радиуса действия (дальность сотни метров, погрешность от миллиметров до нескольких сантиметров);

4) Маркшейдерские (погрешность доходит до дециметров, дальность более километра).

Лазерное сканирование подразделяется на три основных вида: наземное, воздушное и мобильное.

Система наземного лазерного сканирования (СНЛС) – это специальное устройство (рис.1), находящееся на поверхности земли, дающее возможность создания трёхмерной модели объекта, благодаря измерению расстояния от сканера до объекта и регистрации соответствующих направлений с высокой скоростью [4].



Рисунок 1 – Наземный лазерный сканер LeicaRTC 360

Преимуществами наземных лазерных сканеров являются:

1) Огромный массив данных (облако точек), получаемый в результате сканирования и представленный в единой системе координат, сразу доступен для обработки.

2) Высочайшая детальность получаемых материалов.

3) Высокая скорость сбора данных – современные сканеры позволяют снимать со скоростью до 2 000 000 т/сек;

4) Все данные поступают сразу в цифровом виде;

5) Большая точность регистрации сканов в общем облаке точек – порядка 10 мм;

6) Съёмка происходит дистанционно, что исключает риск травмирования персонала в опасных зонах на производстве.

Постобработка данных полученных с помощью наземных лазерных сканеров позволяет получить трёхмерные цифровые модели, сечения и чертежи в различных масштабах.

Наземные лазерные сканеры по методу определения расстояния до объекта разделяют на следующие типы:

- 1) Импульсные сканеры – могут рассчитывать расстояние как функцию времени прохождения лазерного луча до измеряемого объекта и обратно;
- 2) Фазовые сканеры – работают с фазами лазерного излучения, а именно с их сдвигами;
- 3) Триангуляционные сканеры – приемник и излучатель находятся на расстоянии друг от друга. Это расстояние используется для решения треугольника типа «излучатель-объект-приёмник»

Воздушные лазерные сканеры – это съёмочная система, состоящая из летательного аппарата (самолета, вертолета или БПЛА), лазерного сканера и цифровой камеры. Данная система совершает полет над местностью, по заранее проложенному маршруту, и с помощью лазера регистрирует соответствующие координаты точек.

В последнее время наибольшую популярность набирает воздушное лазерное сканирование при помощи БПЛА (рис. 2) в виде мультикоптера или самолетного типа. За счёт использования более современных и компактных сканирующих систем, позволяющих смонтировать их на небольших БПЛА, появилась возможность быстрой и относительно недорогой съёмки небольших территорий.



Рисунок 2 – БПЛА GreenValleyLiAIRV

Преимуществами воздушного лазерного сканирования являются:

- 1) Съёмка с высоты птичьего полёта позволяет получить недоступные с земли элементы объектов;
- 2) Высокая детализация материалов из-за отсутствия слепых зон;
- 3) Все данные поступают сразу в цифровом виде;
- 4) Возможность получения истинного рельефа труднодоступных для мест как: тундра, пустыня, заснеженная территория;
- 5) Быстрое получение результата сканирования: массив измерений, представленный в единой системе координат.

В результате постобработки данных, полученных воздушным лазерным сканированием, можно получить топографические планы масштабов начиная от 1:1000 и трёхмерные цифровые модели местности.

Мобильное лазерное сканирование (МЛС) – это технология получения пространственных данных во время движения. Съёмочная система мобильного лазерного сканирования, состоящая из транспортного средства и лазерного сканера позволяет проводить съёмку всех объектов по курсу движения транспортного средства (рис. 3).



Рисунок 3 – Мобильный лазерный сканер LeicaPegasus: TwoUltimate

Преимуществами являются:

- 1) Данная система равномерно покрывает любые объекты, попадающие в поле зрения;
- 2) Работы могут производиться в любое время суток, при этом, не мешая транспортному потоку;
- 3) Средняя скорость составляет до 65 км/ч;
- 4) Значительно помогает сэкономить время и денежные ресурсы;
- 5) Позволяет проводить первые измерения уже через несколько часов после съемки.

Немаловажную роль играет и программное обеспечение сканирующего устройства. Для этого необходимо выбирать устройство с хорошим и зарекомендовавшим себя программным обеспечением. Например, устройства Leica, со своим фирменным программным обеспечением – Leicascapivate. Благодаря такому ПО, устройства могут сами в автоматическом процессе адаптироваться к погодным условиям и времени суток. Сканеры сами, без участия человека, распознают динамику и прогнозируют траекторию движения целей [5].

После выполнения всех необходимых полевых работ, нужно перейти к камеральной обработке. Работа с точками лазерного отражения включает в себя:

- 1) Предобработка данных трехмерного лазерного сканирования;
- 2) Векторизация и создание трехмерной модели конкретного объекта.

Предобработка данных трехмерного лазерного сканирования – это набор операций над полученными в процессе сканирования и записанными в файл показаниями приборов, входящих в систему лазерного сканирования, на основе которых создаётся облако точек [6].

Предобработка данных включает в себя:

- 1) Уравнивание траекторий и облачков точек;
- 2) Устранение шумов и выбросов;
- 3) Раскраска в естественные и синтаксические цвет;
- 4) Сегментация;
- 5) Кластеризация;
- 6) Классификация.

Представление данных ЛС в цифровой форме является важным процессом. Необходимо правильно выбрать формат для хранения данных, ведь от этого зависит размер файла, а также и ПО, которое необходимо выбрать для работы с конкретным файлом [7].

За счет своей универсальности данные лазерного сканирования могут быть использованы в различных сферах и для этого после предобработки их можно импортировать в различное программное обеспечение. В качестве программы, используемой для фильтрации, классификации по высоте и автоматического построения 3D моделей здания можно использовать программу «BentleyMicroStation», а для обработки первичных контуров зданий подойдет программа «Civil 3D» (рис. 4) [8].

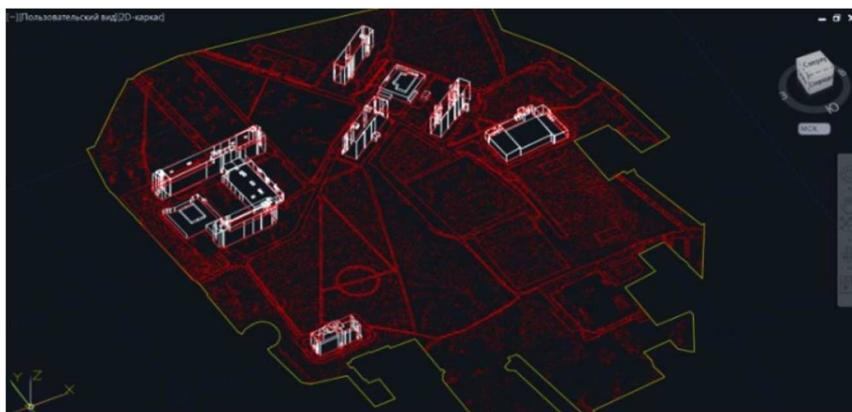


Рисунок 4 – Пример построения трехмерной модели рельефа территории на этапе вычерчивания структурных линий

Заключение. Современные технологии позволяют использовать трехмерное лазерное сканирование для различных целей. За счет своих преимуществ эта технология позволила значительно упростить и ускорить многие процессы. Это позволяет сделать вывод что лазерное сканирование является наиболее универсальным и точным методом измерения объектов, как с земли, так и с воздуха.

Литература

1. Гура Д.А., Власенко В.П., Недякина А.П. Организация мониторинга линейных объектов с применением технологии лазерного сканирования // Актуальные вопросы землеустройства, геодезии и природообустройства, 2020. – С. 262–266.
2. 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.
3. Грибкова Л.А. Горстка Н.А. Недостатки, преимущества и возможности лазерного сканирования // Научная дискуссия современной молодёжи: актуальные вопросы, достижения и инновации, 2018. – С. 48–50.
4. Применение лазерного сканирования для мониторинга инженерных сооружений / А.А. Солодунов [и др.] // Colloquium journal. – 2019. – № 26-2 (50). – С. 78–80.
5. Гура Д.А., Акоюн К.А. Программное обеспечение LeicaCaptivate для 3D моделирования // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2017. – № 2. – С. 161–163.
6. Гура Д. А., Дьяченко Р.А., Хушт Н.И. К вопросу о предобработке данных трехмерного лазерного сканирования // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2021. – № 3. – С. 39–46.
7. Ноздрин В.Н. Зыков И.Ю. Применение лазерного сканирования при построении 3D-моделей // Высокие технологии в современной науке, 2013. – С. 343–345.
8. Гура Д.А. Осенняя А.В., Марковский И.Г. Мониторинг использования земель с помощью технологии трехмерного лазерного сканирования // Современные проблемы и перспективы развития земельно-имущественных отношений, 2021. – С. 94–98.

References

1. Gura D.A., Vlasenko V.P., Nedyakina A.P. Organization of monitoring of linear objects using laser scanning technology // Actual problems of land management, geodesy and environmental engineering, 2020. – P. 262–266.
2. Gura D.A., Dubenko Y.V., Markovsky I.G. Monitoring of transport infrastructure objects with the use of scanning technologies // Technospheric safety technologies. – 2020. – № 2 (88). – P. 74–86. – DOI : 10.25257/TTS.2020.2.88.
3. Gribkova L.A. Gorstka N.A. Disadvantages, advantages and possibilities of laser scanning // Scientific discussion of modern youth: actual issues, achievements and innovations, 2018. – P. 48–50.
4. Application of laser scanning for monitoring engineering structures / A.A. Solodunov [et al.] // Colloquium-journal. – 2019. – № 26-2 (50). – P. 78–80.
5. Gura D.A., Hakobyan K.A. Software Leica Captivate for 3D modeling // Nauka. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2017. – № 2. – P. 161–163.
6. Gura D.A., Dyachenko R.A., Khusht N.I. To the question of preprocessing of data of three-dimensional laser scanning // Electronic network polythematic journal «Scientific works of KubSTU». – 2021. – № 3. – P. 39–46.
7. Nozdrin V.N. Zykov I.Yu. Application of laser scanning in the construction of 3D models // High Technologies in Modern Science, 2013. – P. 343–345.
8. Gura D.A. Osennyaya A.V., Markovsky I.G. Monitoring the use of land with the help of three-dimensional laser scanning technology // Modern problems and prospects for the development of land and property relations, 2021. – P. 94–98.