

Научная статья

Original article

УДК 528.88

doi: 10.55186/2413046X_2023_8_8_371

ПРИМЕНЕНИЕ НАЗЕМНОГО И ВОЗДУШНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ В ГЕОДЕЗИИ

APPLICATION OF GROUND AND AIR LASER SCANNING IN GEODESY



Агапитова Яна Дмитриевна, ФГБОУ «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», Россия, Краснодар, студент 1-го курса землеустроительного факультета, jengallager@icloud.com

Турк Геннадий Гиссович, кандидат технических наук, ФГБОУ «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», Россия, Краснодар, доцент кафедры геодезии.

Agapitova Yana Dmitrievna, FGBOU «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin», Russia, Krasnodar, 1st year student of the Faculty of Land Management, jengallager@icloud.com

Turk Gennady Gissoovich: candidate of technical sciences, FGBOU «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin», Russia, Krasnodar, Associate Professor of the Department of Geodesy

Аннотация. Развитие лазерного сканирования на сегодняшний день значительно упрощает построение цифровых 3D моделей. Несмотря на принципиальную новизну, сканирование, как метод создания трехмерных цифровых моделей, можно рассматривать как логическое продолжение развития безотражательных технологий в геодезических инструментах.

Abstract. The development of laser scanning today greatly simplifies the construction of digital 3D models. Despite its fundamental novelty, scanning as a method of creating three-dimensional digital models can be considered as a logical continuation of the development of reflectorless technologies in surveying instruments.

Ключевые слова: съемка, сканирование, облако точек, местность, объект, лазерное сканирование, воздушное сканирование

Key words: survey, scanning, point cloud, terrain, object, laser scanning, aerial scanning

ВВЕДЕНИЕ

Технология лазерного сканирования применяется для получения геометрических параметров объектов и основана на измерении геопространственных координат точек на его поверхности [2]. В настоящее время существует множество видов сканирующих систем, а так же методов лазерного сканирования [3]. При помощи методов наземного и воздушного лазерного сканирования получают набор точек с геопространственными координатами, по которым создаются трехмерные модели пространства.

С появлением наземного лазерного сканирования (НЛС) и аэрофотосъемки, то есть воздушного лазерного сканирования (ВЛС), проведение топографической съемки происходит быстрее, а результаты являются более точными.

НАЗЕМНОЕ ЛАЗЕРНОЕ СКАНИРОВАНИЕ

Появление технологии 3D-сканирования приходится на вторую половину 20 века. Но в те времена топографическая съемка наземным лазером требовала немало времени и усилий. За 20 лет работы над улучшением прибора удалось устранить все ошибки в устройстве и качестве изображения [4]. В 1994 году был выпущен первый лазерный сканер, дающий точный и быстрый результат, это стало прорывом в сфере топографической съемки.

Наземный лазерный сканер представляет собой съемочную систему, позволяющую измерить расстояния до поверхности объекта с высокой ско-

ростью. Он объединяет в себе теодолит, лазерный дальномер и цифровую камеру. Такой лазерный сканер вращается на 360 градусов по горизонтали, а «голова» сканера – на 360 градусов по вертикали.



Рис.1 Наземный лазерный сканер Leica RTC360

Режим доступа: <https://geo-store.net/catalog/skaniruyushchie>

Сканер состоит из:

- 1 – лазерного дальномера;
- 2 – лазерного луча;
- 3 – вращающейся зрительной призмы;
- 4 – вращающейся оптической головной части;
- 5 – кабеля передачи данных;
- 6 – персонального компьютера;
- 7 – программного обеспечения.

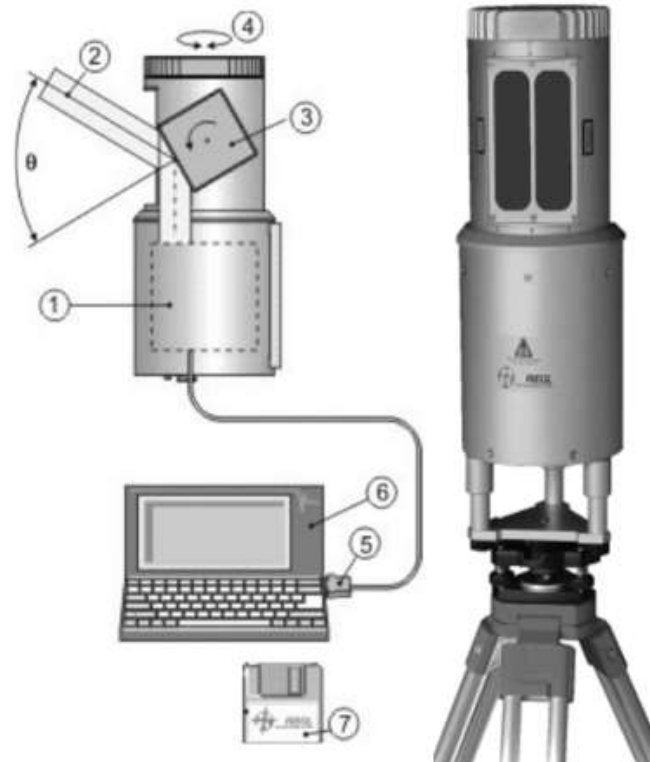


Рис.2 Составные части наземного лазерного сканера

Режим доступа: <https://studref.com/htm/img/32/8614/311.png>

Для проведения лазерного сканирования требуются сам сканер, штатив и планшет с программным обеспечением, с помощью которого происходит управление работой прибора.

Наземные лазерные сканеры предназначены для измерения объектов сложной геометрии и решают следующие задачи:

- контроль отклонений геометрии;
- реконструкция и перепланировка сооружений и помещений;
- реставрация объектов культурного наследия;
- обратное проектирование габаритных изделий и оборудования;
- воссоздание моделей инженерных сетей;
- BIM-моделирование (BIM (*Building Information Model*) — это объектно-ориентированная модель строительного объекта или комплекса строительных объектов, как правило, в трёхмерном виде, с элементами которой

связаны данные геометрических, физических и функциональных характеристик строительного объекта;

- подготовка для визуализации объектов;
- цифровое архивирование.

НЛС – это метод проведения обмерных работ, с помощью которого получают данные об объекте в виде трехмерного облака точек [1]. Точка – это место соприкосновения лазерного сканера с поверхностью объекта. Именно таким образом сканер получает информацию о местонахождении исследуемого объекта в пространстве. А трехмерным облаком точек называется совокупность всех точек на поверхности объекта, координаты которых замерил сканер.

Перед началом работы необходимо настроить прибор: плотность точек, детализацию с текстурой или без текстуры. В зависимости от настроек, заданных в начале, отображается время работы на месте (станции). Максимальная детализация со структурой занимает достаточно много времени – около 30-40 минут.

Работа инструмента происходит следующим образом:

Внутри прибора находится лазерный дальномер, с высокой скоростью производящий импульсы. Импульсы проходят через подвижное зеркало, происходит вертикальное смещение лучей. Скорость работы прибора от 2-х до 4-х минут, в результате получается облако точек, о котором было сказано ранее. А трехмерным облаком становится в процессе совмещения точек, полученных на всех местах (станциях) исследуемого объекта.

Сканирование выполняется внутри и снаружи здания под контролем специалиста. Полученные данные обрабатываются в специализированном программном обеспечении и используются для создания 3-D моделей объекта.

Применяют НЛС в следующих отраслях: архитектура и строительство; железнодорожная отрасль; геодезия: культура, исторические ценности; ме-

таллургия; энергетика; нефтегазовая промышленность; судостроение; атомная промышленность; авиакосмическая индустрия.

Результаты сканирования, получаемые с различных точек съемки, в итоге дают отдельные «сканы», которые могут быть «сшиты» для создания единой модели геометрического пространства с помощью специального программного обеспечения и привязаны к требуемой системе координат. Точность уравнивания (сшивки) «сканов» достигает нескольких миллиметров. Выполняется в специальном программном продукте.

ВОЗДУШНОЕ ЛАЗЕРНОЕ СКАНИРОВАНИЕ

Наряду с НЛС используют воздушное лазерное сканирование (ВЛС), топографо-геодезическую технологию для сбора геопространственных данных по рельефу и наземным объектам [5]. Превосходит МЛС по скорости сбора данных, но значительно уступает в точности и детальности. Основным методом лазерного сканирования является лазерный сканер, базирующийся на воздушном судне. ВЛС часто является наиболее достоверным и быстрым, а иногда и единственным методом топографической съемки местности (труднодоступные территории и территории, покрытые лесами).

В основе технологии воздушного лазерного сканирования лежит изучение и фиксация лазерных отражений с помощью лазерного сканера, расположенного на воздушном судне.

Компонентами такой топографической съемки являются:

1. ИНС/ГНС (инерциальная и навигационная системы);
2. лазерный сканер;
3. система управления съемкой и регистрацией данных;
4. цифровые камеры (RGB, ИК, УФ, видеокамеры и тепловизоры);
5. базовая станция GPS или сеть базовых станций.

Воздушное лазерное сканирование предназначено для сбора пространственных данных:

- о рельефе суши;

– о наземных объектах естественного и антропогенного происхождения;

– о рельефе дна водоемов.

В зависимости от требуемой точности съемки, лазер делает от двух до нескольких десятков измерений на каждый квадратный метр территории [6]. Благодаря высокой плотности точек воздушное лазерное сканирование дает возможность получать высокоточную цифровую модель рельефа, в том числе зданий, сооружений и растительности.



Рис.3 Облако точек воздушного лазерного сканирования

Режим доступа:

http://www.souzgiprozem.ru/images/upload/215x150big_airlaserscan1.jpg

Технологический процесс воздушного лазерного сканирования происходит в 3 этапа:

1. Подготовительный этап

2. Сбор данных;

3. Постобработка.

Результатом ВЛС является цифровая точечная модель исследуемой местности с высокой плотностью и точностью. Далее эту модель используют для цифровых топографических планов масштабом 1:500 и мельче, а также находящихся на местности объектов и трехмерных моделей рельефа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Лазерное сканирование в геодезии - это технология, которая в корне изменила метод сбора данных о поверхности Земли [7]. Она позволяет создавать цифровые модели объектов и территорий с высокой точностью и быстротой.

В статье были рассмотрены главные принципы работы лазерного сканирования и его преимущества по сравнению с классическими и привычными методами топографической съемки в геодезии. Также были приведены примеры использования НЛС и ВЛС в различных отраслях.

В заключение, можно отметить, что лазерное сканирование в геодезии - это мощный инструмент, позволяющий получать более точную информацию о местности и объектах [8]. Оно помогает сократить время и затраты на проведение измерений, повышая при этом точность и качество получаемых данных. Технология не прекращает развиваться, становится доступной и понятной, что и делает ее более привлекательной при выборе вида измерительных работ.

Список источников

1. Турк, Г. Г. Общие принципы и математические основы процесса измерений лазерными сканерами / Г. Г. Турк // Итоги научно-исследовательской работы за 2021 год : Материалы Юбилейной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Кубанского ГАУ, Краснодар, 06 апреля 2022 года / Отв. за выпуск А.Г. Кощаев. – Краснодар: Кубанский государственный

аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. – С. 292-294. – EDN FQGAN0.

2. Турк, Г. Г. Теоретические основы проведения кадастровых работ с использованием беспилотных летательных аппаратов / Г. Г. Турк // Точки научного роста: на старте десятилетия науки и технологии : Материалы ежегодной научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2022 г., Краснодар, 12 мая 2023 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2023. – С. 338-340. – EDN EYLDQG.

3. Турк, Г. Г. Перспективы развития и применения беспилотных летательных аппаратов / Г. Г. Турк // Точки научного роста: на старте десятилетия науки и технологии : Материалы ежегодной научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2022 г., Краснодар, 12 мая 2023 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2023. – С. 336-337. – EDN UKUJBM.

4. Сарксян, Л. Д. Спутниковые методы в геодезических измерениях / Л. Д. Сарксян, Г. Г. Турк // Математическое моделирование и информационные технологии при исследовании явлений и процессов в различных сферах деятельности : Сборник материалов II Международной научно-практической конференции студентов, магистрантов и аспирантов, Краснодар, 14 марта 2022 года / Отв. за выпуск Н.В. Третьякова. – Краснодар: "Новация", 2022. – С. 297-301. – EDN ASVWHD.

5. Имамалыев, Т. И. Преимущества спутниковых геодезических измерений при инженерно-геодезических изысканиях / Т. И. Имамалыев, Г. Г. Турк // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : Сборник статей по материалам 77-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2021 год. В 3-х частях, Краснодар, 01 марта 2022 года / Отв. за выпуск А.Г. Кощяев. Том Часть 1. – Краснодар: Кубанский государственный

аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. – С. 658-660. – EDN YBYZER.

6. Пилипенко, М. С. Проектно-изыскательские работы при предоставлении земельных участков для строительства / М. С. Пилипенко, Г. Г. Турк // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : Сборник статей по материалам 77-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2021 год. В 3-х частях, Краснодар, 01 марта 2022 года / Отв. за выпуск А.Г. Коцаев. Том Часть 1. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. – С. 679-681. – EDN RGUSLD.

7. Инженерно-геодезические изыскания для целей подготовки проектной документации линейного объекта / С. К. Пшидаток, Г. Г. Турк, Л. Д. Сарксян, М. С. Лукьянова // Научная жизнь. – 2022. – Т. 17, № 2(122). – С. 206-218. – DOI 10.35679/1991-9476-2022-17-2-206-218. – EDN NXJSBY.

8. Турк, Г. Г. Виды геодезических приборов и их применение в сельском хозяйстве / Г. Г. Турк, А. С. Блиновских, Р. В. Новоселов // Тенденции развития науки и образования. – 2022. – № 86-8. – С. 26-28. – DOI 10.18411/trnio-06-2022-355. – EDN GCECVN.

References

1. Turk, G. G. Obshhie principy` i matematicheskie osnovy` processa izmerenij lazerny`mi skanerami / G. G. Turk // Itogi nauchno-issledovatel`skoj raboty` za 2021 god : Materialy` Yubilejnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashhennoj 100-letiyu Kubanskogo GAU, Krasnodar, 06 aprelya 2022 goda / Otv. za vy`pusk A.G. Koshhaev. – Krasnodar: Kubanskij gosudarstvenny`j agrarny`j universitet imeni I.T. Trubilina, 2022. – S. 292-294. – EDN FQGAN0.

2. Turk, G. G. Teoreticheskie osnovy` provedeniya kadastry`x работ с ispol`zovaniem bespilotny`x letatel`ny`x apparatov / G. G. Turk // Tochki nauchnogo rosta: na starte desyatiletiya nauki i texnologii : Materialy` ezhegodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii prepodavatelej po itogam NIR za 2022 g., Krasnodar, 12

maya 2023 goda. – Krasnodar: Kubanskij gosudarstvennyj ag-rarnyj universitet imeni I.T. Trubilina, 2023. – S. 338-340. – EDN EYLDQG.

3. Turk, G. G. Perspektivy` razvitiya i primeneniya bespilotny`x letatel`ny`x apparatov / G. G. Turk // Tochki nauchnogo rosta: na starte desyatiletija nauki i tehnologii : Materialy` ezhegodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii pre-podavatelej po itogam NIR za 2022 g., Krasnodar, 12 maya 2023 goda. – Krasnodar: Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni I.T. Tru-bilina, 2023. – S. 336-337. – EDN UKUJBM.

4. Sarksyanyan, L. D. Sputnikovy`e metody` v geodezicheskix izmereniyax / L. D. Sarksyanyan, G. G. Turk // Matematicheskoe modelirovanie i informacionny`e tehnologii pri issledovanii yavlenij i processov v razlichny`x sferax deya-tel`nosti : Sbornik materialov II Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii studentov, magistrantov i aspirantov, Krasnodar, 14 marta 2022 goda / Otv. za vy`pusk N.V. Tret`yakova. – Krasnodar: "Novaciya", 2022. – S. 297-301. – EDN ASVWHD.

5. Imamaly`ev, T. I. Preimushhestva sputnikovy`x geodezicheskix izmerenij pri inzhenerno-geodezicheskix izy`skaniyax / T. I. Imamaly`ev, G. G. Turk // Nauchnoe obespechenie agropromy`shlennogo kompleksa : Sbornik statej po materialam 77-j nauchno-prakticheskoy konferencii studentov po itogam NIR za 2021 god. V 3-x chastyax, Krasnodar, 01 marta 2022 goda / Otv. za vy`pusk A.G. Koshhaev. Tom Chast` 1. – Krasnodar: Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj uni-versitet imeni I.T. Trubilina, 2022. – S. 658-660. – EDN YBYZER.

6. Pilipenko, M. S. Proektno-izy`skatel`skie raboty` pri predostavlenii zemel`ny`x uchastkov dlya stroitel`stva / M. S. Pilipenko, G. G. Turk // Nauch-noe obespeche-nie agropromy`shlennogo kompleksa : Sbornik statej po materi-alam 77-j nauchno-prakticheskoy konferencii studentov po itogam NIR za 2021 god. V 3-x chastyax, Krasnodar, 01 marta 2022 goda / Otv. za vy`pusk A.G. Koshhaev. Tom Chast` 1. – Krasnodar: Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni I.T. Trubilina, 2022. – S. 679-681. – EDN RGUSLD.

7. Inzhenerno-geodezicheskie izy`skaniya dlya celej podgotovki proektnoj dokumentacii linejnogo ob`ekta / S. K. Pshidatok, G. G. Turk, L. D. Sarksyana, M. S. Luk`yanova // Nauchnaya zhizn`. – 2022. – Т. 17, № 2(122). – S. 206-218. – DOI 10.35679/1991-9476-2022-17-2-206-218. – EDN NXJSBY.

8. Turk, G. G. Vidy` geodezicheskix priborov i ix primenenie v sel`skom khozyajstve / G. G. Turk, A. S. Blinovskix, R. V. Novoselov // Tendencii razvitiya nauki i obrazovaniya. – 2022. – № 86-8. – S. 26-28. – DOI 10.18411/trnio-06-2022-355. – EDN GCECVN.

Для цитирования: Агапитова Я.Д., Турк Г.Г. Применение наземного и воздушного лазерного сканирования в геодезии // Московский экономический журнал. 2023. № 8. URL: <https://qje.su/nauki-o-zemle/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-8-2023-7/>

© Агапитова Я.Д., Турк Г.Г., 2023. Московский экономический журнал, 2023,

№ 8.