

THE RELEVANCE OF USING LASER SCANNING IN TOPOGRAPHIC AND GEODETIC PRODUCTION

O. G. Shukina

D. N. Rakhmonov

J. K. Ibragimov

ABOUT ARTICLE

Key words: remote sensing, airborne laser scanning, active optical systems, lidar, spatial data, cartographic products.

Received: 15.12.24

Accepted: 17.12.24

Published: 19.12.24

Abstract: This article discusses one of the modern types of remote sensing of the Earth, namely the laser scanning method using active optical systems (lasers - lidars). A detailed description of the airborne laser scanning technology and its unique capabilities is given. The tasks and main advantages of laser scanning technology, as well as its areas of application, are considered.

TOPOGRAFIK VA GEODEZIK ISHLAB CHIQUARISHDA LAZERLI SKANERDAN FOYDALANISHNING DOLZARBLIGI

O. G. Shukina

D. N. Rahmonov

J. K. Ibragimov

MAQOLA HAQIDA

Kalit soʻzlar: masofaviy zondlash, havoda lazerli skanerlash, faol optik tizimlar, lidar, fazoviy ma'lumotlar, kartografik mahsulotlar.

Annotatsiya: Ushbu maqolada Yerni masofadan zondlashning zamonaviy turlaridan biri, ya'ni faol optik tizimlar (lazerlar - lidarlar) yordamida lazerli skanerlash usuli muhokama qilinadi. Havoda lazerli skanerlash texnologiyasi va uning noyob imkoniyatlarining batafsil tavsifi berilgan. Lazerli skanerlash texnologiyasining vazifalari va asosiy afzalliklari, shuningdek uni qo'llash sohalari ko'rib chiqiladi.

**АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ В
ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ***О. Г. Щукина**Д. Н. Рахмонов**Ж. К. Ибрагимов***О СТАТЬЕ**

Ключевые слова: дистанционное зондирование, воздушное лазерное сканирование, активные оптические системы, лидар, пространственные данные, картографическая продукция.

Аннотация: В данной статье рассматривается один из современных видов дистанционного зондирования Земли, а именно метод лазерного сканирования с помощью активных оптических систем (лазеров – лидаров). Дается подробное описание технологии воздушного лазерного сканирования, его уникальные возможности. Рассматриваются задачи, и основные преимущества технологии лазерного сканирования, а также его области применения.

Введение. На протяжении нескольких последних лет в практику топографо-геодезического производства внедряется технология воздушного лазерного сканирования с использованием беспилотных летательных аппаратов. Лазерная или лидарная съемка – это технология получения и обработки информации с помощью активных оптических систем (лазеров - лидаров), использующих явления отражения света от объекта с проведением высокоточных измерений координат X, Y, Z .

Лазерное сканирование – вид съемки, позволяющий создать цифровую 3-D модель объекта, здания представив эту модель набором точек с высокоточными пространственными координатами [2]. Данная технология применяется с использованием лазерных сканеров (лидаров), которые измеряют координаты точек поверхности объекта с высокой скоростью (до нескольких десятков тысяч точек в секунду). Полученный набор точек называется «облаком точек». В процессе лазерного сканирования для каждой точки определяются координаты X, Y, Z и показатель интенсивности отраженного сигнала. «Облако точек» раскрашивается в зависимости от степени интенсивности отраженного сигнала и после сканирования выглядит как трехмерное цифровое фото. Практически все современные модели лазерных сканеров (лидаров) имеют встроенную видео- или фотокамеру, в результате чего облако точек может быть окрашено в реальные цвета [12].

Основная часть. Воздушное лазерное сканирование (далее – ВЛС) – одно из наиболее прогрессивных направлений в развитии средств производства инженерно-

геодезических изысканий. В комбинации с цифровой аэрофотосъемкой ВЛС дает возможность получения большого массива данных из пространственно-координированных точек лазерного отражения и материалов аэрофотосъемки. На базе этой информации осуществляется построение топографических планов для инженерных изысканий для целей проектирования и инжиниринга. Данные, полученные с применением технологии ВЛС, обеспечивают высокотехнологичный уровень измерений поверхности. Этот метод существенно отличается от традиционных геодезических методов, применяемых при проведении топографической съемки в процессе инженерно-изыскательских работ. Зачастую сооружения проектируются на малоосвоенных, труднодоступных территориях, где наземные методы исследований крайне трудоемки, длительны и дорогостоящи [7]. **Воздушное лазерное сканирование (LIDAR)** — это система дистанционного зондирования, изначально разработанная для картографирования земной поверхности, которая позволяет строить точные трехмерные модели рельефа местности и древостоев с использованием беспилотных летательных аппаратов (рис.1).



Рис.1. Квадрокоптер «Геоскан 401» с полезной нагрузкой в виде цифровой камеры и воздушного лазерного сканера.

Основными преимуществами ВЛС при проектировании крупных площадных и линейных объектов (нефтегазовая отрасль, транспортная инфраструктура, линии электропередачи и многие другие) являются:

- высокая скорость съемки и оперативность получения результатов;
- высокая точность и детальность получаемой информации;
- бесконтактность метода сбора данных;
- полнота получаемой информации.

Воздушный лазерный сканер (LIDAR) признан превосходным инструментом для картографирования растительного покрова, благодаря возможности лазерного луча

частично отражаться от полога леса, а частично проникать до уровня земли. Это позволяет эффективно произвести измерения высоты и густоты растительности. За годы разработки и усовершенствования лидар и технологии первичной обработки данных стали надежными и действующими инструментами.

Воздушное лазерное сканирование и аэрофотосъемка, работая в тандеме, выдают огромный спектр материалов для анализа и дешифрирования. **Материалы аэрофотосъемки** в данном случае выступают детальными текстурами и дешифровочными материалами к подложке, представленной **воздушным лазерным сканированием**, которое в свою очередь является точным результатом измерений, где помимо формы легко определяются размеры и параметры объектов, в том числе труднодоступных, например, вертикальных стен скальных выступов, горных массивов и карьеров добычи полезных ископаемых, а при использовании некоторых моделей лазерных сканеров – ещё и поверхности дна русел рек, водоемов и прибрежных морских акваторий. В результате АФС и ВЛС получают аэрофотоснимки с точными центрами фотографирования и параметрами их внешнего ориентирования (крен, тангаж и курс) и точки лазерного отражения (ТЛО) с пространственными координатами (X, Y, Z) в геодезической системе координат. Совокупность этих данных позволяет в короткие сроки создавать цифровые модели рельефа (ЦМР) в виде матрицы высот и горизонталей, ортофотопланы высокого разрешения, цифровые модели местности (ЦММ) и трехмерные текстурированные модели местности и объектов [3,11].

Технология воздушного лазерного сканирования позволяет не только произвести быстрое сканирование поверхности объекта, но и выдавать «отклонения» от нормы.

Уникальные возможности технологии воздушного лазерного сканирования позволяют получить:

- истинный рельеф поверхности земли (даже под кронами деревьев в лесу) без потери точности;
- местоположение и форму объектов сложной структуры, например, технологических площадок и трубопроводов, зданий и сооружений и т.п., и их «отклонение» от нормы;
- топографические планы и карты в безориентирной местности (тундра, полностью заснеженные территории, пустыни, песчаные пляжи) , с точностью и детальностью, недостижимыми любыми другими методами.

Этот метод наиболее выгоден, так как при минимальных финансовых и временных затратах достигается высокая производительность полевых работ при выполнении инженерных изысканий [1]. Воздушное лазерное сканирование проводится с высоты 500-

5000 м. От высоты съемки зависит его точность. Средняя точность воздушного лазерного сканирования составляет 15 мм в плане и по высоте, максимальная - до 5 см.

Основными задачами лазерного сканирования являются:

- создание топографической основы при выполнении проектно-изыскательских и геологоразведочных работ;

- создание чертежей для строительных компаний;

- создания исполнительных схем;

- анализ поведения объекта при эксплуатации;

- высокоточные измерения инженерных сооружений;

- создание и обновление крупномасштабных карт и планов;

-создание цифровых моделей местности (ЦММ) и цифровых моделей рельефа (ЦМР) (растровая - GRID, векторная -TIN,);

-построение математических моделей с использованием интенсивности отражений лазерного импульса;

создание ортофотопланов на основе классифицированных точек земной поверхности;

-разработки проектно-технической документации;

-создание 3D моделей при строительстве сложных объектов (мосты, развязки, порты, вокзалы, аэропорты, карьеры и т.п.).

Ниже на рис.2 приведен пример лазерного сканирования городской застройки.

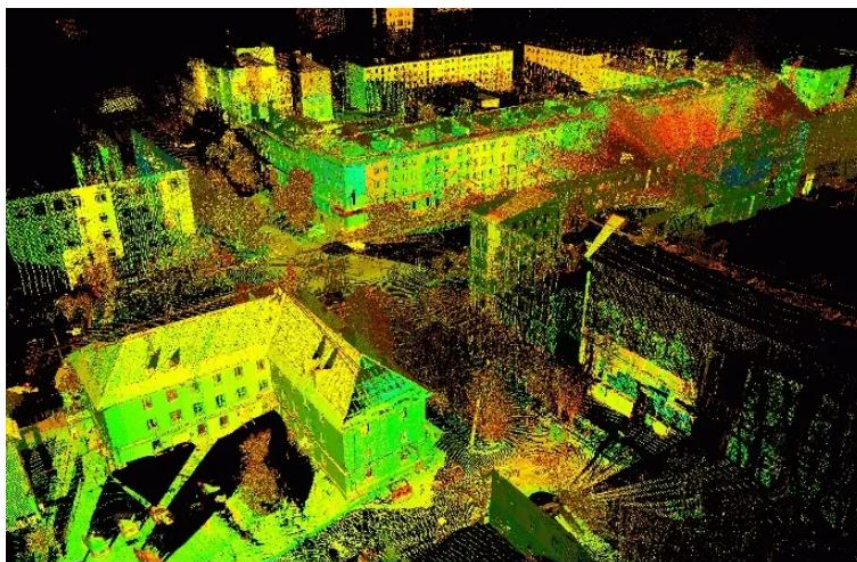


Рис.2. Пример воздушного лазерного сканирования городской застройки

Основными возможностями системы воздушного лазерного сканирования является:

1. высокая производительность (до 1000 кв.км. за рабочий день;
2. фиксация интенсивности отраженного сигнала в ночное время
3. совместимость с цифровыми аэрофотоаппаратами;

4. возможность использования приемников GPSи GPS/ГЛОНАСС различных производителей;

5. экономическая эффективность использования в тех условиях, когда применение других методов крайне затруднительно, невозможно или ограничено сезонными факторами.

Для обнаружения объектов и картографирования технология лазерного сканирования является основным видом дистанционного зондирования. Технология Lidar используется для точного картографирования [8]. Световые технологии Lidar используют в картографии, геодезии, возобновляемой энергетике, робототехнике, в планировании городской застройки, инспекции линий электропередач, строительстве и реконструкции автомобильных и железных дорог, земельном кадастре и многих других отраслях народного хозяйства.

Выводы. Из выше изложенного следует, что **воздушное лазерное сканирование** является сегодня одним из самых точных и эффективных методов сбора пространственных данных для крупномасштабного картографирования. Использование современных систем воздушного лазерного сканирования позволяет значительно сократить трудозатраты, затраты материальных ресурсов, сроки проведения полевых топографических работ, повысить качество выпускаемой продукции по сравнению с традиционной топографической съемкой в несколько раз, а также позволяет выпускать цифровые модели местности и сложных инженерных объектов, цифровые модели рельефа, 3D модели рельефа, ортофотопланы, топографические планы всего масштабного ряда, начиная от 1:500 и мельче. Технология одновременного выполнения воздушного лазерного сканирования (ВЛС) и аэрофотосъемки (АФС), а также их совместная обработка позволяют в несколько раз сократить срок создания картографической продукции, повышая ее точность и детальность. Использование специализированных лазеров позволяет проводить воздушное лазерное сканирование суши в купе с дном водоемов, а это является основой для создания подробных топографических карт, ортофотопланов и текстурированных планов местности

Использованная литература:

1. Васанов А.Е., М. М. Шляхова М.М., «Метод воздушного лазерного сканирования», СГУГиТ, DOI 10.33764/2618-981X-2023-4-1-162-166
2. Климков Ю.М., Хорошев М.В. *Лазерная техника: Учебное пособие* – М.: МИИГАиК, 2014. – 143 с.:
3. Кочнева А.А. «Методика построения цифровых моделей рельефа по данным воздушного лазерного сканирования», Журнал Вестник СГУГи Т, том 22, №2, 2017

4. Скубиев С. И. Использование беспилотных летательных аппаратов для целей картографии. Тезисы X Юбилейной международной научно-технической конференции «От снимка к карте: цифровые фотограмметрические технологии». — Гаэта, Италия, 2010. — С. 38-39.

5. Щукина О.Г., учебник «Цифровая фотограмметрия и дистанционное зондирование Земли», Ташкент, 2021

6. <https://www.geoscan.ru/ru/blog/opyt-primeneniya-kompleksa-geoskan-401-lidar->

7. <https://uavprof.com/solutions/tehnologiya-vozdnogo-lazernogo-skanirovaniya-v-inzhenerno-geodezicheskix-izyskaniyax>

8. <https://thedrone.ru/vozdušnoe-lazernoe-skanirovanie-resh/>

9. <https://ooo-alans.ru/work-types/vozdušno-lazernoe-skanirovanie-i-tsifrovaya-aerofotosyemka/>

10. <https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnost-lidarnoy-semki-na-dannom-etape-razvitiya-lazernogo-skanirovaniya>

11. <https://lidar-v-kachestve-bespilotnoy-topograficheskoy-sistemy-vozdnogo-lazernogo-skanirovaniya-i-aerofotosyemki>

12. <https://innoter.com/services/dannye-dzz/lazernoe-skanirovanie>